

## Analisis Daya Dukung Tiang Pancang terhadap Pengaruh *Review Design* Jembatan Wailola Besar Bula, SBT

Gabriel Pratama<sup>1</sup>, Elisabeth Talakua<sup>2</sup>, Sjafrudin Latar<sup>3</sup>

<sup>123</sup>Politeknik Negeri Ambon

gabrielpratama014@gmail.com<sup>1</sup>, talakuaelisabeth5@gmail.com<sup>2</sup>,

sjafrudin.latar07@gmail.com<sup>3</sup>

### ABSTRACT

*In the work to replace the Big Wailola Bridge, several problems were encountered, including changes in the height of the planned and actual abutments. The planned abutment height is 7.20 M high and the realized height is 8.80 M. However, the changes (Design Review) do not change the structure of the pile foundation. And also from the boring results at the location it is known that at a depth of 36 M the SPT only shows the number 32, namely clay soil so that the bearing strength of the pile is determined from the frictional resistance between the pile wall and the surrounding soil (Fraction pile).*

**Keywords:** piles, abutments, bearing capacity, weight, Mayerhoff

### ABSTRAK

Dalam pekerjaan penggantian Jembatan Wailola Besar ada beberapa masalah yang ditemui di antaranya terjadi perubahan tinggi abutmen yang direncanakan dan yang terealisasi. Tinggi Abutmen yang direncanakan memiliki tinggi 7,20 M dan yang terealisasi memiliki tinggi 8,80 M. Namun dalam perubahan (*Review Design*) tidak mengubah struktur fondasi tiang pancang. Dan juga dari hasil boring di lokasi diketahui pada kedalaman 36 M SPT hanya menunjukkan angka 32, yaitu tanah lempung sehingga kekuatan daya dukung tiang tersebut ditentukan dari perlawanan gesek antara dinding tiang dan tanah sekitar (*Fraction pile*).

**Kata Kunci:** tiang pancang, abutmen, daya dukung, berat, Mayerhoff

### PENDAHULUAN

Jembatan merupakan salah satu kebutuhan yang sangat penting bagi manusia dalam proses mobilisasi dari suatu tempat ke tempat yang lainnya, Indonesia Bagian Timur, khususnya Pulau Seram, memiliki banyak sekali sungai, hal ini menyebabkan sulitnya masyarakat dalam proses mobilisasi. Oleh karena itu, pemerintah berupaya untuk membangun infrastruktur jembatan bagi masyarakat sehingga mempermudah masyarakat untuk menjual hasil bumi dan juga kebutuhan lainnya. Pekerjaan penggantian jembatan Wailola Besar dilakukan karena struktur jembatan mengalami kerusakan pada struktur jembatan yaitu patah pada gelegar jembatan.

Dalam pekerjaan penggantian jembatan Wailola Besar ada beberapa masalah yang ditemui di antaranya terjadi perubahan tinggi abutmen yang direncanakan dan yang terealisasi. Tinggi abutmen yang direncanakan memiliki tinggi 7,20 M dan yang terealisasi memiliki tinggi 8,80 M. Hal ini disebabkan tinggi gambar perencanaan sama dengan tinggi jembatan lama yang di mana pada tahun 2019 hasil wawancara dengan masyarakat sekitar pada saat curah hujan tinggi air melewati jembatan lama

yang mengakibatkan kerusakan. Namun dalam perubahan (*Review design*) tersebut tidak merubah struktur fondasi tiang pancang. Dan juga dari hasil boring di lokasi diketahui tiang pancang tersebut tidak sampai atau tidak mendapatkan tanah yang keras karena sampai kedalaman 36 M, SPT yang ada masih menunjukkan 32, yaitu tanah lempung, sehingga kekuatan daya dukung tiang tersebut ditentukan dari perlawanan gesek antara dinding tiang dan tanah sekitar (*Fraction Pile*).

Untuk memperoleh daya dukung tiang pancang, maka diperlukan untuk membagi kapasitas ultimit dan faktor aman tertentu. Faktor aman dimaksudkan agar beban berat pengaruh *review design* aman terhadap fondasi tersebut dan memberikan keamanan kuat geser dan kompresibilitas tanah dan meyakinkan bahwa tiang cukup aman dalam mendukung beban yang bekerja. Dari cara mendukung beban Fondasi ini menggunakan tiang gesek (*Fraction pile*). Yaitu tiang yang kapasitas dukungnya lebih ditentukan oleh perlawanan gesek antara dinding tiang dan tanah sekitar. Berdasarkan masalah tersebut, maka dilakukan penelitian tentang Analisis Daya Dukung Tiang Pancang terhadap Pengaruh *Review Design* Jembatan Wailola Besar Kota Bula.

## METODE PENELITIAN

Untuk memperoleh berat abutmen pada jembatan Wailola Besar sebelum *Review Design* dan setelah *Review Design* dan daya dukung tiang pancang tersebut apakah mampu memikul beban akibat *Review Design* dan metode yang digunakan untuk menganalisis daya dukung tiang pancang adalah metode Mayerhoff, dan untuk perhitungan berat abutmen menggunakan perhitungan Poligon.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berat Abutmen

Total Berat Abutmen sebelum <i>Review Design</i>	Total Berat Abutmen Setelah <i>Review Design</i>
439,72 Ton	463,17 Ton

### 1. Daya Dukung Tiang Pancang Abutmen I, yang Terdalam dan Terdangkal

- Daya Dukung Fondasi Tiang Pancang Tunggal

Daya Dukung Ujung Tiang ( $Q_p$ )

Persamaan (2.2)

$$Q_p = 40 \cdot A_{p_{\text{tiang}}} \cdot N_p$$

$$A_p = \text{Rumus luas lingkaran} : \frac{1}{4} \pi \cdot D^2 = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2 = 0,283 \text{ m}^2$$

#### A. Tiang yang terdalam dengan kedalaman 35,7M

- Pengaruh ujung tiang 35,7 m yang terpasang:

$$\text{Atas } 8d = 8 \times 60 = 4,8 \text{ m} \Rightarrow \text{Elevasi} = 35,7 - 4,8 = 30,9 \text{ m}$$

$$\text{Bawah } 4d = 4 \times 60 = 2,4 \text{ m} \Rightarrow \text{Elevasi} = 35,7 - 2,4 = 33,3 \text{ m}$$

Ujung Fondasi berada dikedalaman 35,7 m, Untuk  $N_p$  digunakan di

kedalaman: L - 8d, yaitu di antara kedalaman 30,9 m sampai dengan 33,3 m

$$N_p = (15 + 22 + 20)/3 = 19$$

$$Q_p = 40 \times 0,283 \times 19 \\ = 215,08 \text{ Ton}$$

- Tahanan Selimut Tiang ( $Q_s$ )

Persamaan (2.3)

$$Q_s = 0,2 \times N \times A_s$$

$$A_s = \text{Rumus luas selimut tabung: } 2 \cdot \pi \cdot r \cdot t = 2 \times 3,14 \times 0,3 \times 35,7 \\ = 67,25 \text{ M}$$

$$\bar{N} = (28 + 45 + 44 + 45 + 30 + 35 + 32 + 20 + 18 + 18 + 16 + 18 + 18 + 20 + \\ 15 + 22 + 20 + 28 + 32)/19 = 24,68$$

$$Q_s = 0,2 \times 24,68 \times 67,25 \\ = 332,05 \text{ Ton}$$

- Daya dukung ultimate tiang ( $Q_{ult}$ )

Persamaan (2.4)

$$Q_{ult} = Q_p + Q_s$$

$$Q_{ult} = 215,08 + 332,08 = 547,16 \text{ Ton}$$

- Daya dukung Allowable tiang ( $Q_{all}$ )

Persamaan (2.5)

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

SF (2 - 3) diambil 3

$$Q_{all} = \frac{547,16}{3}$$

$$= 182,38 \text{ Ton}$$

- Beban Netto yang diijinkan ( $Q_{tiang}$ )

Persamaan (2.6)

$Q_{all}$  - berat tiang sendiri

$$182,38 - 3,13 = 179,25 \text{ Ton}$$

- Cek kekuatan bahan tiang ( $P_{tiang}$ )

Persamaan (2.7)

$$P_{tiang} = \sigma_{tiang} \cdot A_{tiang}$$

Tegangan ijin bahan tiang baja :  $\sigma = 0,35 - 0,50 \times f_y$

Tegangan leleh baja :  $f_y = 280 - 500 \text{ MPa}$

Diambil 300 MPa = 3.059,1 (Kg/cm<sup>2</sup>)

Diambil 0,35

$$\sigma_{tiang} = 0,35 \times 3059,1 = 1.070,68 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

$$A_{tiang} = \pi r^2 = 3,14 \times 30^2 = 2826$$

$$P_{tiang} = 1070,68 \times 2826 = 3.025.755,81 \text{ Kg atau}$$

$$= 3.025,75 \text{ Ton} > 179,25 \text{ Ton}$$

- Efisiensi Tiang  
Persamaan (2.8)  
$$E_g = 1 - \emptyset \frac{(n-1)m+(m-1)n}{90mn}$$
$$\emptyset = 20^\circ$$
$$E_g = 1 - 20 \frac{(7-1)3+(3-1)7}{90 \times 3 \times 7}$$
$$= 0,66$$

## B. Tiang yang terdangkal dengan kedalaman 30M

- Pengaruh ujung tiang 30 m yang terpasang:  
Atas  $8d = 8 \times 60 = 4,8 \text{ m} \Rightarrow \text{Elevasi} = 30 - 4,8 = 25,2 \text{ m}$   
Bawah  $4d = 4 \times 60 = 2,4 \text{ m} \Rightarrow \text{Elevasi} = 30 - 2,4 = 27,6 \text{ m}$   
Ujung Fondasi berada dikedalaman 30 m, Untuk  $N_p$  digunakan di kedalaman :  $L - 8d$ , yaitu diantara kedalaman 25,2 m sampai dengan 27,6 m  
$$N_p = (18 + 20)/2 = 19$$
$$Q_p = 40 \times 0,283 \times 19$$
$$= 215,08 \text{ Ton}$$
- Tahanan Selimut Tiang ( $Q_s$ )  
Persamaan (2.3)  
$$Q_s = 0,2 \times N \times A_s$$
$$A_s = \text{Rumus luas selimut tabung} : \pi.D.t = 3,14 \times 0,6 \times 30$$
$$= 56,52 \text{ m}$$
$$\check{N} = (28 + 45 + 44 + 45 + 30 + 35 + 32 + 20 + 18 + 18 + 16 + 18 + 18 + 20 + 15 + 22 + 20 + 28 + 32)/19 = 24,685$$
$$Q_s = 0,2 \times 24,685 \times 56,52$$
$$= 279,04 \text{ Ton}$$
- Daya dukung ultimate tiang ( $Q_{ult}$ )  
Persamaan (2.4)  
$$Q_{ult} = Q_p + Q_s$$
$$Q_{ult} = 215,08 + 279,040 = 494,12 \text{ Ton}$$
- Daya dukung Allowable tiang ( $Q_{all}$ )  
Persamaan (2.5)  
$$Q_{all} = \frac{Q_u}{SF}$$
$$SF (2 - 3) \text{ diambil } 3$$
$$Q_{all} = \frac{494,12}{3}$$
$$= 164,70 \text{ Ton}$$

- Beban Netto yang diijinkan ( $Q_{\text{tiang}}$ )

Persamaan (2.6)

$Q_{\text{all}}$  - berat tiang sendiri

$$164,70 - 2,64 = 162,06 \text{ Ton}$$

- Cek kekuatan bahan tiang ( $P_{\text{tiang}}$ )

Persamaan (2.7)

$$P_{\text{tiang}} = \sigma_{\text{tiang}} \cdot A_{\text{tiang}}$$

Tegangan ijin bahan tiang baja :  $\sigma = 0,35 - 0,50 \times f_y$

Tegangan leleh baja :  $f_y = 280 - 500 \text{ MPa}$

Diambil  $300 \text{ MPa} = 3.059,1 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$

Diambil  $0,35$

$$\sigma_{\text{tiang}} = 0,35 \times 3059,1 = 1.070,68 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

$$A_{\text{tiang}} = \pi r^2 = 3,14 \times 30^2 = 2826$$

$$P_{\text{tiang}} = 1070,68 \times 2826 = 3.025.755,81 \text{ Kg atau}$$

$$= 3.025,75 \text{ Ton} > 162,06 \text{ Ton}$$

- Efisiensi Tiang

Persamaan (2.8)

$$E_g = 1 - \emptyset \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90mn}$$

$$\emptyset = 20^\circ$$

$$E_g = 1 - 20 \frac{(7-1)3 + (3-1)7}{90 \times 3 \times 7}$$

$$= 0,66$$

Dengan Hasil sebagai Berikut

Kedalaman	$Q_p$	$Q_s$	$Q_{\text{ult}}$	$Q_{\text{all}}$	$E_g$	$Q_{\text{tk}}$
35,7 M	215,08 Ton	332,058 Ton	547,165 Ton	182,389 Ton	0,662	23336,593 Ton
30 M	215,08 Ton	279,040 Ton	494,12 Ton	164,77 Ton		

## 1. Daya Dukung Tiang Pancang Abutmen II, yang Terdalam dan Terdangkal

- Daya Dukung Fondasi Tiang Pancang Tunggal

Daya Dukung Ujung Tiang ( $Q_p$ )

Persamaan (2.2)

$$Q_p = 40 \cdot A_{p\text{tiang}} \cdot N_p$$

$$A_p = \text{Rumus luas lingkaran} : \frac{1}{4} \pi \cdot D^2 = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2$$

$$= 0,28 \text{ M}^2$$

### A. Tiang yang terdalam dengan kedalaman 35,7M

- Pengaruh ujung tiang 35,7 m yang terpasang:

$$\text{Atas } 8d = 8 \times 60 = 4,8 \text{ m} \Rightarrow \text{Elevasi} = 35,7 - 4,8 = 30,9 \text{ m}$$

$$\text{Bawah } 4d = 4 \times 60 = 2,4 \text{ m} \Rightarrow \text{Elevasi} = 35,7 - 2,4 = 33,3 \text{ m}$$

Ujung Fondasi berada dikedalaman 35,7 m, Untuk  $N_p$  digunakan di kedalaman :  $L - 8d$ , yaitu diantara kedalaman 30,9 m sampai dengan 33,3 m

$$N_p = (14 + 20 + 21)/3 = 18,33$$

$$Q_p = 40 \times 0,283 \times 18,33 \\ = 207,49 \text{ Ton}$$

- Tahanan Selimut Tiang ( $Q_s$ )

Persamaan (2.3)

$$Q_s = 0,2 \times N \times A_s$$

$$A_s = \text{Rumus luas selimut tabung: } 2 \cdot \pi \cdot r \cdot t = 2 \times 3,14 \times 0,3 \times 35,7 \\ = 67,25 \text{ M}$$

$$\bar{N} = (60 + 18 + 37 + 40 + 11 + 14 + 10 + 12 + 15 + 12 + 10 + 15 + 10 + 12 + \\ 14 + 20 + 21 + 24 + 28)/19 = 20,15$$

$$Q_s = 0,2 \times 20,15 \times 67,25 \\ = 271,16 \text{ Ton}$$

- Daya dukung ultimate tiang ( $Q_{ult}$ )

Persamaan (2.4)

$$Q_{ult} = Q_p + Q_s$$

$$Q_{ult} = 207,49 + 271,16 = 478,65 \text{ Ton}$$

- Daya dukung Allowable tiang ( $Q_{all}$ )

Persamaan (2.5)

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

SF (2 - 3) diambil 3

$$Q_{all} = \frac{478,65}{3} \\ = 159,55 \text{ Ton}$$

- Beban Netto yang diijinkan ( $Q_{tiang}$ )

Persamaan (2.6)

$Q_{all}$  - berat tiang sendiri

$$159,55 - 3,13 = 156,41 \text{ Ton}$$

- Cek kekuatan bahan tiang ( $P_{tiang}$ )

Persamaan (2.7)

$$P_{tiang} = \sigma_{tiang} \cdot A_{tiang}$$

Tegangan ijin bahan tiang baja:  $\sigma = 0,35 - 0,50 \times f_y$

Tegangan leleh baja:  $f_y = 280 - 500 \text{ MPa}$

Diambil  $300 \text{ MPa} = 3.059,1 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$

Diambil 0,35

$$\sigma_{tiang} = 0,35 \times 3059,1 = 1.070,68 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

$$A_{tiang} = \pi r^2 = 3,14 \times 30^2 = 2826$$

$$P_{\text{tiang}} = 1070,68 \times 2826 = 3.025.755,81 \text{ Kg atau} \\ = 3.025,75 \text{ Ton} > 156,41 \text{ Ton}$$

- Efisiensi Tiang

Persamaan (2.8)

$$E_g = 1 - \emptyset \frac{(n-1)m+(m-1)n}{90mn}$$

$$\emptyset = 20^\circ$$

$$E_g = 1 - 20 \frac{(7-1)3+(3-1)7}{90 \times 3 \times 7}$$

$$= 0,66$$

## B. Tiang yang terdangkal dengan kedalaman 30M

- Pengaruh ujung tiang 30 m yang terpasang:

$$\text{Atas } 8d = 8 \times 60 = 4,8 \text{ m} \Rightarrow \text{Elevasi} = 30 - 4,8 = 25,2 \text{ m}$$

$$\text{Bawah } 4d = 4 \times 60 = 2,4 \text{ m} \Rightarrow \text{Elevasi} = 30 - 2,4 = 27,6 \text{ m}$$

Ujung Fondasi berada dikedalaman 30 m, Untuk  $N_p$  digunakan di kedalaman :  $L - 8d$ , yaitu diantara kedalaman 25,2 m sampai dengan 27,6 m

$$N_p = (10 + 12)/2 = 11$$

$$Q_p = 40 \times 0,283 \times 11$$

$$= 124,52 \text{ Ton}$$

- Tahanan Selimut Tiang ( $Q_s$ )

Persamaan (2.3)

$$Q_s = 0,2 \times N \times A_s$$

$$A_s = \text{Rumus luas selimut tabung} : 2 \cdot \pi \cdot r \cdot t = 2 \times 3,14 \times 0,3 \times 30$$

$$= 56,52 \text{ m}$$

$$\check{N} = (60 + 18 + 37 + 40 + 11 + 14 + 10 + 12 + 15 + 12 + 10 + 15 + 10 + 12 + 14 + 20 + 21 + 24 + 28)/19 = 20,15$$

$$Q_s = 0,2 \times 20,15 \times 56,52$$

$$= 227,86 \text{ Ton}$$

- Daya dukung ultimate tiang ( $Q_{ult}$ )

Persamaan (2.4)

$$Q_{ult} = Q_p + Q_s$$

$$Q_{ult} = 124,52 + 227,86 = 352,38 \text{ Ton}$$

- Daya dukung Allowable tiang ( $Q_{all}$ )

Persamaan (2.5)

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

SF (2 - 3) diambil 3

$$Q_{all} = \frac{352,38}{3}$$

$$= 117,463 \text{ Ton}$$

- Beban Netto yang diijinkan ( $Q_{\text{tiang}}$ )  
 Persamaan (2.6)  
 $Q_{\text{all}}$  - berat tiang sendiri  
 $117,46 - 2,64 = 114,82 \text{ Ton}$
- Cek kekuatan bahan tiang ( $P_{\text{tiang}}$ )  
 Persamaan (2.7)  
 $P_{\text{tiang}} = \sigma_{\text{tiang}} \cdot A_{\text{tiang}}$   
 Tegangan ijin bahan tiang baja :  $\sigma = 0,35 - 0,50 \times f_y$   
 Tegangan leleh baja :  $f_y = 280 - 500 \text{ MPa}$   
 Diambil  $300 \text{ MPa} = 3.059,1 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$   
 Diambil  $0,35$   
 $\sigma_{\text{tiang}} = 0,35 \times 3059,1 = 1.070,68 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$   
 $A_{\text{tiang}} = \pi r^2 = 3,14 \times 30^2 = 2826$   
 $P_{\text{tiang}} = 1070,68 \times 2826 = 3.025.755,81 \text{ Kg atau}$   
 $= 3.025,75 \text{ Ton} > 114,82 \text{ Ton}$
- Efisiensi Tiang  
 Persamaan (2.8)  
 $E_g = 1 - \phi \frac{(n-1)m+(m-1)n}{90mn}$   
 $\phi = 20^\circ$   
 $E_g = 1 - 20 \frac{(7-1)3+(3-1)7}{90 \times 3 \times 7}$   
 $= 0,66$

Dengan Hasil sebagai Berikut

Kedalaman	$Q_p$	$Q_s$	$Q_{\text{ult}}$	$Q_{\text{all}}$	$E_g$	$Q_{\text{tk}}$
35,7 M	207,496 Ton	271,162 Ton	478,658 Ton	159,553 Ton	0,662	1523,574 Ton
30 M	124,52 Ton	352,387 Ton	352,387 Ton	117,463 Ton		

## KESIMPULAN

Dari perhitungan analisis daya dukung tiang pancang terhadap pengaruh *Review Design* Jembatan Wailola Besar Bula, SBT. Dapat disimpulkan bahwa:

1. Berat Abutmen Jembatan Wailola Besar Kota Bula Kabupaten Seram Bagian Timur Sebelum terjadi *Review Design* sebesar = 439,72 Ton yang terbagi dalam berat beton Bertulang  $f_c'30 \text{ Mpa}$  sebesar = 425,85 Ton, dan berat tulangan Abutmen sebesar = 13,87 Ton Dan Berat Abutmen Jembatan Wailola Besar Kota Bula kabupaten Seram Bagian Timur setelah terjadi *Review Design* sebesar = 463,17 Ton yang terbagi dalam berat beton bertulang  $f_c'30 \text{ Mpa}$  sebesar = 444,03 Ton, dan berat tulangan Abutmen sebesar = 19,14 Ton

2. Daya dukung kelompok tiang pancang Abutmen I dengan kedalaman bervariasi dengan  $Q_{\text{tiang}}$  rata-rata sebesar = 168,07 Ton, sehingga untuk satu Abutmen menggunakan 21 buah tiang pancang. Maka daya dukung tiang kelompok ( $Q_{\text{tk}}$ ) sebesar = 2336,59 Ton, dan dapat dinyatakan aman karena memenuhi dan mampu memikul beban abutmen setelah terjadinya *Review Design* dan Daya dukung kelompok tiang pancang Abutmen II dengan kedalaman bervariasi dengan  $Q_{\text{tiang}}$  rata-rata sebesar = 109,60 Ton, sehingga untuk satu Abutmen menggunakan 21 buah tiang pancang. Maka daya dukung tiang kelompok ( $Q_{\text{tk}}$ ) sebesar = 1523,57 Ton dan dapat dinyatakan aman karena memenuhi dan mampu memikul beban abutmen setelah terjadinya *Review Design*.

## DAFTAR PUSTAKA

- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. (2017). SNI 2052:2017\_Tabel berat Baja tulangan. Badan Standarisasi Nasional: Jakarta.
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. (2019). SNI 2847:2019\_Persyaratan Beton Struktural. Badan Standarisasi Nasional: Jakarta.
- Adma, Nabila Anisa Amara., Faishal Ahmad., Arlina Phelia. (2020). Evaluasi Daya Dukung Tiang Pancang pada Pembangunan Jetty. *Jurnal Teknik Sipil*, 01(06), 07-14.
- Anonim. (2014). Tentang Keinsinyuran. Jakarta.
- Bowless. (1997). Pengertian Tanah dan Fondasi Dangkal.
- Br Ginting, Santa Vera Novita., Irwan, Nurmaidah. (2018). Analisis Daya Tiang Pancang Overpass Sei Mayang Sta. 0+350 pada Pembangunan Jalan Tol Medan-Bnjai. Program Studi Teknik Sipil. Universitas Medan.
- Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2020). Spesifikasi Umum 2018 untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan (Revisi 2).
- Hardiyantmo, H. C. (2022). Analisis Dan Perencanaan Fondasi II. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H. C. (2022). Analisis dan perencanaan Fondasi I. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Kusumal, Catra Editya. (2021). Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang Proyek Penambahan Line Conveyor Batu Bara. *Jurnal Teknik Sipil*, 01(06), 44-50.
- Mochtar. (2006). Revised 2012. Hubungan Parameter Tanah untuk Tanah lempung.
- Primbodo, Moh. Radityo Adi. (2020). Analisis Kapasitas Dukung Pondasi Tiang Pancang dengan Variasi Dimensi pada Tanah Lempung. Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia.
- Randolph., And Murpy. (1085). Hubungan Faktoe Adhesi dan Kohesi untuk Tiang Pancang dalam Tanah Lempung.
- Sardjono. (1988). Definisi Fondasi Tiang Pancang.
- Sari, Desy Normalita. (2015). Perencanaan Struktur Pondasi Tiang Pancang Gedung CSSD RSUD Dr. H. Moch. Antasari Saleh Banjarmasin. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Universitas Muhammadiyah Malang.
- Waringga, Wira Arga. (2014). *Perilaku Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Akibat Proses Setup pada Tanah Lempung di Kampus UPI*. [S1 Thesis, Universitas Pendidikan Indonesia].
- Widianto, Fajar., Lenggogeni., and Henita Rahmayanti. (2022). Evaluasi Pemeliharaan Dan Perawatan Bangunan Gedung K. H. Hasjim Asj'arie, Kampus A, Universitas Negeri Jakarta. *Menara: Jurnal Teknik Sipil*, 17(1), 35-42. <http://journal.unj.ac.id/unj/index.php/menara/article/view/17417>.
- Widiasanti, Irika., Jihad Ryzki., Gara Alpinas., and Mochammad Iqbal Nur Rizqy. (2020). Metode Pelaksanaan Pekerjaan Bekisting Aluminium. ed. Jihad Ryzki. Jakarta: Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta.
- Zed, Mestika. (2003). Sejarah dan Teori Sosial. Terbitan Yayasan Obor Indonesia.