

Analisis Daya Dukung Tanah Untuk Pondasi Dangkal Pada Proyek Pembangunan Gudang Struktur Baja

Srianita Nugrahani¹, Tri Prandono², Silvia Yulita Ratih³

¹²³Program Studi Teknik Sipil, Universitas Surakarta

E-mail: nitata492@gmail.com, vierahayu1125@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menganalisis daya dukung tanah untuk pondasi dangkal pada proyek pembangunan gedung gudang mesin dan kantor percetakan struktur baja dua lantai di Yogyakarta. Analisis dilakukan dengan metode Terzaghi menggunakan parameter hasil uji laboratorium serta metode empiris berdasarkan uji sondir (CPT). Selain itu, penurunan seketika (*immediate settlement*) dihitung untuk menilai deformasi pondasi. Hasil perhitungan menunjukkan kapasitas izin pondasi footplate ukuran $1,50 \times 1,50$ m sebesar 67,9 ton/titik dan ukuran $1,20 \times 1,20$ m sebesar 43,1 ton/titik. Sementara itu, metode sondir memberikan kapasitas yang jauh lebih tinggi, mencapai 480,15 ton/titik dan 315 ton/titik (footplate 1,50 m) serta 307,20 ton/titik dan 201,60 ton/titik (footplate 1,20 m). Penurunan pondasi diperoleh sebesar 1,75 mm untuk ukuran 1,50 m dan 2,19 mm untuk ukuran 1,20 m, keduanya masih di bawah batas izin 25 mm. Dengan demikian, baik pondasi ukuran 1,50 m maupun 1,20 m aman secara teknis, namun pondasi ukuran lebih kecil dapat dipertimbangkan untuk efisiensi material dan biaya.

Kata kunci: daya dukung tanah, pondasi dangkal, struktur baja.

ABSTRACT

This study aims to analyze the soil bearing capacity for shallow foundations in the construction project of a two-story steel structure machine warehouse and printing office in Yogyakarta. The analysis was conducted using the Terzaghi method using laboratory test parameters and empirical methods based on the sondir test (CPT). In addition, immediate settlement was calculated to assess foundation deformation. The calculation results show that the permissible capacity of a 1.50×1.50 m footplate foundation is 67.9 tons/point and a 1.20×1.20 m footplate is 43.1 tons/point. Meanwhile, the sondir method provides a much higher capacity, reaching 480.15 tons/point and 315 tons/point (1.50 m footplate) and 307.20 tons/point and 201.60 tons/point (1.20 m footplate). Foundation settlement was 1.75 mm for the 1.50 m size and 2.19 mm for the 1.20 m size, both below the allowable limit of 25 mm. Therefore, both 1.50 m and 1.20 m foundations are technically safe, but smaller foundation sizes may be considered for material and cost efficiency.

Keywords: soil bearing capacity, shallow foundation, steel structure.

1. PENDAHULUAN

Pada proyek pembangunan, membutuhkan pengujian daya dukung tanah. Tanpa data yang tepat, sulit memilih pondasi yang aman dan efektif. Karakteristik tanah, seperti jenis, kepadatan, dan komposisi, sangat mempengaruhi daya dukungnya. Oleh karena itu, pengujian tanah yang sistematis adalah langkah esensial untuk memastikan keberhasilan proyek.

Salah satu metode utama yang digunakan adalah Uji Sondir (Cone Penetration Test / CPT). Metode in-situ ini mengukur tekanan dan gaya tahanan saat konus baja ditusukkan ke dalam tanah. Hasilnya memberikan data krusial tentang ketahanan dan komposisi tanah, yang kemudian digunakan untuk menghitung kapasitas daya dukung dan menentukan jenis pondasi yang sesuai untuk struktur bertingkat.

Selain itu, uji laboratorium sangat penting untuk melengkapi data. Pengujian ini memberikan informasi tentang sifat fisik dan mekanik tanah seperti kadar air, kepadatan, kohesi (c), dan sudut geser dalam (θ). Data laboratorium memastikan perencanaan pondasi aman, efektif, dan mencegah potensi kegagalan struktural yang dapat menyebabkan kerugian besar.

Selain kekuatan daya dukung, perencanaan juga harus memperhitungkan penurunan tanah (settlement). Tanah berpasir yang longgar rentan terhadap pemadatan di bawah beban berulang, yang dapat menyebabkan penurunan tidak merata dan retakan pada struktur. Oleh karena itu, desain pondasi harus tidak hanya mampu menahan beban, tetapi juga harus mengendalikan besarnya penurunan agar tetap dalam batas toleransi yang diizinkan, menjamin stabilitas jangka panjang bangunan

2. Landasan Teori

Menurut Terzaghi (1943) dalam Das (2004), sebuah pondasi dianggap pondasi dangkal jika kedalamannya sama atau lebih kecil dari lebarnya. Anggapan ini juga menyiratkan bahwa penyebaran tegangan dari pondasi ke lapisan tanah penyangga di bawahnya tidak meluas melebihi lebar pondasi itu sendiri.

Teori daya dukung pondasi dangkal secara klasik dikembangkan oleh Karl Terzaghi (1943), yang menganalisis pondasi pada permukaan tanah atau di bawah permukaan dengan beban sentris dan vertikal. Rumus Terzaghi (Pondasi Telapak Tunggal) yaitu sebagai berikut :

$$q_{ult} = \alpha N_c + \gamma_1 N_q + \beta \gamma_2 B N_\gamma$$

Di mana :

Q_{ult} : Daya dukung ultimit (kN/m^2)

c : Kohesi tanah (kN/m^2)

γ : Berat volume tanah (kN/m^3)

B : Lebar pondasi (m)

z/D_f : Kedalaman dasar pondasi (m)

β : Koefisiensi koreksi bentuk pondasi

N_c, N_q, N_γ : Faktor daya dukung tergantung pada sudut geser dalam ϕ

Terdapat modifikasi rumus untuk kondisi yang lebih kompleks seperti beban eksentris atau pondasi tidak simetris, teori Terzaghi dikembangkan lebih lanjut oleh Meyerhof, Hansen, dan Vesic. Rumus mereka melibatkan faktor koreksi tambahan yaitu :

$$q_u = cN_c s_c d_c i_c + \gamma D_f N_q s_q d_q i_q + 0.5\gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

Di mana :

Q_u : Daya dukung ultimit (kN/m^2)

c : Kohesi tanah (kN/m^2)

D_f : Kedalaman dasar pondasi (m)

γ : Berat volume tanah (kN/m^3)

s : Faktor bentuk (shape)

d : Kedalaman (depth)

i : Kemiringan (inclination).

B : Lebar pondasi (m)

N_c, N_q, N_γ : Faktor daya dukung tergantung pada sudut geser dalam ϕ

Perencanaan fondasi dapat dilakukan dengan membandingkan hasil dari data uji lapangan, seperti SPT (Standard Penetration Test), dengan data sifat fisik dan mekanis dari pengujian laboratorium. Daya dukung fondasi dapat dihitung menggunakan metode Terzaghi atau Meyerhof, yang keduanya mendasarkan pada nilai sudut geser dalam (ϕ), kohesi (c), dan berat volume tanah (γ_s).

Untuk sampel tanah lempung yang tidak terganggu (UDS), pengujian konsolidasi juga dapat dilakukan di laboratorium. Hal ini memungkinkan perhitungan potensi penurunan dan lamanya waktu penurunan yang akan terjadi pada fondasi. Selain itu, Bowles (1997) menyarankan penggunaan data uji lapangan, seperti SPT atau CPT (Cone Penetration Test), untuk menghitung daya dukung tanah..

3. Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif dengan pendekatan analisis data lapangan (uji sondir dan SPT) dan data laboratorium untuk mengevaluasi daya dukung dan penurunan pondasi.

Data Penelitian

1. Data Lapangan

- a. Hasil Uji Sondir (Cone Penetration Test/CPT): Data primer dari pengujian di lapangan yang mengukur perlawanan konus dan jumlah hambatan lekat tanah pada dua titik, yaitu S.01 BTP dan S.02 BTP. Data ini digunakan untuk menganalisis daya dukung tanah dan mengidentifikasi lapisan tanah.
- b. Hasil Standar Penetration Test (SPT): Pengujian ini juga dilakukan di lapangan untuk melengkapi data sondir.

2. Data Laboratorium

Sifat Fisik dan Mekanik Tanah: Sampel tanah dari lokasi proyek diuji di laboratorium untuk mendapatkan parameter seperti kohesi (c) dan sudut geser dalam (θ). Data ini sangat penting untuk perhitungan daya dukung tanah menggunakan metode Terzaghi.

Tahap Analisis Data

1. Pengolahan data lapangan yang diperoleh dari Uji Sondir (CPT) dan Standard Penetration Test (SPT) di lapangan. Data ini mencakup profil lapisan tanah, nilai perlawanan konus (q_c), dan jumlah hambatan lekat.
2. Pengolahan data laboratorium dari sampel tanah yang diuji di laboratorium diolah untuk mendapatkan parameter-parameter penting, seperti nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam (θ).
3. Perhitungan daya dukung pondasi dari data yang telah diolah kemudian digunakan untuk menghitung daya dukung pondasi menggunakan dua metode yaitu metode Terzaghi dan metode korelasi langsung.
4. Menganalisis potensi penurunan seketika (*immediate settlement*) pada pondasi akibat beban struktural.
5. Membandingkan dan mengevaluasi hasil perhitungan daya dukung dari kedua metode tersebut serta hasil analisis penurunan. Hasil ini digunakan untuk menentukan apakah dimensi pondasi yang direncanakan sudah aman dan efisien.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Pengujian Sifat Fisik Tanah

HB 01 BTP (boring) dapat dilihat pada tabel 1.

No. Titik	Kedalaman (m)	Deskripsi Lapisan Tanah
HB 01 BTP	0.00 – 1.20	Material Urugan
	1.20 – 1.80	Pasir halus sedang coklat muda 'lunak-sedang'
	1.80 – 2.50	Pasir sedang kelanauan coklat muda 'sedang-padat'

(Sumber : Hand Boring Log, Universitas Janabadra Yogyakarta)

Kapasitas Daya Dukung Tanah

Analisis daya dukung tanah dilakukan menggunakan dua metode perhitungan yang berbeda untuk membandingkan dan memvalidasi hasilnya. Perhitungan ini didasarkan pada data teknis yang diperoleh dari uji lapangan dan uji laboratorium.

1. Metode Terzaghi (Berdasarkan Data Laboratorium)

Berdasarkan data laboratorium yang memberikan parameter tanah seperti kohesi (c) dan sudut geser dalam (θ), daya dukung izin (Q_{izin}) dihitung. Untuk pondasi *footplate* berukuran 1.50 m x 1.50 m, kapasitas izin yang dihasilkan adalah 67,9 ton/titik. Sementara itu, untuk pondasi alternatif berukuran 1.20 m x 1.20 m, kapasitas izinnya adalah 43,1 ton/titik.

2. Metode Korelasi Langsung (Berdasarkan Data Sondir)

Data dari uji sondir (CPT) pada dua titik, S.01 dan S.02, digunakan untuk perhitungan daya dukung. Hasilnya menunjukkan kapasitas yang jauh lebih besar dibandingkan metode Terzaghi.

Untuk pondasi 1.50 m x 1.50 m : Kapasitas izin adalah 480,15 ton/titik (S.01) dan 315,00 ton/titik (S.02).

Untuk pondasi 1.20 m x 1.20 m : Kapasitas izin adalah 307,20 ton/titik (S.01) dan 201,60 ton/titik (S.02).

Perbedaan nilai yang signifikan antara kedua metode ini menunjukkan bahwa kondisi tanah di lokasi proyek memiliki sifat yang sangat kuat, yang direfleksikan lebih tinggi oleh uji sondir. Namun, yang paling penting adalah nilai kapasitas izin dari kedua metode tersebut jauh melebihi beban rencana pondasi yang hanya 18 ton/titik. Ini mengonfirmasi bahwa baik pondasi ukuran 1.50 m maupun 1.20 m memiliki faktor keamanan yang sangat memadai.

Analisis Penurunan (Settlement)

Selain daya dukung, analisis penurunan juga krusial untuk mencegah kerusakan struktural akibat deformasi. Perhitungan penurunan seketika (*immediate settlement*) dilakukan untuk kedua dimensi pondasi:

Tabel 2. Jenis pondasi

Jenis Pondasi	Ukuran/Dimensi	Kedalaman	Penurunan (mm)
Footplate	1,5 m x 1,5 m	2,0 m	1,75 mm
Footplate	1,2 m x 1,2 m	2,0 m	2,19 mm

Dari tabel diatas, kedua nilai penurunan ini berada jauh di bawah batas penurunan izin yang umum ditetapkan (misalnya, 25 mm). Penurunan yang kecil ini menunjukkan bahwa tanah di bawah pondasi memiliki sifat yang sangat stabil dan tidak akan mengalami deformasi signifikan di bawah beban bangunan.

Pembahasan Umum

Dari hasil analisis di atas, dapat disimpulkan bahwa secara teknis, baik pondasi dengan ukuran 1,50 m × 1,50 m maupun 1,20 m × 1,20 m sama-sama memenuhi persyaratan kekuatan dan keamanan struktur. Pemilihan ukuran pondasi dapat mempertimbangkan efisiensi material, di mana ukuran 1,20 m lebih hemat penggunaan beton, namun ukuran 1,50 m memberikan kekuatan keamanan yang lebih tinggi terhadap variasi kondisi tanah di lapangan. Mengingat beban rencana yang relatif kecil, pondasi berukuran 1,20 m dapat menjadi pilihan yang lebih efisien dan ekonomis.

5. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Desain pondasi dangkal tipe *footplate* pada proyek pembangunan gudang dua lantai aman dan stabil dari segi daya dukung, baik untuk dimensi 1.50 m x 1.50 m maupun 1.20 m x 1.20 m. Keamanan terlihat melalui dua metode perhitungan, yaitu metode Terzaghi yang didasarkan pada data laboratorium dan korelasi langsung dari data uji sondir.
2. Analisis penurunan seketika (*immediate settlement*) menunjukkan bahwa penurunan yang terjadi pada kedua dimensi pondasi (1,75 mm dan 2,19 mm)

berada jauh di bawah batas toleransi yang diizinkan (25 mm), sehingga menjamin stabilitas struktural jangka panjang.

3. Mengingat bahwa kedua dimensi pondasi memiliki faktor keamanan yang memadai dan penurunan yang sangat rendah, penggunaan pondasi alternatif berukuran 1.20 m x 1.20 m merupakan pilihan yang lebih efisien dan ekonomis dari segi penggunaan material dan biaya konstruksi, tanpa mengurangi keamanan dan integritas struktur.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, H. H. (2021). "Analisis Daya Dukung Tanah Pada Pondasi Dangkal Dengan Metode L Heminier Dan Mayerhof.". *Jurnal Penelitian IPTEKS* 6.1.
- Aisah, E. a. (2023). "Kapasitas Daya Dukung Pondasi Dangkal dengan Teori Terzaghi dan Mayerhof.". *Konstruksia* 15.1, : 127-136.
- Asnur, H. a. (2022). "Soil Investigation Berdasarkan Uji Sondir di Kecamatan Harau Kabupaten Lima Puluh Kota.". *Rang Teknik Journal* 5.1, : 69-76.
- Bela, K. R. (2022). "Penyelidikan Tanah Menggunakan Metode Uji Sondir." . *Eternitas: Jurnal Teknik Sipil* 2.1 , : 50-58.
- Bowles, Joseph E, 1993, *Analisis dan Disain Pondasi*, Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta.
- Darwis, H. a. (2018). "Dasar-Dasar Mekanika Tanah.". *Yogyakarta: Pena Indis* .
- Das, Braja M, 1998, *Mekanika Tanah*, Jilid 1, Erlangga, Jakarta.
- Das, Braja M, 1998, *Mekanika Tanah*, Jilid 2, Erlangga, Jakarta.
- Kalogo, E. K. (2021). "Analisis Penurunan Segera pada Pondasi Telapak Berdasarkan Nilai Daya Dukung Terzaghi, Mayerhof, Brinch Hansen, dan Vesic.". *Jurnal Teknik Sipil Institut Teknologi Padang* 8.1 , : 3-3.
- Martini, M. (2009). "Pengaruh tingkat kepadatan tanah terhadap daya dukung tanah." . *Smartek* 7.2, : 222059.
- Martini, M. (2012). Analisis daya dukung tanah pondasi dangkal dengan beberapa metode. Diss. *Tadulako University*,.

- Muda, A. (2016). "Analisis Daya Dukung Tanah Fondasi Dangkal Berdasarkan Data Laboratorium.". *"INTEKNA Jurnal Informasi Teknik dan Niaga 16.1*, 1-6.
- Randyanto, E. S. (2015). "Analisis Daya Dukung Tiang Pancang Dengan Menggunakan Metode Statik Dan Calendring Studi Kasus: Proyek Pembangunan Manado Town Square 3.". *Jurnal Sipil Statik 3.9* , : 139766.
- Ridhayani, I. (2021). "Studi analisis daya dukung tanah berdasarkan data sondir di kampus Padhang-Padhang Universitas Sulawesi Barat.". *Bandar: Journal of Civil Engineering 3.2* , : 37-42.
- Supriyanto, S. (2022). "Analisa daya dukung tanah berdasar data: Sondir, NSPT dan laboratorium (Studi kasus di BTN Hamzy Makassar)." . *Jurnal KaLIBRASI: Karya Lintas Ilmu Bidang Rekayasa Arsitektur, Sipil, Industri 5.1* , : 105-114.
- Suroso, P. A. (2020). "Analisis Daya Dukung Pondasi Menggunakan Hasil Uji CPT Dan Uji Laboratorium Pada Bangunan Guest House." . *Buletin Profesi Insinyur 3.2* , : 118-121.