

## ANALISIS DAYA DUKUNG FONDASI TIANG PANCANG PADA PROYEK PEMBANGUNAN FLY OVER PENGGANTI JPL 64 KM 38+897 LINTAS SURABAYA-SOLO

Fitria Hanifatul Muhharomah<sup>1</sup>, Gotot Slamet Mulyono<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Jl. A.Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102 Telp 0271 717417  
Email: fitriahanifm@gmail.com

### Abstrak

*Fondasi adalah struktur bagian guna penerusan beban berat secara langsung menuju tanah dibawahnya. Fondasi tiang pancang guna pemindahan beban konstruksi di atasnya ke bagian tanah terdalam. Penelitian bertujuan guna menganalisa metode pelaksanaan pemancangan tiang pancang serta kapasitas nilai guna dukungan tunggal pada fondasi di Proyek Pembangunan Fly Over Pengganti JPL 64 KM 83 + 897 Lintas Surabaya–Solo. Tahapan pelaksanaan yaitu : persiapan, stacking out dan marking, setting spun pile, pemancangan spun pile dan yang terakhir pengujian spun pile setelah pemancangan. Hingga didapatkan kapasitas daya dukung tiang pancang tunggal yaitu 231,682 ton dari data SPT, data klandering sebanyak 202,492 ton dan PDA yaitu 134,850 ton.*

**Kata kunci:** *fondasi tiang pancang, metode pelaksanaan, kapasitas daya dukung*

### Abstract

*A structural part for transmitting heavy loads directly to the ground below—a pile foundation for transferring the construction load on it to the deepest part of the soil called as foundation. This article is to analyze piling method and the use-value capacity of single support on the foundation in the JPL 64 KM 83 + 897 Cross Surabaya–Solo Fly Over Construction Project. The stages of carrying out this work are: preparation, stacking out and marking, setting spun pile, erection of spun pile and finally testing spun pile after erection. So that the bearing capacity of single piles is 231,682 tons from SPT data, calendaring data is 202,492 tons, and PDA is 134,850 tons.*

**Keywords:** *driven pile foundation, implementation method, bearing capacity*

## 1. PENDAHULUAN

Fondasi adalah bangunan dasar diatas tanah dengan pengaruh dari batuan maupun elemen dibagian bawah atau beban yang dimiliki [Sidharta, 1997]. Fondasi tiang pancang guna pemindahan kedalam tanah dari beban konstruksi (*super structure*) [Sardjono, 1998]. Fondasi tersebut digunakan sebagai dasar bangunan karena tanahnya tidak memiliki kekuatan dukung (*bearing capacity*) dari sebuah bangunan khususnya pada lapisan pada permukaan kedalam > 8 m [Bowles, 1991]

*Precast Prestressed Pretension Concrete Spun Pile* merupakan tiang pancang beton berupa beton

prategang serta kabel dari kawat diangkat guna dipancarkan dalam umur yang sesuai.

Memindahkan beban di tiang tersebut dijelaskan oleh (Sardjono, 1998) yaitu :

- a. *Point bearing pile /End bearing pile*  
Guna penerus beban dari ujung ke lapisan tanah terkeras dengan tahanan ujung diujung.
- b. *Friction Pile*  
Guna penerus beban ke tanah dari geseran kulit (*skin friction*) sebagai pancangan yang saling terkait. Sehingga meminimalisir keretakan karena pemadatan tanah disekitar tiang.

Butiran disekitar tiang meneruskan beban dari kulit tetapi tidak menyebabkan tanah menjadi *compact*.

## 2. METODOLOGI

### 2.1 Objek dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Pembangunan Proyek Fly Over Pengganti JPL-64 KM 38+897 Lintas Surabaya-Solo oleh kontraktor PT Wijaya Karya (Persero) Tbk. –Dambha, KSO yang terletak di Krian, Sidoarjo, Jawa Timur.

### 2.2 Metode Pengumpulan Data

Observasi dilakukan secara langsung seperti berikut:

- a. Pengumpulan data
- b. Metode pekerjaan fondasi tiang pancang
- c. Analisis daya dukung fondasi tiang tunggal
- d. Kesimpulan

### 2.3 Batasan Masalah

Fokus penelitian yaitu :

- a. Pelaksanaan penelitian di Proyek Pembangunan Fly Over Pengganti JPL 64 Lintas Surabaya-Solo KM 38+897
- b. Tiang pancang bulat diameter 0,6 m
- c. Data tanah SPT pada lokasi Fly Over Krian
- d. Tinjauan kapasitas daya dukung tiang tunggal

### 2.4 Metode Pelaksanaan Fondasi Tiang Pancang

#### 2.4.1 Material

Material yang digunakan merupakan tiang pancang bulat diameter 0,6 m dengan panjang 40 m, yang ditunjukkan pada gambar 1.



**Gambar 1. Tiang Pancang D600 mm (WIKA, 2022)**

#### 2.4.2 Alat

1. *Crane Preboring*

Merupakan alat yang digunakan untuk pengeboran tanah sebelum pekerjaan pemancangan. Pada proyek ini, tanah dibor dengan kedalaman 15 m yang ditunjukkan pada gambar 2.



**Gambar 2. Crane Preboring (Dokumentasi Pribadi, 2022)**

2. *Crane Pancang dengan Diesel Hammer*

Alat pemancang tiang ke tanah. Kapasitas *Crane Pancang* yang digunakan adalah 50 ton yang ditunjukkan pada gambar 3.



**Gambar 3. Crane Pancang (Dokumentasi Pribadi, 2022)**

3. *Crane Service*

Alat berat guna mengangkat dan pemindah tiang pancang ke *Crane Pancang* dari *stockyard*. Pada proyek ini menggunakan *Crane Service* dengan kapasitas 50 ton yang ditunjukkan pada gambar 4.



**Gambar 4. Crane Service (Dokumentasi Pribadi, 2022)**

4. *Excavator*

Sebagai perata tanah dan mengangkat tanah sisa dari hasil pengeboran dan

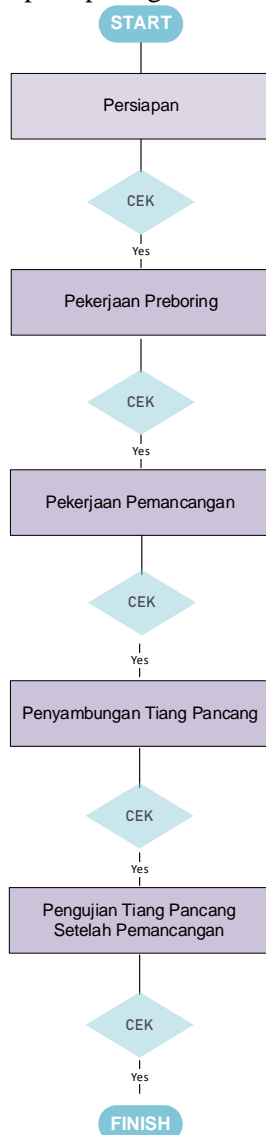
pemancangan. Pada proyek ini menggunakan *Excavator PC 200* yang ditunjukkan pada gambar 5.



**Gambar 5. Excavator (Dokumentasi Pribadi)**

### 2.4.3 Metode Pelaksanaan

*Flowchart* metode pelaksanaan pekerjaan pemancangan seperti pada gambar 6.



**Gambar 6. Flowchart Pekerjaan Pemancangan (WIKA, 2022)**

#### 1. Pekerjaan Persiapan

##### a. *Stacking Out dan Marking*

Pekerjaan *stacking out dan marking* menggunakan *total station* untuk menentukan koordinat pemancangan tiang pancang dan dilakukan pemberian tanda pada titik rencana as tiang pancang.

##### b. Mobilisasi Alat dan Material

Persiapan alat untuk proses pemancangan, yaitu dengan *setting* alat *Crane Preboring*, *Crane Pancang* dan *Crane Service* dan *Excavator*.

Persiapan material yaitu dengan mobilisasi tiang pancang *precast* yang diproduksi di pabrik dan sudah cukup umur (28 hari) ke lokasi pekerjaan lapangan dengan menggunakan *Trailer*. Pengangkatan tiang pancang harus memperhatikan titik angkatnya sesuai dengan petunjuk teknis.

#### 2. Pekerjaan *Preboring*

Pekerjaan *preboring* merupakan pengeboran awal sebelum melakukan pemancangan, titik pancang akan dibor dengan kedalaman 15 m. *Preboring* bertujuan untuk memberi kemudahan pemancangan dan mengurangi efek getaran pemancangan di sekitar pemukiman warga.

#### 3. Pekerjaan Pemancangan

Proses Pemancangan dilakukan pada koordinat yang sesuai dengan gambar kerja hingga kedalaman yang telah ditentukan, yaitu mensejajarkan tiang pancang dan sumbu hammer guna meminimalisir kerusakan tiang. Pada saat proses pemancangan, perlu dipasang bantalan kayu pada kepala tiang untuk mengurangi terjadinya retak pada tiang akibat pukulan *hammer*.

#### 4. Penyambungan Tiang Pancang

Tiang disambungkan dengan baik, yaitu keliling penuh. Ketebalan pengelasan sambungan baja pada tiang pancang beton bulat diameter 600 mm adalah 10 mm dengan

menggunakan kawat las berselaput *hydrogen* rendah dengan diameter 3,25 mm. Pengujian keutuhan sambungan tiang pancang dengan *penetrant test* dilakukan secara acak dan berkala pada sambungan antar tiang pancang. Uji penetrant dilakukan untuk melihat sambungan las baik atau tidak.

## 5. Pengujian Tiang Pancang

Pengecekan berupa kalendering dilakukan untuk memastikan daya dukung tiang sudah terpenuhi atau tidak. Jika kalendering belum terpenuhi, maka dilakukan pemancangan lagi hingga kalendering terpenuhi.

## 2.5 Metode Pehitungan Daya Dukung

### 2.5.1 Kapasitas Daya Dukung dari Data SPT dengan Metode Mayerhoff

Penghitungan pondasi tersebut dengan metode Mayerhoff, dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$Q_p = \frac{9 \times C_u \times A_p}{SF} \quad (1)$$

$$\text{Dimana, } C_u = N\text{-SPT} \times \frac{2}{3} \times 10 \quad (2)$$

Selimut tiang sebagai pendukung selimut dihitung sebagai berikut:

$$Q_s = \frac{\alpha \times C_u \times p \times L}{SF} \quad (3)$$

Dengan:

$C_u$  = kondisi *undrained* (ton/m<sup>2</sup>)

$A_p$  = luas penampang ujung tiang (m<sup>2</sup>)

SF = faktor keamanan (berkisar antara 3-5)

$\alpha$  = faktor adhesi

$p$  = keliling tiang (m)

$L$  = panjang lapisan (m)

### 2.5.2 Kapasitas Daya Dukung Tiang dari Data SPT dengan Metode Luciano Dacourt

Metode Luciano Dacourt N guna penghitungan tersebut sebagai berikut:

$$Q_u = Q_b + Q_s \quad (4)$$

$$Q_b = NB \times K \times A_b \quad (5)$$

$$Q_s = \left(\frac{N}{3} + 1\right) \times A_s \quad (6)$$

$$Q_{all} = \frac{Q_u}{SF} \quad (7)$$

Dengan :

$Q_u$  = kapasitas pendukung ultimit (ton)

$Q_b$  = ujung tiang tahan (ton)

$Q_s$  = gesek dinding tahan (ton)

$Q_{all}$  = kapasitas dukung izin tiang (ton)

NB = Nilai uji SPT tanah disekeliling tiang dengan rerata 8D-4D dari dasar hingga bawah tiang.

K = koefisien karakteristik tanah

$A_b$  = dasaran tiang (m<sup>2</sup>)

$A_s$  = luas selimut tiang (m<sup>2</sup>)

### 2.5.3 Kapasitas Daya Dukung dari Data Kalendering dengan Metode Hilley

Penghitungan dengan metode Hilley menggunakan persamaan berikut:

$$Q_u = \frac{efWH}{S + \frac{(C_1 + C_2 + C_3)}{2}} \times \frac{W + n^2 W_p}{W + W_p} \quad (8)$$

$$Q_{all} = \frac{Q_u}{SF} \quad (9)$$

Dengan

$Q_u$  = kapasitas daya dukung batas (kN)

$Q_u$  = kapasitas daya dukung berizin (kN)

Ef = efisiensi palu

W = bobot spun pile (kN)

$W_p$  = bobot tiang pancang (kN)

n = koefisien restitusi

H = tinggi jatuh ram (cm)

( $H = 2H'$ )

S = penetrasi ditumbukan terakhir tiang pancang (cm)

$C_1$  = tekanan di kepala dan poer yang diperbolehkan

$C_2$  = tekanan deformasi batang tiang pancang terizinkan (m)

$C_3$  = keamanan dari tekanan guna pengukuran gempa di lapangan

N = keamanan +  $C_2 + C_3$

### 2.5.4 Kapasitas Daya Dukung dari Pengujian PDA Test

PDA atau *Pile Driving Analyzer* merupakan jenis uji dinamik pada tiang pondasi yang bertujuan untuk menentukan daya dukung tiang pondasi.

Setelah pengujian pembebanan dinamik, dilakukan analisa gelombang dengan menggunakan CAPWAP,

suatu modul gelombang dari *Pile Dynamics, Inc.*, USA. CAPWAP (*Case Pile Wave Analysis Program*), digunakan untuk memperkirakan kapasitas dukung tiang dan menyimulasikan pengujian pembebanan statis.

CAPWAP menyimulasikan uji pembebanan statis dan memprediksi perilaku *load settlement* dari pondasi tiang yang di uji. Pelaksanaannya dengan melakukan pencocokan kurva simulasi pada tiang.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Perhitungan Kapasitas Daya Dukung Tiang dari Data SPT dengan Metode Mayerhoff

Berdasarkan data SPT yang didapat dari BH-19, pada lapisan tanah lanau kelemungan, dihitung dengan metode Mayerhoff sebagai berikut:

Diameter tiang = 0,6 m

Panjang tiang = 40 m

##### 1. Menghitung $A_p$

Luas penampang dasar tiang ( $A_p$ ) dengan bentuk bundar.

$$\begin{aligned} A_p &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times D^2 \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2 \\ &= 0,283 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

##### 2. Menghitung $C_u$

$$\begin{aligned} C_u &= 46 \times \frac{2}{3} \times 10 \\ &= 30,667 \text{ ton/m}^2 \end{aligned}$$

##### 3. Menghitung $Q_p$

$$\begin{aligned} Q_p &= \frac{9 \times C_u \times A_p}{SF} \\ &= \frac{9 \times 30,667 \times 0,283}{3} \\ &= 26,013 \text{ ton/m}^2 \end{aligned}$$

##### 4. Menghitung Keliling Tiang (p)

$$\begin{aligned} p &= 3,14 \times D \\ &= 3,14 \times 0,6 \\ &= 1,884 \text{ m} \end{aligned}$$

##### 5. Menghitung $Q_s$

$$\begin{aligned} Q_s &= \frac{\alpha \times C_u \times p \times L}{SF} \\ &= \frac{1 \times 30,667 \times 1,884 \times 40}{5} \\ &= 462,442 \text{ ton} \end{aligned}$$

##### 6. Menghitung nilai $Q_{izin}$

$$\begin{aligned} Q_{izin} &= Q_p + Q_s \\ &= 26,013 + 462,442 \\ &= 488,455 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$488,455 \text{ ton} \geq Q_{izin \text{ desain}} = 96 \text{ ton}$$

#### 3.2. Perhitungan Kapasitas Daya Dukung Tiang dari Data SPT dengan Metode Luciano Dacourt

Berdasarkan data SPT BH-19 dihitung menggunakan Metode Luciano Dacourt :

Diameter tiang = 0,6 m

Panjang tiang = 40 m

##### 1. Menghitung luas penampang pondasi ( $A_b$ )

$$\begin{aligned} A_b &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 0,6^2 \\ &= 0,283 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

##### 2. Menghitung luas selimut fondasi ( $A_s$ )

$$\begin{aligned} A_s &= \pi \times D \times L \\ &= \pi \times 0,6 \times 40 \\ &= 75,398 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

##### 3. Menghitung nilai $N$ rerata pengujian SPT sepanjang tiang

$$\bar{N} = 16,6$$

##### 4. Menghitung nilai $N$ pengujian SPT tanah didekat ujung tiang ( $N_b$ )

$$N_b = 35,8$$

##### 5. Menghitung tahanan ujung tiang ( $Q_b$ )

$$\begin{aligned} Q_b &= N_b \times K \times A_b \\ &= 35,8 \times 20 \times 0,283 \\ &= 202,444 \text{ ton} \end{aligned}$$

##### 6. Tahanan gesek selimut tiang ( $Q_s$ )

$$\begin{aligned} Q_s &= \frac{A_s \times N \text{ rata-rata}}{3} + A_s \\ &= \frac{75,398 \times 16,6}{3} + 75,398 \\ &= 492,602 \text{ ton} \end{aligned}$$

##### 7. Kapasitas dukung ultimit ( $Q_{ult}$ )

$$\begin{aligned} Q_{ult} &= Q_b + Q_s \\ &= 202,444 + 492,602 \\ &= 695,046 \text{ ton} \end{aligned}$$

##### 8. Kapasitas izin tiang tunggal ( $Q_{all}$ )

$$\begin{aligned} Q_{all} &= \frac{Q_{ult}}{SF} \\ &= \frac{695,046}{3} \\ &= 231,682 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$231,682 \text{ ton} \geq Q_{izin \text{ desain}} = 96 \text{ ton}$$

#### 3.3. Perhitungan Kapasitas Daya Dukung Tiang dari Data Kalendering dengan Metode Hilley

Perhitungan dengan metode Hilley berdasarkan data kalendering dapat dihitung dengan persamaan berikut :

Diameter Tiang = 0,6 m  
Panjang Tiang = 40 m  
Berat Tiang = 15,72 ton  
Efisiensi *Hammer* = 0,85  
Berat *Hammer* = 6,5 ton

1. Kapasitas dukung ultimit ( $Q_u$ )

$$Q_u = \frac{efWH}{S + \frac{(C1+C2+C3)}{2}} \times \frac{W+n^2W_p}{W+W_p}$$

$$= \frac{0,85 \times 6,5 \times 300}{0,08 + \frac{(0,873 + 1,228 + 0,3)}{2}} \times \frac{6,5 + 0,5^2 \times 15,72}{6,5 + 15,72}$$

$$= 607,476 \text{ ton}$$

2. Kapasitas izin tiang tunggal ( $Q_{all}$ )

$$Q_{all} = \frac{Q_u}{SF}$$

$$= \frac{607,476}{3}$$

$$= 202,492 \text{ ton}$$

$$202,492 \text{ ton} \geq Q_{izin \text{ desain}} = 96 \text{ ton}$$

### 3.4 Perhitungan Kapasitas Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang dari Data PDA Test

CV Testana Engineering melalui PDA serta Analisis CAPWAP dari hasil uji mendapatkan hasil sebagai berikut.

**Tabel 1**  
**Data Fondasi Tiang Pracetak**

Keterangan	Nilai
No. Tiang	PS 16-1
Tanggal Pemancangan	14/10/22
Panjang Tiang Total (m)	43
Berat Hammer (ton)	6,5
Penampang Tiang (m)	Ø 0,6
Panjang Tiang Terbenam (m)	40
Tinggi Jatuh (m)	± 2-3

**Tabel 2**  
**Hasil Pengujian PDA**

No. Tiang	EMX (ton.m)	RMX (ton.m)	RSU (ton.m)	BTA (%)	DFN (mm)
PS 16-1	2,94	289	459	100	0

**Tabel 3**  
**Hasil Kapasitas Dukung CAPWAP**

No. Tiang	Selimut (ton)	Ujung (ton)	Ultimate (ton)	Izin (FK = 2.5)
PS 16-1	271,5	65,6	337,1	134,85

Keterangan:

EMX = Energi maksimum yang ditransfer

RMX = Daya dukung tiang

RSU = Tahanan *friction*

BTA = Nilai keutuhan tiang

DFN = Penurunan final

Dari pengujian PDA dan Analisa CAPWAP didapatkan daya dukung izin sebesar 134,85 ton dan  $Q_{ijin \text{ desain}} = 96 \text{ ton}$

## 4 KESIMPULAN

1. Daya dukung tiang tunggal menurut Mayerhoff dari SPT yaitu 488,455 ton dan menurut Luciano Decourt adalah 231,682 ton, maka diambil nilai terkecil yaitu dengan menggunakan metode Luciano Decourt.
2. Daya dukungan tiang tunggal menggunakan kalendering metode Hilley sebesar 202,492 ton serta uji PDA dengan daya dukung tiang sebesar 134,850 ton.
3. Berdasarkan daya dukung izin rencana yaitu 96 ton, maka ketiga metode tersebut telah memenuhi daya dukung izin rencana. Hal ini dibuktikan dengan metode Hilley yaitu daya dukung tiang

dari kalendering dan diperkuat dengan pengujian dinamis (PDA) yang memenuhi syarat.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J, E., 1991, *Analisa dan Desain Pondasi*, Edisi Keempat Jilid 2, Erlangga, Jakarta.
- Dimas Anggraito, 2022, *Laporan Uji Pembebanan Dinamis Tiang*, Testana Engineering, Surabaya.
- Harno Trimadi, *Spesifikasi Teknis Jalur dan Bangunan Kereta Api*, Spektek 2021-4-J3, Kementerian Perhubungan Direktorat Jenderal Perkeretaapian Direktorat Prasarana Perkeretaapian, Jakarta.
- Kazuto Nakazawa, Ir. Suyono Sosrodarsono, 2000, *Mekanika Tanah & Teknik Pondasi*, PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- Kementerian Perhubungan Dirjen Perkeretaapian, 2022, *Fly Over JPL 64 Calculation Sheet*, Kemenhub, Surabaya.
- M.Jazuli, 2017, *Metode Pelaksanaan dan Hitungan Kapasitas Dukung Fondasi Tiang Pancang Bangunan Jembatan Terusan Jawa Proyek Pembangunan Jalan Tol Kayu Agung-Palembang-Betung Paket II Seksi I, Tugas Akhir*, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Sarjono H.S., 1998, *Pondasi Tiang Pancang*, Jilid 1, Sinar Wijaya, Surabaya.
- Sarjono H.S., 1998, *Pondasi Tiang Pancang*, Jilid 2, Sinar Wijaya, Surabaya.
- Sidharta S.K., 1997, *Rekayasa Fundasi II, Fundasi Dangkal dan Fundasi Dalam*, Universitas Gunadarma, Jakarta.
- Trysha Aswina, 2019, *Metode Pelaksanaan dan Analisis Daya Dukung Fondasi Tiang Pancang Pada Proyek Jalan Tol Cibitung – Cilincing Seksi 2, Tugas Akhir*, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.