

ANALISIS DAYA DUKUNG PONDASI *BORED PILE* DIAMETER 0,8 M PADA PROYEK GEDUNG MENARA BRI JALAN PUTRI HIJAU, MEDAN

Fikkry Surya Darmawan¹⁾, Kartika Indah Sari²⁾

¹⁾Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Harapan Medan

²⁾Dosen Teknik Sipil Universitas Harapan Medan
dfikkrysurya@gmail.com

Abstrak

Pondasi Bored Pile merupakan salah satu elemen terpenting dalam konstruksi yang berperan mendistribusikan beban berat bangunan yang terkonsentrasi pada kolom ke area lapisan tanah yang lebih keras untuk mencapai stabilitas struktural. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung dan membandingkan daya dukung Bored Pile dari data SPT menggunakan metode Reese and Wright, data CPT menggunakan metode Meyerhof, penurunan tiang tunggal menggunakan metode Poulos and Davis serta penurunan yang diizinkan dan menghitung penurunan tiang kelompok yang terjadi. Berdasarkan data SPT menggunakan metode Reese and Wright, daya dukung ultimate pada pile P219 kedalaman 26,9 m sebesar 699,599 ton, P235 kedalaman 21,5 m sebesar 413,559 ton dan P317 kedalaman 22 m sebesar 413,559 ton. Berdasarkan data CPT menggunakan metode Meyerhof, didapat daya dukung ultimate pada data S-01 sebesar 1519,1517 ton di kedalaman 13,20 m dan pada data S-02 sebesar 372,5296 ton di kedalaman 13,20 m. Penurunan tiang tunggal yang terjadi pada P219 sebesar 3,3976 mm, P235 sebesar 6,5188 mm dan P317 sebesar 5,8842 mm. Penurunan yang diizinkan sebesar 80 mm. Penurunan tiang kelompok pada PC22 sebesar 1,98 mm, PC12 sebesar 9,23 mm dan PC3 sebesar 23,29 mm. Dimensi ukuran Pile Cap diperbesar untuk meningkatkan efisiensi pada kelompok tiang agar memperkecil penurunan tiang kelompok yang terjadi.

Kata-Kata Kunci : Pondasi, Daya Dukung Bored Pile, SPT, CPT, Penurunan Tiang.

I. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Pondasi merupakan salah satu elemen terpenting dalam konstruksi yang terletak pada dasar bangunan. Pondasi berperan mendistribusikan beban berat bangunan yang terkonsentrasi pada kolom ke area lapisan tanah yang lebih keras untuk mencapai stabilitas struktural.

Pondasi sebagai bangunan bawah secara umum dibagi menjadi 2 (dua) jenis, yaitu pondasi dalam (*deep foundation*) dan pondasi dangkal (*shallow foundation*). Jika perbandingan kedalaman (D) pondasi terhadap diameternya (B) lebih besar dari 10 ($D/B > 10$), maka disebut pondasi dalam. Jika perbandingan kedalaman pondasi (D) dengan diameternya (B) kurang dari 4 ($D/B < 4$), maka pondasi tersebut dangkal [1].

Penentuan jenis pondasi yang akan digunakan harus disesuaikan dengan kondisi tanah dan beban yang direncanakan di sekitar bangunan. Untuk beban yang besar, perencana sering kali memilih untuk menggunakan pondasi dalam. Untuk konstruksi dengan beban ringan dan kondisi tanah yang baik, pondasi dangkal adalah pilihan yang tepat.

Oleh karena itu, penggunaan pondasi dalam lebih rumit dari pada pondasi dangkal. Maka penulis disini mencoba memfokuskan tulisan ini pada perencanaan pondasi dalam yaitu pondasi *Bored Pile*. Pondasi tiang bor adalah pondasi yang pondasinya dibor terlebih dahulu, kemudian diisi dengan tulangan, kemudian dicor. Daya dukung

tiang bor diperoleh dari daya dukung ujung tiang (*end bearing capacity*) yang diperoleh dari tekanan di ujung tiang, dan daya dukung geser atau selimut (*friction bearing capacity*) diperoleh dari daya dukung geser lekat atau *adhesi* antara tiang bor dengan tanah di sekitarnya.

Bored Pile berinteraksi dengan tanah untuk menciptakan daya dukung beban yang dapat membawa beban dan memberikan keamanan pada bangunan di atasnya. Untuk menghasilkan daya dukung yang akurat, *survey* tanah yang akurat juga diperlukan. Ada dua metode untuk menentukan daya dukung pondasi tiang bor, yaitu metode statis dan metode dinamis. Dalam tulisan ini, penulis fokus pada penyelidikan tanah dengan menggunakan metode statis, yaitu penyelidikan *Cone Penetration Test* (CPT) atau survei sondir dan *Standart Penetration Test* (SPT). Penyelidikan sondir atau CPT bertujuan untuk mengetahui perlawanan penetrasi konus dan hambatan lekat tanah yang merupakan indikasi dari kekuatan daya dukung lapisan tanah dengan menggunakan rumus empiris. Sedangkan tujuan penyelidikan SPT adalah untuk mendapatkan gambaran lapisan tanah menurut jenis dan warna tanah melalui pengamatan visual, sifat tanah dan sifat tanah.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penulisan Skripsi ini adalah

1. Menghitung daya dukung pondasi *Bored Pile* tunggal secara analitis dari data SPT (*Standart*

Penetration Test) dan CPT (Cone Penetration Test).

2. Membandingkan daya dukung pondasi *Bored Pile* dari data SPT menggunakan metode *Reese and Wright* sedangkan data sondir menggunakan metode *Meyerhof*.
3. Menghitung penurunan tiang tunggal menggunakan metode *Poulos and Davis*, penurunan yang diizinkan serta penurunan tiang kelompok yang terjadi pada pondasi *Bored Pile*.

II. METODE PENELITIAN

2.1 Data Teknis *Bored Pile*

Data ini diperoleh dari pihak kontraktor dengan data sebagai berikut :

1. Panjang *Bored Pile* : P219= 26,9m
P235 = 21,5m
P317 = 22 m
2. Diameter *Bored Pile* : 0,8 m
3. Jumlah *Bored Pile* : 324 *Pile*
4. Mutu Beton *Bored Pile* : 25 Mpa
: 301,21 kg/cm²

2.2 Metode Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini dilakukan beberapa cara untuk dapat mengumpulkan data yang mendukung tulisan ini sehingga dapat diselesaikan dengan baik. Beberapa cara yang dilakukan antara lain :

1. Metode Observasi

Untuk memperoleh data yang berhubungan dengan data teknis pondasi *Bored Pile* yang diperoleh dari hasil *survey* langsung ke lokasi proyek.

2. Pengambilan Data

Pengambilan data yang diperlukan dalam penelitian ini diperoleh dari PT. Adhi Karya Persero. Tbk berupa data hasil sondir, data SPT, denah pengujian tanah dan *detail bored pile*.

3. Melakukan Studi Perpustakaan

Membaca buku-buku yang berhubungan dengan masalah yang ditinjau untuk penelitian ini.

2.3 Metode Analisis

2.3.1 Kapasitas Daya Dukung Pondasi *Bored Pile* Dari Hasil SPT

Untuk mencari Daya Dukung Pondasi *Bored Pile* Tunggal berdasarkan hasil SPT (*Standart Penetration Test*) dapat dihitung menggunakan Metode *Reese and Wright* (1977).

- a. Daya Dukung Ujung Pondasi *Bored Pile* (*end bearing*)

$$Q_p = A_p \cdot q_p \quad (1)$$

Dimana :

$$A_p = \text{Luas Penampang Bored Pile (m}^2\text{)}$$

$$q_p = \text{Tahanan Ujung Per Satuan Luas (ton/m}^2\text{)}$$

$$Q_p = \text{Daya Dukung Ultimate Ujung Tiang (ton)}$$

Untuk Tanah Kohesif :

$$q_p = 9 \cdot C_u \quad (2)$$

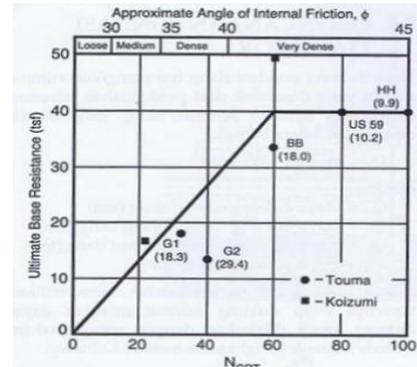
Dimana :

$$C_u = \text{Kohesi Tanah (ton/m}^2\text{)}$$

$$= \frac{2}{3} \cdot NSPT \cdot 10 \quad (3)$$

Untuk Tanah *Non Kohesif* :

Reese and Wright (1977) mengusulkan korelasi antara q_p dan N-SPT Seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Daya Dukung Batas *Bored Pile* Pada Tanah Pasir

(Sumber : *Reese and Wright*, 1977)

Dimana :

Untuk $N < 60$ maka $q_p = 7 N$ (t/m^2) < 400 (t/m^2)

Untuk $N > 60$ maka $q_p = 400$ (t/m^2)

N adalah nilai rata-rata SPT

- b. Daya Dukung Selimut *Bored Pile* (*skin friction*)

$$Q_s = f_s \cdot L \cdot P \quad (4)$$

Dimana :

f_s = Tahanan Satuan *Skin Friction* (t/m^2)

L = Panjang Tiang (m)

P = Keliling Penampang Tiang (m)

Q_s = Daya Dukung Selimut Tiang (ton)

Pada Tanah Kohesif :

$$f_s = \alpha \cdot C_u \quad (5)$$

Dimana :

α = Faktor Adhesi

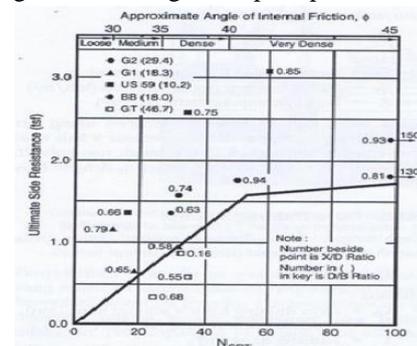
Berdasarkan penelitian *Reese and Wright* (1977) $\alpha = 0,55$

C_u = Kohesi Tanah (ton/m^2)

Pada Tanah *Non Kohesif* :

Untuk $N < 53$ maka $f_s = 0,32 N$ (ton/m^2)

Untuk $53 < N < 100$ maka f diperoleh dari korelasi langsung dengan NSPT (*Reese & Wright*) mengenai tahanan geser seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Tahanan Geser Selimut *Bored Pile* Pasiran

(Sumber : *Reese and Wright*, 1977)

2.3.2 Kapasitas Daya Dukung Pondasi Bored Pile Dari Hasil CPT

Metode *meyerhof* dapat digunakan untuk mencari daya dukung tiang bor berdasarkan data hasil pengujian sondir.

- a. Daya Dukung *Ultimate* pondasi tiang dinyatakan dengan rumus :

$$Q_{ult} = (q_c \times A_p) + (JHL \times K) \quad (6)$$

Dimana :

Q_{ult} = Kapasitas daya dukung tiang tunggal (kg)

q_c = Tahanan Ujung Sondir (kg/cm^2)

A_p = Luas Penampang Tiang (cm^2)

JHL = Jumlah Hambatan Lekat (kg/cm)

K = Keliling Tiang (cm)

- b. Daya Dukung Ijin pondasi dinyatakan dengan rumus :

$$Q_{ijin} = \frac{q_c \cdot A_p}{3} + \frac{JHL \cdot K}{5} \quad (7)$$

Dimana :

Q_{ijin} = Kapasitas Daya Dukung Ijin Pondasi (kg)

q_c = Tahanan Ujung Sondir (kg/cm^2)

A_p = Luas Penampang Tiang (cm^2)

JHL = Jumlah Hambatan Lekat (kg/cm)

K = Keliling Tiang (cm)

2.3.3 Penurunan Tiang Tunggal

Menurut *Poulos and Davis* (1980), penurunan jangka panjang untuk pondasi tunggal tidak perlu di tinjau karena penurunan tiang akibat konsolidasi dari tanah relatif kecil. Hal ini disebabkan karena pondasi tiang direncanakan terhadap dukung ujung dan kuat dukung friksinya atau penjumlahan dari keduanya.

Perkiraan penurunan tiang tunggal dapat di hitung berdasarkan :

1. Untuk tiang apung atau friksi

$$s = \frac{Q \cdot l}{E_s \cdot D} \quad (8)$$

Dimana :

$$I = I_0 \cdot R_k \cdot R_h \cdot R_\mu \quad (9)$$

2. Untuk tiang dukung ujung

$$s = \frac{Q \cdot l}{E_s \cdot D} \quad (10)$$

Dimana :

$$I = I_0 \cdot R_k \cdot R_b \cdot R_\mu \quad (11)$$

Keterangan :

S = Besar Penurunan Yang Terjadi (cm)

Q = Besar Beban Yang Bekerja (kg)

D = Diameter Tiang (cm)

E_s = Modulus Elastisitas Bahan Tiang (MPa)

I_0 = Faktor Pengaruh Penurunan Yang Tidak Mudah Mampat Dalam Massa Semi Tak Terhingga.

R_k = Faktor Koreksi Kemudahan Mampatan Tiang Untuk $u = 0,3$

R_h = Faktor Koreksi Untuk Ketebalan Lapisan Yang Terletak Pada Tanah Keras

R_μ = Faktor Koreksi Angka *Poisson*

R_b = Faktor Koreksi Kekakuan Pendukung

h = Kedalaman (cm)

K adalah suatu ukuran *compressibilitas relative* dari tiang dan tanah yang dinyatakan oleh persamaan:

$$K = \frac{E_p \cdot R_A}{E_s} \quad (12)$$

Dimana :

$$R_A = \frac{A_p}{\frac{1}{4}\pi d^2} \quad (13)$$

Keterangan :

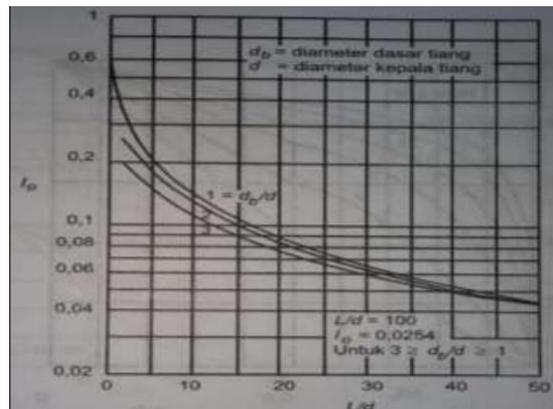
K = Faktor Kekakuan Tiang

E_p = Modulus Elastisitas Dari Bahan Tiang (MPa)

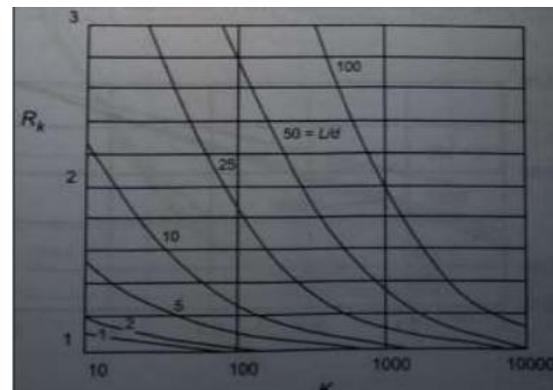
E_s = Modulus Elastisitas Tanah Di sekitar Tiang (MPa)

E_b = Modulus Elastisitas Tanah Di Dasar Tiang (MPa)

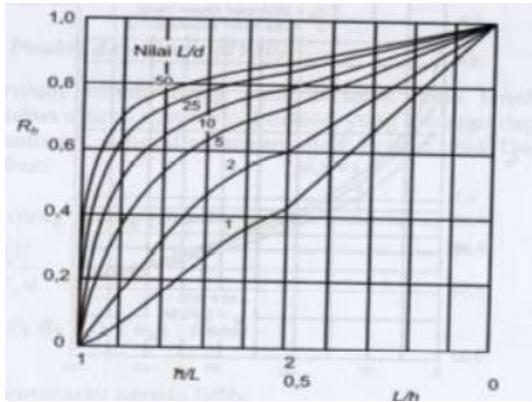
Terzagi menyarankan nilai $u = 0,3$ untuk tanah pasir, $u = 0,4$ sampai $0,43$ untuk tanah lempung. Umumnya banyak digunakan $u = 0,3$ sampai $0,35$ untuk tanah pasir dan $u = 0,4$ sampai $0,5$ untuk tanah lempung. Sedangkan I_0 , R_k , R_h , R_μ , dan R_b dapat dilihat pada Gambar 2.13, 2.14, 2.15, 2.16 dan 2.17.



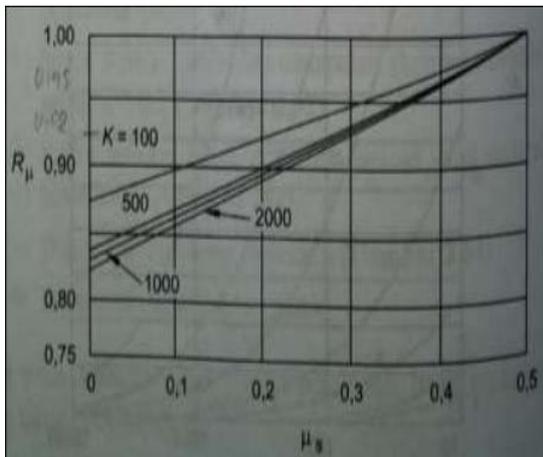
Gambar 3. Faktor Koreksi Penurunan I_0
(Sumber : Poulos and Davis, 1980)



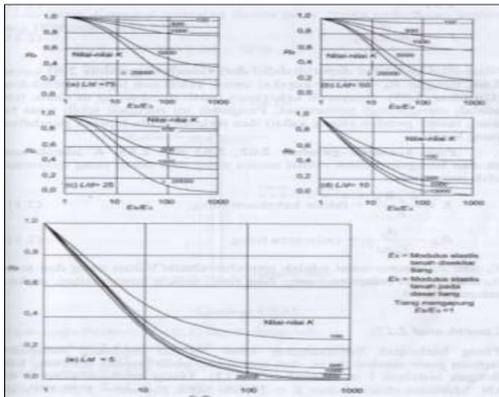
Gambar 4. Faktor Reduksi Kompresi R_k
(Sumber : Poulos and Davis, 1980)



Gambar 5. Faktor Koreksi Kedalaman R_n
(Sumber : Poulos and Davis, 1980)



Gambar 6. Faktor Koreksi Angka Poisson R_μ
(Sumber : Poulos and Davis, 1980)



Gambar 7. Faktor Koreksi Kekakuan Pendukung R_k
(Sumber : Poulos and Davis, 1980)

Berbagai metode tersedia untuk menentukan nilai modulus elastisitas tanah (E_s), antara lain dengan percobaan langsung di tempat yaitu dengan menggunakan data hasil pengujian kerucut statis (sondir). Karena nilai laboratorium dari E_s tidak baik dan mahal untuk mendapatkannya (Bowles, 1977). Bowles memberikan persamaan yang dihasilkan dari pengumpulan data pengujian kerucut statis (sondir), sebagai berikut :

$E_s = 3 \cdot q_c$ (Untuk Pasir)
 $E_s = 2 \text{ sampai } 8 \cdot q_c$ (Untuk lempung)
 $q_c = 4 \cdot N$ (Dimana N diperoleh dari uji SPT)
 q_c (side) = Perlawanan konus rata-rata pada masing-masing lapisan sepanjang tiang

2.3.4 Penurunan Tiang Kelompok

Dalam Perhitungan tiang, kapasitas izin tiang sering lebih didasarkan pada persyaratan penurunan. Penurunan tiang terutama tergantung pada rasio tahanan ujung dengan beban tiang. Penurunan sangat kecil bila beban yang dipikul tiang kurang dari atau sama dengan tahanan ujung tiang. Rumus penurunan kelompok tiang sebagai berikut :

$$S_g = \frac{q \cdot B_g \cdot l}{2 \cdot q_c} \tag{14}$$

Dimana :

$$q = \frac{Q}{l_g B_g}$$

$$I = \text{Faktor Pengaruh} = 1 - \frac{L}{8B_g} \geq 0,5$$

L_g dan B_g = Lebar *poor* tiang kelompok (cm)

q_c = Kapasitas tahanan ujung tiang (kg/cm^2)

2.3.5 Penurunan Yang Diizinkan

Penurunan yang diizinkan dari suatu bangunan tergantung pada beberapa faktor. Faktor-faktor tersebut meliputi jenis bangunan, tinggi, kekakuan, dan fungsi, serta besar dan kecepatan penurunan serta sebarannya. Semakin lambat penurunan, maka semakin besar kemungkinan struktur untuk beradaptasi terhadap penurunan yang terjadi tanpa merusak strukturnya oleh pengaruh rangkak (*creep*). Oleh karena itu, kriteria penurunan pondasi pada tanah berpasir dan pada tanah lempung berbeda.

Secara umum dimungkinkan untuk membangun hubungan antara penurunan yang diijinkan dan penurunan maksimum, karena penurunan maksimum dapat diprediksi dengan akurasi yang cukup. Kondisi rasio penurunan yang aman adalah sebagai berikut :

$$S_{\text{total}} \leq S_{\text{izin}} \tag{15}$$

$$S_{\text{izin}} = 10\% \cdot D$$

D = Diameter tiang (m)

III. Hasil Dan Pembahasan

3.1 Hasil perhitungan Daya Dukung Ultimit pondasi Bored Pile Diameter 0,8 m antara lain :

A. Berdasarkan Data SPT menggunakan Metode *Reese and Wright* adalah sebagai berikut :

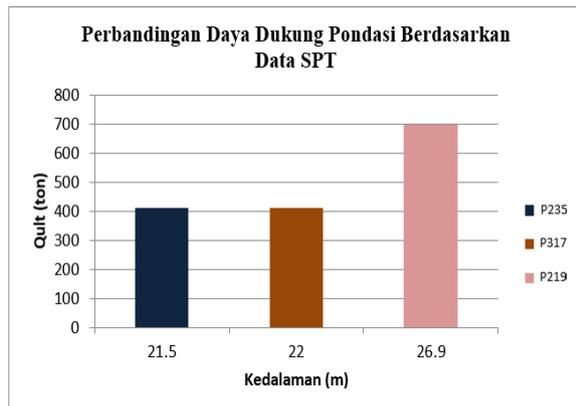
No	Nama Pile	Kedalaman (m)	Q_{ult} (ton)
1	P219	26,9	699,599
2	P235	21,5	413,559
3	P317	22	413,559

B. Berdasarkan Data CPT menggunakan Metode Meyerhof adalah sebagai berikut :

No	Data CPT	Kedalaman (m)	Q _{ult} (ton)
1	Data S-01	13,20	1519,1517
2	Data S-05	13,20	372,5296

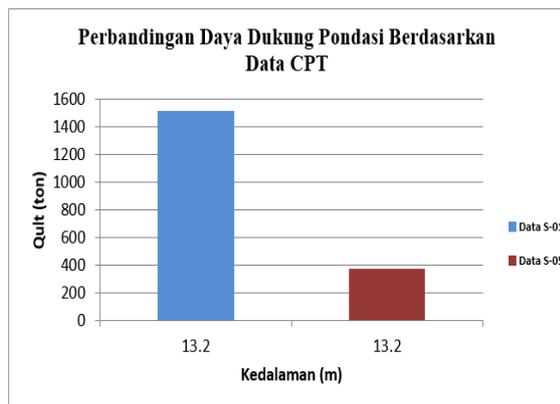
3.2 Hasil Perbandingan Daya Dukung pondasi Bored Pile dapat dilihat pada grafik berikut :

A. Perbandingan Daya Dukung Pondasi Berdasarkan Data SPT



Gambar 8. Perbandingan daya dukung pondasi berdasarkan data SPT

B. Perbandingan Daya Dukung Pondasi Berdasarkan Data CPT



Gambar 9. Perbandingan daya dukung pondasi berdasarkan data CPT

3.3 Hasil Penurunan Tiang Tunggal yang diperoleh berdasarkan Metode Poulos and Davis antara lain :

No	Titik	Kedalaman (m)	Penurunan Total (mm)
1	P219	26,9	3,3976
2	P235	21,5	6,5188
3	P317	22	5,8842

3.4 Hasil Penurunan Tiang Kelompok yang diperoleh yaitu :

No	Nama	Penurunan Kelompok (mm)
1	PC22	1,98
2	PC12	9,23
3	PC3	23,29

IV. Kesimpulan

- Berdasarkan hasil perhitungan data SPT titik BH-01 dengan Metode Reese and Wright, pile P219 dengan kedalaman pile 26,9 m memiliki daya dukung ultimit yang paling besar yaitu sebesar 699,599 ton dengan jumlah NSPT sebesar 54. Sedangkan pile P235 dan P317 memiliki daya dukung ultimit yang sama sebesar 413,559 ton, karena kedua pile terletak pada lapisan tanah yang sama dan jumlah NSPT yang sama yaitu sebesar 26.
- Untuk hasil perhitungan pada data CPT dengan Metode Meyerhof, daya dukung ultimit pada Data S-01 di kedalaman 13,20 m sebesar 1519,1517 ton. Sedangkan pada Data S-05 di kedalaman 13,20 memiliki daya dukung ultimit sebesar 372,5296 ton.
- Berdasarkan hasil penurunan tiang tunggal dengan Metode Poulos and Davis. Penurunan total tiang tunggal yang terbesar terjadi pada titik P235 dengan penurunan sebesar 6,5188 mm. kemudian pada titik P219 dengan penurunan sebesar 5,8842 mm dan yang terkecil terjadi pada titik P219 dengan penurunan sebesar 3,3976 mm.
- Penurunan total tiang tunggal masih dalam keadaan aman karena besar penurunan yang terjadi masih lebih kecil dari pada besar penurunan izin ($S_{izin} = 80$)
- Penurunan tiang kelompok yang terbesar terjadi pada PC3 dengan penurunan sebesar 23,29 mm. Kemudian pada PC12 sebesar 9,23 mm dan penurunan tiang kelompok yang terkecil terjadi pada PC22 dengan penurunan sebesar 1,98 mm.

Daftar Pustaka

- [1.] Basah, K Suryolelono, 1994, *Teknik Fondasi Bagian II*, Nafiri, Yogyakarta.
- [2.] Das, Braja M. 1995. *Mekanika Tanah 1*. Erlangga. Jakarta
- [3.] Hardiyatmo, H. C. 2002. *Teknik Fondasi 1*. Edisi Kedua. Yogyakarta : Beta Offset.
- [4.] Malau, Ponji. G. P. 2020. *Perbandingan Analisa Besar Daya Dukung Pondasi Bored Pile Pada STA 29+800 Di Titik A Menggunakan Metode Elemen Hingga Terhadap Metode Analitik*. Jurnal Teknik Sipil. Universitas Sumatera Utara.

- [5.] Hardiyatmo, H. C. 2002. *Teknik Fondasi 2*. Edisi Kedua. Yogyakarta : Beta Offset.
- [6.] H.G Poulos dan E.H, Davis. 1980. *Pile Foundation Analysis and Design*. John Wiley and Sons. New york.
- [7.] Meyerhof, G.G. 1952. *The Ultimate Bearing Capacity Of Foundation. Geotechnique*. London. England. Vol. 2, 301-332.
- [8.] Reese, L. C dan Wright, S. J. 1977. *Drilled Shaft Design and Construction Guidelines*. United State.