

**ANALISA DAYA DUKUNG PONDASI TIANG PANCANG PADA PROYEK
PEMBANGUNAN TANK 5000 MT PT. SIME DARBY OILS SEI MANGKE
REFINERY**

Muhammad Aswin Lubis ¹

Masriani Endayanti ²

Adventus Gultom ³

Universitas Darma Agung ^{1,2,3)}

Email : maswinlubis12@gmail.com

ABSTRAK

Daya dukung pondasi merupakan kemampuan daya dukung suatu pondasi untuk menahan beban yang di terima dari struktur bangunan di atasnya. Adapun beberapa faktor yang mempengaruhi daya dukung pondasi meliputi, Jenis Tanah, Kedalaman Pondasi, Bentuk atau Dimensi Pondasi, Kapasitas Beban, Faktor Keamanan serta Karakteristik Konstruksi Bangunan. Mengetahui daya dukung pondasi merupakan langkah awal di dalam merencanakan suatu bangunan. Analisa ini bertujuan untuk mengetahui daya dukung pondasi, beban yang di terima pondasi serta penurunan pondasi. Dalam penelitian ini adapun data yang di dapat antara lain , dimensi tiang pancang, kedalaman rencana tiang pancang, data SPT (Standard Penetration Test), serta gambar rencana tank 5000 MT. Data SPT yang diterima diketahui bahwa pengujian SPT BH_08 memiliki lapisan tanah lempung berpasir pada kedalaman 0m – 14m dan pada kedalaman 16m – 30m di isi oleh lapisan tanah pasir dan Sandstone yang memiliki daya dukung yang kuat. Hasil beban untuk Tank 5000 MT adalah 5879,69 ton. Daya dukung untuk ijin pada kedalaman 16m untuk pondasi tunggal adalah 121,06 ton. Daya dukung kelompok menggunakan metode Converse Laberre pada kedalaman 16 m adalah 8219,49 ton > 5879,69 ton dinyatakan aman. Daya dukung kelompok menggunakan metode Los Angeles pada kedalaman 16 m adalah 9667,36 ton > 5879,69 ton dinyatakan aman. Penurunan Pondasi Tiang Pancang kelompok sebesar 0,66 cm < 15 cm dinyatakan aman.

Kata Kunci : Pondasi, Tiang Pancang, Daya dukung ijin, Penurunan

ABSTRACT

Foundation bearing capacity is the ability of the bearing capacity of a foundation to withstand the load received from the building structure above it. There are several factors that influence the bearing capacity of the foundation including, Soil Type, Foundation Depth, Foundation Shape or Dimensions, Load Capacity, Safety Factors and Building Construction Characteristics. Knowing the bearing capacity of the foundation is the first step in planning a building. This analysis aims to determine the bearing capacity of the foundation, the load received by the foundation and foundation settlement. In this research, the data obtained include pile dimensions, pile plan depth, SPT (Standard Penetration Test) data, as well as 5000 MT tank plan drawings. The SPT data received shows that the SPT BH_08 test has a layer of sandy clay at a depth of 0m - 14m and at a depth of 16m - 30m it is filled with a layer of sand and sandstone which has a strong bearing capacity. The resulting load for the 5000 MT Tank is 5879.69 tons. The carrying capacity for permits at a depth of 16m for a single foundation is 121.06 tons. The group carrying capacity using the Converse Laberre method at a depth of 16 m is 8219.49 tons > 5879.69 tons is declared safe. The group carrying capacity using the Los Angeles method at a depth of 16 m is 9667.36 tons > 5879.69 tons is declared safe. A reduction in group pile foundations of 0.66 cm < 15 cm is declared safe.

Keywords: Foundations, piles, permit carrying capacity, settlement

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pondasi merupakan salah satu bagian dari struktur bangunan yang berada pada bagian terbawah. Fungsi pondasi pada dasarnya adalah untuk menahan beban, yang mana beban ini disalurkan dari struktur bangunan atas hingga bawah. Adapun jenis beban yang bekerja pada bagian-bagian struktur ini antara lain beban hidup, beban mati dan beban gempa.

Pondasi pada umumnya terbagi menjadi 2 jenis, yaitu pondasi dalam dan pondasi dangkal. Berhubungan pada wilayah Kawasan Ekonomi Khusus Sei Mangkei, Kabupaten Simalungun, Provinsi Sumatera utara setelah test sondir yang dilaksanakan, diketahui bahwa sifat tanah keras berada di kedalaman 16 meter. Diputuskan dalam perencanaan untuk Tank 5000 MT menggunakan pondasi tiang pancang ukuran diameter 400 mm.

Kegagalan pondasi dalam disebabkan kurangnya daya dukung selimut, dan daya dukung ujung dan latar belakang inilah akhirnya mendorong penulis untuk mengangkat judul "ANALISA DAYA DUKUNG PONDASI TIANG PANCANG PADA PROYEK PEMBANGUNAN TANK 5000 MT PT. SIME DARBY OILS SEI MANGKE REFINERY".

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penulis dalam pembahasan ini adalah :

1. Untuk mengetahui besarnya kapasitas daya dukung pondasi tiang pancang berdasarkan data Standart Penetration Test (SPT) dengan menggunakan metode Mayerhof.
2. Untuk mengetahui pembebanan pada Tank 5000 MT.
3. Untuk mengetahui penurunan pondasi tiang pancang diameter 400 mm.

Rumusan Masalah

Adapun Rumusan masalah yang timbul dalam pembahasan ini yaitu :

1. Bagaimana menghitung kapasitas daya dukung ujung pondasi tiang pancang dengan menggunakan data Standart Penetration Test (SPT) pada pembangunan Tank 5000 MT PT. Sime Darby Oils Sei Mangke Refinery.
2. Bagaimana menghitung kapasitas daya dukung selimut pondasi tiang pancang dengan menggunakan data Standart Penetration Test (SPT) pada pembangunan Tank 5000 MT PT. Sime Darby Oils Sei Mangke Refinery.
3. Bagaimana menghitung kapasitas daya dukung ijin pondasi tiang pancang dengan menggunakan data Standart Penetration Test (SPT) pada pembangunan Tank 5000 MT PT. Sime Darby Oils Sei Mangke Refinery.
4. Bagaimana menghitung pembebanan pada pembangunan Tank 5000 MT PT. Sime Darby Oils Sei Mangke Refinery.
5. Bagaimana menghitung penurunan pondasi tiang pancang dengan menggunakan data Standart Penetration Test (SPT) pada pembangunan Tank 5000 MT PT. Sime Darby Oils Sei Mangke Refinery.

LANDASAN TEORI

Pondasi

Pondasi ialah bagian dari suatu sistem rekayasa yang meneruskan beban yang terletak di bawahnya. Tegangan-tegangan tanah yang dihasilkan kecuali pada permukaan tanah merupakan tambahan kepada beban-beban yang sudah ada dalam massa tanah dari bobot sendiri bahan dan sejarah geologisnya (Joseph E. Bowles, 1997).

Pondasi adalah suatu konstruksi pada bagian dasar struktur/bangunan (sub structure) yang berfungsi meneruskan beban dari bagian atas struktur/bangunan (upper structure) ke lapisan tanah dibawahnya tanpa mengakibatkan keruntuhan geser tanah dan penurunan (settlement) tanah/pondasi yang berlebihan (Setiawan, 2020).

Daya Dukung Tiang Pancang dengan Data SPT (*Standard Penetration Test*)

SPT atau Sondir Test adalah salah satu metode pengujian tanah untuk mengetahui karakteristik fisik dan mekanik tanah di lokasi konstruksi, terutama terkait dengan perencanaan dan perancangan tiang pancang. Dalam SPT, tiang pancang akan ditempatkan di lokasi yang telah diuji menggunakan alat sondir untuk mengukur resistansi tanah.

Data yang diperoleh dari SPT dapat digunakan untuk mendukung perencanaan dan desain tiang pancang, termasuk dalam hal penetapan dimensi, kedalaman penanaman, dan kapasitas beban tiang pancang. dalam tahapan perhitungan daya dukung ultimate tiang adalah jumlah dari tahanan ujung bawah ultimate serta tahanan gesek ultimate antara sisi tiang dan tanah disekitarnya menggunakan data SPT, dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut.

$$Q_u = Q_p + Q_s$$

Keterangan :

Q_u = Kapasitas dukung *ultimate* tiang

Q_p = Kapasitas tahanan ujung tiang

Q_s = Kapasitas tahanan gesek

1. Daya Dukung Ultimate (Q_u)

$$Q_{Ult} = Q_p + Q_s$$

2. Kuat Dukung Ujung Tiang untuk tanah Non Kohesif

$$Q_p = 40 \times N_r \times A_p$$

Keterangan:

Q_b = Tahanan dukung ujung tiang (kN)

A_p = Luas penampang bored pile (m²)

N_r = Tahanan ujung per satuan luas (kN/m²)

Adapun nilai N_b dihitung berdasarkan saran mayerhof yaitu dari N-SPT rata rata 4D diatas dasar tiang dan 4D dibawah dasar dasar tiang.

3. Kuat Dukung Ujung Tiang untuk tanah Non Kohesif

$$Q_p = 9 \times C_u \times A_p$$

Keterangan :

C_u = Kohesi Undrained

A_p = Luas penampang bored pile (m²)

4. Kuat Dukung Selimut Tiang

$$Q_s = 0,2 \times N \times A_k \times L_i$$

Keterangan:

Q_s = Tahanan geser selimut pondasi tiang (ton)

A_s = Luas selimut tiang (m²)

N = Harga N-SPT rata-rata sepanjang tiang

L_i = Panjang Lapisan Tanah

5. Kapasitas Daya Dukung Izin

$$Q_{Ijin} = Q_p/3 + Q_s/5$$

Keterangan:

Q_{Ijin} = Kapasitas daya dukung izin (ton)

SF = Faktor keamanan

Daya Dukung Pondasi Tiang Grup

$$Q_g = E_g \times Q_{ult} \times n$$

Keterangan:

Q_g = Daya dukung ultimit dari grup tiang

Q_{ult} = Daya dukung ultimit dari tiang tunggal

n = Jumlah tiang

E_g = Efisiensi kelompok tiang

Efisiensi grup tiang

$$E_g = \frac{2(m+n-2)s+4D}{p.m.n}$$

Keterangan:

m = Jumlah tiang pada satu baris

n = Jumlah tiang pada satu baris

s = Jarak dari as ke as tiang

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{d}{s} \right)$$

p = Keliling penampang tiang

a. Metode Converse-Labarre

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

Keterangan:

m = Jumlah tiang pada satu baris

n = Jumlah tiang pada satu baris

s = Jarak dari as ke as tiang

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{d}{s} \right)$$

b. Metode Los Angeles

$$E_g = 1 - \frac{D}{\pi.s.m.n} \left[m(n-1) + n(m-1)(n-1)\sqrt{2} \right]$$

Keterangan:

m = Jumlah tiang pada satu baris

n = Jumlah tiang pada satu baris

s = Jarak dari as ke as tiang

$\theta = \tan^{-1} (d/s)$

D = Diameter pondasi

Penurunan Kelompok Tiang

$$S_g = S \sqrt{\frac{Bg}{D}}$$

Keterangan:

S = Penurunan pondasi tiang tunggal

S_g = Penurunan kelompok tiang

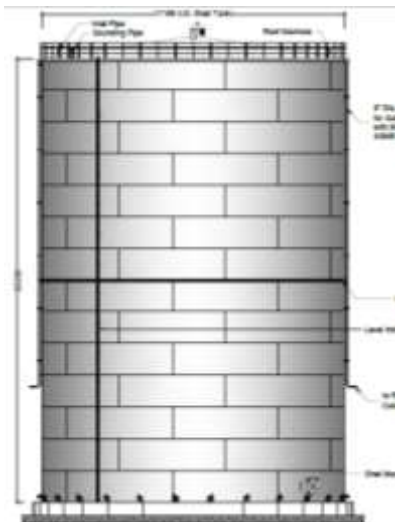
Bg = Lebar kelompok tiang

D = Diameter tiang tunggal

HASIL ANALISA

Data Penelitian

Pembangunan Tank 5000 MT PT. Sime Darby Oils Sei Mangke Refinery terletak di Provinsi Sumatera Utara, Kabupaten Simalungun, Kecamatan Bosar Maligas, yang berada di dalam Kawasan Ekonomi Khusus/ KEK Sei Mangkei. Tank Farm yang akan dibahas di karya tulis ilmiah ini akan menampung CPO hingga 5000 MT. Pada penelitian ini Tank Farm akan direncanakan menggunakan Pondasi Tiang Pancang Ø400 dengan kedalaman tanah 16 m sesuai data SPT BH_08 sesuai pada posisi Tank berada. Analisis Pondasi ini akan menggunakan Metode Mayerhoff. Berikut gambar dari bangunan Tank Farm 5000 MT pada Gambar 1.



Gambar 1 Tank Farm 5000 MT (For Construction PT.Lyduma Intermas Consultant)

Data Karakteristik Tanah

Tabel 1 Sistem Pelapisan Tanah Pada BH_08

Kedalaman (m)	Deskripsi	
	Jenis Tanah	Relative Density/Consistency
0,00 – 4,50	Lempung berpasir	Sedang – kaku
4,50 – 13,00	Lempung berpasir	Sangat kaku – kaku
13,00 – 14,50	Pasir	Sangat padat
14,50 – 30,45	Sandstone	Sangat padat

Tabel 2 Nilai SPT Berdasarkan BH_08 (Pengujian Tanah PT.Lyduma Intermas Consultant)

Kedalaman (m)	N SPT	Deskripsi Tanah	Jenis Tanah
0	0	Lempung Berpasir	Kohesif
2	7	Lempung Berpasir	Kohesif
4	14	Lempung Berpasir	Kohesif
6	22	Lempung Berpasir	Kohesif
8	16	Lempung Berpasir	Kohesif
10	11	Lempung Berpasir	Kohesif
12	15	Lempung Berpasir	Kohesif
14	60	Pasir	Non Kohesif
16	60	Sandstone	Non Kohesif
18	60	Sandstone	Non Kohesif
20	60	Sandstone	Non Kohesif
22	60	Sandstone	Non Kohesif
24	60	Sandstone	Non Kohesif
26	60	Sandstone	Non Kohesif
28	60	Sandstone	Non Kohesif

30	60	Sandstone	Non Kohesif
----	----	-----------	-------------

Perhitungan Pembebanan

1. Beban Mati

Beban Dinding	= 119,03 ton
Beban Lantai	= 26,08 ton
Beban Atap	= 12,02 ton
Rangka Atap	= 6,97 ton
Anchor Chair	= 13,17 ton
Beban Pondasi	= 685,63 ton

2. Beban Hidup

Palm Oils	= 5000 ton
-----------	------------

3. Beban Angin

Koefisien angin untuk dinding vertikal

Dipihak angin	= +0,9
Dibelakang angin	= -0,4
Tekanan angin tiup	= 25 kg/m ²
(berdasarkan PPI Untuk Gedung 1983)	
Tinggi Bangunan	= 25,2 m
Keliling Bangunan	= 3,14 x 17,189
	= 53,97 m
Luas yang ditinjau	= 25,2 x 53,97
	= 1360,13 m ²
Angin Tekan	= +0,9 x 1360,13 x 25
	= 30602,95 kg
	= 30,6 ton
Angin Hisap	= -0,4 x 1360,13 x 25
	= -13601,31 kg
	= -13,6 ton

Tabel 3 Total Beban

Beban Mati	Plat Dinding	119,03 ton
	Plat Dasar	26,08 ton
	Plat Atap	12,02 ton
	Rangka Atap	6,98 ton
	Anchor Chair	13,17 ton
	Pondasi	685,63 ton
Beban Hidup	Palm Oil	5000 ton
Beban Angin	Angin Tekan	30,6 ton
	Angin Hisap	-13,6 ton
Total Beban		5879,91 ton

Analisa Daya Dukung Pondasi

Analisa Pondasi Tiang Tunggal

Diameter Tiang Pancang = Ø400

Luas Penampang Tiang Pancang (Ap)

$$= 0,25 \cdot \pi \cdot d^2$$

$$= 0,25 \cdot 3,14 \cdot 0,4^2$$

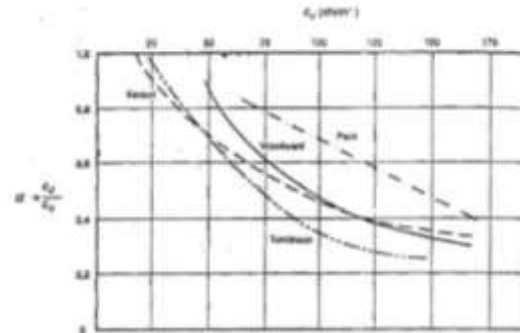
$$= 0,1256 \text{ m}^2$$

Keliling Penampang Tiang Pancang (Ak)

$$= \pi \cdot d$$

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

$$= 1,256 \text{ m}^2$$



Gambar 2 Faktor Adhesi untuk tiang pancang dalam lempung menurut McClelland, 1974 (Hardiyatmo, 2015)

Analisa Daya Dukung Tiang Kedalaman 16 m

Jenis tanah	= Sandstone (Non kohesif)
N SPT	= 60
NK	= 25,6
Ap	= 0,1256 m ²
Ak	= 1,256 m ²
Daya dukung ujung tiang	
Qp	= 40 . N SPT . Ap
	= 40 x 60 x 0,1256
	= 301,44 ton

Daya dukung selimut tiang

$$Q_s = 0,2 \cdot NK \cdot Ak \cdot Li$$

$$= 0,2 \times 25,6 \times 1,256 \times 16$$

$$= 102,89 \text{ ton}$$

Daya Dukung Ultimate

$$Q_{ult} = Q_p + Q_s$$

$$= 301,44 + 102,89$$

$$= 404,33 \text{ ton}$$

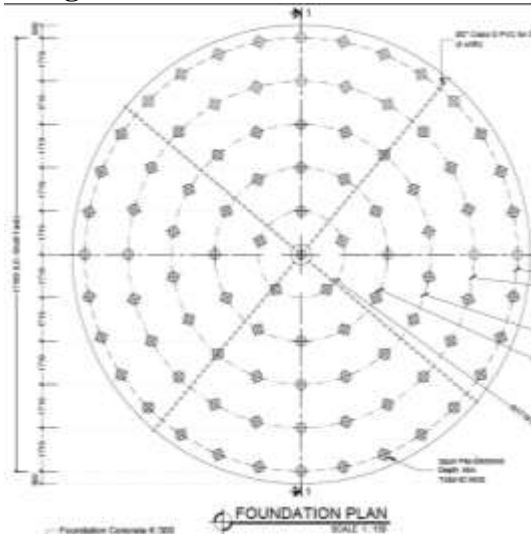
Daya dukung ijin

$$Q_{ijin} = \frac{Q_p}{3} + \frac{Q_s}{5}$$

$$= \frac{301,44}{3} + \frac{102,89}{5}$$

$$= 121,06 \text{ ton}$$

Perhitungan Daya Dukung Kelompok Tiang



Gambar 3 Detail Titik Tiang Pancang

Dari Gambar diatas diketahui :

Jumlah tiang pada deretan baris (m)= 11
 Jumlah tiang pada deretan kolom (n)= 11
 Jarak antar tiang (s) = 1,719 m
 Diameter tiang = 400 mm = 0,4 m

Metode *Converse-Laberre*

$$\begin{aligned} E_g &= 1 - \theta \frac{(n-1)m+(m-1)n}{90.m.n} \\ &= 1 - \tan^{-1} \frac{d}{s} \frac{(n-1)m+(m-1)n}{90.m.n} \\ &= 1 - \tan^{-1} \frac{0,4}{1,719} \left[\frac{(11-1)11+(11-1)11}{90.11.11} \right] \\ &= 1 - 13,1(0,02) \\ &= 0,738 \end{aligned}$$

Daya dukung kelompok tiang pada kedalaman 16 m

$$\begin{aligned} \text{Daya dukung kelompok tiang (Qg)} \\ Q_g &= Q_{ijin} \times E_g \times n \\ &= 121,06 \times 0,738 \times 92 \\ &= 8.219,49 \text{ ton} \end{aligned}$$

Metode *Los Angeles*

$$\begin{aligned} E_g &= 1 - \frac{D}{\pi.s.m.n} [m(n-1) + n(m-1)] + \sqrt{2}(m-n)(n-m) \\ &= 1 - \frac{0,4}{\pi.1,719.11.11} [11(11-1) + 11(11-1)] + \sqrt{2}(11-11)(11-11) \\ &= 1 - 0,0006(220) \\ &= 0,868 \end{aligned}$$

Daya dukung kelompok tiang pada kedalaman 16 m

$$\begin{aligned} \text{Daya dukung kelompok tiang (Qg)} \\ Q_g &= Q_{ijin} \times E_g \times n \\ &= 121,06 \times 0,868 \times 92 \\ &= 9.667,36 \text{ ton} \end{aligned}$$

Perhitungan Penurunan Pondasi Tiang Pancang Tunggal (S)

Direncanakan Pondasi akan

Beban yang didulang ujung tiang

$$Q_p = 200,96 \text{ ton}$$

Beban yang didukung selimut tiang

$$Q_s = 102,89 \text{ ton}$$

Koefisien Empiris

$$(C_p) = 0,09$$

Poission Ratio

$$(V_s) = 0,2$$

Faktor Adhesi

$$(\alpha) = 0,5$$

Mutu Beton

$$(f_c) = 41,5 \text{ Mpa}$$

Modulus Elastisitas Tanah

$$(E_s) = 300 \text{ kg/cm}^2$$

Panjang tiang = 16 m

Penurunan Pondasi tiang tunggal akan dihitung berdasarkan hasil perhitungan Daya dukung tunggal pondasi dengan metode (*Schmertmann & Nottingham*)

$$\begin{aligned} A_p &= 0,25 \cdot \pi \cdot d^2 \\ &= 0,25 \cdot 3,14 \cdot 400^2 \\ &= 125600 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= \pi \cdot d \\ &= 3,14 \cdot 400 \\ &= 1256 \text{ mm} \end{aligned}$$

Modulus elastisitas bahan (Ep)

$$\begin{aligned} &= 4700\sqrt{41,5} \\ &= 4700 \cdot 6,44 \\ &= 30277,63 \text{ Mpa} \\ &= 302,78 \text{ ton/mm}^2 \end{aligned}$$

Penurunan pondasi Tiang Pancang pada Titik BH_08

$$\begin{aligned} S &= \frac{D}{100} + \frac{Q.L}{AP.E_p} \\ &= \frac{40}{100} + \frac{87,57 \cdot 1600}{1256 \cdot 302,78} \\ &= 0,4 + 0,368 \\ &= 0,678 \text{ cm} \\ &= 6,78 \text{ mm} \end{aligned}$$

Perhitungan Penurunan Kelompok tiang (Sg) dengan Metode *Vesic*

Diketahui :

Penurunan tiang tunggal (S)

$$= 0,678 \text{ cm}$$

Diameter pondasi

$$= 40 \text{ cm}$$

Lebar kelompok tiang (Bg)

$$= (m - 1) \times S + D$$

$$= (3-1) \times 1,719 + 0,4$$

$$= 3,8 \text{ m}$$

$$= 38 \text{ cm}$$

Maka penurunan Tiang pancang Kelompok (Sg)

$$\begin{aligned} S_g &= S \sqrt{\frac{Bg}{D}} \\ &= 0,678 \sqrt{\frac{38}{40}} \\ &= 0,66 \text{ cm} \end{aligned}$$

Nilai Penurunan Pondasi masih dalam batas penurunan Pondasi Tiang Pancang.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang type spun Ø400 dengan menggunakan data SPT pada proyek Garuda Sime Darby Oils Sei Mangke Refinery, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada pengujian SPT pada BH_08 ,lapisan tanah pada kedalaman 0-14 meter kebanyakan diisi oleh lapisan tanah lempung berpasir dan pada kedalaman 16-30 meter di isi oleh lapisan tanah pasir dan sandstone sehingga memiliki daya dukung yang kuat.
2. Hasil analisa beban untuk tanki 5000 MT adalah 5879,69 ton
3. Hasil analisa untuk Daya Dukung ijin pada kedalaman 16 m adalah 121,06 ton
4. Hasil analisa daya dukung kelompok menggunakan metode Converse Laberre pada kedalaman 16 m adalah 8219,49 ton > 5879,69 ton OK
5. Hasil analisa daya dukung kelompok menggunakan metode Los Angeles pada kedalaman 16 m adalah 9667,36 ton > 5879,69 ton OK

6. Penurunan Pondasi Tiang Pancang kelompok sebesar 0,66 cm < 15 cm OK (SNI : 8460,2017)

Saran

Adapun saran dari penulis yang dapat diberikan agar hasil yang diperoleh akurat dalam analisis daya dukung pondasi adalah sebagai berikut.

- 1) Sebelum melakukan perhitungan daya dukung pondasi, pastikan data yang diperoleh sudah lengkap berupa hasil pengujian tanah, maupun gambar kerja.
- 2) Dalam melakukan perhitungan daya dukung pondasi hendaklah dilakukan secara teliti dan selalu di cros check hasil perhitungan dengan ketentuan-ketentuan yang sudah ditetapkan.
- 3) Sebaiknya menggunakan metode-metode yang lainnya agar perhitungan lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, Joseph E. 1988. "Analisis Dan Desain Pondasi Edisi Keempat Jilid 1". Jakarta: Erlangga.
- Rahardjo, Paulus P. "Manual Pondasi Tiang". Universitas Katolik Parahyangan: Program Pascasarjana Magister Teknik sipil
- Sarjono, HS. " Pondasi Tiang Pancang Jilid 1" . Penerbit Sinar
- Silaen, Tumbur,meryani, nelson, masriani. Analisa daya dukung pondasi bored pile, Tea Beam, Pile cap pada proyek pembangunan living plaza cemara asri medan. Medan: Jurnal Universitas Darma Agung.
- Das M. Braja, 1941, "Principles of Foundation Engineering". Boston, USA: Publisher Global Engineering.
- Setiawan, Agus. 2016. Perencanaan struktur beton bertulang berdasarkan SNI 2847-2013. Jakarta: PT. Gelora Aksara Pratama.
- Das M. Braja, 1941, "Principles of Foundation Engineering". Boston, USA: Publisher Global Engineering.

- Christady, Hari. 2011. Analisa dan Perencanaan Pondasi. Yogyakarta : Gajah Mada University Press.
- SKBI 1.3.53.1987. Tentang Pendoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung. Jakarta: Yayasan Badan Penerbit PU.
- PT. Lyduma Intermas Consultant. 2022. Report Project Management Consultant (PMC) In Relation To The Proposed Construction Of A New Integrated.