

Evaluasi Pondasi Tiang Pancang dengan Metode PDA Test pada Proyek Pembangunan Warehouse PT. Sato Label Indonesia

Rifqi Pamungkas¹, Dio Damas Permadi², Nadhya Susilo Nugroho³

Department of Civil Engineering, Nusa Putra University, Jl. Raya Cibolang Kaler No. 21, Kab. Sukabumi 43152, Indonesia

¹rifqi.pamungkas_ts22@nusaputra.ac.id, ²dio.damas@nusaputra.ac.id

³nadhya.susilonugroho@nusaputra.ac.id

ABSTRAK

Program internship merupakan bagian penting dalam pendidikan teknik sipil karena memungkinkan mahasiswa menerapkan teori ke praktik lapangan. Kegiatan ini dilaksanakan pada proyek pembangunan Additional New Warehouse PT. Sato Label Indonesia oleh PT. Mizu One Bangun Konstruksi sebagai subkontraktor. Fokus kegiatan adalah evaluasi pondasi tiang pancang menggunakan metode Pile Driving Analyzer (PDA) Test yang memberikan hasil cepat, akurat, dan efisien dalam menentukan kapasitas dukung serta integritas tiang. Pelaksanaan meliputi persiapan alat, pemasangan sensor, uji pukul dengan hammer, pengambilan data, dan analisis menggunakan perangkat lunak CAPWAP. Hasil menunjukkan tiang uji (Pile 20, 3,5×14 m) memiliki kapasitas dukung lebih besar dari beban rencana dengan penurunan hanya 1,01 cm, jauh di bawah batas izin 18,5 cm, sehingga dinyatakan aman. Internship ini meningkatkan pemahaman teknis, kemampuan analisis, serta wawasan mahasiswa terhadap pentingnya verifikasi pondasi dalam konstruksi.

ABSTRACT

The internship program is an important part of civil engineering education because it allows students to apply theory to field practice. This activity was carried out on the construction project of Additional New Warehouse of PT. Sato Label Indonesia by PT. Mizu One Bangun Konstruksi as a subcontractor. The focus of the activity was the evaluation of pile foundations using the Pile Driving Analyzer (PDA) Test method which provides fast, accurate, and efficient results in determining the bearing capacity and integrity of the pile. The implementation included equipment preparation, sensor installation, hammer impact tests, data collection, and analysis using CAPWAP software. The results showed that the test pile (Pile 20, 3.5×14 m) had a bearing capacity greater than the design load with a settlement of only 1.01 cm, far below the permitted limit of 18.5 cm, so it was declared safe. This internship improved students' technical understanding, analytical skills, and insight into the importance of foundation verification in construction.



KATA KUNCI

PDA Test
Daya Dukung
Pondasi Tiang Pancang

KEYWORD

PDA Test
Bearing Capacity
Pile Foundation



1. Latar Belakang

Internship track telah menjadi salah satu komponen yang sangat penting dalam kurikulum pendidikan tinggi, terutama dalam program studi teknik sipil di universitas Nusa Putra. dalam Pembangunan yang terus berkembang, mahasiswa dituntut untuk tidak hanya memiliki pengetahuan teoritis yang kuat, tetapi juga keterampilan praktis yang dapat diterapkan di lapangan kerja. melalui program *internship*, mahasiswa diberikan kesempatan untuk mendapatkan pengalaman langsung di dunia kerja teknik sipil. Program *internship* di universitas Nusa Putra bertujuan untuk memberikan mahasiswa pemahaman yang lebih mendalam tentang berbagai aspek teknik sipil yang relevan.

Pembangunan dan pengembangan di wilayah Indonesia dalam bidang teknik sipil dari tahun ke tahun mengalami kemajuan yang cukup pesat[1]. Dalam proyek konstruksi hal yang terpenting dalam sebuah bangunan adalah pondasi. Pondasi merupakan struktur bawah dalam bangunan yang mempunyai fungsi sebagai penyalur beban di atasnya ke lapisan tanah pendukung[2]. pada proyek pembangunan *Additional New Warehouse* PT. Sato Label Indonesia akan melakukan pengujian Pile Driving Analyzer (PDA Test) pengujian ini merupakan pengujian secara Dinamik digunakan untuk melihat atau mengukur seberapa besar daya dukung tiang pancang tersebut, ketahanan tekanan aksial ultimet suatu tiang dan lainnya[3]. Penelitian ini memiliki tujuan untuk menganalisis nilai daya dukung pondasi tiang pancang pada proyek pembangunan *Additional New Warehouse* PT. Sato Label Indonesia[4].

Pada pembangunan *Warehouse* dilakukan penyelidikan tanah yang bertujuan untuk mengetahui keadaan kekompakan atau tingkat kepadatan tanah, struktur perlapisan tanah, jenis tanah, dan sifat-sifat atau parameter fisik dan mekanis tanah[5]. Tanpa adanya verifikasi melalui pengujian teknis, terdapat risiko bahwa pondasi yang dipasang tidak memiliki kapasitas dukung sesuai perencanaan, yang dapat berujung pada penurunan (*settlement*) berlebihan, keretakan struktur, atau bahkan kegagalan konstruksi[6].

Permasalahan utama yang dihadapi adalah bagaimana memastikan pondasi tiang pancang pada proyek ini memiliki kapasitas dukung aksial ultimet yang sesuai standar keamanan dan mampu menyalurkan beban bangunan secara optimal. Oleh karena itu, diperlukan metode pengujian yang dapat memberikan data akurat di lapangan, salah satunya melalui *Pile Driving Analyzer* (PDA Test)[7]. Sebagai mahasiswa jurusan teknik sipil, magang di proyek ini memberikan kesempatan untuk memahami lebih dalam bagaimana pelaksanaan pekerjaan konstruksi di lapangan secara nyata.

2. Metode

2.1 Pengumpulan data

Penelitian ini dilakukan di proyek pembangunan *warehouse* PT. Sato Label Indonesia yang terletak di Cikarang Selatan. Teknik pengumpulan data yaitu data sekunder yang didapat dari kontraktor pelaksana. Data sekunder seperti PDA test, data Tiang Pancang

2.2 Pengolahan Data

Setelah data terkumpul, selanjutnya dilakukan pengolahan dan analisis data untuk mengevaluasi kapasitas dukung pondasi tiang pancang secara menyeluruh, sehingga diperoleh hasil, pembahasan, serta kesimpulan dan saran. Metode yang digunakan dalam analisis ini adalah *Pile Driving Analyzer* (PDA) Test dan metode Mayerhof. PDA Test digunakan untuk memperoleh data respons dinamis tiang selama proses pemancangan, seperti kecepatan, gaya, dan energi pukulan, yang kemudian diolah menggunakan perangkat lunak CAPWAP untuk menentukan kapasitas dukung aktual tiang. Sementara itu, metode Mayerhof digunakan untuk menghitung kapasitas dukung tiang secara teoritis berdasarkan parameter tanah dan dimensi tiang pancang. Perbandingan antara hasil uji PDA dan perhitungan Mayerhof memberikan gambaran akurasi, efisiensi, serta keamanan pondasi terhadap beban rencana, yang menjadi dasar dalam pembahasan hasil, kesimpulan, dan saran penelitian.

2.3. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan pada proyek pembangunan Warehouse oleh PT. Mizu One Bangun Kontruksi sebagai Subkontraktor, yang beralamat di Jl. Aru Block L.2 Kawasan MM2100, Sukasejati, Cikarang Selatan, Bekasi. Untuk detail lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Lokasi Penelitian

2.4. Analisis Data

2.4.1 *Pile Driving Analyzer Test*

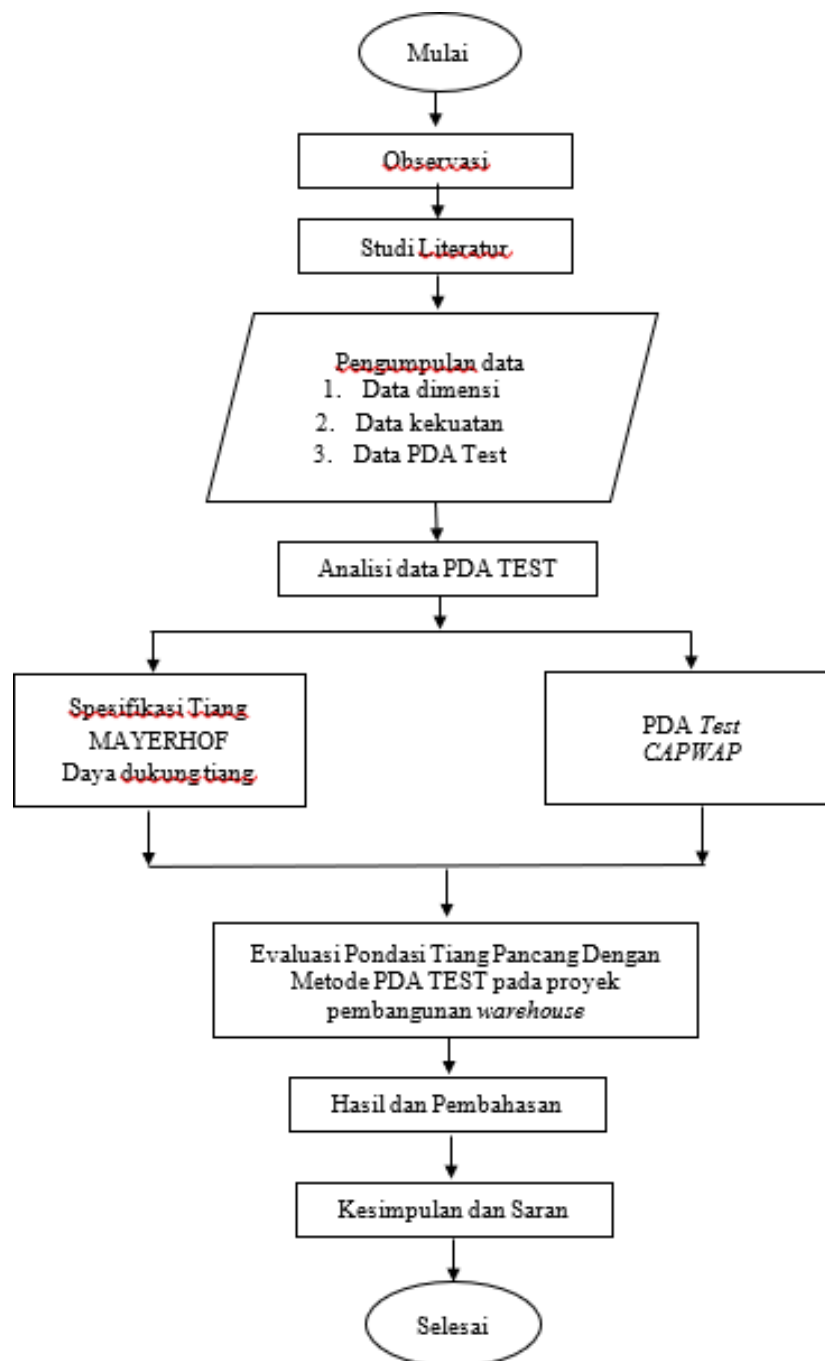
Pengujian tiang dinamis dilakukan dengan memasang dua pasang sensor berupa *strain transducer* dan *accelerometer* di bawah kepala tiang (berjarak $1,5D-2D$ dari kepala tiang). Saat hammer menumbuk kepala tiang, sensor merekam respon getaran dan gaya yang kemudian dikonversi menjadi sinyal listrik dan diproses menggunakan *Pile Driving Analyzer* (PDA) model PAX. Data hasil uji dianalisis lebih lanjut dengan perangkat lunak CAPWAP untuk memperkirakan distribusi dan besarnya gaya perlawanan tanah sepanjang tiang, serta memisahkan komponen perlawanan dinamis dan statis.

2.4.2 Evaluasi Daya Dukung Tiang

Dalam bagian ini merupakan bagian akhir dari rangkaian penelitian yang sudah dilakukan. Dimana dari semua hasil yang sudah didapat akan dikumpulkan dan dievaluasi, sehingga akhirnya dapat ditarik kesimpulan dari hasil berbagai metode yang telah dilakukan tersebut.

2.5 Bagan Alir Penelitian

Berikut ini merupakan tahapan penelitian disampaikan dalam bentuk gambar, dapat dilihat pada gambar 2.2 dibawah ini.



Gambar 2.2 Bagan Alir Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Data Tiang yang di Uji PDA

Kode Tiang : Pile 20 (3,5X14)

Diameter : 35 meter

Panjang tiang pancang : 14 meter

Keliling tiang pancang : $\pi.D = \pi \cdot (0,35) = 1,02 \text{ m}^2$

Luas tiang pancang : $1 \times \pi \times D^2 = 1 \times \pi \times (0,35^2) = 0,38 \text{ m}^2$

$E_p : 4700\sqrt{41,5} = 30277,63 \text{ MPa}$

Beban rencana : 250 ton

Beban maksimal : 500 ton

Penurunan (sett) : 10,1 mm = 1,01 cm

3.2.3 Perhitungan Penurunan Tiang Pancang Berdasarkan Perhitungan Manual

Perhitungan penurunan tiang pancang juga dilakukan untuk melihat perbandingan penurunan antara hasil pengujian PDA dengan standar yang seharusnya sesuai dengan mutu tiang pancang tersebut. Berikut rumus dasar penurunan tiang pancang.

$$S = S1 + S2 + S3$$

$$S1 = \frac{(Qb + aQf) L}{Ab \cdot E_p}$$

$$E_p = 4700\sqrt{f'c'}$$

Diketahui mutu beton dari tiang pancang 41,5 mpa atau 500 kg/cm², maka :

$$E_p = 4700\sqrt{41,5}$$

$$E_p = 30277,63 \text{ mpa} \approx 3027 \text{ 763 kN/m}$$

$$A_k = \pi \cdot d \cdot t = 3,14 \times 0,35 \times 14 = 15,39 \text{ m}^2$$

$$q_c = 200 \text{ kg/cm}^2 = 200000 \text{ KN/m}^2$$

$$q_b = A_b \times q_c = 0,5 \times 200000 \text{ kN/m}^2 = 100000 \text{ KN}$$

$$q_f = 46,02 \text{ ton} \approx 460,2 \text{ kN}$$

$$L = 14 \text{ meter}$$

$$a = 0,5$$

1. Perhitungan S1

$$S1 = \frac{(100000 + 0,5 \cdot 460,2) 14}{15,39 \times 3027 \text{ 763}} = 0,03 \text{ m} = 3 \text{ cm}$$

$$\text{Hasil } S1 = 0,03 \text{ m} = 3 \text{ cm}$$

2. Perhitungan S2

$$S2 = \frac{Q_b}{d \cdot q_c}$$

$$Q_b = A_b \times q_c = 0,5 \times 200000 \text{ kN/m}^2 = 100000 \text{ kN}$$

$$d = 0,35$$

$$q_c = 200 \text{ kg/cm}^2 \approx 200000 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{hasil } S_2 = \frac{100000}{0,35 \cdot 200000} = 1,43 \text{ m} = 14,3 \text{ cm}$$

3. Perhitungan S3

$$S_3 \left(\frac{Q_b}{L} \right) \times \left(\frac{d}{ES} \right) \times (1 - \mu_s) \times I_{ws}$$

$$I_{ws} = 2 + 0,35 \times \sqrt{L/D}$$

$$I_{ws} = 2 + 0,35 \times \sqrt{14/0,35}$$

$$I_{ws} = 2 + 0,35 \times 6,32$$

$$I_{ws} = 4,21$$

$$Q_b = A_b \times q_c = 0,5 \times 200000 \text{ kN/m}^2 = 100000 \text{ kN}$$

$$E_s = 3,0 \times q_c = 3,0 \times 200 \text{ kg/cm}^2 = 600 \text{ kg/cm}^2 = 60 \text{ mpa} = 600000 \text{ kN/m}^2$$

$$\mu_s = 0,3$$

$$L = 14 \text{ meter}$$

$$S_3 = \left(\frac{100000}{14} \right) \times \left(\frac{0,35}{600000} \right) \times (1 - 0,3^2) \times 4,21$$

$$\text{Hasil } S_3 = 0,012 \text{ m} = 1,2 \text{ cm}$$

Total penurunan dapat dihitung sebagai berikut :

$$S = S_1 + S_2 + S_3$$

$$S = 3 \text{ cm} + 14,3 \text{ cm} + 1,2 \text{ cm} = 18,5 \text{ cm}$$

Maka dapat disimpulkan penurunan izin dari bore pile adalah sebesar 18,5 cm atau 185 mm

Setelah dilakukan perhitungan penurunan ijin dari tiang pancang, maka langkah selanjutnya adalah membandingkan hasil penurunan tersebut dengan penurunan pada hasil pengujian PDA. Dari hasil pengujian PDA diketahui bahwa hasil penurunan maksimal terjadi pada Pile 20 (35X14) yaitu sebesar 10,1 mm atau 1,01 cm. Berdasarkan hasil perhitungan manual, maka dapat disimpulkan bahwa penurunan tiang pancang hasil pengujian PDA masih lebih kecil daripada penurunan ijin dari tiang pancang, sehingga dapat dikatakan bahwa tiang pancang aman dari risiko penurunan

$$S_i = 18,5 \text{ cm} : \text{SPDA} = 10,1 \text{ cm}$$

$$\text{SPDA} (1,01 \text{ cm}) < S_i (18,5 \text{ cm}) \dots (\text{OKE})$$

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pelaksanaan pengujian PDA Test pada pondasi tiang pancang proyek pembangunan Warehouse PT. Sato Label Indonesia memberikan hasil yang memuaskan. Berdasarkan data pengujian, tiang uji Pile 20 dengan ukuran 3,5×14 meter menunjukkan nilai penurunan sebesar 1,01 cm, jauh di bawah batas penurunan izin 18,5 cm hasil perhitungan manual, sehingga tiang dinyatakan aman dan mampu menahan beban rencana 250 ton. Kondisi ini juga sejalan dengan hasil sondir, yang menunjukkan bahwa lapisan tanah keras terdapat pada kedalaman 13–14 meter, tepat pada posisi ujung tiang pancang. Hasil tersebut membuktikan bahwa pondasi memiliki daya dukung tinggi, pelaksanaan pemancangan dilakukan dengan baik, serta

metode Pile Driving Analyzer (PDA) Test efektif digunakan untuk memastikan kualitas, integritas, dan keamanan pondasi di lapangan.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil kegiatan internship dan evaluasi pondasi tiang pancang dengan metode PDA Test pada proyek pembangunan *Warehouse* PT. Sato Label Indonesia, dapat disimpulkan bahwa:

1. Prosedur pelaksanaan PDA Test meliputi persiapan alat, pemasangan sensor, pelaksanaan uji pukul, pengambilan serta analisis data, dan evaluasi hasil. Metode ini terbukti mampu memberikan data yang cepat, akurat, serta efisien dibandingkan metode uji statis.
2. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kapasitas dukung ultimit tiang pancang yang diuji pile 20 (35X14) lebih besar dibandingkan beban rencana. Penurunan yang terjadi berdasarkan PDA Test sebesar 1,01 cm masih berada jauh di bawah penurunan izin hasil perhitungan manual sebesar 18,5 cm, sehingga tiang dinyatakan aman dan memenuhi standar teknis. PDA Test juga berperan penting dalam mendeteksi adanya indikasi cacat atau kerusakan pada tiang akibat proses pemancangan, sehingga kualitas dan keamanan pondasi dapat terjamin.

4.2 Saran

1. Bagi pihak kontraktor dan pelaksana proyek, pengujian PDA Test sebaiknya dijadikan prosedur standar dalam setiap pekerjaan pondasi tiang pancang untuk memastikan kualitas dan integritas struktur pondasi.
2. Perlu dilakukan uji pembanding, seperti Static Load Test (SLT), pada sampel tiang tertentu untuk memverifikasi hasil PDA Test sehingga keandalan data semakin terjamin.
3. Perawatan alat dan kalibrasi sensor harus dilakukan secara berkala agar data yang diperoleh tetap akurat dan sesuai standar internasional (SNI/ASTM).

References

- [1] D. Khomsiati, Nur Latifah, "Perbandingan Daya Dukung Aksial Pondasi Tiang Bor Tunggal Menggunakan Data Standard Penetration Test (SPT) dan Pile Driving Analyzer (PDA) Test pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Pandaan Malang," *J. Bangunan*, vol. 24, no. 1, pp. 25–32, 2019.
- [2] A. Faruha, "ANALISA PERHITUNGAN DAYA DUKUNG PONDASI TIANG PANCANG DIBANDINGKAN DENGAN DAYA DUKUNG HYDRAULIK JACKING SYSTEM DAN PILE DRIVING ANALYZER (PDA) TEST PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG PERPUSTAKAAN SEKOLAH TINGGI AGAMA ISLAM NEGERI KEDIRI," vol. 17, p. 302, 1385.
- [3] H. Sihotang, A. Panjaitan, P. Teknik, S. Universitas, and S. Utara, "METODE

-
- PELAKSANAAN PENGUJIAN PONDASI TIANG PANCANG MENGGUNAKAN (PDA TEST) PADA PROYEK PEMBANGUNAN,” vol. 22, no. 01, pp. 60–70, 2024.
- [4] B. T. Septianto, M. I. Yani, and F. Sarie, “Analisis Daya Dukung Fondasi Tiang Pancang Berdasarkan Hasil N-SPT yang Terkoreksi dari Hasil PDA Test Pada Proyek Jembatan Bukit Rawi,” *J. Serambi Eng.*, vol. 8, no. 2, pp. 5615–5620, 2023, doi: 10.32672/jse.v8i2.5881.
 - [5] M. F. Dirgananta, “Perencanaan Ulang Pondasi Tiang Pancang Dengan Variasi Diameter Menggunakan Metode Meyerhoff, Aoki & De Alencar, Dan Luciano Decourt,” *Skripsi Tek. Univ. Islam Indones.*, p. 129, 2018.
 - [6] F. I. P. SIAHAAN, “Analisa Daya Dukung Dan Penurunan Tanah Terhadap Pondasi Telapak (Studi Kasus Riset Mbkm Kedaireka Mf Tahun 2022).,” pp. 1–37, 2023.
 - [7] M. Taufiqurrohman, “Perencanaan Ulang Struktur Bawah Gedung B Rumah Sakit Muhammdiyah Semarang Dengan Pondasi Tiang Pancang Menggunakan Metode Mayerhoff Dan Metode Luciano Decourt (Redesign of the Lower Structure of Building B of Muhammdiyah Hospital Semarang With Pile Found,” 2023.
 - [8] *et al.*, “Studi Perbandingan Pondasi Tiang Pancang Dengan Pondasi Bore Pile (Studi Kasus: Pelaksanaan Pembangunan Pondasi Tower Grand Kamala Lagoon-Bekasi),” *J. Tek. Sipil ITP*, vol. 7, no. 1, pp. 26–33, 2020, doi: 10.21063/jts.2019.v701.04.
 - [9] K. Y. SITORUS, “Analisa Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Dengan Metode Statis Dan Metode Dinamis,” 2022, [Online]. Available: <https://repository.uhn.ac.id/handle/123456789/7146>
 - [10] I. G. Ngurah and B. Artha, “Tugas akhir metode pelaksanaan pekerjaan pondasi,” 2023.
 - [11] K. Bangunan, *SI Teknik Sipil*. 2022.