

STUDI KOMPARATIF JENIS FONDASI YANG OPTIMAL UNTUK PERENCANAAN GEDUNG REKTORAT UNDIRIS DENGAN KONDISI TANAH BERDASARKAN HASIL UJI SONDIR

Muhammad Berry Tan Junior¹⁾, Muh. Alhadad Dwi Saputro²⁾, Totok Apriyanto³⁾, Agung Hari Wibowo⁴⁾

Universitas Darul Ulum Islamic Centre Sudirman

E-mail: berry90@gmail.com¹⁾, hdd16smash@gmail.com²⁾

ABSTRACT

Darul Ulum Islamic Centre Sudirman University is planning to add a rectorate building which is expected to support all important activities and events related to the management and development of the university. In this study, the authors identified soil types and compared soil bearing capacity and land subsidence using data from the static cone penetration test (CPT) or sondir test. From the results of the analysis of the bearing capacity and settlement, it was obtained that on a shallow foundation (footplate) with a size of 1,8 x 1,8 m, thickness (hc) 0,4 m, depth 1,5 m, with a bearing capacity of 91,585 ton and settlement of 0,07675 mm in Terzaghi method and 87,110 ton and settlement 0,07671 mm in Meyerhoff method. Meanwhile, for deep foundation (borepile) with a diameter 40 cm and a depth of 9 m, the value of single pile capacity is 25,040 ton, and of the pile group bearing capacity is 75,897 ton and the single pile settlement is 0,06874 cm the pile group settlement is 0,15371 cm in the Meyerhoff method, and for the Schmertman and Nottingham method, the single pile bearing capacity is 23,181 ton and the pile group is 70,264 ton, the single pile settlement is 0,06294 cm and the pile group is 0,14297 cm.

Keywords: Building Structure, shallow foundation, deep foundation

ABSTRAK

Universitas Darul Ulum Islamic Centre Sudirman direncanakan akan melakukan penambahan Gedung rektorat yang diharapkan dapat menunjang segala aktivitas dan kegiatan penting yang berkaitan dengan pengelolaan dan pengembangan universitas. Pada penelitian ini, penyusun mengidentifikasi jenis tanah dan membandingkan daya dukung tanah serta penurunan tanah dengan menggunakan data hasil Uji Penetrasi Kerucut Statis (CPT) atau Uji sondir. Dari hasil analisa perhitungan kapasitas daya dukung dan penurunan diperoleh, pada fondasi dangkal (footplate) dengan ukuran fondasi 1,8 x 1,8 m, Ketebalan pondasi (hc) 0,4 m kedalaman fondasi 1,5 m, dengan kapasitas dukung sebesar 91,585 ton dan penurunan 0,07675 mm pada metode Terzaghi dan 87,110 ton dan penurunan 0,07671 mm pada metode Meyerhoff. Sedangkan untuk fondasi dalam (borepile) dengan ukuran diameter 40 cm dan kedalaman boredpile 9 meter didapatkan nilai kapasitas dukung tiang tunggal sebesar 25,040 ton, nilai kapasitas dukung kelompok tiang 75,897 ton dan penurunan tiang tunggal sebesar 0,06874 cm dan kelompok tiang 0,15371 cm pada metode Meyerhoff, dan untuk metode Schmertman dan Nottingham diperoleh kapasitas dukung tiang tunggal sebesar 23,181 ton, dan kelompok tiang 70,264 ton, penurunan tiang tunggal sebesar 0,06394 cm dan kelompok tiang 0,14297 cm.

Kata Kunci : Struktur Gedung, pondasi dangkal, pondasi dalam

PENDAHULUAN

Universitas Darul Ulum Islamic Centre Sudirman direncanakan akan melakukan

penambahan gedung rektorat yang diharapkan dapat menunjang segala aktivitas dan kegiatan penting yang berkaitan dengan pengelolaan dan

pengembangan universitas.

Dalam ketentuan dan persyaratan yang berlaku di Indonesia, seperti SNI (Standar Nasional Indonesia) dan peraturan lainnya, telah diatur tentang persyaratan teknis dan keamanan untuk pembangunan gedung, termasuk pemilihan jenis fondasi. Misalnya, Peraturan Perencanaan Tahan Gempa untuk Gedung (SNI 1726:2019), Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Gedung (SNI 2847:2019) dan Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 1727:2020).

Pemilihan jenis fondasi yang tepat merupakan salah satu aspek kritis dalam pembangunan gedung, terutama untuk bangunan seperti gedung perkuliahan yang memiliki fungsi strategis dan berpotensi menampung banyak orang. Fondasi merupakan bagian dari suatu sistem rekayasa yang meneruskan beban yang di topang fondasi dan berat sendiri kepada dan kedalam tanah dan batuan yang terletak di bawahnya (Bowles, 1997).

Dalam penentuan suatu analisa kapasitas dukung tanah, perlu diadakan suatu penyelidikan tanah. Pada jenis-jenis tanah tertentu sangat mudah sekali terganggu oleh pengaruh pengambilan, maka dilakukan penyelidikan tanah secara langsung di lapangan. Pengujian di

lapangan sangat berguna untuk mengetahui karakteristik tanah dalam mendukung beban fondasi dengan tidak terpengaruh oleh kerusakan. Salah satu penyelidikan tanah langsung di lapangan yaitu Uji CPT (*Cone Penetration Test*) atau uji sondir. Adapun tujuan dari penyelidikan tersebut yaitu untuk mengetahui perlawanan penetrasi *conus* (Q_c) dan gambaran lekat tanah pada *biconus* (H).

Berdasarkan hasil uji sondir di lokasi pekerjaan, dimana uji sondir dilakukan pada dua titik. Titik sondir pertama berada di sebelah barat rencana gedung dengan hasil di bawah kedalaman -13.00 m.MT hingga kedalaman -13.60 m.MT merupakan lapisan tanah sangat kompak (*very dense*) dengan nilai q_c antara >200 kg/cm². Sedangkan titik sondir kedua berada di sebelah timur rencana gedung dengan hasil dibawah kedalaman -11.20 m.MT hingga kedalaman -11.60 m.MT merupakan lapisan tanah sangat kompak (*very dense*) dengan nilai q_c antara >200 kg/cm².

Adapun maksud dan tujuan penelitian “Studi Komparatif Jenis Fondasi Yang Optimal Untuk Perencanaan Gedung Rektorat Undaris Dengan Kondisi Tanah Berdasarkan Hasil Uji Sondir” yaitu:

1. Mengidentifikasi jenis tanah dan membandingkan daya dukung tanah serta penurunan tanah untuk 2 (dua) jenis fondasi yang diusulkan, yaitu fondasi dangkal dan fondasi dalam;

2. Menentukan jenis fondasi yang optimal untuk Gedung Rektorat Undaris dengan mempertimbangkan aspek teknis; dan
3. Memberikan rekomendasi teknis terkait pemilihan jenis fondasi yang sesuai.

LANDASAN TEORI

Fondasi merupakan bagian dari suatu sistem rekayasa yang meneruskan beban yang ditopang oleh fondasi dan beratnya sendiri kedalam tanah dan batuan dibawahnya. Terdapat dua klasifikasi fondasi, yaitu fondasi dangkal dan fondasi dalam.

Fondasi dangkal di definisikan sebagai fondasi yang mendukung bebannya secara langsung, kedalaman pada umumnya $D/B < 1$. Sedangkan fondasi dalam merupakan fondasi yang meneruskan beban bangunan ke tanah keras atau batuan yang terletak relatif jauh dari permukaan serta dapat mendukung beban bangunan mengandalkan tahanan ujung dan tahanan gesek dindingnya.

Pada penelitian ini fondasi yang digunakan adalah fondasi telapak (*footplate*) untuk fondasi dangkal dan fondasi *borepile* untuk fondasi dalam.

Analisis kapasitas dukung (*bearing capacity*) mempelajari kemampuan tanah

dalam mendukung beban fondasi dari struktur yang terletak di atasnya (Hardiyatmo, 2020). Kapasitas daya dukung tanah sangat penting dalam suatu perencanaan dan pembangunan suatu struktur, terutama fondasi. Dengan mengetahui kapasitas dukung tanah, maka dapat menentukan jenis dan dimensi fondasi yang optimal serta mencegah penurunan tanah yang berlebihan. Tahanan geser yang dapat dikerahkan tanah sepanjang bidang gesernya merupakan tahanan geser untuk melawan penurunan akibat pembebanan yang dinyatakan dalam kapasitas dukung. Dalam perancangan fondasi, perlu memenuhi kriteria stabilitas dan kriteria penurunan dimana perlu mempertimbangkan adanya keruntuhan geser dan penurunan yang berlebihan. Untuk fondasi dangkal menggunakan metode Terzaghi dan Meyerhoff serta pada fondasi dalam menggunakan metode Meyerhoff dan Schmertmann dan Nottingham.

Dalam suatu perancangan bangunan, beban yang harus dapat didukung oleh fondasi bangunan merupakan beban struktur yang relatif kecil apabila dibandingkan dengan beban maksimum yang mengakibatkan keruntuhan kapasitas dukung. Nilai daripada kapasitas dukung aman ditentukan dari hitungan kapasitas dukung ultimit yang telah dibagi dengan faktor aman.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode merupakan suatu cara atau langkah-langkah sistematis yang digunakan dalam menganalisis dan memecahkan masalah secara

ilmiah. Hasil analisis fondasi pada penelitian ini nantinya dapat memberikan saran dalam penggunaan fondasi yang optimal dalam pembangunan gedung yang mana didasarkan pada aspek teknis dan biaya. Struktur gedung tersebut juga dilakukan pengecekan penurunan yang terjadi sehingga struktur diharapkan dapat menahan beban yang berasal dari struktur di atasnya dengan optimal.

Pengumpulan data diperlukan untuk mengetahui dan menganalisis kapasitas daya dukung dan penurunan fondasi baik fondasi dangkal ataupun fondasi dalam yang terjadi pada Proyek Pembangunan Gedung Rektorat Undaris. Adapun data yang digunakan untuk menganalisis adalah data primer dan data sekunder. Adapun data primer yang dimaksud yaitu data hasil observasi lapangan dan dokumentasi lapangan, sedangkan data sekunder yaitu data hasil Uji Sondir atau Uji CPT (*Cone Penetration Test*) di lokasi proyek.

Adapun tahapan penelitian yang dilakukan yaitu:

1. Observasi

Metode Observasi dilakukan dengan survei atau pengamatan langsung ke lokasi proyek untuk memperoleh data

yang berhubungan dengan data teknis.

2. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan untuk acuan analisa setelah subjek ditentukan dimana studi pustaka merupakan landasan teori untuk analisa yang mengacu pada buku, pendapat dan teori yang berhubungan dengan penelitian.

3. Pengumpulan Data

Data merupakan faktor yang penting dalam pemilihan dan penentuan jenis pekerjaan yang akan dipilih dalam suatu perencanaan pekerjaan konstruksi. Pada penelitian ini, data diperoleh dari Universitas Darul Ulum Islamic Centre Sudirman. Dalam hal ini, data yang diperoleh yaitu Data Uji Sondir atau Uji CPT (*Cone Penetration Test*).

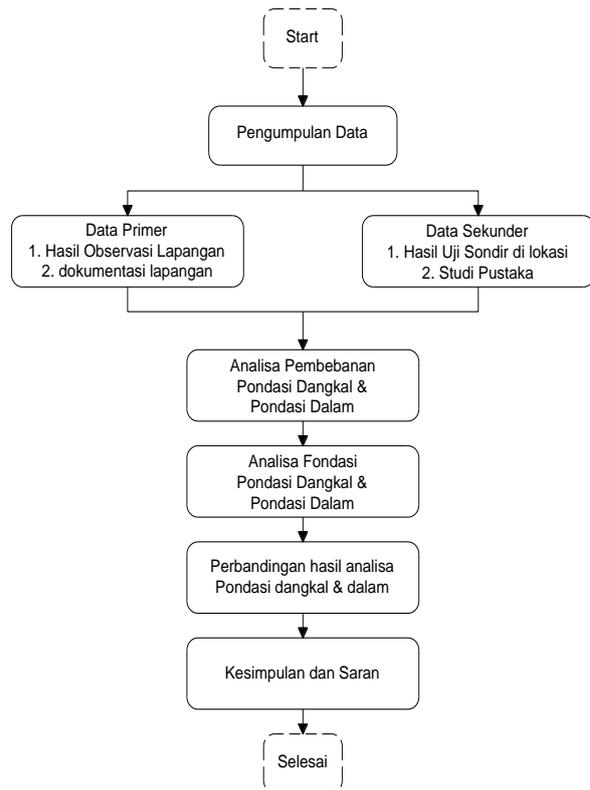
4. Analisis Pembebanan

Analisis pembebanan dilakukan untuk mengetahui besar beban yang akan ditumpu oleh fondasi. Pada analisis pembebanan ini dilakukan dengan bantuan software (aplikasi komputer) yaitu SAP 2000. Pengoperasian aplikasi ini dilakukan dengan memasukkan data struktur gedung dan beban yang bekerja pada struktur tersebut. Dengan begitu, dapat

diperoleh hasil pembebanan yang akan digunakan dalam analisis fondasi.

5. Analisis Fondasi

Analisis data dan perhitungan kapasitas daya dukung fondasi dilakukan dengan menggunakan beberapa metode, yaitu Metode Mayerhoff dan Metode Terzaghi digunakan untuk analisis fondasi dangkal dan Metode Mayerhoff dan Metode Schmertmann & Nottingham untuk analisis fondasi dalam. Dimana metode tersebut didasarkan hasil Uji Sondir atau Uji CPT (*Cone Penetration Test*). Adapun Langkah-langkah yang diambil selanjutnya yaitu perhitungan penurunan fondasi.



Gambar 3.1. Bagan Alir Penelitian

ANALISIS DAN PERHITUNGAN

Material yang digunakan pada rencana pembangunan Gedung Rektorat Undaris yaitu:

1. Material beton

- Kuat tekan beton, f_c' = 25 MPa
- Modulus elastisitas beton, E_c = $4700\sqrt{f_c'} = 23500,00$ Mpa
- Poisson ratio beton, ν_c = 0,2
- Berat jenis beton, λ_c = 24 kN/m³

2. Material baja tulangan

$$= \frac{37,2}{14}$$

$$= 2,657143 \text{ kN/m}^2$$

Nilai kapasitas dukung fondasi *footplate*:

$$\begin{aligned} q_u &= CN_c + D_f \gamma_1 N_q + 0,5 \gamma_2 B N_\gamma \\ &= 2,66 \times 37,16 + 1,5 \times 16 \times 22,46 \\ &\quad + 0,5 \times 16 \times 1,8 \times 19,73 \\ &= 98,74 + 539,04 + 284,11 \\ &= 921,89 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_{un} &= q_u - P_o \\ &= 921,89 - 24 \\ &= 897,89 \text{ kN/m}^2 \\ &= \mathbf{91,58 \text{ Ton}} \end{aligned}$$

Penurunan fondasi dihitung selama 1 tahun, Adapun data yang diperoleh yaitu:

$$\begin{aligned} B &= 1,8 \text{ m} \\ P'_o &= 1 \times 16 = 16 \text{ kN/m}^2 \\ I_z &= 0,1 \\ q_n &= 897,89 \text{ kN/m}^2 \\ E &= 2,5 \times q_n \\ &= 2,5 \times 897,89 \\ &= 2244,73 \text{ kN/m}^2 \\ \Delta z &= 0,4 \text{ m} \\ C_1 &= 1 + 0,5 \left(\frac{P'_o}{q_n} \right) \\ &= 1 + 0,5 \left(\frac{16}{897,89} \right) \\ &= 0,99 \\ C_2 &= 1 + 0,2 \log \left(\frac{t}{0,1} \right) \end{aligned}$$

$$= 1 + 0,2 \log \left(\frac{1}{0,1} \right)$$

$$= 1,21 \text{ creep}$$

$$\begin{aligned} s_i &= C_1 C_2 q_n \sum_0^{2B} \frac{I_z}{E} \Delta z \\ &= 0,99 \times 1,21 \times 897,89 \\ &\quad \sum_0^{2 \times 1,8} \frac{0,1}{2244,73} 0,4 \\ &= \mathbf{0,07675 \text{ mm}} \end{aligned}$$

Daya dukung fondasi dangkal dengan metode Mayerhoff pada Sondir S-1 dengan kedalaman 13 meter. Data yang diperoleh adalah:

$$\text{Ukuran Footplate} = 1,8 \times 1,8 \text{ m}$$

$$\text{Ketebalan Pondasi} = 0,4 \text{ m}$$

$$\text{Berat volume tanah } \gamma_1 = 16 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Berat volume tanah } \gamma_2 = 16 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Kedalaman Pondasi } (D_f) = 1,5 \text{ m}$$

$$\text{Sudut geser dalam } (\varphi) = 30^\circ$$

$$\begin{aligned} \text{Tekanan overbuden } (P_o) &= D_f \times \gamma_b \\ &= 1,5 \times 16 \\ &= 24 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Nilai kapasitas dukung fondasi *footplate*:

$$\begin{aligned} q_u &= s_c d_c i_c C N_c + s_q d_q i_q p_o N_q + \\ &\quad s_\gamma d_\gamma i_\gamma 0,5 B' \gamma N_\gamma \\ &= (1,6 \times 1,19 \times 1 \times 2,66 \times 30,14) + (1,3 \times \\ &\quad 1,09 \times 1 \times 24 \times 18,4) + (1,3 \times 1,09 \times 1 \times \\ &\quad 0,5 \times 0,56 \times 16 \times 15,67) \\ &= 151,87 + 627,24 + 98,92 \\ &= 878,02 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$q_{un} = q_u - P_o$$

$$= 878,02 - 24$$

$$= 854,02 \text{ kN/m}^2$$

$$= \mathbf{87,11 \text{ Ton}}$$

Penurunan fondasi dihitung selama 1 tahun, Adapun data yang diperoleh yaitu:

$$B = 1,8 \text{ m}$$

$$P'_o = 1 \times 16 = 16 \text{ kN/m}^2$$

$$I_z = 0,1$$

$$q_n = 854,024 \text{ kN/m}^2$$

$$E = 2,5 \times q_n$$

$$= 2,5 \times 854,024$$

$$= 2135,06 \text{ kN/m}^2$$

$$\Delta z = 0,4 \text{ m}$$

$$C_1 = 1 + 0,5 \left(\frac{P'_o}{q_n} \right)$$

$$= 1 + 0,5 \left(\frac{16}{897,89} \right)$$

$$= 0,99$$

$$C_2 = 1 + 0,2 \log \left(\frac{t}{0,1} \right)$$

$$= 1 + 0,2 \log \left(\frac{1}{0,1} \right)$$

$$= 1,21 \text{ creep}$$

$$s_i = C_1 C_2 q_n \sum_0^{2B} \frac{I_z}{E} \Delta z$$

$$= 0,99 \times 1,21 \times 854,024$$

$$\sum_0^{2 \times 1,8} \frac{0,1}{2135,06} 0,4$$

$$= \mathbf{0,07671 \text{ mm}}$$

Kapasitas daya dukung fondasi *boredpile* pada titik sondir S-1 dengan kedalaman 13 meter dengan kelompok *boredpile* 4 tiang dihitung dengan metode Meyerhoff. Data *boredpile* yang diperoleh adalah;

$$\text{Panjang } \textit{boredpile} \text{ (L)} = 900 \text{ cm}$$

$$\text{Lebar tiang (D)} = 40 \text{ cm}$$

$$\text{Berat volume beton, } \gamma_{\text{beton}} = 24 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{Mutu beton} = 25 \text{ Mpa}$$

$$\text{Keliling tiang} = 2\pi R$$

$$= 2\pi 20$$

$$= 125,66 \text{ cm}$$

$$\text{Luas tiang} = \pi R^2$$

$$= \pi \cdot 20^2$$

$$= 1256,64 \text{ cm}^2$$

$$\text{Safety Factor} = 3$$

Pada perhitungan tahanan ujung dengan metode Meyerhoff ini, digunakan nilai koefisien modifikasi untuk ω_1 dan ω_2 yaitu 1, dikarenakan nilai $d=0,004\text{m} < 0,5\text{m}$ dan $L > 10d$. Sedangkan untuk nilai f_b tiang bor digunakan nilai 50%.

$$f_b = \omega_1 \omega_2 q_{ca}$$

$$= \omega_1 \omega_2 \frac{70,00 + 46,67}{2}$$

$$= 1 \times 1 \times 58,33 \times 50\%$$

$$= 29,17 \text{ kg/cm}^2$$

$$Q_b = A_b \times f_b$$

$$= 1256,64 \times 29,17$$

$$= 36651,91 \text{ kg}$$

Pada perhitungan tahanan gesek dengan metode Meyerhoff ini, digunakan nilai $K_f = 1$ dan q_f rata-rata sampai kedalaman 9 meter = 0,73 kg/cm². Sedangkan untuk nilai Q_s tiang bor digunakan nilai 50%.

$$f_s = K_f \cdot q_f = 1 \times 0,73 = 0,73 \text{ kg/cm}^2$$

$$Q_s = A_s \times f_s \times 50\% = 113097,34 \times 0,73 \times 50\% = 41182,18 \text{ kg}$$

Besaran berat tiang bor:

$$W_p = \text{Volume tiang} \times \gamma_{\text{beton}} = \frac{1}{4} \pi \cdot d^2 \cdot L \times \gamma_{\text{beton}} = \frac{1}{4} \times \pi \times 40^2 \times 900 \times 0,0024 = 1130973,355 \times 0,0024 = 2714,34 \text{ kg}$$

Nilai kapasitas dukung ultimit netto fondasi *boredpile*:

$$Q_{ult} = Q_b + Q_s - W_p = 36651,91 + 41182,2 - 2714,34 = 75119,76 \text{ Kg}$$

Nilai kapasitas dukung ijin tiang fondasi *boredpile*:

$$Q_{ijin} = Q_{ult} / SF = 75119,76 / 3$$

$$= 25039,92 \text{ Kg} = 25,040 \text{ Ton}$$

Kapasitas dukung kelompok tiang

$$E_g = 1 - \emptyset \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90 \cdot m \cdot n}$$

$$\emptyset = \arctg \frac{d}{s} = \arctg \frac{40}{100} = 21,8014$$

$$n' = 2$$

$$m = 2$$

$$E_g = 1 - 21,8014 \frac{(2-1)2 + (2-1)2}{90 \cdot 2 \cdot 2}$$

$$= 0,7578$$

$$N \text{ tiang} = 4$$

$$Q_a = 25,04 \text{ Ton}$$

Nilai kapasitas dukung kelompok ijin tiang bor (Q_g):

$$Q_g = E_g \times n \times Q_a = 0,7578 \times 4 \times 25,04$$

$$= 75,897 \text{ Ton (Memenuhi)}$$

Penurunan fondasi, data yang diperoleh yaitu:

$$\text{Panjang } \textit{boredpile} \text{ (L)} = 900 \text{ cm}$$

$$\text{Lebar tiang (D)} = 40 \text{ cm}$$

$$\text{Keliling tiang} = 2\pi R$$

$$= 2\pi 20$$

$$= 125,66 \text{ cm}^2$$

$$E_p = 27700 \text{ Mpa}$$

$$\begin{aligned}
 Q &= 25,040 \text{ Ton} & &= 2\pi 20 \\
 S &= \frac{D}{100} + \frac{QL}{A_p E_p} & &= 125,66 \text{ cm} \\
 &= \frac{0,4}{100} + \frac{25,0022 \times 9}{0,12566 \times 27700} & & \\
 &= 0,004 + 0,06474 & & \\
 &= \mathbf{0,06874 \text{ cm}} & & \\
 \text{Luas tiang} & & &= \pi R^2 \\
 & & &= \pi \cdot 20^2 \\
 & & &= 1256,64 \text{ cm}^2 \\
 \text{Safety Factor} & & &= 2,5
 \end{aligned}$$

Penurunan Kelompok Tiang:

$$\begin{aligned}
 B_g &= 2 \text{ m} \\
 S_g &= S \sqrt{\frac{B_g}{D}} \\
 &= S \sqrt{\frac{2}{0,4}} \\
 &= 0,06864 \times 2,23607 \\
 &= \mathbf{0,15371 \text{ cm}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Sijin} &= 10\% D \\
 &= 10\% \times 0,4 \\
 &= 0,04 \text{ m} = 4 \text{ cm} > S_g \text{ (Memenuhi)}
 \end{aligned}$$

Kapasitas daya dukung fondasi *boredpile* pada titik sondir S-1 dengan kedalaman 13 meter dengan kelompok *boredpile* 4 tiang dihitung dengan metode Schmertmann & Nottingham (1975). Data *boredpile* yang diperoleh adalah;

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang } \textit{boredpile} \text{ (L)} &= 900 \text{ cm} \\
 \text{Lebar tiang (D)} &= 40 \text{ cm} \\
 \text{Berat volume beton, } \gamma_{\text{beton}} &= 24 \text{ kN/m}^2 \\
 \text{Mutu beton} &= 25 \text{ Mpa} \\
 \text{Keliling tiang} &= 2\pi R
 \end{aligned}$$

Tahanan Ujung Tiang

$$\begin{aligned}
 f_b &= \omega \times q_{ca} \\
 &= 0,67 \frac{70,00+72,35}{2} \\
 &= 0,67 \times 71,18 \\
 &= 47,69 \text{ kg/cm}^2 \leq 150 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_b &= A_b \times f_b \\
 &= 1256,64 \times 47,69 \\
 &= 59926,80 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Pada perhitungan tahanan gesek dengan metode Schmertmann & Nottingham (1975) ini, digunakan nilai $K_f = 0,9$ dan q_f rata-rata sampai kedalaman 9 meter = $0,73 \text{ kg/cm}^2$.

$$\begin{aligned}
 A_s &= \pi d L \\
 &= \pi \times 40 \times 900 \\
 &= 1130,97 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f_s &= K_f \cdot q_f \\
 &= 0,9 \times 0,73 \\
 &= 0,66 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_s &= A_s \times f_s \\
 &= 1130,97 \times 0,73
 \end{aligned}$$

$$= 741,28 \text{ kg}$$

Besaran berat tiang bor:

$$W_p = \text{Volume tiang} \times \gamma_{\text{beton}}$$

$$= \frac{1}{4} \pi \cdot d^2 \cdot L \times \gamma_{\text{beton}}$$

$$= \frac{1}{4} \times \pi \times 40^2 \times 900 \times 0,0024$$

$$= 1130973,355 \times 0,0024$$

$$= 2714,34 \text{ kg}$$

Nilai kapasitas dukung ultimit netto fondasi *boredpile*:

$$Q_{ult} = Q_b + Q_s - W_p$$

$$= 59926,80 + 741,279 - 2714,34$$

$$= 57953,75 \text{ Kg}$$

$$= 57,95 \text{ Ton}$$

Nilai kapasitas dukung ijin tiang fondasi *boredpile*:

$$Q_{ijin} = Q_{ult} / SF$$

$$= 57,95 / 2,5$$

$$= 23,181 \text{ Ton}$$

Kapasitas dukung kelompok

$$E_g = 1 - \emptyset \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90 \cdot m \cdot n}$$

$$\emptyset = \arctg \frac{d}{s}$$

$$= \arctg \frac{40}{100}$$

$$= 21,8014$$

$$n' = 2$$

$$m = 2$$

$$E_g = 1 - 21,8014 \frac{(2-1)^2 + (2-1)^2}{90 \cdot 2 \cdot 2}$$

$$= 0,7578$$

$$N \text{ tiang} = 4$$

$$Q_a = 23,18 \text{ Ton}$$

Nilai kapasitas dukung kelompok ijin tiang bor (Q_g):

$$Q_g = E_g \times n \times Q_a$$

$$= 0,7578 \times 4 \times 23,18$$

$$= 70,264 \text{ Ton (Memenuhi)}$$

Penurunan fondasi, data yang diperoleh yaitu:

$$\text{Panjang } \textit{boredpile} \text{ (L)} = 900 \text{ cm}$$

$$\text{Lebar tiang (D)} = 40 \text{ cm}$$

$$\text{Keliling tiang} = 2\pi R$$

$$= 2\pi \cdot 20$$

$$= 125,66 \text{ cm}^2$$

$$E_p = 27700 \text{ Mpa}$$

$$Q = 23,1815 \text{ Ton}$$

$$S = \frac{D}{100} + \frac{QL}{A_p E_p}$$

$$= \frac{0,4}{100} + \frac{23,1363 \times 9}{0,12566 \times 27700}$$

$$= 0,004 + 0,05994$$

$$= \mathbf{0,06394 \text{ cm}}$$

Penurunan Kelompok Tiang:

$$B_g = 2 \text{ m}$$

$$S_g = S \sqrt{\frac{B_g}{D}}$$

$$= S \sqrt{\frac{2}{0,4}}$$

$$= 0,06382 \times 2,23607$$

$$= \mathbf{0,14297 \text{ cm}}$$

$$\text{Sijin} = 10\%D$$

$$= 10\% \times 0,4$$

$$= 0,04 \text{ m} = 4\text{cm} > S_g \text{ (Memenuhi)}$$

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil akhir penelitian ini mengambil beberapa kesimpulan antara lain:

1. Dalam analisis perhitungan kapasitas daya dukung dan penurunan fondasi dangkal (*footplate*) dengan ukuran fondasi 1,8 x 1,8 meter, Ketebalan pondasi (hc) 0,4 m kedalaman fondasi 1,5 meter pada 2 (dua) metode diperoleh yaitu pada metode Terzaghi didapat nilai kapasitas dukung sebesar 91,585 ton dan penurunan sebesar 0,07675 mm sedangkan pada metode Meyerhoff didapat nilai kapasitas dukung sebesar 87,110 ton dan penurunan sebesar 0,07671 mm.
2. Dalam analisis perhitungan kapasitas daya dukung fondasi dalam (*boredpile*) dengan ukuran diameter 40 cm dan

kedalaman *boredpile* 9 meter pada 2 (dua) metode diperoleh yaitu pada metode Meyerhoff didapat nilai kapasitas dukung tiang tunggal sebesar 25,040 ton, nilai kapasitas dukung kelompok tiang 75,897 ton, penurunan tiang tunggal sebesar 0,06874 cm dan kelompok tiang 0,15371 cm. Sedangkan untuk metode Schmeretman dan Nottingham diperoleh kapasitas dukung tiang tunggal sebesar 23,181 ton, nilai kapasitas dukung kelompok tiang 70,264 ton, penurunan tiang tunggal sebesar 0,06394 cm dan kelompok tiang 0,14297 cm.

3. Dengan mempertimbangkan nilai yang didapat dari perhitungan kapasitas dukung, penurunan tanah dan jenis tanah pada hasil uji sondir, penulis menyarankan untuk menggunakan fondasi dalam (*boredpile*) dengan ukuran diameter 40 cm dan kedalaman 9 m.

Saran

Berdasarkan hasil perhitungan dan kesimpulan diatas, terdapat beberapa saran antara lain:

1. Pada pondasi dangkal didapatkan dimensi yang relatif besar untuk ukuran pondasinya, melihat lokasi rencana pekerjaan yang tidak terlalu luas maka

kurang disarankan dengan menggunakan pondasi dangkal;

2. Sedangkan untuk pondasi dalam dengan hasil kedalaman borepile 9,00 meter, perlu diperhatikan untuk metode mobilisasi alatnya dikarenakan jalan menuju lokasi pekerjaan terdapat tanjakan yang curam;
3. Untuk pemilihan pondasi yang direkomendasikan sudah sesuai dari beberapa perhitungan dan analisa, yang mana selanjutnya bisa menjadi acuan untuk dokumen perencanaan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hardiyatmo, Hary Christady. (2012). Mekanika Tanah I Edisi 7. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- [2] Hardiyatmo, Hary Christady. (2018). Mekanika Tanah II Edisi 6. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- [3] Hardiyatmo, Hary Christady. (2020). Analisis dan Perancangan Fondasi I Edisi 4. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- [4] Hardiyatmo, Hary Christady. (2020). Analisis dan Perancangan Fondasi II Edisi 5. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- [5] SNI-2827:2008. Cara Uji Penetrasi Lapangan Dengan Alat Sondir
- [6] Titi H.H. & Farsakh M.A.Y., 1999, Evaluation of Bearing Capacity of Piles From Cone Penetration Test, Louisiana Transportation Research Center.