



Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Menggunakan Data Laboratorium dengan Metode Meyerhoff, Alpha, Beta, Lamda (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung Bess Mansion Jemursari Surabaya)

Ferdiansyah Mas Putra^{1✉}, Laily Endah Fatmawati¹, Yerry Kahidatu Firmansyah²

⁽¹⁾Program Studi Teknik Sipil, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

⁽²⁾Program Studi Teknik Sipil, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur

DOI: 10.31004/jutin.v8i3.45827

✉ Corresponding author:
[ferdiansyah5918@gmail.com]

Article Info	Abstrak
<p>Kata kunci: <i>Pondasi tiang pancang; Metode Meyerhoff; Metode Alpha; Metode Beta; Metode Lamda</i></p>	<p>Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis daya dukung pondasi tiang pancang pada proyek pembangunan Gedung Bess Mansion Jemursari Surabaya dengan menggunakan metode Meyerhoff, Alpha, Beta, dan Lamda. Analisis dilakukan berdasarkan data laboratorium dengan parameter tanah yang sesuai kondisi lapangan. Metode perhitungan mencakup evaluasi daya dukung ujung dan selimut tiang, serta perhitungan tegangan overburden dan faktor adhesi atau koefisien gesek. Hasil menunjukkan bahwa metode Alpha memberikan daya dukung ijin tertinggi sebesar 2754,13 ton, diikuti oleh metode Beta sebesar 2290,95 ton, dan metode Lamda sebesar 501,25 ton. Semua hasil menunjukkan kapasitas yang aman untuk menahan beban rencana 300 ton. Kesimpulannya, metode Lamda paling efektif dalam studi kasus ini. Penelitian ini memberikan rekomendasi dalam memilih metode perhitungan daya dukung pondasi yang sesuai dengan kondisi tanah untuk efisiensi dan keamanan struktur.</p>
<p>Keywords: <i>Pile foundation; Meyerhof method; Alpha method; Beta method; Lambda method</i></p>	<p>Abstract</p> <p><i>This study aims to analyze the bearing capacity of pile foundations in the Bess Mansion Building Project in Jemursari, Surabaya, using the Meyerhof, Alpha, Beta, and Lamda methods. The analysis is based on laboratory data reflecting actual soil conditions at the site. The calculation methods include evaluations of end and shaft bearing capacities, overburden stress, and adhesion or friction coefficients. Results indicate that the Alpha method yields the highest allowable bearing capacity at 2754.13 tons, followed by the Beta method at 2290.95 tons, and the Lambda method at 501.25 tons. All results demonstrate safe capacities to support the planned load</i></p>

of 300 tons. In conclusion, the Lamda method is the most effective for this case study. This research provides recommendations for selecting appropriate bearing capacity estimation methods tailored to soil conditions to ensure structural safety and implementation efficiency.

1. PENDAHULUAN

Setiap tahun, kita bisa melihat semakin banyak gedung tinggi berdiri di berbagai penjuru Indonesia. Fenomena ini tak lepas dari bertambahnya jumlah penduduk, membaiknya kondisi ekonomi, serta semakin terbatasnya lahan untuk pembangunan. Di sisi lain, pemerintah juga terus mendorong pembangunan lewat berbagai proyek konstruksi, sebagai bagian dari upaya untuk mempercepat pertumbuhan ekonomi nasional (Simbolon, 2021).

Pondasi sebagai bagian utama dari konstruksi sipil memiliki peran yang sangat penting dalam membangun bangunan karena digunakan untuk meneruskan beban struktur di atasnya ke lapisan tanah yang mendasarinya. Pondasi bangunan perlu direncanakan berdasarkan karakteristik jenis tanah, kekuatan dan kapasitas dukung tanah. Jika tanah tidak dapat memikul beban pondasi, maka penurunan yang signifikan atau keruntuhan tanah akan terjadi, hal tersebut akan menyebabkan kerusakan konstruksi bangunan yang ada di atasnya (Sagita dkk., 2020).

Menurut penelitian dari (Khairi dkk., 2021) dengan judul, "Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Dengan Metode Statis Menggunakan Data Laboratorium". Tujuan penelitian ini adalah menganalisis daya dukung pondasi tiang pancang menggunakan kombinasi metode statis *Meyerhoff – Alpha*, *Meyerhoff – Lamda*, dan *Meyerhoff – Beta*. Penelitian ini dilakukan menggunakan berbagai metode statis, yaitu metode *Meyerhoff – Alpha*, metode *Meyerhoff – Lamda*, dan metode *Meyerhoff – Beta*. Metode *Meyerhoff* digunakan untuk menghitung daya dukung ujung tiang, sedangkan metode *Alpha*, metode *Lamda*, dan metode *Beta* digunakan untuk menghitung tahanan gesek. Berdasarkan hasil perhitungan, daya dukung terkecil diperoleh dengan metode *Meyerhoff - Beta* pada BH-03 dengan diameter tiang 0,4 m pada kedalaman 20 m dengan $Q_u = 101,344$ ton dan $Q_a = 40,538$ ton, sedangkan daya dukung terbesar diperoleh dengan metode *Meyerhoff - Alpha* pada BH-01 dengan diameter tiang 0,5 m pada kedalaman 30 m dengan $Q_u = 323,412$ ton dan $Q_a = 129,365$ ton.

Menurut penelitian dari (Yelvi dkk., 2023) dengan judul, "*Analysis of Foundation Bearing Capacity Using Reese & Wright (1977) and Skempton (1966) Methods*". Tujuan penelitian ini yaitu mengetahui daya dukung dan penurunan pondasi tiang pancang menggunakan metode *Reese & Wright (1977)* dan *Skempton (1966)*. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *Reese & Wright (1977)* dan *Skempton (1966)*. Berdasarkan hasil analisis daya dukung, diperoleh nilai 382 ton dengan metode *Reese & Wright* dan 349 ton dengan metode *Skempton* pada kedalaman 14 m. Dengan konfigurasi 7×2 tiang, diperoleh efisiensi rata-rata sebesar 85%. Dengan efisiensi ini, kapasitas daya dukung kelompok tiang adalah 4.538,22 ton (*Reese & Wright*) dan 4.147,47 ton (*Skempton*). Dengan kapasitas kelompok tiang ini, tiang dianggap mampu menahan beban bangunan atas sebesar 2.391,21 ton.

Proyek Pembangunan Gedung apartemen Bess Mansion Surabaya terletak di Jalan Raya Jemursari No 15. Owner dari proyek ini adalah PT. Bersatu Sukses Group dengan kontraktor pelaksana adalah PT. Adhi Persada Gedung. Bangunan ini memiliki total luas bangunan Gedung sebesar 86.000 m² (Mahdiyah dkk., 2021). Pembangunan Apartemen Bess Mansion Surabaya dimulai pada Agustus 2018 dan selesai pada September 2020. Proyek ini sendiri merupakan proyek hotel dengan spesifikasi 44 lantai, 9 lantai parkir, 33 lantai kamar, 1 lantai roof dan 1 lantai top (Aprian Jaya dkk., 2019).

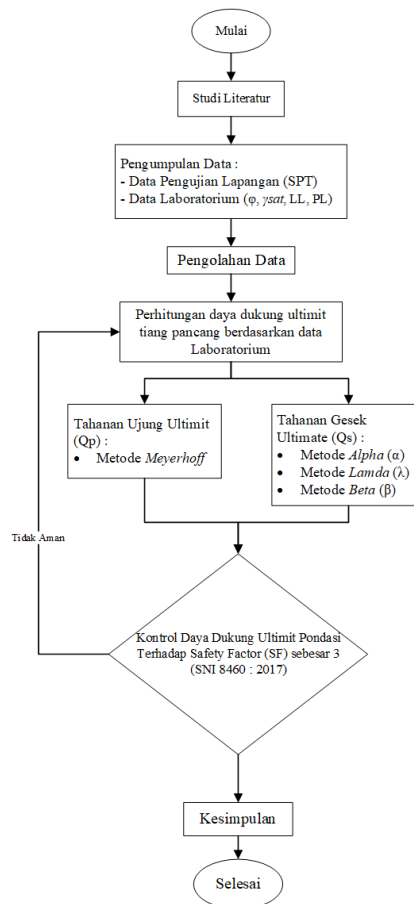
Pada kondisi eksisting saat pelaksanaan pemancangan, ditemukan adanya lensa batuan pada kedalaman sekitar -28 meter hingga -45 meter, dengan ketebalan 17 meter. Dalam perencanaan awal, pondasi menggunakan tiang pancang jenis *Spun Pile* berdiameter 80 cm dengan panjang 60 meter. Untuk menembus lapisan batuan tersebut, dilakukan pekerjaan *preboring* sedalam 30 meter. Jumlah tiang pancang yang direncanakan untuk proyek ini sebanyak 228 tiang.

Penggunaan kombinasi *Meyerhoff*, *Alpha*, *Beta*, *Lamda*, dan *Skempton* dikarenakan perbedaan variabel pada setiap metode menghasilkan nilai tahanan gesek yang berbeda. Peneliti juga menyarankan sebelum memilih metode yang digunakan dalam perhitungan kapasitas dukung suatu pondasi, sebaiknya melihat ketersediaan data yang ada untuk menjamin hasil perhitungan lebih lengkap.

Dari kondisi permasalahan yang telah dipaparkan, maka dilakukan analisis pondasi tiang pancang menggunakan 4 metode pada proyek Pembangunan Gedung Bess Mansion Jemursari Surabaya, yang dititikberatkan pada kondisi parameter tanah sesuai kondisi lapangan yang ditemukan sebelumnya guna mengetahui keefektifan dari kedua metode dan jenis pondasi. Penelitian ini diperlukan dalam memilih pondasi dalam pada suatu bangunan ditinjau dari efisiensi dari segi pelaksanaannya. Sehingga, peneliti melakukan penelitian untuk Tugas Akhir dengan judul, "Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Menggunakan Data Laboratorium Dengan Metode *Meyerhoff*, *Alpha*, *Beta*, *Lamda* (Studi kasus: Proyek Pembangunan Gedung Bess Mansion Jemursari Surabaya)".

2. METODE

Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode α (α), β (β), dan λ (λ) dengan data perencanaan seperti diameter dan panjang tiang yang sama.



Gambar 1 Flowchart Penelitian

Penjelasan Flowchart

1. Studi literatur

Studi literatur digunakan sebagai acuan dalam melakukan perencanaan. Studi literatur yang digunakan sebagai acuan adalah teori perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang metode *Meyerhoff*, *Alpha*, *Beta*, *Lamda*.

2. Pengumpulan data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder. Data sekunder tersebut yaitu :

- Data pengujian tanah di lapangan (Bor & SPT)
- Data pengujian tanah di Laboratorium (ϕ , γ_{sat} , LL, PL.)

3. Pengolahan data

Melakukan pengolahan data dari data lapangan maupun data laboratorium dengan memperhitungkan daya dukung pondasi dengan gabungan metode *Meyerhoff – Alpha*, *Meyerhoff – Beta*, dan *Meyerhoff – Lamda*.

4. Kontrol daya dukung pondasi

Melakukan perhitungan daya dukung ijin pondasi tiang dengan faktor aman (SF) sebesar 3 menurut (BSN SNI - 8640, 2017). Mengetahui daya dukung ijin tiang terhadap beban struktural guna sebagai acuan keselamatan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

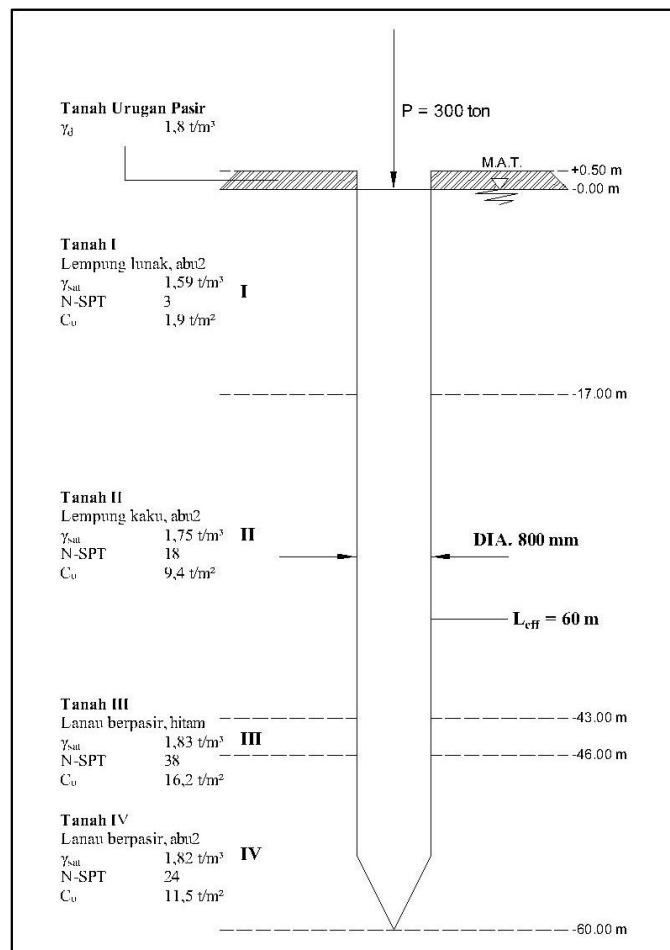


Fig. 1 Desain pondasi tiang pancang

1. *Meyerhoff – Alpha*

Berdasarkan perencanaan awal pada Gedung Bess Mansion, diketahui diameter, kedalaman efektif pondasi, dan Cohesion Undrained (C_u) sebagai berikut :

Diameter tiang (D) = 0,80 m
 Panjang total tiang pancang (L) = 60 m
 Kohesi undrained tanah (C_u) = 11,52 ton/m² = 113,01 kPa

Dari data tersebut, dapat dihitung luas penampang (A_p) dan luas selimut tiang (A_s) dengan persamaan berikut :

$$\begin{aligned} \text{Luas penampang tiang (} A_p \text{)} &= \frac{1}{4} \pi D^2 \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,8^2 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,5024 \text{ m}^2 \\
 \text{Luas selimut tiang (As)} &= \pi DL \\
 &= 3,14 \times 0,8 \text{ m} \times 60 \text{ m} \\
 &= 150,72 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Untuk mencari faktor adhesi (α) menggunakan tabel korelasi faktor adhesi dengan Cu pada Hardiyatmo, 2011, dan didapatkan faktor adhesi sebesar 0,8.

$$\text{Faktor adhesi } (\alpha) = 0,8$$

Perhitungan K_o didasarkan pada tabel penentuan nilai K dengan mengetahui jenis pondasi yang digunakan. Untuk tiang pancang didapatkan nilai K_o dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Koefisien tekanan tanah (Ko)} &= 1 - \sin (\varphi)^\circ \\
 &= 1 - \sin 0^\circ \\
 &= 1 - 0 \\
 &= 1
 \end{aligned}$$

Perhitungan tegangan *overburden* pada lapisan tanah dihitung dari lapisan paling atas yaitu urugan sampai lapisan ujung tiang. Untuk pondasi tiang pancang, didapatkan tegangan *overburden* dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Tegangan } \textit{overburden} \text{ tanah } (\sigma') &= \Sigma (\gamma \times h) \\
 &= 43,53 \text{ ton/m}^2
 \end{aligned}$$

Perhitungan Sudut geser permukaan tanah (δ) didasarkan pada tabel penentuan nilai (δ/φ) dengan mengetahui jenis pondasi yang digunakan. Untuk tiang pancang didapatkan nilai δ sebagai berikut :

$$\text{Sudut geser permukaan tanah } (\delta) = 0,8^\circ$$

a. Menghitung daya dukung ujung tiang

Daya dukung ujung tiang menggunakan metode Meyerhoff (1976) dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 Q_p &= 9 \times C_u \times A_p \\
 &= 9 \times 11,52 \text{ ton/m}^2 \times 0,5024 \text{ m}^2 \\
 &= 52,108 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

b. Menghitung daya dukung selimut tiang

Daya dukung ujung tiang menggunakan metode Alpha dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 Q_s &= \Sigma A_s (\alpha \times C_u + K_o \times \sigma' \times \tan \delta^\circ) \\
 &= 150,72 \text{ m}^2 (0,8 \times 11,5 \text{ ton/m}^2 + 1 \times 43,53 \text{ ton/m}^2 \times \tan 0,8^\circ) \\
 &= 8114,46 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

c. Menghitung berat total tiang

$$\begin{aligned}
 W_p &= \frac{1}{4} \pi D^2 \times L \times \gamma_{\text{beton}} \\
 &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,8^2 \text{ m} \times 60 \text{ m} \times 2,4 \text{ ton/m}^3 \\
 &= 73,85 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

d. daya dukung ultimit tiang pancang

$$\begin{aligned}
 Q_u &= Q_p + Q_s - W_p \\
 &= 52,108 \text{ ton} + 8114,46 \text{ ton} - 73,85 \text{ ton} \\
 &= 8262,38 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

e. Menghitung daya dukung ijin tiang tunggal

$$\begin{aligned}
 Q_{all} &= Q_u / SF \\
 &= 8262,38 \text{ ton} / 3 \\
 &= 2754,13 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Peneliti menggunakan *safety factor* sebesar 3,0 untuk daya dukung ijin pada penelitian kali ini didasarkan nilai *safety factor* pada SNI – 8640, 2017.

$$\begin{aligned} \text{f. Kontrol daya dukung ijin pondasi} \\ Q_{all} > P &= 2754,13 \text{ ton} > 300 \text{ ton (OK)} \end{aligned}$$

2. Meyerhoff – Beta

Berdasarkan perencanaan awal pada Gedung Bess Mansion, diketahui diameter, kedalaman efektif pondasi, dan *Cohesion Undrained (Cu)* sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Diameter tiang (D)} &= 0,80 \text{ m} \\ \text{Panjang total tiang pancang (L)} &= 50 \text{ m} \\ \text{Kohesi undrained tanah (Cu)} &= 11,52 \text{ ton/m}^2 = 113,01 \text{ kPa} \end{aligned}$$

Dari data tersebut, dapat dihitung luas penampang (A_p) dan luas selimut tiang (A_s) dengan persamaan berikut :

$$\begin{aligned} \text{Luas penampang tiang (} A_p \text{)} &= \frac{1}{4} \pi D^2 \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,8^2 \text{ m} \\ &= 0,5024 \text{ m}^2 \\ \text{Luas selimut tiang (} A_s \text{)} &= \pi D L \\ &= 3,14 \times 0,8 \text{ m} \times 60 \text{ m} \\ &= 150,72 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Perhitungan K_o didasarkan pada tabel penentuan nilai K dengan mengetahui jenis pondasi yang digunakan. Untuk tiang pancang didapatkan nilai K_o dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Koefisien tekanan tanah (} K_o \text{)} &= 1 - \sin(\varphi)^\circ \\ &= 1 - \sin 0^\circ \\ &= 1 \end{aligned}$$

Perhitungan tegangan *overburden* pada lapisan tanah dihitung dari lapisan paling atas yaitu urugan sampai lapisan ujung tiang. Untuk pondasi tiang pancang, didapatkan tegangan *overburden* dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Tegangan } overburden \text{ tanah (} \sigma' \text{)} &= \Sigma (\gamma \times h) \\ &= 43,53 \text{ ton/m}^2 \end{aligned}$$

Perhitungan Sudut geser permukaan tanah (δ) didasarkan pada tabel penentuan nilai (δ/φ) dengan mengetahui jenis pondasi yang digunakan. Untuk tiang pancang didapatkan nilai δ sebagai berikut :

$$\text{Sudut geser permukaan tanah (} \delta \text{)} = 0,8^\circ$$

a. Menghitung daya dukung ujung tiang

Daya dukung ujung tiang menggunakan metode *Meyerhoff* (1976) dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Q_p &= 9 \times C_u \times A_p \\ &= 9 \times 11,52 \text{ ton/m}^2 \times 0,5024 \text{ m}^2 \\ &= 52,108 \text{ ton} \end{aligned}$$

b. Menghitung daya dukung selimut tiang

Daya dukung ujung tiang menggunakan metode *Alpha* dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Q_s &= \Sigma A_s (K_o \times \sigma' \times \tan \delta^\circ) \\ &= 150,72 \text{ m}^2 (1 \times 43,53 \text{ ton/m}^2 \times \tan 0,8^\circ) \\ &= 6754,91 \text{ ton} \end{aligned}$$

c. Menghitung berat total tiang

$$W_p = \frac{1}{4} \pi D^2 \times L \times \gamma_{beton}$$

$$= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,8^2 \text{ m} \times 60 \text{ m} \times 2,4 \text{ ton/m}^3$$

$$= 73,85 \text{ ton}$$

- d. Menghitung daya dukung ultimit tiang pancang

$$Q_u = Q_p + Q_s - W_p$$

$$= 52,108 \text{ ton} + 6754,91 \text{ ton} - 73,85 \text{ ton}$$

$$= 6872,84 \text{ ton}$$

- e. Menghitung daya dukung ijin tiang tunggal

$$Q_{all} = Q_u / SF$$

$$= 6872,84 \text{ ton} / 3$$

$$= 2290,95 \text{ ton}$$

Peneliti menggunakan *safety factor* sebesar 3,0 untuk daya dukung ijin pada penelitian kali ini didasarkan nilai *safety factor* pada SNI – 8640, 2017.

- f. Kontrol daya dukung ijin pondasi

$$Q_{all} > P = 2290,95 \text{ ton} < 300 \text{ ton (OK)}$$

3. Meyerhoff – Lamda

Berdasarkan perencanaan awal pada Gedung Bess Mansion, diketahui diameter, kedalaman efektif pondasi, dan *Cohesion Undrained* (C_u) sebagai berikut :

Diameter tiang (D)	= 0,80 m
Panjang total tiang pancang (L)	= 50 m
Kohesi <i>undrained</i> tanah (C_u)	= 11,52 ton/m ² = 113,01 kPa

Dari data tersebut, dapatt dihitung luas penampang (A_p) dan luas selimut tiang (A_s) dengan persamaan berikut :

Luas penampang tiang (A_p)	$= \frac{1}{4} \pi D^2$ $= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,8^2$ $= 0,5024 \text{ m}^2$
Luas selimut tiang (A_s)	$= \pi D L$ $= 3,14 \times 0,8 \times 60$ $= 150,72 \text{ m}^2$
Faktor adhesi (α)	= 0,8
Tekanan <i>overburden</i> tanah (σ')	$= \sum (\gamma \times h)$ $= 43,53 \text{ ton/m}^2$
Koefisien gesek dinding (λ)	= 0,11

- a. Menghitung daya dukung ujung tiang

Daya dukung ujung tiang menggunakan metode *Meyerhoff* (1976) dengan perhitungan sebagai berikut :

$$Q_p = 9 \times C_u \times A_p$$

$$= 9 \times 11,52 \text{ ton/m}^2 \times 0,5024 \text{ m}^2$$

$$= 52,108 \text{ ton}$$

- b. Menghitung daya dukung selimut tiang

Daya dukung ujung tiang menggunakan metode *Alpha* dengan perhitungan sebagai berikut :

$$Q_s = \sum A_s [\lambda (\sigma' + 2 C_u)]$$

$$= 150,72 \text{ m}^2 (0,11 \times (43,53 \text{ ton/m}^2 + (2 \times 11,52 \text{ ton/m}^2)))$$

$$= 1505,15 \text{ ton}$$

- c. Menghitung berat total tiang

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

$$= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,8^2 \text{ m} \times 60 \text{ m} \times 2,4 \text{ ton/m}^3$$

$$= 73,85 \text{ ton}$$

- d. Menghitung daya dukung ultimit tiang pancang

$$\begin{aligned} Q_u &= Q_p + Q_s - W_p \\ &= 52,108 \text{ ton} + 1505,15 \text{ ton} - 73,85 \text{ ton} \\ &= 1503,75 \text{ ton} \end{aligned}$$

e. Menghitung daya dukung ijin tiang tunggal

$$\begin{aligned} Q_{all} &= Q_u / SF \\ &= 1503,75 \text{ ton} / 3 \\ &= 501,25 \text{ ton} \end{aligned}$$

Peneliti menggunakan *safety factor* sebesar 3,0 untuk daya dukung ijin pada penelitian kali ini didasarkan nilai *safety factor* pada SNI – 8640, 2017.

f. Kontrol daya dukung ijin pondasi

$$Q_{all} > P = 501,25 \text{ ton} > 300 \text{ ton (AMAN)}$$

Berdasarkan Berdasarkan hasil penelitian perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang diperoleh metode Alpha memberikan daya dukung ijin tertinggi sebesar 2754,13 ton, disusul metode Beta sebesar 2290,95 ton, sedangkan metode Lamda menghasilkan nilai paling rendah yaitu 501,25 ton. Oleh karena itu, metode Lamda lebih cocok digunakan untuk mengoptimalkan kapasitas daya dukung pondasi. Penggunaan faktor keamanan sebesar 3,0 sesuai dengan SNI 8640:2017 dinilai tepat untuk menjamin stabilitas dan keandalan pondasi pada struktur bangunan ini.

4. KESIMPULAN

Hasil menunjukkan bahwa metode Alpha memberikan daya dukung ijin tertinggi sebesar 2754,13 ton, diikuti oleh metode Beta sebesar 2290,95 ton, dan metode Lamda sebesar 501,25 ton. Semua hasil menunjukkan kapasitas yang aman untuk menahan beban rencana 300 ton. Kesimpulannya, metode Lamda paling efektif dalam studi kasus ini. Penelitian ini memberikan rekomendasi dalam memilih metode perhitungan daya dukung pondasi yang sesuai dengan kondisi tanah untuk efisiensi dan keamanan struktur.

5. REFERENSI

- Aprian Jaya, A., Yakin, K., & Bustamin, M. O. (2019). Kajian Pengaruh Percepatan Waktu Pekerjaan Konstruksi Terhadap Biaya Proyek Bess Mansion Apartemen Surabaya. *Ge-STRAM: Jurnal Perencanaan dan Bazar*, 1(1), 1–10.
- Bazaraa, A. R. S. S. (1967). *Use Of The Standard Penetration Test For Estimating Settlements Of Shallow Foundations On Sand*. McGraw-Hill.
- Bowles, J. E. (1993). *Analisis Dan Desain Pondasi* (Erlangga, Penerj.). 1–461.
- BSN SNI - 8640. (2017). *SNI 8640:2017 Persyaratan Perancangan Geoteknik*. www.bsn.go.id
- Coyle, H. M., Reese, L. C., & ASCE, M. (1996). *Load Transfer For Axially Loaded Piles In Clay*. ASCE.
- Das, B. M. (1995). *Mekanika Tanah (Prinsip - prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Erlangga.
- Hardiyatmo, H. C. (2011). *Analisis dan Perancangan Fondasi II Edisi ke-2*. Andi.
- Khairi, M., Sundary, D., & Gunawan, H. (2021). Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Dengan Metode Statis Menggunakan Data Laboratorium. *Journal of The Civil Engineering Student*, 3(3), 287–293.
- Mahdiah, N. N., Lydianingti, D., & Susapto. (2021). *Perencanaan Penggunaan Tower Crane Untuk Pekerjaan Struktur Proyek Apartemen Bess Mansion Surabaya* (Vol. 2, Nomor 3). <http://jos-mrk.polinema.ac.id/>
- Sagita, M. A., Fahriani, F., & Apriyanti, Y. (2020). *Analisis Perbandingan Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Menggunakan Hasil Uji SPT Dan Uji Beban Dinamis Pada Proyek Penggantian Jembatan Baturusa*. Jurnal Teknik Sipil, 1(1), 1–10.
- Simbolon, L. N. S. (2021). Evaluasi Kinerja Bangunan Gedung Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat. Dalam *Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas* (Vol. 5, Nomor 2). 1–10.
- Terzaghi, K., Peck, R. B., & Mesri, G. (1976). *Soil Mechanics In Engineering Practice - Edisi Ketiga*. 1–529.
- Yelvi, G. R., & Hakim, D. A. (2023). Analysis of Foundation Bearing Capacity Using Reese & Wright (1977) and Skempton (1966) Methods. Dalam *Jl. Kerinci IX* (Vol. 22, Nomor 2). 1–10.