

ANALISIS PERENCANAAN DAYA DUKUNG PONDASI SPUN PILE PADA PROYEK KANTOR DAN GUDANG DI SURABAYA

Abdul Rifail, Dedy Dharmawansyah

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknologi Lingkungan dan Mineral, Universitas Teknologi Sumbawa,
Indonesia

dedy.dharmawansyah@uts.ac.id

ABSTRAK

Pondasi merupakan struktur bawah suatu bangunan yang berfungsi untuk meneruskan berat dan beban bangunan hingga ke tanah dasar dengan kualitas serta spesifikasi yang mumpuni, agar mampu bertahan dalam jangka waktu yang lebih lama sesuai standar yang berlaku dalam dunia konstruksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui daya dukung ultimit dan daya dukung ijin pondasi tiang pancang. Perhitungan analisis menggunakan dua metode yaitu metode Khulhawy dan metode (α) McClelland. Dari hasil perhitungan pada stratigrafi tanah 1 diperoleh nilai daya dukung ultimit sebesar 4684, 9580 kN dan daya dukung ijin sebesar 1561, 6527 kN, Stratigrafi tanah 2 diperoleh daya dukung ultimit sebesar 4530, 2682 kN dan daya dukung ijin sebesar 1510, 0894 kN, stratigrafi 3 diperoleh daya dukung ultimit sebesar 4195, 6135 kN dan daya dukung ijin sebesar 1398, 5378 Stratigrafi tanah 4 diperoleh daya dukung ultimit sebesar 4475, 9759 kN dan daya dukung ijin sebesar 1491, 9920 kN.

Kata kunci: Kapasitas dukung; tiang; Kulhawy; McClelland.

ABSTRACT

The foundation is the lower structure of a building that functions to transmit the weight and load of the building down to the subgrade with qualified quality and specifications, so that it can last for a longer period of time according to the standards in force in the world of construction. This study aims to determine the ultimate bearing capacity and allowable bearing capacity of pile foundations. Calculation analysis uses two methods, namely the Khulhawy method and the (α) McClelland method. From the calculation results on soil stratigraphy 1 obtained ultimate carrying capacity values of 4684.9580 kN and permit carrying capacity of 1561.6527 kN. Soil stratigraphy 2 obtained ultimate bearing capacity of 4530.2682 kN and permit carrying capacity of 1510.0894 kN, stratigraphy 3 obtained ultimate bearing capacity of 4195.6135 kN and permit carrying capacity of 1398.5378 Soil stratigraphy 4 obtained ultimate bearing capacity of 4475.9759 kN and permit carrying capacity of 1491.9920 kN.

Keywords: Carrying capacity; pillar; Kulhawy; McClelland.

PENDAHULUAN

Perkembangan dunia konstruksi di Indonesia terus mengalami kemajuan disetiap tahunnya. Pembangunan sebuah konstruksi yang berkualitas sangat dibutuhkan di tengah masyarakat, hal ini berkaitan dengan kebutuhan primer masyarakat itu sendiri. Salah satu jenis konstruksi sipil yang banyak dibangun adalah konstruksi gedung, yang mana memiliki beberapa elemen penting yaitu struktur atas yang terdiri dari struktur kolom, struktur balok, plat, dan struktur atap, serta struktur bawah yang terdiri dari struktur pondasi itu sendiri. Pondasi merupakan struktur bawah suatu bangunan yang berfungsi untuk meneruskan berat dan beban bangunan hingga ke tanah dasar dengan kualitas serta spesifikasi yang mumpuni, agar mampu bertahan dalam jangka waktu yang lebih lama sesuai standar yang berlaku dalam dunia konstruksi. Pada umumnya jenis pondasi yang digunakan untuk bangunan gedung bertingkat adalah pondasi dalam. Pondasi dalam adalah pondasi yang

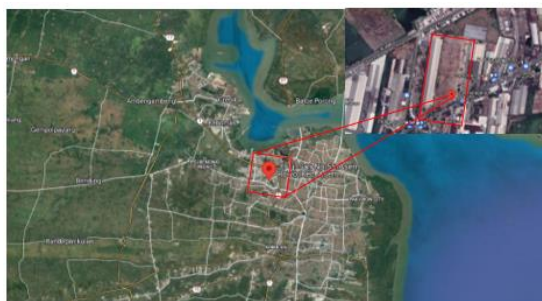
meneruskan beban bangunan ke tanah keras yang terletak pada kedalaman yang sangat dalam (Hardiyatmo 2011).

Pertimbangan penggunaan pondasi tiang pancang disesuaikan dengan beban perencanaan serta data di lapangan berupa pengujian sondir maupun pengujian bor dan hasil pengujian tanah di laboratorium uji tanah. Dalam hal ini peneliti menganalisis daya dukung ultimit dan daya dukung ijin pondasi spun pile menggunakan data tanah yang ada di lokasi proyek PT Asian Bearindo Jaya. Menentukan jenis pondasi yang dibangun tentunya selalu melewati standar operasional prosedur yang panjang, salah satunya adalah informasi terhadap karakteristik dari tanah itu sendiri, sehingga dalam implementasi jenis pondasi sesuai dengan perencanaan beban struktur bangunan atas daya dukung tanah di bawahnya. Tanah yang berada di bawah pondasi harus memiliki kemampuan untuk menahan beban yang ada di atasnya tanpa mengalami pergeseran maupun penurunan di luar batas wajar toleransi penurunan yang berlaku, sehingga dapat meminimalisir terjadinya kegagalan dalam masa layan dari sebuah proyek tujuan penelitian ini adalah Bagaimana perencanaan daya dukung ultimit pondasi spun pile di lokasi proyek kantor dan gudang di Surabaya, Bagaimana perencanaan daya dukung ijin pondasi spun pile di lokasi proyek kantor dan gudang di Surabaya.

METODOLOGI

Lokasi Penelitian

Objek penelitian berada di Jl. Tanjung sari no.19, sukomanggal, kota Surabaya, Jawa Timur. Penelitian ini dilaksanakan pada proyek kantor dan gudang PT. Asian Bearindo Jaya. Lokasi proyek kantor dan gudang terletak pada titik koordinat $7^{\circ}15'23''S$ $112^{\circ}41'54''E$.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Data tanah hasil pengujian di lapangan

Hasil pengujian tanah di lapangan berupa Standard penetration test (N- SPT) akan diolah serta dikoreksi terlebih dahulu sebelum digunakan untuk mendapatkan nilai c , ϕ yang nantinya digunakan dalam perhitungan daya dukung ijin, daya dukung ultimit, serta penurunan pondasi dari dari perencanaan sebuah tiang pancang.

Data tanah hasil pengujian di laboratorium

Hasil pengujian tanah di laboratorium berupa Plasticity index and sieve analysis, Triaxial UU dan direct shear test diolah terlebih dahulu sebelum digunakan untuk mendapatkan nilai c , ϕ , γ yang nantinya digunakan dalam perhitungan daya dukung ijin, daya dukung ultimit perencanaan sebuah tiang pancang.

Analisis parameter tanah

Pada penelitian ini peneliti menggunakan data pengujian tanah di lapangan maupun data pengujian di laboratorium serta pendekatan menggunakan korelasi empirik tanah guna memaksimalkan perhitungan dalam analisa perencanaan.

Klasifikasi jenis dan konsistensi tanah

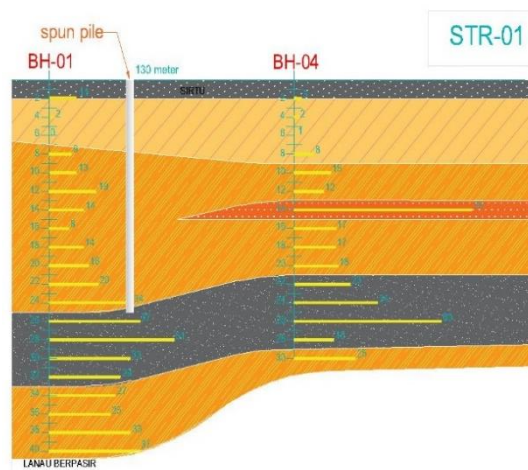
Berdasarkan data hasil pengujian serta analisis tanah maupun korelasi empirik maka diperoleh hasil untuk mengelompokkan tanah sesuai jenis tanah dan tebal lapisan tanah yang mana dari hasil tersebut dijadikan dasar dalam menentukan nilai C_u , γ , ϕ .

Parameter kesimpulan

Dari hasil pengumpulan data pengujian tanah baik di lapangan maupun di laboratorium serta pendekatan korelasi empirik tanah, selanjutnya ditentukan data yang memiliki hasil analisis yang sesuai di terapkan sebagai acuan perencanaan kemudian dilanjutkan dengan perhitungan dengan memasukan nilai parameter dari hasil pengujian tanah dengan menggunakan metode Kulhawy (1983) untuk jenis tanah Granular dan Metode (α) McClelland (1974) untuk jenis Tanah Kohesif.

PEMBAHASAN

Analisis Perhitungan Perencanaan Daya Dukung Pondasi Spun Pile. Perencanaan kedalaman pondasi didasarkan pada stratigrafi tanah (Gambar 2).



Gambar 2. Stratigrafi Tanah

Kedalaman pondasi pancang direncanakan pada kedalaman 25 meter. Hal ini dikarenakan letak tanah keras dengan nilai NSPT > 30 berada pada kedalaman antara 24 – 25 m. Dengan tanah dasar sebagai tumpuan merupakan tanah pasir (fine sand) serta perencanaan daya dukung ijin tiang pancang sebesar 150 ton.

Tahanan ujung Ultimit (Qb)

Perhitungan tahanan ujung ultimit tiang menggunakan metode Kulhawy (1983) menggunakan data perencanaan tiang sebagai berikut.

Kedalaman Tiang pancang (L) = 25 meter

Diameter Tiang (D) = 50 cm

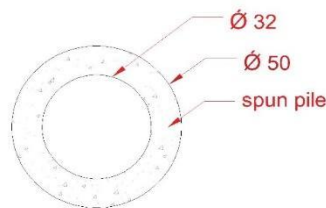
Spesifikasi Tiang Pancang = Berat Tiang 232 kg/m.

Lapisan tanah satu jenis tanah sirtu, h = 0 -2 m, Cu 46, 33kN/m², φ = 27, 75°, γ_b = 15, 75 kN/m³, γ_w = 9, 81 kN/m³.

Lapisan tanah kedua jenis tanah clay h = 2 -8 m, Cu 23, 65 kN/m², φ = 11, 53°, γ_{sat} = 15, 81 kN/m³, γ_w = 9, 81 kN/m³.

Lapisan tanah ketiga jenis tanah silty clay h = 8 -24 m, Cu 99, 03 kN/m², φ = 37, 18°, γ_{sat} = 19, 18 kN/m³, γ_w = 9, 81 kN/m³.

Lapisan tanah keempat jenis tanah find sand h = 24 -25 m, 206, 83 kN/m², φ = 44, 92°, γ_{sat} = 20, 44 kN/m³, γ_w = 9, 81 kN/m³.



Gambar 3. Dimensi Spun pile

Perhitungan tekanan *overburden* menggunakan persamaan berikut.

$$\begin{aligned}
 P_b' &= \gamma_b \times h_1 + (\gamma_{sat} - \gamma_w) \times h_2 + (\gamma_{sat} - \gamma_w) \times h_3 + (\gamma_{sat} - \gamma_w) \times h_4 \\
 &= 15, 75 \times 2 + (15, 81 - 9, 81) \times 6 + (19, 18 - 9, 81) \times 16 + (20, 44 - 9, 81) \times 1 = 228, 0500 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

Perhitungan luas penampang,

Peneliti menggunakan jenis tiang spun pile non pejal oleh karena itu luas penampang tiang disesuaikan terlebih dahulu dengan persamaan dibawah sebagai berikut.

$$A_b = 1/4 \times \pi \times d^2 \text{ (Tiang luar)}$$

$$= 1/4 \times 3,14 \times 0,502^2$$

$$= 0,1963 \text{ m}^2$$

$$A_b = 1/4 \times \pi \times d^2 \text{ (Tiang dalam)}$$

$$= 1/4 \times 3,14 \times 0,322^2$$

$$= 0,0804 \text{ m}^2$$

$$A_b = A_b \text{ (Luar)} - A_b \text{ (Dalam)}$$

$$= A_b \text{ (Pakai)}$$

$$= 0,1963 - 0,0804$$

$$= 0,1159 \text{ m}^2$$

Rumus perhitungan indeks kekakuan

$$I_r = \frac{E}{2(1 + \mu) P b' \operatorname{tg} \varphi}$$

$$= \frac{35.000}{2(1 + 0,35) \times 228,0500 \operatorname{tg} 44,92}$$

$$= 57,0016$$

Untuk $\varphi' = 44,92^\circ$ diperoleh nilai $N\gamma^* = 24,92$ dan nilai $Nq^* = 100$ disesuaikan nilai φ . Nilai $N\gamma^*$ dan nilai Nq^* didapat dari data korelasi pengujian Kulhawy dan mane (1982) mengumpulkan 170 data laboratorium dari jenis tanah lempung sampai krikil.

Untuk nilai E diperoleh dari nilai korelasi modulus elastisitas oleh (Look, 2007)

Nilai $N\gamma^*$ dan nilai Nq^* didapat dari data korelasi pengujian Kulhawy dan mane (1982) mengumpulkan 170 data laboratorium dari jenis tanah lempung sampai krikil.

Tahanan ujung satuan:

$$F_b = d \gamma' N\gamma^* + P b' Nq^*$$

$$= (0,50 \times 10,63 \times 24,92) + (228,0500 \times 100)$$

$$= 22937,4498 \text{ kN/m}^2$$

Tahanan ujung ultimit:

$$Q_b = A_b \times F_b$$

$$= 0,1159 \times 22937,4498$$

$$= 2657,6706 \text{ kN/m}^2$$

Tahanan Gesek Ultimit

Perhitungan tahanan gesek ultimit tiang menggunakan dua metode, yang pertama metode adhesi (α) McClelland (1974) untuk tahanan gesek pada tanah lempung dan metode Kulhawy (1983) untuk tahanan gesek pada tanah granular.

Keliling tiang:

Untuk lapisan tanah pertama sampai ketiga peneliti menggunakan metode adhesi (α) dengan persamaan sebagai berikut.

Perhitungan luas selimut tiang,

$$\begin{aligned} A_s &= \pi \times d \times h \\ &= 3,14 \times 0,50 \times 2 \\ &= 3,14 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$C_u = 46,32 \text{ kN/m}^2$, di peroleh hasil $\alpha = C_d/C_u = 0,9$ disesuaikan dengan nilai c_u Pada tabel C_d/C_u (McClelland, 1974)

Perhitungan tahanan gesek ultimit,

$$\begin{aligned} Q_s &= \sum \alpha C_u A_s \\ h &= 2 \text{ m} \\ Q_{s1} &= 0,9 \times 46,32 \times 3,14 \\ &= 130,9003 \text{ kN} \end{aligned}$$

Untuk nilai α diperoleh dari nilai c_u yang dikorelasikan dengan nilai C_d/C_u pada grafik tiang pancang pada tanah lempung oleh (McClelland, 1974).

$C_u = 23,65 \text{ kN/m}^2$, di peroleh hasil $\alpha = C_d/C_u = 1$

$$\begin{aligned} A_s &= \pi \times d \times h \\ &= 3,14 \times 0,50 \times 6 \\ &= 9,42 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_s &= \sum \alpha C_u A_s \\ h &= 6 \text{ m} \\ Q_{s2} &= 1 \times 23,65 \times 9,42 \\ &= 222,7830 \text{ kN} \end{aligned}$$

Untuk nilai α diperoleh dari nilai C_u yang dikorelasikan dengan nilai C_d/C_u pada grafik tiang pancang pada tanah lempung oleh (McClelland, 1974).

$C_u = 99,03 \text{ kN/m}^2$, di peroleh hasil $\alpha = C_d/C_u = 0,7$

$$\begin{aligned} A_s &= \pi \times d \times h \\ &= 3,14 \times 0,50 \times 16 \\ &= 25,12 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$Q_s = \sum \alpha C_u A_s$$

$$h = 16$$

$$\begin{aligned} Q_{s3} &= 0,8 \times 99,03 \times 25,12 \\ &= 1741,3435 \text{ kN} \end{aligned}$$

Untuk lapisan keempat peneliti menggunakan metode kulhawy (1983), tahanan gesek satuan dengan menghitung lebih dulu nilai K_0

Perhitungan koefisien tekanan tanah, menggunakan persamaan:

$$\begin{aligned} K_0 &= (1 - \sin \varphi') \text{OCR} \sin \varphi' \\ &= (1 - \sin 44,92) \text{OCR} \sin 44,92 \\ &= 0,2939 \end{aligned}$$

Untuk jenis Tiang pancang beton, pasir dengan $\varphi' = 44,92^\circ$ maka diambil nilai $K_d/K_0 = 1,5$ dan nilai $\delta/\varphi' = 0,9$. Nilai K_d/K_0 dan δ/φ' dapat dilihat pada tabel K_d/K_0 Kulhawy.

Tekanan *Overburden* efektif rata rata dengan persamaan sebagai berikut

$$h = 1 \text{ m}$$

Rumus perhitungan tekanan *overburden*,

$$\begin{aligned} P_{o'} &= \frac{1}{2} \times (h \times \gamma') \\ &= \frac{1}{2} \times (1 \times 10,63) \\ &= 5,315 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Rumus perhitungan luas selimut tiang,

$$\begin{aligned} A_s &= \pi \times d \times h \\ &= 3,14 \times 0,50 \times 1 \\ &= 1,57 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Rumus perhitungan tahanan gesek,

$$\begin{aligned} F_s &= K_0 \times P_{o'} \times \left(\frac{K_d}{K_0}\right) \times \left(\frac{\delta}{\varphi'}\right) \\ &= 0,2939 \times 5,315 \times 1,5 \times 0,9 \\ &= 2,1087 \end{aligned}$$

Rumus perhitungan tahanan gesek ultimit persamaan (2.7a)

$$\begin{aligned} Q_{s4} &= A_s \times F_s \\ &= 1,57 \times 2,1087 \\ &= 3,3106 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Kapasitas Dukung Ultimit neto (Q_u)

$$Q_u = Q_b + Q_s - W_p$$

Rumus perhitungan berat tiang,

$$W_p = W_{\text{beton}} \times h_{\text{tiang}}$$

$$= 232 \text{ kg} \times 25$$

$$= 7250 \text{ kg} = 71,05 \text{ kN}$$

$$Q_u = Q_b + (Q_{s1} + Q_{s2} + Q_{s3} + Q_{s4}) - W_p$$

$$= 2657,6706 + (130,9003 + 222,7830 + 1741,3435 + 3,3106) - 71,05$$

$$= 4684,96 \text{ kN}$$

Kapasitas Daya dukung Ijin Tiang

$$Q_a = Q_u / F_s$$

$$= 4684,9580 / 3$$

$$= 1561,6527 \text{ kN}$$

Berdasarkan hasil analisis diatas, diperoleh kapasitas dukung ultimit sebesar 4684,96 kN dan kapasitas dukung ijin tiang yang diperoleh sebesar 1561,65 kN dengan F_s (angka keamanan) sebesar 3.

KESIMPULAN

Peneliti melakukan analisis perhitungan daya dukung pondasi spun pile pada proyek kantor dan gudang di Surabaya menggunakan dua metode, metode perhitungan pertama pada tanah granular menggunakan metode Kulhawy (1983) dan metode perhitungan kedua pada tanah kohesif menggunakan metode α (McClelland, 1974).

Berdasarkan hasil analisis daya dukung pondasi tiang diperoleh:

1. Panjang tiang tipe spun pile yang digunakan adalah sepanjang 25 m
2. Daya dukung ultimit tiang yang diperoleh sebesar 4684,96 kN
3. Daya dukung ijin yang diperoleh sebesar 1561,65 kN dengan angka keamanan yang digunakan sebesar 3.

DAFTAR PUSTAKA

AASHTO (1998) LRFD Bridge Design Specifications, Customary U.S Units, 2nd edn, American Association of State Highway and Transportation Official, Washington, DC.

- Amris Azizi, M. Agus Salim, dan Gilang ramadhon. (2020). Analisis Daya Dukung Dan Penurunan Pondasi Tiang Pancang Proyek Gedung DPRD Kabupaten Pematang. Jurnal Teknik Sipil Rancang Bangun. 06 (02), 50 – 52.
- Arip Yusup, Eko Walujodjati. (2019) Analisis Pondasi Tiang Pancang Theematic Mall dan Hotel Majalaya Bandung. Jurnal Kontruksi. 17. (2).
- Bowles, J.E (1996), Foundation Analysis and Design, McGraw-Hill Kogakusha, Ltd., Tokyo, Japan.
- Coduto, P. D (1994) Foundation Design Principles and Practices, Prentice Hall Inc., New Jersey.
- Felicia T. Nuciferani, Mohamad F.N Aulady Nila A. Putri. (2017) Analisis Risiko Fondasi Bored Pile Dan Tiang Pancang Proyek Tunjangan Plaza 6 Surabaya. Jurusan Teknik Sipil- InstitutTeknologi Adhi Tama Surabaya. 21. (1).
- Hardiyatmo, H.C. (2015). Analisis dan Perancang Fondasi 1. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Hardiyatmo, H.C. (2020). Analisis dan Perancangan Fondasi II Edisi 5. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Helmy Darjanto, Himatul Farichah, Rosy Lumintang. (2020) Studi Analisis Daya Dukung Aksial Fondasi Tiang Berdasarkan Kurva Load-Settlement Hasil Static Loading Test (SLT) dan TZPILE. AGREGAT. 5. (2).
- Husnah. (2017) Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Pada Proyek Pembangunan Pondasi Tissue Block 5 & 6. SIKLUS Jurnal Teknik Sipil.
- Kezia Nadella J., Mila K Wardani, Arintha Indah DS. M.Ferdaus NA. (2019) Perbandingan Daya Dukung Tiang Pancang dengan Metode Statis dan Dinamis pada Proyek SBE Plant PT. Ecooils Jaya Indonesia. Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.
- Lilik Gani Ahmad dan Maman Surahman. (2016). Analisis Daya Dukung Tiang Pancang Menggunakan Data Insitu Test, Parameter Laboratorium Terhadap Loading Test Kantaledge. Jurnal Konstruksi. 7 (2).
- Mutia Suharlin Putri, Yayuk Apriyanti, dan Ferra Fahriani. (2018) Analisis Perbandingan Daya Dukung Dan Penurunan Tiang Pancang Tunggal Dengan Metode Statik Dan Uji Beban. Prosiding Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Pada Masyarakat. 0 – 7.
- Nugroho, s.a., putra, a.i., dan Ermina, r. (2012). Korelasi Parameter Kuat Geser Tanah Hasil Pengujian Triaxial dan Uniconfined compression strength (UCS). Jurnal sains Dan Teknologi, 11(1), 1-10.
- Schmertmann, K. and Nottingham, L. (1975), An Investigation of pile Design Procedures, final report D629 to Florida Dept. of transportation, Dept. of Civil Eng., Univ. of Florida.
- SNI 8460 – 2017 Persyaratan Perancangan Geoteknik.

- Terzhagi, K. and Peck, R.B. (1948, 1967), Soil Mechanics in Engineering Practice, 2 nd. Ed. Jhon Wiley and Sons, New York.
- Tomlinson, M.J. (1977; 1994), Pile Design and Construction Practice, The Garden City Press Limited, Lechworth, Hertfordshire SG6 1JS.
- Vesic, A.S (1967), A study of Bearing capacity of Deep foundations, Final Rep. Proj. B- 189, School of civil Eng, Georgia, Atlanta.