

## STUDI PERENCANAAN STRUKTUR BAWAH UNIMUDA HOSPITAL SORONG

Annisa Dewi Fitriani <sup>1</sup>, Andi Rahmat <sup>2</sup>, Eko Tavip Maryanto <sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>) Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pendidikan Muhammadiyah Sorong  
Jl. KH. Ahmad Dahlan, No.1 Mariat Pantai, Aimas, Sorong, Papua Barat Daya  
[annisadewif278@gmail.com](mailto:annisadewif278@gmail.com), Penulis 2, Penulis 3

### ABSTRAK

Tujuan penulisan ini adalah perencanaan struktura bawah yaitu pondasi, pada rencana pembangunan UNIMUDA Hospital Sorong dengan jenis pondasi dalam yaitu pondasi *Bored Pile*. Struktur bangunan meliputi struktur atas dan struktur bawah. Suatu konstruksi memerlukan pondasi yang kuat dan kokoh untuk menopang konstruksi di atasnya. Hal pertama yang dilakukan pada saat pelaksanaan pekerjaan struktur di lapangan adalah pekerjaan substruktur khususnya pekerjaan pondasi. Pondasi yang digunakan pada perencanaan pembangunan UNIMUDA Hospital Sorong adalah pondasi *bored pile*. Sesuai hasil perhitungan daya dukung tiang tunggal berdasarkan data Sondir pada kedalaman 5,1 meter dengan menggunakan metode mayerhoff diperoleh nilai 509,007 ton serta daya dukung ijin tiang sebesar 161,023 ton pada titik S-1 dan diperoleh nilai 297,107 ton serta daya dukung ijin tiang sebesar 87,308 ton. Daya dukung kelompok tiang BH1 = 1094,873 ton >  $P_u = 418,6631$  ton (OK) dan BH2 = 755,840 ton >  $P_u = 320,0446$  ton, maka, dengan ini dapat disimpulkan bahwa Daya dukung kelompok tiang dapat menahan beban di atas yang bekerja di kedua titik. Jumlah tiang pada BH1 adalah 3 buah tiang dan BH2 adalah 4 buah tiang dengan tulangan 14D22.

Kata kunci: Struktur Bawah Bangunan, *Bored Pile*, CPT

### ABSTRACT

*The purpose of this writing is to plan the bottom structure, namely the foundation, in the UNIMUDA Hospital Sorong development plan, namely the deep foundation, namely the Bored Pile foundation. A building structure consists of an upper structure and a lower structure. The building structure requires a strong and solid foundation as a support for construction on it. First of all, what is carried out in structural construction activities in the field is the work of the lower structure, namely foundation work. The foundation used in the construction planning of UNIMUDA Hospital Sorong is a bored pile foundation. Based on planning and calculations The carrying capacity of a single pole based on sondir data at a depth of 5.1 meters using the mayerhoff method obtained a value of 509,007 tons and a carrying capacity of a pole permit of 161,023 tons at point S-1 and obtained a value of 297,107 tons and a carrying capacity of a pole permit of 87,308 tons. The carrying capacity of the BH1 pole group = 1094.873 tons >  $P_u = 418.6631$  tons (OK) and BH2 = 755.840 tons >  $P_u = 320.0446$  tons, hereby it can be concluded that the carrying capacity is able to withstand the loads that work at both points. The number of poles on BH1 is 3 poles and BH2 is 4 poles with 24D22 reinforcement.*

*Keywords: Structure Under Building, Bored Pile, CPT*

## **Pendahuluan**

### **Latar Belakang**

Berdasarkan SNI 1726:2019 (Badan Standarisasi Nasional, 2019) Struktur bangunan meliputi struktur atas dan struktur bawah. Suatu konstruksi memerlukan pondasi yang kuat dan kokoh untuk menopang struktur di atasnya. Hal pertama yang dilakukan pada saat melakukan pekerjaan konstruksi di lapangan adalah pekerjaan substruktur, khususnya pekerjaan pondasi.

Secara umum pondasi didefinisikan sebagai suatu struktur bawah tanah yang meneruskan beban dari berat bangunan itu sendiri dan beban luar yang bekerja pada bangunan. Suatu perencanaan pondasi dianggap benar jika beban yang diteruskan dari pondasi ke tanah tidak melebihi kekuatan tanah. Jika kekuatan tanah terlampaui, maka penurunan yang berlebihan dan keruntuhan dari tanah akan terjadi. Kedua hal tersebut akan menyebabkan kerusakan pada konstruksi yang berada di atas pondasi. (Erwin Junianto Zebua, dkk, 2016).

Pada rencana pembangunan Rumah Sakit Pratama UNIMUDA Sorong ada Banyak pekerjaan yang akan dilakukan mulai dari perencanaan hingga pelaksanaan. Salah satu hal terpenting adalah perencanaan struktur pondasi. Karena pondasi mempunyai fungsi penting yaitu penyalur beban dari struktur atas ke tanah (Hardiyatmo H. C., 2010).

Mengingat bahwa gedung ini merupakan gedung rumah sakit yang merupakan prasarana yang sangat penting bagi masyarakat. Oleh karena itu, perencanaan dan

pembangunan pondasi harus diperhitungkan secara cermat agar terhindar dari penurunan bahkan ambruknya gedung tersebut.

Menurut (Hardiyatmo h. C., 2015) Pondasi *Bored Pile* merupakan jenis pondasi dalam yang pemasangannya dilakukan dengan cara mengebor tanah terlebih dahulu. Selain itu, Pondasi tiang bor digunakan untuk konstruksi bangunan yang berlokasi di kawasan sekitar pemukiman karena dianggap efektif dan tidak menyebabkan pergerakan tanah yang besar. Dari latar belakang di atas penulis mengambil judul “**Studi Perencanaan Struktur Bawah UNIMUDA Hospital Sorong**”.

## **LANDASAN TEORI**

### **Pondasi**

Menurut (Gunawan, 1991) pondasi adalah bagian konstruksi suatu bangunan yang bertugas untuk meletakkan bangunan di atasnya dan meneruskan beban-beban dari struktur di atasnya ke dasar tanah yang cukup kuat untuk menopangnya.

### **Pondasi Tiang Bor (*Bored Pile*)**

Menurut (Hardiyatmo, 2010) Pondasi tiang bor adalah pondasi tiang yang dipasang dengan cara mengebor tanah lebih dahulu. Pemasangan pondasi tiang bor ke dalam tanah dilakukan dengan cara mengebor tanah terlebih dahulu, kemudian diisi tulangan rakitan dan penuangan campuran beton. Jika tanah mengandung air, maka diperlukan pipa besi atau yang biasa disebut

dengan *temporary casing* untuk menahan dinding lubang agar tidak terjadi longsor dan pipa ini akan dilepas pada saat proses pengecoran beton.

### Sondir (*Cone Penetration Test*)

Uji penetrasi konus (CPT) atau biasa disebut uji sondir harus dilaksanakan sesuai dengan persyaratan yang diberikan di dalam SNI 2827-2008 untuk CPT elektrikal dan CPTU, atau EN ISO 22476-12 untuk CPTM. SNI 8460:2017 (BSN, 2017)

### Daya Dukung Tiang Tunggal

Dalam menentukan daya dukung tiang tunggal menggunakan *Mayerhoff*.

Daya dukung tiang tunggal:

$$Q_{ult} = (q_c \times A_p) + (f_{cs} \times A_{ps})$$

Daya dukung ijin pondasi dinyatakan dengan rumus:

$$Q_{ijin} = \frac{q_c \times A_p}{F} + \frac{f_{cs} \times A_{ps}}{F}$$

### Daya Dukung Kelompok Tiang

Daya dukung tiang grup adalah sama dengan daya dukung tiang dikalikan dengan factor efisiensi:

$$Q_{gk} = Q_{tiang} \cdot \eta \cdot n$$

Menghitung Efisiensi kelompok tiang ( $\eta$ ), menggunakan *Converse-Labarre Formulla*:

$$\eta = 1 - \frac{(s'-s) \cdot s + (s-s') \cdot s'}{s \cdot s \cdot s'}$$

### Penulangan Pondasi Bored Pile

Jika ukuran penampang pondasi ditentukan oleh gaya aksial/berat bangunan yang ditopang masing-masing kolom, maka tulangan pondasi ditentukan oleh momen dan gaya geser yang bekerja

pada pondasi. Dengan perhitungan sebagai berikut :

Menentukan momen nominal ( $M_n$ )

$$M_n = \frac{P_u \cdot L}{4}$$

Menghitung  $\rho_{min}$ ,  $\rho_b$ , dan  $\rho_{max}$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y}$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c \cdot \beta_1}{f_y \cdot (0,85 \cdot f_c + f_y)} \cdot \left( \frac{A_g}{A_c + A_s} \right)$$

$$\rho_{max} = 0,025 \cdot (\rho_b)$$

Menghitung  $\rho$

$$\rho = \frac{M_n}{\phi \cdot (d - \sqrt{d^2 - \frac{(0,85 \cdot f_c \cdot A_g)}{\phi}})}$$

$$\rho = \frac{A_s}{A_g}$$

$$\rho_{ijin} = \frac{\rho_b}{\rho_{max}}$$

Menghitung Luas Tulangan

$$A_s = \rho \times A_g \times n$$

$$n_{tulangan} =$$

$$\frac{A_s}{\phi \cdot (0,85 \cdot f_c \cdot A_g + f_y \cdot A_s)}$$

Menghitung Jumlah Tulangan

$$n = \frac{A_s}{\phi \cdot (0,85 \cdot f_c \cdot A_g + f_y \cdot A_s)}$$

### Jumlah Tiang yang Dibutuhkan

menghitung jumlah tiang yang dibutuhkan pada suatu titik kolom menggunakan beban aksial yang digabungkan dengan beban DL + LL. Jumlah tiang yang dibutuhkan dihitung dengan membagi gaya aksial yang terjadi dengan daya dukung tiang. Jumlah tiang yang dibutuhkan dihitung dengan membagi gaya aksial yang terjadi dengan daya dukung tiang.

$$n = \frac{P_u}{Q_{ijin}}$$

### Joint Reaction

Berdasarkan hasil dari *joint reaction* pada aplikasi ETABS dengan nilai beban terbesar sebagai berikut :

1. Titik S-1

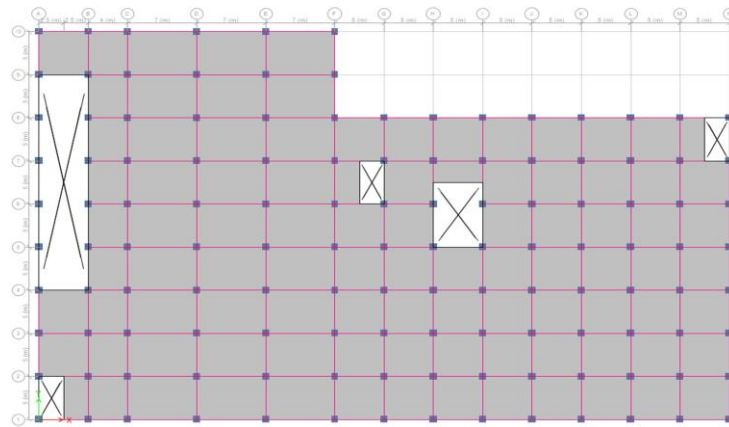
$$P_u = 418,6631 \text{ Ton}$$

$$V_u = 138,0348 \text{ Ton}$$

2. Titik 2

□□ = 320,0446 Ton

□ = 125,6006 Ton



Gambar 1. Denah Bangunan  
Sumber : (Hamdani, 2022)

## METODOLOGI

Objek yang akan direncanakan adalah Struktur Bawah UNIMUDA Hospital Sorong, yang perencanaan lokasinya berada di Jln.

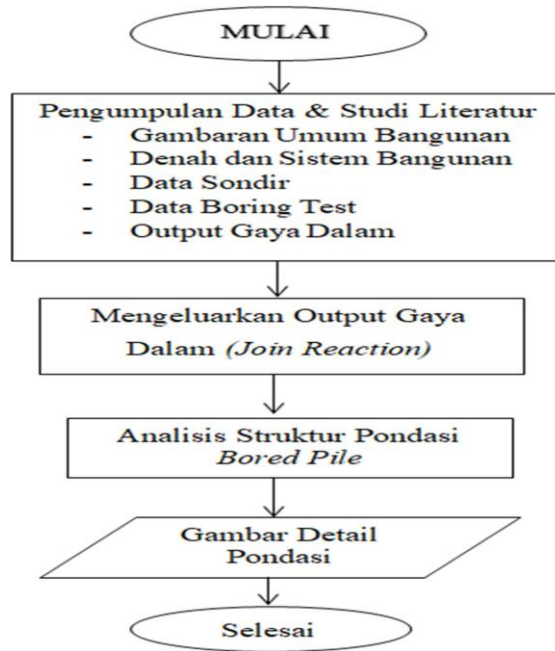
Mariat Pantai, Kelurahan Mariat Pantai, Kecamatan Aimas, Kab. Sorong, Papua Barat.



Gambar 2. Peta Lokasi  
Sumber: google earth

Langkah-langkah metodologi dalam perencanaan struktur bawah UNIMUDA Hospital Sorong ini

seperti dalam diagram pada gambar dibawah ini.



Gambar 3. Bagan Alir Penelitian

## HASIL PEMBAHASAN

Hasil perhitungan percobaan pada excel untuk menentukan diameter dan kedalaman yang digunakan dalam merencanakan pondasi bored pile

Panjang pondasi bored pile

$$= 5,1 \text{ m}$$

Diameter Tiang

$$= \text{Ø } 80 \text{ cm}$$

Jumlah titik yang akan dihitung

$$= 2 \text{ titik}$$

Mutu Beton

$$= 30 \text{ MPa}$$

### Perhitungan Daya Dukung Bored Pile

Perhitungan kapasitas daya dukung *bored pile* dengan metode Mayerhoff sebagai berikut:

$$Q_u = (Q_c \times A_p) + (Q_{f1} \times A_{p1})$$

Nilai  $q_c$  dirata-ratakan seperti pada perhitungan berikut:

$$q_c = \frac{10+10+12+35+70+94+103+124+144+17}{11}$$

$$= 88,36 \text{ kg/cm}^2$$

Luas penampang *bored pile*

$$\begin{aligned} (A_p) &= \frac{1}{4} \times \pi \times (D)^2 \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times (80)^2 \\ &= 5026,55 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$A_{p1} = D \times L$$

$$= 3,14 \times 80$$

$$= 251,33 \text{ cm}$$

Nilai JHL dari data Sondir Jumlah Hambatan Lekat di kedalaman 5,1 meter.

$$Q_{f1} = 258 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Maka, } Q_u = (q_c \times A_p) + (Q_{f1} \times A_{p1})$$

$$\begin{aligned} &= (88,36 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times 5026,55 \text{ cm}^2) + \\ &\quad (258 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times 251,33 \text{ cm}^2) \end{aligned}$$

$$= 444164,08 \text{ mm} + 64842,47 \text{ mm} = 509006,55 \text{ mm}$$

$$= 148054,69 \text{ mm} + 12968,49 \text{ mm} = 161023,19 \text{ mm}$$

Faktor aman:

$$\phi_a = \frac{444164,08}{3} + \frac{64842,47}{5}$$

**Tabel 1.** Hasil Perhitungan Daya Dukung Tiang Tunggal

Titik	Qc (mm <sup>2</sup> )	Ap (mm <sup>2</sup> )	K11 (cm)	JHL (mm <sup>2</sup> )	Qu (Ton)	Qa (Ton)
1	88,36	5026,55	251,33	258	509,007	161,023
2	41,61	5026,55	251,33	349,98	297,107	87,308

**Perhitungan Jumlah Tiang yang Dibutuhkan**

Menurut (Harianti, 2013) perhitungan jumlah tiang yang dibutuhkan pada suatu titik kolom dengan menggunakan beban aksial dengan kombinasi beban DL + LL (beban terfaktor). Tetapi dalam perhitungan ini beban aksial diambil dari output aplikasi ETABS V 18.01.

Sehingga jumlah tiang yang diperlukan sebagai berikut:

1. Untuk Bore Hole-1

$$\phi_p = \frac{418,6631}{161,023}$$

$$= 2,6 = 3 \text{ buah tiang yang}$$

dibutuhkan pada titik S-1

**Tabel 2.** Hasil Perhitungan Jumlah Tiang yang Dibutuhkan

BH	Pu (Ton)	Qa (Ton)	Jumlah Tiang
1	418,6631	161,023	3
2	320,0446	87,308	4

**Perhitungan Daya Dukung Kelompok Tiang**

Jarak minimum antar *bored pile*  
 $= 2,5 D = 2,5 \times 0,8 = 2$   
 Jarak maksimum antar *bored pile*  
 $= 3 D = 3 \times 0,8 = 2,4 \text{ m}$   
 Diambil:  
 1) Jarak *bored pile* = 2 m = 200 cm  
 2) Jarak *bored pile* ke tepi = 0,8 m = 80 cm

Untuk daya dukung vertikal suatu kelompok tiang =  $E_g \times \text{Jumlah Pile} \times \text{daya dukung ijin tiang}$

Daya dukung kelompok tiang harus > gaya aksial yang terjadi.

1. Daya Dukung Kelompok Tiang pada Bore Hole-1

Data yang digunakan:

- a. Diameter = 80cm
- b. Jarak antara tiang = 200 cm
- c. Jumlah tiang dalam 1 kolom = 3
- d. Jumlah tiang dalam 1 baris = 2

$$\alpha_g = 1 - \alpha \frac{(2-1)3+(3-1)2}{90 \times 3 \times 2}$$

$$\alpha = \alpha \alpha \alpha^{-1} \frac{D}{S} = \alpha \alpha \alpha^{-1} \frac{80}{200}$$

$$= 21,80^\circ$$

$$\alpha_g = 1 - 21,80^\circ \frac{(2-1)3+(3-1)2}{90 \times 3 \times 2}$$

$$= 1 - 21,80^\circ \frac{7}{540}$$

Daya dukung kelompok tiang harus > gaya aksial yang terjadi.

$$\alpha_{pg} = \alpha_g \times \alpha_p \times \alpha_u = 0,717 \times 3 \times 509,007 = 1094,873 \text{ Ton} >$$

$$\alpha_u = 418,6631 \text{ Ton (OK)}$$

Tabel 3. Hasil Perhitungan Daya Dukung Kelompok Tiang

BH	S (m)	m	n	$\alpha_g$	$O_{gg}$ (Ton)
1	200	3	2	<b>0,717</b>	1094,873 > $\alpha_u$
2	200	2	2	<b>0,636</b>	755,840 > $\alpha_u$

$$= \left( \frac{0,85 \cdot 0,85 \cdot 30}{400} \right) \cdot \left( \frac{600}{600+400} \right)$$

**Penulangan Pondasi Bored Pile**

Dari perhitungan struktur atas menggunakan aplikasi ETABS V 18.01. didapat nilai momen, shear dan aksial untuk digunakan dalam penulangan.

a. Perhitungan Tulangan Lentur

Hitung Mu

$$\alpha_u = \frac{M}{n} = \frac{556697,9}{3} = 185566,97 \text{ Kg.m}$$

Nilai M didapat dari gaya aksial ditambah dengan momen: 418,6631 + 138,0348 = 556,6979 ton = 556697,9 Kg.m

Hitung Mn

$$\alpha_u = \frac{Mu}{\phi}$$

Dimana :  
Mn = Momen Nominal  
 $\phi = 0,7$  faktor reduksi kekuatan tekan dengan tulangan spiral

$$\alpha_u = \frac{185566,97}{0,7} = 265094,24 \text{ Kg.m}$$

b. Menghitung  $\alpha_{fc}$ ,  $\alpha_p$ ,  $\alpha_{fy}$

$$\alpha_{fc} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$\alpha_p = \left( \frac{0,85 \cdot \beta_{fc}}{fy} \right) \cdot \left( \frac{600}{600+fy} \right)$$

$$= \left( \frac{21,68}{400} \right) \cdot \left( \frac{600}{1000} \right)$$

$$= 0,0541875 \times 0,6$$

$$= 0,03251$$

$$\alpha_{fy} = 0,75 \times \alpha_p$$

$$= 0,75 \times 0,0325125$$

$$= 0,02438$$

c. Menghitung  $\alpha$

$$\alpha = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{(2(m) \cdot Rn)}{fy}} \right)$$

$$\alpha = \frac{fy}{0,85 \cdot fc} = \frac{400}{0,85 \times 30} = 15,68627$$

$$\alpha = \frac{\alpha_u}{\alpha_{fc} \cdot \alpha_{fy} \cdot \alpha_p} - \frac{\alpha_{fc}}{\alpha_{fy}}$$

$$1 / \frac{\alpha_u}{\alpha_{fc} \cdot \alpha_{fy} \cdot \alpha_p} - \frac{\alpha_{fc}}{\alpha_{fy}}$$

$$= 0,8 - 0,05 - \frac{0,022}{2}$$

$$= 0,739$$

$$\alpha_p = \frac{Mn}{b \cdot d^2} = \frac{265094,24}{0,8 \times 0,739^2} = \frac{265094,24}{0,4368968}$$

$$= 606766,2617 \frac{\text{mm}^2}{\text{mm}^2}$$

$$= 5,9504 \text{ MPa}$$

$$\rho = \frac{1}{15,68627} (1 - \sqrt{1 - \frac{(2(15,68627)5,9504)}{400}})$$

$$= 0,017195$$

$$0,0035 < 0,017195 < 0,02154$$

$$\rho_{\text{min}} < \rho < \rho_{\text{max}} \rightarrow \text{OK}$$

$$< \rho, \rho_{\text{min}} \text{ dan } \rho_{\text{max}} \text{ OK}$$

#### d. Menghitung Luas Tulangan

$$A_s = b \times h \times \rho$$

$$b = 800 \text{ mm}$$

$$h = 510 \text{ mm}$$

$$= h - \text{deck} \rightarrow \text{deck} = \text{deck} -$$

$$\frac{\phi \text{deck}}{2} + \frac{\phi}{2}$$

$$= 50 \text{ mm} -$$

$$10 \text{ mm} - 22 \frac{\text{mm}}{2}$$

$$= 71 \text{ mm}$$

$$h = 510 - 71 = 439 \text{ mm}$$

$$\text{deck} = h - \text{deck} - \phi \text{deck} - \phi \text{deck} -$$

$$\frac{\phi}{2}$$

$$= 439 \text{ mm} - 50 \text{ mm} -$$

$$10 \text{ mm} - 22 \frac{\text{mm}}{2}$$

$$= 368 \text{ mm}$$

$$A_s \text{ perlu} = 0,017195 \times$$

$$800 \text{ mm} \times 368 \text{ mm}$$

$$= 5062,168 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ tul} = \frac{1}{4} \times \rho \times (22)^2$$

$$= 380,13 \text{ mm}^2$$

#### e. Menghitung Jumlah Tulangan

$$\rho = \frac{A_s}{A_s \text{ tul}}$$

$$= \frac{5062,168}{380,13}$$

$$= 13,31 \sim 14D22$$

**Tabel 4.** Hasil Perhitungan Penulangan

BH	Pu	M	Mu	Mn	$\rho_{\text{min}}$	$\rho_{\text{max}}$	$\rho$	As Perlu	As Tul.	n
1	418,6 631	138, 0348	185 565 ,97	2650 94,24	0,003 5	0,024 38	0,01 7195	5062 ,168	380, 13	14
2	320,0 45	125, 6006	111 411 ,3	1591 59	0,003 5	0,024 38	0,00 9664	2845 ,01	380, 13	7

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan skripsi ini, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil perhitungan percobaan pada excel maka diameter rencana bored pile tiap lubang adalah 80 cm dengan kedalaman 5,1 meter.
2. Hasil perhitungan daya dukung tiang tunggal menurut data Sondir pada kedalaman 5,1 meter dengan menggunakan metode mayerhoff pada titik S-1 didapatkan nilai daya dukung tiang tunggal adalah 509,007 ton, serta nilai daya dukung ijin tiang adalah 161,023 ton. Pada titik S-2 didapatkan nilai daya dukung tiang tunggal adalah 297,107 ton serta nilai daya dukung ijin tiang adalah 87,308 ton.
3. Jumlah bored pile yang dibutuhkan dalam 1 pile cap pada bore hole-1 adalah 3 buah tiang dan pada bore hole-2 dibutuhkan 4 buah tiang.
4. Hasil perhitungan daya dukung kelompok tiang pada bore hole-1 didapatkan nilai 1094,873 ton, dimana hasil perhitungan daya dukung kelompok tiang lebih besar dari nilai gaya aksial pada



bore hole-1 yaitu 418,6631 ton, maka pondasi bored pile dianggap aman dan pada bore hole-2 didapatkan nilai daya dukung kelompok tiang sebesar 755,840 ton, hasil perhitungan lebih besar dari gaya aksial pada bore hole-2 yaitu 320,0446 ton, maka pondasi bored pile dianggap aman.

5. Jumlah tulangan yang didapatkan berdasarkan hasil perhitungan pada bore hole-1 didapatkan tulangan 14D22 dan pada bore hole-2 didapatkan tulangan 7D22. Namun untuk mempermudah pada proses pekerjaan maka pada setiap tiang digunakan tulangan 14D22.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. (2017). *SNI 8460 Tahun 2017 tentang "Persyaratan Perancangan Geoteknik"*.
- Badan Standarisasi Nasional. (2019). *SNI 1726 Tentang "Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung"*.
- Das, B. M. (1998). *Mekanika Tanah*. Jakarta: Erlangga.
- Erwin Junianto Zebua, dkk. (2016). *Analisa Kapasitas Daya Dukung Pondasi Tiang Bor (Bored Pile) Studi Kasus Pembangunan Rumah Sakit Pendidikan Universitas Andalas*. Skripsi.
- Frick, H. (2001). *Ilmu Konstruksi Struktur Bangunan*. Yogyakarta: Kansius.
- Gunawan, R. (1991). *Pengantar Teknik Pondasi*. Yogyakarta: Yayasan Kanisius.
- Hamdani, Y. N. (2022). *Perencanaan Struktur Gedung Rumah Sakit Pratama UNIMUDA Sorong*. Skripsi.
- Hardiyatmo, H. C. (2010). *Analisis dan Perancangan Fondasi I*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Hardiyatmo, h. C. (2015). *Analisis dan Perancangan Fondasi 2 (Edisi Ketiga)*. Buku, 76.
- Harianti, A. P. (2013). *"Desain Pondasi Tahan Gempa"*, ISBN: 978-979-29-3569-1. Yogyakarta: Andi Offset.
- Zakiah, N. D. (2016). *Perencanaan Pondasi Bored Pile Pada Gedung Parkir Politeknik Negeri Bandung*. Skripsi.

