

# Analisa Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang dengan Sistem Hidrolis Pada Proyek Pembangunan Gedung RSUD Campurdarat, Kabupaten Tulungagung

Analysis of Pile Foundation Bearing Capacity Using Hydraulic System in the Construction Project of the RSUD Campurdarat, Tulungagung Regency

Ony Anwari<sup>1,a)</sup>, Agus Mahmudi<sup>2,b)</sup>, Dandung Novianto<sup>3,c)</sup>

<sup>1),2)</sup>Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara Surabaya

<sup>3)</sup>Prodi Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang

Koresponden: <sup>a)</sup>onyanwari48@gmail.com, <sup>b)</sup>agus\_ubhara@yahoo.co.id&<sup>c)</sup>d.novianto64@gmail.com

## ABSTRAK

Pembangunan gedung menggunakan pondasi tiang pancang bertujuan untuk mengatasi daya dukung tanah yang rendah dan penurunan bangunan yang terjadi. Salah satu bangunan yang menggunakan tiang pancang kelompok adalah pada proyek pembangunan gedung RSUD Campurdarat Kabupaten Tulungagung. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kapasitas daya dukung tiang pancang dan penurunan masih dalam batas aman. Metode yang digunakan untuk perhitungan daya dukung tiang pancang tunggal adalah metode Aoki dan De Alencar, Mayerhoff (data sondir) dan data manometer. Perkiraan besarnya penurunan yang terjadi menggunakan metode Poulus dan Davis. Analisis dilakukan pada titik sondir dan sembilan titik tiang pancang. Hasil yang didapat besar daya dukung tiang pancang tunggal terbesar menggunakan metode Aoki dan De Alencar, Mayerhoff (data sondir) dan data manometer, dengan besar daya dukung menggunakan Metode Aoki dan De Alencar 61,8 ton, metode Mayerhoff 320,256 ton dan data manometer 110,576 ton. Penurunan tiang pancang tunggal terbesar pada titik S1 sebesar 39 mm <40 mm berarti aman dan penurunan tiang kelompok sebesar 4,16 mm <40 mm berarti aman. Kesimpulannya, daya dukung ultimit tiang pancang yang dapat dipakai acuan sebagai perencanaan yaitu perhitungan menggunakan manometer dan perhitungan penurunan tiang pancang yang dapat dipakai sebagai acuan yaitu penurunan kelompok

**Kata Kunci** : Daya dukung, pondasi, tiang pancang, kapasitas, manometer

## PENDAHULUAN

Secara umum bangunan gedung tersebut mempunyai beban yang bervariasi, sehingga memerlukan suatu type pondasi yang cocok agar susunan tanah tempat pondasi didirikan mampu menunjang seluruh beban konstruksi serta pengaruh yang terjadi nantinya. Dalam perihal perencanaan pondasi bangunan gedung RSUD Campurdarat Kabupaten

Tulungagung, dibutuhkan adanya pelaksanaan survey studi tanah (*Soil investigation*). Pada dasarnya jenis penelitian tanah yang diterapkan yakni dengan memanfaatkan *Sounding test method*. Hasil pengujian ini diharapkan mampu memperoleh gambaran fisik serta ciri lapisan tanah, tebal lapisan tanah

keras, serta daya dukung tanah dihitung dari perlawanan ujung conus.

Pondasi merupakan struktur bagian bawah bangunan yang berhubungan langsung dengan tanah atau bagian bangunan yang terletak di bawah permukaan tanah yang memiliki fungsi memikul beban bagian bangunan yang berada di atasnya. Pondasi diperhitungkan guna menjamin kestabilan bangunan terhadap beratnya sendiri, beban isi bangunan, gempa bumi, tekanan angin, dan lain-lain (Bowles, 1991). Dalam pelaksanaan teknik pemancangan menggunakan palu jatuh (*drop hammer*) dan sistem penekanan (*hydraulic static pile driver*). Sebelum dilakukan pemancangan, terlebih dahulu dilakukan tes *sondir* atau *Cone Penetration Test (CPT)*, untuk menganalisa daya dukung tanah dan mengukur kedalaman lapisan tanah keras atau pendukung yang biasa disebut tanah sondir.

Daya dukung tiang pancang diperoleh dari daya dukung ujung (*endbearing capacity*) yang diperoleh dari tekanan ujung tiang dan daya geser atau selimut (*friction bearing capacity*) yang diperoleh dari daya dukung gesek atau adhesi antara tiang pancang dan tanah disekelilingnya (Sardjono, 1991). Adapun rumusan masalah yang dapat diidentifikasi yaitu berapa daya dukung pondasi tiang pancang berdasarkan hasil pengujian sondir dan bacaan mano meter alat *hydraulic static pile driver*, serta berapa penurunan yang terjadi pada pondasi tiang tunggal dan kelompok tersebut. Berdasarkan hal tersebut, maka perlu dilakukan penelitian dengan judul “Analisa DayaDukung Pondasi Tiang Pancang dengan Sistem Hidrolis pada Proyek Pembangunan Gedung RSUD Campurdarat, Kabupaten Tulungagung”.

## STUDI PUSTAKA

### Kapasitas Daya Dukung

Di dalam perencanaan pondasi tiang pancang (*pile*), data tanah sangat diperlukan dalam merencanakan kapasitas

daya dukung (*bearing capacity*) dantiang pancang sebelum pembangunan dimulai, guna menentukan kapasitas daya dukung ultimit dari tiang pancang. Kapasitas daya dukung ultimit ditentukan dengan persamaan sebagai berikut (Hardiyatmo, 1996) :

$$Q_u = Q_b + Q_s = q_b A_b + f \cdot A_s \quad (1)$$

Dimana :

$Q_u$  = Kapasitas daya dukung aksial ultimit tiang pancang.

$Q_b$  = Kapasitas tahanan di ujung tiang.

$Q_s$  = Kapasitas tahanan kulit.

$q_b$  = Kapasitas daya dukung di ujung tiang persatuan luas.

$A_b$  = Luas di ujung tiang.

$f$  = Satuan tahanan kulit persatuan luas.

$A_s$  = Luas kulit tiang pancang.

### Metode Aoki De Lancer

Dalam menentukan kapasitas daya dukung aksial ultimit ( $Q_u$ ) dipakai Metode Aoki dan De Alencar. Aoki dan De Alencar mengusulkan untuk memperkirakan kapasitas dukung ultimit dari data Sondir. Kapasitas dukung ujung persatuan ( $q_b$ ) diperoleh sebagai berikut (Hardiyatmo, 1996) :

$$q_b = \frac{q_{ca}(\text{base})}{F_b} \quad (2)$$

Dimana :

$q_{ca}(\text{base})$  = Perlawanan konus rata-rata 1,5D diatas ujung tiang

$F_b$  = Faktor empiric tergantung pada tipe tanah.

Tahanan kulit persatuanluas ( $f$ ) diprediksi sebagai berikut (Hardiyatmo, 1996) :

$$F = qc(\text{side}) \frac{a_s}{F_s} \quad (3)$$

Dimana :

$qc(\text{side})$  = Perlawanan konus rata-rata pada masing lapisan sepanjang tiang.

$F_s$  = Faktor empiric yang tergantung pada tipe tanah.

$F_b$  = Faktor empirik yang tergantung pada tipe tanah.

Faktor  $F_b$  dan  $F_s$  diberikan pada Tabel 1 dan nilai-nilai factor empirik  $\alpha_s$  diberikan pada Tabel 2.

**Tabel 1.** Faktor Empirik  $F_b$  dan  $F_s$

Tipe Tiang Pancang	$F_b$	$F_s$
Tiang Bor	3,5	7,0
Baja	1,75	3,5
Beton Pratekan	1,75	3,5

Sumber :Titi & Farsakh, 1999

**Tabel 2.** Faktor Empirik Tipe Tanah Berbeda

Tipe Tanah	$\alpha_s$ (%)	Tipe Tanah	$\alpha_s$ (%)	Tipe Tanah	$\alpha_s$ (%)
Pasir	1,4	Pasir berlanau	2,2	Lempung berpasir	2,4
Pasir kelanauan	2,0	Pasir berlanau dengan lempung	2,8	Lempung berpasir dengan lanau	2,8
Pasir kelanauan dengan lempung	2,4	Lanau	3,0	Lempung berlanau dengan pasir	3,0
Pasir berlempung dengan lanau	2,8	Lanau berlempung dengan pasir	3,0	Lempung berlanau	4,0
Pasir berlempung	3,0	Lanau berlempung	3,4	Lempung	6,0

Sumber :Titi & Farsakh, 1999

#### Metode Mayerhorf

Untuk menghitung daya dukung tiang pancang berdasarkan data hasil pengujian sondir dapat dilakukan dengan menggunakan metode Meyerhof. Daya dukung ultimit pondasi tiang dinyatakan dengan rumus (Hardiyatmo, 1996) :

$$Q_{ult} = (q_c \times A_p) + (JHL \times K) \quad (4)$$

Dimana :

$Q_{ult}$  = Kapasitas daya dukung tiang pancang gagal. (ton)

$q_c$  = Tahanan ujung sondir. ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )

$A_p$  = Luas penampang tiang. ( $\text{cm}^2$ )

JHL = Jumlah hambatan lekat. ( $\text{kg}/\text{cm}$ )

K = Keliling tiang. (cm)

Daya dukung ijin pondasi dinyatakan dengan rumus :

$$Q_{ijin} = \frac{q_c \times A_p}{3} + \frac{JHL \times K_{11}}{5} \quad (5)$$

Dimana :

$Q_{ijin}$  = Kapasitas daya dukung ijin pondasi. (ton)

$q_c$  = Tahanan ujung sondir. ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )

$A_p$  = Luas penampang tiang

( $\text{cm}^2$ )

JHL = Jumlah hambatan lekat.

( $\text{kg}/\text{cm}$ )

$K_{11}$  = Keliling tiang (cm)

#### Metode Bacaan Manometer Hydraulic Jack

Kapasitas daya dukung tiang pancang pada alat *Hydraulic Jack*, dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$Q = P \times A \quad (6)$$

Dimana :

Q = Daya dukung pada saat pemancangan (ton)

P = Bacaan manometer ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )

A = Total luas efektif penampang piston ( $\text{cm}^2$ )

#### **Penurunan tiang**

##### Penurunan Tiang Tunggal

Perkiraan penurunan tiang tunggal dapat dihitung sebagai berikut (Hardiyatmo, 2002) :

$$S = \frac{Q \times I}{E_s \times D} \quad (7)$$

$$I = I_o \times R_k \times R_k \times R_\mu \quad (8)$$

Dimana :

S = Penurunan untuk tiang tunggal.

Q = Beban yang bekerja

$I_o$  = Faktor pengaruh penurunan

untuk tiang yang tidak mudah mampat

Rk= Faktor koreksi kemudahmampatan tiang

Rh= Faktor koreksi untuk ketebalan lapisan yang terletak pada tanah keras

R<sub>μ</sub>= Faktor koreksi angka Poisson μ

H = Kedalaman total lapisan tanah dari ujung tiang kemuka tanah.

D = Diameter tiang.

K adalah suatu ukuran kompresibilitas relatif dari tiang dan tanah yang dinyatakan oleh persamaan (Hardiyatmo, 1996) :

$$K = \frac{E_p \times R_A}{E_s} \quad (9)$$

$$R_A = \frac{A_p}{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2} \quad (10)$$

Dimana :

K = Faktor kekakuan tiang.

E<sub>p</sub>= Modulus elastisitas dari bahan tiang.

E<sub>s</sub> = Modulus elastisitas tanah disekitar tiang.

E<sub>b</sub>= Modulus elastisitas tanah di dasar tiang.

Perkiraan angka Poisson (μ) dapat dilihat pada Tabel 3 sebagai berikut.

**Tabel 3.** Perkiraan Angka Poisson (μ)

Macam Tanah	μ
Lempung Jenuh	0,4 – 0,5
Lempung Tak Jenuh	0,1 – 0,3
Lempung Berpasir	0,2 – 0,3
Lanau	0,3 – 0,35
Pasir Padat	0,2 – 0,4
Pasir Kasar	0,15
Pasir Halus	0,25

Sumber :Hardiyatmo, 1996

### Penurunan Tiang Kelompok

Penurunan tiang pancang kelompok merupakan jumlah dari penurunan elastis dan penurunan konsolidasi. Penurunan tiang kelompok dapat dihitung dengan Persamaan berikut :

$$S_g = \frac{2q \times \sqrt{BgI}}{N60} \quad (11)$$

$$q = \frac{Qg}{Lg \times Bg} \quad (12)$$

Dengan,  $I = (1 - \frac{L}{8Bg}) \geq 0,5$

Dimana

S<sub>g</sub> = Penurunan Kelompok tiang (mm)

q = Tekanan pada dasar pondasi

B<sub>g</sub> = Lebar kelompok tiang (cm)

L = Kedalaman pondasi tiang (cm)

### Penurunan yang diijinkan

Karena penurunan maksimum dapat diprediksi dengan ketetapan yang memadai, umumnya dapat diadakan hubungan antara penurunan diizinkan dengan penurunan maksimum. Dimana syarat perbandingan penurunan yang aman yaitu:

$$Sizin = 10 \% \cdot D, Stotal \leq Sizin \quad (13)$$

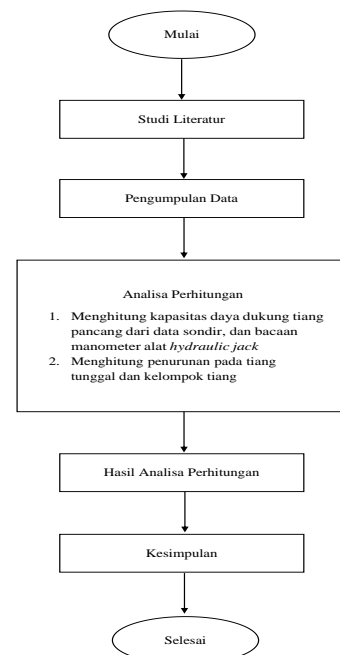
Dimana:

D = diameter tiang

## METODA PENELITIAN

### Prosedur penelitian

Prosedur penelitian seperti gambar berikut:



**Gambar 1.** Prosedur Penelitian

### Lokasi pengambilan data

Data umum dari proyek ini adalah sebagai berikut :

1. Nama Proyek : Pembangunan Rumah Sakit Umum Daerah Campurdarat Kabupaten Tulungagung, Jawa Timur
2. Lokasi Proyek : Jl. Kanigoro No.13, Ngingas, Campurdarat, Kabupaten Tulungagung, Jawa Timur 66272.
3. Data Sondir : PT. Tigamas Mitra Searas

### ANALISIS PENELITIAN

#### Analisis kapasitas daya dukung tiang pancang metode aoki de lancer

1. Data tiang pancang  
Diameter tiang pancang (D) :40cm  
Keliling tiang pancang ( $K_{11}$ ) : $\pi \times 40\text{cm}$   
=125,663cm  
Luas tiang pancang( $A_p$ ) : $\frac{1}{4} \pi D^2$   
= $\frac{1}{4} \pi 40^2 = 1257,142 \text{ cm}^2$
2. Analisis Kapasitas Dukung Ujung Tiang

**Tabel 4.** Kedalaman Perlawanan Konus

Kedalaman (m)	Nilai Konus(kg/cm <sup>2</sup> )
11,40	125
11,60	140
11,80	160
12,00	200
12,20	195
12,40	205
12,60	250

Nilai  $q_{ca}$  diambil rata – rata seperti

$$q_{ca} = \frac{140+160+200+195+205+250}{6} = 129,166 \text{ kg/cm}^2$$

Kapasitas dukung ujung persatuan luas ( $q_b$ )

$$q_b = \frac{q_{ca} (base)}{F_b}, \text{ (untuk beton precast} \\ = 1,75) \\ = \frac{129,166}{1,75} = 73,809 \text{ kg/cm}^2$$

Kapasitas dukung ujung tiang ( $Q_b$ )

$$Q_b = q_b \times A_p \\ = 73,809 \times 1257,142 = 96789,052 \\ = 96,78 \text{ ton}$$

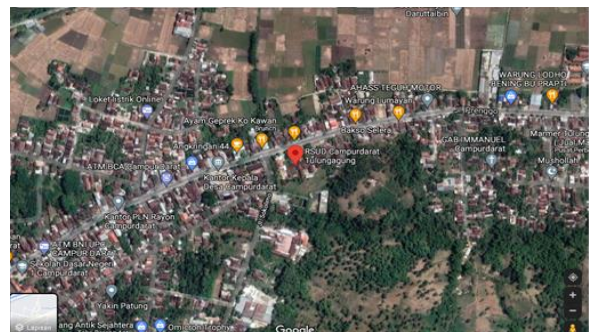
### 3. Analisis Kapasitas Dukung Kulit

Kapasitas dukung kulit persatuan luas (f)

$$f = q_c (side) \frac{\alpha_s}{F_s} \\ f = 48,68 \times \frac{0,014}{3,5} = 0,19 \text{ kg/cm}$$

Kapasitas dukung/tahanan kulit ( $Q_s$ )

$$Q_s = f \times A_s \\ = 0,19 \times 125,663 \times 1200 \\ = 28651,164 \text{ kg} \\ = 28,65 \text{ ton}$$



**Gambar 2.** Lokasi Penelitian

### 4. Analisis Kapasitas Dukung Aksial Ultimit ( $Q_u$ )

Didapatkan daya dukung aksial ultimit tiang pancang sebagai berikut.

$$Q_u = Q_b + Q_s \\ = 96,78 + 28,65 = 125,43 \text{ ton}$$

Kapasitas ijin Tiang

$$Q_a = \frac{Q_u}{F_s} \\ = \frac{125,43}{2,5} = 50,17 \text{ ton}$$

**Tabel 5.**Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Titik S-1, S-2, dan S-3

No	Uraian	Satuan	Titik S1	Titik S2	Titik S3
1	Perlawanan konus rata-rata qca (base)	Kg/cm <sup>2</sup>	129,16	174,166	81,17
2	Kapasitas daya dukung ujung tiang pancang	Kg/cm <sup>2</sup>	73,809	99,52	46,38
3	Kapasitas tahanan ujung tiang	Ton	96,78	125,115	58,31
4	Perlawanan konus rata-rata qc (side)	Kg/cm <sup>2</sup>	48,68	48,73	28,50
5	Kapasitas tahanan kulit	Ton	28,65	29,39	17,20
6	Kapsitas daya dukung aksial ultimit	Ton	125,43	154,51	75,50
7	Kapasitas ijin tiang	Ton	50,17	61,8	30,20

Dari tabel diatas menunjukkan bahwa, daya dukung pada titik S-2 lebih besardari S-1 dan S-3, hal ini disebabkan nilai perlawanan konus pada titik S-2 lebihbesar.

#### Analisis kapasitas daya dukung tiang pancang metode mayerhoff

##### 1. Data Tiang Pancang

Data yang diperoleh dari titik 1 kedalaman 1 meter adalah :

Perlawanan Penetrasi konus (PPK)

$$q_c : 10 \text{ kg/cm}^2$$

Jumlah Hambatan Lekat (JHL)

$$: 12 \text{ kg/cm}$$

Luas Tiang Pancang (Ap)

$$: \frac{1}{4} \pi D^2 = \frac{1}{4} \pi \times 40^2 = 1257,142 \text{ cm}^2$$

Keliling tiang pancang (K<sub>11</sub>)

$$: \pi \times 40c = 125,663 \text{ cm}$$

##### 2. Analisis Kapasitas Daya Dukung Pondasi Tiang Tunggal (Q<sub>ult</sub>)

$$Q_{ult} = (q_c \times A_p) + (JHL \times K)$$

$$= (10 \times 1257) + (12 \times 125,663)$$

$$= 14077,956 = 14,07 \text{ ton}$$

##### 3. Analisis Kapasitas Daya Dukung Ijin Pondasi (Q<sub>ijin</sub>)

$$Q_{ijin} = \frac{q_c \times A_p}{3} + \frac{JHL \times K_{11}}{5}$$

$$= \frac{10 \times 1257,1}{3} + \frac{12 \times 125,6}{5}$$

$$= 4190,3 + 301,44$$

$$= 4491,74 \text{ kg}$$

$$= 4,19 \text{ ton}$$

Dari tabel 6, diperoleh daya dukung ultimate 255,198 ton dan daya dukung ijin 83,1 ton. Dari tabel 7, diperoleh daya dukung ultimate 142,056 ton dan daya dukung ijin 46,09 ton. Dari tabel 8, diperoleh daya dukung ultimate 320,5 ton dan dayadukungijin 104,7 ton.

**Tabel 6.** Perhitungan Daya Dukung Ultimate dan Ijin Pondasi Tiang S-1

z (m)	q <sub>c</sub> (Ton)	A <sub>p</sub> (cm <sup>2</sup> )	JHL (Ton)	K (Ton)	Q <sub>ult</sub> (Ton)	Q <sub>ijin</sub> (Ton)
01.00	10	1257.14	12	125.663	14.079	4,191
02.00	13	1257.14	14	125.663	18.102	5,448
03.00	16	1257.14	16	125.663	22.125	6,705
04.00	20	1257.14	20	125.663	27.656	8,381
05.00	21	1257.14	20	125.663	28.913	8,800
06.00	20	1257.14	20	125.663	27.656	8,381
07.00	22	1257.14	20	125.663	30.170	9,220
08.00	25	1257.14	20	125.663	33.942	10,477
09.00	50	1257.14	20	125.663	65.370	20,953
10.00	95	1257.14	20	125.663	121.942	39,810
11.00	120	1257.14	30	125.663	154.627	50,286



12.00	200	1257.14	30	125.663	255.198	83,810
-------	-----	---------	----	---------	---------	--------

**Tabel 7.** Perhitungan Daya Dukung Ultimate dan Ijin Pondasi Tiang S-2

z (m)	qc (Ton)	Ap (cm <sup>2</sup> )	JHL (Ton)	K (Ton)	Qult (Ton)	Qijin (Ton)
01.00	11	1257.14	10	125.663	15.085	4,610
02.00	15	1257.14	12	125.663	20.365	6,286
03.00	13	1257.14	14	125.663	18.102	5,448
04.00	15	1257.14	16	125.663	20.868	6,286
05.00	21	1257.14	20	125.663	28.913	8,800
06.00	23	1257.14	20	125.663	31.428	9,639
07.00	21	1257.14	20	125.663	28.913	8,800
08.00	27	1257.14	20	125.663	36.456	11,315
09.00	50	1257.14	20	125.663	65.370	20,953
10.00	75	1257.14	20	125.663	96.799	31,429
11.00	95	1257.14	20	125.663	121.942	39,810
12.00	110	1257.14	30	125.663	142.056	46,096

**Tabel 8.** Perhitungan Daya Dukung Ultimate dan Ijin Pondasi Tiang S-3

z (m)	qc (Ton)	Ap (cm <sup>2</sup> )	JHL (Ton)	K (Ton)	Qult (Ton)	Qijin (Ton)
01.00	10	1257.14	12	125.663	14.079	4,191
02.00	15	1257.14	14	125.663	20.616	6,286
03.00	25	1257.14	14	125.663	33.188	10,477
04.00	15	1257.14	16	125.663	20.868	6,286
05.00	20	1257.14	20	125.663	27.656	8,381
06.00	25	1257.14	26	125.663	34.696	10,477
07.00	25	1257.14	30	125.663	35.198	10,477
08.00	30	1257.14	30	125.663	41.484	12,572
09.00	35	1257.14	40	125.663	49.026	14,668
10.00	35	1257.14	40	125.663	49.026	14,668
11.00	30	1257.14	50	125.663	43.997	12,573
12.00	250	1257.14	50	125.663	320.569	104,763

#### Analisis kapasitas daya dukung tiang pancang metode bacaan manometer alat hydraulic static driver (hspd)

Sistem pemancangan pada proyek pembangunan Gedung Rumah Sakit Umum Daerah Campurdarat Kabupaten Tulungagung, Jawa Timur menggunakan hydraulic jack dengan kapasitas 320 ton. Daya dukung berdasarkan bacaan manometer alat Hydraulic Static Pile Driver (HSPD) dengan mesin 320 ton adalah sebagai berikut.

$$Q = P \times A$$

$$= P \times 1269,7 = 12697 P \text{ ton}$$

Pada mesin kapasitas 320 ton, berdasarkan tabel 9 diperoleh pada bacaan manometer alat Hydraulic Pile Driver (HSPD) adalah 260 kg/cm<sup>2</sup>. Dari tabel 10 diperoleh daya dukung tertinggi titik S-2 pada titik 83 yaitu 110,576 ton.

**Tabel 9.** Perhitungan Daya Dukung Tiang Berdasarkan Manometer

No	Bacaan Manometer (Mpa)	Bacaan Manometer (kg/cm <sup>2</sup> )	DayaDukungMesinKap. 320 (ton)
1	20	2	25,38
2	40	4	50,76
3	60	6	76,14
4	80	8	101,52
5	100	10	126,9
6	120	12	152,28
7	140	14	177,66
8	160	16	203,04
9	180	18	228,42
10	200	20	253,8
11	220	22	279,18
12	240	24	304,56
13	260	26	329,94

**Tabel 10.** Hasil Perhitungan Daya Dukung Tiang Berdasarkan Data (*Piling Daily Record*)

Pile Cap NomorTitik	TitikSondir	Kedalaman (m)	Bacaan Manometer (Mpa)	DayaDukungMesinKap. 320 (ton)
21	1	12	81	102.846
36	1	12	80	101.576
6	1	12	79.5	100.941
114	2	12	85	107.925
83	2	12	87	110.464
143	2	12	80	101.576
122	3	12	79	100.306
93	3	12	82	104.115
151	3	12	80	101.576



A. Menentukan modulus elastisitas dari bahan tiang :

$$E_p = 4700 \cdot \sqrt[3]{f_c'}$$

$$= 4700 \cdot \sqrt[3]{52}$$

$$= 33892,19 \text{ Mpa}$$

$$R_A = \frac{1257,142}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 40 \cdot 40} = 0,57$$

B. Menentukan factor kekakuan tiang

$$K = \frac{33892,19 \cdot 0,57}{14,326}$$

$$K - S1 = 1348,495$$

$$K - S2 = 1321,468$$

$$K - S3 = 2299,827$$

$$\text{Untuk } d/b = 40/40 = 1$$

$$\text{Untuk } L/d = 1200/40 = 30$$

Dari masing-masing grafik didapat:

$$I_0 = 0,065 \text{ (Untuk } d/b = 40/40 = 1 \text{ dan } L/d = 1200/40 = 30)$$

$$R_{k-s1} = 1,6 \text{ (Untuk } L/d = 1200/40 = 30 \text{ dan } K = 1348,495)$$

$$R_{k-s2} = 1,53$$

$$R_{k-s3} = 1,78$$

$$R_{\mu-s1} = 0,91 \text{ ( Untuk } \mu_s = 0,3 \text{ dan$$

$$K = 1348,495)$$

$$R_{\mu-s2} = 0,81$$

$$R_{\mu-s3} = 0,95$$

$$R_h = 0,38 \text{ (Untuk } L/d = 1200/40 = 30 \text{ dan } h/L = 1)$$

$$R_b = 0,4 \text{ ( Untuk } L/d = 1200/40 = 30 \text{ dan } E_b/E_s = 10)$$

Maka Untuk :

i. Untuk tiang apung atau tiang tiang friksi

$$I - S1 = I_0 \cdot R_k \cdot R_h \cdot R_{\mu}$$

$$= 0,065 \cdot 1,6 \cdot 0,38 \cdot 0,91 = 0,035$$

$$I - S2 = 0,031$$

$$I - S3 = 0,0165$$

$$S = \frac{Q \cdot I}{E_s \cdot D}$$

$$S - s1 = (320.000 \text{ Kg} \cdot 0,035) / (146,04 \cdot 40)$$

$$= 11.200 / 5841,6$$

$$= 1,9 \text{ cm} = 19 \text{ mm}$$

$$S - s2 = 1,69 \text{ cm} = 16,9 \text{ mm}$$

$$S - s3 = 1,57 \text{ cm} = 15,7 \text{ mm}$$

ii. Untuk tiang dukung ujung

$$I - s1 = I_0 \cdot R_k \cdot R_b \cdot R_{\mu}$$

$$= 0,065 \cdot 1,6 \cdot 0,4 \cdot 0,91$$

$$= 0,037$$

$$I - s2 = 0,032$$

$$I - s3 = 0,012$$

$$S - s1 = (320.000 \text{ Kg} \cdot 0,037) / (146,04 \cdot 40)$$

$$= 12.113,92 / 5841,6$$

$$= 2 \text{ cm} = 20 \text{ mm}$$

$$S - s2 = 1,96 \text{ cm} = 19,6 \text{ mm}$$

$$S - s3 = 1,65 \text{ cm} = 16,5 \text{ mm}$$

C. Maka penurunan tiang tunggal dikategorikan aman karena masih dibatas aman yaitu  $Stotal < Sijin$ , Dimana :

$$Sijin = 10\% \cdot D$$

$$= 10\% \cdot 400 \text{ mm}$$

$$= 40 \text{ mm}$$

$$Stotal = \text{Tiang Apung} + \text{Tiang Dukung Ujung}$$

$$Stotal-1 = 20 \text{ mm} + 19 \text{ mm}$$

$$= 39 \text{ mm} < 40 \text{ mm (Aman)}$$

$$Stotal-2 = 16,9 \text{ mm} + 19,6 \text{ mm}$$

$$= 36,5 \text{ mm} < 40 \text{ mm}$$

$$\text{(Aman)}$$

$$Stotal-3 = 15,7 \text{ mm} + 16,5 \text{ mm}$$

$$= 32,22 \text{ mm} < 40 \text{ mm}$$

$$\text{(Aman)}$$

1. Analisis Penurunan Tiang Kelompok

$$q = (320.000 / 1200 \times 1200)$$

$$= 0,22 \text{ kg/cm}^2$$

$$I = 1 - (1200 / 8 \times 1200) \geq 0,5$$

$$= 0,875 \geq 0,5$$

$$S_g = 2 \times 0,22 \times \sqrt{1200 \times 0,875} / 320$$

$$= 0,0416 = 4,16 \text{ mm} < 40 \text{ mm}$$

$$\text{(Aman)}$$

## KESIMPULAN

Bedasarkan hasil analisis daya dukung pondasi pembangunan gedung RSUD Campur darat Kabupaten Tulungagung, Jawa Timur di atas, didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Hasil perhitungan kapasitas daya dukung Ultimit tiang pancang dari data

- sondir, dan manometer pada kedalaman 12 m dapat disimpulkan bahwa hasil dari hasil perhitungan menometer yang dapat dipergunakan untuk acuan perencanaan.
2. Hasil perhitungan penurunan tiang pancang yang dipakai dalam acuan dalam penurunan ijin tiang pancang dengan sistem hidrolis pada proyek pembangunan gedung RSUD Campurdarat, Kabupaten Tulungagung yaitu penurunan kelompok.
  3. Untuk penelitian selanjutnya, diharapkan menggunakan alat uji lainnya untuk menghindari data sondir yang kurang akurat.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J.E., 1991. Analisis dan Desain Pondasi, Edisi keempat Jilid 1, Erlangga, Jakarta.
- Bowles, J.E., 1991. Analisis dan Desain Pondasi, Edisi keempat Jilid 2, Erlangga, Jakarta.
- Hardiyatmo, H. C. 1996, Teknik Pondasi 1, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Hardiyatmo, H. C. 2008, Teknik Pondasi 2, Edisi Keempat, Beta Offset, Yogyakarta.
- Mohammad Toha W, Suradji Gandi dan Fatma Sarie. 2020. Analisis Daya Dukung Dan Penurunan Tiang Pancang Kelompok Proyek Pembangunan Gedung Dprd Kota Palangka Raya.
- Sardjono, HS., 1991. Pondasi Tiang Pancang, Jilid 1, Penerbit Sinar Jaya Wijaya, Surabaya.