

Metode Pengujian Pondasi Tiang Pancang Dengan PDA Test Pada Proyek Pembangunan Gudang Pabrik Cat

Muhamad Alif Rifaldi *¹

Isna Vasanti ²

^{1,2} Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Indonesia

*e-mail: 21035010026@student.upnjatim.ac.id¹, 21035010013@student.upnjatim.ac.id²

Abstrak

Secara umum perencanaan suatu bangunan gedung meliputi perencanaan struktur atas dan perencanaan struktur bawah. Pondasi merupakan bagian dari struktur bawah yang berhubungan langsung dengan tanah dan mempunyai peranan penting dalam memikul seluruh beban bangunan lain yang ada di atasnya, oleh karena itu perlu dilakukan perhitungan daya dukung dan penurunan yang akan terjadi pada perencanaan desain dan juga pengujian setelah pelaksanaan pekerjaan pondasi. Pada pembangunan gudang pabrik cat digunakan jenis pondasi tiang pancang. Dilihat dari penyelidikan jenis tanah, beban struktur, lingkungan sekitar proyek, dan pengujian lapangan dengan uji PDA (Pile Driving Analyzer) dan CAPWAP maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghitung daya dukung dan penurunan pondasi tiang pancang secara (dinamik) menggunakan metode eksperimen dengan uji lapangan uji PDA (Pile Driving Analyzer) dan CAPWAP serta dapat menginterpretasikan hasil data PDA (Pile Driving Analyzer) dan CAPWAP pada penelitian ini hasil analisa berdasarkan ASTM D-4945 didapatkan Pondasi Tiang 22, Prediksi daya dukung aksial tekan berdasarkan analisa CAPWAP adalah 139 ton. Pondasi Tiang 55 Prediksi daya dukung aksial tekan berdasarkan analisa CAPWAP adalah 95 ton. Pondasi Tiang 68 Prediksi daya dukung aksial tekan berdasarkan analisa CAPWAP adalah 154 ton.

Kata kunci: CAPWAP, PDA (Pile Driving Analyzer), Pondasi Tiang Pancang

Abstract

In general, the planning of a building includes the planning of the upper structure and the planning of the lower structure. The foundation is part of the lower structure that is directly connected to the ground and has an important role in bearing the entire load of other buildings above it, therefore it is necessary to calculate the bearing capacity and settlement that will occur in the design planning and also testing after the implementation of the foundation work. In the construction of a paint factory warehouse, a pile foundation type is used. Judging from the investigation of soil type, structural load, project environment, and field testing with PDA (Pile Driving Analyzer) and CAPWAP tests, the purpose of this study is to calculate the bearing capacity and settlement of pile foundations (dynamically) using experimental methods with PDA (Pile Driving Analyzer) and CAPWAP field tests and can interpret the results of PDA (Pile Driving Analyzer) and CAPWAP data. In this study, the results of the analysis based on ASTM D-4945 obtained Pile Foundation 22, Predicted axial compressive bearing capacity based on CAPWAP analysis is 139 tons. Pile Foundation 55 Predicted axial compressive bearing capacity based on CAPWAP analysis is 95 tons. Pile Foundation 68 Predicted axial compressive bearing capacity based on CAPWAP analysis is 154 tons.

Keywords: CAPWAP, PDA (Pile Driving Analyzer), Pile Foundation

PENDAHULUAN

Akan menjadi sangat penting untuk melakukan pengujian daya dukung dan penurunan fondasi dikarenakan jika sebuah fondasi mengalami kegagalan maka akan terjadi kerusakan total pada bangunan tersebut terutama untuk bangunan bertingkat yang akan sangatlah berbahaya dan merugikan. Pada pembangunan Gudang pabrik cat melakukan pengujian lapangan dengan menggunakan test PDA (Pile Driving Analyzer) dan dianalisis kembali dengan software CAPWAP. Pembangunan suatu konstruksi, yang pertama kali dilakukan dan dilaksanakan di lapangan adalah pekerjaan pondasi baru kemudian melaksanakan pekerjaan struktur atas. Pembangunan pondasi sangat berperan penting dalam suatu konstruksi. Secara umum pondasi diartikan sebagai bangunan bawah tanah yang meneruskan beban yang berasal dari berat

bangunan itu sendiri dan beban luar yang bekerja pada bangunan tersebut ke tanah di sekitarnya. (Rozeli, 2020) Dari hasil yang paling mendekati hasil di lapangan, diperoleh metode yang tepat dan dapat dijadikan acuan bagi konsultan perencana dalam merencanakan pondasi dalam pada proyek pembangunan gudang pabrik cat. (Rozeli, 2020) Pile Driving Analyzer (PDA) Test merupakan sebuah metode yang dapat diandalkan disetiap proyek untuk menguji beban ultimate tiang.

PDA Test dapat dijadikan pelengkap atau pengganti uji pembebanan statik. Tentunya penggunaan dan interpretasi beban dinamik ini diperlukan seseorang yang telah berpengalaman dan paham mengenai metode ini. Karena pondasi tiang yang akan diuji sudah tertanam, maka untuk pengujian dilakukan dengan menumbuk ulang pondasi tiang pancang tersebut dengan sumber tumbukan (impact) yang memadai. (Safitri et al., 2019) Dalam perencanaan pondasi harus mempertimbangkan beberapa persyaratan, yaitu: daya dukung tanah harus mampu menerima beban dari pondasi, pondasi harus cukup kuat untuk mencegah penurunan (settlement) dan perputaran (rotasi) yang berlebihan, tidak terjadi penurunan setempat yang terlalu besar bila dibandingkan dengan penurunan pondasi didekatnya, dan aman terhadap bahaya guling. Oleh karena itu analisis mengenai daya dukung pondasi penting dilakukan karena apabila kekuatan tanah tidak mampu memikul beban pondasi maka penurunan yang berlebihan atau keruntuhan tanah akan terjadi. (Azizi et al., 2020)

Berdasarkan fungsi tanah sebagai pendukung bangunan atas dan bangunan bawah, maka daya dukung tanah sangat penting untuk diperhatikan pada perencanaan konstruksi bangunan sipil. Daya dukung yang dimobilisasi oleh tanah akibat dari penetrasi pemancangan merupakan indikasi sebagai daya dukung tiang pancang. (Riyanda et al., 2023) Pondasi tiang pancang merupakan salah satu jenis pondasi dalam yang berfungsi menerima dan menyalurkan beban dari struktur atas ke tanah pada kedalaman tertentu, biasanya karena lapisan tanah keras terletak sangat dalam. Selain mendukung konstruksi gedung dalam menahan beban vertikal, pondasi tiang juga berperan penting dalam menahan beban lateral akibat timbunan, beban hanyutan, beban rem, beban angin dan beban gempa. (Santoso & Hartono, 2020)

Tujuan Penelitian ini akan menganalisis daya dukung dan penurunan pondasi proyek pembangunan Gudang pabrik cat. Proyek ini menggunakan pondasi tiang pancang. Gedung ini terdiri dari 4 (empat) lantai dengan konstruksi material baja.

METODE

Penelitian dilakukan dengan mengambil kasus pada proyek Pembangunan Gudang pabrik cat. Pengolahan data dilakukan setelah didaptkannya data dari proses pengujian PDA Test pada pondasi tiang pancang. data yang diperlukan ialah data pondasi tiang pancang pada PDA Test dan hasil PDA Test yang diperoleh dari software CAPWAP

HASIL DAN PEMBAHASAN

PDA Test atau Pile Driving Analyzer Test merupakan salah satu jenis pengujian pondasi dengan cara memberikan tumbukan kepada pondasi dengan hammer dimana pondasi tersebut telah dipasang sensor Transducer (Velocity) dan Accelerometer (Force).

PDA Test atau Pile Driving Analyzer Test dilakukan setelah pekerjaan pemancangan, untuk mengetahui apakah kekuatan dari pondasi yang telah kita tanam sesuai dengan kekuatan rencana dilakukan PDA Test.

Tujuan PDA Test:

- Mengetahui nilai daya dukung pondasi tiang Tunggal
- Integritas atau keutuhan tiang dan joint (sambungan tiang pancang)
- Efisiensi dari transfer energy hammer ke tiang pancang

Pondasi tiang uji merupakan pondasi tiang pracetak dengan dimensi 300 mm x 300 mm dan 350 mm x 350 mm. Total panjang pondasi tiang rencana adalah 30 m dan 36 m, dengan panjang tiap pile section adalah 6 m dan 9 m. Untuk pengondisian pengujian beban dinamik, dilakukan pemotongan kepala pondasi tiang dan dilakukan perkuatan kepala pondasi tiang dengan *grouting*. Kepala pondasi tiang yang terekpos ±100 cm. Informasi terkait dengan pondasi tiang yang telah diuji dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tidak dijumpai informasi adanya lapisan *coating* sepanjang dinding pondasi tiang uji. Pondasi tiang uji merupakan pondasi tiang vertikal (tanpa inklinasi). Setelah dilakukan pengondisian untuk pengujian beban dinamik, pondasi tiang yang terekspos dalam kondisi baik, tidak dijumpai adanya keretakan pada pondasi tiang, serta kepala pondasi tiang relatif rata. Pengujian beban dinamik dilakukan pada tahap pertengahan proses instalasi pondasi tiang untuk proyek tersebut.

Pada pelaksanaan PDA Test, mengarah kepada ASTM D-4945 (Standard Test Method for High-Strain Dynamic Testing of Deep Foundations) yaitu Metode uji ini mendapatkan gaya dan kecepatan yang dihasilkan dalam tiang selama peristiwa dampak aksial. Biasanya, gaya dan kecepatan diperoleh dari tegasan dan percepatan yang diukur.

No.	Kode Pondasi Tiang	Dimensi Pondasi Tiang	Jenis Pondasi Tiang	Panjang Pondasi Tiang Rencana (m)	Beban Dinamik
1	22	□ 300 mm	Precast	36.00 (9+9+9+9)	Drop Hammer ± 2.5 ton
2	55			30.00 (9+9+6+6)	
3	68			36.00 (9+9+9+9)	

Tabel 1. 1 Data Pondasi Tiang Uji PDA Test
 (Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Berikut ini beberapa alat yang digunakan untuk pengerjaan PDA Test :

- PDA-8G S/N 5566LE
- Dua *smart sensor-wireless strain-Transducer* S/N Z927 & Z928
- Dua *smart sensor-wireless Piezoresistive Accelerometer* S/N K13963 & K13968
- Bor beton Listrik, label Listrik, kabel sensor, peralatan *safety*, dan lainnya

Sebelum dilaksanakannya pengujian, ada beberapa data yang harus diberikan oleh kontraktor kepada pihak penguji PDA, yaitu :

- Nomor titik pondasi tiang
- tanggal pemancangan
- Bentuk dan dimensi penampang tiang
- Panjang total tiang
- Panjang tiang yang tertanam
- Konfigurasi sambungan tiang
- Data hammer/tiang yang digunakan pengujian PDA

Persiapan yang telah dilakukan sebelum pengujian beban dinamik dilakukan adalah

1. Mengkondisikan kepala pondasi tiang uji yang terekspos sedemikian rupa hingga relatif rata dan tidak ada kerusakan signifikan.

2. Menggali area sekitar kepala pondasi tiang uji sehingga *engineer* bisa melakukan proses pemasangan sensor-sensor pada dinding kepala pondasi tiang uji. Sensor-sensor yang akan dipasang pada dinding pondasi tiang uji berjarak minimal 1.5 x dimensi penampang pondasi tiang uji, sehingga kedalaman galian minimal 2-2.5 x dimensi penampang pondasi tiang uji.
3. Memposisikan beban dinamik lurus-vertikal terhadap sumbu kepala pondasi tiang uji. Selain itu memberikan *cushion* di kepala pondasi tiang uji setebal minimal 3 cm.
4. Mempersiapkan data-data yang akan dimasukkan dalam komputer, meliputi data teknis pondasi tiang uji hingga informasi singkat proyek.
5. Setelah dilakukan *self-calibration* pada komputer dan melakukan pengecekan akhir terhadap semua peralatan pendukung lainnya, maka pengujian dinamik dilakukan

Prosedur Dalam pengambilan data PDA Test

- Setelah semua persiapan siap instruksi operator crane untuk melakukan pukulan pada tiang pancang akan di mulai dengan tinggi hingga jatuh kebawah, pemukulan di lakukan secara bertahap hingga sampai ke titik yang telah di tentukan.
- Dalam penggunaan hammer di setel dengan jumlah pukulan di sesuaikan dengan permintaan daya dukung yang harus di capai, apabila setelah beberapa pukulan daya dukung yang ingin di capai maka pukulan dapat di hentikan.
- Untuk menggunakan Drop Hammer, ketinggian jatuh hammer di mulai dari 50cm kemudian 100cm hingga sampai tingkat maksimal dari tinggi jatuh nya tiang yang dipukulkan.
- Apabila pada saat pengambilan data terjadi kerusakan pada pondasi tiang yang di uji dan belum mencapai data yang di inginkan, maka pengujian harus di hentikan.



Gambar 1. 1 Pemukulan Hammer PDA Test

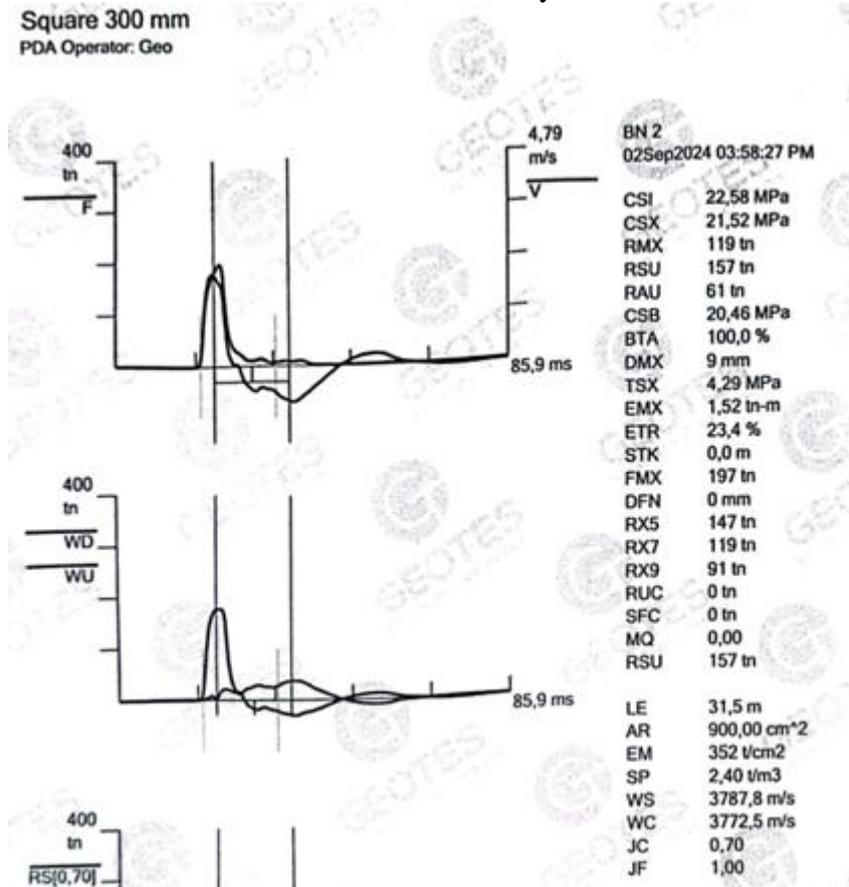
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Hasil rekaman PDA kemudian dianalisa lebih lanjut dengan software CAPWAP (Case Pile Wave Analysis). Pada saat dilakukannya PDA Test ada beberapa kemungkinan kejadian yang dapat terjadi, diantaranya :

1. Pada saat hasil test PDA berhasil tetapi tiang pancang mengalami patah dibagian luar. Pada saat kejadian ini terjadi, maka hasil test dinyatakan sebagai berhasil, dikarenakan tiang patah diluar permukaan tanah sehingga tidak berpengaruh pada area bawah/perkuatan pondasi.

2. Pada saat hasil test PDA berhasil tetapi tiang pancang mengalami patah dibagian dalam. Pada saat kejadian ini terjadi, maka hasil test dinyatakan gagal, dikarenakan tiang patah dibagian dalam tanah, dan tindakan lanjutan dari kejadian ini adalah melakukan sisip/pemancangan Kembali
3. Pada saat hasil test PDA berhasil dan tiang pancang tidak mengalami patah. Pada saat kejadian ini terjadi, maka PDA test dinyatakan berhasil.

Pada saat hasil PDA test sudah keluar di layar CAPWAP ada beberapa hal yang dapat kita ketahui dari software CAPWAP tersebut, diantaranya :



Tabel 1. 2 Hasil PDA Test
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

1. BN : Jumlah Pukulan Ramstruk
2. RMX : Daya Dukung Tiang (ton)
3. FMX : Gaya Tekan Maksimum (ton)
4. CTN : Gaya Tarik Maksimum (ton)
5. EMX : Energi Maksimum yang Ditrasnfer (ton)
6. DMX : Penurunan Maksimum (mm)
7. DFN : Penurunan Permanen (mm)
8. STK : Tinggi Jatuh Ramstruk (m)
9. BPM : Pukulan per menit
10. BTA : Nilai Ketutuhan Tiang (%)
11. LE : Panjang Tiang Dibawah Instrumen (m)
12. LP : Panjang Tiang Tertanam (m)

13. AR : Luas Penampang Tiang (cm^2)

Hasil Analisa beban dinamik pondasi tiang dengan menggunakan bantuan program CAPWAP adalah sebagai berikut:

- Pondasi Tiang 22

Prediksi daya dukung aksial tekan berdasarkan analisa CAPWAP adalah 139 ton. dengan daya dukung friksi sebesar 84 ton dan daya dukung ujung sebesar 55 ton Prediksi penurunan total adalah sebesar 17,98 mm.

- Pondasi Tiang 55

Prediksi daya dukung aksial tekan berdasarkan analisa CAPWAP adalah 95 ton, dengan daya dukung friksi sebesar 56 ton dan daya dukung ujung sebesar 39 ton. Prediksi penurunan total adalah sebesar 19,30 mm.

- Pondasi Tiang 68

Prediksi daya dukung aksial tekan berdasarkan analisa CAPWAP adalah 154 ton, dengan daya dukung friksi sebesar 103 ton dan daya dukung ujung sebesar 51 ton. Prediksi penurunan total adalah sebesar 15,13 mm.

Rangkuman Hasil Analisa beban dinamik pondasi tian dengan menggunakan bantuan program CAPWAP adalah sebagai berikut:

No.	Kode Pondasi Tiang	Panjang Pondasi Tiang (m)	Prediksi CAPWAP				BTA (%)
			Daya Dukung Friksi (ton)	Daya Dukung Ujung (ton)	Daya Dukung Total (ton)	Penurunan (mm)	
1	22	32.00	84	55	139	17.98	100
2	55	30.00	56	39	95	19.30	67
3	68	31.40	103	51	154	15.13	66

Tabel 1. 3 Rangkuman Hasil Analisa CAPWAP

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk menghitung daya dukung dan penurunan pondasi tiang pancang secara (dinamik) menggunakan metode eksperimen dengan uji lapangan uji PDA (Pile Driving Analyzer) dan CAPWAP.

Pada proyek Pembangunan Gudang Pabrik Cat, menggunakan pondasi tiang pracetak dengan dimensi 300 mm x 300 mm dan 350 mm x 350 mm. Total panjang pondasi tiang rencana adalah 30 m dan 36 m, dengan panjang tiap pile section adalah 6 m dan 9 m.

Adapun beberapa kelebihan PDA test yang bisa disimpulkan yakni PDA test hanya membutuhkan ruang yang relative kecil, menghemat waktu, dan dapat mengevaluasi penurunan (settlement) pada pondasi tiang pancang.

Namun selain kelebihan, PDA test juga memiliki kekurangan yakni PDA test dibutuhkan ketelitian ekstra karena pengaruh eksentrisitas tiang akan sangat besar dalam hasil PDA, selain itu tingkat bahaya yang tinggi bagi pekerja apabila terjadi kegagalan pada proses pengangkatan hammer pada permukaan pondasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Azizi, A., Salim, M. A., & Ramadhon, G. (2020). Analisis Daya Dukung Dan Penurunan Pondasi Tiang Pancang Proyek Gedung DPRD Kabupaten Pemalang. *Jurnal Teknik Sipil : Rancang Bangun*, 6(2), 78. <https://doi.org/10.33506/rb.v6i2.1148>
- Riyanda, D., Yunita, H., & M, B. C. (2023). Perbandingan Daya Dukung Menggunakan Metode Statis, Dinamis dan Hasil Uji PDA Pondasi Tiang Pancang Jembatan Peureulak. *Journal of The Civil Engineering Student*, 5(1), 78–84. <https://doi.org/10.24815/journalces.v5i1.21390>
- Rozeli, C. S. (2020). Analysis of the Carrying Capacity of the Pile Foundation Compared to Jacking System and Pile Driving Analyzer (PDA) Test. *IJTI (International Journal of Transportation and Infrastructure)*, 3(2), 79–98. <https://doi.org/10.29138/ijti.v3i2.1060>
- Safitri, R. A., Almufid, A., & Rusdiyanto3, F. I. (2019). Analisa Daya Dukung Tiang Pondasi Dengan Menggunakan Metode Dinamik. *Structure (Jurnal Sipil)*, 1(1), 24. <https://doi.org/10.31000/civil.v1i1.6806>
- Santoso, H. T., & Hartono, J. (2020). Analisis Perbandingan Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Berdasar Hasil Uji Spt Dan Pengujian Dinamis. *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*, 4(1), 30. <https://doi.org/10.20961/jrrs.v4i1.44635>