

ANALISA DAYA DUKUNG PONDASI TIANG PANCANG

Nurhidayanti

Mahfud, S.Pd., M.T dan Masrul Huda, M.A

Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Balikpapan

Abstrak

Pondasi adalah bagian terendah dari bangunan yang meneruskan beban bangunan ke tanah atau batuan yang berada dibawahnya (Hardiyatmo, 1996). Dari cara mendukung beban, perhitungan kapasitas dukung tiang dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan tiang pancang untuk meneruskan beban yang bekerja terhadap lapisan tanah.

Tujuan dari penulisan ini adalah untuk menghitung dan membandingkan kapasitas daya dukung tiang pancang tunggal menggunakan data sondir dan Standar Penetrasi Tes (SPT), dan menghitung kapasitas kelompok tiang yang paling efisien. Metodologi pengumpulan data dilakukan dengan cara melakukan observasi, pengambilan data dari pihak proyek serta melakukan studi keperpustakaan. Pada perhitungan daya dukung tiang pancang tunggal, berdasarkan data sondir menggunakan metode Aoki De Alancer dan data SPT menggunakan metode Mayerhoff.

Hasil perhitungan nilai kapasitas daya dukung ultimit tiang tunggal sebesar 19,965 ton dan 131,644 ton berdasarkan data sondir dengan menggunakan metode Aoki de Alancer dan untuk data SPT dengan menggunakan metode Mayerhoff sebesar 20,215 ton dan 12,302 ton. Dari hasil perhitungan didapat kapasitas kelompok ijin tiang yang paling efisien adalah 1,722 ton dengan menggunakan metode Mayerhoff.

Kata Kunci : Tiang Pancang, Kapasitas Daya Dukung, Sondir

Abstract

Foundation is the lowest part of the building that continues the building load to the ground or rock beneath it (Hardiyatmo, 1996). From the method of supporting the load, the calculation of the pole carrying capacity is carried out to determine the amount of the pile's ability to carry the load acting on the soil layer.

The purpose of this paper is to calculate and compare the capacity of a single pile carrying capacity using sondir data and Standard Penetration Test (SPT), and calculate the most efficient pile group capacity. The data collected by conducting observations, retrieving data from the project and doing library studies. In calculating the carrying capacity of a single pile, based on sondir data using the Aoki De Alancer method and SPT data using the Mayerhoff method.

The results of the calculation of the value of single pile ultimate carrying capacity of 19,965 tons and 131,644 tons based on sondir data using the Aoki de Alancer method and for SPT data using the Mayerhoff method of 20,215 tons and 12.302 tons. From the calculation results, the most efficient capacity of the pile permit group is 1.722 tons using the Mayerhoff method.

Keywords : Piling, Carrying Capacity, Sondir

I. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Kondisi tanah di Balikpapan memiliki karakteristik yang berbeda – beda di tiap wilayah. Sebagian besar lahan di kota Balikpapan berjenis tanah podsolik merah kuning (tanah liat) yang bersifat jenuh akan air. Kondisi lapisan tanah lunak memiliki sifat – sifat antara lain tahanan geser tanah rendah, permeabilitas rendah dan mempunyai daya dukung yang rendah. Sifat inilah yang menjadi permasalahan utama perencanaan jika akan membangun suatu struktur di atasnya. Tanah merupakan dasar suatu struktur atau konstruksi. Pada suatu konstruksi pertama kali yang dikerjakan dilapangan adalah pekerjaan pondasi. Pondasi merupakan bagian yang paling penting dari sistem rekayasa konstruksi yang bertumpu pada tanah. Untuk mengatasi permasalahan yang ada, biasanya perencana lebih menggunakan tiang pancang untuk konstruksi pondasinya. Pemakaian pondasi tiang dipergunakan untuk suatu pondasi bangunan apabila tanah dasar dibawah bangunan tidak memiliki daya dukung (*bearing capacity*), yang cukup untuk memikul berat bangunan atau bebannya apabila tanah keras yang mana mempunyai daya dukung yang cukup untuk memikul berat bangunan tersebut yang letaknya sangat dalam. Dari tinjauan yang dilakukan, saya mengambil judul penelitian tentang “**Analisa Daya Dukung Pondasi Tiang Pncang**”.

1.2 Rumusan Penelitian

1. Berapa besar daya dukung tiang pancang tunggal yang dibutuhkan ?
2. Berapa besar nilai kapasitas kelompok ijin tiang ?

1.3 Tujuan Penelitian

Dapat mengetahui kapasitas daya dukung tiang pancang tunggal dan kapasitas kelompok ijin tiang pancang *mini pile* untuk perkuatan tanah pada proyek jalan tol Balikpapan – Samarinda.

1.4 Batasan Penelitian

1. Pada pelaksanaannya menggunakan data lapangan dari hasil sondir dan *Standard Penetration Test* pada proyek jalan tol Balikpapan – Samarinda STA 2 + 600 dan STA 3+050.
2. Hanya membahas daya dukung tiang pancang tunggal dan tiang kelompok.
3. Metode yang digunakan dari hasil sondir adalah Aoki de alancer sedangkan untuk metode yang digunakan pada hasil *Standard Penetration Test* menggunakan Mayerhoff.
4. Tidak meninjau gaya akibat horizontal.
5. Jarak antar titik sondir dan SPT \pm 5 m.

1.5 Manfaat Penelitian.

1. Untuk menambah ilmu pengetahuan serta wawasan mengenai perencanaan daya dukung pondasi dan sebagai pembanding kelak jika akan melakukan suatu pekerjaan yang sama atau sejenis.
2. Dapat menganalisis data jika akan melakukan pekerjaan yang sejenis.
3. Sebagai bahan referensi bagi siapa saja yang membacanya khususnya bagi mahasiswa yang menghadapi masalah yang sama.

II. Landasan Teori

2.1 Pondasi Tiang

Pondasi tiang digunakan untuk mendukung bangunan bila lapisan tanah kuat terletak sangat dalam. Pondasi jenis ini dapat juga digunakan untuk mendukung bangunan yang menahan gaya angkat ke atas, terutama pada bangunan – bangunan tingkat tinggi yang dipengaruhi oleh gaya – gaya penggulingan akibat beban angin (Hardiyatmo, 2002). Pondasi tiang pancang digolongkan dalam beberapa jenis seperti pemakaian bahan yang digunakan, cara tiang meneruskan beban dan cara pelaksanaannya.

2.2 Kapasitas Daya Dukung Pondasi Tiang

Kuat dukung pondasi tiang adalah kemampuan tiang pancang untuk meneruskan beban yang bekerja terhadap lapisan tanah (Hardiyatmo, 1985). Dalam menentukan kuat dukung tiang diperlukan klasifikasi tiang dalam mendukung beban yang bekerja.

2.2.1 Kapasitas Daya Dukung Berdasarkan Data Hasil Sondir Aoki dan De Alancer

Didalam perencanaan pondasi tiang pancang, data tanah sangat diperlukan dalam merencanakan kapasitas daya dukung (*bearing capacity*) dari tiang pancang sebelum pembangunan di mulai, guna menentukan kapasitas daya dukung ultimit dari tiang pancang. Kapasitas daya dukung ultimit di tentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$Q_u = Q_b + Q_s = q_b A_p + f \cdot A_s \dots\dots\dots (2.1)$$

dimana :

- Q_u = Kapasitas daya dukung aksial ultimit tiang pancang
- Q_b = Kapasitas tahanan ujung tiang
- Q_s = Kapasitas tahanan kulit
- q_b = Kapasitas daya dukung di ujung tiang persatuan luas
- A_p = Luas di ujung tiang
- f = Satuan tahanan kulit persatuan luas
- A_s = Luas kulit tiang pancang

Perencanaan pondasi tiang pancang dengan sondir diklasifikasikan menggunakan metode *Aoki dan De Alencar*.

Aoki dan alencar mengusulkan memperkirakan kapasitas daya dukung ultimit dari data sondir. Kapasitas dukung ujung persatuan luas (q_b) di peroleh sebagai berikut :

$$q_b = \frac{q_{ca} (base)}{F_b} \dots\dots\dots (2.2)$$

dimana :

- $q_{ca} (base)$ = Perlawanan konus rata rata 1,5D diatas ujung tiang, 1,5D dibawah ujung tiang
- F_b = Faktor *empiric* tahanan ujung tiang
- Tahanan kulit persatuan luas (f) diprediksi sebagai berikut :

$$f = q_c (side) \frac{\alpha_s}{F_s} \dots\dots\dots (2.3)$$

dimana :

- $q_c (side)$ = Perlawanan konus rata – rata pada masing – masing lapisan sepanjang tiang
- F_s = Faktor *empiric* tahanan kulit

2.2.2 Kapasitas Daya Dukung Berdasarkan Data SPT dengan Metode Mayerhoff

1. Daya dukung ujung tiang pada tanah kohesif C_u

Untuk tiang pancang dan tiang bor

$$Q_b = 9 \cdot C_u \cdot A_p \dots\dots\dots (2.4)$$

dimana :

$$A_p = \text{Luas penampang tiang (m}^2\text{)}$$

$$C_u = \text{Koehesi undrained (kN/m}^2\text{)}$$

$$= N-SPT \cdot 2/3 \cdot 10$$

2. Tahanan geser selimut tiang pancang pada tanah kohesif

$$Q_s = \alpha \cdot C_u \cdot p \cdot L_i \dots\dots\dots (2.5)$$

dimana :

$$\alpha = \text{Koefisien adhesi antara tanah dan tiang}$$

$$C_u = \text{Koehesi undrained (kN/m}^2\text{)}$$

$$= N-SPT \cdot 2/3 \cdot 10$$

$$L_i = \text{Panjang lapisan tanah (m)}$$

$$p = \text{Keliling tiang (m)}$$

2.3 Kelompok Tiang

Kapasitas ultimit kelompok tiang dengan memperlihatkan faktor efisiensi tiang dinyatakan dengan rumus sebagai berikut :

$$Q_g = E_g \cdot n \cdot Q_a \dots\dots\dots (2.6)$$

dimana :

$$Q_g = \text{Beban maksimum kelompok tiang yang mengakibatkan keruntuhan}$$

$$E_g = \text{Efisiensi kelompok tiang}$$

$$n = \text{Jumlah tiang dalam kelompok}$$

$$Q_a = \text{Beban maksimum tiang tunggal}$$

Beberapa persamaan efisiensi tiang telah diusulkan untuk menghitung kapasitas kelompok tiang, namun semuanya hanya bersifat pendekatan. Persamaan – persamaan yang diusulkan didasarkan pada susunan tiang, jarak realtif dan diameter tiang dengan mengabaikan panjang tiang, variasi bentuk tiang yang meruncing, variasi sifat tanah dengan kedalaman dan pengaruh muka air tanah. Adapun persamaan – persamaan efisiensi tiang tersebut yang disarankan oleh *Converse – Labarre*, sebagai berikut :

$$E_g = 1 - \theta \frac{(n'-1)m + (m-1)n'}{90mn'} \dots\dots\dots (2.7)$$

dimana :

$$E_g = \text{Efisiensi kelompok tiang}$$

$$m = \text{Jumlah baris tiang}$$

$$n' = \text{Jumlah tiang dalam satu baris}$$

$$\theta = \text{Arc tg } d/s, \text{ dalam derajat}$$

$$s = \text{Jarak pusat ke pusat tiang (m)}$$

$$d = \text{diameter tiang (m)}$$

2.3.1 Kapasitas Dukung Kelompok Tiang

Kapasitas kelompok tiang tidak selalu sama dengan jumlah kapasitas tiang tunggal yang berada dalam kelompoknya (Hardiyatmo, 2015), maka dengan itu dinyatakan persamaan kapasitas ultimit tiang kelompok (Terzaghi dan Peck, 1948) :

$$Q_g = 2D(B+L)c + 1,3 c_b N_c BL \dots\dots\dots (2.8)$$

dimana :

$$Q_g = \text{kapasitas ultimit kelompok (kN)}$$

$$c = \text{koehesi tanah disekeliling kelompok tiang (kN/m}^2\text{)}$$

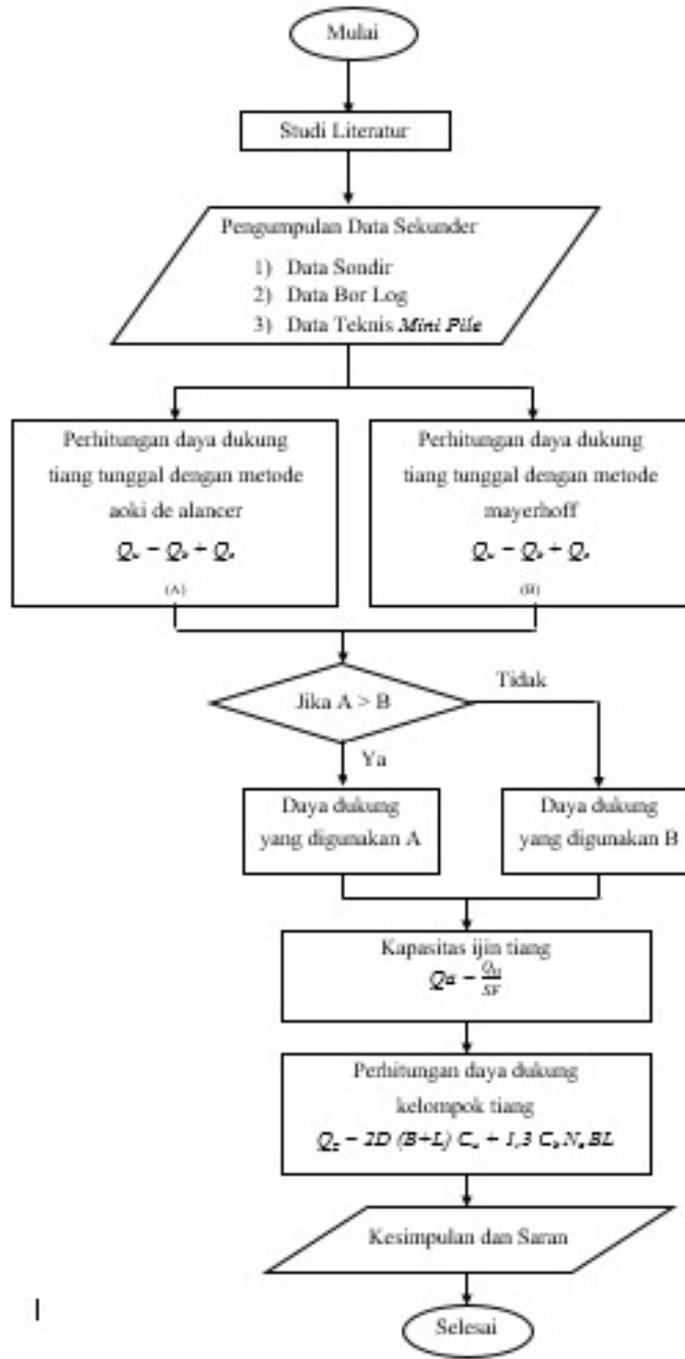
$$c_b = \text{koehesi tanah dibawah dasar kelompok tiang (kN/m}^2\text{)}$$

$$B = \text{lebar kelompok tiang (m)}$$

- L = panjang kelompok tiang (m)
- D = kedalaman tiang dibawah permukaan tanah (m)
- N_c = faktor kapasitas dukung

III. Metodologi Penelitian

3.1 Flow Chart



3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di lingkungan Politeknik Negeri Balikpapan dan pengambilan sample data dilakukan oleh kontraktor terkait dalam proyek pembangunan jalan tol Balikpapan – Samarinda Seksi V (part PT. PP). Penulisan ini mencakup beberapa pekerjaan yang akan dilakukan pada minggu ke – 4 bulan Februari s/d minggu ke – 4 bulan Juni 2019.

IV. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil

4.1.1 Menghitung Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang Tunggal

A. Perhitungan kapasitas daya dukung tiang pancang dengan metode Aoki dan De Alancer

1. Perhitungan dititik S2

$$= 9,645 + 10,320$$

$$= 19,965 \text{ ton}$$

Kapasitas ijin tiang (Q_a)

$$Q_a = \frac{Q_u}{SF}$$
$$= \frac{19,965}{2,5}$$

$$= 7,986 \text{ ton}$$

a. Perhitungan kapasitas dukung

ujung tiang (Q_b)

Perhitungan nilai q_b

$$q_b = \frac{q_{ca}(\text{base})}{F_b} \text{ (nilai } F_b$$

beton *precast* = 1,75)

$$= \frac{42,2}{1,75}$$

$$= 24,114 \text{ kg/cm}^2$$

Perhitungan nilai Q_b

$$Q_b = q_b A_b$$

$$= 24,114 \cdot 400$$

$$= 9645,6 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 9,645 \text{ ton}$$

b. Perhitungan kapasitas dukung

kulit (Q_s)

Perhitungan nilai f

$$f = q_c(\text{side}) \frac{\alpha_s}{F_s} \text{ (nilai } F_s \text{ beton$$

precast = 3,5)

$$= 18,892 \cdot \frac{0,04}{3,5}$$

$$= 0,215 \text{ kg/cm}^2$$

Perhitungan nilai Q_s

$$Q_s = f \cdot A_s$$

$$= 0,215 \cdot 80 \cdot 600$$

$$= 10320 \text{ kg}$$

$$= 10,320 \text{ ton}$$

c. Perhitungan kapasitas daya

dukung ultimit tiang pancang

(Q_u)

$$Q_u = Q_b + Q_s$$

2. Perhitungan dititik S5

a. Perhitungan kapasitas dukung

ujung tiang (Q_b)

Perhitungan nilai q_b

$$q_b = \frac{q_{ca}(\text{base})}{F_b} \text{ (nilai } F_b \text{ beton$$

precast = 1,75)

$$= \frac{129,8}{1,75}$$

$$= 74,171 \text{ kg/cm}^2$$

Perhitungan nilai Q_b

$$Q_b = q_b A_b$$

$$= 74,171 \cdot 400$$

$$= 29668,4 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 29,668 \text{ ton}$$

b. Perhitungan kapasitas dukung

kulit (Q_s)

Perhitungan nilai f

$$f = q_c(\text{side}) \frac{\alpha_s}{F_s} \text{ (nilai } F_s \text{ beton$$

precast = 3,5)

$$= 30,357 \cdot \frac{0,04}{3,5}$$

$$= 4,249 \text{ kg/cm}^2$$

Perhitungan nilai Q_s

$$\begin{aligned} Q_s &= f \cdot A_s \\ &= 4,249 \cdot 80 \cdot 300 \\ &= 101976 \text{ kg} \\ &= 101,976 \text{ ton} \end{aligned}$$

- c. Perhitungan kapasitas daya dukung ultimit tiang pancang (Q_u)

$$\begin{aligned} Q_u &= Q_b + Q_s \\ &= 29,668 + 101,976 \\ &= 131,644 \text{ ton} \end{aligned}$$

Kapasitas ijin tiang (Q_a)

$$\begin{aligned} Q_a &= \frac{Q_u}{SF} \\ &= \frac{131,644}{2,5} \\ &= 52,657 \text{ ton} \end{aligned}$$

B. Perhitungan kapasitas daya dukung tiang pancang dengan metode Mayerhoff

1. Perhitungan dititik B2

- a. Perhitungan kapasitas tahanan geser selimut (Q_s)

$$Q_s = \alpha \cdot C_u \cdot p \cdot L_i$$

$$\begin{aligned} Q_{s1} &= 0,82 \cdot 33,3 \cdot 0,8 \cdot 2 \\ &\text{(nilai } C_u = N\text{-SPT} \cdot 2/3 \cdot 10 \\ &= 33,3) \\ &= 43,689 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{s2} &= 0,52 \cdot 73,26 \cdot 0,8 \cdot 2 \\ &\text{(nilai } C_u = N\text{-SPT} \cdot 2/3 \cdot 10 \\ &= 73,26) \\ &= 60,952 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{s3} &= 0,36 \cdot 100 \cdot 0,8 \cdot 2 \text{ (nilai} \\ &C_u = N\text{-SPT} \cdot 2/3 \cdot 10 = 100) \\ &= 57,6 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_s &= Q_{s1} + Q_{s2} + Q_{s3} \\ &= 162,241 \text{ kN} \end{aligned}$$

- b. Perhitungan kapasitas dukung ujung tiang (Q_b)

$$\begin{aligned} Q_b &= 9 \cdot C_u \cdot A_p \\ &= 9 \cdot 100 \cdot 0,04 \\ &= 36 \text{ kN} \end{aligned}$$

- c. Perhitungan kapasitas dukung ultimit tiang (Q_u)

$$\begin{aligned} Q_u &= Q_b + Q_s \\ &= 36 + 162,241 \\ &= 198,241 \text{ kN} \\ &= 20,215 \text{ ton} \end{aligned}$$

Kapasitas ijin tiang (Q_a)

$$\begin{aligned} Q_a &= \frac{Q_u}{SF} \\ &= \frac{20,215}{2,5} \\ &= 8,086 \text{ ton} \end{aligned}$$

2. Perhitungan dititik B5

- a. Perhitungan kapasitas tahanan geser selimut (Q_s)

$$Q_s = \alpha \cdot C_u \cdot p \cdot L_i$$

$$\begin{aligned} Q_{s1} &= 0,82 \cdot 33,3 \cdot 0,8 \cdot 2 \\ &\text{(nilai } C_u = N\text{-SPT} \cdot 2/3 \cdot 10 \\ &= 33,3) \\ &= 43,689 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{s2} &= 0,6 \cdot 60 \cdot 0,8 \cdot 2 \text{ (nilai} \\ &C_u = N\text{-SPT} \cdot 2/3 \cdot 10 = 60) \\ &= 57,6 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_s &= Q_{s1} + Q_{s2} \\ &= 101,289 \text{ kN} \end{aligned}$$

- b. Perhitungan kapasitas dukung ujung tiang (Q_b)

$$\begin{aligned} Q_b &= 9 \cdot C_u \cdot A_p \\ &= 9 \cdot 59,94 \cdot 0,04 \\ &= 21,578 \text{ kN} \end{aligned}$$

- c. Perhitungan kapasitas dukung ultimit tiang (Q_u)

$$\begin{aligned} Q_u &= Q_b + Q_s \\ &= 21,578 + 101,289 \\ &= 122,867 \text{ kN} \\ &= 12,302 \text{ ton} \end{aligned}$$

Kapasitas ijin tiang (Q_a)

$$Q_a = \frac{Qu}{\frac{SF}{2,5}} = \frac{12,302}{2,5} = 4,920 \text{ ton}$$

4.1.2 Menghitung Kapasitas Kelompok Ijin Tiang

Diketahui :

- Jarak antar tiang = 2,5 D
- Ukuran tiang = 20 x 20 cm
- Kedalaman tiang (D) = 6 m dan 3 m
- C_u = 75 kN/m²
- N_c = faktor kapasitas dukung (diambil 9)
- Panjang dan luas kelompok tiang L = 10 m ; B = 10 m

A. Perhitungan kapasitas ultimit kelompok tiang

1. Tiang 6 m

$$Q_g = 2D(B+L)c + 1,3 c_b N_c BL$$

$$= 2 \cdot 6 (10 + 10) 75 + 1,3 \cdot 75 \cdot 9 \cdot 10 \cdot 10$$

$$= 18000 + 87750$$

$$= 105750 \text{ kN}$$

$$= 10783,5 \text{ ton}$$

$$Q_a = Q_g/SF$$

$$= 105750/3$$

$$= 35250 \text{ kN}$$

$$= 3594,5 \text{ ton (1)}$$

2. Tiang 3 m

$$Q_g = 2D(B+L)c + 1,3 c_b N_c BL$$

$$= 2 \cdot 3 (10 + 10) 75 + 1,3 \cdot 75 \cdot 9 \cdot 10 \cdot 10$$

$$= 9000 + 87750$$

$$= 96750 \text{ kN}$$

$$= 9865,75 \text{ ton}$$

$$Q_a = Q_g/SF$$

$$= 96750/3$$

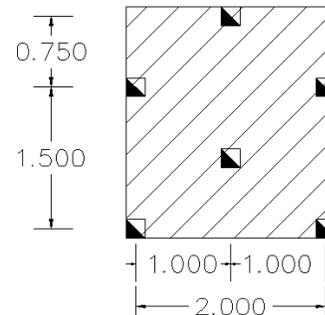
$$= 32250 \text{ kN}$$

$$= 3288,58 \text{ ton (2)}$$

B. Perhitungan efisiensi kelompok tiang
Efisiensi kelompok tiang merupakan nilai pengali terhadap kapasitas dukung ultimit tiang tunggal dengan memperhatikan pengaruh kelompok

tiang, seperti jumlah, panjang, diameter, susunan dan jarak tiang.

$$m = 3, n' = 2$$



Gambar 4.7 Jarak antar tiang

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

$$\theta = \text{arc tg } d/s = \text{arc tg } (20/1,25) = 77,455^\circ$$

$$E_g = 1 - 77,455 \frac{(2-1)3 + (3-1)2}{90 \cdot 3 \cdot 2}$$

$$= 1 - 77,455 \cdot 0,012$$

$$= 1 - 0,929$$

$$= 0,070$$

C. Perhitungan kapasitas kelompok ijin tiang

1. Menggunakan data sondir dengan metode aoki dan de alancer didapat nilai :

$$\begin{aligned} \text{a. } Q_a &= 7,986 \text{ ton} \\ Q_g &= E_g \cdot n \cdot Q_a \\ &= 0,070 \cdot 5 \cdot 7,986 \\ &= 2,795 \text{ ton (3)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. } Q_a &= 52,657 \text{ ton} \\ Q_g &= E_g \cdot n \cdot Q_a \\ &= 0,070 \cdot 5 \cdot 52,657 \\ &= 18,429 \text{ ton (4)} \end{aligned}$$

2. Menggunakan data SPT dengan metode *mayerhoff* didapat nilai :

$$\begin{aligned} \text{a. } Q_a &= 8,086 \text{ ton} \\ Q_g &= E_g \cdot n \cdot Q_a \\ &= 0,070 \cdot 5 \cdot 8,086 \\ &= 2,830 \text{ ton (5)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. } Q_a &= 4,920 \text{ ton} \\ Q_g &= E_g \cdot n \cdot Q_a \\ &= 0,070 \cdot 5 \cdot 4,920 \\ &= 1,722 \text{ ton (6)} \end{aligned}$$

4.2 Pembahasan

Besarnya daya dukung tiang pancang dapat diperoleh berdasarkan analisa yang dilakukan dengan menggunakan data hasil *Drilling Log* dan Sondir yang telah dilakukan dilapangan. Analisa daya dukung berdasarkan SPT dan sondir dapat dihitung berdasarkan nilai konus pada ujung tiang. Jika tanah memiliki nilai SPT dan perlawanan konus yang kecil, maka nilai tahanan ujung kecil pula, begitu juga sebaliknya.

Untuk menganalisa daya dukung tiang pancang digunakan beberapa metode diantaranya metode Aoki De Alancer dan Mayerhoff. Dari hasil perhitungan dapat dilihat perbandingan daya dukung berdasarkan data sondir dan SPT. Perbedaan daya dukung tersebut bisa disebabkan karena jenis dan kedalaman tanah yang berbeda bahkan pada jarak terdekat sekalipun pada lokasi penelitian bisa menyebabkan perbedaan kepadatan tanah sehingga mempengaruhi daya dukung tiang dan juga karena pelaksanaan pengujian yang bergantung pada ketelitian operator yang melaksanakannya.

Apabila daya dukung yang diijinkan satu tiang sudah diketahui, maka daya dukung kelompok tiang dapat ditentukan dengan menggandakannya terhadap efisiensi kelompok tiang pancang. Pada proyek Jalan Tol Balikpapan – Samarinda ini, menggunakan *mini pile* dengan panjang 3 m dan 6 m.

Untuk perhitungan daya dukung menggunakan data sondir, data yang digunakan hasil sondir adalah perlawanan konus sesuai dengan kedalaman tiang yang dibutuhkan. Begitu pula dengan menggunakan data SPT, data yang digunakan hasil SPT adalah nilai N yang sesuai dengan kedalaman tiang yang dibutuhkan. Berikut ini hasil perhitungan daya dukung tersebut adalah sebagai berikut :

A. Berdasarkan data sondir dengan metode Aoki De Alancer

1. Titik S2 pada kedalaman 6 m, $Q_u = 19,965 \text{ ton}$
2. Titik S5 pada kedalaman 3 m, $Q_u = 131,644 \text{ ton}$

B. Berdasarkan data SPT dengan metode Mayerhoff

1. Titik B2 pada kedalaman 6 m, $Q_u = 20,215 \text{ ton}$
2. Titik B5 pada kedalaman 3 m, $Q_u = 12,302 \text{ ton}$

Dari hasil perhitungan kapasitas ultimit kelompok tiang didapat 3594,5 ton dan 3288,58 ton. Dari hasil perhitungan kapasitas kelompok ijin tiang didapat sebesar 2,795 ton dan 18,429

ton berdasarkan data sondir, sedangkan berdasarkan data SPT didapat 2,830 ton dan 1,722 ton.

d. Penutup

5.1 Kesimpulan

1. Dari hasil pembahasan didapat nilai kapasitas daya dukung ultimit tiang pancang tunggal sebesar 19,965 ton dan 131,644 ton berdasarkan data sondir, 20,215 ton dan 12,302 ton pada data SPT.
2. Dari hasil perhitungan didapat kapasitas kelompok ijin tiang yang paling efisien adalah nilai terkecil dari (1), (2), (3), (4), (5), dan (6) adalah 1,722 ton berdasarkan data SPT menggunakan metode Mayerhoff.

5.2 Saran

1. Pada penulisan ini menggunakan kelompok tiang 5 tiang pancang, untuk penulisan berikutnya bisa menghitung kelompok tiang dengan beberapa model yang efisien pada perhitungan pondasi tiang pancang.
2. Sebelum melakukan perhitungan sebaiknya kita memperoleh data teknis yang lengkap, karena data tersebut sangat menunjang dalam membuat rencana analisa perhitungan.
3. Pastikan data teknis telah sesuai dengan metode yang digunakan, agar kesalahan pada proses perhitungan dapat diminimalisir.

Daftar Pustaka

- [1] Hardiyatmo, H. C. 2002, *Teknik Pondasi II, Edisi keempat*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- [2] Hardiyatmo, H. C. 2015, *Analisis dan Perancangan Pondasi II, Edisi Ketiga*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta
- [3] Titi, H. H. And Farsakh, M. Y.A . 1999, *Evaluation of Bearing Capacity of Piles from Cone Penetration Test*, Louisiana Transportation Research Center