Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi e-ISSN: 2549-4236, p-ISSN: 1411-8939
Lembaga Penellitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
Vol 25, No 2 (2025): Juli, 1262-1266
DOI: 10.33087/jiubj.v25i2.6285

Perbandingan Daya Dukung Tiang Pancang berdasarkan Uji Kalendering dan *Pile Driving Analyzer* (PDA) pada Pekerjaan Penggantian Jembatan Sei. Rengas Jambi

Emelda Raudhati
Fakultas Teknik Universitas Batanghari
Correspondence: emeldaraudhati@gmail.com

Abstrak. Penelitian ini bertujuan membandingkan daya dukung berdasarkan uji kalendering dan *Pile Driving Analyzer* (PDA) pada pekerjaan penggantian Jembatan Sei. Rengas Jambi. Uji Kalendering dihitung dengan rumus Hiley sedangkan uji PDA dengan metode *case* dan analisis CAPWAP sesuai ASTM D4945. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara kedua metode, yaitu rata-rata daya dukung kalendering sebesar 279,33 ton dengan standar deviasi 109,43 ton, sedangkan rata-rata daya dukung PDA sebesar 203,5 ton dengan standar deviasi 66,5 ton. Rentang nilai kalendering memberikan hasil daya dukung lebih tinggi.

Keywords: PDA, Kalendering, Daya Dukung Tiang.

Abstract. *This study aims to compare the bearing capacity based on the calendaring test and Pile Driving Analyzer (PDA) on the replacement work of the Sei. Rengas Jambi Bridge. The calendaring test is calculated using the Hiley formula while the PDA test uses the case method and CAPWAP analysis according to ASTM D4945. The results of the study show that there are significant differences between the two methods, namely the average calendaring bearing capacity of 279.33 tons with a standard deviation of 109.43 tons, while the average PDA bearing capacity is 203.5 tons with a standard deviation of 66.5 tons. The range of calendaring values provides higher bearing capacity results.*

Keywords: *PDA, Calendering, Pile Bearing Capacity, Descriptive Statistics*

PENDAHULUAN

Pondasi merupakan bagian paling bawah dari konstruksi yang berfungsi meneruskan beban kelapisan tanah yang berada di bawahnya. Suatu Perencanaan pondasi dikatakan baik apabila beban yang diteruskan tidak melebihi daya dukung tanah, sehingga mampu mencegah terjadinya penurunan berlebih maupun keruntuhan (Das et al, 1995). Keandalan pondasi tiang sangat bergantung pada pemahaman terhadap karakteristik tanah serta pengendalian kualitas selama proses pemancangan. Salah satu penerapannya adalah pondasi tiang pancang pada pekerjaan Penggantian Jembatan Sei. Rengas Jambi. Pondasi tiang digunakan ketika tanah pada kedalaman dangkal tidak cukup kuat menahan beban, sementara lapisan tanah keras berada pada kedalaman yang sangat dalam (Hardiyatmo, 2019). Evaluasi daya dukung tiang pancang dilakukan melalui dua pendekatan utama, yitu pendekan statis dan dinamis, Pendekatan statis menggunakan parameter teknis tanah hasil investigasi geoteknik, sedangkan pendekatan dinamis dilakukan melalui pengujian langsung di lapangan (Sandi et al, 2022)

Dua metode yang umum digunakan adalah kalendering dan *Pile Driving Analyzer* (PDA)**.** Kalendering merupakan metode konvensional yang menghitung daya dukung berdasarkan data pemancangan seperti jumlah pukulan per satuan panjang (*blow count)*, dan kedalaman tiang. Perhitungan menggunakan rumus Hiley. Namun, akurasinya dipengaruhi oleh kondisi alat, operator, serta variasi tanah, sehingga dapat menimbulkan ketidakpastian dalam interpretasi. Sebaliknya metode PDA adalah metode berbasis teknologi yang mengukur gaya dan percepatan selama pemancangan. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan teori gelombang untuk mengevaluasi kapasitas, integritas, dan performa tiang secara lebih komprehensif (Prasetya & Hadi, 2023)

Meskipun kalendering telah lama digunakan sebagai acuan praktis di lapangan, metode kalendering lebih banyak digunakan di lapangan karena kesederhanaannya dan biaya yang lebih murah. keterbatasan dalam akurasi

mendorong perlunya pembandingan dengan metode PDA. Oleh karena itu, Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan hasil daya dukung antara metode kalendering dan PDA dengan pendekatan statistik deskriptif pada tiang pancang Jembatan Sei. Rengas. Oleh karena itu, untuk mengetahui seberapa besar perbandingan hasil daya dukung antara hasil kalendering dengan hasil PDA sebagai alat bantu penentu mutu pondasi.

Penelitian terkait pengujian PDA dan Kalendering tiang pancang telah dilakukan Syahrul (2022) menyatakan Korelasi uji kalendering dan PDA pada sisi Jengan Danum dan sisi Tepulang sebesar 1,29 dan 0,81. Hasil uji memiliki koefisien korelasi yang sangat kuat pada sisi Jengan Danum dan koefisien korelasi kuat pada sisi Tepulang. Hasil uji PDA memberikan daya dukung yang lebih tinggi dari estimasi. Penelitian Sandi et al (2022) menyatakan analisis rasio perhitungan daya dukung ultimate dan ijin berdasarkan pengujian kalendering dengan menggunakan 5 metode terhadap hasil uji PDA menunjukkan konsistensi data, dimana pada lokasi jembatan Widuri Bondowoso daya dukung ijin yang mendekati 1 adalah metode Hiley.

Penelitian lain yang relevan dilakukan Fadila & Pradiptiya (2022) yang menganalisis daya dukung pondasi spun pile dievaluasi dengan kalendering dan PDA. Hasil penelitian menunjukkan hasil evaluasi ketahanan daya dukung aksial tiang tunggal maupun grup terhadap beban kerja didapatbahwa baik daya dukung prediksi maupun actual (PDA dan kalendering daya dukungnya lebih besar dibandingkan dengan beban kerja. Demikian juga penelitian Haryadi & Prakoso (2023) yang menyimpulkan agar hasil evaluasi daya dukung lebih akurat, pemilihan metode harus mempertimbangkan karakteristik lokasi dan tujuan pelaksanaan uji.

METODE

Penelitian ini merupakan studi kuantitatif dengan pendekatan statistik deskriptif yang bertujuan membandingkan hasil daya dukung pondasi tiang berdasarkan dua metode pengujian, yaitu uji kalendering dan PDA menggunakan statistik deskriptif pada pekerjaan Penggantian Jembatan Sei. Rengas Jambi. Pendekatan statistik deskriptif ini dipilih karena mampu mengukur kekuatan dan perbedaan antar variabel secara statistik. Penelitian ini menggunakan statistik deskriptif yang diantaranya nilai minimum dan maksimum, *mean* (rata-rata), standar deviasi, modus, varian dan lain-lain (Wahyuni, 2020); (Harlan, 2018).

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(xi - x)^2}$$

Keterangan: S = standar deviasi sampel; N = jumlah data sampel; xi = nilai ke-i; x = rata-rata sampel

Lokasi penelitian adalah pekerjaan Penggantian Jembatan Sei. Rengas Jambi. Pelaksanaan pengujian dilaksanakan pada hari kerja, tepatnya pengujian kalendering dilaksanakan pada hari Rabu tanggal 11 Desember 2024, pengujian PDA dilaksanakan pada hari senin 16 Desember 2024, antara pukul 14.00 – 16.00 Wib. Adapun lokasi penelitian Jl. Sungai Rengas, Kabupaten Batanghari, Jambi pada Pekerjaan Penggantian Jembatan Sei. Rengas. Pengujian kalendering dilakukan untuk mengetahui daya dukung tanah berdasarkan perhitungan yang diperoleh dari proses pemukulan menggunakan alat pancang *diesel hammer* dan *hydraulic hammer*, dimana kapasitas daya dukung tiang pancang dihitung menggunakan rumus Hiley.

$$Qu = \frac{2\,WH}{S+K} + \frac{W+N^2P}{W+P}$$

Keterangan: Qu = kapasitas daya dukung batas (ton); W = berat palu/hammer (ton); P = berat tiang pancang (ton); H = tinggi jatuh ram; S = penetrasi tiang (cm); K = rata-rata rebound untuk 10 pukulan terakhir (cm); N = koefisien restitusi (0,4 – 0,5 untuk palu besi cor, tiang beton tanpa helm

Pengujian PDA dilakukan terhadap 2 (dua) *spun pile* Ø 50 cm yang dipancang dengan umur minimal 7 hari, pada saat pengujian, tiang ditumbuk menggunakan *drop hammer* seberat sekitar 5 ton. Pengujian dinamis didasarkan pada interpretasi gelombang tegangan yang terjadi saat tiang menerima tumbukan dari palu (*hammer*). Prinsip dasar pengujian dinamis ini mengacu pada analisis gelombang tegangan yang ditimbulkan akibat tumbukan palu terhadap kepala tiang, untuk mengevaluasi kapasitas daya dukung, integritas struktur tiang, serta respons tiang terhadap beban dinamis. Data percepatan dan gaya dihasilkan selama tumbukan direkam oleh sensor dan dianalisis menggunakan perangkat lunak khusus berbasis teori propagasi gelombang (*wave equation analysis*), sesuai ketentuan ASTM D4945.

Sumber: data olahan

Gambar 1
Dokumentasi Pengujian Kalendering

Sumber: data olahan

Gambar 2
Dokumentasi Pengujian PDA Test

HASIL

Analisis metode Hiley

Diketahui:

Φluar = 50 cm; Tebal = 1,2 cm; Φdalam = 47,6 cm; Luas tiang = 183,878 cm2; Bj tiang = 7850 kg/m3; SF = 6; N = 0,5; Berat tiang 24m = 3,46 ton

Berdasarkan rumus Hiley diperoleh:

$$Qu = \frac{2\,WH}{S+K} + \frac{W+N^2P}{W+P}$$

$$Qup8 = \frac{2x0,85x5,5x150}{1,70+0,254} + \frac{5,5+0,5^2x3,46}{5,5+3,46} = 169,908 \text{ ton}$$

$$Qup9 = \frac{2x0,85x5,5x150}{0,6+0,254} + \frac{5,5+0,5^2x3,46}{5,5+3,46} = 388,759 \text{ ton}$$

Tabel 1
Hasil Perhitungan daya dukung Pondasi Tiang

No. Tiang		A1-P8	A1-P9
Metode Hiley	Daya dukung (ton)	169,908	388,759
	W (ton)	5,5	5,5
	P (ton)	3,46	3,46
	H	150	150
	S (cm)	1,70	0,6
	K (cm)	0,254	0,254
	N	0,5	0,5

Sumber: data olahan

Berdasarkan Tabel 1 diperoleh daya dukung tiang A1-P9 (388,76 ton) jauh lebih besar dibandingkan A1-P8 (169,91 ton). Perbedaan ini dipengaruhi oleh nilai penetrasi per pukulan (S), di mana A1-P9 memiliki nilai S yang lebih kecil (0,6 cm) dibanding A1-P8 (1,7

cm), menunjukkan tanah yang lebih keras atau tiang yang lebih efektif menahan beban.

Analisis penelitian ini menggunakan metode Case dan Analisis CAPWAP

Hasil pengujian dinamis daya dukung pondasi tiang (*Pile Dynamic Load Testing*) sebagaimana perkiraan Metode Case dan Analisis CAPWAP, Maka besarnya daya dukung pondasi tiang adalah daya dukung yang diperoleh dari hasil analisis CAPWAP.

Tabel 2
Hasil Pengujian Pondasi Tiang PDA

No. Tiang		A1-P8	A1-P9
Case Method: RMX/RSU (ton)		136/73	272/347
CAPWAP Analysis	Daya dukung aktual (Ru) (ton)	**137**	**270**
	Lengketan (Rs) (ton)	37	103
	Tahanan Ujung (Rt) (ton)	100	167

Sumber: data olahan

Berdasarkan Tabel 2 daya dukung aktual (Ru) pada tiang A1-P8 dan A1-P9 masing-masing adalah 137 ton dan 270 ton. Nilai daya dukung akibat lengketan (Rs) diperoleh 37 ton untuk A1-P8 dan 103 ton untuk A1-P9, sedangkan tahanan ujung (Rt) masing-masing sebesar 100 ton dan 167 ton. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa tiang A1-P9 memiliki daya dukung yang lebih besar dibandingkan dengan tiang A1-P8, baik dari segi lengketan maupun tahanan ujung, yang mengindikasikan perbedaan signifikan dalam kemampuan menahan beban antara kedua tiang tersebut.

Tabel 3
Rekapitulasi Daya Dukung Tiang Pancang Hasil Uji Kalendering dan PDA

No. Tiang	Uji Kalendering (ton)	Uji PDA (ton)
A1-P8	**169,908**	**137**
A1-P9	388,759	270
Rata-rata	279,3335	203,5
Minimum	169,908	137
Maksimum	388,759	270
Range	218,851	133
Standar Deviasi	109,425	66,5

Sumber: data olahan

Berdasarkan Tabel 3 terlihat bahwa hasil uji kalendering menghasilkan daya dukung tiang pancang yang lebih tinggi dibandingkan uji PDA**.** Rata-rata daya dukung dari kalendering sebesar 279,33 ton, sedangkan dari PDA sebesar 203,5 ton**.** Selain itu, variasi data pada kalendering lebih besar (standar deviasi 109,425) dibandingkan PDA (66,5). Hal ini menunjukkan bahwa metode kalendering cenderung memberikan estimasi daya dukung yang lebih tinggi namun dengan sebaran hasil yang lebih besar. Nilai rata-rata uji kalendering lebih tinggi daripada uji PDA (279,33 ton dan 203,5 ton), standar deviasi menunjukkan hasil uji kalendering juga lebih besar, menunjukkan variasi nilai yang lebih tinggi antara kedua tiang. Namun dari penelitian Suparjo dkk (2024) menyimpulkan nilai rata-rata daya dukung izin pondasi tiang pancang berdasarkan uji PDA memberikan hasil daya dukung yang lebih besar daripada uji kalendering, Perbedaan estimasi dari penelitian yang terjadi, hal ini disebabkan proses pelaksanaan dan faktor aman yang digunakan. Oleh karena itu, pemilihan metode evaluasi daya dukung perlu mempertimbangkan karakteristik lapangan dan tujuan pengujian agar hasil yang diperoleh lebih representatif.

SIMPULAN

Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa secara statitistik deskriptif menunjukkan hasil uji kalendering dan uji PDA pada tiang A1-P8 dan A1-P9, terdapat perbedaan signifikan dalam daya dukung yang dihasilkan. Perbedaan nilai ini mengindikasikan adanya variasi yang cukup besar antara hasil kedua metode, di mana uji kalendering cenderung memberikan nilai daya dukung yang lebih tinggi dibandingkan uji PDA.

DAFTAR PUSTAKA

Das, B. M., Endah, N., Mochtar, I. B., 1995. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*, Jilid 1. Erlangga.

Fadila, R. N., Pradiptiya, A., 2022. Analisis Daya Dukung Pondasi Spun Pile Dievaluasi dengan Kalendering dan PDA. *JACEIT (Journal of Applied Civil Engineering and Infrastructure Technology),* 3(2), 18-25

Hardiyatmo, H. C., 2019. *Perancangan Perkerasan Jalan: Penyelidikan Tanah,* Cetakan pertama. Gadjah Mada University Press.

Harlan, J. 2018. Analisis Regresi Linear. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1-119

Haryadi, D., & Prakoso, W. A., 2023. Analisa Statistik Hasil Uji Kapasitas Metode Dinamis (PDA Test) pada Pondasi Tiang Pancang Sistem Pancang Tekan. *Wahana Teknik Sipil*, 28(1)

Prasetya, D., Hadi, M. A., 2023. Identifikasi pengujian pile driving Analyzer Pier 51A pada Proyek Pembangunan Tol Yogyakarta – Bawean. *Proceeding Civil Engineering Research Forum*, 3(1), 248-258

Suparjo, Hoesain, I., Azhar, P. S., 2024. Perbandingan Daya Dukung Fondasi Tiang Pancang Berdasarkan Uji Kalendering dengan Uji PDA Pada Pembangunan Jembatan Meninting. *Jurnal LOCUS: Penelitian dan Pengabdian*, 3(12),

Syahrul, S. 2022. Korelasi Kalendering dan Pile DrivingAnalyzer Pada Daya Dukung SubstrukturTiang Pancang Jembatan Encahaq Kutai Barat. *Sebatik,* 26(1)

Sandi, D. M. N., Maldini, A. R., Rachmayu, F. A., 2022. Rasio Daya Dukung Tiang Pancang Tunggal Berdasarkan Data KalenderingdDengan Data Test PDA. *Jurnal Riset Teknik Sipil dan Sains*. 1(1). 28-34..

Wahyuni, M. 2020. *Statistik Deskriptif untuk Penelitian: Olah Data Manual dan SPSS Versi 25.* Yogyakarta: Bintang Pustaka Madani.