

Analisis Kapasitas Dukung Tiang Pancang Berdasarkan Uji Sondir pada Bangunan Gedung C Universitas Nusa Putra

Triana^{a,1,*}, Lioba Evita Anikusuma^{b,2}

^a a Program Studi Teknik Sipil Universitas Nusa Putra, Jl. Raya Cibatua Cisaat No.21, Sukabumi dan 43152

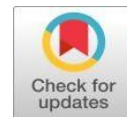
¹ [triana_ts22@nusaputra.ac.id](mailto: triana_ts22@nusaputra.ac.id); lioba.evita@nusaputra.ac.id

* Triana

Diterima; diperbaiki; disetujui

ABSTRACT

Penelitian ini membahas analisis kapasitas dukung tiang pancang berdasarkan data uji sondir pada proyek pembangunan Gedung C Universitas Nusa Putra. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh pentingnya pemahaman karakteristik tanah sebagai dasar dalam menentukan tipe dan kapasitas pondasi yang aman dan efisien. Rumusan masalah yang dikaji meliputi: bagaimana profil kekuatan tanah yang ditunjukkan oleh nilai cone resistance (qc), berapa kapasitas dukung tiang pancang pada titik sondir ke-9, serta bagaimana kondisi lapisan tanah dari hasil sondir berpengaruh terhadap perencanaan tiang pancang di lokasi tersebut. Metode penelitian dilakukan dengan menganalisis data sondir untuk memperoleh nilai qc pada setiap kedalaman, kemudian menginterpretasikan stratigrafi tanah, serta menghitung kapasitas dukung tiang pancang dengan pendekatan empiris melalui kontribusi tahanan ujung (end bearing) dan tahanan selimut (skin friction). Nilai qc digunakan sebagai parameter utama untuk mengidentifikasi kekuatan relatif tanah, perubahan lapisan, dan kedalaman tanah keras yang menjadi faktor kritis dalam desain pondasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi nilai qc dari permukaan hingga kedalaman tertentu menggambarkan adanya perubahan kondisi tanah, mulai dari lapisan lemah hingga lapisan yang lebih padat. Pada titik sondir ke-9, kapasitas dukung tiang pancang dihitung berdasarkan respon tanah pada kedalaman rencana pemancangan dan menunjukkan nilai yang mencerminkan kontribusi dominan dari tanah berlapis padat di bawahnya. Analisis ini menegaskan bahwa karakteristik dan stratigrafi tanah memiliki pengaruh signifikan terhadap perencanaan pondasi tiang pancang, sehingga interpretasi data sondir menjadi langkah penting dalam memastikan keamanan, efisiensi, dan pondasi bangunan.



KATA KUNCI

Kapasitas dukung, qc, Sondir, Stratigrafi tanah, Tiang pancang.

ABSTRACT

This study discusses the analysis of pile bearing capacity based on cone penetration test (CPT) data for the construction project of Building C at Nusa Putra University. The research is motivated by the importance of understanding soil characteristics as a basis for determining a safe and efficient foundation type and capacity. The problems examined include: the soil strength profile indicated by cone resistance (q_c), the bearing capacity of piles at CPT point 9, and how the soil stratification obtained from CPT results influences pile foundation planning at the site. The research method involves analyzing CPT data to obtain q_c values at each depth, interpreting soil stratigraphy, and calculating pile bearing capacity using empirical approaches through end bearing and skin friction contributions. The q_c values serve as the primary parameter for identifying relative soil strength, layer variations, and the depth of hard soil, which are critical factors in foundation design. The results show that variations in q_c from the surface to deeper layers indicate changes in soil conditions, ranging from weak layers to denser layers. At CPT point 9, the pile bearing capacity was calculated based on soil response at the planned pile depth and reflects the dominant contribution of dense soil layers beneath it. This analysis confirms that soil characteristics and stratigraphy have a significant influence on pile foundation planning, making the interpretation of CPT data an essential step to ensure the safety and efficiency of the building's foundation.

KATA KUNCI

Bearing capacity, q_c , Cone penetration test (CPT), Soil stratigraphy, Pile foundation.



This is an open-access article under the [CC-BY-SA](#) license



sentil@nusaputra.ac.id

1. Pendahuluan

Perencanaan fondasi merupakan tahap penting dalam pembangunan gedung bertingkat karena berfungsi memastikan struktur mampu menahan beban dengan aman dan efisien. Pada banyak proyek konstruksi di Indonesia, tiang pancang menjadi pilihan utama sebagai fondasi dalam, terutama pada kawasan yang memiliki lapisan tanah lunak di bagian permukaan. Kinerja tiang pancang sangat dipengaruhi oleh sifat tanah setempat, sehingga penentuan kapasitas dukung yang tepat menjadi faktor yang tidak dapat diabaikan.

Untuk mengetahui kondisi tanah secara vertikal, uji sondir (Cone Penetration Test/CPT) digunakan sebagai metode investigasi yang paling praktis dan informatif. Data yang dihasilkan, seperti nilai *cone resistance* (q_c), *friction ratio*, dan indikasi perubahan lapisan tanah, memungkinkan analisis yang lebih detail terhadap kapasitas dukung tiang, baik dari komponen tahanan ujung maupun tahanan selimut. Meskipun demikian, perbedaan kondisi tanah antar kedalaman dan variasi interpretasi terhadap hasil sondir sering menimbulkan ketidakpastian dalam menentukan kapasitas tiang yang tepat pada suatu lokasi.

Gedung C Universitas Nusa Putra merupakan salah satu bangunan yang direncanakan menggunakan fondasi tiang pancang, di mana kondisi tanah pada lokasi tersebut memperlihatkan variasi karakteristik yang perlu dikaji secara cermat. Oleh karena itu, analisis berbasis data sondir sangat diperlukan untuk memperoleh kapasitas dukung tiang yang sesuai dengan keadaan lapangan. Ketelitian dalam perhitungan ini penting agar risiko seperti penurunan berlebih, ketidakstabilan fondasi, atau penggunaan tiang dengan dimensi yang tidak

¹Triana, ²LiobaEvitaAnikusuma (Analisis Kapasitas Dukung Tiang Pancang Berdasarkan Uji Sondir Pada Bangunan Gedung C Universitas Nusa Putra)

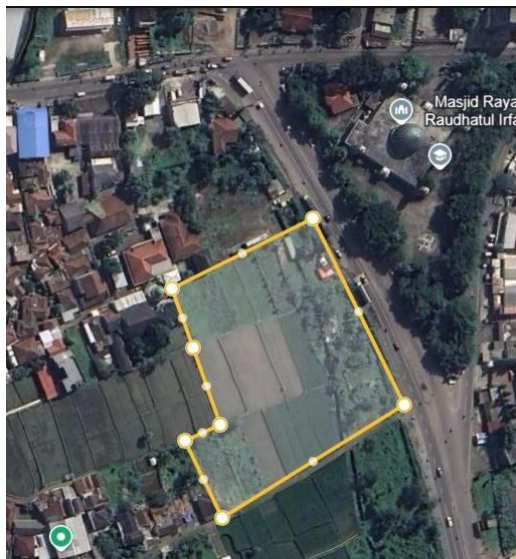
efisien dapat dihindari.

Dengan mempertimbangkan kondisi tersebut, penelitian mengenai kapasitas dukung tiang pancang berdasarkan hasil uji sondir di lokasi pembangunan Gedung C Universitas Nusa Putra menjadi relevan dan perlu dilakukan. Selain memberikan gambaran kapasitas dukung tiang sesuai kondisi tanah aktual, penelitian ini juga dapat dijadikan acuan dalam evaluasi perencanaan fondasi pada proyek sejenis. Hasil penelitian diharapkan dapat memperkuat pemahaman akademis mengenai pemanfaatan data sondir sebagai dasar perhitungan kapasitas dukung tiang pancang secara lebih tepat dan dapat dipertanggungjawabkan.

2. Metode

1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di wilayah yang dilaksanakan proyek tersebut berada kurang lebih di area Kawasan Jl.tangkil-argabinta 7 cimahi.cicantayan, kabupaten sukabumi jawa barat jalur lingkar selatan, dengan luas lahan 14.760 m² dan luas bangunan 3000m².



Gambar (3. 1) Lokasi Penelitian (sumber : PT Sukses Bangun Investama)

2. Tahapan Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini, dibagi menjadi dua metode yaitu pengumpulan data primer dan sekunder.

a. Data Primer

Melakukan observasi dengan mengikuti serangkaian prosedur pelaksanaan pengeboran, selain itu juga peneliti mengikuti pelaksanaan pemasangan tiang pancang.

b. Data Sekunder

- Hasil Uji Laboratorium
- Peta Lokasi Penelitian
- Ukuran Tiang Pancang

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil qc dan Profil Tanah

Hasil qc dan profil tanah pada titik sondir 9 menunjukkan bahwa di kedalaman tertentu, parameter qc menunjukkan peningkatan yang mencerminkan lapisan tanah yang menjadi semakin keras dan padat. Data dari hasil pengujian sondir No. 9 di lokasi Kampus Baru NSP, lapisan keras mulai pada kedalaman 4 – 5 m.

3.2 Perhitungan Kapasitas Tiang Pancang

Desain Tiang Pancang

Diameter Tiang $d = 0,40$ m

Panjang Tiang $L = 12,0$ m

Lapisan keras mulai pada kedalaman 4 – 5 m, maka q_c pada ujung 6 – 7 = 5,0 MPa

Digunakan korelasi sederhana untuk skin friction: $f_s = 0,02 \times q_c$

Safety Factor (FS) = 2,5

Luas penampang dan luas selimut

Luas penampang ujung (A_c):

$$A_c = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi (0,40)^2}{4} = \pi \times 0,04 = 0,1256637061 \text{ m}^2 \quad (4.1)$$

Luas selimut sepanjang seluruh tiang (A_s):

$$A_s = \pi d L = \pi \times 0,40 \times 12 = 15,0796447372 \text{ m}^2 \quad (4.2)$$

Data q_c

Kita bagi profil menjadi 2 interval:

- 0 – 2,4 m : $q_c = 0,64$ MPa
- 2,6 – 5 m : $q_c = 5,49$ MPa

Hitung Q Tahanan Ujung

pendekatan sederhana:

$$Q_b = A_c \times q_{c, \text{ujung}} \quad (4.3)$$

Dengan $q_{c, \text{ujung}} = 5,0$ MPa = 5000 kN/m²

Maka:

$$Q_b = 0,1256637061 \times 5000 = 628,3185305 \text{ kN} \quad (4.4)$$

Jadi $Q_b \approx 628,31$ kN

Hitung Q Tahanan Selimut Per interval

Kita pakai $f_s = 0,02 \times q_c$. Konversi ke kN/m²

- 0–2,4m, $q_c = 0,64$ MPa $\rightarrow f_s = 0,02 \times 0,64 = 0,0128$ MPa = 12,8 kN/m²

Luas selimut segmen: $A_{s1} = \pi \times d \times 2,4 = 3,015928947$

$$Q_{s1} = f_s \times A_{s1} = 12,8 \times 3,015928947 = 38,60389052 \text{ kN} \quad (4.5)$$

- 2,4–5m, $q_c = 5,49$ MPa $\rightarrow f_s = 0,02 \times 5,49 = 0,1098$ MPa = 109,8 kN/m²

c.

Luas selimut segmen: $A_{s1} = \pi \times d \times 2,4 = 3,015928947$

$$Q_{s2} = f_s \times A_{s1} = 109,8 \times 3,015928947 = 331,1489984 \text{ kN} \quad (4.6)$$

Jumlah:

$$Q_s = Q_{s1} + Q_{s2} = 38,60389052 + 331,1489984 = 369,7528889 \text{ kN} \quad (4.7)$$

Jadi $Q_s \approx 370$ kN.

Kapasitas Ultimit dan Kapasitas Izin

¹Triana, ²LiobaEvitaAnikusuma (Analisis Kapasitas Dukung Tiang Pancang Berdasarkan Uji Sondir Pada Bangunan Gedung C Universitas Nusa Putra)

$$Q_{ult} = Q_b + Q_s = 628,31 + 370 = 998,31 \text{ kN} \quad (4.8)$$

$$Q_{allow} = \frac{Q_{ult}}{FS} = \frac{998,31}{2,4} = 415,9625 \text{ kN} \quad (4.9)$$

Jadi:

$Q_{ult} \approx 999,3 \text{ kN}$

$Q_{allow} \approx 416,0 \text{ kN}$ per tiang (dengan $FS = 2,4$)

3.3 Analisis Pengaruh Kondisi Tanah Terhadap Tiang Pancang

Pada kedalaman 0–2,4 meter, nilai q_c sebesar 0,64 MPa mengindikasikan tanah lunak. Nilai f_s yang rendah menghasilkan kontribusi daya dukung selimut yang kecil, yaitu sekitar 38,60 kN. Pada interval 2,4–5 meter, nilai q_c meningkat tajam menjadi 5,49 MPa, menandakan keberadaan tanah yang lebih padat. Akibatnya, nilai f_s dan Q_s juga bertambah besar, dengan Q_s mencapai 331,15 kN. Kondisi ini menunjukkan bahwa tanah pada segmen tersebut lebih mampu menahan beban. Mulai kedalaman 4–5 meter, sondir memperlihatkan awal lapisan tanah keras. Oleh karena itu, nilai q_c sebesar 5,0 MPa digunakan sebagai dasar perhitungan tahanan ujung (Q_b) pada posisi ujung tiang di kedalaman 6–7 meter. Secara keseluruhan, kontribusi dari gesekan selimut dan tahanan ujung menghasilkan kapasitas ultimit sebesar $\pm 999,3 \text{ kN}$, dan kapasitas izin sebesar $\pm 416 \text{ kN}$. Hal ini menunjukkan bahwa ujung tiang telah ditempatkan pada lapisan tanah keras yang memberikan daya dukung optimal.

4. Kesimpulan

Pada penelitian ini dapat diambil Kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil uji sondir titik 9, nilai q_c meningkat seiring kedalaman, menunjukkan perubahan tanah dari lapisan lunak ke lapisan yang lebih padat dan keras.
2. Lapisan tanah keras mulai teridentifikasi pada kedalaman 4–5 meter, sehingga lokasi tersebut menjadi acuan penempatan ujung tiang pancang.
3. Perhitungan kapasitas tiang pancang dengan diameter 0,40 m dan panjang 12 m menghasilkan:
 - a. Tahanan ujung (Q_b) $\approx 628,32 \text{ kN}$
 - b. Tahanan selimut (Q_s) $\approx 369,75 \text{ kN}$
 - c. Kapasitas ultimit (Q_{ult}) $\approx 999,3 \text{ kN}$
 - d. Kapasitas izin (Q_{allow}) $\approx 416 \text{ kN}$
4. Hasil menunjukkan bahwa lapisan tanah pada kedalaman akhir tiang cukup kuat untuk mendukung kapasitas beban yang dibutuhkan struktur.
5. Nilai kontribusi terbesar berasal dari tahanan ujung, menegaskan bahwa tiang bekerja dominan sebagai end-bearing pile.
6. Interpretasi data sondir terbukti sangat penting dalam menentukan kedalaman, jenis, dan efisiensi desain tiang pancang pada proyek Gedung C Universitas Nusa Putra.

5. Saran

Adapun saran yang dapat disampaikan antara lain:

1. Pada perencanaan pondasi berikutnya, disarankan penggunaan lebih dari satu titik sondir agar karakter tanah dapat dipetakan secara lebih lengkap.
2. Perlu dilakukan cross-check dengan data laboratorium (SPT, direct shear, triaxial) agar hasil estimasi kapasitas dukung lebih komprehensif.
3. Pengujian tambahan seperti loading test dapat dilakukan untuk memvalidasi perhitungan kapasitas dukung secara langsung di lapangan.
4. Jika pembebanan struktur lebih tinggi, perlu mempertimbangkan kelompok tiang dan analisis penurunan (settlement).
5. Dalam proyek konstruksi riil, disarankan memperhatikan faktor keamanan minimal sesuai standar, seperti $FS = 2,5$ atau mengikuti peraturan terbaru SNI.
6. Dokumentasi dan pencatatan kondisi lapangan perlu dilakukan secara konsisten untuk

memastikan akurasi desain dan eksekusi pemasangan tiang.

Referensi

- [1] H. Wibowo, "KONSTRUKSI SLAB ON PILE JALAN TOL," vol. 1, no. April, pp. 1–11, 2024.
- [2] H. D. Wahyudi and D. Mutia, "Interpretasi Hasil Uji Penetrasi Kerucut Statis (Cone Penetration Test/CPT/Sondir) di Kawasan Bandar Udara Fatmawati Soekarno, Bengkulu," *Agregat*, vol. 3, no. 2, pp. 229–234, 2018, doi: 10.30651/ag.v3i2.2272.
- [3] H. Tjahyati, "Jurnal - Penggunaan Data Sondir Untuk Interpretasi Perencanaan Pondasi."
- [4] L. WIDOJOKO, "Analisa Dan Desain Pondasi Tiang Pancang Berdasarkan Bentuk Tiang Lilies," *War. LPM*, vol. 23, no. 1, 2020.
- [5] R. Hermawan, "Analisis Perkuatan Tanah Dasar Pada Tanggul Sungai Gajah Putih Surakarta Dengan Cerucuk Kayu," vol. 2, no. 1, pp. 147–154, 2014, [Online]. Available: <https://digilib.uns.ac.id/dokumen/detail/36502>
- [6] D. fryda Lucyani, "Kuantan Singingi," no. June 2023, pp. 1–23, 2016.
- [7] J. Fauzi, "Analisis Kepuasan Pasien Terhadap Pelayanan Kesehatan Di Klinik Yakin," *J. Ilm. Manaj. Dan Bisnis*, vol. 6681, no. 7, pp. 1328–1338, 2024.
- [8] W. M. ALDILA and I. IMAS, "... Kalendering Dan Pile Driving Analyzer (Studi Kasus Struktur Slab on Pile) Pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Semarang–Demak ...," vol. 03, no. 02, 2022, [Online]. Available: <http://repository.undaris.ac.id/id/eprint/714>
- [9] S. P. Collins *et al.*, "No Title 濟無No Title No Title No Title," vol. 9, no. 6, pp. 167–186, 2021.
- [10] A. Kurniawan and M. Abduh, "Analisis Metode Penyambungan Spun Pile Pada," pp. 39–46, 2024.
- [11] W. M. ALDILA and I. IMAS, "... Kalendering Dan Pile Driving Analyzer (Studi Kasus Struktur Slab on Pile) Pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Semarang–Demak ...," vol. 03, no. 02, 2022, [Online]. Available: <http://repository.undaris.ac.id/id/eprint/714>