



ANALISIS DAYA DUKUNG TANAH TERHADAP TIANG PANCANG BERDASARKAN DATA HASIL KALENDERING

Resti Aprianti¹, M. Hanif Faisal², Nur Aida^{3*}

^{1,2,3}Teknologi Rekayasa Jalan dan Jembatan, Politeknik Negeri Ketapang

³nhuraidha@gmail.com*

Abstract

The bridge on the Siduk-Ketapang road section is a provincial road whose development and supervision authority is under the West Kalimantan Provincial government which requires maintenance in order to function properly. The purpose of this study is to determine the capacity of the soil carrying capacity against piles (spun pile), the carrying capacity of the pile group, find out the comparison of soil carrying capacity to piles based on data from calendaring results between WIKA and Hiley methods. The research location is on Jalan Siduk-Ketapang, especially on the Siduk Bridge 3, Matan Hilir Utara District, Ketapang Regency, West Kalimantan. Calculation of the carrying capacity of the soil against piles using 2 methods, namely WIKA and Hiley. Based on these two methods, the largest value was obtained from the WIKA method at pile point 9, which was 191,625 tons and the largest value from the Hiley method at pile point 9, which was 170,334 tons. The results of the calculation of the carrying capacity of a single pile can be analyzed the carrying capacity of the pile group with a pile efficiency using the Los Angeles method of 0.8%, the results of the WIKA method of 2,146.2 tons were obtained, while in the Hiley method it was 1,907.7 tons.

Keywords: *Carrying Capacity, Calendaring, WIKA Method, Hiley Method*

Abstrak

Jembatan di Ruas Jalan Siduk-Ketapang merupakan jalan Provinsi yang kewenangan pembinaan dan pengawasannya berada di bawah pemerintah Provinsi Kalimantan Barat yang memerlukan pemeliharaan agar dapat berfungsi dengan baik. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui kapasitas daya dukung tanah terhadap tiang pancang (*spun pile*), kapasitas daya dukung kelompok tiang pancang, mengetahui perbandingan kapasitas daya dukung tanah terhadap tiang pancang berdasarkan data hasil kalendering antara metode WIKA dan Hiley. Lokasi penelitian berada di Jalan Siduk-Ketapang khususnya pada Jembatan Siduk 3 Kecamatan Matan Hilir Utara, Kabupaten Ketapang, Kalimantan Barat. Perhitungan daya dukung tanah terhadap tiang pancang menggunakan 2 metode, yaitu WIKA dan Hiley. Berdasarkan dua metode tersebut, diperoleh nilai terbesar dari metode WIKA pada titik tiang pancang 9 yaitu sebesar 191,625 ton dan nilai terbesar dari metode Hiley pada titik tiang pancang 9 yaitu sebesar 170,334 ton. Hasil perhitungan kapasitas daya dukung tiang pancang tunggal dapat dilakukan analisis kapasitas daya dukung kelompok tiang pancang dengan efisiensi tiang menggunakan metode *Los Angeles* 0,8 % maka didapatkan hasil dari metode WIKA sebesar 2.146,2 ton, sedangkan pada metode Hiley sebesar 1.907,7 ton.

Kata kunci: Daya Dukung, Kalendering, Metode WIKA, Metode Hiley

Diterima Redaksi : 05-01-2023 | Selesai Revisi : 12-01-2023 | Diterbitkan Online : 19-01-2023

1. Pendahuluan

Jembatan merupakan suatu konstruksi yang berfungsi untuk meneruskan jalan melalui suatu rintangan. Rintangan tersebut berupa danau, saluran air, lembah, sungai, jalan raya ataupun jalan kereta api. Jembatan

harus direncanakan menggunakan bahan konstruksi yang tepat dan jenis struktur yang sesuai sehingga dapat tercapai perencanaan sesuai dengan fungsinya. Jembatan di Ruas Jalan Siduk-Ketapang merupakan jalan Provinsi yang kewenangan pembinaan dan pengawasannya berada di bawah pemerintah Provinsi

Kalimantan Barat yang memerlukan pemeliharaan agar dapat berfungsi dengan baik. Seiring dengan pertumbuhan penduduk, perluasan dan pertambahan penggunaan lahan, selanjutnya koreksi atas fungsi dan keberlakuan jalan dan jembatan produksi harus dilakukan melalui upaya pembangunan infrastruktur jembatan yang optimal. Dalam pelaksanaan pembangunan jembatan harus dilakukan secara menyeluruh serta partisipasi masyarakat, dengan terbangun infrastruktur jembatan maka masyarakat akan dapat lebih mudah melakukan kegiatan.

Jembatan siduk 3 berada di desa Kuala Satong Kecamatan Matan Hilir Utara Kabupaten Ketapang. Jembatan siduk 3 ini berfungsi sebagai penghubung antara ruas jalan Kabupaten Ketapang menuju jalan Kabupaten Kayong Utara. Kondisi pada jembatan siduk 3 di lihat secara kasat mata bangunan pada atas jembatannya masih terlihat baik namun bagian struktur bawahnya masih menggunakan kayu serta rawan banjir. Jembatan siduk 3 dibangun karena bagian bawahnya masih menggunakan kayu dan struktur bawahnya sudah ada yang rusak dan perlu direkonstruksi dari yang awalnya kayu ke struktur beton agar bangunan jembatan lebih kuat dan tahan lama. Fondasi suatu struktur bangunan harus diperhitungkan daya dukungnya agar dapat menjamin kestabilan bangunan dalam menahan beban yang bekerja dan tidak terjadi penurunan melebihi batas yang ditentukan [1]. Untuk itu diperlukan analisis daya dukung tanah terhadap tiang pancang berdasarkan data hasil kalendering pada penggantian Jembatan Ruas Jalan Siduk-Ketapang.

Analisis daya dukung dinamik tiang pancang yang dihitung dengan menggunakan metode formula dinamik Danis, AASHTO, dan Gates telah ditemukan daya dukung dinamik pondasi tiang pancang yang bervariasi dari masing-masing metode dimana nilainya meningkat dari 121,477 ton menjadi 1.267,051 ton sebagai daya dukung dinamis paling besar [2]. Diperlukan metode perhitungan lain yang digunakan dalam analisis kapasitas daya dukung tiang pancang tersebut, misalnya metode WIKA dan metode Hiley. Kapasitas daya dukung tiang pancang dalam hitungan kalendering menggunakan formula dinamis Hiley [3]. Metode Hiley menghasilkan daya dukung ultimit yang berkisar antara 402,031 ton sampai 883,248 ton (menengah) dibandingkan metode Janbu Mansur, dan Hunter, serta ENR [4]. Perbandingan hasil daya dukung *spun pile* data rata-rata SPT dari berbagai metode dengan data Kalendering yang paling mendekati adalah dengan menggunakan data Kalendering metode Hiley [5]. Adapun salah satu saran dalam mendapatkan perhitungan analisa daya dukung ijin tiang yang akurat berdasarkan data kalendering maka harus menggunakan beberapa model untuk perbandingan diantaranya metode Hiley, metode WIKA dan ENR serta untuk perhitungan efisiensi tiang bisa menggunakan metode *Los Angeles Group* [6]. Penelitian [7], daya dukung ijin dinamis dipilih

menggunakan rumus Hiley, ENR, dan rumus WIKA, dimana nilai terbesar dari rumus WIKA, kemudian rumus ENR, dan nilai terkecil diperoleh dari rumus Hiley, tetapi rumus ENR lebih rasional. Hendaknya penggunaan nilai faktor keamanan untuk metode yang digunakan untuk perhitungan daya dukung ijin dinamis tidak berlainan [7]. Pada penelitian ini faktor keamanan yang digunakan berkisar antara 3-4 (metode WIKA) dan bernilai 4 (metode Hiley).

Sehingga tujuan dari penelitian ini yaitu : 1) mengetahui kapasitas daya dukung tanah terhadap tiang pancang tunggal berdasarkan hasil kalendering; 2) mengetahui kapasitas daya dukung kelompok tiang pancang dalam satu abutment; dan 3) mengetahui perbandingan kapasitas daya dukung tanah terhadap tiang pancang berdasarkan data hasil kalendering antara metode WIKA dan metode Hiley.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif. Tempat penelitian pada proyek penggantian Jembatan Siduk 3 Ruas Jalan Siduk-Ketapang CS sepanjang 12 meter berada di Jalan siduk-Ketapang, Kecamatan Matan Hilir Utara. Data yang diambil pada penelitian ini ada dua yaitu data primer (hasil kalendering) dan data sekunder (data boring, data teknis tiang pancang, dan data alat pancang).

Untuk mengetahui kapasitas daya dukung tanah terhadap tiang pancang tunggal dan daya dukung kelompok, maka peneliti akan menggunakan data hasil kalendering untuk dianalisis dengan dua metode yaitu metode WIKA dan metode Hiley. Adapun langkah pengolahan data yaitu : 1) menghitung kapasitas daya dukung batas untuk metode WIKA dengan persamaan (1); 2) menghitung kapasitas daya dukung yang diizinkan untuk metode WIKA dengan persamaan (2); 3) menghitung tekanan sementara yang diizinkan untuk metode Hiley dengan persamaan (3); 4) menghitung kapasitas daya dukung batas untuk metode Hiley dengan persamaan (4); 5) menghitung kapasitas daya dukung yang diizinkan untuk metode Hiley dengan persamaan (5); 6) menghitung efisiensi kelompok tiang menggunakan metode Los Angeles dengan persamaan (6); 7) menghitung daya dukung kelompok tiang dengan menggunakan persamaan (7); dan 8) membandingkan nilai daya dukung yang diizinkan dari metode WIKA dan Hiley.

Analisis daya dukung tiang pancang berdasarkan data kalendering dapat menggunakan Metode WIKA memiliki faktor keamanan 3-4 [8].

$$R_u = \left[\frac{2WH}{S + K} \right] \times \left[\frac{W + e^2P}{W + P} \right] \quad (1)$$

$$Q_{all} = R_u / SF \quad (2)$$

dengan R_u adalah kapasitas daya dukung batas tiang (kg), Q_{all} adalah: kKapasitas daya dukung yang diizinkan (kg), W adalah berat palu atau ram (kg), P adalah berat tiang pancang (kg), e adalah koefisiensi

restitusi, H adalah tinggi jatuh palu (m), S adalah penetrasi tiang pancang pada saat penumbukan terakhir, atau “set” (m), K adalah rebound (m), dan SF adalah faktor keamanan.

Dalam perhiungan kalendering dapat menggunakan rumus formula *Hiley* dan lebih sering digunakan dengan faktor keamanan yaitu 4 [8].

$$Q_u = \frac{e_h W_r h}{2} + \frac{1}{2} (k_1 + k_2 + k_3) \times \frac{W_r + n^2 W_p}{W_r + W_p} \quad (3)$$

$$Q_{all} = Q_u / F \quad (4)$$

dengan Q_u adalah kapasitas daya dukung batas (kg), Q_{all} adalah kapasitas daya dukung yang diizinkan (kg), E_h adalah efisiensi palu, W_r adalah berat palu atau ram (kg), W_p adalah berat tiang pancang (kg), n adalah koefisiensi restitusi, h adalah tinggi jatuh palu (m), S adalah penetrasi tiang pancang pada saat penumbukan terakhir, atau “set” (m), k_1 adalah kompresi elastis blok penutup (*cap block*) dan *pile cap* (m), dan k_2 adalah kompresi elastis tiang pancang (m).

$$k_2 = \frac{Q_u L}{AE} \quad (5)$$

dengan L adalah panjang tiang (m), E adalah modulus elastisitas tiang (kg/m^2), A adalah luas permukaan tiang (m^2), serta k_3 adalah kompresi elastis tanah (m) yang dapat diambil sebagai (k_3 adalah 0,0 untuk tanah keras (batu, pasir padat dan gravel), k_3 adalah 2,5 mm sampai dengan 5 mm untuk lainnya), F adalah faktor keamanan.

Untuk penentuan nilai efisiensi palu dan nilai koefisien restitusi ditentukan berdasarkan Tabel 1 dan Tabel 2 [9].

Tabel 1. Nilai Efisiensi Palu (e_r)

Jenis Palu	Efisiensi (e_r)
Drop hammer	0,75 - 1,00
Single acting hammer	0,75 - 0,85
double acting hammer	0,85
disel hammer	0,85 - 1,00

Tabel 2. Nilai Koefisiensi Restitusi (n)

Material	N
Tiang pancang kayu	0,25
Bantalan kayu di atas tiang pancang baja	0,35
Bantalan kayu pada tiang pancang baja	0,4
Tiang pancang baja tanpa bantalan kayu/ tiang beton dengan bantalan	0,5
Palu besi cor di atas tiang pancang beton tanpa topi	0,4

Nilai efisiensi palu (e_h) digunakan pada metode *Hiley* dan nilai koefisiensi restitusi (n) digunakan pada

metode *WIKA* untuk mencari kapasitas daya dukung batas.

Tabel 3. Nilai K_1 – Nilai Perpendekan Elastik Kepala Tiang Pancang dan Topi Tiang Pancang

Bahan	K1 (mm)			
	Tegangan pemancangan pada kepala tiang pancang			
	3,5 MPa	7,0 MPa	10,5 MPa	14,0 MPa
Tiang atau pipa baja				
- Langsung pada kepala tiang	0	0	0	0
- Langsung pada kepala tiang kayu	1	1	3	5
Tiang pancang beton pracetak dengan topi setebal (75-100) mm	3	6	9	12,5
Topi baja yang mengandung paking kayu untuk tiang baja H atau tiang baja pipa	1	2	3	4
Cap Block terdiri dari 5 mm bahan fiber diantara dua pelat baja 10 mm	0,5	1	1,5	2

Kapasitas daya dukung kelompok tiang dengan memperhatikan faktor efisiensi tiang dinyatakan dengan rumus (6) berikut.

$$Q_g = E_g \times n \times Q_a \quad (6)$$

dengan Q_g adalah beban maksimum kelompok tiang (Ton), E_g adalah efisiensi kelompok tiang (%), n adalah jumlah tiang dalam kelompok, Q_a adalah beban maksimum tiang tunggal (Ton).

Untuk menghitung nilai efisiensi tiang dapat menggunakan Metode *Los Angeles*. Berikut ini Metode *Los Angeles* yang dinyatakan dengan rumus (7) berikut.

$$E_g = 1 - \frac{D}{\pi \times s \times m \times n} [m(n-1) + n(m-1) + \sqrt{2}(n-1)(m-1)] \quad (7)$$

dengan E_g adalah efisiensi grup, n adalah jumlah tiang dalam satu baris, m adalah jumlah baris tiang, D adalah diameter tiang (m), S adalah jarak antar tiang (as ke as) (m), π adalah Phi lingkaran (22/7 atau 3,14).

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, jika tiang pancang sudah terpasang sesuai spesifikasi teknis dan memenuhi syarat (tanah keras) maka proses kalendering bisa dimulai. Tahap pengambilan data kalendering yaitu: 1) menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan; 2) menentukan titik yang mudah dijangkau untuk diambil data kalendering; 3) saat kalendering telah ditentukan dihentikan pemukulannya oleh *hammer*; 4) memasang kertas milimeter blok pada tiang pancang dengan menggunakan selotip; 5) menyiapkan pensil yang ditumpu pada papan penopang dan

waterpass kemudian menempelkan ujung pensil pada kerta milimeter blok; 6) melanjutkan pemukulan sebanyak 10 pukulan; 7) mengarahkan pensil pada kertas milimeter blok dan menghitung jumlah pukulan; 8) mengambil data kalendering pada kertas milimeter blok tersebut. Rebound merupakan perlawanan dasar tanah yang membuat reaksi tiang pancang memantul saat di pukul [10]. Gambar 1 menunjukkan pengambilan data Kalendering.



Gambar 1. Pengambilan data Kalendering

Data hasil kelendering untuk 14 tiang pancang pada abument 1 dapat di lihat pada Tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4. Data Kalendering (Jatuh Bebas 2 m)

No . T	Tanggal	Jam Mulai	Jam Selesai	A (m)	B (m)	10 terakhir (cm)		Rebo und (cm)
						1	2	
1	25/03/2022	14.10	16.30	26	0,00	0,20	1,40	1,2
2	30/03/2022	08.15	10.50	25,92	0,08	0,01	0,40	1,2
3	30/03/2022	12.20	14.25	25,80	0,20	1,10	0,60	1,2
4	30/03/2022	14.32	16.48	26,00	0,00	1,70	0,02	1,2
5	31/03/2022	14.45	16.58	26,00	0,00	0,60	0,00	1,2
6	31/03/2022	12.15	14.32	25,70	0,30	0,20	0,00	1,2
7	31/03/2022	08.09	10.35	25,78	0,22	0,00	0,00	1,2
8	26/03/2022	12.30	15.10	25,75	0,25	3,10	3,50	1,2
9	30/04/2022	08.16	10.55	25,41	0,59	0,00	0,00	1,2
10	30/04/2022	12.22	14.36	25,5	0,50	0,00	0,10	1,2
11	30/04/2022	14.50	17.10	25,55	0,45	0,00	0,00	1,2
12	30/04/2022	12.32	14.47	25,61	0,39	0,10	0,00	1,2
13	30/04/2022	08.17	10.45	25,59	0,41	0,30	0,50	1,2
14	26/03/2022	08.22	10.46	25,75	0,25	0,40	0,20	1,2

Data kalendering tersebut dilakukan dengan tinggi jatuh sebesar 2 meter. Berdasarkan data hasil boring diketahui bahwa kondisi tanah dan sifat-sifat dari tanah terdiri dari tanah pertama yaitu : 1) lempung, lanau, organis, dan konsisten sangat lunak; 2) pasir halus sampai kasar dan konsistensi lepas sampai padat; 3) batuan dan konsistensi sangat keras. Jenis tanah lempung dengan tanah keras yang terletak pada kedalaman yang dalam dan apabila beban yang harus dipukul fondasi besar sangat cocok digunakan fondasi tiang pancang sebagai pilihan dalam konstruksi bangunan [11].

Adapun spesifikasi fondasi tiang pancang yang digunakan berjenis spun pile, dengan dimensi 50 × 50 cm (10 m dan 6 m), dengan mutu beton K600 ($f_c' 52$), jenis tulang D (ulir), dengan kombinasi tiang pancang pada satu titik 10 m, 10 m, 6 m. Berdasarkan data teknis alat yang digunakan terdiri dari keran, motor penggerak, rem, kait utama, kait tambahan, dan tali kawat baja (*wire rope*).

3.1 Kapasitas Daya Dukung Tanah terhadap Tiang Pancang Tunggal dengan Metode WIKA

Berikut hasil perhitungan berat tiang pancang pada 14 tiang pancang dengan metode WIKA.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Berat Tiang (P) dengan metode WIKA

No	Tiang	P (Ton)
1	TP. 1	7,23
2	TP. 2	7,21
3	TP. 3	7,17
4	TP. 4	7,23
5	TP. 5	7,23
6	TP. 6	7,15
7	TP. 7	7,17
8	TP. 8	7,16
9	TP. 9	7,07
10	TP. 10	7,09
11	TP. 11	7,10
12	TP. 12	7,12
13	TP. 13	7,12
14	TP. 14	7,16

Kemudian dilakukan perhitungan kemampuan tiang pancang pada titik ABT. 1 – TP. 1 sampai ABT. 1 – TP. 14 sehingga diperoleh data seperti pada Tabel 6.

Tabel 6. Daya Dukung (Q_{all}) dengan metode WIKA

No	Tiang	Daya Dukung Batas (Ton)	Daya Dukung (Ton)
1	TP. 1	434,000	108,500
2	TP. 2	503,306	125,827
3	TP. 3	254,333	63,583
4	TP. 4	202,533	50,633
5	TP. 5	319,789	79,947
6	TP. 6	554,909	138,046
7	TP. 7	678,222	169,556
8	TP. 8	138,727	34,682
9	TP. 9	766,500	191,625
10	TP. 10	557,454	139,364
11	TP. 11	566,182	141,546
12	TP. 12	556,182	139,046
13	TP. 13	611,800	152,950
14	TP. 14	381,500	95,375

Daya dukung tiang tunggal tertinggi sebesar 191,625 pada titik tiang pancang 9 dan nilai terendah terletak pada titik tiang pancang 8 sebesar 34,682 ton. Berdasarkan data tersebut semua titik ABT. 1 – TP. 1 sampai TP. 14 dalam menahan beban sudah memenuhi syarat karena kapasitas daya dukung yang diizinkan (Q_{all}) sudah lebih kecil dari kapasitas daya dukung batas (R_u).

3.2. Kapasitas Daya Dukung Tanah terhadap Tiang Pancang Tunggal dengan Metode Hiley

Berikut besar nilai K_2 dari setiap tiang pancang dengan Metode Hiley.

Tabel 7. Hasil Nilai K_2

No	Tiang	L	K_2
1	TP. 1	26,00	0,0026
2	TP. 2	25,92	0,0026
3	TP. 3	25,80	0,0026
4	TP. 4	26,00	0,0026
5	TP. 5	26,00	0,0026
6	TP. 6	25,70	0,0026
7	TP. 7	25,78	0,0026
8	TP. 8	25,75	0,0026
9	TP. 9	25,41	0,0026
10	TP. 10	25,50	0,0026
11	TP. 11	25,55	0,0026
12	TP. 12	25,61	0,0026
13	TP. 13	25,59	0,0026
14	TP. 14	25,75	0,0026

Kemudian dilakukan perhitungan kemampuan tiang pancang pada titik ABT. 1 – TP. 1 sampai ABT. 1 – TP. 14 sehingga diperoleh data seperti pada Tabel 8.

Tabel 8. Daya Dukung (Q_{all}) dengan metode Hiley

No	Tiang	Daya Dukung Batas (Ton)	Daya Dukung (Ton)
1	TP. 1	451,934	112,984
2	TP. 2	660,361	165,090
3	TP. 3	182,519	45,628
4	TP. 4	129,891	32,473
5	TP. 5	263,380	65,845
6	TP. 6	454,016	113,504
7	TP. 7	678,222	169,556
8	TP. 8	78,368	19,592
9	TP. 9	681,334	170,334
10	TP. 10	681,334	170,334
11	TP. 11	679,778	169,945
12	TP. 12	545,168	136,292
13	TP. 13	539,823	97,628
14	TP. 14	328,138	82,035

Daya dukung tiang tunggal tertinggi sebesar 170,334 ton pada titik tiang pancang 9 dan nilai terendah terletak pada titik tiang pancang 8 sebesar 19,529 ton. Penurunan tersebut aman dan memenuhi syarat karena kapasitas daya dukung yang diizinkan (Q_{all}) lebih kecil dari kapasitas daya dukung batas (R_u).

Adapun hasil pengolahan statistik perbedaan data kalendering dengan daya dukung izin tiang (Q_{all}) pada metode WIKA dan metode Hiley dapat di lihat pada Gambar 2 berikut.

Group Statistics				
Varia	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Daya Dukung Tiang Pancang	14	1,1633E2	46,213781	12,351152
	14	1,1080E2	55,032583	14,708076

Independent Samples Test					
Levene's Test for Equality of Variances					
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)
Daya Dukung Tiang Pancang	.639	.431	.288	26	.776
			.288	25,245	.776

Gambar 2. Hasil analisis uji t Daya Dukung Tiang Pancang

Uji hipotesis *Levene's Test* untuk mengetahui apakah asumsi kedua varians sama besar terpenuhi atau tidak terpenuhi dengan hipotesis $H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ terhadap $H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$. Hasil tersebut didapat *p-value* sebesar 0,431 yang lebih besar dari α sebesar 0,05 sehingga $H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ diterima, dengan kata lain asumsi kedua varians sama besar (*equal variance assumed*) terpenuhi.

Untuk uji-t digunakanlah uji-t dua sampel independen dengan asumsi kedua varians sama untuk hipotesis $H_0 : \mu_1 = \mu_2$ terhadap $H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$ yang memberikan nilai t sebesar 0,288 dengan derajat kebebasan 26 dan *p-value* (2-tailed) sebesar 0,776 yang lebih besar dari α sebesar 0,05 maka $H_0 : \mu_1 = \mu_2$ diterima. Sehingga bisa disimpulkan bahwa rata-rata perhitungan daya dukung tiang pancang dengan metode WIKA dan metode Hiley dapat dikatakan sama.

3.3. Kapasitas Daya Dukung Kelompok Tiang Pancang dengan Metode Los Angeles (Metode WIKA dan Hiley)

Untuk analisis kapasitas daya dukung kelompok tiang pancang dengan efisiensi tiang menggunakan metode *Los Angeles* sebesar 0,8%.

Efisiensi kelompok tiang (E_g)

$$E_g = 1 - \frac{D}{\pi \times s \times m \times n} [m(n - 1) + n(m - 1) - 1] + \sqrt{2}(n - 1)(m - 1)$$

$$E_g = 1 - \frac{0,5}{3,14 \times 1,5 \times 7 \times 2} [7(2 - 1) + 2(7 - 1) - 1] + \sqrt{2}(2 - 1)(7 - 1)$$

$$E_g = 1 - (0,0076) \times (27,4852)$$

$$E_g = 1 - 0,2 = 0,8$$

Perhitungan kapasitas daya dukung kelompok tiang pancang dengan Metode *Los Angeles* (Q_a metode WIKA) sebagai berikut:

$$Q_g = E_g \times n \times Q_a$$

$$Q_g = 0,8 \times 14 \times 191,625$$

$$Q_g = 2.146,2 \text{ ton}$$

Perhitungan kapasitas daya dukung kelompok tiang pancang dengan Metode *Los Angeles* (Q_a metode Hiley) sebagai berikut:

$$Q_g = E_g \times n \times Q_a$$

$$Q_g = 0,8 \times 14 \times 170,334$$

$$Q_g = 1.907,7 \text{ ton}$$

Dari kelompok WIKA dan kelompok Hiley diperkirakan dapat menahan beban masing-masing sebesar 2.146,2 ton pada metode WIK dan 1.907,7 ton pada metode Hiley.

Perbedaan hasil antara metode WIKA dan metode Hiley dipengaruhi oleh hasil *final set* dan *rebound* serta

kedalaman dalam pembacaan grafik, untuk itu sangat diperlukan ketelitian untuk penelitian selanjutnya.

4. Kesimpulan

Nilai maksimum daya dukung tiang pancang tunggal berdasarkan data hasil kalendering menggunakan metode WIKA sebesar 191,625 ton sedangkan dengan metode Hiley diperoleh 170,334 ton. Kapasitas daya dukung kelompok tiang pancang dengan efisiensi tiang menggunakan metode *Los Angeles* sebesar 80% diperoleh 2.146,2 ton (metode WIKA), dan 1.907,7 ton (metode Hiley). Nilai kapasitas daya dukung pada metode WIKA lebih besar dari metode Hiley, tetapi jika dilakukan uji hipotesis maka kedua metode tersebut tidak berbeda.

Daftar Rujukan

- [1] Z. T. . Maksun, “Analisis Perhitungan Kapasitas Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang diameter 50 cm pada Proyek Bangunan Koleza 9 Residence PT. Wilmar Percut Sei Tuan-Medan,” Universitas Sumatera Utara, 2016.
- [2] R. P. Munirwan and F. Mufid, “Analisis Daya Dukung Axial Pondasi Tiang Pancang dengan menggunakan Metode Kalendering Hasil Uji Pile Driving Analyzer,” *Teras J.*, vol. 12, no. 1, pp. 93–102, 2022.
- [3] S. Syahrul, “Korelasi Kalendering dan Pile Driving Analyzer pada Daya Dukung Substruktur Tiang Pancang Jembatan Encahaq Kutai Barat,” *J. Sebatik*, vol. 26, no. 1, pp. 182–193, 2022, doi: 10.46984/sebatik.v26i1.1891.
- [4] M. A. Sagita and F. Fahriani, “Analisis Perbandingan Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Menggunakan Hasil Uji SPT dan Uji Beban Dinamis pada Proyek Penggantian Jembatan Baturusa,” in *Seminar Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat*, 2020, pp. 8–9.
- [5] Y. Farnetta, B.A.V., & Risdianto, “Analisis Daya Dukung Spun Pile pada Proyek Pembangunan Jalan Lingkar Luar Barat (JLLB) Surabaya,” *J. Rekayasa Tek. Sipil*, vol. 4, no. 2, pp. 1–14, 2022.
- [6] A. Riswiyanto, “Sudy Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang berdasarkan Data Sondir dan Data Kalendering pada Bangunan Gedung Asrama BLK Provinsi Kalimantan Timur,” *J. Keilmuan dan Apl. Tek. Sipil*, vol. 1, no. 1, pp. 1–11, 2019.
- [7] H. Lukman, “Rasio Daya Dukung Tiang Pancang Berdasarkan Hasil Kalendering,” *J. Tek. (Majalah Ilm. Fak. Tek. UNPAK)*, vol. 18, no. 1, pp. 51–57, 2017.
- [8] J. . Bowles, *Analisis dan Desain Pondasi*, Keempat. Jakarta: Erlangga, 1993.
- [9] P. L. J. dan Jembatan, *Pedoman Pemilihan Alat Pemancang Tiang Fondasi Jembatan*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2015.
- [10] B. Surendo, *Rekayasa Fondasi (Teori dan Penyelesaian Soal)*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2015.
- [11] F. Yusti, A., & Fahriani, “Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Diverifikasi dengan Hasil Uji Pile Driving Analyzer Test dan CAPWAP,” *J. Profil Forum Prof. Tek. Sipil*, vol. 2, no. 1, pp. 19–31, 2014.