

# ANALISA DAYA DUKUNG PONDASI DALAM PADA PROYEK PERENCANAAN TEKNIS MANAJEMEN PERSAMPAHAN DI KABUPATEN PADANG LAWAS UTARA PROVINSI SUMATRA UTARA (STUDI KASUS)

**Jupriah Sarifah, Bangun Pasaribu, Taufiq Hariri**

Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sumatera Utara

[jupriah.sarifah@gmail.com](mailto:jupriah.sarifah@gmail.com); [julputraardian07@gmail.com](mailto:julputraardian07@gmail.com); [Hariritaufiq12@gmail.com](mailto:Hariritaufiq12@gmail.com)

## Abstrak

*Pondasi adalah struktur bagian bawah dari konstruksi bangunan yang berhubungan langsung dengan tanah dan merupakan suatu pekerjaan yang sangat penting dalam pekerjaan teknik sipil, karena pondasi inilah yang akan memikul dan menahan suatu beban yang bekerja di atasnya. Dalam perencanaan pondasi perlu diperhitungkan besar beban yang diterima dan daya dukung tanah setempat. Setiap pondasi harus mampu mendukung beban sampai batas keamanan yang telah ditentukan, pada perencanaan kali ini pondasi ditujukan pada Proyek Perencanaan Teknis Manajemen Persampahan (PTMP) Kabupaten Padang Lawas Utara Provinsi Sumatera utara, untuk mengetahui besar daya dukung tiang yang dapat menahan beban tersebut, untuk memahami tentang pondasi. Pondasi yang digunakan pada proyek perencanaan Teknis Manajemen Persampahan (PTMP) ini adalah pondasi tapak dan pondasi tiang bor. Nilai daya dukung pondasi tiang bore pile, untuk dimana kapasitas daya dukung pondasi tiang dihitung berdasarkan data Standart Penetration Test (SPT). Berdasarkan hasil didapat menunjukkan bahwa daya dukung tiang bor pada kedalaman 12 meter untuk mengambil kondisi tanah yang seragam dengan daya dukung rata-rata sebesar 48,7189 ton. Daya dukung tiang kelompok didapat sebesar 193,511 ton. Serta didapat daya dukung tapak sebesar 20,531 ton, maka dikombinasikan pondasi tapak dan pondasi tiang bor di dapat 60,531 ton.*

**Kata Kunci :** *Daya Dukung Bore Pile, Standart Penetration Test (SPT).*

## I. PENDAHULUAN

Semua konstruksi bangunan sipil akan ditopang oleh tanah, termasuk gedung- gedung, jembatan, jalan dan berbagai bangunan air seperti bendungan dan saluran- saluran irigasi. Oleh karena itu kondisi tanah dasar sangat mempengaruhi kestabilan dan keamanan konstruksi bangunan di atasnya. Salah satu unsur bangunan yang langsung berhubungan dengan tanah dasar adalah pondasi. Pondasi adalah suatu konstruksi pada bagian dasar struktur bangunan yang berfungsi untuk meneruskan beban yang diakibatkan struktur pada bagian atas kepada lapisan tanah yang berada pada bagian bawah struktur tanpa mengakibatkan keruntuhan geser tanah. Tanah selalu mempunyai peranan yang penting pada suatu lokasi pekerjaan konstruksi. Mengingat hampir semua bangunan itu dibuat diatas atau dibawah permukaan tanah, maka harus dibuat pondasi yang dapat memikul beban bangunan itu atau gaya yang berkerja pada bangunan itu. Kondisi tanah dasar di suatu tempat berbeda- beda, maksudnya adalah kemungkinan jenis tanah pada kedalaman tertentu di suatu lokasi berbeda-beda atau juga kemungkinan kepadatan tanahnya berbeda- beda. Terlebih lagi apabila muka air tanah di lokasi tersebut dangkal, sehingga pada kedalaman tertentu tanah lempung tersebut selalu terendam air. Dengan adanya perbedaan kondisi tanah sebagaimana tersebut diatas maka akan sangat mempengaruhi daya dukung tanah dalam menerima beban sebagai akibat dari jenis

tanah dan kepadatan yang berbeda serta adanya perubahan kadar air tanah. Apabila pada tanah lempung tersebut direncanakan suatu bangunan dengan pondasi dalam, maka tipe pondasi seperti apakah yang memenuhi syarat untuk bangunan tersebut. (I Gusti Ngurah Putu Dharmayasa, 2014)

Berdasarkan latar belakang yang dikemukakan di atas, maka permasalahan dalam skripsi ini sebagai berikut:

1. Bagai mana kondisi tanah yang ada ( tanah asli )
2. Besar beban atau fungsi bangunan
3. Berapa besar kapasitas daya dukung tiang bor (*bored pile*) pada pondasi dalam yang berada pada tanah lempung pada proyek jasa konsultan Perencanaan Teknis Manajemen Persampahan ( PTMP ) menurut metode analitis.
4. Jenis – jenis Pondasi.
5. Bagian dari gaya vertikal pada pondasi yang berkerja.

### 1.2 Batasan Masalah

Pada pelaksanaan proyek jasa konsultan Perencanaan Teknis Manajemen Persampahan ( PTMP ), terdapat banyak permasalahan yang dapat ditinjau dan dibahas, maka didalam laporan ini sangatlah perlu kiranya diadakan suatu pembatasan masalah. Batasan yang ditinjau hanya terbatas pada perhitungan daya dukung dan penurunan

tanah pada proyek jasa konsultan Perencanaan Teknis Manajemen Persampahan ( PTMP ).

Permasalahan yang ditinjau hanya dibatasi pada :

1. Penurunan hanya ditinjau pada penurunan segera (*immediate settlement*).
2. Metode yang di gunakan Terzaghi, Meyerhof dan Aoki.
3. Jenis pondasi yang digunakan adalah pondasi bore pile.
4. Sekedar meninjau akibat gaya Vertikal.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penulisan Skripsi ini adalah : Untuk mengetahui daya dukung tiang dengan kondisi tanah yang seragam dan mengetahui besar daya dukung aksial tiang kelompok, serta Untuk mengetahui besarnya daya dukung kombinasi pondasi tiang bor (*bored pile*) dan pondasi tapak.

### 1.4 Metodologi Penelitian

Data yang dijadikan bahan acuan dalam pelaksanaan dan penyusunan laporan skripsi ini dapat diklasifikasikan dalam dua jenis data, yaitu :

#### 1. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh dari lokasi survey yang dapat langsung dipergunakan sebagai sumber dalam analisis data.

#### 2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data pendukung yang dipakai dalam proses pembuatan dan penyusunan laporan Skripsi ini. Data sekunder yang didapat dari instansi yang terkait baik dari sekitar lokasi kegiatan maupun di tempat lain yang menunjang dengan kegiatan tersebut. Data sekunder yang digunakan adalah Data Studi literatur. Untuk studi literatur ini diperhatikan supaya kegiatan yang akan dilaksanakan berdasarkan teori yang sudah ada dan bagaimana tata cara pemecahan masalah dari kegiatan tersebut. Langkah awal yang harus dilaksanakan adalah mengumpulkan data berupa buku catatan, buku hasil studi terdahulu sebagai referensi dalam pelaksanaannya.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Pondasi

Pondasi merupakan salah satu struktur bangunan yang terletak pada bagian paling bawah bangunan. Keberadaan pondasi tidak dapat di pisahkan dari struktur bangunan karena pondasi berfungsi untuk meneruskan gaya-gaya atau beban yang bekerja pada struktur atas ke tanah dasar yang cukup keras.

### 2.2 Tiang Bor

Sebuah tiang bor dikonstruksikan dengan cara penggalian sebuah lubang bor yang kemudian diisi dengan material beton dengan memberikan penulangan terlebih dahulu.

Daya dukung pondasi tiang bor mengikuti rumus umum yang diperoleh dari penjumlahan tahanan ujung dan tahanan selimut tiang

$$Q_u = Q_p + Q_s$$

Dimana:

$Q_u$  = Daya dukung ultimit tiang (ton).

$Q_p$  = Daya dukung ultimit ujung tiang (ton).

$Q_s$  = Daya dukung ultimit selimut tiang (ton)

### 2.3 Daya dukung

Menurut Hardiyatmo (1996), analisis daya dukung mempelajari kemampuan tanah dalam mendukung beban pondasi struktur yang terletak di atasnya. Daya dukung menyatakan tahanan geser tanah untuk melawan penurunan akibat pembebanan, yaitu tahanan geser yang dapat dikerahkan oleh tanah di sepanjang bidang-bidang gesernya.

Persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi dalam perancangan pondasi adalah:

1. Faktor aman terhadap keruntuhan akibat terlampauinya daya dukung harus dipenuhi. Dalam hitungan daya dukung, umumnya digunakan faktor aman 3.
2. Penurunan pondasi harus masih dalam batas-batas nilai yang ditoleransikan. Khususnya penurunan yang tak seragam (*differential settlement*) harus tidak mengakibatkan kerusakan pada struktur.

Untuk terjaminnya stabilitas jangka panjang, perhatian harus diberikan pada peletakan dasar pondasi. Pondasi harus diletakkan pada kedalaman yang cukup untuk menanggulangi risiko erosi permukaan, gerusan, kembang susut tanah, dan gangguan tanah di sekitar pondasi lainnya.

Analisis-analisis daya dukung dilakukan dengan cara pendekatan untuk memudahkan hitungan. Persamaan-persamaan yang dibuat, dikaitkan dengan sifat-sifat tanah dan bentuk bidang geser yang terjadi saat keruntuhan. Analisisnya dilakukan dengan menganggap bahwa tanah berkelakuan sebagai bahan bersifat plastis. Konsep ini pertama kali diperkenalkan oleh Prandtl (1921), yang kemudian dikembangkan oleh Terzaghi (1943), Meyerhoff (1955), De Beer dan Vesic (1958).

Data tanah sangat diperlukan dalam merencanakan kapasitas daya dukung (*bearing capacity*) dari tiang sebelum pembangunan dimulai.

Tahanan ujung ultimit tiang ( $Q_b$ ) dihitung dengan persamaan:

$$Q_b = A_b \cdot f_b$$

Tahanan gesek dinding tiang ( $Q_s$ ) dihitung dengan persamaan:

$$Q_s = A_s \cdot f_s$$

Kapasitas daya dukung ultimit tiang ( $Q_u$ ) adalah jumlah dari tahanan ujung ultimit tiang

(Qb) dan tahanan gesek dinding tiang (Qs) antara sisi tiang dan tanah di sekitarnya dinyatakan dalam persamaan berikut ini (Hardiyatmo, 2010):

$$Q_u = Q_b + Q_s = A_b \cdot f_b + A_s \cdot f_s$$

Qb = Tahanan ujung ultimit tiang

Qs = Tahanan gesek dinding tiang

A<sub>b</sub> = Luas ujung tiang bawah

A<sub>s</sub> = Luas selimut tiang

f<sub>b</sub> = Tahanan ujung satuan tiang

f<sub>s</sub> = Tahanan gesek satuan tiang

1. Berdasarkan Metode Meyerhoof:

Kapasitas dukung ultimit tiang dapat dihitung secara empiris dari nilai N hasil uji SPT.

a. Tahanan ujung tiang berdasarkan data pengujian SPT dihitung dengan persamaan Meyerhoff (Bowles, 1993), yaitu:

$$Q_b = 40 \cdot N_b \cdot A_b$$

Dimana:

N<sub>b</sub> = Nilai rata-rata statistik dari bilangan-bilangan SPT dalam daerah kira-kira 8B di atas sampai dengan 4B di bawah titik tiang.

A<sub>b</sub> = Luas penampang pile.

b. Tahanan gesek selimut tiang berdasarkan data pengujian SPT dihitung dengan persamaan Meyerhoff (Bowles, 1993), yaitu:

$$Q_s = f \cdot L \cdot p$$

Dimana:

f = 0,2 untuk bore pile

L = Panjang lapisan tanah (m)

P = Keliling tiang (m)

c. Perhitungan daya dukung pondasi tapak berdasarkan data pengujian SPT di hitung dengan persamaan Meyerhoff (Bowles, 1968), yaitu:

$$q_a = 20 \cdot N \cdot kd$$

Dimana :

$$kd = \left(1 + \frac{0,33 \cdot D}{B}\right)$$

B = Lebar pondasi (m)

D = Kedalaman pondasi (m)

2. Berdasarkan Metode Reese & Wright:

Kapasitas daya dukung pondasi tiang pada tanah pasir dan silt didasarkan pada data SPT, ditentukan dengan perumusan berikut :

a. Daya dukung ujung tiang (*and bearing*), (Reese & Wright, 1977)

$$Q_p = q_p \cdot A_p \quad (2.8)$$

Dimana:

A<sub>p</sub> = Luas penampang tiang bor (m<sup>2</sup>)

q<sub>p</sub> = Tahanan ujung per satuan luas, (ton/ m<sup>2</sup>)

Q<sub>p</sub> = Daya dukung ujung tiang (ton)

Untuk tanah kohesif:

$$q_p = 9 \cdot C_u \quad (2.9)$$

Untuk tanah non-kohesif:

$$\text{Untuk } N \leq 60 \text{ maka, } q_p = 7N \text{ (t/m}^2\text{)} < 400 \text{ (t/m}^2\text{)}$$

$$\text{Untuk } N > 60 \text{ maka, } q_p = 400 \text{ (t/m}^2\text{)}$$

$$A_p = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2$$

b. Daya dukung selimut (*skin friction*), (Reese & Wright, 1977)

$$Q_s = f \cdot L \cdot P$$

Dimana:

f = Tahanan satuan *skin friction*, (ton/m<sup>2</sup>)

L = Panjang lapisan tanah (m)

p = Keliling tiang (m)

Q<sub>s</sub> = Daya dukung selimut tiang (ton)

Pada tanah kohesif:

$$f = \alpha \cdot C_u$$

dimana:

α = faktor adhesi

(berdasarkan penelitian Reese & Wright (1977) α=0,55

C<sub>u</sub> = kohesi tanah (ton/m<sup>2</sup>)

Pada tanah non kohesif:

N < 53 maka,

$$f = 0,32 N \text{ (ton/m}^2\text{)}$$

$$53 < N \leq 100 \text{ maka, } f = \left(\frac{N-53}{450}\right) \times \left(\frac{1}{0,30482}\right)$$

$$C_u = \frac{2}{3} \cdot N_{SPT} \cdot 10.$$

## 2.4 Kapasitas Kelompok Tiang dan Efisiensi Bor Pile

Kapasitas kelompok tiang tidak selalu sama dengan jumlah kapasitas tiang tunggal yang berada dalam kelompoknya. Stabilitas kelompok tiang tergantung dari 2 hal, yaitu:

- Kapasitas dukung tanah di sekitar dan di bawah kelompok tiang dalam mendukung beban total struktur.
- Pengaruh penurunan konsolidasi tanah yang terletak di bawah kelompok tiang (Hardiyatmo, 2015).

Efisiensi Tiang Bore Pile

Efisiensi kelompok tiang didefinisikan sebagai:

$$\text{Eff} = \frac{\text{Daya dukung kelompok tiang}}{\text{Jumlah tiang} \times \text{daya dukung tiang tunggal}}$$

Eff = Efisiensi Tiang Kelompok

$$\text{Eff} = 1 - \theta$$

Dimana :

Eg = Efisiensi kelompok tiang

θ = Arc tan d/s m = Jumlah baris

n = Jumlah tiang dalam 1 baris

d = Diameter tiang

s = Jarak pusat ke pusat tiang

Kapasitas dukung ultimit kelompok tiang dengan memperhatikan faktor efisiensi tiang dinyatakan oleh persamaan:

$$Q_g = \text{Eff} \cdot n \cdot Q_u$$

Dimana:

Q<sub>g</sub> = Beban maksimum kelompok tiang yang mengakibatkan keruntuhan

Eff = Efisiensi kelompok tiang.

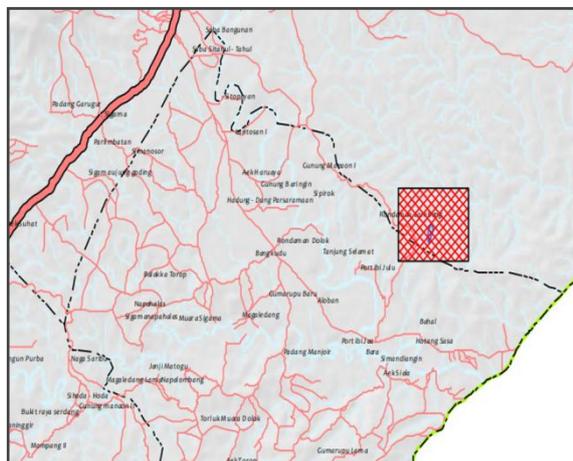
n = Jumlah tiang dalam kelompok.

Q<sub>u</sub> = Beban maksimum tiang tunggal.

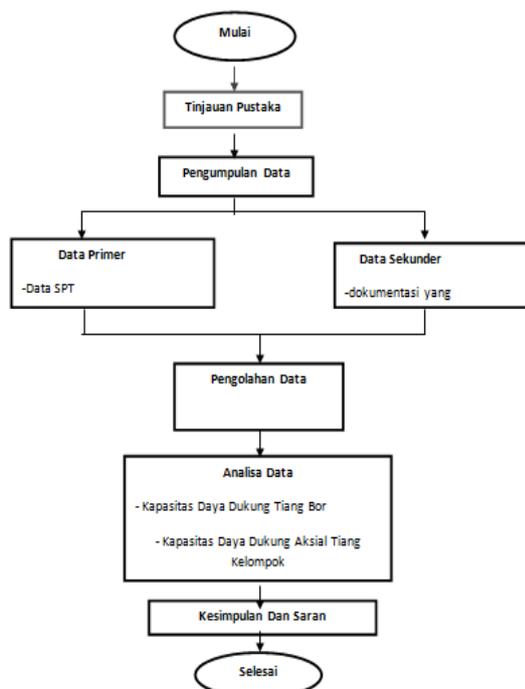
**III. METODOLOGI PENELITIAN**

**3.1 Lokasi Penelitian**

Pada penelitian ini penulis melakukan pengujian tanah di kabuten padang lawas utara provinsi sumatra utara pada Proyek Jasa Konsultansi Perencanaan Teknis Manajemen Persampahan (PTMP) merupakan proyek pembangunan yang meliputi gedung, jalan, dan lainnya. Pada proyek kali ini digunakan pondasi tiang bor sebagai pondasi utama. Hal ini disebabkan karena setelah diuji daya dukung tanahnya tidak cukup besar untuk menahan beban struktur yang telah direncanakan. Maka perlu ditambahkan tiang bor agar menambah daya dukung pondasi bangunan tersebut.



**Gambar 1. Peta lokasi penelitian**



**Gambar 2. Bagan Alir Metodologi Penelitian**

**IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**4.1 Data Tiang Bor**

Data teknis yang diperoleh dari pihak kontraktor adalah sebagai berikut:

Panjang bore pile : Titik 1 : 20 m

Mutu Beton : K-350

Bentuk bore pile : Bulat ( Ø 0,2 m )

Jumlah titik : 1 titik untuk pengujian pengeboran SPT

**4.2 Menghitung Kapasitas Daya Dukung Tiang Bor dari Data SPT**

Perhitungan kapasitas daya dukung bored pile dari data SPT

1. Perhitungan kapasitas daya dukung mayerhof :

Data bored pile :

Diameter Tiang (D) = 200 mm = 20 cm

Keliling Tiang (p) = π x D

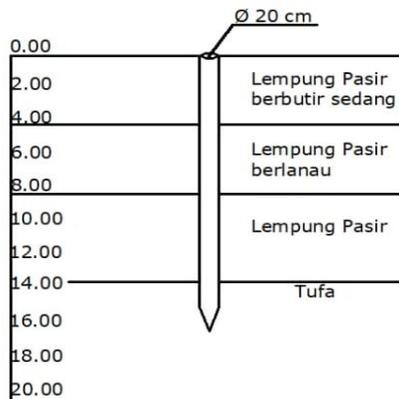
= 3,14 x 20

= 62,8cm = 0,628m

Luas bored pile = ¼ . π . D<sup>2</sup>

= ¼ . 3,14 . 20<sup>2</sup>

= 314 cm<sup>2</sup>



a. Untuk lapisan tanah kedalaman 2 meter :

$Q_p = q_p \cdot A_p$

Untuk tanah kohesif:

$q_p = 9 \cdot C_u$

$C_u = \frac{2}{3} \cdot N \cdot SPT \cdot 10$

=  $\frac{2}{3} \cdot 7 \cdot 10$

= 46,66 kN/m<sup>2</sup> = 4,75 t/m<sup>2</sup>

$q_p = 9 \cdot C_u$

= 9 . 4,75 t/m<sup>2</sup>

= 42,75 t/m<sup>2</sup>

$A_p = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2$

=  $\frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 0,2^2$

= 0,0314 m<sup>2</sup>

$Q_p = 42,75 \text{ t/m}^2 \cdot 0,0314 \text{ m}^2$

= 1,3423 ton

Daya dukung selimut beton pada tanah kohesif dapat dinyatakan sebagai berikut :

$Q_s = f \cdot L \cdot p$

Dari persamaan :

$$f = \alpha \cdot C_u$$

$$\alpha = 0,55 \text{ (Berdasarkan penelitian Reese and Wright)}$$

$$f = 0,55 \cdot 4,75 \text{ t/m}^2 = 2,6125 \text{ t/m}^2$$

$$Q_s = f \cdot L \cdot p = 2,6125 \cdot 2 \cdot 0,628 = 3,2813 \text{ ton}$$

$$Q_u = Q_D + Q_s = 1,3423 + 3,2813 = 4,6236 \text{ ton}$$

b. Untuk lapisan tanah kedalaman 4 meter :

$$Q_p = q_p \cdot A_p$$

Untuk tanah kohesif:

$$q_p = 9 \cdot C_u$$

$$C_u = \frac{2}{3} \cdot N\text{-SPT} \cdot 10 = \left(\frac{2}{3} \cdot 9 \cdot 10\right) = 60 \text{ kN/m}^2 = 6,11 \text{ t/m}^2$$

$$q_p = 9 \cdot C_u = 9 \cdot 6,11 \text{ t/m}^2 = 54,9 \text{ t/m}^2$$

$$A_p = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 0,2^2 = 0,0314 \text{ m}^2$$

$$Q_D = 54,9 \text{ t/m}^2 \cdot 0,0314 \text{ m}^2 = 1,7238 \text{ ton}$$

Daya dukung selimut beton pada tanah kohesif dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$Q_s = f \cdot L \cdot p$$

Dari persamaan :

$$f = \alpha \cdot C_u$$

$$\alpha = 0,55$$

$$f = 0,55 \cdot 6,11 \text{ t/m}^2 = 3,36 \text{ t/m}^2$$

$$Q_s = f \cdot L \cdot p = 3,36 \cdot 4 \cdot 0,628 = 8,4403 \text{ ton}$$

$$Q_u = Q_D + Q_s = 1,7238 + 8,4403 = 10,1641 \text{ ton}$$

c. Untuk lapisan tanah kedalaman 6 meter :

$$Q_p = q_p \cdot A_p$$

Untuk tanah kohesif:

$$q_p = 9 \cdot C_u$$

$$C_u = \frac{2}{3} \cdot N\text{-SPT} \cdot 10 = \left(\frac{2}{3} \cdot 11 \cdot 10\right) = 73 \text{ kN/m}^2 = 7,44 \text{ t/m}^2$$

$$q_p = 9 \cdot C_u = 9 \cdot 7,44 \text{ t/m}^2 = 66,96 \text{ t/m}^2$$

$$A_p = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 0,2^2 = 0,0314 \text{ m}^2$$

$$Q_p = 66,96 \text{ t/m}^2 \cdot 0,0314 \text{ m}^2$$

$$= 2,1025 \text{ ton}$$

Daya dukung selimut beton pada tanah kohesif dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$Q_s = f \cdot L \cdot p$$

Dari persamaan :

$$f = \alpha \cdot C_u$$

$$\alpha = 0,55$$

$$f = 0,55 \cdot 7,44 \text{ t/m}^2 = 4,092 \text{ t/m}^2$$

$$Q_s = f \cdot L \cdot p = 4,092 \cdot 6 \cdot 0,628 = 15,4186 \text{ ton}$$

$$Q_u = Q_D + Q_s = 2,1025 + 15,4186 = 17,5212 \text{ ton}$$

d. Untuk lapisan tanah kedalaman 8 meter :

$$Q_p = q_p \cdot A_p$$

Untuk tanah kohesif:

$$q_p = 9 \cdot C_u$$

$$C_u = \frac{2}{3} \cdot N\text{-SPT} \cdot 10 = \left(\frac{2}{3} \cdot 13 \cdot 10\right) = 86 \text{ kN/m}^2 = 8,76 \text{ t/m}^2$$

$$q_p = 9 \cdot C_u = 9 \cdot 8,76 \text{ t/m}^2 = 78,84 \text{ t/m}^2$$

$$A_p = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 0,2^2 = 0,0314 \text{ m}^2$$

$$Q_D = 78,84 \text{ t/m}^2 \cdot 0,0314 \text{ m}^2 = 2,4755 \text{ ton}$$

Daya dukung selimut beton pada tanah kohesif dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$Q_s = f \cdot L \cdot p$$

Dari persamaan :

$$f = \alpha \cdot C_u$$

$$\alpha = 0,55$$

$$f = 0,55 \cdot 8,76 \text{ t/m}^2 = 4,818 \text{ t/m}^2$$

$$Q_s = f \cdot L \cdot p = 4,818 \cdot 8 \cdot 0,628 = 24,2056 \text{ ton}$$

$$Q_u = Q_D + Q_s = 2,4755 + 24,2056 = 26,6812 \text{ ton}$$

e. Untuk lapisan tanah kedalaman 10 meter :

$$Q_p = q_p \cdot A_p$$

Untuk tanah kohesif:

$$q_p = 9 \cdot C_u$$

$$C_u = \frac{2}{3} \cdot N\text{-SPT} \cdot 10 = \left(\frac{2}{3} \cdot 15 \cdot 10\right) = 100 \text{ kN/m}^2 = 10,19 \text{ t/m}^2$$

$$q_p = 9 \cdot C_u = 9 \cdot 10,19 \text{ t/m}^2 = 91,71 \text{ t/m}^2$$

$$A_p = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 0,2^2 = 0,0314 \text{ m}^2$$

$$Q_p = 91,71 \text{ t/m}^2 \cdot 0,0314 \text{ m}^2$$

$$= 2,8796 \text{ ton}$$

Daya dukung selimut beton pada tanah kohesif dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$Q_s = f \cdot L \cdot p$$

Dari persamaan :

$$f = \alpha \cdot C_u$$

$$\alpha = 0,55$$

$$f = 0,55 \cdot 10,19 \text{ t/m}^2 = 5,6045 \text{ t/m}^2$$

$$Q_s = f \cdot L \cdot p = 5,6045 \cdot 10 \cdot 0,628 = 35,1962 \text{ ton}$$

$$Q_u = Q_b + Q_s = 2,8796 + 35,1962 = 38,0759 \text{ ton}$$

f. Untuk lapisan tanah kedalaman 12 meter :

$$Q_p = q_p \cdot A_p$$

Untuk tanah kohesif:

$$q_p = 9 \cdot C_u$$

$$C_u = \frac{2}{3} \cdot N\text{-SPT} \cdot 10 = \left(\frac{2}{3} \cdot 20 \cdot 10\right) = 133 \text{ kN/m}^2 = 13,56 \text{ t/m}^2$$

$$q_p = 9 \cdot C_u = 9 \cdot 13,56 \text{ t/m}^2 = 122,04 \text{ t/m}^2$$

$$A_p = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 0,2^2 = 0,0314 \text{ m}^2$$

$$Q_b = 122,04 \text{ t/m}^2 \cdot 0,0314 \text{ m}^2 = 3,8320 \text{ ton}$$

Daya dukung selimut beton pada tanah kohesif dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$Q_s = f \cdot L \cdot p$$

Dari persamaan :

$$f = \alpha \cdot C_u$$

$$\alpha = 0,55$$

$$f = 0,55 \cdot 13,56 \text{ t/m}^2 = 7,458 \text{ t/m}^2$$

$$Q_s = f \cdot L \cdot p = 7,458 \cdot 12 \cdot 0,628 = 56,2034 \text{ ton}$$

$$Q_u = Q_b + Q_s = 3,8320 + 56,2034 = 60,0355 \text{ ton}$$

g. Untuk lapisan tanah kedalaman 14 meter :

$$Q_p = q_p \cdot A_p$$

Untuk tanah non kohesif:

$$q_p = 7N \cdot A_p$$

$$A_p = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10 = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 10 = 0,5024 \text{ m}^2$$

$$q_p = 7N \cdot A_p = 7 \cdot 56 \cdot 0,5024 = 196,9408 \text{ t/m}^2$$

$$Q_p = q_p \cdot A_p = 196,9408 \text{ t/m}^2 \cdot 0,5024 \text{ m}^2 = 98,9430 \text{ ton}$$

Daya dukung selimut beton pada tanah non-kohesif dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$Q_s = f \cdot L \cdot p$$

$$f = \left(\frac{N-53}{450}\right) \times \left(\frac{1}{0,3048^2}\right) = \left(\frac{56-53}{450}\right) \times \left(\frac{1}{0,3048^2}\right) = 0,0717$$

$$Q_s = f \cdot L \cdot p = 0,0717 \cdot 14 \cdot 0,628 = 0,6303 \text{ ton}$$

$$Q_u = Q_b + Q_s = 98,9430 + 0,6303 = 99,5734 \text{ ton}$$

h. Untuk lapisan tanah kedalaman 16 meter :

$$Q_p = q_p \cdot A_p$$

Untuk tanah non kohesif:

$$q_p = 7N \cdot A_p$$

$$A_p = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10 = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 10 = 0,5024 \text{ m}^2$$

$$q_p = 7N \cdot A_p = 7 \cdot 34 \cdot 0,5024 = 119,5712 \text{ t/m}^2$$

$$Q_p = q_p \cdot A_p = 119,5712 \text{ t/m}^2 \cdot 0,5024 \text{ m}^2 = 60,0725 \text{ ton}$$

Daya dukung selimut beton pada tanah non-kohesif dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$Q_s = f \cdot L \cdot p$$

$$f = 0,32 \cdot N = 0,32 \cdot 34 = 10,88$$

$$Q_s = f \cdot L \cdot p = 10,88 \cdot 16 \cdot 0,628 = 109,3222 \text{ ton}$$

$$Q_u = Q_b + Q_s = 60,0725 + 109,3222 = 169,3947 \text{ ton}$$

i. Untuk lapisan tanah kedalaman 18 meter :

$$Q_p = q_p \cdot A_p$$

Untuk tanah non kohesif:

$$q_p = 7N \cdot A_p$$

$$A_p = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10 = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 10 = 0,5024 \text{ m}^2$$

$$q_p = 7N \cdot A_p = 7 \cdot 48 \cdot 0,5024 = 168,8064 \text{ t/m}^2$$

$$Q_p = q_p \cdot A_p = 168,8064 \text{ t/m}^2 \cdot 0,5024 \text{ m}^2 = 84,8083 \text{ ton}$$

Daya dukung selimut beton pada tanah non-kohesif dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$Q_s = f \cdot L \cdot p$$

$$f = 0,32 \cdot N = 0,32 \cdot 48 = 15,36$$

$$Q_s = f \cdot L \cdot p$$

$$= 15,36 \cdot 18 \cdot 0,628$$

$$= 173,6294 \text{ ton}$$

$$Q_u = Q_d + Q_s$$

$$= 84,8083 + 173,6294$$

$$= 258,4377 \text{ ton}$$

j. Untuk lapisan tanah kedalaman 20 meter :

$$Q_p = q_p \cdot A_p$$

Untuk tanah non kohesif:

$$q_p = 7N \cdot A_p$$

$$A_p = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10$$

$$= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 10$$

$$= 0,5024 \text{ m}^2$$

$$q_p = 7N \cdot A_p$$

$$= 7 \cdot 50 \cdot 0,5024$$

$$= 175,84 \text{ t/m}^2$$

$$Q_d = q_p \cdot A_p$$

$$= 175,84 \text{ t/m}^2 \cdot 0,5024 \text{ m}^2$$

$$= 88,3420 \text{ ton}$$

Daya dukung selimut beton pada tanah non-kohesif dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$Q_s = f \cdot L \cdot p$$

$$f = 0,32 \cdot N$$

$$= 0,32 \cdot 50$$

$$= 16$$

$$Q_s = f \cdot L \cdot p$$

$$= 16 \cdot 20 \cdot 0,628$$

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

$$Q_u = Q_d + Q_s$$

$$= 88,3420 + 200,96$$

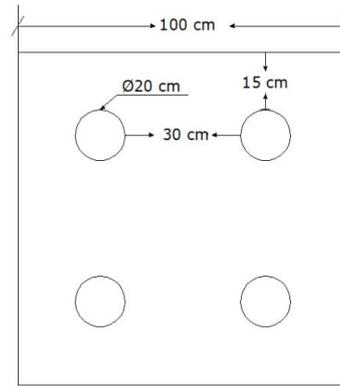
$$= 289,302 \text{ ton}$$

Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Daya Dukung Ultimate

Titik	Kedalaman (m)	Qu (ton)
1	2	4,6236
	4	10,1641
	6	17,5212
	8	26,6812
	10	38,0759
	12	60,0355
	14	99,5734
	16	169,3947
	18	258,4377
	20	289,302

### 4.3. Menghitung Kapasitas Daya Dukung Aksial Kelompok Tiang

Hasil perhitungan  $Q_u$  rata-rata = 48,7189 ton nilai tersebut digunakan sebagai pedoman untuk perhitungan kelompok tiang.



Dimana :

D = diameter = 200 mm

S = jarak = 0,3 m

n = jumlah baris = 2

m = jumlah kolom = 2

maka,

$$Eff = 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90 \cdot m \cdot n}$$

$$\theta = \arcsin \frac{d}{s}$$

$$\theta = \arcsin \frac{0,2}{0,3}$$

$$\theta = 0,588^\circ$$

$$Eff = 1 - 0,588^\circ \times \frac{(2-1)2 + (2-1)2}{90 \cdot 2 \cdot 2}$$

$$Eff = 0,993$$

$$Q_{ult \text{ group}} = Eff \times 4 \times Q_{urata-rata}$$

$$Q_{ult \text{ group}} = 0,993 \times 4 \times 48,7189$$

$$Q_{ult \text{ group}} = 193,511 \text{ ton.}$$

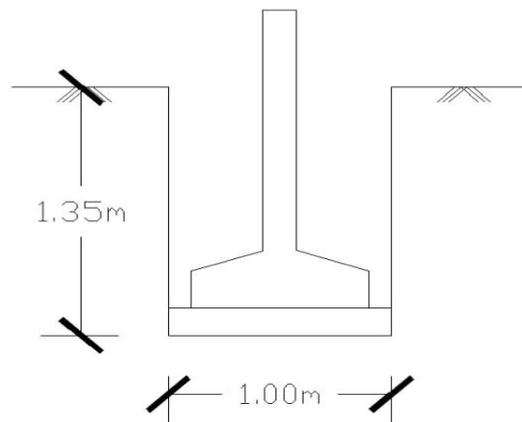
Eff = 4 meter

$$Q = Eff \times 4 \times Q_u$$

$$Q = 0,993 \times 4 \times 10,167$$

$$Q = 40,371 \text{ ton.}$$

Dalam hal ini perencanaan pondasi adalah gabungan antara tiang pancang dengan pondasi tapak sebagai berikut :



Dimana daya dukung pondasi tapak

$$q_a = 20 \cdot N \cdot kd$$

$$kd = \left( 1 + \frac{0,33 \cdot 1,35}{1} \right) = 1,44$$

$$q_a = 20,7 \cdot 144 \text{ kn/m}^2$$

$$q_a = 201,6 \text{ kn/m}^2$$

$$q_a = 20,16 \text{ ton}$$

#### 4.4 Analisa Daya Dukung Pondasi

Untuk merencanakan daya dukung dari pondasi dalam hal ini merupakan kombinasi dari daya dukung pondasi tapak dengan daya dukung pondasi tiang bor. Besarnya daya dukung tiang bor pada kedalaman 4 meter sebesar : 10,164 ton sedangkan untuk daya dukung pondasi tapak sebesar : 20,16 ton, daya dukung kombinasi pondasi tapak dan pondasi tiang bor di dapat

$$Q_t = 20,16 \text{ ton} + 40,371 \text{ ton}$$

$$Q_t = 60,531 \text{ ton}$$

Dari kombinasi di atas bahwa apabila daya dukung tiang bor tetap di pertahankan dalam perencanaan ini harus kedalamnya sampai 20 meter dengan daya dukung tiang sebesar 193,511 ton (4 tiang). Tapi karna memakai kombinasi dari tiang bor dengan pondasi tapak maka diambil pondasi tiang bor dengan kedalaman 4 meter.

### V. KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan seluruh hasil tahapan perhitungan dengan menggunakan metode mayerhof didapat hasil sebagai berikut.

1. Hasil perhitungan didapat dengan daya dukung rata-rata sebesar 48,7189 ton. Pada kedalaman 12 meter dengan kondisi tanah yang seragam.
2. Daya dukung tiang kelompok didapat sebesar 193,511 ton.
3. Hasil perhitungan tiang bor pada kedalaman 4 meter sebesar 10,146 ton dan daya dukung pondasi tapak sebesar 20,16 ton, maka di kombinasikan pondasi tapak dan pondasi tiang bor di dapat 60,531 ton.

#### 5.2 Saran

Dari hasil perhitungan dan kesimpulan di atas, penulis memberi saran sebagai berikut :

1. Untuk mendapatkan analisa yang akurat, data yang dimiliki harus benar-bener valid dan lengkap sehingga dalam perhitungan tidak terjadi kesalahan.
2. Sebaiknya mencoba dengan metode-metode yang bersakutan dengan data yang kita punya supaya mendapatkan hasil perhitungan yang kita inginkan dan lebih akurat.
3. Teliti dalam mengolah data dan pembacaan hasil pengujian karena dapat mempengaruhi perhitungan

### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Bowles, Joseph E. 1997. "Analisis Dan Desain Pondasi". Jakarta: Erlangga. Frick, Heinz. 1980. Ilmu Konstruksi Bangunan 1. Yogyakarta: Kanisius.
- [2]. Bowles, Joseph E . 1993. "Sifat sifat fisis dan Geoteknis Tanah". Jakarta: Edisi ke 4 Alih bahasa Johan K. Hainim.
- [3]. Hardiyatmo, H.C. 1996. "Teknik Fondasi 1". Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- [4]. Hardiyatmo, H.C. 2014. "Analisis dan Perancangan Fondasi I". Yogyakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- [5]. Hardiyatmo, H.C. 2015. "Analisis dan Perancangan Fondasi II". Yogyakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- [6]. Hulu, Henri Beteholi. 2015. "Analisa Daya Dukung Pondasi Bored Dengan Metode Analisis Proyek Manhattan Mall dan Condominium". Tugas Akhir Teknik Sipil, Universitas Sumatera Utara.
- [7]. Jusi, Ulfa. 2015. "Analisa Kuat Dukung Pondasi Bored Pile Berdasarkan Data Pengujian Lapangan (Cone Dan N-Standard Penetration Test)". Tugas Akhir Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknologi Pekanbaru.
- [8]. L.H. Shirley. Ir. 1987. "Geoteknik dan Mekanika Tanah"
- [9]. Rahardjo, Paulus P. 2000. "Manual Pondasi Tiang". Program Pasca Sarjana Teknik Sipil, Universitas Khatolik Parahyangan.
- [10]. Sunggono, V. 1995. "Buku Teknik Sipil". Bandung: Nova.
- [11]. Zebua, Erwin Junianto, dkk. 2016. "Analisa Kapasitas Daya Dukung Pondasi Tiang Bor (Bored Pile) Studi Kasus Pembangunan Rumah Sakit Pendidikan Universitas Andalas". Tugas Akhir Teknik Sipil.