

## ANALISA KUAT DUKUNG PONDASI *BORED PILE* PADA PEMBANGUNAN APARTEMEN PAKUWON BEKASI MIXED USE DEVELOPMENT BERDASARKAN DATA PENGUJIAN LAPANGAN SONDIR DAN N-SPT

Nyai Isminurcayi<sup>1\*</sup>, Renaningsih<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Civil Engineering, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jl. A. Yani Pabelan Kartasura  
Tromol Pos I Surakarta Post Code 57102

\*E-mail: [d100190286@student.ums.ac.id](mailto:d100190286@student.ums.ac.id)

### Abstrak

*Pondasi adalah pekerjaan yang sangat penting dalam teknik sipil, karena pondasilah yang memikul serta menopang beban kerja di atasnya. Tujuan penelitian ini ialah untuk menghitung dan membandingkan nilai daya dukung tiang bored pile dari hasil sondir dan SPT (standar penetrasi test). Metode Schmertmann dan Nottingham serta metode Meyerhof untuk data sondir serta menggunakan metode Reese and Wright serta metode Meyerhof untuk data SPT. Berdasarkan data sondir dihasilkan perhitungan dengan metode Schmertmann dan Nottingham, titik sondir SS.05 dengan diameter 0,8 m nilai  $Q_u = 2363,37$  kN, dengan menggunakan metode Meyerhof diperoleh  $Q_u = 2138,74$  kN. Sedangkan untuk data SPT diperoleh hasil perhitungan dengan metode Reese and Wright  $Q_u = 2411,74$  kN, metode Meyerhof  $Q_u = 2890,33$  kN. Berdasarkan hasil perhitungan daya dukung bored pile, menggunakan metode Meyerhof dengan data sondir memberikan hasil yang paling ekonomis dibandingkan dengan metode lain.*

**Kata kunci:** Bored pile, sondir, N-SPT

*Foundation is a very important job in civil engineering, because it is the foundation that shoulders and supports the workload on it. The purpose of this study was to calculate and compare the carrying capacity value of the bored pile pole from the sondir and SPT (standard penetration test) results. The Schmertmann and Nottingham methods and the Meyerhof method for sondir data and using the Reese and Wright method and the Meyerhof method for tax return data. Based on sondir data, calculations were made using the Schmertmann and Nottingham methods, the sondir point SS.05 with a diameter of 0.8 m  $q_u$  value = 2363.37 kN, using the Meyerhof method obtained  $Q_u = 2138.74$  kN. As for the SPT data, the calculation results were obtained by the Reese and Wright  $Q_u$  method = 2411.74 kN, the Meyerhof  $Q_u$  method = 2890.33 kN. Based on the results of the calculation of the carrying capacity of the bored pile, using the Meyerhof method with sondir data gives the most economical results compared to other methods.*

**Keywords:** Bored pile, sondir, N-SPT

### 1. PENDAHULUAN

Sebelum memulai pekerjaan konstruksi, pekerjaan pertama yang harus dilakukan adalah pekerjaan pondasi (struktur bawah) (Ully Nurul Fadilah, 2018). Pondasi adalah salah satu elemen konstruksi terpenting pada bagian dasar bangunan (Tanjung dkk, 2019). Pemilihan dan penggunaan pondasi dalam proyek harus mempertimbangkan beberapa hal, antara lain jenis bangunan, lokasi, kondisi tanah, dana yang tersedia, dan alat bantu yang tersedia (Pratama dkk, 2022).

Pondasi tiang bor adalah jenis pondasi tiang yang paling umum digunakan dalam proyek konstruksi. (Kusharta and Salimah, 2022). Fungsi pondasi adalah menyalurkan beban dari atas ke tanah. Bentuk distribusi beban dapat berupa beban vertikal yang melintasi dinding tiang. (Harsanto dkk, 2015).

Pembangunan di lokasi proyek Pakuwon Bekasi Mixed Use Development ini dilakukan pengujian *Standart Penetration Test* (SPT) dan *Cone Penetration Test* (Sondir), dari hasil pengujian ini didapatkan data kapasitas daya dukung tiang sehingga diperlukan analisis menggunakan metode Schmertmann dan Nottingham, Meyerhoff, dan Reese and Wright untuk mengetahui nilai daya dukung tiang dan perbandingan nilai daya dukung dari beberapa metode untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat (Rahman *et al.*, 2022).

Analisis kuat daya dukung tiang *bored pile* dihitung berdasarkan parameter tanah yang diperoleh dari analisis tanah (*soil investigation*). Analisis dapat dilakukan dengan menggunakan metode sondir dan SPT. Kedua metode ini dapat memberikan nilai kuat dukung yang berbeda.

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menggunakan data hasil tes sondir dan SPT untuk menghitung daya dukung pondasi *bored pile*.
2. Perbandingan nilai daya dukung *bored pile* menggunakan data hasil tes sondir dan SPT.

### 1.1 Daya Dukung *Bored pile* dari Hasil Sondir

Sondir adalah bagian dari tes teknik sipil yang digunakan untuk menentukan kedalaman tanah keras, yang dapat digunakan untuk mengevaluasi seberapa kuat tanah dalam menahan beban yang ditempatkan di atasnya (Hakim, 2021). Untuk menghitung kuat dukung *bored pile* berdasarkan hasil analisis sondir dapat diolah dengan menggunakan :

- A. Metode Schmertmann dan Nottingham  
Kuat dukung ultimit neto ( $Q_u$ ), dihitung dengan persamaan (Setiyo dkk, 2019) :

$$Q_u = A_b f_b + A_s f_s \quad (1)$$

atau

$$Q_u = A_b \cdot \omega \cdot q_{ca} + A_s \cdot K_f \cdot q_f \quad (2)$$

Dengan :

$$A_b = \text{Luas penampang tiang (cm}^2\text{)}$$

$$A_s = \text{Luas selimut tiang (cm}^2\text{)}$$

$f_b$

$$= \text{Tahanan ujung satuan (kg/cm}^2\text{)}$$

$f_s$  =

$$\text{Tahanan gesek satuan (kg/cm}^2\text{)}$$

$$q_{ca} = \text{Tahanan konus rata-rata (kg/cm}^2\text{)}$$

$$q_f = \text{Tahanan gesek sisi konus (kg/cm}^2\text{)}$$

$$K_f = \text{Koefisien tak berdimensi}$$

$$\omega = \text{Koefisien korelasi}$$

- 1). Tahanan ujung  
Menurut Schmeratmann dan Nottingham (1975) tahanan ujung tiang per satuan luas, diukur dengan membagi nilai rata-rata  $q_c$   $8d$  di atas dasar tiang sampai  $0,7d$  atau  $4d$  di bawah tiang. Hitung tahanan ujung satuan dengan persamaan (Setiyo dkk, 2019) :

$$f_b = \omega \cdot q_{ca} \leq 150 \text{ kg/cm}^2 \quad (15.000 \text{ kN/m}^2) \quad (3)$$

Dengan :

$$q_{ca} = \left( \frac{q_{c1} + q_{c2}}{2} \right) \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

$$q_{c1} = q_c \text{ rata-rata pada zona } 0,7d \text{ atau } 4d \text{ di bawah dasar tiang (kg/cm}^2\text{)}$$

$$q_{c2} = q_c \text{ rata-rata pada zona } 8d \text{ di}$$

atas dasar tiang (kg/cm<sup>2</sup>)

- 2). Tahanan gesek satuan  
 $f_s = K_f q_f \text{ (kg/cm)} \quad (4)$

Metode lain, untuk tiang pancang di tanah berpasir (bukan untuk lempung), gesek satuan dapat ditentukan dari tahanan konus :

$$f_s = K_c q_c \text{ (kg/cm)} \quad (5)$$

Dengan :

$$q_c = \text{Tahanan-konus-(kg/cm}^2\text{)}$$

$$K_c = \text{Koefisien tak berdimensi}$$

yang

nilainya bergantung pada tipe tiang

- B. Metode Meyerhof

- 1). Tahanan ujung :

$$f_b = \omega_1 \cdot \omega_2 \cdot q_{ca} \quad (6)$$

Dengan :

$$f_b = \text{Tahanan ujung satuan, untuk tiang bor diambil 70% atau 50%-nya}$$

$$\omega_1 = \left[ \frac{d+0,5}{2d} \right]^n ;$$

koefisien modifikasi pengaruh skala, jika  $d > 0,5 \text{ m}$ ,  $\omega_1 = 1$

$$\omega_2 = \frac{L}{10d} ;$$

koefisien modifikasi untuk penetrasi tiang dalam lapisan pasir padat saat  $L < 10d$ ,  
Jika  $L > 10d$ ,  $\omega_2 = 1$

- 2). Tahanan gesek  
Untuk tiang pancang, tahanan gesek satuan diambil salah satu dari :

$$f_s = K_f \cdot q_f \quad (7)$$

Dengan,  $K_f = 1$  atau, bila tidak dilakukan

pengukuran tahanan gesek sisi konus :

$$f_s = K_c \cdot q_c \quad (8)$$

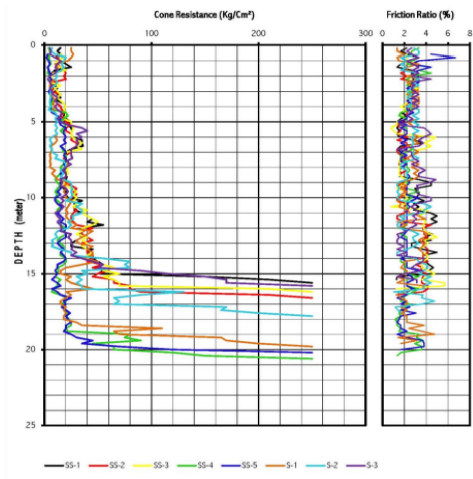
dengan  $K_c = 0,005$

Dengan :

$$K_f = \text{Koefisien tahanan konus}$$

Untuk tiang bor, Meyerhoff menyarankan menggunakan faktor reduksi 70% dan 50%

dalam perhitungan tahanan gesek tiang dengan menggunakan persamaan (7) dan (8)



**Gambar 1. Kesimpulan hasil CPT (sondir) di proyek Apartemen Pakuwon Bekasi Mixed Use Development**

## 1.2 Daya Dukung *Bored pile* dari Hasil Standard Penetration Test (N-SPT)

Karena kesulitan mengumpulkan tanah utuh di tanah granular, tes penetrasi standar dilakukan. Parameter tanah berpasir diselidiki dalam pengujian ini dengan mengukur kepadatan relatif langsung di lapangan. SPT (Standard Penetration Test) adalah teknik yang paling sering digunakan untuk menilai nilai kerapatan relatif. ASTM D 1586 yang digunakan untuk prosedur uji SPT. SPT memiliki data yang solid karena dilakukan di lapangan untuk mendapatkan data asli (Basoka, 2020).

- a). Metode Reese and Wright (1977)  
Untuk mencari daya dukung pondasi *Bored Pile* Tunggal berdasarkan hasil SPT (Standart Penetration Test) dapat dihitung menggunakan (Zain dkk, 2021):
  - a. Daya Dukung Ujung Pondasi *Bored pile*  
Tahanan ujung ultimit tiang ( $Q_b$ ) dihitung dengan persamaan (Lhokseumawe *et al.*, 2020) :
 
$$F_b = \frac{2}{3} N \text{ (tsf) untuk } N \leq 60 \quad (9)$$
 Atau
 
$$F_b = 40 \text{ (tsf) untuk } N > 60 \quad (10)$$
 N disini adalah N-SPT rata-rata terkoreksi dari ujung bawah tiang bor sampai 2d dibawahnya (Afifa, 2021).

Nilai tahanan ujung satuan ( $F_b$ ) perlu dicek terhadap batasan tahanan ujung satuan maksimum ( $F_b \leq 10700 \text{ KN/m}^2$ )

$$Q_b = A_b \cdot F_b \quad (11)$$

- b. Tahanan gesek dinding tiang ( $Q_s$ ) dihitung dengan persamaan (Sipil *et al.*, 2021) :

$$F_s = \frac{N}{34} \text{ (tsf) untuk } N \leq 53 \quad (12)$$

Atau

$$F_s = \frac{(N-53)}{1,6} \text{ (tsf) untuk } 53 < N \leq 100 \quad (13)$$

Dimana 1 tsf = 105,6 kPa dan 1 kPa = 1KN/m<sup>2</sup>  
N disini adalah nilai N-SPT rata-rata terkoreksi di sepanjang tiang. Nilai tahanan gesek satuan ( $f_s$ ) perlu dicek terhadap batasan tahanan gesek satuan maksimum ( $F_s \leq 107 \text{ KN/m}^2$ )

$$Q_s = A_s \cdot F_s \quad (14)$$

- c. Kapasitas daya dukung ultimit tiang ( $Q_u$ )  
Merupakan jumlah dari tahanan ujung ultimit tiang ( $Q_b$ ) dan tahanan gesek dinding tiang ( $Q_s$ ) antara sisi tiang dan tanah di sekitarnya dinyatakan dalam persamaan berikut ini (Hardiyatmo, 2010):

$$Q_u = Q_b + Q_s = A_b \cdot f_b + A_s \cdot f_s \quad (15)$$

- b). Metode Meyerhof (1976)

Daya dukung ujung *bored pile* (Junaid, 2021)

$$Q_p = 40 N_b A_p \quad (16)$$

Daya tahanan gesek *bored pile*

$$Q_s = 0,1 (N_{spt} \text{ rata-rata} \times A_s) \quad (17)$$

Daya dukung ultimate *bored pile* (Ramadhan dkk, 2020)

$$Q_{ult} = (40 N_b A_p) + 0,1 (N_{SPT} \text{ rata-rata} A_s) \quad (18)$$

## 2. METODOLOGI

Data yang digunakan dalam analisa daya dukung pondasi adalah sebagai berikut : data tanah merupakan data sondir manual pada proyek Apartemen Pakuwon Bekasi Mixed Use Development, data teknis *bored pile* yang akan diuji didalam perhitungan :

- a. Diameter *Bored pile* :  $\varnothing$  (80) cm
- b. Panjang *Bored pile* : 21 m
- c. Mutu Beton : K-350
- d. Letak titik : Titik Sondir SS.05

Metode Pengumpulan data perhitungan rencana pondasi *bored pile* pada proyek pembangunan Apartemen Pakuwon Bekasi Mixed Use Development diperoleh dari surveyor tanah (sondir dan SPT).

a. Proses analisis dalam perencanaan pondasi *bored pile* berikut langkahnya antara lain:

- 1). Perhitungan kapasitas kuat dukung *bored pile*.
- 2). Perbandingan metode yang berbeda untuk menghitung kuat dukung pondasi *bored pile*, meliputi :
  - a). Metode Meyerhof dan metode Schmertmann dan Nottingham digunakan untuk menganalisis data sondir.
  - b). Metode Reese and Wright dan metode Mayerhof digunakan untuk menganalisis data uji *standard penetration test*.

b. Lokasi titik sondir  
Titik Sondir pada proyek Apartemen Pakuwon Bekasi Mixed Use Development terdiri dari 8 (delapan) titik.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan didapatkan hasil perhitungan kapasitas kuat dukung boredpile dari data sondir dan penetrasi test.

#### 3.1 Menghitung Kapasitas Kuat Dukung *Bored pile* dari Data Sondir

a. Metode Scertman dan Nottingham

1). Diameter tiang *bored pile* 80 cm

a). Tahanan ujung persatuan luas (fb)

$$qc1 = \frac{(32+18+20+24+21+25+56+68)}{8}$$

$$qc1 = 33,00 \text{ kg/cm}^2$$

$$qc2 = \frac{(77+91+109)}{3}$$

$$qc2 = 92,33 \text{ kg/cm}^2$$

$$qca = \frac{1}{2} (qc1 + qc2) \\ = \frac{1}{2} (33,00+92,33) \text{ kg/cm}^2 \\ = 62,66 \text{ kg/cm}^2 \\ = 6266 \text{ kN/m}^2$$

$$fb = \omega \cdot qca \leq 150 \text{ kg/cm}^2 \text{ (15000 kN/m}^2)$$

OCR = 1, nilai faktor  $\omega = 1$

$$fb = 1 \times 62,66 \text{ kg/cm}^2 \\ = 62,66 \text{ kg/cm}^2 \\ = 6266 \text{ kN/m}^2 \leq 15000 \text{ kN/m}^2$$

b). Tahanan ujung

$$Qb = Ab \cdot fb \\ = \frac{1}{4} \pi (80)^2 \times 62,66 \text{ kg/cm}^2 \\ = 1256 \text{ cm}^2 \times 62,66 \text{ kg/cm}^2 \\ = 226194,67 \text{ kg} \\ = 2261,95 \text{ kN}$$

c). Tahanan gesek

$$Qs = As \cdot fs \cdot As \\ = \pi \cdot d \cdot L \text{ (dimana } L = 17,40 \text{ m)} \\ = \pi \cdot (0,8) \cdot 17,40 \\ = 43,73 \text{ m}^2$$

$$fs = kf \cdot qf$$

nilai kf = 0,9

dan qf = diambil rata-rata tabel sondir = 0,026

$$fs = 0,9 \times 0,026 \text{ kg/cm}^2 \\ = 0,023 \text{ kg/cm}^2 \\ = 2,32 \text{ kN/m}^2$$

$$Qs = As \cdot fs \\ = 43,73 \text{ m}^2 \times 2,32 \text{ kN/m}^2 \\ = 101,42 \text{ kN}$$

d). Kuat dukung ultimit

$$Qu = Qb + Qs \\ = (2261,95 + 101,42) \text{ kN} \\ = 2363,37 \text{ kN}$$

b. Metode Meyerhoff

1). Untuk tiang bor berdiameter 80 cm

a). Tahanan ujung persatuan luas (fb)

$$fb = \omega 1 \cdot \omega 2 \cdot qca$$

$$qca = \frac{(18+20+24+21+25+56+68+77+91+109+118)}{10}$$

$$qca = 62,70 \text{ kg/cm}^2 \\ = 6270 \text{ kN/m}^2$$

Karena  $d = 0,8 \text{ m} > 0,5 \text{ m}$ , maka nilai  $\omega 1$  dapat dihitung:

$$\omega 1 = [(d + 0,5) / 2d]n$$

$$\omega 1 = [(0,8 + 0,5) / 2(0,6)]1$$

$$\omega 1 = 0,81$$

dan  $L > 10 d$ , nilai  $\omega 2$

$$fb = \omega 1 \cdot \omega 2 \cdot qca \\ = 0,81 \times 1 \times 6270 \text{ kN/m}^2 \\ = 5094,375 \text{ kN/m}^2 \text{ (kPa)}$$

Untuk tiang bor diambil, nilai fb sebesar 70%

$$Fb = 70 \% \times 5094,375 \text{ kN/m}^2 \\ = 3566,06 \text{ kN/m}^2$$

b). Tahanan ujung

$$Qb = Ab \cdot fb \\ = \frac{1}{4} \pi (0,8)^2 \times 3566,06 \text{ kN/m}^2 \\ = 0,1256 \text{ m}^2 \times 3566,06 \text{ kN/m}^2 \\ = 1792,50 \text{ kN}$$

c). Tahanan gesek

$$fs = kc \cdot qc, \text{ nilai } kc = 0,005$$

$$fs1 = 0,005 \times 9 \\ = 0,05 \text{ kg/cm}^2 \\ = 4,5 \text{ kPa} \\ fs2 = 0,005 \times 13,8$$

$= 0,07 \text{ kg/cm}^2$	5	5	Lanau	Sedang
$= 6,9 \text{ kPa}$			Lempung	
$f_{s3} = 0,005 \times 18,26$	7	2	Lanau	Sangat
$= 0,09 \text{ kg/cm}^2$			Lempung	Lunak
$= 9,13 \text{ kPa}$	9	2	Pasir	Sangat
$Q_s = \sum A_s \cdot f_s$			Berlumpur	Lunak
$= \{ \pi \times 0,8 \times (5-0) \times 4,5 \} + \{ \pi \times 0,8 \times$	11	3	Pasir	Lunak
$(9-5) \times 13,8 \} + \{ \pi \times 0,8 \times (18,60-9) \times$			Berlumpur	
$9,13 \}$	13	5	Lanau	Sedang
$= 346,24 \text{ kN}$			Lempung	
d). Kuat dukung ultimit	15	16	Lanau	Sangat
$Q_u = Q_b + Q_s$			Lempung	Kaku
$= (1792,50 + 346,24) \text{ kN}$	17	27	Lanau	Sangat
$= 2138,74 \text{ kN}$			Lempung	Kaku

**Tabel 1**  
**Perbandingan hasil perhitungan dengan metode Schemertman & Nottingham dan Meyerhof**

Hasil	Schemertman & Nottingham	Meyerhof
Tahanan Ujung (Q <sub>b</sub> )	2261,95	1792,50
Tahanan Gesek (Q <sub>s</sub> )	101,42	346,24
Kuat Dukung Ultimit (Q <sub>u</sub> )	2363,37	2138,74

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa, nilai kuat dukung ultimit dari metode Schemertman & Nottingham lebih besar dibandingkan dengan metode Meyerhoff, hal ini dapat terjadi karena ada beberapa faktor pada perhitungan yang berbeda, seperti pada metode Schemertman & Nottingham menggunakan nilai faktor  $\omega = 1$  karena jenis tanah berpasir, sedangkan untuk metode Meyerhof tahanan ujung satuan diambil hanya 70% dari hasil tahanan ujung tiang satuan karena menggunakan jenis tiang bor.

### 3.2 Menghitung Kapasitas Kuat Dukung Bored pile dari Data N-SPT

**Tabel 2**  
**Data Pengujian Standard Penetration Test (SPT)**

Kedalaman (m)	N-SPT	Jenis Lapisan Tanah	Konsistensi Tanah
1	6	Lanau Lempung	Sedang
3	8	Lanau Lempung	Sedang

53	26	Lanau Lempung	Sangat Kaku	$=0,18 \text{ Tsf}$ $=0,18.105,6$ $=18,48 \text{ kN/m}^2$
55	40	Lanau Lempung	Keras	Kontrol terhadap batasan tahanan gesek satuan maksimum ( $F_s \leq 107 \text{ kN/m}^2$ )
57	25	Lanau Lempung	Sangat Kaku	$F_{s1} = 18,48 \text{ kN/m}^2 \leq 107 \text{ kN/m}^2$ $Q_{s1} = A_{s1}.F_{s1}$
59	24	Lanau Lempung	Sangat Kaku	$=7,54.18,48$ $=139,34 \text{ kN}$
61	50	Pasir Berlumpur	Keras	2. Lapisan pasir sedang pada kedalaman (3,00-17,00) m
63	50	Pasir Berlumpur	Keras	$A_{s2} = \pi d t$ $= \pi 0,8 14$ $= 35,19 \text{ m}^2$
65	47	Pasir Berlumpur	Keras	$N \text{ rata} = (8+5+2+2+3+5+16+27)/8$ $= 8,5$
67	50	Pasir Berlumpur	Keras	$N_{60} = 1/0,6.Ef.Cb.Cs.Cr.N \text{ rata-rata}$ $= 1/0,6.0,6.1.1.0,85.8,5$ $= 7,23$
69	49	Pasir Berlumpur	Keras	$F_{s2} = 7,23/34$ $= 0,21 \text{ Tsf}$ $= 0,21.105,6$ $= 22,44 \text{ kN/m}^2$
71	43	Lanau Lempung	Keras	Kontrol terhadap batasan tahanan gesek satuan maksimum ( $F_s \leq 107 \text{ kN/m}^2$ )
73	50	Lanau Lempung	Keras	$F_{s2} = 22,44 \text{ kN/m}^2 \leq 107 \text{ kN/m}^2$
75	41	Lanau Lempung	Keras	$Q_{s2} = A_{s2}.F_{s2}$ $= 35,19.22,44$ $= 789,57 \text{ kN}$
77	42	Lanau Lempung	Keras	
79	34	Lanau Lempung	Keras	
80	30	Lanau Lempung	Sangat Kaku	3. Lapisan pasir sedang pada kedalaman (17,00-21,00) m
Total		1313		$A_{s3} = \pi d t$ $= \pi 0,8 4$ $= 2,20 \text{ m}^2$
Rata-rata		32,02		$N \text{ rata} = (27+43+50+)/3$ $= 40$
(Sumber : data proyek)				$N_{60} = 1/0,6.Ef.Cb.Cs.Cr.N \text{ rata-rata}$ $= 1/0,6.0,6.1.1.0,85.40$ $= 34,00$
a. Metode Reese and Wright				$F_{s3} = 34,00/34$ $= 1,00 \text{ Tsf}$ $= 1,00.105,6$ $= 105,6 \text{ kN/m}^2$
1). Untuk tiang bor berdiameter 80 cm (0,8 m)				Kontrol terhadap batasan tahanan gesek satuan maksimum ( $F_s \leq 107 \text{ kN/m}^2$ )
a). Menghitung Tahanan Gesek Ultimit ( $Q_s$ )				$F_{s3} = 105,6 \text{ kN/m}^2 \leq 107 \text{ kN/m}^2$
1. Lapisan pasir halus (coklat) pada kedalaman (0-3) m				$Q_{s3} = A_{s3}.F_{s3}$ $= 2,20.105,6$ $= 232,23 \text{ kN}$
$A_{s1} = \pi d t$ $= \pi 0,8 3$ $= 7,54 \text{ m}^2$				
$N \text{ rata} = (6+8)/2$ $= 7$				
$N_{60} = 1/0,6.Ef.Cb.Cs.Cr.N \text{ rata-rata}$ $= 1/0,6.0,6.1.1.0,85.7$ $= 5,95$				
$F_{s1} = 5,95/34$				$Q_s = Q_{s1}+Q_{s2}+Q_{s3}$ $= 139,34+789,57+232,23$

$$=1161,13 \text{ kN}$$

2. Menghitung Tahanan Ujung Ultimit (Qb)  
Diameter (d) = 0,8 m

$$\begin{aligned} A_b &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \\ &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (0,8)^2 \\ &= 0,50 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

N<sub>rata</sub> = Nilai N pada ujung tiang  
(kedalaman = 21 m) = 50,  
sedangkan pada 2.d atau 2.0,8 m  
dibawahnya (kedalaman 22,6)= 50  
N<sub>rata</sub> = ( N ujung tiang bor + N pada 2d  
dibawahnya )/2

$$\begin{aligned} N_{rata} &= (50+50)/2 \\ &= 50 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{60} &= 1/0,6 \cdot E_f \cdot C_b \cdot C_s \cdot C_r \cdot N_{rata-rata} \\ &= 1/0,6 \cdot 0,6 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,85 \cdot 50 \\ &= 42,50 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_b &= \frac{2}{3} \cdot N_{60} \\ &= \frac{2}{3} \cdot 42,50 \\ &= 28,33 \text{ tsf} \\ &= 28,33 \cdot 105,6 \\ &= 2992 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Kontrol tahanan ujung satuan maksimum  
( $F_b \leq 10700 \text{ kN/m}^2$ )

$$\begin{aligned} F_b &= 2992 \text{ kN/m}^2 \leq 10700 \text{ kN/m}^2 \\ Q_b &= A_b \cdot F_b \\ &= 0,50 \cdot 2992 \\ &= 1503,94 \text{ kN} \end{aligned}$$

3. Menghitung kapasitas ultimit netto (Qu)

Diameter (d) = 0,8 m

Berat volume beton (beton) = 24 kN/m<sup>3</sup>

1. Menghitung berat tiang bor (wp)

$$\begin{aligned} W_p &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot L \cdot \text{beton} \\ &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (0,8)^2 \cdot 21 \cdot 24 \\ &= 253,34 \text{ kN} \end{aligned}$$

2. Menghitung daya dukung ultimit netto (Qu)

$$\begin{aligned} Q_u &= Q_s + Q_b - w_p \\ &= 1161,13 + 1503,94 - 253,34 \\ &= 2411,74 \text{ kN} \end{aligned}$$

- b. Metode Meyerhoff

- 1). Kuat dukung ultimit, diameter tiang d=80 cm (0,8 m)

- a). Daya dukung ujung *bored pile*

1. Luas selimut *bored pile*
- $$\begin{aligned} A_p &= \frac{1}{4} \pi d^2 \\ &= \frac{1}{4} \pi (0,8)^2 \\ &= 0,50 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

2. Daya dukung ujung *bored pile*

$$Q_p = 40 N_b A_p \left(\frac{L}{D}\right)$$

$$= 40 \cdot 32,02 \cdot 0,50 \cdot 2$$

$$= 1287,78 \text{ Ton}$$

- b). Daya tahanan gesek *bored pile*

1. Luas penampang *bored pile*

$$\begin{aligned} A_s &= \pi d t \\ &= \pi \cdot 0,8 \cdot 21 \\ &= 52,78 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

2. Tahanan gesek

$$\begin{aligned} Q_s &= 2 N_p L_i \\ &= 2 \cdot 15,18 \cdot 2,51 \cdot 21 \\ &= 1602,55 \text{ Ton} \end{aligned}$$

- c). Daya dukung ultimate *bored pile*

$$\begin{aligned} Q_{ult} &= (40 N_b A_p \frac{L}{D}) + 2 N_p L_i \\ &= 1287,78 + 1602,55 \\ &= 2890,33 \text{ Ton} \end{aligned}$$

**Tabel 3**

**Perbandingan hasil perhitungan dengan metode Reese and Wright dan Meyerhof**

Hasil	Reese and Wright	Meyerhof
Tahanan Ujung (Qb)	1503,94	1287,78
Tahanan Gesek (Qs)	1161,13	1602,55
Kuat Dukung Ultimit (Qu)	2411,74	2890,33

Dari tabel diatas, dapat dilihat nilai kuat dukung ultimit yang dihasilkan dengan metode Reese and Wright lebih kecil dibandingkan dengan metode Meyerhof. Hal tersebut dapat terjadi karena, pada proses perhitungannya dipengaruhi dari grafik, sehingga hasil tersebut dipengaruhi oleh ketelitian dalam membaca grafik. Serta jika diperbandingkan dari kedua metode tersebut terlihat bahwa perbedaan hasil kuat dukung ultimit tidak terlalu besar yaitu 0,8%.

**Tabel 4**

**Perbandingan nilai kuat dukung bored pile (Qu) dengan metode Meyerhof berdasarkan data sondir dan N-SPT**

Hasil	Nilai kuat dukung ultimit Qu (Kn)
Sondir	2138,74
Standard Penetration Test	2890,33

Dari ukuran diameter bored pile 0,8 m dengan memakai perhitungan metode meyerhof

terhadap dua data yang berbeda, dapat dilihat dari tabel tersebut nilai dari data sondir lebih kecil, sehingga data sondir lebih baik dibandingkan dengan data N-SPT.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan perencanaan pondasi *bored pile* pada proyek pembangunan apartemen Pakuwon Bekasi *Mixed Use Development*, maka dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu hasil analisis kuat dukung pondasi *bored pile* dengan menggunakan metode Schemertmaan & Nottingham, Reese and Wright dan Meyerhof menunjukkan nilai yang berbeda pada masing-masing metode yang dapat disebabkan oleh beberapa faktor baik lapangan maupun faktor secara teori, serta perbandingan nilai kuat dukung *bored pile* dengan menggunakan metode Meyerhof dapat dilihat bahwa nilai kuat dukung menggunakan data sondir yaitu 2138,74 kN lebih kecil, dibandingkan dengan hasil kuat dukung menggunakan data N-SPT yaitu 2890,33 kN. Sehingga dapat disimpulkan bahwa, dengan metode Meyerhof menggunakan data sondir memberikan hasil yang paling ekonomis dibandingkan metode yang lain, sesuai dengan teori bahwa dalam pelaksanaan tes sondir tidak memerlukan waktu yang lama, pelaksanaannya sederhana, ekonomis serta hasil dari pengujian dapat dipercaya saat dilapangan dengan pengukuran terus menerus dari permukaan tanah-tanah dasar.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Afifa, R.N. (2021) "Analisa Daya Dukung Bore Pile Pada Pembangunan Jembatan Kereta Api Antara Araskabu-Tebing Tinggi dan Lintas Tebing Tinggi-Siantar."
- Basoka, I.W.A. (2020) "Perbandingan Daya Dukung Tiang Pancang Berdasarkan Pengujian Cone Penetration Test (Cpt) Dan Standard Penetration Test (Spt) Pada Tanah Berpasir," *UKaRsT*, 4(1), p. 109. Available at: <https://doi.org/10.30737/ukarst.v4i1.793>.
- Hakim, F. Al (2021) "Analisis Daya Dukung Pondasi Bore Pile Berdasarkan Data Sondir Pada Proyek Pembangunan Instalasi Ibu Kota Kecamatan (Ikk) Perusahaan Daerah Air Minum (Pdam) Kabupaten Tanah LautSkripsi. Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari."
- Harsanto, C., Manoppo, F.J. and Sumampouw, J.R. (2015) "ANALISIS DAYA DUKUNG TIANG BOR ( BORED PILE ) PADA STRUKTUR PYLON JEMBATAN SOEKARNO DENGAN PLAXIS 3D," 5(2), pp. 345–350.
- Junaid, A. (2021) "Perbaikan dan Perkuatan Fondasi Tiang Bor pada Bangunan Gedung Perkuliahan dengan Penambahan Tiang Pancang Bulat," *Bulletin of Civil Engineering*, 1(2), pp. 55–60. Available at: <https://doi.org/10.18196/bce.v1i2.12483>.
- Kusharta, F.P. and Salimah, A. (2022) "Perencanaan Daya Dukung Bored Pile Proyek Rusunami Tod Pondok Cina, Depok," *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*, 5(2), p. 126. Available at: <https://doi.org/10.20961/jrrs.v5i2.44612>.
- Lhokseumawe, P.N. et al. (2020) "Tugas Akhir Tugas Akhir," *Jurnal Ekonomi Volume 18, Nomor 1 Maret201*, 2(1), pp. 41–49.
- Pratama, P., Pasaribu, B. and Simbolon HT, R. (2022) "Perhitungan Daya Dukung Rencana Pondasi Bore Pile Pada Perencanaan Pembangunan Kantor Balai/Pos Pelayanan Penegakan Hukum Di Jl Sisingamangaraja Medan Berdasarkan Sondir, SPT Dan Boring," *Jurnal Teknik Sipil (JTSIP) : Vol. 1 No. 1 Juni 2022*, 1(1), pp. 21–27.
- Rahman, A.A. et al. (2022) "Korelasi Nilai Daya Dukung Ultimit Tiang Bor Hasil Analisis Dengan Hasil Pengujian Pda Test (Studi Kasus: Pembangunan Jalan Tol Bogor Ring Road Seksi Iii a Ruas Simpang Yasmin - Simpang Salabenda)," *Jurnal Komposit*, 4(2), p. 43. Available at: <https://doi.org/10.32832/komposit.v4i2.3468>.
- Ramadhan, S.A., Lastiasih, Y. and Mochtar, E. (2020) "Perencanaan Bored Pile dengan dan Tanpa," X.
- Setiyo, D., Suhendra, S. and Nuklirullah, M. (2019) "Analisa Daya Dukung Tanah untuk Pondasi Tiang Pancang pada Rencana Pembangunan Komplek Pendidikan Islam Al Azhar 57 Jambi," *Jurnal Civronlit Unbari*, 4(2), p. 80. Available at: <https://doi.org/10.33087/civronlit.v4i2.54>.
- Sipil, J.T. et al. (2021) "Pondasi Bored Pile Dievaluasi Dengan Pile Driving Analizer ( Pda ) Pada Proyek Jalan Tol Cibitung-Cilincing Seksi I ( Studi kasus : Titik Abutmen A1 Flyover-Kalimalang )," (05).
- Tanjung, D., Sarifah, J. and Salman Rumi, K.



- (2019) “Analisis Daya Dukung Pondasi Bored Pile Tunggal Pada Proyek Underpass Katamso Jalan Jenderal Besar a. H. Nasution Medan-Sumatera Utara,” *Cetak) Buletin Utama Teknik*, 15(1), pp. 1410–4520.
- Ully Nurul Fadilah, H.T. (2018) “Analisa Daya Dukung Pondasi Bored Pile Berdasarkan Data N-Spt Menurut Rumus Reese&Wright Dan Penurunan,” *IKRA-ITH TekNologi*, 2(3), pp. 7–13.
- Zain, R., Azizi, A. and Salim, M.A. (2021) *Analisis Daya Dukung Dan Penurunan Pondasi Tiang Bor Pada Proyek Pembangunan Gedung K Universitas Muhammadiyah Purwokerto Analysis Of Bearing Capacity And Settlement Of Bore Pile Foundations In K Building Project University Of Muhammadiyah Purwokerto, Hal.* Available at: <http://jurnalnasional.ump.ac.id?index.php/civeng>.