

ANALISIS PERBANDINGAN DAYA DUKUNG PONDASI TIANG PANCANG MENGGUNAKAN HASIL UJI SPT DAN UJI BEBAN DINAMIS PADA PROYEK PENGGANTIAN JEMBATAN BATURUSA

Monika Ayu Sagita¹, Fera Fahriani^{1,a}, dan Yayuk Apriyanti¹

¹Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bangka Belitung
Balunijuk, Kabupaten Bangka, Propinsi Kepulauan Bangka Belitung 33172

^a email korespondensi: f2_ferra@yahoo.com

ABSTRAK

Pondasi merupakan bagian struktur bawah dari bangunan yang harus mampu menahan beban struktur di atasnya. Dalam perencanaan pondasi, daya dukung pondasi dapat dihitung menggunakan data penyelidikan tanah maupun data pengujian beban di lapangan. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan daya dukung pondasi tiang pancang pada proyek Penggantian Jembatan Baturusa pada 3 titik uji ABT3-16, P2-20, dan ABT2-8. Dalam penelitian ini, daya dukung ultimit (Q_u) pondasi tiang pancang dihitung berdasarkan hasil penyelidikan tanah dilapangan berupa data uji Standart Penetration Test (SPT) menggunakan Metode Briaud et al (1985), Metode Shio & Fukui (1982), dan Metode Luciano Decourt (1987). Selain itu daya dukung ultimit (Q_u) pondasi tiang pancang dihitung berdasarkan hasil pembebanan di lapangan yaitu hasil uji Pile Driving Analyzer (PDA) & uji Kalendring. Untuk perhitungan Q_u berdasarkan hasil uji kalendring menggunakan Metode Hilley (1930), Metode Janbu (1953), Mansur dan Hunter (1970), dan Engineering News Record. Setelah didapatkan hasil perhitungan, selanjutnya dilakukan perbandingan hasil perhitungan kedua metode tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa berdasarkan perhitungan Q_u menggunakan hasil uji SPT, metode Shio & Fukui (1982) menghasilkan nilai terkecil. Sedangkan perhitungan Q_u menggunakan hasil uji Kalendring, metode Engineering News Record menghasilkan nilai terkecil. Rasio perbandingan Q_u terbesar antara metode Shio & Fukui (1982) dan metode Engineering News Record yaitu 1,55. Sedangkan Rasio perbandingan Q_u terbesar antara metode Shio & Fukui (1982) dan Uji PDA yaitu 1,64.

Kata kunci: Daya Dukung Pondasi, Uji Kalendring, Uji PDA

PENDAHULUAN

Pondasi sebagai pendukung utama dari konstruksi sipil memiliki peranan yang sangat penting dalam suatu konstruksi karena berfungsi untuk meneruskan beban struktur di atasnya ke lapisan tanah dibawahnya. Setiap pondasi bangunan perlu direncanakan berdasarkan jenis, kekuatan dan daya dukung tanah. Jika tanah tidak mampu memikul beban pondasi, maka penurunan yang berlebihan atau keruntuhan tanah akan terjadi, hal tersebut akan menyebabkan kerusakan konstruksi yang berada di atas pondasi.

Dalam merencanakan pondasi diperlukan perhitungan daya dukung pondasi. Daya dukung pondasi dapat dihitung secara teoritis dengan teori mekanika tanah berdasarkan data hasil penyelidikan tanah dilapangan baik menggunakan data CPT (*Cone Penetration Test*) atau menggunakan data uji SPT (*Standart Penetration Test*) (Mina, 2018). Analisis daya dukung pondasi berdasarkan hasil uji CPT atau SPT dapat dicek kebenarannya dengan melakukan uji pembebanan pada tiang (Ahmad, 2016). Daya dukung pondasi bisa didapatkan langsung dari uji beban di lapangan seperti uji Kalendring dan Uji *Pile Dynamic Analysis Test* (PDA Test).

Ada banyak teori dalam perhitungan daya dukung pondasi. Hasil perhitungan daya dukung secara teoritis dengan hasil uji dilapangan berbeda namun masih dalam batas toleransi. Perbedaan hasil perhitungan ini memerlukan kajian lebih dalam untuk menentukan daya dukung mana yang paling baik digunakan dalam perencanaan. Daya dukung pondasi berdasarkan data N-SPT lebih mendekati hasil uji Kalendring dibandingkan daya dukung berdasarkan data CPT (Sulha, 2019).

Proyek Penggantian Jembatan Baturusa menggunakan pondasi tiang pancang. Pada proyek ini daya dukung pondasi tiang dihitung berdasarkan data N-SPT. Pengujian tiang dilapangan menggunakan PDA dan Kalendring. Apabila nilai daya dukung tiang berdasarkan data SPT lebih kecil dari hasil uji PDA, maka tiang dalam kondisi aman (Purba, 2017)

Ada berbagai metode dalam menghitung daya dukung pondasi menggunakan data NSPT. Metode L'Decourt menghasilkan daya dukung pondasi tiang lebih besar dibandingkan metode Meyerhorf (Isnaniati, 2017). Daya dukung pondasi menggunakan data NSPT dengan metode Meyerhorf lebih mendekati kondisi di lapangan (Khomsati, 2019). Metode Shio & Fukui (1982) berdasarkan data N-SPT merupakan metode statik yang paling mendekati hasil uji Satatic Loading

Test (Putri, 2018). Ada berbagai metode pula yang digunakan dalam menghitung daya dukung pondasi menggunakan uji kalendring. Metode Hiley memberikan nilai daya dukung terendah sedangkan metode Janbu memberikan daya dukung tertinggi (Gunawan, 2014).

Pada penelitian ini akan dilakukan perbandingan daya dukung pondasi menggunakan data hasil uji SPT dan hasil uji beban dilapangan yaitu hasil uji kalendring dan PDA. Penelitian ini bertujuan untuk melihat bagaimana perbandingan daya dukung pondasi dari kedua metode tersebut, sehingga dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam perencanaan suatu pondasi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada Proyek Penggantian Jembatan Baturusa di Kabupaten Bangka. Pada penelitian ini dilakukan perhitungan daya dukung pondasi tiang menggunakan data N-SPT yang selanjutnya akan dibandingkan hasil perhitungan tersebut dengan daya dukung hasil uji beban di lapangan yaitu Uji Kalendring dan PDA test.

Data penelitian yang digunakan dalam analisis daya dukung dan penurunan tiang pancang ini berupa data hasil penyelidikan tanah berupa *Standar Penetration Test* (SPT), data perencanaan proyek yakni data perencanaan pondasi, data pengujian Kalendring, dan data pengujian dinamis (PDA Test). Data penyelidikan tanah yang digunakan meliputi 3 titik untuk data boring log (N-SPT). Letak titik penyelidikan tanah di Proyek Penggantian Jembatan Baturusa berada pada daerah yang sama dengan titik pengujian Kalendring dan PDA Test, yaitu BH 1 terletak pada abutmen 3 (ABT3), BH 2 terletak pada pilar 2 (P2) dan BH 3 terletak pada abutmen 2 (ABT2.)

Tiang pancang yang digunakan adalah tiang pancang baja pada abutmen dengan diameter 508 mm dan tebal 12 mm. Sedangkan tiang pancang beton (*spun pile*) digunakan pada pilar dengan diameter 500 mm dan tebal 20 mm. Masing-masing tiang dengan panjang 18 m pada titik ABT3-16, P2-20, dan ABT2-8

Daya Dukung Pondasi Berdasarkan Data N-SPT

Daya dukung pondasi dihitung menggunakan metode Metode *Briaud et al (1985)*, Metode Shio & Fukui (1956) dan Metode Luciano Decourt (1987)

Untuk menghitung daya dukung ultimit persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut ini:

$$Q_u = A_b \cdot f_b + A_s \cdot f_s \quad (1)$$

Metode Briaud et al (1985)

Briaud et al (1985) menyarankan sebuah persamaan tahanan ujung satuan (Hardiyatmo, 2014), sebagai berikut ini:

$$f_b = 19,7 \sigma_r (N_{60})^{0,36} \quad (2)$$

Dan tahanan gesek satuan digunakan persamaan sebagai berikut ini :

$$f_s = 0,224 \sigma_r (N_{60})^{0,29} \quad (3)$$

Metode Shio & Fukui (1956)

Untuk menghitung tahanan ujung tiang pancang, semua jenistanah dapat digunakan persamaan sebagai berikut (Putri, 2018):

$$f_b = 0,3 p_a N_{60} \quad (4)$$

dengan,

Dan untuk menghitung tahanan selimut tiang dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut ini:

$$f_s = 2 N_{55} \quad (5)$$

Metode Luciano Decourt (1987)

Daya dukung ultimit berdasarkan metode Luciano Decourt (1987) sebagai berikut:

$$Q_u = (A_p N_{pk}) + (A_s (N_s / 3 + I)) \quad (6)$$

Daya Dukung Pondasi Berdasarkan Kalendring Test

Secara umum kalendring digunakan pada pemancangan tiang pancang (beton maupun pipa baja) untuk mengetahui daya dukung tanah secara empiris melalui perhitungan yang dihasilkan oleh proses pemukulan alat pancang. Beberapa interpretasi yang digunakan dalam penelitian ini untuk menganalisa terhadap hasil kalendring test yaitu:

Metode Hiley (1930)

$$Q_u = \frac{e_h W_r h}{s + \frac{1}{2}(k_1 + k_2 + k_3)} \frac{W_r + n^2 W_p}{W_r + W_p} \quad (7)$$

Metode Janbu (1953) Mansur dan Hunter (1970)

$$Q_u = \frac{e_h W_r h}{K_u s} \quad (8)$$

Engineering News Record (ENR)

Rumus ENR didasarkan pada penggunaan satu faktor kehilangan energi saja dan dengan mengambil faktor $e_h = 1$, sebagai berikut:

Single acting hammer:

$$Q_u = \frac{\alpha \cdot W_r \cdot h}{s + C} \frac{W_r + (W_p \cdot n^2)}{W_r + W_p} \quad (9)$$

Double acting hammer:

$$Q_u = \frac{\alpha \cdot E_h}{s + C} \frac{W_r + (W_p \cdot n^2)}{W_r + W_p} \quad (10)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Berdasarkan Hasil Uji SPT

Nilai daya dukung pondasi tiang pancang diperoleh dari gabungan tahanan tanah di ujung tiang (Q_p) ditambah gesekan atau hambatan lekat pada permukaan tiang (Q_s). Daya ultimit tiang dapat dihitung secara empiris dari nilai N hasil uji penetrasi standar (SPT) pada titik BH-1, BH-2, dan BH-3.

Hasil analisis daya dukung pondasi tiang pancang tunggal berdasarkan hasil uji SPT dengan metode Metode *Briaud et al (1985)*, Metode Shio & Fukui (1982) dan Metode L. Decourt (1987) dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1.Perhitungan Daya Dukung Ultimit Pondasi Tiang Pancang Berdasarkan Data SPT

Metode Statis Berdasarkan data SPT	Qu (ton)		
	ABT3-16	P2-20	ABT2-8
Metode Briaud et al (1985)	346,175	319,576	338,226
Metode Shio & Fukui (1982)	317,239	255,883	263,855
Metode L. Decourt (1987)	469,529	507,367	380,763

Berdasarkan Tabel 1 diketahui nilai daya dukung pondasi tiang pancang ultimit (Q_u) menggunakan metode statik dari data SPT dengan nilai terkecil terdapat pada Metode Shio & Fukui (1982). Sedangkan nilai terbesar terdapat pada Metode Luciano Decourt (1987). Diantara ketiga metode yang digunakan, Metode Luciano Decourt (1987) menghasilkan daya dukung ultimit yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan Metode Briaud et al (1985) dan Metode Shio & Fukui (1982). Hal ini dikarenakan pada Metode Luciano Decourt (1987), nilai N-SPT tidak dikalikan dengan faktor koreksi seperti pada metode lainnya. Sehingga hal tersebut mempengaruhi nilai daya dukung yang dihasilkan.

Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Berdasarkan Hasil Uji Kalendering

Daya dukung pondasi tiang pancang menggunakan metode dinamik dihitung dengan menggunakan data hasil pengujian kalendering yang diinterpretasikan menggunakan Metode Hiley (1930), Metode Janbu (1953) Mansur dan Hunter (1970) serta Metode *Engineering News Record*. Data kalendering yang digunakan adalah pada ABT3-16, P2-20 dan ABT2-8.

Hasil analisis daya dukung pondasi tiang pancang tunggal berdasarkan hasil uji Kalendering dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2. Hasil Perhitungan Daya Dukung Ultimit Pondasi Tiang Pancang Berdasarkan Uji Kalendering

Metode Dinamis Berdasarkan Hasil Uji Kalendering	Qu (ton)		
	ABT3-16	P2-20	ABT2-8
Metode Hiley (1930)	457,422	402,031	883,248
Metode Janbu (1953) Mansur dan Hunter (1970)	753,795	674,953	1348,517
Metode <i>Engineering News Record</i>	205,216	231,585	242,694

Berdasarkan Tabel 2 diketahui nilai daya dukung pondasi tiang pancang ultimit (Q_u) menggunakan metode dinamik dari pengujian kalendering dengan nilai terkecil terdapat pada Metode *Engineering News Record*. Sedangkan nilai terbesar terdapat pada Metode Janbu (1953) Mansur dan Hunter. Diantara ketiga metode yang digunakan, Metode *Engineering News Record* menghasilkan daya dukung ultimit yang jauh lebih kecil dibandingkan dengan Metode Hiley (1930) dan Metode Janbu (1953) Mansur dan Hunter (1970). Hal ini dikarenakan pada Metode *Engineering News Record*, perhitungan daya dukungnya tidak dikalikan dengan luas penampang dan modulus elastisitas bahan tiang seperti metode lainnya, sehingga hal tersebut mempengaruhi nilai daya dukung yang dihasilkan.

Daya Dukung hasil uji Pile Driving Analyzer

Pile Driving Analyzer (PDA) merupakan pengujian dinamis yang dilakukan terhadap 3 (tiga) buah tiang pada masing-masing abutmen dan pilar jembatan. Untuk perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang digunakan 1 titik pengujian yaitu tiang pancang yang sama dengan tiang pancang pada pengujian Kalendering. Adapun hasil pengujian seperti pada tabel 3.

Hasil Analisis Perbandingan Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang

Hasil penelitian menunjukkan bahwa berdasarkan perhitungan Q_u menggunakan hasil uji SPT, metode Shio & Fukui (1982) menghasilkan nilai terkecil. Sedangkan perhitungan Q_u menggunakan hasil uji Kalendering, metode *Engineering News Record* menghasilkan nilai terkecil, selanjutnya dilakukan perbandingan daya dukung dari kedua metode tersebut.

Tabel 3. Rekapitulasi Rasio Daya Dukung Ultimit Pondasi Tiang Pancang antara Uji SPT dengan Uji Kalendering dan Uji PDA

Qu (ton)	ABT3-16		P2-20		ABT2-8		
	<i>Engineering News Record</i>	PDA Test	<i>Engineering News Record</i>	PDA Test	<i>Engineering News Record</i>	PDA Test	
		205,216	193	231,585	205	242,694	204
Metode Shio & Fukui (1982)	ABT3-16	317,239	1,55	1,64	-	-	-
	P2-20	255,883	-	-	1,10	1,25	-
	ABT2-8	263,855	-	-	-	-	1,09

Ket. :

Rasio Daya Dukung Ultimit (Q_u)

Dari tabel 3 diketahui rasio perbandingan Q_u terbesar antara metode Shio & Fukui (1982) dan metode *Engineering News Record* yaitu 1,55. Sedangkan Rasio perbandingan Q_u terbesar antara metode Shio & Fukui (1982) dan Uji PDA yaitu 1,64.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa metode Shio & Fukui (1982) merupakan metode perhitungan daya dukung pondasi yang menghasilkan daya dukung terkecil. Rasio

perbandingan daya dukung pondasi hasil uji SPT terhadap nilai Uji Kalendring dan Uji PDA tidak lebih dari 2 dengan nilai terbesar 1,55 dan 1,64.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Universitas Bangka Belitung atas pembiayaan publikasi artikel ilmiah ini.

REFERENSI

- Ahmad, L. G & Surahman, M., 2016. Analisis Daya Dukung Tiang Pancang Menggunakan Data *Insitu Test*, Parameter Laboratorium Terhadap Loading Test Kantledge. *Jurnal Konstruksia*, 7(2), pp. 65-74.
- Gunawan, M., Oktaviana, I. S., & Arifin, B., 2014. Rasio Hubungan Nilai Daya Dukung Tiang Pancang Berdasarkan Pengujian Sondir, Kalendring Dan Tes PDA Pada Jembatan Pelawa Kabupaten Parigi Moutong. *Jurnal Infrastruktur*, 4(1), pp. 41-49.
- Hardiyatmo, H. C, 2014. *Analisis dan Perancangan Fondasi II*, Edisi ke-3. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Isnaniati & Defi, L., 2017. Studi Komparatif Daya Dukung Pondasi Tiang Dengan Teori Meyerhoff Terhadap Teori L'decourt Berdasar Hasil Uji N-Spt Di Surabaya Timur. *Jurnal Agregat*, 2(2), pp. 153-158

- Sulha, Sarita, U., & Sukri, M., 2019. Analisis Kapasitas Dukung Tiang Pancang Tunggal Berdasarkan Data N-SPT, CPT dan Kalendring. *Jurnal Stabilita*, 7(1), pp. 39-46.
- Khomsianti, N. L., Jirna, I. W., & Setyawan, E., 2019. 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. *Jurnal Bangunan*, 24(1), pp. 25-32.
- Mina, E., Inder, R., & Gultom, L. R., 2018. Analisa Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Berdasarkan Data Uji Standard Penetration Test (Spt) Dan Data Uji Cone Penetration Test (Cpt) (Studi Kasus Proyek Apartemen Maqna Residence Kebon Jeruk - Jakarta). *Jurnal Fondasi*, 7(2), pp. 21-30.
- Purba, J., Rangkuti, M. N., & Ardan, M., 2017. Analisis Daya Dukung Tiang Pancang Pada Proyek Pembangunan Perhotelan/ Apartemen/ Kondominium di Jalan Ring Road Medan. *JCEBT Journal of Civil Engineering, Building and Transportasiaon*, 1(1), pp. 19-26.
- Putri, M. S., Apriyanti, Y. & Fahriani, F., 2018. Analisis Perbandingan Daya Dukung Dan Penurunan Tiang Pancang Tunggal Dengan Metode Statik Dan Uji Beban, *Prosiding Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Pada Masyarakat*, pp. 210-215.