

**Perbandingan Daya Dukung Fondasi Berbasis Data SPT dan PDA Test
(Studi Kasus: Proyek RS PON)**

***Comparison of the Load-Bearing Capacity of Foundation Based on
SPT Data and PDA Test
(Case Study: PON Hospital Project)***

Hans Ondrio Julius Sibuea¹, Muhammad Hamzah Fansuri², Gian Asnawi Siagian³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Universitas Pertahanan, Kawasan IPSC Sentul, 16810, Indonesia

Email: hansondrio12@idu.ac.id

Received: 02 Januari 2025 Revised: 15 Februari 2025 Accepted: 22 Maret 2025

ABSTRAK

Gedung Pendidikan RS PON dirancang dengan fondasi tiang pancang berdiameter 600 mm, yang berfungsi untuk mentransfer beban yang diterima menuju tanah. Fondasi dalam suatu struktur harus memiliki kapasitas daya dukung tiang yang melebihi beban rencana yang diterima. Inti dari penulisan artikel ini akan membandingkan daya dukung tiang berdasarkan analisis data sondir pada lokasi proyek dengan Pile Driving Analysis (PDA) Test. Pengambilan data didapatkan dari pihak proyek RS PON selanjutnya akan dilakukan pengolahan data menggunakan dua metode yaitu, metode Meyerhof (1956) dan L. Decourt (1982), menggunakan nilai sondir yang diperoleh sondir pada titik BH-02 Gedung Pendidikan RS PON Cawang. Daya dukung fondasi tiang dihitung dengan mempertimbangkan data sondir BH-02 dan kondisi tanah. Namun, pengolahan data menggunakan metode Meyerhof dan L. Decourt belum dapat dianggap sebagai estimasi daya dukung ultimate yang paling akurat. Oleh karena itu, untuk memastikan keakuratan analisis struktur berdasarkan data SPT, diperlukan perbandingan dengan hasil pengujian PDA.

Kata kunci: *Daya Dukung Tiang, Fondasi, SPT, Uji PDA*

ABSTRACT

The Education Building of RS PON is designed with pile foundations having a diameter of 600 mm, which serve to transfer the received loads to the ground. The foundation of a structure must have a pile bearing capacity that exceeds the planned load it will bear. The core of this article will compare the pile bearing capacity based on the analysis of sounding data at the project site with Pile Driving Analysis (PDA) testing. Data collection was obtained from the RS PON project, and data processing will be carried out using two methods: the Meyerhof method (1956) and the L. Decourt method (1982), utilizing the sounding values obtained from the BH-02 point of the Education Building of RS PON Cawang. The bearing capacity of the pile foundation is calculated by considering the sounding data from BH-02 and the soil conditions. However, the data processing using the Meyerhof and L. Decourt methods cannot yet be considered the most accurate estimate of ultimate bearing capacity. Therefore, to ensure the accuracy of the structural analysis based on SPT data, a comparison with the results of the PDA testing is necessary.

Keywords: *Load Bearing Pile, Foundation, PDA Test, SPT*

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Fondasi adalah elemen krusial dalam struktur teknik sipil yang bertujuan untuk mendukung struktur dan mendistribusikan beban yang diterima menuju tanah dasar sehingga harus memiliki kemampuan untuk menahan beban struktur dan mencegah terjadinya kegagalan suatu struktur karena tidak mampu menahan beban yang diterima (Ramadhanis dkk., 2024).

Daya dukung fondasi tiang pancang dapat ditentukan melalui tahanan ujung (*end bearing*) dan gesekan (*friction*) antara tiang dan tanah (Hafidzi dkk., 2021). Keakuratan dan kekuatan suatu fondasi dapat dievaluasi dengan menganalisis data sondir dari lokasi proyek yang telah dilakukan dan hasil pengujian menggunakan metode tes PDA (*Pile Driving Analysis*) (Candra dkk., 2018).

Analisis yang mendalam terhadap karakteristik tanah diperlukan agar pondasi dapat mendukung beban yang direncanakan tanpa mengalami penurunan yang signifikan. Pentingnya perencanaan yang teliti dalam menghitung kapasitas dukung pondasi tidak dapat diabaikan, karena hal ini berperan vital dalam memastikan keamanan dan kestabilan bangunan. Analisis menyeluruh terhadap daya dukung tanah harus dilakukan untuk memastikan bahwa pondasi mampu menahan struktur yang sesuai dengan faktor aman sehingga menghindari terjadinya penurunan secara ekstrim (Fahriani dan Apriyanti, 2015).

Oleh karena itu, akan dilakukan analisis perbandingan antara hasil perhitungan yang diperoleh dari data SPT sebelum proses pemancangan dan hasil perhitungan yang didapat melalui pengujian PDA setelah pemancangan *spun pile*. Dengan demikian, kita akan memperoleh perbandingan serta perbedaan nilai daya dukung *ultimate* yang dihasilkan oleh kedua metode tersebut. (Septianto dkk., 2023).

2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam artikel ini adalah bagaimana perbandingan antara hasil analisis nilai daya dukung *ultimate* atau Q_u dari tiang pancang tunggal yang dihitung menggunakan data SPT dengan hasil yang diperoleh melalui pengujian *Pile Driving Analyzer* (PDA)?

3. Maksud dan Tujuan

Penulisan artikel ini bermaksud agar membandingkan hasil perhitungan yang didasarkan pada investigasi tanah, khususnya nilai SPT, dengan hasil yang diperoleh dari pengujian *Pile Driving Analyzer* (PDA) yang dilakukan setelah pemancangan. Hal ini bertujuan untuk memberikan evaluasi yang komprehensif terhadap fondasi tiang pancang dalam proyek pembangunan gedung RS PON Cawang.

Tujuan lain dari penulisan artikel ini untuk mengidentifikasi daya dukung *ultimate* atau Q_u dengan membandingkan data dari pengujian PDA dan perhitungan yang didasarkan pada nilai SPT.

METODE

1. Tempat dan Waktu Penelitian

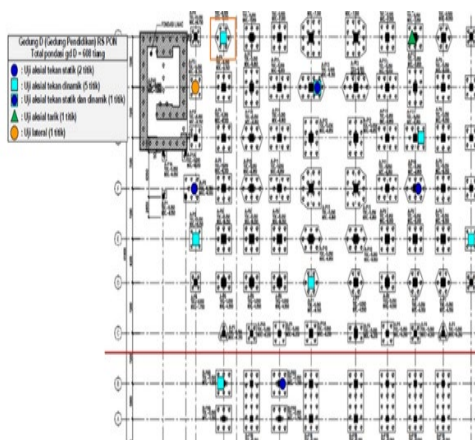
Pengujian tanah dilakukan di lokasi BH-02 pada Gedung Pendidikan Proyek Pembangunan Gedung RS PON di Cawang. Data sondir yang digunakan pada artikel ini adalah tanah BH-02, seperti pada Gambar 1. Dijelaskan BH-02 terletak pada titik yang ditandai dengan kotak. Penelitian dilakukan dari November 2024 hingga Desember 2024.

Perbandingan Daya Dukung (Sibuea/ hal. 147-155)



Gambar 1. Denah Titik Sondir

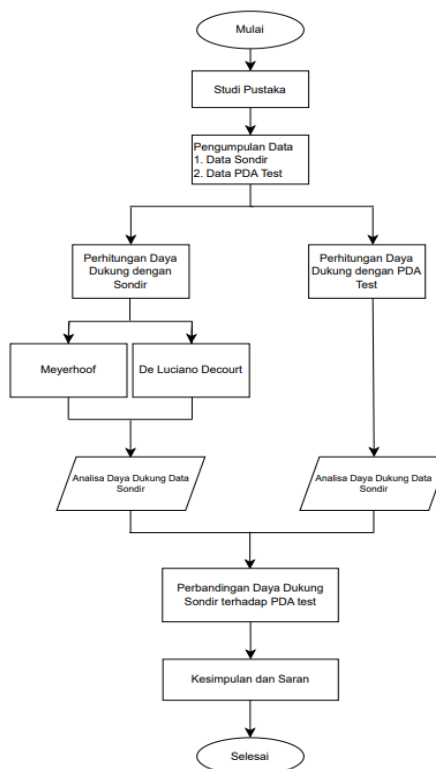
PDA (*Pile Driver Analysis*) Test dilakukan pada tiang pancang berdiameter 600 mm pada *Pile No. 8* dengan kedalaman fondasi 16.5 m, pada Gambar 2. tiang pancang yang dijadikan dasar perhitungan merupakan tiang pancang yang diberi tanda kotak.



Gambar 2. Denah Titik PDA Test

2. Bagan Alir Penelitian

Tahapan pengolahan data pada artikel ini dibagi terdiri dari, analisis daya dukung tiang pancang yang dihitung dengan metode *Meyerhof* dan *L. Decourt* dengan menggunakan data sondir di lokasi penelitian dan analisis daya dukung tiang pancang dengan PDA Test.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

3. Daya Dukung Tiang Tunggal

Daya dukung fondasi tiang didapatkan menggunakan rumus yang telah ditemukan dengan menjumlahkan tahanan ujung dan tahanan selimut tiang, sehingga dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$Q_u = Q_p + Q_s \quad \dots (1)$$

Dimana :

Q_u = daya dukung ultimit tiang (ton)

Q_p = daya dukung ultimit ujung tiang (ton)

Q_s = daya dukung ultimit selimut tiang (ton)

Daya dukung ultimit pada ujung tiang dinyatakan sebagai berikut :

$$Q_p = q_p \cdot A \quad \dots (2)$$

Dimana:

q_p = tahanan ujung per satuan luas (ton/m^2)

A = luas penampang tiang bor (m^2)

Perhitungan daya dukung selimut tiang pada tanah berlapis dapat dituliskan dalam bentuk:

$$Q_s = \sum_{i=1}^n f_{si} \cdot l_i \cdot p \quad \dots (3)$$

Dimana :

- f_{si} = gesekan selimut tiang per satuan luas pada segmen ke-i (ton/m²)
- l_i = panjang segmen tiang ke-i (m)
- p = keliling penampang tiang (m)

4. Metode Meyerhof (1956)

Meyerhof melakukan pengujian hubungan antara kapasitas dukung tiang dan hasil pengujian sondir pada kondisi tanah lempung berpasir halus (Mardianti dkk., 2022).

$$Q_u = m \cdot N_p \cdot A_p + n \cdot \tilde{N} \cdot A_s \quad \dots (4)$$

Meyerhof merekomendasikan nilai m sebesar 40 untuk koefisien resistansi ujung tiang serta nilai n sebesar 0,2 untuk koefisien resistansi gesek tiang yang diterapkan pada tanah lempung berpasir, sedangkan untuk tanah kelanauan, nilai n sebesar 0,5. Dengan demikian, kapasitas dukung ujung tiang menjadi:

$$Q_p = 40 \cdot N_p \cdot A_p \quad \dots (5)$$

$$N_p = \frac{N_1 + N_q}{2} \quad \dots (6)$$

Nilai daya dukung selimut didapatkan dari:

$$Q_s = 0,2 \cdot \tilde{N} \cdot A_s \quad \dots (7)$$

Dimana:

- M = koefisien perlawanan ujung tiang
- N_1 = nilai NSPT pada ujung tiang yaitu nilai NSPT rata-rata 1D dibawah dasar tiang
- N_2 = nilai rata-rata NSPT sepanjang 4D diatas dasar tiang
- A_p = luas penampang pada dasar tiang
- n = koefisien perlawanan gesek tiang
- \tilde{N} = nilai rata-rata NSPT sepanjang tiang
- A_s = luas selimut tiang

5. Metode L. Decourt (1982)

Menurut L. Decourt (1982) daya dukung ultimit tiang pancang dituliskan dengan:

$$Q_u = Q_p + Q_s \quad \dots (8)$$

Sehingga daya dukung ujung menjadi:

$$Q_p = \tilde{N}_p \cdot K \cdot A_p \quad \dots (9)$$

Dimana:

- \tilde{N}_p = rata-rata ketiga nilai NSPT pada ujung tiang
- K = koefisien tanah untuk metode L
- A_p = luas penampang dasar tiang

Decourt dijelaskan pada Tabel 1. Koefisien Tanah

Tabel 1. Koefisien Tanah

Jenis Tanah	Nilai K(ton/m ²)
Lempung	12
Lanau Berlempung	20
Lanau Berpasir	25
Pasir dan Kerikil	40

Dalam menentukan kapasitas dukung selimut tiang, penting untuk memperhitungkan data sondir rata-rata sepanjang tiang yang tertanam pada tanah. Untuk menghitung kapasitas dukung selimut tidak perlu memperhitungkan daya dukung ujung tiang (Ariyansah, 2021).

Besarnya daya dukung selimut tiang dapat dinyatakan dengan:

$$Q_s = (\tilde{N} / 3 + 1) \cdot A_s \quad \dots (10)$$

Dimana:

- \tilde{N} = nilai rata-rata NSPT sepanjang tiang
- A_s = luas selimut tiang sepanjang tiang

Perbandingan Daya Dukung (Sibuea/ hal. 147-155)

tertanam

Kapasitas Daya Dukung Ijin Tiang, yaitu:

$$Q_{all} = \frac{Q_{ult}}{SF} \dots (11)$$

Dimana:

Q All = kapasitas daya dukung ijin tiang (ton)

SF = angka keamanan

6. PDA (Pile Driving Analyzer)

Dalam metode *ASTM D-4945-1996*, pengujian PDA dilakukan untuk menentukan kapasitas dukung aksial tiang. Melalui perhitungan ini, beberapa variabel pengujian dapat diukur, seperti tekanan kapasitas *ultimate*, interaksi antar tiang, dan beban maksimum yang diterima oleh tiang uji (Candra dkk., 2018).

Pengolahan data PDA *Test* dilakukan menggunakan prosedur *Case Method*, dimana nantinya menampilkan pengukuran data kecepatan serta gaya yang dihasilkan saat pengujian ulang, ditampilkan juga variabel dinamik langsung untuk memperoleh pemahaman mengenai kapasitas dukung fondasi tiang tunggal (Husnah, 2015).

Melalui pengujian PDA dengan pendekatan *Case Method*, kita dapat memperoleh informasi mengenai (Arliyanto dkk., 2024):

- a. Kapasitas dukung tiang.
- b. Tingkat keutuhan tiang.
- c. Penurunan (*displacement*) tiang.
- d. Efisiensi transfer energi dari pukulan palu (*hammer*) ke tiang.

7. CAPWAP (Case Pile Wave Analysis Program)

Analisis tambahan yang dilakukan bersamaan dengan pengujian PDA adalah analisis CAPWAP, yang termasuk dalam kategori metode *Signal Matching Analysis* (SMA). Metode ini memanfaatkan data yang diperoleh dari pengujian PDA untuk menghasilkan analisis yang lebih mendalam (Hakim dan Hadi, 2023).

Melalui analisis CAPWAP, kita dapat memperoleh informasi yang lebih mendetail dari data yang dihasilkan oleh pengujian PDA *Test* (Andrana dan Anwar, 2023), termasuk tambahan informasi sebagai berikut :

- a. Tahanan ujung dari fondasi tiang.
- b. Tahanan gesek dari fondasi tiang.
- c. Simulasi pengujian beban statik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dilakukan perhitungan daya dukung tunggal pada kedalaman 16 m. Data perencanaan tiang pancang dijelaskan pada Tabel 2. dan terdapat parameter dari tiang pancang yang akan diuji.

Tabel 2. Data Parameter Tiang Pancang

<i>Parameter Pile</i>		
Tipe	<i>Spun Pile</i>	
Diameter	600	mm
Keliling	1,885	m
Luas	0,283	m²
As	30,16	m²
Mutu	52	Mpa
8D Ke Atas	4,8	m
4D Ke Atas	2,4	m

Nilai *safety factor*: 2

1. Metode Meyerhof

NSPT kedalaman 16 = 51
 NSPT rata – rata pada 8D diatas sampai 4D di bawah ujung tiang = 23,85
 Penampang lingkaran dengan diameter 600 mm:

$$Qp = 40 N \times Ap$$

$$= (40 \times 23,85) \times 0,283$$

$$= 269,60 \text{ Ton}$$

$$Qs = \frac{N}{2} \times As$$

$$= \left(\frac{23,85}{2}\right) \times 30,16$$

$$= 143,79 \text{ Ton}$$

$$w \text{ tiang} = 0,6 \times 16$$

$$= 9,6 \text{ Ton}$$

$$Qu = Qp + Qs - W \text{ Tiang}$$

$$= 403,79 \text{ Ton}$$

$$Q \text{ All} = \frac{Qu}{SF} = \frac{403,79}{2}$$

$$= 201,89 \text{ Ton}$$

Dengan menggunakan Metode Meyerhof didapatkan Qu sebesar 403,79 ton dan Qall sebesar 201,89 ton.

2. Metode Luciano Decourt

NSPT kedalaman 16 = 51
 Np = 30,33
 Ns = 12,57
 $\alpha = 1$ (tanah lanau berpasir)
 $\beta = 1$ (tanah lanau berpasir)
 Konstanta karakteristik tanah = 25 t/m2 sesuai tabel

$$Qp = \alpha \times (Np \times k) \times Ap$$

$$= 1 \times (30,33 \times 25) \times 0,1578$$

$$= 214,28 \text{ Ton}$$

$$Qs = \beta \times \left(\frac{Ns}{3} + 1\right) \times As$$

$$= 1 \times \left(\frac{12,57}{3} + 1\right) \times 30,144$$

$$= 156,45 \text{ Ton}$$

$$Qu = Qp + Qs$$

$$= 370,73 \text{ Ton}$$

$$Q \text{ All} = \frac{Qu}{2}$$

$$= 185,36 \text{ Ton}$$

Dengan menggunakan Metode Luciano Decourt didapatkan Qu sebesar 370,73 Ton dan Qall sebesar 185,36 Ton (Arliyanto dkk., 2024).

3. PDA (Pile Driving Analyzer)

Pengujian PDA dilaksanakan sesuai dengan standar ASTM D4945-00. Pelaksanaan pengujian PDA dilakukan setelah pemancangan, selanjutnya dilakukan *Dynamic Loading Test* dengan memasang *strain transducers* dan *accelerometer* pada permukaan *spun pile*. Selanjutnya, *spun pile* akan diuji kembali untuk menentukan kapasitas dukung tiang (RU) (Ulfi dkk., 2025).

Setelah pengujian selesai, analisis lebih lanjut dilakukan menggunakan CAPWAP (*Pile Wave Analysis Program*) untuk mendapatkan informasi mengenai transfer beban tiang dan perilaku tanah di sekitarnya, serta kapasitas gesek dan ujung tiang, serta penurunan tiang (Hakim dan Hadi, 2023).

Hasil pengujian PDA *Test* yang didapatkan dari proyek pembangunan Gedung RS PON Cawang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil PDA Test Tiang Pancang

Data Fondasi	
No. Tiang	8
Tanggal Pengujian	11 Maret 2024
Pile Dimension	600 mm

Perbandingan Daya Dukung (Sibuea/ hal. 147-155)

<i>Pile Below Gauges</i>	16,5	m
Berat Hammer	4,5	Ton
Drop height	1	m
Pengukuran		
EMX (<i>Maximum Energy Transferred to Pile</i>)	2,065	Tm
DFN (<i>Recorded Final Displacement</i>)	16	mm
CSX (<i>Compression Stress Maximum</i>)	26,1	Mpa
TSX (<i>Tension Stress Maximum</i>)	4,5	Mpa
Hasil (Analisis CAPWAP)		
Daya Dukung Fondasi Tiang (Ru)	394,6	Ton
Lengketan (Rs)	230,37	Ton
Tahanan Ujung (Rb)	164,23	Ton

Berdasarkan hasil PDA Test pada Tabel 3. didapatkan Q_u sebesar 394,6 Ton dan Q_{all} sebesar 197,3 Ton.

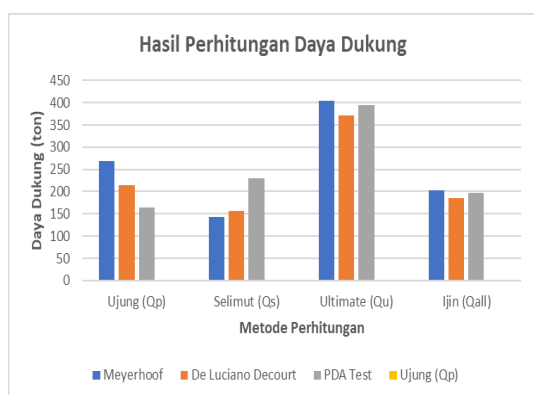
4. Analisa Perbandingan Daya Dukung Sondir dengan PDA Test

Berikut hasil perhitungan dengan metode *Meyerhof*, *De Luciano Decourt*, dan hasil dari PDA Test dapat dilihat pada Tabel 4.

Metode Perhitungan	Daya Dukung (Ton)			
	Ujung (Qp)	Selimut (Qs)	Ultimate (Qu)	Ijin (Qall)
<i>Meyerhof</i>	269,6	143,79	403,79	201,89
<i>De Luciano Decourt</i>	214,28	156,45	370,73	185,36
PDA Test	164,23	230,37	394,6	197,3

Tabel 4. Perbandingan Hasil Daya Dukung

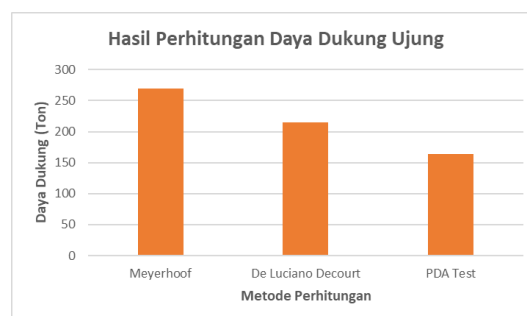
Grafik perbandingan dari beberapa metode dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Perbandingan Perhitungan Daya Dukung

Apabila dilihat pada Gambar 5. didapatkan bahwa nilai Q_p pada perhitungan

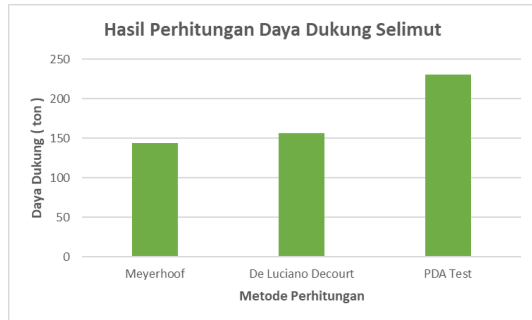
sondir menghasilkan nilai yang besar apabila dibandingkan dengan hasil PDA Test. Nilai Q_p terbesar adalah metode *Meyerhof* yaitu sebesar 269,6 ton dan memiliki perbedaan sebesar 105,37 ton.



Gambar 5. Grafik Perbandingan Perhitungan Daya Dukung Ujung

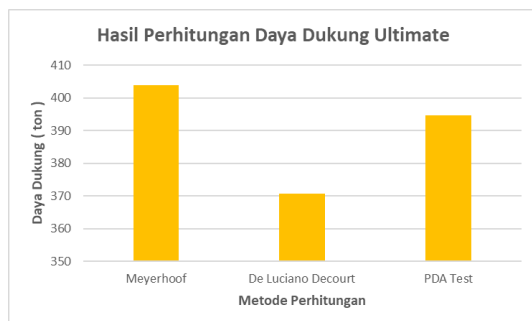
Perbandingan Daya Dukung (Sibuea/ hal. 147-155)

Apabila dilihat Pada Gambar 6. nilai Q_s pada perhitungan sondir memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan dengan hasil *PDA Test*. Nilai Q_s metode *Meyerhof* yaitu sebesar 143,79 Ton dan memiliki perbedaan sebesar 86,58 Ton dan nilai Q_s metode *De Luciano Decourt* sebesar 156,45 ton dengan selisih sebesar 73,92 ton.



Gambar 6. Grafik Perbandingan Perhitungan Daya Dukung Selimut

Berdasarkan daya dukung *ultimate* tiang yang dijelaskan pada Gambar 7. nilai Q_u pada perhitungan sondir lebih besar daripada hasil *PDA Test*. Nilai Q_u metode *Meyerhof* yaitu sebesar 403,79 Ton dan memiliki perbedaan sebesar 9,19 Ton dan nilai Q_s metode *De Luciano Decourt* sebesar 370,73 ton dengan selisih sebesar 23,87 ton. Nilai Q_u dengan metode *Meyerhof* memiliki nilai yang hampir mendekati dengan hasil *PDA Test*.



Gambar 7. Grafik Perbandingan Perhitungan Daya Dukung *Ultimate*

Dari perhitungan diatas nilai Q_u dari berbagai metode menunjukkan perbedaan yang tidak terlalu signifikan. Metode yang memiliki nilai yang efisien adalah metode *De Luciano Decourt* dilanjutkan dengan

Hasil *PDA Test* dan nilai tertinggi adalah dengan menggunakan metode *Meyerhof* (Khairunnisa, 2025). Hasil perhitungan berbagai metode sudah menunjukkan bahwa tiang pancang tersebut mampu menahan beban rencana yaitu sebesar 2 kali 150 ton atau sebesar 300 Ton, dimana hasil Q_u dari semua metode sudah menunjukkan hasil yang lebih besar dari 300 Ton.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan dari pengolahan data yang dilakukan, pengolahan data sondir dan *PDA Test* menunjukkan bahwa struktur fondasi mampu untuk menerima beban yang dihasilkan oleh struktur yang melebihi beban rencana awal.

Nilai Daya Dukung Ujung Tiang sebesar 269,6 Ton dengan Metode *Meyerhof*, sebesar 214,28 Ton dengan Metode *De Luciano Decourt*, dan sebesar 164,23 Ton dari hasil *PDA Test*. Nilai Daya Dukung Selimut Tiang sebesar 143,79 Ton dengan Metode *Meyerhof*, sebesar 156,45 Ton dengan Metode *De Luciano Decourt*, dan sebesar 230,37 Ton dari hasil *PDA Test*.

Kapasitas Daya Dukung Ultimate Tiang sebesar 403,79 Ton dengan Metode *Meyerhof*, sebesar 370,73 Ton dengan Metode *De Luciano Decourt*, dan sebesar 396,4 Ton dari hasil *PDA Test*. Metode *Meyerhof* memiliki nilai Q_u yang paling besar dan paling mendekati dengan hasil *PDA Test*, sedangkan nilai paling efisien adalah dengan metode *De Luciano Decourt*.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih dan penghargaan Sebesar-besarnya diberikan kepada Dosen Pembimbing, Dosen Pembimbing Lapangan serta Proyek RS PON Cawang (Wika-PP KSO) atas ilmu dan data yang diberikan dalam mendukung penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrana, A. dan Anwar, M. Z. (2023). Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Ditinjau Ulang dengan Hasil Pile Driving Analyzer Test (Studi Kasus Gedung RS Anak Negeri Sawangan Depok). *Universitas Islam Sultan Agung*.
- Ariyansah, R. (2021). Analisa Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Kelompok pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Kapal Betung STA 36+619. *Universitas Muhammadiyah Palembang*.
- Arliyanto, P. B. P., Cahyono, M. S. D., dan Rahayu, Y. E. (2024). Analisis Perbandingan Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Menggunakan Metode Luciano De Court dan Plaxis dengan Pile Driving Analyzer (PDA) Test pada Pembangunan Gedung Research Center UPN Veteran Jawa Timur. *Ge-STRAM: Jurnal Perencanaan dan Rekayasa Sipil*, 7(1), 16–23.
- Candra, A. I., Yusuf, A., dan Rizky F., A. (2018). Studi Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang pada Pembangunan Gedung LP3M Universitas Kediri. *CIVILLA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Islam Lamongan*. 3(2), 166–171.
- Fahriani, F. dan Apriyanti, Y. (2015). Analisis Daya Dukung Tanah dan Penurunan Pondasi pada Daerah Pesisir Pantai Utara Kabupaten Bangka. *Jurnal Fropil*. 3(2), 89–95.
- Hafidzi, M., Cahyadi, H., dan Gazali, A. (2021). Perbandingan Daya Dukung Ultimit Tiang Pancang Berdasarkan Data Sondir Pada Pembangunan Gedung Baru UNISKA Handil Bakti Kabupaten Barito Kuala. *Universitas Islam Kalimantan*.
- Hakim, M. F. N. dan Hadi, M. A. (2023). Analisis Daya Dukung dan Penurunan Pondasi Berdasarkan Data N-SPT Diverifikasi dengan Nilai PDA dan CAPWAP. *Proceeding Civil Engineering Research Forum*, 3(1), 236–247.
- Husnah. (2015). Analisa Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang pada Proyek Pembangunan Pondasi Tissue Block 5 & 6. *Siklus: Jurnal Teknik Sipil*. 1(1), 15–25.
- Khairunnisa, J. (2025). Analisis Daya Dukung Pondasi Bored Pile Berdasarkan Data SPT pada Proyek Pembangunan RSUD Kota Yogyakarta (Studi Kasus: Proyek Gedung Instalasi Bedah Sentral). *Universitas Islam Indonesia*.
- Mardianti, I. Y., Nuklirullah, M., dan Dwina, D. O. (2022). Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Berdasarkan Data Sondir (Studi Kasus: Pembangunan Gedung Rumah Sakit Pendidikan Universitas Jambi). *Menara: Jurnal Teknik Sipil*. 17(2), 51–60.
- Ramadhanis, U. D., Dwina, D. O., dan Nuklirullah, M. (2024). Analisis Daya Dukung Fondasi pada Gedung Perkantoran Universitas Jambi. *Jurnal Rekayasa Infrastruktur Hexagon*, 9(1).
- Septianto, B. T., Yani, M. I., dan Sarie, F. (2023). Analisis Daya Dukung Fondasi Tiang Pancang Berdasarkan Hasil N-SPT yang Terkoreksi dari Hasil PDA Test pada Proyek Jembatan Bukit Rawi. *Jurnal Serambi Engineering*, 8(2), 5615–5620.
- Ulfi, K., Sandi, D. M. N., dan Hutasoit, E. O. (2025). Rasio Perbandingan Daya Dukung Tiang Pancang Tunggal dari Penyelidikan Tanah Terhadap PDA. *Journal of Applied Civil Engineering and Infrastructure Technology (JACEIT)*. 6(1), 1–7.