

## Tinjauan Daya Dukung Pondasi *Bored Pile* Berdasarkan Data SPT Pada Proyek Pembangunan Rumah Susun Universitas Muhammadiyah Sorong

### *Review of the Bearing Capacity of Bored Pile Foundations Based on SPT Data in the Sorong Muhammadiyah University Flats Development Project*

Rokhman<sup>1</sup> Retno Puspa Rini<sup>2</sup> Asrul Saputra<sup>3</sup> Muhammad Rusmin<sup>4</sup> Jefrianus Klau<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sorong, Jl. Pendidikan, No. 27, Remu  
Utara, Malaingkeci, Kec. Sorong Utara, Kota Sorong, Papua Barat Daya. 98416.

Email : [asrulsaputra.as7@gmail.com](mailto:asrulsaputra.as7@gmail.com)

#### Abstrak

Pondasi *bored pile* merupakan jenis pondasi yang di bangun dengan cara pengeboran tanah terlebih dahulu, kemudian diisi dengan tulangan dan dicor. Pembangunan rumah susun universitas muhammadiyah sorong menggunakan pondasi tiang bor yang terletak di Jl. Watem Kilo Meter 17, Kota Sorong. Berdasarkan hasil penyelidikan *Standard Penetration Test* (SPT) dilapangan tanah keras berada pada kedalaman 12 m dan bangunan terdiri dari 3 lantai. Penelitian ini difokuskan pada tinjauan ulang pondasi *bored pile* type 1 dan type 2. Data yang digunakan berupa data sekunder yang diperoleh kemudian dianalisis berdasarkan data *Standart Penetration Test* (SPT) menggunakan perhitungan manual dan software GEO5. Dari hasil perhitungan manual didapatkan nilai Tahanan ujung ultimit ( $Q_b$ ) pada type pondasi 1 dan 2 menggunakan metode O'Neil dan Reese (1989) yakni 1.085,73 kN dan 1.930,19 kN, Tahanan gesek ultimit ( $Q_s$ ) yakni 3.403,89 kN dan 4.538,52 kN, Kapasitas dukung ultimit neto ( $Q_u$ ) menggunakan persamaan umum yakni 4.416,42 kN dan 6.338,58 kN dan Penurunan (S) menggunakan metode Poulos dan Davis (1980) yakni 3,98 mm dan 6,22 mm. Perhitungan kapasitas dukung dengan software GEO5 didapatkan 4.619,83 kN dan 5.035,76 kN.

Kata kunci: Daya dukung pondasi; Tiang bor; Universitas Muhammadiyah Sorong

#### Abstract

*Bored pile foundation is a type of foundation that is built by drilling the soil first, then filling it with reinforcement and casting it. The construction of Sorong Muhammadiyah University flats uses drilled pile foundations located on Jl. Watem Kilo Meter 17, Sorong City. Based on the results of the Standard Penetration Test (SPT) investigation, the hard ground was at a depth of 12 m and the building consisted of 3 floors. This research focuses on reviewing bored pile type 1 and type 2 foundations. The data used is secondary data which is obtained and then analyzed based on Standard Penetration Test (SPT) data using manual calculations and GEO5 software. From the results of manual calculations, the ultimate resistance value ( $Q_b$ ) for foundation types 1 and 2 using the O'Neil and Reese (1989) method is 1,085.73 kN and 1,930.19 kN, the ultimate friction resistance ( $Q_s$ ) is 3,403.89 kN. and 4,538.52 kN, net ultimate bearing capacity ( $Q_u$ ) using the general equation, namely 4,416.42 kN and 6,338.58 kN and settlement (S) using the Poulos and Davis (1980) method, namely 3.98 mm and 6.22 mm. Calculation of bearing capacity with GEO5 software obtained 4,619.83 kN and 5,035.76 Kn*

**Keywords:** Bearing capacity; Bored pile; Sorong Muhammadiyah University

## PENDAHULUAN

Konstruksi bangunan gedung terdiri dari elemen atas dan elemen bawah. Elemen atas meliputi struktur balok, struktur plat, struktur kolom, dan konstruksi atap kemudian elemen bawah meliputi struktur pondasi (Winarti & Sari, 2022). Beban-beban tersebut akan bekerja sesuai perencanaannya masing-masing. Oleh karena itu untuk menopangnya diperlukan perhatian khusus terhadap struktur bawah yang nantinya akan bekerja meneruskan beban ke dalam tanah.

Pada umumnya pembangunan gedung bertingkat menggunakan jenis pondasi dalam (*bored pile*). Perencanaan pondasi *bored pile* harus diperhitungkan kembali dan dipelajari dengan baik, agar terhindar dari kegagalan struktur (M. A. M. Fachrudin, 2022). Oleh karena itu fondasi bangunan harus terletak pada lapisan tanah yang cukup keras, padat dan kuat karena dalam bangunan struktur apapun, beban yang terjadi baik yang disebabkan oleh berat sendiri ataupun akibat beban rencana akan tersalurkan ke dalam suatu lapisan pendukung dalam hal ini adalah tanah yang ada di bawah struktur tersebut (Silalahi, 2019).

Diperlukan data dari penyelidikan tanah yang akurat untuk mengetahui kapasitas dukung dan penurunan yang terjadi pada pondasi *bored pile*. Metode penyelidikan tanah yang digunakan dalam perencanaan pondasi bored pile biasanya berupa metode statis yakni penyelidikan *standard penetrasi test* (SPT) dan *cone penetration test* (CPT) (Jusi, 2015). Karena terbatasnya alat pengujian dilapangan maka hanya menggunakan pengujian berupa *standard penetrasi test* (SPT) (Chandra et al., 2018). Triarso (2021) menyatakan bahwa, banyak parameter nilai korelasi yang dapat digunakan berdasarkan data SPT. Penyelidikan tanah menggunakan *standard penetrasi test* (SPT) bertujuan untuk mengetahui gambaran lapisan bawah tanah secara visual maupun pengujian laboratorium berdasarkan jenis maupun warna tanah sifat-sifat tanah (Jusi, 2015).

*Bored Pile* berinteraksi dengan tanah sehingga menghasilkan daya dukung yang mampu memikul dan memberikan keamanan pada struktur atas. Untuk itu perlu dilakukan analisis lebih dengan menggunakan bantuan *software Geo5*. Saputra et al. (2023) menyatakan bahwa dengan menggunakan *Geo5* dapat menghemat waktu dalam proses pemodelan, analisis, dan desain Sehingga dalam penelitian ini penulis meninjau kembali terhadap kapasitas dukung dan penurunan terhadap pondasi *Bored pile* dengan menggunakan perhitungan manual dan menggunakan *software GEO5*.

## METODE

### Tahapan penelitian

- Survey lokasi
- Identifikasi masalah
- Studi literatur
- Mengumpulkan data primer & sekunder
- Analisis kapasitas dukung dengan perhitungan manual menggunakan persamaan umum kapasitas dukung
- Analisis penurunan menggunakan (Metode Poulos dan Davis, 1980)
- Analisis kapasitas dukung menggunakan bantuan *software GEO5*
- Penarikan kesimpulan

### Pengumpulan data

Dalam proses penyelesaian studi ini hanya menggunakan data sekunder yang diperoleh dari CV. Bearland Konsultan sebagai konsultan pelaksana terdiri dari:

- Lokasi penelitian
- Gambar detail pondasi bored pile (Gambar 2)
- Parameter sifat fisik tanah (Tabel 1)
- Nilai N-SPT (Tabel 2)
- Beban rencana (Q)
  - Pondasi Type 1 = 588,60 kN
  - Pondasi Type 2 = 1.226,25 kN

### Tahanan Ujung Ultimit

O'Neil dan Reese (1989) menyarankan untuk Tahanan ujung tiang bor pada penurunan 5% dari diameter dasar tiang pada pasir (Hardiyatmo, 2015a) sebagai berikut pada Persamaan [1], [2], dan [3].

$$f_b = 0,60 \sigma_r N_{60} = 60 N_{60} \leq 4.500 \text{ kPa} \dots\dots\dots [1]$$

$$A_b = 1/4 \times \pi \times d^2 \dots\dots\dots [2]$$

$$Q_b = A_b \times f_b \dots\dots\dots [3]$$

dimana:

- $Q_b$  : Tahanan ujung ultimit
- $A_b$  : Luas dasar tiang bor
- $\sigma_r$  : Tegangan referensi = 100 kPa
- $N_{db}$  : Diameter ujung bawah tiang bor (m)
- $f_b$  : Tahanan ujung neto per satuan luas (kPa)
- $N_{60}$  : nilai N-SPT rata-rata antara ujung bawah tiang bor sampai  $2d_b$  dibawahnya.
- N dasar tiang bor = 64

### Tahanan gesek ultimit

O'Neil dan Reese (1989) dalam (Hardiyatmo, 2015a) menyarankan tahanan gesek satuan tiang bor dalam pasir. Selain itu Dalam mengoreksi tekanan

overburden, Gibbs dan Holtz 1957 menyarankan Persamaan [4] berikut.

$$p_o'(1) = z_1 \times \gamma_1 \dots\dots\dots [4]$$

Untuk jenis lapisan tanah berbeda pada kedalaman tertentu diperoleh Persamaan [5] berikut.

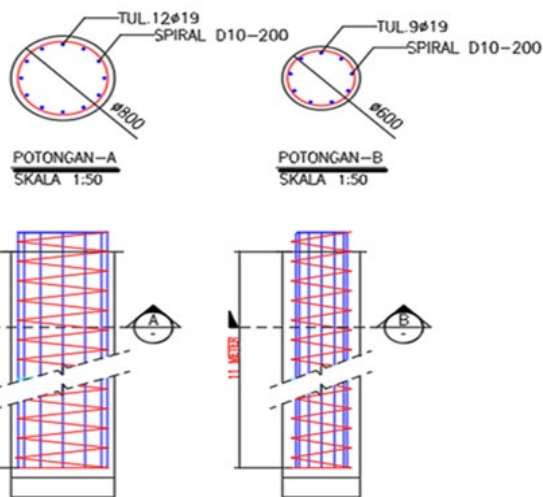
$$p_o'(2) = z_2 \times \gamma_2 + p_o'(1) \dots\dots\dots [5]$$

Koefisien  $\beta$  dihitung dengan Persamaan [6] berikut.

$$\beta = K \text{ tg } \delta/\phi \dots\dots\dots [6]$$

dimana:

- $z$  : Kedalaman  
 $z_1 = 8 \text{ m}$   
 $z_2 = 4 \text{ m}$
- $\gamma$  : Berat isi tanah basah (Tabel 1)
- $p_o'$  : Tekanan overburden ditengah-tengah lapisan tanah ( $\text{kN/m}^2$ )
- $K/K_o$  : 1 (Kulhawy, 1991)
- $\text{tg } \delta/\phi$  : Sudut gesek antar tanah dan tiang bor terhadap sudut gesek dalam tanah (Tabel 1)



Gambar 2. Detail pondasi *type 1* dan *type 2*

Tabel 1. Parameter sifat fisik dan mekanis tanah

Sampel	1	2	Notasi
Berat isi ( $\text{kN/m}^3$ )	17,85	17,26	$\gamma$
Berat jenis	2,67	2,67	Gs
Kohesi ( $\text{kN/m}^2$ )	3,92	11,082	c
Sudut geser ( $^\circ$ )	34	21	$\phi$

Sumber: (Cv. Bearland Consultan, 2023)

Tabel 2. Nilai *N-SPT*

Depth (z), (m)	N-Value (N/Cm)
0 m – 2 m	0
2 m – 2,45 m	33
4 m – 4,45 m	42
6 m – 6,45 m	55
8 m – 8,45 m	61
10 m – 10,45 m	68
12 m – 12,45 m	64

Sumber: (Cv. Bearland Consultan, 2023)

Tabel 3. Data *bored pile*

No	Jumlah tiang	Diameter pondasi	Panjang pondasi
1	2	0,6	11 m
2	52	0,8	11 m

Sumber: (Cv. Bearland Consultan, 2023)

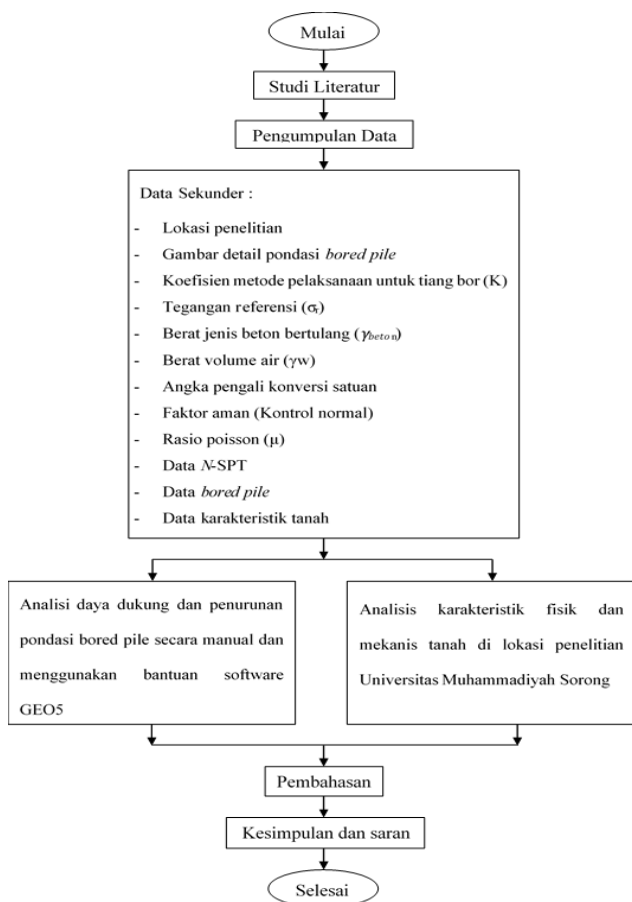
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Sifat Fisik Dan Mekanis Tanah

Pengujian tanah di laboratorium disesuaikan dengan kebutuhan peneliti dalam menganalisa pondasi. Parameter sifat fisik dan mekanis tanah yang dibutuhkan oleh peneliti dapat dilihat pada Tabel 1.

### Analisis Fondasi Bored Pile

Analisis pondasi borepile dilakukan dengan cara perhitungan manual dan menggunakan program



Gambar 1. Bagan alir penelitian

GEO5 dengan memperhatikan gambar detail pondasi seperti terlampir pada Gambar 2.

### Daya Dukung Tiang Tunggal

Berdasarkan Persamaan [1] ], [2], dan [3] berikut ini analisis tahanan ujung ultimit pondasi.

$$\begin{aligned} f_b &= 0,60 \sigma_r N_{60} \leq 4.500 \text{ kPa} \\ &= 0,60 \times 100 \times 64,00 \\ &= 3.840 \text{ kPa} < 4.500 \text{ kPa (OK)} \end{aligned}$$

Type 1

$$\begin{aligned} A_b &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2 \\ &= 0,28 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_b &= 0,28 \times 3.840 \\ &= 1.085,73 \text{ kN} \end{aligned}$$

Type 2

$$\begin{aligned} A_b &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,8^2 \\ &= 0,50 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_b &= 0,50 \times 3.840 \\ &= 1.930,19 \text{ kN} \end{aligned}$$

Berdasarkan Persamaan [4] dapat dianalisis tahanan gesek ultimit sebagai berikut.

$$\begin{aligned} po'(1) &= 8,00 \times 17,26 \\ &= 138,81 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} po'(2) &= 4 \times 17,85 + 138,08 \\ &= 142,08 \times 17,85 \\ &= 209,47 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Tabel 4. Koreksi Tekanan *Overburden* di Tengah Tanah Rata-rata

Kedalaman (m)	8,00 (m)	12,00 (m)
Tekanan overburden efektif $po'$ (kN/m <sup>2</sup> )	138,08	209,47
$po'$ rata-rata (kN/m <sup>2</sup> )	69,04	104,73
Pondasi type 1		
$As$ (m <sup>2</sup> )	15,08	7,54
Pondasi type 2		
$As$ (m <sup>2</sup> )	20,11	10,05

Menghitung koefisien  $\beta$  dengan Persamaan [6]

$$\beta(1) = 1,00 \times 0,67 = 0,67$$

$$\beta(2) = 1,00 \times 0,38 = 0,38$$

Tabel 5. Tahanan gesek ultimit

$\beta$ (type 1 & type 2)	0,67	0,38
$\Delta Q_s = As \times \beta \times po'$ rata-rata (kN)	type 1	type 2
Kedalaman 0-8	702,22	936,29
Kedalaman 8-12	303,13	404,17
Total $Q_s$	1005,35	1340,46

### Kapasitas dukung ultimit neto ( $Q_u$ )

Kapasitas dukung ultimate neto di hitung berdasarkan persamaan umum sebagai berikut :

$$Q_u = Q_b + Q_s - W_p$$

Dimana :

$W_p$  : Berat tiang bor (kN/m<sup>3</sup>)

$A_b$  : Luas tiang bor (m<sup>2</sup>)

$L$  : Panjang tiang bor (m)

$\gamma_{beton}$  : Berat jenis beton bertulang (kN)

$Q_u$  : Kapasitas dukung ultimit neto (kN)

$Q_s$  : Tahanan gesek ultimit (kN)

$Q_b$  : Tahanan ujung ultimit (kN)

### Berat Tiang Bor Type 1

$$\begin{aligned} W_p \text{ Type 1} &= A_b \times L \times \gamma_{beton} \\ &= 0,28 \times 11 \times 23,54 \\ &= 73,20 \text{ kN/m}^3 \end{aligned}$$

$$W_p \text{ Type 2} = 130,14 \text{ kN/m}^3$$

### Kapasitas Dukung Ultimit Neto

$$\begin{aligned} Q_u \text{ Type 1} &= Q_b + Q_s - W_p \\ &= 1.085,73 + 1.005,35 - 73,20 \\ &= 2.017,88 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$Q_u \text{ Type 2} = 3.140,52 \text{ kN}$$

### Kapasitas Dukung Ijin

$$F = 3,00$$

$$\begin{aligned} Q_a \text{ Type 1} &= \frac{Q_u}{F} \\ &= \frac{2.017,88}{3,00} = 672,63 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$Q_a \text{ Type 2} = 1.046,84 \text{ kN}$$

### Kontrol kapasitas dukung

$$F = \frac{Q_u}{Q}$$

$$F = \frac{2.017,88}{588,60} = 3,43 > 3,00 \text{ (Aman Type 1)}$$

$$= 5,34 > 3,00 \text{ (Aman Type 2)}$$

## PENURUNAN TIANG TUNGGAL

### Penurunan Kepala Tiang

#### Modulus elastisitas tanah ( $E_s$ )

Nilai perkiraan modulus elastis dapat pula diperoleh dari pengujian SPT sehingga Mitchell dan Gardner (1975) dalam (Hardiyatmo, 2014) mengusulkan modulus elastis yang dihubungkan dengan nilai  $N$ -SPT sebagai berikut :

Keterangan :

$E_s$  : Modulus elastisitas tanah

$N$  : Nilai bacaan  $N$ -SPT pada setiap lapisan

Untuk hasil perhitungan lapisan dapat dilihat pada Tabel 6.

$E = 6(N + 5) (k/ft^2)$  (Untuk pasir berlempung)

$E_s (1) = 6 \times (N + 5) \times (k/ft^2)$

$= 6 \times (33 + 5) \times 48,07$

$= 10.959,96 \text{ kN/m}^2$

#### Rasio area tiang

Perhitungan rasio area tiang dihitung berdasarkan nilai  $K$  dan  $R_A$  yakni ukuran kompresibilitas relatif antara tiang dan Rasio area tiang yang dinyatakan dalam persamaan (Hardiyatmo, 2015a) berikut: Keterangan :

$R_A$  : Rasio area tiang

$K$  : Koreksi kekakuan

$R_h$  : Koreksi kedalaman

$R_\mu$  : Faktor koreksi angka poisson

$R_b$  : Koreksi kekakuan lapisan pendukung

$S$  : Penurunan kepala tiang

$Q$  : Beban yang bekerja

$I_0$  : Faktor pengaruh penurunan untuk tiang yang tidak mudah mampat (*Incompressible*) dalam masa semi tak terhingga.

$R_A = A_p / (1/4 \times \pi \times d^2)$

$R_A = 0,28 \times 0,25 \times 3,14 \times 0,6^2$

$= 1,00$

$E_p = 23.500 \text{ MPa}$

$K = E_p R_A / E_s$

$K (1) = E_p \times R_A \times E_s$

$= 23.500 \times 1 \times 10,96$

$= 2.144,17$

Untuk hasil perhitungan lapisan 2 sampai lapisan 6 dapat dilihat pada Tabel 6.

$L/d = 11/0,6 = 18,33$

$d_b/d = 0,6/0,6 = 1,00$

$h/L = 12/11 = 1,09$

$\mu = 0,3 \text{ MPa}$

Untuk rasio poisson bahan tiang beton (Metode Poulos dan Davis, 1980)  $\mu = 0,3$

Poulos dan Davis, 1980 menyarankan dalam (Hardiyatmo, 2015b) penurunan kepala tiang yang terletak pada tanah homogen dengan modulus elastis dan rasio poisson konstan dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$I = I_0 \times R_k \times R_h \times R_\mu$$

$$I (1) = I_0 \times R_k \times R_h \times R_\mu$$

$$= 0,10 \times 0,30 \times 0,28 \times 0,92$$

$$= 0.01$$

Hasil perhitungan I(2) sampai I(6) dapat dilihat pada Tabel 6.

#### Penurunan kepala tiang

Untuk jenis pondasi tiang apung Poulos dan Davis menyarankan persamaan berikut ini :

$$S = QI / E_s d$$

$$S (1) = Q \times I / E_s \times d$$

$$= 588,60 \times 0,01 / 10.959,96 \times 0,60$$

$$= 0,000671 \text{ m}$$

Hasil perhitungan penurunan kepala tiang ( $s$ ) dapat dilihat pada Tabel 8.

Batas penurunan maximum untuk pondasi terpisah pada tanah lempung sebesar 65 mm menurut (Skempton dan MacDonald, 1955)

$$S_{total} < S_{ijin} \text{ (Aman)}$$

Penurunan total ( $S_{total}$ )

$$S_{total} = S(1) + S(2) + S(3) + S(4) + S(5) + S(6)$$

$$= 0,000671 + 0,000640 + 0,000576 +$$

$$0,000592 + 0,000718 + 0,000784$$

$$= 0,00398 \text{ m}$$

$$= 3,98 \text{ mm (Type 1)}$$

$$= 2,98 \text{ mm (Type 2)}$$

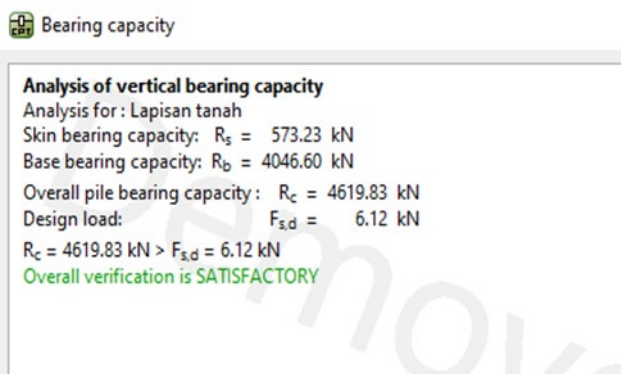
Tabel 6. Rekapitulasi Perhitungan *Bored Pile*

No	Keterangan		Hasil	
	Type 1 0,6 m	Type 2 0,8 m	Type 1 0,6 m	Type 2 0,8 m
1	$E_s (2)$	$E_s (2)$	13.555,74	13.555,74
2	$E_s (3)$	$E_s (3)$	17.305,20	17.305,20
3	$E_s (4)$	$E_s (4)$	19.035,72	19.035,72
4	$E_s (5)$	$E_s (5)$	21.054,66	21.054,66
5	$E_s (6)$	$E_s (6)$	19.900,98	19.900,98
6	$K (2)$	$K (2)$	1.733,58	1.733,58
7	$K (3)$	$K (3)$	1.357,97	1.357,97
8	$K (4)$	$K (4)$	1.234,52	1.234,52
9	$K (5)$	$K (5)$	1.116,14	1.116,14
10	$K (6)$	$K (6)$	1.180,85	1.180,85
11	$I_0$	$I_0$	0,097	0,097
12	$R_k (1)$	$R_k (1)$	0,300	0,300
13	$R_k (2)$	$R_k (2)$	0,350	0,350
14	$R_k (3)$	$R_k (3)$	0,400	0,400
15	$R_k (4)$	$R_k (4)$	0,450	0,450

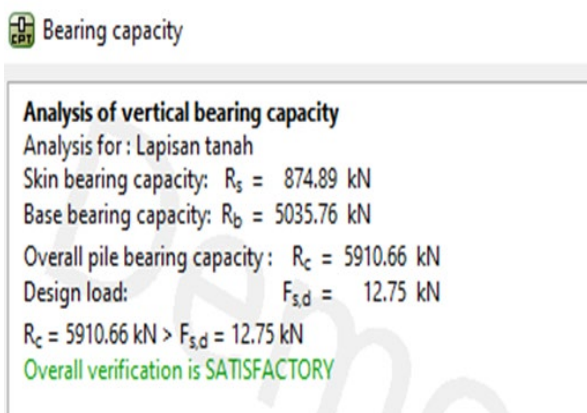
16	R <sub>k</sub> (5)	R <sub>k</sub> (5)	0,600	0,600
17	R <sub>k</sub> (6)	R <sub>k</sub> (6)	0,620	0,620
18	R <sub>h</sub>	R <sub>h</sub>	0,280	0,280
19	R <sub>μ</sub> (1)	R <sub>μ</sub> (1)	0,920	0,920
20	R <sub>μ</sub> (2)	R <sub>μ</sub> (2)	0,930	0,930
21	R <sub>μ</sub> (3)	R <sub>μ</sub> (3)	0,935	0,935
22	R <sub>μ</sub> (4)	R <sub>μ</sub> (4)	0,940	0,940
23	R <sub>μ</sub> (5)	R <sub>μ</sub> (5)	0,945	0,945
24	R <sub>μ</sub> (6)	R <sub>μ</sub> (6)	0,944	0,944
25	I (2)	I (2)	0,01	0,01
26	I (3)	I (3)	0,01	0,01
27	I (4)	I (4)	0,01	0,01
28	I (5)	I (5)	0,02	0,02
29	I (6)	I (6)	0,02	0,02
30	S (2)	S (2)	0,000640	0,000480
31	S (3)	S (3)	0,000576	0,000432
32	S (3)	S (3)	0,000592	0,000444
33	S (3)	S (3)	0,000718	0,000538
34	S (3)	S (3)	0,000784	0,000588

## ANALISIS MENGGUNAKAN SOFTWARE GEO5

Hasil dari kapasitas daya dukung fondasi bored pile yang dianalisis dengan software GEO5 seperti pada Gambar 3. dan Gambar 4. yakni kapasitas dukung pada pondasi type satu yaitu 4.619,93 kN dan type 2 5.910,66 kN



Gambar 3. Bearing capacity pondasi type 1



Gambar 4. Bearing capacity pondasi type 2

## KESIMPULAN

Dari hasil analisis daya dukung pondasi bored pile pada proyek pembangunan Rumah Susun Universitas Muhammadiyah Sorong, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- Pada tabel sistem klasifikasi USCS Jenis tanah tergolong jenis tanah lempung tak organik dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk (*fat clays*) (CH)
- Hasil analisis dari kedua type pondasi menunjukkan nilai yang aman. Dengan perolehan nilai Kapasitas dukung ultimit neto ( $Q_u$ ) sebesar 2.017,88 kN (type 1) dan 3.140,52 kN (type 2) dan Penurunan (S) menggunakan metode Poulos dan Davis (1980) diperoleh nilai sebesar 3,98 mm (type 1) dan 2,98 mm (type 2) dikategorikan aman karena penurunan pada pondasi lebih kecil dari pada penurunan maximum yang ijin ( $S < S_{ijin}$ ).  $S_{ijin} = 65$  mm. Kapasitas dukung dengan software GEO5 didapatkan 4.619,83 kN (type 1) dan 5.035,76 kN (type 2).

## DAFTAR PUSTAKA

- Chandra, A., Yanti, G., & Wahyuni Megasari, S. 2018. Analisis Daya Dukung Pondasi Bored Pile pada Proyek Pembangunan Menara Listrik Transmisi 500 KV Peranap-Perawang. *Jurnal Teknik*, 12(2), 171–178. <https://doi.org/10.31849/teknik.v12i2.1732>
- Cv. Bearland Consultan. 2023. Laporan Akhir Review Ded Rusun Universitas Muhammadiyah Sorong.
- Hardiyatmo, H. C. 2014. Analisis dan Perancangan Fondasi I (Ketiga). GADJAH MADA UNIVERSITY PRESS.
- Hardiyatmo, H. C. 2015a. Analisis dan Perancangan Fondasi II (Ketiga).
- Hardiyatmo, H. C. 2015b. Analisis dan Perancangan Fondasi II. In *Analisis dan Perancangan Fondasi* (Edisi ketiga). GADJAH MADA UNIVERSITY PRESS.
- Jusi, U. 2015. Analisa Kuat Dukung Pondasi Bored Pile Berdasarkan Data Pengujian Lapangan (Cone Dan N-Standard Penetration Test). *Jurnal Teknik Sipil Siklus*, 1.

- Kulhawy, F. H. 1991. Drilled Shaft Foundation, Chapter 14 in Foundation Engineering Handbook (2nd Edition). *Van Nostrand Reinhold*.
- M. A. M. Fachrudin. (2022). Perbandingan Daya Dukung Fondasi Bored Pile Metode Reese & Wright Dan Program Geo5 Pada Perencanaan Gedung Rumah Sakit Universitas Muhammadiyah Surakarta” .
- Saputra, A., Purwanto, E., & Fauziah, M. 2023. Alternatif Desain Perkerasan Jalan Dan Perkuatan Lereng Longsor. *REKAYASA SIPIL*, 17(2), 192–198.  
<https://rekayasasipil.ub.ac.id/index.php/rs/article/view/1037/589>
- Silalahi, C. M. D. 2019. Perbandingan Analisis Daya Dukung Vertikal Pondasi Bored Pile Berdasarkan Data Pengujian SPT dengan Software Plaxis pada BH 63 (Studi Kasus Jalan .... *Jurnal Teknik Sipil USU*.
- Skempton dan MacDonald. 1955. Batas penurunan maximum. *Matriks Teknik Sipil*.
- Triarso, A. (2021). Perbandingan Daya Dukung Tiang Pancang Berdasarkan Data CPT dan Data SPT Pada Pondasi Gedung Parkir RSUD Soedono Comparison of Pile Carrying Capacity Based on CPT Data and SPT Data on the Foundation of Soedono Hospital Parking Building. *Publikasi Riset Orientasi Teknik Sipil (Proteksi)*, 3(1), 28–33.
- Winarti & Sari, K. I. (2022). Analisa Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Beton Pada Proyek Pembangunan Rumah Sakit Di Kabupaten Deli Serdang. *Jurnal Teknik Sipil (JTSIP)*, 1.