

ANALISIS DAYA DUKUNG PONDASI TIANG PANCANG PADA BANGUNAN PABRIK DI JL. PERMATA RAYA KAWASAN INDUSTRI KICC. KARAWANG

Robbi Danni Sibarani

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Harapan Medan
Jl. HM Joni No.70 Teip. (061) 4521513 Medan 20271 Sumatera Utara
e_mail : unhar@harapan.ac.id; Website : umhar.harapan.ac.id

Abstrak

Tujuan penelitian yaitu Mengetahui kedalaman berapa tanah disekitar bangunan pabrik mampu menahan beban yang direncanakan. Mengetahui besar penurunan yang terjadi pada pondasi pabrik. Mengetahui besar daya dukung tiang pancang pada pembangunan pabrik yang diteliti. Penelitian dilakukan dengan melakukan pengumpulan data di lapangan mencakup penggunaan tiang pancang pada lokasi proyek yang diteliti, hal ini mengkaji antara tiang pancang tunggal dan tiang pancang kelompok. Hasil penelitian menemukan Titik pengamatan menjelaskan bahwa kedalaman tiang pancang 30 meter dengan deskripsi lapisan kedalaman 1-12 meter memiliki lapisan tanah liat mengandung lumpur, berwarna coklat, mengandung pasir dengan kekerasan lembut hingga kaku. Lapisan dengan ketebalan 12 – 30 meter memiliki kandungan tanah Tanah liat dan celah, abu-abu, anorganik, jejak hingga sedikit pasir, sangat kaku hingga keras. penurunan total tiang tunggal lebih kecil dari syarat yang diijinkan yaitu $14,825 < 40$ mm, sehingga syarat tersebut terpenuhi. daya dukung ultimate tiang tekan hidrolik kelompok yaitu 415,41 Ton.

Kata Kunci : Konstruksi, Tiang Pancang, Pondasi, Bangunan, Daya Dukung

I. PENDAHULUAN

Pabrik merupakan suatu bangunan industri besar dimana para pekerja mengelolah benda atau mengawasi pemrosesan mesin dari suatu produk menjadi produk lain, sehingga mendapatkan nilai tambah. Kebanyakan pabrik modern memiliki gedung atau fasilitas yang besar yang berisi peralatan berat yang digunakan untuk lini produksi. Pabrik mengumpulkan dan mengkonsentrasi sumber daya seperti pekerja dan mesin industri.

Pondasi sebagai struktur bawah secara umum dapat dibagi dalam 2 (dua) jenis, yaitu pondasi dalam dan pondasi dangkal. Pemilihan jenis pondasi tergantung kepada jenis struktur atas apakah termasuk konstruksi beban ringan atau beban berat dan juga tergantung pada jenis tanahnya. Untuk konstruksi beban ringan dan kondisi tanah cukup baik, biasanya dipakai pondasi dangkal, tetapi untuk konstruksi beban berat biasanya jenis pondasi dalam adalah pilihan yang tepat.

Analisis kapasitas daya dukung pondasi tiang pancang sangatlah penting dalam perencanaan dan kestabilan konstruksi bangunan, terlebih dengan menghindari bahaya penurunan yang besar dan penurunan yang tidak seragam pada pondasi tiang pancang bangunan pabrik. Sehubungan dengan hal tersebut maka perlu dilakukan penelitian tentang evaluasi daya dukung pondasi tiang pancang pada bangunan pabrik. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut Mengetahui kedalaman berapa tanah disekitar bangunan pabrik mampu menahan beban yang direncanakan, Mengetahui besar penurunan yang terjadi pada pondasi pabrik dan

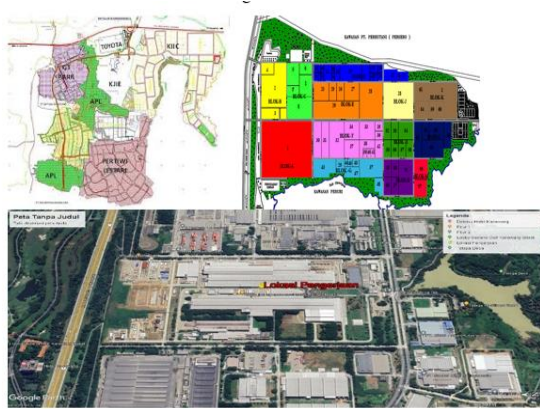
Mengetahui besar daya dukung tiang pancang pada pembangunan pabrik yang diteliti .

II. METODOLOGI PENELITIAN

Tiang pancang memiliki fungsi utama untuk menyalurkan beban bangunan ke lapisan tanah yang lebih dalam dan kuat, sehingga mencegah penurunan atau pergeseran tanah yang dapat merusak struktur bangunan. Selain itu, tiang pancang juga dapat meningkatkan stabilitas bangunan, terutama pada tanah yang lunak atau tidak stabil, serta melindungi bangunan dari kerusakan akibat perubahan kondisi tanah.

Bangunan yang diteliti oleh penulis merupakan gudang yang membutuhkan perhatian khusus terutama pada bagian pondasi guna menghindari terjadinya penurunan lantai akibat pondasi yang kurang baik. Pondasi bangunan yang diteliti menggunakan tiang pancang sebagai patokan penguat kedudukan pondasi. Penggunaan tiang pancang sebagian bagian pondasi pada proyek yang diteliti terdiri atas 2 jenis yaitu penggunaan tiang kelompok dan tiang tunggal.

Proyek pembangunan pabrik yang sedang diteliti terletak di jalan Permata Raya Kawasan Industri KiCC Karawang



Gambar 1. Lokasi Proyek
Sumber : Penelitian, 2024

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisa Lapisan Tanah

Hasil penelitian dilapangan dan data yang telah dikeluarkan oleh perusahaan diketui bahwa susunan tanah pada lokasi proyek khususnya pada titik pembuatan tiang pancang

1. Titik satu pada tiang pancang ini dijelaskan bahwa 30 meter tiang yang telah dimasukkan memiliki lapisan tanah yaitu kedalaman 1-12 meter memiliki lapisan tanah liat mengandung lumpur, berwarna coklat, mengandung pasir dengan kekerasan lembut hingga kaku. Lapisan dengan ketebalan 12 – 30 meter memiliki kandungan tanah Tanah liat dan celah, abu-abu, anorganik, jejak hingga sedikit pasir, sangat kaku hingga keras. Hal ini menunjukkan bahwa semakin kedalam maka kondisi tanah semakin keras dan menjamin kedudukan tiang pondasi.
2. Titik dua pada tiang pancang ini dijelaskan bahwa 30 meter tiang yang telah dimasukkan memiliki lapisan tanah yaitu kedalaman 1-15 meter memiliki lapisan tanah liat mengandung lumpur, berwarna coklat, mengandung pasir dengan kekerasan lembut hingga kaku. Lapisan dengan ketebalan 15 – 30 meter memiliki kandungan tanah Tanah liat dan celah, abu-abu, anorganik, jejak hingga sedikit pasir, sangat kaku hingga keras. Hal ini menunjukkan bahwa semakin kedalam maka kondisi tanah semakin keras dan menjamin kedudukan tiang pondasi.
3. Titik tiga pada tiang pancang ini dijelaskan bahwa 30 meter tiang yang telah dimasukkan memiliki lapisan tanah yaitu kedalaman 1 -30 meter memiliki kandungan tanah Tanah liat dan celah, abu-abu, a jejak hingga sedikit pasir, sangat kaku hingga keras. Hal ini menunjukkan bahwa semakin kedalam maka kondisi tanah semakin keras dan menjamin kedudukan tiang pondasi.
4. Titik empat pada tiang pancang ini dijelaskan bahwa 30 meter tiang yang telah dimasukkan memiliki lapisan tanah yaitu kedalaman 1-16,5 meter memiliki lapisan tanah liat mengandung lumpur, berwarna coklat, mengandung pasir dengan

kekerasan lunak hingga keras. Lapisan dengan ketebalan 16,5 – 30 meter memiliki kandungan tanah Tanah liat dan celah, abu-abu, anorganik, jejak hingga sedikit pasir, sangat kaku hingga keras. Hal ini menunjukkan bahwa semakin kedalam maka kondisi tanah semakin keras dan menjamin kedudukan tiang pondasi.

5. Titik Lima pada tiang pancang ini dijelaskan bahwa 30 meter tiang yang telah dimasukkan memiliki lapisan tanah yaitu kedalaman 1-18 meter memiliki lapisan tanah liat mengandung lumpur, berwarna coklat, mengandung pasir dengan kekerasan lunak hingga keras. Lapisan dengan ketebalan 18 – 30 meter memiliki kandungan tanah Tanah liat dan celah, abu-abu, anorganik, jejak hingga sedikit pasir, sangat kaku hingga keras. Hal ini menunjukkan bahwa semakin kedalam maka kondisi tanah semakin keras dan menjamin kedudukan tiang pondasi.
6. Titik tiga pada tiang pancang ini dijelaskan bahwa 30 meter tiang yang telah dimasukkan memiliki lapisan tanah yaitu kedalaman 1 -30 meter memiliki kandungan tanah Tanah liat dan celah, abu-abu, a jejak hingga sedikit pasir, sangat kaku hingga keras. Hal ini menunjukkan bahwa semakin kedalam maka kondisi tanah semakin keras dan menjamin kedudukan tiang pondasi.
7. Titik satu pada tiang pancang ini dijelaskan bahwa 30 meter tiang yang telah dimasukkan memiliki lapisan tanah yaitu kedalaman 1-12 meter memiliki lapisan tanah liat mengandung lumpur, berwarna coklat, mengandung pasir dengan kekerasan lembut hingga kaku. Lapisan dengan ketebalan 12 – 30 meter memiliki kandungan tanah Tanah liat dan celah, abu-abu, anorganik, jejak hingga sedikit pasir, sangat kaku hingga keras. Hal ini menunjukkan bahwa semakin kedalam maka kondisi tanah semakin keras dan menjamin kedudukan tiang pondasi.
8. Titik Lima pada tiang pancang ini dijelaskan bahwa 30 meter tiang yang telah dimasukkan memiliki lapisan tanah yaitu kedalaman 1-17,5 meter memiliki lapisan tanah liat mengandung lumpur, berwarna coklat, mengandung pasir dengan kekerasan lunak hingga keras. Lapisan dengan ketebalan 17,5 – 30 meter memiliki kandungan tanah Tanah liat dan celah, abu-abu, anorganik, jejak hingga sedikit pasir, sangat kaku hingga keras. Hal ini menunjukkan bahwa semakin kedalam maka kondisi tanah semakin keras dan menjamin kedudukan tiang pondasi.

3.2 Analisa Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang

Dengan menggunakan informasi dari pengujian lapangan berupa data Standard Penetration Test (SPT), dimungkinkan untuk menentukan dan menganalisis daya dukung aksial pondasi tiang pancang.

Daya Dukung Aksial Metode Meyerhoff

Data fondasi tiang pancang:

Diameter (D) = 0,4m

Keliling tiang pancang (P)= $\pi \times D$

$$=3,14 \times 0,4$$

$$=1,256 \text{ m}$$

$$\text{Luastiang pancang}(A_p) = \frac{1}{4}\pi D^2$$

$$= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,4^2 = 0,1256 \text{ m}^2$$

Perhitungan kapasitas daya dukung ultimate terhadap ujung tiang pancang tanah kohesif adalah sebagai berikut ini untuk lapisan tanah kedalaman 2 m

Tanah Kohesif $Q_p = 9 \times c_u \times A_p$

Dimana :

 Q_p = Daya dukung ujung tiang (kN/m²) c_u = Cohesi undrained (kN/m²)

$$= (N - \text{SPT}) \times \frac{2}{3} \times 10$$

 A_p = Luas Penampang Tiang Pancang (m²)**Perhitungan nilai cohesi undrained (c_u)**

$$\begin{aligned} Q_p &= 9 \times c_u \times A_p \\ &= 9 \times 40 \times 0,1256 \\ &= 45,216 \text{ Kn} \end{aligned}$$

❖ Daya dukung iujung fondasi tiang I pancang pada tanah kohesif (Q_p)

$$\begin{aligned} Q_p &= 9 \times c_u \times A_p \\ &= 9 \times 40 \times 0,1256 \\ &= 45,216 \text{ kN} \end{aligned}$$

❖ Tahanan geser selimut tiang I pada tanah kohesif (Q_s)

$$Q_s = \alpha \times c_u \times A_p \times L_i$$

Dimana:

$$\begin{aligned} c_u &= \text{Cohesi undrained (kN/m}^2\text{)} \\ &= (N - \text{SPT}) \times \frac{2}{3} \times 10 \end{aligned}$$

 α =faktor adhesi

L_i =Tebal lapisan tanah, pengujian SPT dilakukan setiap interval kedalaman sampling(m)

Dayadukungselimuttiangpancang

$$\begin{aligned} Q_s &= \alpha \times c_u \times A_p \times L_i \\ &= 1 \times 40 \times 0,1256 \times 2 \\ &= 100,480 \text{ kN} \end{aligned}$$

❖ Daya dukung ultimit tiang terhadap tanah kohesif (Q_{ult}) $Q_{ult} = Q_p + Q_s$

$$= 45,216 + 100,480$$

$$= 145,696 \text{ Kn}$$

$$= 14,57 \text{ ton}$$

❖ Daya dukung ijin tiang terhadap tanah kohesif (Q_{ijin}) $Q_{ijin} = Q_{ult} / SF$

Nilai faktor keamanan (SF)=2,5

$$= 14,57 / 2,5$$

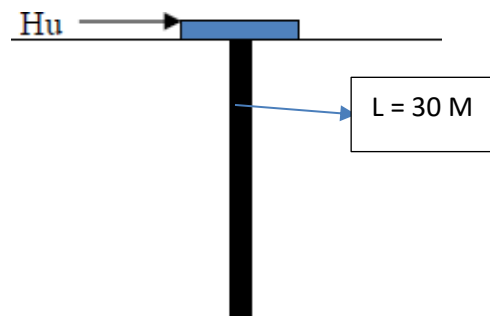
$$= 5,828 \text{ ton}$$

Hasil Perhitungan setiap lapisan tanah dapat dipahami pada **Tabel 1.** sebagai di bawah ini:

Tabel 1. Perhitungan Daya Dukung Aksial Tiang Pancang Berdasarkan Metode Meyerhoff

Depth	Layer	N-Spt	Cu (kN/m ²)	A	Skin Friction (kN)		End Bearing (kN)	Q _{ult} (kN)	Q _{ult} (ton)	Q _{ijin} (ton)
					Local	Cumulative				
0 - 2	1	6	40	1,00	100,480	100,480	45,216	145,696	14,570	5,828
2 - 4	2	5	33,333	1,00	83,733	184,213	37,680	221,893	22,189	8,876
4 - 6	3	7	46,667	1,00	117,227	301,440	52,752	354,192	35,419	14,168
6 - 8	4	8	53,333	1,00	133,973	435,413	60,288	495,701	49,570	19,828
8 - 10	5	11	73,333	1,00	184,213	619,627	82,896	702,523	70,252	28,101
10 - 12	6	7	46,667	1,00	117,227	736,853	52,752	789,605	78,961	31,584
12 - 14	7	18	120	1,00	301,440	1038,293	135,648	1173,941	117,394	46,958
14 - 16	8	13	86,667	1,00	217,707	1256,000	97,968	1333,968	133,397	54,159
16 - 18	9	30	200	1,00	502,400	1758,400	226,080	1984,480	198,448	79,379
18 - 20	10	28	186,667	1,00	468,907	2227,307	211,008	2438,315	243,831	97,533
20 - 22	11	11	73,333	1,00	184,213	2411,520	82,896	2494,416	249,442	99,777
22 - 24	12	16	106,667	1,00	267,947	2679,467	120,576	2800,043	280,004	112,002
24 - 26	13	20	133,333	1,00	334,933	3014,400	150,720	3165,120	316,512	126,605
26 - 28	14	33	220	1,00	552,640	3567,040	248,688	3815,728	381,573	152,629
28 - 30	15	36	240	1,00	602,880	4169,920	271,296	4441,216	444,122	177,649

Sumber : Hasil Penelitian, 2025

3.3 Analisa Perhitungan Daya Dukung Lateral Tiang Pancang

Gambar 2. Daya Dukung Lateral Tiang Pancang

Sumber : Hasil Penelitian, 2025

Berdasarkan Metode Brooms (1964), yang pertama kali mengusulkan mengenai suatu metode untuk mengevaluasi kemampuan dukung lateral pondasi tiang. Perhitungan dengan tanah jenis Clay analitik.

$$\begin{aligned} \gamma &= 19,5 \text{ kN/m}^3 \\ \phi &= 25,5^\circ \\ K_p &= \tan^2 \left(45^\circ + \frac{22,5}{2} \right) \\ K_p &= 2,51 \end{aligned}$$

Diperoleh gaya aksial fondasi terbesar sebesar 377,64 ton dapat dilihat Tabel 1.. Beban divariasikan dengan penambahan 10% untuk mencari hasil yang maksimal maka beban diperoleh sebesar 415,41 Ton pada fondasi pilecap PC3.

$$V_{\text{TiangTunggal}} = \frac{415,41}{3} = 138,4 \text{ ton}$$

Spesifikasi tiang pancang

$$D = 0,4 \text{ m}$$

$$L = 30 \text{ m}$$

$$F_c' = 52 \text{ Mpa (Data tabel dari Produk Wika)}$$

Cek kekakuan tiang akibat beban lateral

$$E_p = 4700 \sqrt{f_c'}$$

$$= 4700 \sqrt{52}$$

$$= 33892,182 \text{ Mpa}$$

$$= 33.892,182 \text{ kN/m}^2$$

$$I = \frac{1}{64} \pi \times (D^2)$$

$$I = \frac{1}{64} 3,14 \times (0,4^2)$$

$$I = 0,001256 \text{ m}^4$$

Dalam mencari factor kekakuan tanah (T) ialah :
(nilai nh diperoleh dari Tabel 2.17)

$$T = \left(\frac{E_p \times I_p}{n h} \right)^{1/5}$$

$$T = \left(\frac{33.892,182 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \times 0,001256 \text{ m}^4}{3518} \right)^{1/5}$$

$$T = 1,646 \text{ m}$$

$$4T = 4 \times 1,646 \text{ m}$$

$$4T = 6,586 \text{ m}$$

Dari perhitungan di atas, $L(30 \text{ m}) > 4T(6,586 \text{ m})$ tiang panjang termasuk kategori, panjang yang elastis
Cek keruntuhan tanah akibat beban lateral

Bending momen untuk diameter tiang 400 mm adalah 8,25 tm = 82,5 kNm. (Data bending momen dari tabel produk spunpile (PT WIKA Beton)).

Maka:

$$M_{\text{max}} = B \times \gamma \times L^3 \times K_p$$

$$= 0,4 \times 19,5 \times (40)^3 \times 2,51$$

$$= 528,606 \text{ kNm} > 82,5 \text{ kNm}$$

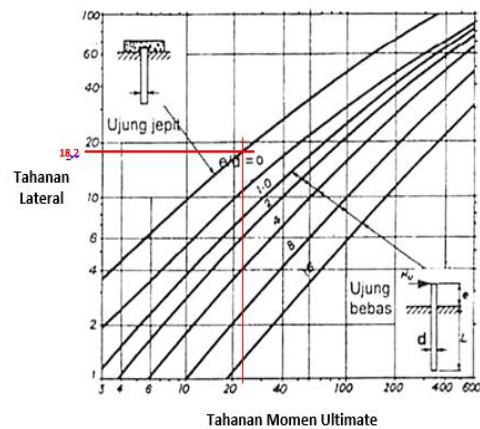
$M_{\text{max}} > M_y$, maka tanah tidak akan runtuh sehingga gaya *horizontal ultimate* (H_u) ditentukan oleh kekuatan bahan tiang dalam menahan beban momen

• Secara grafik

Perhitungan control laeral dengan grafik Brooms, dengan perhitungan diambil $c_u 55,33 \text{ kN/m}^2$, sumbu x sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Tahanan momen ultimate} &= \frac{M_y}{c_u \times d^3} \\ &= \frac{82,5}{55,33 \times 0,4^3} \\ &= 23,296 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Lalu, nilai tahanan momen ultimit sebesar 23,296 diplot pada Gambar 3.



Gambar 3. Tahanan Lateral Ultimit Tiang pada Tanah Kohesif

Sumber : Hasil Penelitian, 2025

Dari Gambar 3 (Tahanan Lateral ultimit tiang dalam tanah kohesif untuk tiang panjang) diperoleh :

$$\begin{aligned} 18,2 &= \frac{H_u}{c_u \times d^2} \\ H_u &= 18,2 \times 55,33 \times 0,4^2 \\ &= 161,131 \text{ kN} \end{aligned}$$

Dengan Faktor Aman $F_s = 2,5$

$$H = \frac{H_u}{F_s} = \frac{161,131}{2,5} = 64,452 \text{ kN}$$

3.4 Perhitungan Penurunan Tiang Tunggal (single pile)

Menurut Vesic (1977), penurunan elastis fondasi tiang pancang tunggal dapat dihitung melalui rumus :

L	= 30000 mm
D	= 400 mm
F_c'	= 52 MPa
A_p	= 125,6 mm
Q_{wp}	= 271,296 kN
Q_{ws}	= 602,88 kN

- Penurunan tiang tunggal (single pile)
Untuk menghitung penurunan elastik tiang total digunakan persamaan

$$S_e = S_{e1} + S_{e2} + S_{e3}$$

- Menentukan modulus elastisitas dari bahan I tiang: $E_p = 4700 \sqrt{f_c'}$
 $= 4700 \sqrt{52}$
 $= 33892,182 \text{ MPa}$
 $= 33.892,182 \text{ kN/m}^2$

1. Untuk nilai penurunan S_e (1) menggunakan (Persamaan) Untuk nilai *factor empiric* $\varepsilon = 0,67$

$$S_{e1} = \frac{(Q_{wp} + E + Q_{ws}) \times L}{A_p + E_p}$$

$$S_{e1} = \frac{(271,296 + 0,67 + 602,88) \times 30}{0,1256 + 33.892.182}$$

$$= 0,004759 \text{ m}$$

$$= 4,759 \text{ mm}$$

Analisis nilai penurunan $S_e(2)$

Untuk nilai S_e (2) menggunakan persamaan (2.32)
Diambil dari tabel Nilai Koefisien Empiris (c_p)

$$C_p = 0,03$$

$$q_p = \frac{271,296}{0,1256} = 2160 \text{ kN/m}^2$$

$$S_e = \frac{(Q_{wp} + C_p)}{D + q_p}$$

$$S_{e2} = \frac{(271,296 + 0,03)}{0,4 + 2160}$$

$$= 0,00942 \text{ m}$$

$$= 9,42 \text{ mm}$$

2. Analisis nilai penurunan S_e (3) menggunakan persamaan.

$$S_{e3} = \frac{(Q_{wp} + C_s)}{L_{qp}}$$

$$C_s = \left(0,93 + 0,16 \sqrt{\frac{40}{0,4}} \right) 0,03$$

$$= 0,0695$$

Maka

$$S_{e3} = \frac{(Q_{wp} + C_s)}{L_{qp}}$$

$$S_{e3} = \frac{(602,88 \times 0,0695)}{30 \times 2160}$$

$$S_{e3} = 0,000646 \text{ m}$$

$$= 0,646 \text{ mm}$$

Total penurunan elastis yang terjadi pada tiang pancang yaitu

$$S_e = S_{e1} + S_{e2} + S_{e3}$$

$$= 4,759 + 9,42 + 0,646$$

$$= 14,825 \text{ mm}$$

Penurunan yang diijinkan menurut Terzaghi (1969) terhadap persamaan

$$S_{ijin} = 10\% \times D$$

$$= 0,1 \times 400$$

$$= 40 \text{ mm}^2$$

Jadi, penurunan total tiang tunggal lebih kecil dari syarat yang diijinkan yaitu $14,825 < 40 \text{ mm}$, sehingga syarat tersebut terpenuhi.

3.5 Perhitungan Penurunan Tiang Kelompok (*pilegroup*)

Perhitungan penurunan tiang kelompok dapat digunakan metode *Vesic*:

$$S_e = 14,825 \text{ mm} = 0,0148 \text{ m}$$

$$D = 0,4 \text{ m}$$

$$B_g = 2,24 \text{ m}$$

Maka penurunan kelompok tiang dapat ditentukan dengan

$$S_g = S_e \sqrt{\frac{B_g}{D}}$$

Dimana

S_g = Penurunan tiang kelompok group (m)

S_e = Penurunan fondasi tiang tunggal (m)

B_g = Lebar kelompok tiang (m)

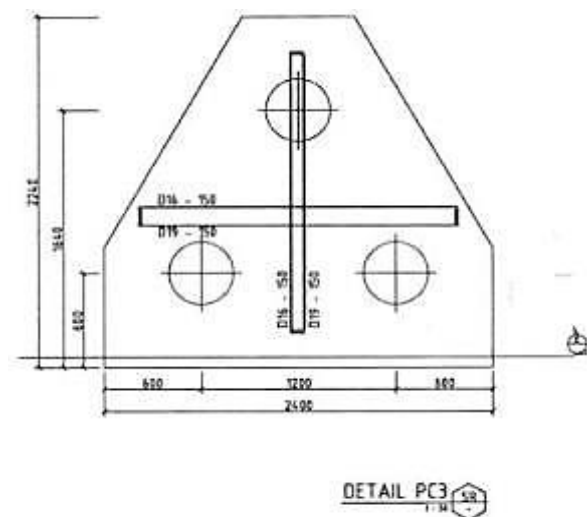
D = Diameter

$$S_g = 0,0148 \sqrt{\frac{2,24}{0,4}}$$

$$S_g = 0,03502 \text{ m}$$

$$S_g = 35,02 \text{ mm}$$

3.6 Menghitung Efisiensi Tiang Pancang Kelompok



Gambar 4..Susunan Kelompok Tiang Pancang

Nilai pengali terhadap kapasitas daya dukung ultimit tiang tunggal dengan memperhatikan pengaruh kelompok tiang disebut efisiensi tiang. Adapun data tiang kelompok:

$$M = 2$$

$$n = 2$$

$$S = 1200 \text{ mm}$$

$$D = 400 \text{ mm}$$

a. Metode *Converse-Labarre*

Dari persamaan efisiensi kelompok I tiang (η):

$$Eg = 1 - \Theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90 \times m \times n}$$

Dimana:

$$Eg = \text{Efisiensi Kelompok Tiang}$$

m = Jumlah tiang dalam satu baris

n = Jumlah baris tiang

$$\Theta = \arctan(0,4/1,2)$$

$$= 18,435^\circ$$

$$Eg = 1 - (18,435) \left\{ \frac{(2-1)2 + (2-1)2}{90 \times 2 \times 2} \right\} = 0,795$$

b. Metode *Los Angeles*

Berdasarkan persamaan maka efisiensi

$$\text{kelompok tiang ialah: } Eg = 1 - \frac{d}{\pi \cdot m \cdot n \cdot s} m \cdot (n-1) + n(m-1) + \sqrt{2} (n-1)(m-1)$$

Dimana:

$$S = \text{Jarak antar tiang (mm) (as keas)}$$

$$\pi = \text{phi lingkaran } 3,14$$

$$Eg = 1 - \frac{d}{\pi \cdot m \cdot n \cdot s} m \cdot (n-1) + n(m-1) + \sqrt{2} (n-1)(m-1)$$

$$Eg = 1 - \frac{0,4}{\pi \cdot 1,2 \cdot 2 \cdot 2} 2 \cdot (2-1) + 2(2-1) + \sqrt{2} (2-1)(2-1)$$

$$Eg = 1 - 0,145 = 0,855$$

Berdasarkan kedua metode efisiensi kelompok tiang, diambil nilai terkecil, yaitu metode *Converse-Labarre* dengan $Eg = 0,795$. Dari data hasil perhitungan dengan nilai yaitu = 177,649 Ton

Maka daya dukung ultimate tiang tekan hidrolik kelompok yaitu: $Qg = Eg \times n \times Q_{all}$

$$Qg = 0,795 \times 3 \times 177,649$$

$$= 423,693 \text{ Ton}$$

Hal ini menunjukkan bahwa gaya aksial pondasi lebih kecil dibandingkan gaya dukung ultimate tiang (415,41 ton < 423,693 Ton)

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ditemukan kesimpulan sebagai berikut:

1. Titik pengamatan menjelaskan bahwa kedalaman tiang pancang 30 meter dengan deskripsi lapisan kedalaman 1-12 meter memiliki lapisan tanah liat mengandung lumpur, berwarna coklat, mengandung pasir dengan kekerasan lembut hingga kaku. Lapisan dengan ketebalan 12 – 30 meter memiliki kandungan tanah Tanah liat dan celah, abu-abu, anorganik, jejak hingga sedikit pasir, sangat kaku hingga keras, hal ini menunjukkan penentuan kedalaman tiang pancang pabrik tergolong baik.
2. Penurunan total tiang tunggal lebih kecil dari syarat yang diijinkan yaitu $14,825 < 40 \text{ mm}$, sehingga syarat tersebut terpenuhi.
3. Gaya aksial pondasi lebih kecil dibandingkan gaya dukung ultimate tiang (415,41 ton < 423,693 Ton)

4.2 Saran

Berdasarkan hasil temuan penelitian, maka dapat di sarankan sebagai berikut:

1. untuk peneliti selanjutnya penting melakukan penelitian berkala yang berkesinambungan untuk melihat penyusutan tanah pada proyek yang di analisis
2. penting kepada setiap pembangunan proyek terutama ke fungsian untuk beban berat tidak hanya memperhatikan tinag pancang, melainkan struktur pondasi dan pembuatan lantai

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Andi serta ferra. 2014. *Analisis Daya Dukung Tiang Pancang Diverifikasi dengan Hasil Uji Pile Driving Analyzer Test dan Capwap*. Jurnal Fropil. 2(1) : 23
- [2]. Bowles, Joseph E. 1988. *Analisa dan Desain Pondasi Jilid 1. Edisi Keempat*. Jakarta: Penerbit Erlangga. (Diterjemahkan oleh: Pantur Silaban, Ph. D).
- [3]. Das, Braja M. 1995. *Mekanika Tanah 1*. Erlangga. Jakarta.
- [4]. Das. Braja M, 2011, *Principles of Foundation Engineering 7th Edition*, USA : Global Engineering.
- [5]. Difani serta Nur Aini. 2019. *Perencanaan pondasi Bore pile pada Hotel Marina Labuhan Bajo*. Skripsi. Unissula, Semarang.
- [6]. Dr, Ir, Suyono Sosrodarsono dan Kazuto Nakazawa, *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*, Penerjemah Ir, L, Taulu dkk, Penerbit PT Pradya Paramita, Jakarta
- [7]. Gunawan Rudy, 1983. *Pengantar Teknik Fondasi*, Kanisius, Yogyakarta

- [8]. Gunawan Rudy, 1983. *Pengantar Teknik Fondasi*, Kanisius, Yogyakarta
- [9]. Hardiyatmo, H.C., 2002. *Analisis dan Perancangan Teknik Pondasi I Edisi ke II*, Beta Offset, Yogyakarta.
- [10]. Hardiyatmo, H.C., 2002. *Analisis dan Perancangan Teknik Pondasi I Edisi ke II*, Beta Offset, Yogyakarta.
- [11]. Hardiyatmo, H.C., 2002. *Mekanika Tanah I*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
Hardiyatmo, H.C. 2003. *Mekanika Tanah II*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- [12]. Hardiyatmo, Hary Christady. 2002. *Mekanika Tanah I*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- [13]. Mayerhof, G.G., 1976. *Bearing capacity and Settlement of Pile Foundation*, Journal of the Geotechnical Engineering Division, American Society of Civil Engineers, Vol. 102, No. GT3, pp. 197-228
- [14]. Pratikso, 2014, *Topik Khusus Geoteknik*, Teknik Sipil Universitas Sultan Agung, Semarang
- [15]. Sardjono, HS., 1991. *Pondasi Tiang Pancang Jilid I Cetakan ke II*, sinar wijaya, Surabaya.