

# ANALISIS KAPASITAS DAYA DUKUNG PONDASI TIANG PANCANG PADA PROYEK PEMBANGUNAN JEMBATAN RANCABEUREUM SUNGAI CIMANDE KABUPATEN BANDUNG DENGAN MENGGUNAKAN DYNAMIC FORMULA

Nuke Julfah<sup>1</sup>, Chandra Afriade Siregar<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sangga Buana

<sup>1</sup>korespondensi : Julfah05@gmail.com

## ABSTRAK

Fondasi tiang pancang berfungsi menerima dan menyalurkan beban dari struktur atas ke lapisan tanah pada kedalaman tertentu yang mempunyai daya dukung. Untuk menghitung kapasitas daya dukung khususnya dengan cara dinamis terdapat banyak rumus yang dapat digunakan dan menghasilkan nilai yang berbeda-beda. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan hasil perhitungan nilai kapasitas daya dukung dengan menggunakan beberapa formula/metode dinamis, seperti : metode Hiley, metode WIKA, metode Eytelwein, metode Danish, metode ENR, dan metode Navy-Mc Key. Data perhitungan berdasarkan data kalendering pada tiang beton pracetak diameter 40 cm yang diambil dari data sekunder. Kapasitas tiang dihitung dengan menggunakan rumus dinamis menghasilkan variasi nilai yang signifikan, terutama karena adanya variasi dalam faktor keamanan (SF). Nilai kapasitas daya dukung maksimum terdapat di metode Eytelwein dan minimum terdapat di metode Danish. Sedangkan untuk kapasitas ijin tiang maksimum terdapat di metode WIKA dan minimum terdapat di metode ENR. Berdasarkan perbandingan pada penelitian ini bahwa metode Hiley dan Wika lebih banyak melibatkan parameter dari pada metode lainnya, seperti area penampang (AS), panjang tiang (L), kompresi elastis, pantulan, dan tinggi jatuh tiang. Sehingga metode ini merupakan metode dengan rumus paling lengkap. Pada studi ini juga dapat disimpulkan bahwa jika nilai daya dukung yang dihasilkan semakin besar, maka semakin kecil nilai penetrasi.

*Kata Kunci: fondasi, daya dukung, formula dinamis, kalendering, penetrasi*

## ABSTRACT

The function of a pile foundation is to receive and distribute loads from the upper structure to the soil layer at a certain depth that has a carrying capacity. To calculate the carrying capacity, especially in a dynamic way, there are many formulas that can be used and produce different values. This research aims to compare the results of calculating carrying capacity values using several dynamic formulas/methods, such as: Hiley method, WIKA method, Eytelwein method, Danish method, ENR method, and Navy-Mc Key method. Calculation data is based on calendaring data on precast concrete pillars with a diameter of 40 cm taken from secondary data. Pile capacity calculated using a dynamic formula produces significant variations in values, mainly due to variations in the safety factor (SF). The maximum carrying capacity value is found in the Eytelwein method and the minimum is found in the Danish method. Meanwhile, the maximum permitted pole capacity is in the WIKA method and the minimum is in the ENR method. Based on the comparison in this research, the Hiley and Wika method involves more parameters than other methods, such as cross-sectional area (AS), pile length (L), elastic compression, rebound, and pile drop height. So this method is the method with the most complete formula. In this study it can also be concluded that if the resulting carrying capacity value is greater, the penetration value will be smaller.

*Keywords: foundation, bearing capacity, dynamic formula, calendaring, penetration*

## PENDAHULUAN

Di zaman yang modern ini, manusia menginginkan semua pekerjaan dikerjakan dengan dengan cepat dan mudah, misalnya pada sektor, teknologi, komunikasi, bisnis bahkan dalam hal pesanan atau membeli suatu produk. Begitupun dalam bidang konstruksi, tentunya

pekerja memiliki target sesuai jadwal yang telah direncanakan namun karena zaman modern ini manusia dapat melakukan penelitian-penelitian untuk menghasilkan penemuan baru yang dapat mempercepat pekerjaan dalam bidang kontruksi tersebut. Salah satu contoh pencapaian signifikan di

Analisis Kapasitas Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang pada Proyek Pembangunan Jembatan Rancabeureum Sungai Cimande Kabupaten Bandung dengan Menggunakan Dynamic Formula

bidang konstruksi adalah pengembangan fondasi tiang pancang, yang memungkinkan pencapaian keseimbangan antara struktur bangunan di atasnya dan bagian bangunan di bawahnya dalam suatu proyek konstruksi.

Fondasi tiang pancang adalah bagian dari struktur yang berfungsi untuk mengambil dan mengalirkan beban dari struktur di atasnya ke lapisan tanah yang terletak pada kedalaman tertentu. Tiang pancang adalah elemen panjang dan ramping yang mengalirkan beban ke dalam tanah yang lebih dalam. Bahan utama yang digunakan dalam pembuatan tiang ini meliputi kayu, baja, dan beton. Tiang pancang ini dapat dipasang dengan cara dipukul, dibor, atau didongkrak ke dalam tanah dan kemudian dihubungkan dengan pile cap atau pier. Pilihan metode ini juga dipengaruhi oleh jenis tanah, material tiang, dan karakteristik penyebaran tiang pancang yang digunakan.

Penggunaan fondasi tiang pancang sebagai fondasi bangunan apabila tanah yang berada di bawah dasar bangunan tidak mempunyai daya dukung (*bearing capacity*) yang cukup untuk memikul berat bangunan yang bekerja padanya [1]. Atau apabila tanah yang mempunyai daya dukung yang cukup untuk memikul berat bangunan dan seluruh beban yang bekerja berapa pada lapisan yang sangat dalam dari permukaan tanah kedalaman  $> 8$  m. Salah satu jenis dari fondasi tiang pancang yaitu tiang pancang beton yang dimana akan berkaitan dengan Tugas Akhir yang penulis susun.

Adapun fungsi tiang pancang beton umumnya sebagai berikut :

1. Fungsi utama tiang pancang beton adalah mendukung beban dan mengalirkan beban tersebut ke dalam lapisan tanah.
2. Menahan beban konstruksi secara vertikal dan horizontal.
3. Dapat menyediakan struktur penopang untuk bangunan dan menjadi titik dukungan untuk konstruksi bangunan lainnya.
4. Seperti ketika digunakan sebagai penopang jembatan, tiang pancang ini dapat mengendalikan struktur bangunan jembatan dan mengalirkan beban tersebut ke dasar tanah di bawah permukaan air.

Fondasi tiang pancang biasanya menciptakan tekanan dalam tanah, sehingga menghasilkan tegangan kontak yang lebih besar antara permukaan tiang dan tanah dibandingkan dengan fondasi tiang bor. Oleh karena itu, diperlukan kemampuan daya dukung yang memadai agar fondasi tiang pancang dapat berfungsi secara efektif untuk menjaga stabilitas bangunan di atasnya. Penulis akan menentukan daya dukung tiang pancang dengan menggunakan metode formula dinamis. Beberapa rumus dinamis yang akan saya analisis mencakup Metode Modified , Metode Wijaya Karya (WIKI), Metode Eytelwein, Metode Danish, Metode Modified Engineering News Record (ENR), dan Metode Navy-MC Key. Formula dinamis ini berasal dari hubungan antara daya dukung tiang pancang dengan energi pemancangan tiang sebagai nilai acuan, dan menganggap bahwa perlawanan tanah saat pemancangan setara dengan kapasitas tiang untuk menahan beban dalam kondisi statis.

**TINJAUAN PUSTAKA**

**Kapasitas Daya Dukung Cara Dinamis**

Kapasitas daya dukung dinamis dihitung menggunakan data lapangan yang mencakup uji pembebanan skala seperti data calendering dan PDA (pile driving analyzer) yang diperoleh selama proses pemancangan [2]. Hasil perhitungan kapasitas dukung tiang yang berdasarkan pada prinsip-prinsip mekanika tanah kadang-kadang perlu diverifikasi melalui pengujian tiang tambahan untuk memastikan keakuratannya [3]–[5].

Kemampuan daya dukung tiang pancang dapat diestimasi berdasarkan data kalendering menggunakan beberapa persamaan pendekatan seperti yang berikut:

**Persamaan Dinamis**

Estimasi kapasitas daya dukung tiang pancang bisa dilakukan dengan memanfaatkan persamaan dinamis, terutama yang dikenal sebagai persamaan Hiley [6]. Meskipun ada rumus lain yang bisa digunakan dalam perhitungan kalendering, namun persamaan Hiley lebih umum digunakan . Berikut adalah persamaannya [7]:

$$Q_u = \frac{2 W H}{S + 0.5 K} x \frac{W + (N^2 P)}{W + P} \dots \dots \dots (1)$$

Dengan :

- Q<sub>u</sub> = Batas daya dukung (ton)
- W = Bobot pemukul (ton)
- P = Massa tiang pancang (ton)
- H = Tinggi jatuh pemukul (cm)
- S = Penetrasi tiang pancang saat pukulan terakhir atau "penetapan" (cm).
- K = Rata-rata *Rebound* untuk 10 pukulan terakhir (cm)

N = Koefisien restitusi

- 0.40 - 0.50 untuk palu besi cor, tiang beton tanpa helm
- 0.30 - 0.40 untuk palu kayu (landasan kayu)
- 0.25 - 0.30 untuk tiang kayu

Untuk memastikan tingkat keamanan yang memadai (R), hasil yang diperoleh dari persamaan (2.4) perlu dikalikan dengan faktor keamanan (SF) dan efisiensi palu (ef). Ini akan menghasilkan kapasitas daya dukung yang digunakan:

$$Q_{all} = \frac{1}{SF} x ef . Q_u \dots \dots \dots (2)$$

Dengan :

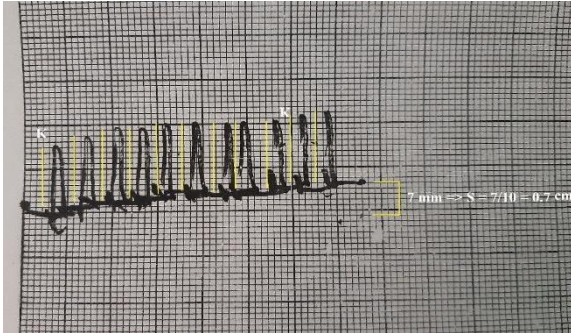
- ef = 0.8 - 0.9 untuk *diesel hammer*
- ef = 0.7 - 0.9 unuk *drop hammer*
- ef = 0.7 - 0.85 untuk *single/double acting hammer*

SF= besarnya tergantung dari perencana akan tetapi perusahaan pancang juga menggunakan faktor keamana (SF) tersendiri.

Faktor aman (SF) :

- SF= 3-4 untuk *permanen load*
- SF= 1 untuk *temporary load*

Untuk mengukur nilai penetrasi tiang pancang pada saat pukulan terakhir (S) dan rerata rebound dalam pukulan terakhir (K) dalam satuan milimeter menggunakan kalendering. Gambar 2.12 memberikan contoh hasil pencatatan pengukuran penetapan tiang pancang dalam satuan milimeter menggunakan kalendering.



Gambar 1: Hasil penetrasi tiang pancang

Dari ilustrasi di atas, pukulan yang ke-10 diambil sebagai referensi, sehingga diperoleh nilai S pada pukulan ke-10 sebesar 7 mm, yang dapat dijabarkan sebagai  $S = 7/10 = 0,7$  cm. Sementara itu, untuk rebound (K) terdapat 10 pengukuran, dan rata-rata K dari grafik tampaknya sekitar 0,13 cm.

**Metode Wijaya Karya (WIKA)**

$$Q_u = \frac{2 W_R \cdot H}{S + K} \times \frac{W_R \cdot e^2 \cdot W_P}{W_R + W_P} \dots \dots \dots (3)$$

Dengan :

- $Q_u$  = Kapasitas daya dukung (Ton)
- $Q_{all}$  = Kapasitas ijin tiang (Ton)
- $W_R$  = Berat *hammer* (Ton)
- $W_P$  = Massa pile (Ton)
- $e$  = Koefisien restitusi
- $S$  = Penetrasi pukulan per cm (cm)
- $H$  = *Ram stroke* atau tinggi jatuh *hammer* (cm)
- $K$  = *Rebound* (cm)
- SF = Faktor keamanan = 4

**Persamaan Eytelwein**

Dengan [8]:

- $Q_u$  = Kapasitas beban tiang (Ton)
- $Q_{all}$  = Kapasitas ijin tiang (Ton)
- $eh$  = Efisiensi alat pancang
- $Eh$  = Energi alat pancang =  $W_H \cdot H$  (ton.cm)
- $S$  = Penetrasi 10 pukulan terakhir (cm)

$W_p$  = Berat tiang pancang (Ton)

$W_r$  = Berat *hammer* (Ton)

SF = Faktor keamanan = 6

**2.1.4 Persamaan Danish**

$$Q_u = \frac{\eta \cdot E}{S + \sqrt{\frac{\eta \cdot E \cdot L}{2 \cdot A \cdot E_p}}} \dots \dots \dots (7)$$

Dengan [9]:

- $Q_u$  = Kapasitas ultimate tiang (Ton)
- $Q_{all}$  = Kapasitas ijin tiang (Ton)
- $S$  = Penetrasi pukulan (cm)
- $\eta$  = Efisiensi alat pancang
- $E$  = Energi alat pancang =  $W_H \cdot H$
- $W_H$  = Berat *Hammer* (Ton)
- $H$  = Tinggi jatuh (cm)
- $L$  = Panjang tiang pancang (cm)
- $A$  = Luas penampang tiang di ujung (cm<sup>2</sup>)
- $E_p$  = Modulus elastis tiang (Ton/cm<sup>2</sup>)
- SF = Faktor keamanan = 3

**Persamaan Modified New Engineering News Record (ENR)**

$$Q_u = \frac{ef \cdot W_R \cdot h}{S + 0.25} \times \frac{W_R \cdot n^2 \cdot W_P}{W_R + W_P} \dots \dots \dots (9)$$

Dengan [7]:

- $ef$  = Efisiensi *hammer* (%)
- $Q_{all}$  = Kapasitas ijin tiang (Ton)
- $W_R$  = Massa *hammer* (Ton)
- $W_P$  = Berat pile (Ton)
- $S$  = Penetrasi pukulan per cm (cm)
- $n$  = Koefisien restitusi
- $h$  = Tinggi jatuh *hammer* (cm)
- SF = Faktor keamanan = 6

**Persamaan Navy-MC Key**

Dengan [10]:

- $Q_u$  = Kapasitas daya dukung tiang (Ton)
- $Q_{all}$  = Kapasitas ijin tiang (Ton)

eh = Efisiensi alat pancang

Eh = Energi alat pancang =  $WH.H$  (ton.cm)

S = Penetrasi 10 pukulan terakhir (cm)

$W_p$  = Berat tiang pancang (Ton)

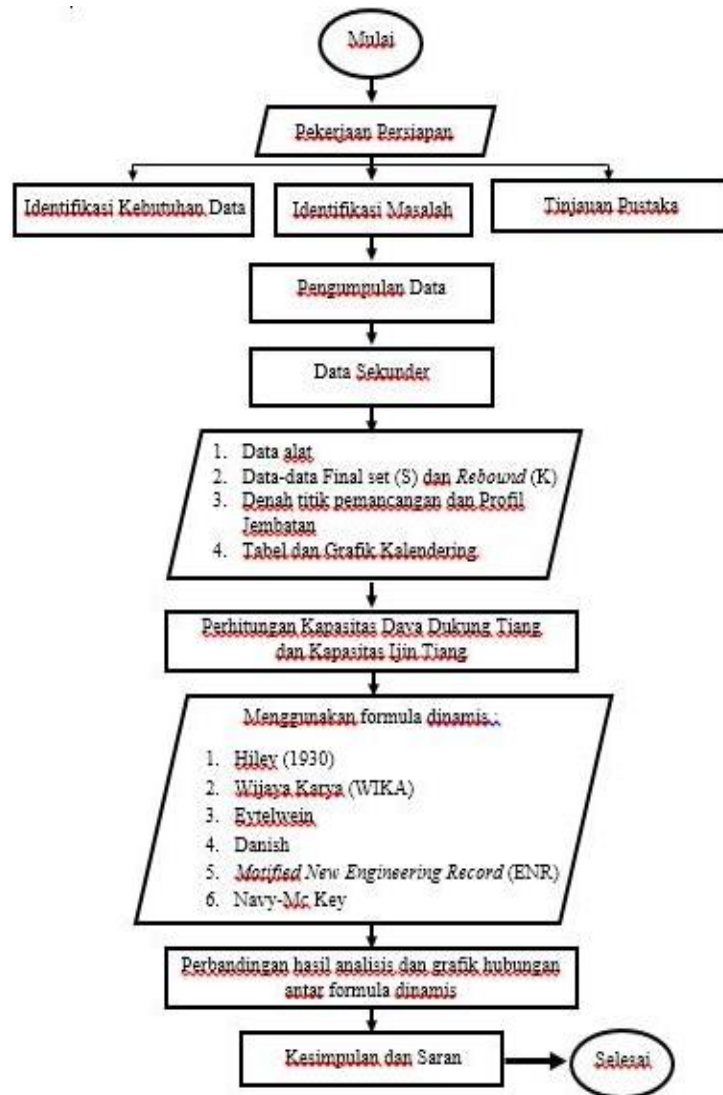
$W_r$  = Berat *hammer* (Ton)

SF = Faktor keamanan = 6

menyelesaikan permasalahan penelitian, yaitu menghitung kapasitas daya dukung dengan menggunakan rumus dinamis yang berdasarkan data kalendering. Dalam persiapan penelitian, akan ada pengumpulan dan pengolahan data serta penggunaan pendekatan berdasarkan rumus empiris yang sesuai dengan panduan referensi yang digunakan sebagai acuan dalam menjalankan metodologi penelitian.

**METODE**

Metodologi penelitian adalah langkah-langkah atau prosedur yang digunakan untuk



Gambar 2: Flowchart Penelitian

**Pengumpulan Data Sekunder**

Data yang diterapkan dalam studi ini mencakup:

1. Massa palu seberat 3.5 ton.

2. Ketinggian jatuh palu sepanjang 170 cm
3. Koefisien restitusi 0.5
4. Efisiensi palu 0.85
5. Energi alat pancang 595 ton.cm

6. Luas penampang tiang 1256 cm<sup>2</sup>
7. Modulus elastis tiang 365 ton/ cm<sup>2</sup>
8. Panjang dan berat tiang pancang :

No. Pile	Used Length (L)	Pile Weight (P)
11	4200	8.40
12	4200	8.40
9	4150	8.30
10	4150	8.30
7	4150	8.30
8	4100	8.20
1	4200	8.40
6	4100	8.20
4	4100	8.20
2	4100	8.20
5	4100	8.20
3	4100	8.20

**Cara Analisa**

Adapun cara analisa dalam penulisan tugas akhir ini adalah menghitung kapasitas daya dukung fondasi tiang pancang berdasarkan kalendering dengan menggunakan formula dinamis. Formula dinamis yang digunakan Metode *Modified Hiley* (1930), metode Wijaya Karya (WIKA), metode Eytelwein, metode Danish, metode *Modified Engineering News Record* (ENR) dan metode Navy-MC Key.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Nilai Kapasitas Daya Dukung Metode Hilley**

Hasil Kapasitas Daya Dukung Menurut Metode Hilley Qu yang diperoleh di bawah ini dihitung menggunakan persamaan (1), sedangkan Qall dihitung menggunakan persamaan (2) dengan faktor keamanan (SF) sebesar 4.

**Tabel 1: Nilai Daya Dukung Hilley**

No. Pile	Final Set (S)	Rebound (R)	Kap. Daya Dukung (Qu)	Kap. Ijin Tiang (Qall)
11	0.9	1.3	307.097	76.774
12	0.8	0.8	396.667	99.167
9	1	1	318.594	79.648
10	0.9	1	341.351	85.338
7	0.8	0.8	398.242	99.561
8	0.8	0.8	399.845	99.961
1	0.7	0.9	413.913	103.478
6	1	0.8	342.724	85.681
4	0.9	0.8	369.088	92.272
2	0.8	1	369.088	92.272
5	1	0.6	369.088	92.272
3	0.8	0.9	383.851	95.963

**Nilai Kapasitas Metode WIKA**

Hasil nilai Qu yang diperoleh di bawah ini dihitung dengan menggunakan persamaan (3), sementara nilai Qall dihitung dengan menggunakan persamaan (4) dengan faktor keamanan (SF) setara dengan 4.

**Tabel 2: Nilai Daya Dukung WIKA**

No. Pile	Final Set (S)	Rebound (R)	Kap. Daya Dukung (Qu)	Kap. Ijin Tiang (Qall)
11	0.9	1.3	334.091	83.523
12	0.8	0.8	459.375	114.844
9	1	1	366.202	91.551
10	0.9	1	385.476	96.369
7	0.8	0.8	457.753	114.438
8	0.8	0.8	456.103	114.026
1	0.7	0.9	459.375	114.844
6	1	0.8	405.425	101.356
4	0.9	0.8	429.274	107.318
2	0.8	1	405.425	101.356
5	1	0.6	456.103	114.026
3	0.8	0.9	429.274	107.318

**Nilai Kapasitas Daya Dukung Metode Eytelwein**

Hasil nilai Qu yang diperoleh di bawah ini dihitung dengan menggunakan persamaan (5), sementara nilai Qall dihitung dengan menggunakan persamaan (6) dengan faktor keamanan (SF) setara dengan 6.

menggunakan persamaan (10) dengan faktor keamanan (SF) setara dengan 6.

**Tabel 3: Nilai Daya Dukung Eytelwein**

No. Pile	Final Set (S)	Rebound (R)	Kap. Daya Dukung ( $Q_u$ )	Kap. Ijin Tiang ( $Q_{all}$ )
11	0.9	1.3	443.640	73.940
12	0.8	0.8	486.298	81.050
9	1	1	408.805	68.134
10	0.9	1	444.755	74.126
7	0.8	0.8	487.638	81.273
8	0.8	0.8	488.985	81.497
1	0.7	0.9	538.032	89.672
6	1	0.8	409.751	68.292
4	0.9	0.8	445.875	74.313
2	0.8	1	488.985	81.497
5	1	0.6	409.751	68.292
3	0.8	0.9	488.985	81.497

**Nilai Kapasitas Metode Danish**

Hasil nilai  $Q_u$  yang diperoleh di bawah ini dihitung dengan menggunakan persamaan (7), sedangkan nilai  $Q_{all}$  dihitung dengan menggunakan persamaan (8) dengan faktor keamanan (SF) setara dengan 3.

**Tabel 4: Nilai Daya Dukung Danish**

No. Pile	Final Set (S)	Rebound (R)	Kap. Daya Dukung ( $Q_u$ )	Kap. Ijin Tiang ( $Q_{all}$ )
11	0.9	1.3	208.832	69.611
12	0.8	0.8	217.826	72.609
9	1	1	201.276	67.092
10	0.9	1	209.618	69.873
7	0.8	0.8	218.682	72.894
8	0.8	0.8	219.550	73.183
1	0.7	0.9	227.630	75.877
6	1	0.8	202.011	67.337
4	0.9	0.8	210.416	70.139
2	0.8	1	219.550	73.183
5	1	0.6	202.011	67.337
3	0.8	0.9	219.550	73.183

**Nilai Kapasitas Metode ENR**

Hasil dari nilai  $Q_u$  yang diperoleh di bawah ini dihitung dengan menggunakan persamaan (9), sementara nilai  $Q_{all}$  dihitung dengan

**Tabel 5: Nilai Daya Dukung ENR**

No. Pile	Final Set (S)	Rebound (R)	Kap. Daya Dukung ( $Q_u$ )	Kap. Ijin Tiang ( $Q_{all}$ )
11	0.9	1.3	271.630	45.272
12	0.8	0.8	297.500	49.583
9	1	1	249.018	41.503
10	0.9	1	270.671	45.112
7	0.8	0.8	296.450	49.408
8	0.8	0.8	295.381	49.230
1	0.7	0.9	328.816	54.803
6	1	0.8	248.120	41.353
4	0.9	0.8	269.696	44.949
2	0.8	1	295.381	49.230
5	1	0.6	248.120	41.353
3	0.8	0.9	295.381	49.230

**Nilai Kapasitas Daya Dukung Metode Navy-Mc Key**

Nilai  $Q_u$  yang dihasilkan di bawah ini menggunakan persamaan (11) dan  $Q_{all}$  menggunakan persamaan (12) dengan SF = 6

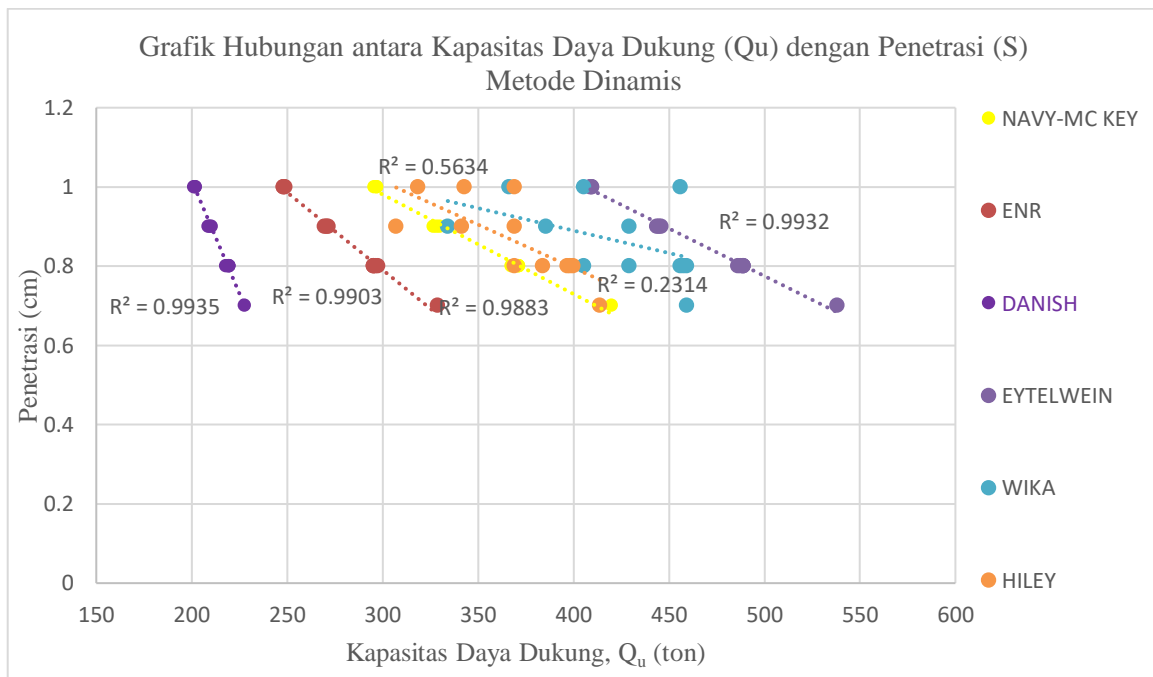
**Tabel 6: Nilai Kapasitas Navy**

No. Pile	Final Set (S)	Rebound (R)	Kap. Daya Dukung ( $Q_u$ )	Kap. Ijin Tiang ( $Q_{all}$ )
11	0.9	1.3	326.712	54.452
12	0.8	0.8	367.551	61.258
9	1	1	295.513	49.252
10	0.9	1	328.348	54.725
7	0.8	0.8	369.392	61.565
8	0.8	0.8	371.251	61.875
1	0.7	0.9	420.058	70.010
6	1	0.8	297.001	49.500
4	0.9	0.8	330.001	55.000
2	0.8	1	371.251	61.875
5	1	0.6	297.001	49.500
3	0.8	0.9	371.251	61.875

Rekapitulasi perhitungan kapasitas daya dukung dan kapasitas ijin tiang pancang metode dinamis.

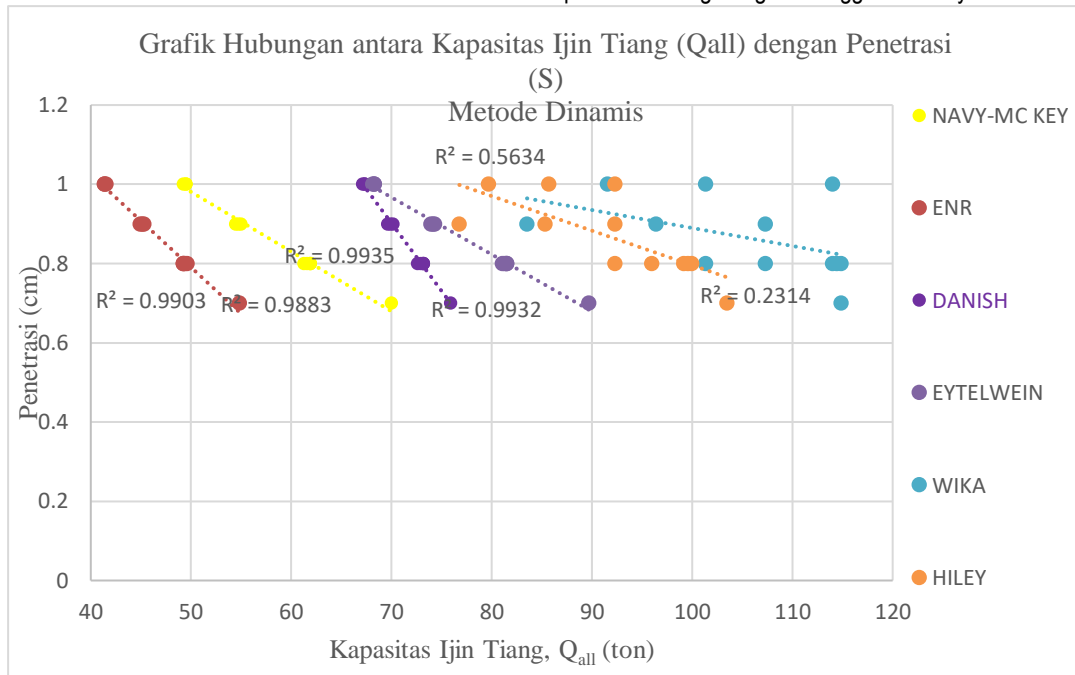
**Tabel 7. Rekapitulasi Nilai Daya Dukung dan Ijin Tiang Metode Dinamis**

Kapasitas Daya Dukung Tiang, $Q_u$ (ton)	Hiley	WIKA	Elteywein	Danish	Navy-Mc Key	ENR
Minimum	307.097	334.091	408.805	201.276	326.712	248.120
Maksimum	413.913	459.375	538.032	227.630	420.058	328.816
Kapasitas Ijin Tiang, $Q_{all}$ (ton)	Hiley SF=4	WIKA SF=4	Elteywein SF=6	Danish SF=3	Navy-Mc SF=6	ENR SF=6
Minimum	76.774	83.523	68.134	67.092	54.452	41.353
Maksimum	103.478	144.844	89.672	75.877	70.010	54.803



**Gambar 3. Grafik Hubungan antara Kapasitas Daya Dukung ( $Q_u$ ) dengan Penetrasi (S)**





Gambar 4. Grafik Hubungan antara Kapasitas Ijin Tiang ( $Q_{all}$ ) dengan Penetrasi (S)

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan dan rekomendasi sebagai hasil akhir dari studi ini.

Penggunaan berbagai metode formula dinamis menghasilkan variasi dalam daya dukung, dan metode ini dikembangkan oleh berbagai ahli dan peneliti yang berbed. Akibatnya, terdapat perbedaan yang signifikan dalam penggunaan komponen-komponen dalam masing-masing metode, baik dalam hal faktor keamanan (safety factor) maupun parameter lain yang diterapkan dalam setiap metode tersebut.

1. Berdasarkan perhitungan kapasitas daya dukung berdasarkan hasil kalendering dengan metode dinamis diantaranya metode Hiley, metode Wika, metode Eytelwein, metode Danish, metode *Modified New Engeneering Record* (ENR), dan metode Navy-MC Key diperoleh hasil kapasitas daya dukung yang saling mendekati.
2. Pada semua metode diperoleh nilai kapasitas daya dukung maksimum di penetrasi/final set (S)

terkecil. Maka semakin kecil nilai final set, semakin besar pula nilai kapasitas daya dukungnya. Kapasitas daya dukung maksimum terdapat di titik nomor 1 dengan final set 0.7 cm.

3. Pada metode Hiley dan metode Wika berdasarkan grafik kedua metode tersebut tidak didapatkan data secara polynomial dan tidak begitu akurat secara linear. Hal ini bisa terjadi jika dalam hasil penumbukkan tiang pancang untuk 10 kali pukulan terakhir kurang memenuhi ketentuan dan penumbukkan ulang tiang pancang tidak dilakukan dengan hati-hati karena dalam metode Hilley dan Wika lebih banyak melibatkan parameter daripada metode lainnya. Seperti area penampang ( $A_s$ ), panjang tiang (L), elastisitas

- Analisis Kapasitas Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang pada Proyek Pembangunan Jembatan Rancabeureum Sungai Cimande Kabupaten Bandung dengan Menggunakan Dynamic Formula kompresi, pantulan (rebound), dan tinggi jatuh tiang. [3] S. R. Suropto, "Perancangan Alat Bantu Las Listrik Dengan Teknik Pengelasan Dua Sisi Berdasarkan Prinsip Ergonomi (Studi Kasus Bengkel Las Mulyana Sukoharjo)," 2011.
4. Pada perbandingan antar metode, diperoleh bahwa rumus Eytelwein, rumus ENR dan rumus Navy-MC Key hanya mempetimbangkan final set selain itu, berat tiang diikutsertakan, tetapi tidak memasukkan pertimbangan terkait faktor-faktor elastisitas kompresi tiang seperti luas penampang (As) dan panjang (L). [4] R. Fachlepi, D. Tanjung, And J. Sarifah, "Analisa Faktor Keamanan Tiang Pancang Pada Jembatan Sei Bone Cs Kabupaten Kampar Provinsi Riau," *Bul. Utama Tek.*, Vol. 16, No. 2, Pp. 77–83, 2021.
5. Dari beberapa hasil perhitungan kapasitas tiang dengan menggunakan rumus-rumus dinamis, rumus Hiley, rumus Wika dan rumus *Danish* adalah yang paling komprehensif karena rumus ini mencakup luas penampang (As), panjang tiang (L), tinggi jatuh palu, dan rebound. [5] B. M. L. Tobing And M. Munirwansyah, "Perbandingan Kapasitas Penggunaan Formula Dinamis Pada Tiang Pancang Sebagai Kontrol Daya Dukung," *J. Civ. Eng. Student*, Vol. 1, No. 3, Pp. 43–49, 2019.
6. Berdasarkan hasil rekapitulasi perhitungan formula dinamis maka kapasitas ijin tiang minimum terdapat di metode *Modified Engeneering News Record* (ENR) dengan nilai sebesar 41.353 ton dan kapasitas ijin tiang maksimum terdapat di metode Wijaya Karya (WIKA) dengan nilai sebesar 144.844 ton. [6] Y. Pratama, "Perencanaan Dermaga Pelabuhan Marina Boom Kabupaten Banyuwangi," 2016.
7. Dalam perhitungan kapasitas daya dukung berdasarkan hasil kalendering, data tanah tidak dapat digunakan, sehingga tidak memungkinkan untuk menghitungnya menggunakan rumus dinamis. [7] M. Gunawan, I. S. Oktaviana, And B. Arifin, "Rasio Hubungan Nilai Daya Dukung Tiang Pancang Berdasarkan Pengujian Sondir, Kalendering Dan Tes Pda Pada Jembatan Pelawa Kabupaten Parigi Moutong," *J. Tek. Sipil Dan Infrastruktur*, Vol. 4, No. 1, 2014.
- [8] C. L. Khalisa, H. Yunita, And M. Sungkar, "Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Menggunakan Data Kalendering Dan Data Spt (Studi Kasus Proyek Jembatan Bintang Aceh Jaya)," *J. Civ. Eng. Student*, Vol. 4, No. 1, Pp. 15–21, 2022.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Susilo, "Analisis Pondasi Steel Pipe Pile Pada Bangunan Berthing Dolphin Di Pelabuhan Pt Karya Putra Borneo." Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, 2021.
- [2] S. Syahrul, "Korelasi Kalendering Dan Pile Driving Analyzer Pada Daya Dukung Substruktur Tiang Pancang Jembatan Encahaq Kutai Barat," *Sebatik*, Vol. 26, No. 1, Pp. 182–193, 2022.
- [9] D. Adiwijaya, A. Prihatiningsih, And J. A. Setyarini, "Kajian Teknis Tiang Pancang Konstruksi Pile Slab Pada Proyek Jalan Tol Jkc Sta 37+ 816.7–38+ 016.7," *Jmts J. Mitra Tek. Sipil*, Pp. 19–28, 2018.
- [10] R. N. Fadilla And A.

Analisis Kapasitas Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang pada Proyek Pembangunan Jembatan Rancabeureum Sungai Cimande Kabupaten Bandung dengan Menggunakan Dynamic Formula

Pradiptiya, “Analisis Daya Dukung Pondasi Spun Pile Dievaluasi Dengan Kalendering Dan Pda,” *J. Appl. Civ. Eng. Infrastruct. Technol.*, Vol. 3, No. 2, Pp. 18–25, 2022.