



## Rasio Perbandingan Daya Dukung Tiang Pancang Tunggal dari Penyelidikan Tanah Terhadap PDA

Kholidah Ulfi<sup>1</sup>, Dora Melati Nurita Sandi<sup>2</sup>, Eva Olivia Hutasoit<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Banyuwangi

<sup>1</sup>kholidahulfi07@gmail.com, <sup>2</sup>doranurita@poliwangi.ac.id, <sup>3</sup>eva.oliviahutasoit@poliwangi.ac.id

### Abstract

*The construction of the Politeknik Negeri Banyuwangi Integrated Lecture Building includes a high-rise building that has 7 floors. To determine the actual carrying capacity of the pinned, a Pile Dynamic Analysis Test (PDA Test) was carried out. The bearing capacity of this development foundation is only obtained from PDA testing, so it is necessary to calculate the carrying capacity of other foundations as comparative data. The carrying capacity of the foundation can be known from soil investigations such as the Sondir or Cone Penetrometer Test (CPT) and data from laboratory tests. This study aims to calculate the bearing capacity value of a single pile foundation and calculate the ratio of sondir data and laboratory test data to PDA. The calculation of sonder data (CPT) was carried out using the methods of Aoki and De Alencar (1975), Meyerhoff, Schmertman-Nottingham (1975), Van Der Ween, and Philipponant. Meanwhile, the laboratory test data uses the Terzaghi method, the  $\alpha$  method, and the  $\beta$  method. The results of the sondir data calculation obtained the highest  $Q_u$  value from the Schmertman Nottingham method, which was 1053.329 tons, and the results from laboratory tests from the Terzaghi method of 365.315 tons. The ratio of the value of  $Q_u$  sondir data compared to  $Q_u$  PDA that was close to the value of 1 was the Philipponant method of 0.967, while the  $Q_u$  laboratory test data compared to  $Q_u$  PDA was the Alpha method of 1.435. The value of  $Q_u$  sonder compared to  $Q_u$  of the laboratory test data that close to the value of 1 was the Schmertman Nottingham method that was compared to the Terzaghi method which was 1.009.*

*Keywords: Carrying Capacity, PDA, Empirical Approach, Static Approach, Single Pile*

### Abstrak

Pembangunan Gedung Kuliah Terpadu Politeknik Negeri Banyuwangi termasuk suatu bangunan bertingkat tinggi yang memiliki 7 lantai. Untuk mengetahui daya dukung aktual terpancang dilakukan uji *Pile Dynamic Analysis Test* (Tes PDA). Kekuatan daya dukung pondasi pembangunan ini, hanya didapatkan dari pengujian PDA, sehingga diperlukan perhitungan daya dukung pondasi lainnya sebagai data pembandingan. Daya dukung pondasi, dapat diketahui dari penyelidikan tanah seperti Sondir atau *Cone Penetrometer Test* (CPT) dan data dari uji laboratorium. Penelitian ini bertujuan menghitung nilai daya dukung pondasi tiang pancang tunggal dan menghitung rasio dari data sondir dan data uji laboratotium terhadap PDA. Perhitungan data sondir (CPT) dilakukan dengan metode Aoki dan De Alencar (1975), Meyerhoff, Schmertman-Nottingham (1975), Van Der Ween, dan Philipponant. Sedangkan data uji laboratorium menggunakan metode Terzaghi, metode  $\alpha$ , dan metode  $\beta$ . Hasil perhitungan data sondir didapatkan nilai  $Q_u$  tertinggi dari metode Schmertman Nottingham yaitu sebesar 1053,329 ton, serta hasil dari uji laboratorium dari metode Terzaghi sebesar 365,315 ton. Rasio nilai  $Q_u$  data sondir dibandingkan dengan  $Q_u$  PDA yang mendekati nilai 1 ialah metode Philipponant sebesar 0,967, sedangkan  $Q_u$  data uji laboratorium dibandingkan  $Q_u$  PDA ialah metode Alpha sebesar 1,435. Untuk nilai  $Q_u$  sondir dibandingkan  $Q_u$  data uji laboratorium yang mendekati nilai 1 ialah metode Schmertman Nottingham yang dibandingkan dengan metode Terzaghi yaitu sebesar 1,009.

Kata kunci: Daya Dukung, PDA, Pendekatan Empiris, Pendekatan Statis, Tiang Pancang Tunggal

Diterima Redaksi : 2024-07-02 | Selesai Revisi : 2024-07-26 | Diterbitkan Online : 2025-03-03

### 1. Pendahuluan

Pondasi merupakan struktur bawah bangunan yang mempunyai fungsi sebagai penyalur beban di atasnya ke lapisan tanah pendukung [1]. Pemilihan jenis pondasi dan kekuatan struktur bangunan, dapat dilakukan dengan

melihat kondisi daya dukung dari tanah tempat yang akan dilakukan suatu pembangunan. Kondisi daya dukung tanah dapat diketahui dengan melakukan penyelidikan tanah. Penyelidikan tanah harus mencapai kedalaman dimana tanah memberikan daya dukungnya atau mengkontribusi penurunan akibat pembebanan



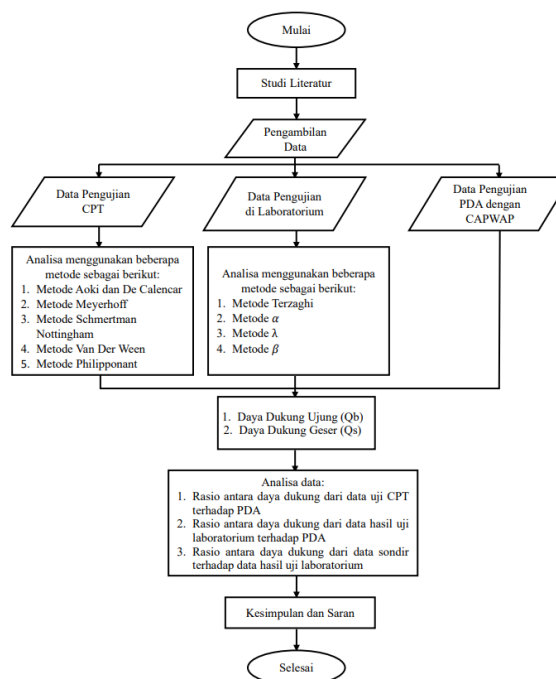
struktur yang akan dibangun di atasnya [2]. Penelitian dari Supriyanto menghitung nilai daya dukung dari data sondir, Nspt, dan uji laboratorium yang menghasilkan perhitungan daya dukung untuk pondasi dalam metoda Terzaghi & Meyerhof, menggunakan Data NSPT dan Sondir, menunjukkan hasil yang hampir sama [3]. Selain itu, ada penelitian dari Gazali et al menghitung daya dukung ultimate pondasi tiang pancang tunggal dari data CPT yang menghasilkan perbandingan nilai daya dukung ultimit teoritis pondasi tiang pancang tunggal menggunakan Metode Mayerhof dengan Metode Price & Wardle adalah nilai daya dukung pondasi tiang pancang tunggal menggunakan metode Price & Wardle lebih besar daripada metode Meyerhof baik pada sondir 1 (S-1), sondir 2 (S-2) dan sondir 3 (S-3), Sehingga hasil yang mendekati dengan kenyataan adalah metode Meyerhof [4]. Pada penelitian Azzahra yang membandingkan metode Meyerhoff dan metode Aoki De Calencar untuk menghitung nilai daya dukung pada proyek Bendung D.I Serbang dihasilkan perhitungan daya dukung dari metode mayerhoff lebih besar daripada metode Aoki dan De Alencer, maka metode mayerhoff lebih efisien daripada metode Aoki de Alencer [5]. Pada penelitian ini studi analisa daya dukung tanah untuk pondasi tiang pancang dilaksanakan pada proyek Pembangunan Kuliah Terpadu Politeknik Negeri Banyuwangi. Gedung tersebut termasuk kedalam kategori konstruksi gedung bertingkat (*High Rise Building*) dimana gedung ini memiliki 7 lantai. Pada pembangunan tersebut melakukan penyelidikan tanah di lapangan yaitu *Cone Penetrometer Test* (CPT) atau sondir dengan dua titik dengan kedalaman 0 m – 4 m. Selain itu, juga dilakukan penyelidikan tanah di laboratorium. Hasil penyelidikan tanah didapatkan bahwa kondisi lapisan tanah pada proyek ini adalah lanau kepasiran dengan lempung. Karakteristik tanah yang mendominasi ialah tanah pasir. Pada Pembangunan Gedung Kuliah Terpadu, kekuatan daya dukung pondasi hanya didapatkan dari pengujian tes PDA yang dilakukan analisa gelombang menggunakan *Case Pile Wave Analysis Program* (CAPWAP), sehingga diperlukan perhitungan daya dukung lain untuk mengetahui daya dukung suatu pondasi tersebut. Penelitian ini akan menggunakan data dari CPT, uji laboratorium dan PDA. Hasil perhitungan lainnya ini, yang akan dijadikan pembanding terhadap daya dukung suatu pondasi dari data PDA, sehingga akan diperoleh hasil yang lebih akurat. Pada penelitian perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang ini, menggunakan beberapa metode dari para ahli. Perhitungan dengan beberapa metode tersebut dilakukan guna mendapatkan hasil perhitungan yang nilainya mendekati PDA.

## 2. Metode Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan pada Pembangunan Gedung Kuliah Terpadu Politeknik Negeri Banyuwangi yang beralamatkan di Jalan Raya Jember kilometer 13, Desa Labanasem, Kecamatan Kabat, Kabupaten Banyuwangi, Provinsi Jawa Timur, 68461. Gedung Kuliah Terpadu

DOI : <https://doi.org/10.52158/jaceit.v6i1.902>

Politeknik Negeri Banyuwangi memiliki tinggi bangunan 45,21 m dengan total lantai berjumlah 7 lantai. Penelitian perhitungan daya dukung tiang pancang tunggal berdasarkan data CPT (sondir) dan data uji laboratorium pada Pembangunan Gedung Kuliah Terpadu Politeknik Negeri Banyuwangi dilakukan dengan beberapa tahapan yang disajikan dalam bentuk *Flowchart*. *Flowchart* ini dapat mempermudah pemahaman dan pelaksanaan penelitian agar efisien. Adapun *Flowchart* penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 1**.



**Gambar 1.** *Flowchart Penelitian*

### 2.1. Studi Literatur

Studi literatur yang dapat dilakukan sebagai pekerjaan awal ialah pendalaman materi tentang perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang dari data CPT, data pengujian di laboratorium dan tes PDA berdasarkan metode dinamis yang menggunakan rumus perhitungan menurut beberapa ahli. Dari hasil studi literatur ini, peneliti dapat memperoleh gagasan, teori, atau metode yang akan digunakan dalam penelitian.

### 2.2. Pengumpulan Data

Data yang akan dipakai ialah data sekunder. Data yang diperoleh meliputi hasil pengujian tanah CPT, data pengujian di laboratorium, data PDA, dan *As build drawing*.

### 2.3. Data-Data

Data yang diperoleh ialah data sondir, data uji laboratorium, dan data pengujian PDA dengan CAPWAP. Pengujian PDA yang dipakai dalam penelitian ini ialah tiang pancang no. A.13.3. Dalam penelitian ini data sondir yang digunakan ialah data Sondir 1 (S1) sedalam 4,2 m. Nilai dari data sondir yang digunakan dalam perhitungan nantinya ialah nilai

perlawanan konus ( $q_c$ ). Setelah data sondir didapatkan maka dapat dilakukan analisa menggunakan beberapa metode. Data pengujian di laboratorium yang digunakan dalam penelitian ini adalah data dari pengujian *direct shear* dan data pengujian *dry density*. Untuk data yang digunakan dari pengujian *direct shear* ialah nilai kohesi dan sudut geser dalam. Sedangkan nilai yang digunakan dari data pengujian *dry density* ialah nilai berat isi kering tanahnya.

#### 2.4. Perhitungan Daya Dukung Ujung dan Daya Dukung Geser

Metode yang akan digunakan untuk menghitung daya dukung tiang pancang dari data sondir ialah metode Aoki dan De Alencar (1975), metode Meyerhoff, metode Schmertman-Nottingham (1975), metode Van Der Ween, dan metode Philipponant. Sedangkan metode yang digunakan untuk menghitung daya dukung tiang pancang dari data laboratorium adalah metode Terzaghi, metode  $\alpha$ , dan metode  $\beta$ . Berdasarkan beberapa metode tersebut akan dicari rasio terdekat pengujian langsung dengan data perencanaan. Perhitungan diawali menghitung nilai daya dukung ujung dan nilai daya dukung gesek untuk mendapatkan hasil nilai daya dukung ultimatanya. Setelah didapatkan nilai daya dukung pondasi tiang pancang tunggal berdasarkan data sondir dan data hasil uji di laboratorium menggunakan metode dari beberapa ahli. Perhitungan nilai daya dukung ijin diperoleh dengan cara membagi nilai daya dukung ultimatanya dengan faktor aman yaitu 2,5 [6]. Berikut adalah rumus yang digunakan dalam perhitungan menggunakan data dari sondir.

##### 1. Metode Aoki De Calencar

Aoki De Alencar mengusulkan untuk memperkirakan kapasitas kuat dukung ultimit pondasi tiang pancang. Kapasitas daya dukung persatuan luas ( $q_b$ ) dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut [7]:

$$Q_b = q_b \times A_p \quad (1)$$

Kapasitas dukung selimut dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$Q_s = F \times A_s \quad (2)$$

$$Q_u = Q_b + Q_s \quad (3)$$

Dengan :

$Q_b$  = Daya dukung ujung

$Q_s$  = Daya dukung selimut

$Q_u$  = Daya dukung ultimate

##### 2. Metode Meyerhoff

Tahanan ujung dapat dihitung menggunakan persamaan berikut ini [6].

$$Q_b = f_b \times A_p \quad (4)$$

Persamaan untuk menghitung daya dukung selimut pondasi ialah sebagai berikut.

$$Q_s = A_s \times f_s \quad (5)$$

$$Q_u = Q_b + Q_s - W_p \quad (6)$$

Dengan :

$Q_b$  = Daya dukung ujung

$Q_s$  = Daya dukung selimut

$Q_u$  = Daya dukung ultimate

$W_p$  = Berat tiang

##### 3. Metode Schmertman Nottingham

Kapasitas dukung ultimit neto ( $Q_u$ ), dihitung dengan persamaan berikut [6].

$$Q_u = A_p \cdot f_b + A_s \cdot f_s - W_p \quad (7)$$

Dengan :

$Q_u$  = Daya dukung ultimate

$W_p$  = Berat tiang

##### 4. Metode Van Der Ween

Daya dukung ujung tiang dapat dihitung dengan persamaan berikut [1]:

$$Q_b = \frac{q_{ca}}{3\alpha} \times A_p \quad (8)$$

Daya dukung selimut didapatkan dari perhitungan menggunakan persamaan berikut.

$$Q_s = \frac{1}{2} P \times q_s \quad (9)$$

Dengan :

$q_{ca}$  = Harga rata-rata conus disepanjang 3,5D di atas dasar pondasi sampai 1D dibawah dasar pondasi

$Q_b$  = Daya dukung ujung

$Q_s$  = Daya dukung selimut

P = Keliling tiang

##### 5. Metode Philipponant

Daya dukung ujung tiang dapat dihitung dengan persamaan berikut [1]:

$$Q_b = \frac{q_p \times A_p}{2} \quad (10)$$

Daya dukung selimut didapatkan dari perhitungan menggunakan persamaan berikut.

$$Q_s = \frac{P}{2} \times JHP \quad (11)$$

Dengan :

$Q_b$  = Daya dukung ujung

$Q_s$  = Daya dukung selimut

Untuk rumus yang digunakan perhitungan menggunakan data uji laboratorium dapat dilihat berikut ini,

##### 1. Metode Terzaghi

Tahanan ujung dapat dihitung menggunakan persamaan berikut ini [8].

$$Q_b = A_p (q \cdot N_q \cdot \alpha_q + \gamma \cdot b \cdot N_\gamma \cdot \alpha_\gamma) \quad (12)$$

Daya dukung selimut didapatkan dari perhitungan menggunakan persamaan berikut.

$$Q_s = 0,5 \cdot f \cdot L \cdot C_p \quad (13)$$

Dengan :

$A_p$  = Luas penampang tiang pancang

$Q$  = Tegangan vertikal efektif pada ujung tiang ( $\gamma \cdot z$ )

$\gamma$  = Berat volume tanah di ujung tiang ( $\text{ton/m}^3$ )

$\alpha_q$  dan  $\alpha_\gamma$  = Faktor penampang

$\alpha_q$  = 1 untuk penampang persegi dan bulat

$\alpha_\gamma$  = 0,4 untuk penampang persegi

$\alpha_\gamma$  = 0,3 untuk penampang bulat

b = Dimensi tiang

- $Q_b$  = Daya dukung ujung
- $Q_s$  = Daya dukung selimut
- $C_p$  = Keliling tiang
- $L$  = Kedalaman tiang

### 2. Metode Alpha

Tahanan ujung dapat dihitung menggunakan persamaan berikut ini [6].

$$Q_b = A_p \cdot q_b \tag{14}$$

Daya dukung selimut didapatkan dari perhitungan menggunakan persamaan berikut.

$$Q_s = A_s \cdot \alpha \cdot c_u \tag{15}$$

Dengan :

- $Q_b$  = Daya dukung ujung
- $A_p$  = Luas penampang ujung tiang
- $q_b$  = Tahanan ujung tiang
- $Q_s$  = Daya dukung selimut
- $A_s$  = Luas selimut tiang
- $\alpha$  = Faktor adhesi
- $c_u$  = Kohesi tak terdrainase

### 3. Metode Beta

Tahanan ujung dapat dihitung menggunakan persamaan berikut ini [6].

$$Q_b = q \cdot N_t \tag{16}$$

Daya dukung selimut didapatkan dari perhitungan menggunakan persamaan berikut.

$$Q_s = A_s \cdot f_s \tag{17}$$

Dengan :

- $Q_b$  = Daya dukung ujung
- $q$  = Tegangan vertikal efektif pada ujung tiang
- $N_t$  = Koefisien daya dukung ujung
- $Q_s$  = Daya dukung selimut
- $A_s$  = Luas selimut tiang

### 2.5. Analisa Data (Penentuan Rasio Hubungan)

Perhitungan rasio ini didapatkan dari hasil perhitungan kapasitas daya dukung pondasi tiang pancang tunggal dari berbagai formula dinamik menurut para ahli yang menggunakan data CPT dan data pengujian di laboratorium kemudian dibagi dengan hasil tes PDA untuk menentukan nilai rasio keduanya. Rasio yang akan dihitung ialah rasio antara daya dukung dari data uji CPT terhadap PDA, rasio antara daya dukung dari data uji laboratorium terhadap PDA, dan rasio antara daya dukung dari data sondir terhadap data hasil uji laboratorium. Setelah dilakukan perhitungan dari berbagai data di atas, nilai 1 digunakan sebagai acuan karena jika hasil perbandingann mendapatkan nilai 1 maka bilangan tersebut dapat dinyatakan sebanding, oleh karena itu semakin memiliki rasio yang mendekati nilai 1 maka dapat 37 dinyatakan hasilnya hampir sebanding dan memiliki hasil perhitungan yang lebih akurat sesuai dengan tes PDA di lapangan.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Spesifikasi Tiang Pancang

Pekerjaan pemancangan pada pembangunan Gedung Kuliah Terpadu Politeknik Negeri Banyuwangi menggunakan tiang pancang beton pracetak persegi dengan kriteria sebagai berikut.

- Tipe : Precast concrete K-600
- Dimensi tiang pancang = 40 x 40 cm
- Luas penampang tiang ( $A_p$ ) = 1600 cm<sup>2</sup> = 0,16 m<sup>2</sup>
- Luas selimut ( $A_s$ ) = 67200 cm<sup>2</sup> = 6,72 m<sup>2</sup>
- Keliling tiang ( $P$ ) = 160 cm = 1,6 m
- Modulus Elastisitas tiang ( $E_p$ ) = 32.866,41143 MPa = 3.456.040.023,99 kg/m<sup>2</sup>
- Berat tiang pancang = 384 kg/m
- Berat volume beton ( $\gamma_b$ ) = 25 kN/m<sup>3</sup> = 2,55 t/m<sup>3</sup>

### 3.2. Spesifikasi Alat Pancang

Pekerjaan pemancangan yang dilakukan pada pembangunan Gedung Kuliah Terpadu Politeknik Negeri Banyuwangi menggunakan kriteria alat pancang sebagai berikut.

- Tipe tes = Restrike
- Tipe pemukul = Drop Hammer 2,5 ton
- Tinggi jatuh = 1,2 m

### 3.3. Daya Dukung dari Data Sondir

#### a. Data Sondir

Pengambilan data sondir dilakukan pada saat penyelidikan tanah mencapai tanah keras. Data sondir yang didapatkan yang telah dilakukan ada 2 titik yaitu data sondir (S1) dan data sondir (S2). Data sondir (S1) memiliki kedalaman 4,2 m. Untuk data sondir (S2) memiliki kedalaman 3,2 m. Pada penelitian yang digunakan dalam perhitungan berikut ialah data dari sondir (S1). Hasil sondir dapat dilihat pada **Tabel 1** berikut.

Tabel 1. Data Pengujian Sondir [9].

Kedalaman (meter)	qc (kg/cm <sup>2</sup> )	fs (LF) (kg/cm <sup>2</sup> )	TFD (kg/cm <sup>2</sup> )
0,00	0	0,000	0,00
0,20	8	0,134	2,67
0,40	10	0,401	10,70
0,60	11	0,267	16,04
0,80	10	0,267	21,39
1,00	12	0,201	25,40
1,20	10	0,267	30,75
1,40	8	0,267	36,10
1,60	10	0,267	41,45
1,80	12	0,267	46,80
2,00	12	0,267	52,15
2,20	14	0,267	57,49
2,40	20	0,669	70,87
2,60	25	0,669	84,24
2,80	40	0,669	97,61
3,00	80	0,669	110,98
3,20	90	0,669	124,35
3,40	70	0,669	137,72
3,60	60	0,669	151,09
3,80	100	0,669	164,46
4,00	150	0,669	177,83
4,20	250	0,000	177,83

**b. Daya Dukung dari Data Sondir**

Data Daya Dukung pondasi pada Pembangunan Gedung Kuliah Terpadu Politeknik Negeri Banyuwangi berdasarkan data sondir data dilihat pada **Tabel 2** berikut.

Tabel 2. Daya Dukung Pondasi Berdasarkan Data Sondir

No	Metode	$Q_u$ (ton)	$Q_a$ (ton)	SF
1	Aoki De Calencar	259,509	103,804	2,5
2	Meyerhoff	516,106	206,442	2,5
3	Schmertman Nottingham	1053,329	421,331	2,5
4	Van Der Ween	98,677	39,471	2,5
5	Philipponant	167,605	67,042	2,5

**3.4 Daya Dukung dari Data Uji Laboratorium**

**b. Data Uji Laboratorium**

Pada Proyek Pembangunan Gedung Kuliah Terpadu Politeknik Negeri Banyuwangi dilakukan suatu penyelidikan tanah di laboratorium. Data yang dipakai ialah data pengujian *Dry density* dan *Direct shear*. Hasil pengujian dapat dilihat pada **Tabel 3** berikut.

Tabel 3. Data Pengujian *Dry Density* dan *Direct Shear* [9].

No	Kedalaman (m)	<i>Direct Shear</i>		
		<i>Dry Density</i> $\gamma_d$ (g/cm <sup>3</sup> )	<i>c</i> (kg/cm <sup>2</sup> )	$\phi$ (°)
1	1,5 – 2	1,057	0,32	14
2	3,5 – 4	1,831	0,26	19
3	5,5 – 6	2,060	0,22	21
4	7,5 – 8	1,721	0,27	16
5	9,5 – 10	1,385	0,18	26
6	11,5 – 12	1,185	0,20	24
7	13,5 – 14	1,218	0,24	22
8	15,5 – 16	1,794	0,28	18
9	17,5 – 18	1,536	0,30	15
10	19,5 – 20	1,361	0,22	23

**c. Daya Dukung dari Data Uji Laboratorium**

Data Daya Dukung pondasi pada Pembangunan Gedung Kuliah Terpadu Politeknik Negeri Banyuwangi berdasarkan data sondir data dilihat pada **Tabel 4** berikut.

Tabel 4. Daya Dukung Pondasi Berdasarkan Data Uji Laboratorium

No	Metode	$Q_u$ (ton)	$Q_a$ (ton)	SF
1	Terzaghi	791,848	316,739	2,5
2	Alpha	216,192	86,477	2,5
3	Beta	0,186	0,074	2,5

**3.5 Data PDA**

Pada Proyek Pembangunan Gedung Kuliah Terpadu Politeknik Negeri Banyuwangi diperoleh data pengujian dinamis terhadap 3 (tiga) buah tiang pancang beton segi empat dengan ukuran 40x40 cm<sup>2</sup>. Tiang pancang yang dilakukan pengujian ialah tiang dengan nomor A.13.3,

A.14.2, dan B.15.4. Pengujian dilakukan pada tanggal 29 Maret 2023 berdasarkan ASTM D4945. Analisa dinamis terhadap rekaman data lapangan juga dilakukan dengan program CAPWAP (*Case Pile Wave Analysis Program*) untuk mendapatkan informasi mengenai distribusi perlawanan tanah sepanjang tiang pondasi dan kurva simulasi pembebanan. Pada penelitian ini yang digunakan sebagai acuan ialah pengujian pada nomor tiang A.13.3 dengan hasil yang dapat dilihat pada **Tabel 5** berikut.

Tabel 5. Hasil PDA dan CAPWAP [10]

No. Tiang	Daya Dukung Teraktifkan Tiang (Ton)			
	PDA	Total	Tahanan Kulit	Tahanan Ujung
A.13.3	RA2 = 176	173,31	48,47	124,84
A.14.2	RMX = 185	172,83	45,57	127,26
A.15.4	RA2 = 197	195,34	46,52	148,82

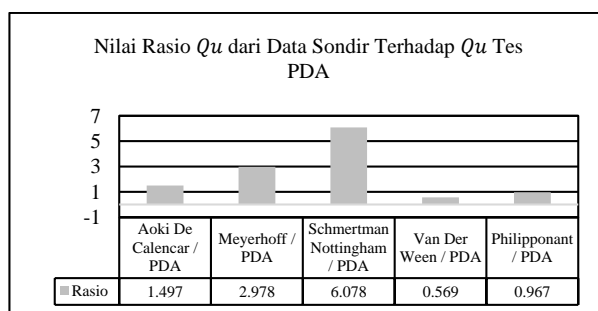
**3.6 Rasio Daya Dukung**

a. Rasio Daya Dukung dari Data Sondir Terhadap PDA Rasio didapatkan dari perbandingan anatara nilai  $Q_u$  yang diperoleh dari perhitungan menggunakan data sondir dengan  $Q_u$  yang diperoleh dari data PDA. Data rasio nilai daya dukung ultimate ( $Q_u$ ) sondir terhadap ( $Q_u$ ) PDA bisa dilihat pada **Tabel 6**. Berikut

Tabel 6. Rasio ( $Q_u$ ) Data Sondir Terhadap ( $Q_u$ ) PDA

No	Metode	$Q_u$ (A) (ton)	$Q_u$ PDA (B) (ton)	Rasio (A/B)
1	Aoki De Calencar	259,509	173,310	1,497
2	Meyerhoff	516,106	173,310	2,978
3	Schmertman Nottingham	1053,329	173,310	6,078
4	Van Der Ween	98,677	173,310	0,569
5	Philipponant	167,605	173,310	0,967

Data rasio nilai daya dukung ultimate ( $Q_u$ ) sondir terhadap ( $Q_u$ ) PDA bisa dilihat pada **Gambar 2**. Berikut.



Gambar 2. Rasio ( $Q_u$ ) Data Sondir Terhadap ( $Q_u$ ) PDA

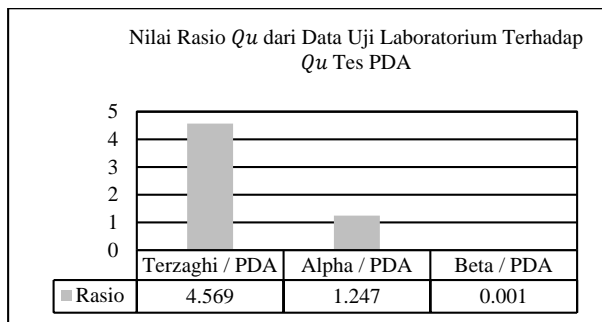
**b. Rasio Daya Dukung dari Data Uji Laboratorium Terhadap PDA**

Data rasio nilai daya dukung ultimate ( $Q_u$ ) Uji Laboratorium terhadap ( $Q_u$ ) PDA bisa dilihat pada **Tabel 7** berikut.

Tabel 7. Rasio ( $Q_u$ ) Data Uji Laboratorium Terhadap ( $Q_u$ ) PDA

No	Metode	$Q_u$ (A) (ton)	$Q_u$ PDA (B) (ton)	Rasio (A/B)
1	Terzaghi	791,848	173,310	4,569
2	Alpha	216,192	173,310	1,247
3	Beta	0,186	173,310	0,001

Data rasio nilai daya dukung ultimate ( $Q_u$ ) Uji Laboratorium terhadap ( $Q_u$ ) PDA bisa dilihat pada **Gambar 3.** berikut.



Gambar 3. Rasio ( $Q_u$ ) Data Uji Laboratorium Terhadap ( $Q_u$ ) PDA

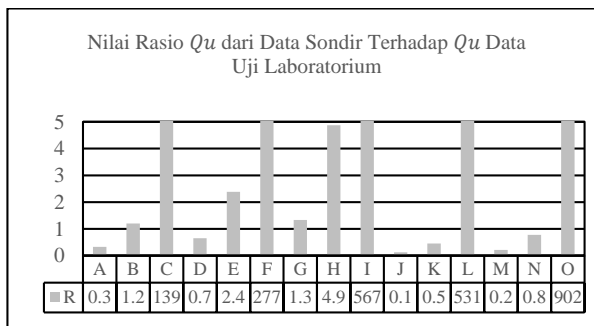
c. Rasio Daya Dukung dari Data Sondir Terhadap Data Uji Laboratorium

Data rasio nilai daya dukung ultimate ( $Q_u$ ) Uji Laboratorium terhadap ( $Q_u$ ) PDA bisa dilihat pada **Tabel 8.** berikut.

Tabel 8 Rasio ( $Q_u$ ) Data Sondir Terhadap ( $Q_u$ ) Data Uji Laboratorium

No	Data Sondir (A)		Data Uji Laboratorium (B)		Rasio (A/B)
	Metode	$Q_u$ (ton)	Metode	$Q_u$ (ton)	
1.	Aoki De Calencar	259,509	Terzaghi	791,848	0,328
			Alpha	216,192	1,200
			Beta	0,186	1396,992
2.	Meyerhoff	516,106	Terzaghi	791,848	0,652
			Alpha	216,192	2,387
			Beta	0,186	2778,306
3.	Schmertman Nottingham	1053,329	Terzaghi	791,848	1,330
			Alpha	216,192	4,872
			Beta	0,186	5670,290
4.	Van Der Ween	98,677	Terzaghi	791,848	0,125
			Alpha	216,192	0,456
			Beta	0,186	531,201
5.	Phillipponant	167,605	Terzaghi	791,848	0,212
			Alpha	216,192	0,775
			Beta	0,186	902,253

Data rasio nilai daya dukung ultimate ( $Q_u$ ) Uji Laboratorium terhadap ( $Q_u$ ) PDA bisa dilihat pada **Gambar 4** berikut.



Gambar 4. Rasio ( $Q_u$ ) Data Sondir Terhadap ( $Q_u$ ) Data Uji Laboratorium

Dengan :

- A = Rasio Aoki/Terzaghi
- B = Rasio Aoki/Alpha
- C = Rasio Aoki/Beta
- D = Rasio Meyerhoff/Terzaghi
- E = Rasio Meyerhoff/Alpha
- F = Rasio Meyerhoff/Beta
- G = Rasio Schmertman/Terzaghi
- H = Rasio Schmertman/Alpha
- I = Rasio Schmertman/Beta
- J = Rasio Van.D.W/Terzaghi
- K = Rasio Van.D.W/Alpha
- L = Rasio Van D.W/Beta
- M = Rasio Philipponant/Terzaghi
- N = Rasio Philipponant/Alpha
- O = Rasio Philiponant/Beta

#### 4. Kesimpulan

Nilai daya dukung tiang pancang tunggal menggunakan pendekatan empiris dari data sondir memiliki nilai yang berbeda-beda. Nilai daya dukung ultimate ( $Q_u$ ) metode Aoki De Calencar ialah 259,509 ton, metode Meyerhoff 516,106 ton, metode Schmertman Nottingham 1053,329 ton, metode Van Der Ween 98,677 ton, dan metode Philipponant 167,605 ton. Nilai daya dukung izinnya ( $Q_a$ ) diperoleh nilai 103,804 ton untuk metode Aoki De Calencar, 206,442 ton metode Meyerhoff, 421,331 ton metode Schmertman Nottingham, 39,471 ton metode Van Der Ween, dan 67,042 ton untuk metode Philipponant. Nilai daya dukung tiang pancang tunggal juga dihitung menggunakan pendekatan statis dari data uji laboratorium. Nilai daya dukung ultimate ( $Q_u$ ) untuk metode Terzaghi sebesar 1043,722 ton, metode Alpha 248,621 ton, dan metode Beta 0,224 ton. Nilai daya dukung izinnya ( $Q_a$ ) diperoleh 316,739 ton untuk metode Terzaghi, 86,477 ton metode Alpha, dan 0,074 ton metode Beta.

Rasio daya dukung tiang pancang tunggal menggunakan pendekatan empiris dari data sondir dibandingkan dengan pendekatan dinamis dari pengujian langsung PDA menghasilkan nilai rasio yang berbeda-beda. Nilai

rasio  $Q_u$  yang paling mendekati angka 1 diperoleh metode Philipponant sebesar 0,967. Rasio pendekatan statis dari data uji laboratorium dibandingkan dengan pendekatan dinamis dari pengujian langsung PDA menghasilkan nilai rasio yang berbeda-beda. Nilai rasio  $Q_u$  yang paling mendekati angka 1 diperoleh metode Alpha sebesar 1,247. Rasio pendekatan empiris dari data sondir dibandingkan dengan pendekatan statis yaitu dari data uji laboratorium menghasilkan nilai rasio yang berbeda-beda. Nilai rasio  $Q_u$  yang paling mendekati angka 1 diperoleh dari perhitungan metode Aoki De Calencar dari data sondir dibandingkan dengan metode Alpha dari data uji laboratorium sebesar 1,2. Penelitian ini dapat digunakan sebagai data dalam pertimbangan untuk melakukan perencanaan pondasi.

## 5. Daftar Rujukan

- [1] A. Faruha and M. Ridwan, "Analisa Perhitungan Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Dibandingkan Dengan Daya Dukung Hydraulic Jacking System Dan Pile Driving Analyzer (PDA) Pada Proyek Pembangunan Gedung Perpustakaan Sekolah Tinggi Agama Islam Negeri Kediri," *Jurnal Teknik Sipil Universitas Negeri Surabaya*, 2018.
- [2] K. Prayogo and H. Saptowati, "Penyelidikan Struktur dan Karakteristik Tanah Untuk Desain Pondasi Iradiator Gamma Kapasitas 2MCi," *Jurnal Perangkat Nuklir*, p. 31, 2016.
- [3] Supriyanto, "Analisa Daya Dukung Tanah Berdasarkan Data Sondir, Nspt dan Laboratorium (Studi Kasus di BTN Hamzy Makassar)," *Jurnal Teknik Sipil*, 2022.
- [4] A. Gazali, M. G. Perdana and T. A. Rachman, "Studi Evaluasi Daya Dukung Tiang Pancang Tunggal Berdasarkan Data CPT Pembangunan Gedung Baru Uniska Handil Bakti Kabupaten Barito Kuala," *Jurnal Kacapuri*, 2021.
- [5] A. Azzahra, "Perbandingan Metode Meyerhoff dan Metode Aoki De Calencar Pada Analisis Daya Dukung Tanah Proyek Pembangunan Bendung D.I Serbang," *Jurnal Teknik Sipil*, 2022.
- [6] H. C. Hardiyatmo, *Analisis dan Perancangan Fondasi II*, Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2015.
- [7] I. Y. Mardianti, M. Nukrilullah and D. O. Dwina, "Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Berdasarkan Data Sondir (Studi Kasus : Pembangunan Gedung Rumah Sakit Pendidikan Universitas Jambi)," *Jurnal Teknik Sipil*, 2022.
- [8] J. E. Bowless, *Analisa dan Desain Pondasi*, Jakarta: Erlangga, 1999.
- [9] K. J. Karya, KSO, "Laporan Penyelidikan Tanah," CV Karya Nyata, Jember, 2022.
- [10] F. Bunowo, "Laporan Pengujian Dinamis Tiang Pondasi Menggunakan Pile Driving Analyzer," PT Pengujian Dinamis Argeosakti, Jakarta, 2023.