

**STUDI EVALUASI PERBANDINGAN KAPASITAS DAYA DUKUNG  
PONDASI *MINI PILE* MENGGUNAKAN METODE MEYERHOFF  
DENGAN METODE PRICE & WARDLE  
(Studi Kasus : Pembangunan Gedung Kantor Dinas Kependudukan Dan  
Catatan Sipil Kabupaten Tapin)**

**Novia Istiani<sup>1</sup>, Akhmad Gazali<sup>2</sup>, Fathurrahman<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Teknik Sipil, 22201,FakultasTeknik,Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari  
Banjarmasin, NPM 16640290

<sup>2</sup>TeknikSipil, 22201,FakultasTeknik,Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari  
Banjarmasin,NIDN1108088803

<sup>3</sup>TeknikSipil, 22201,FakultasTeknik,Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari  
Banjarmasin,NIDN1122127301

Email : [noviaistiani59@gmail.com](mailto:noviaistiani59@gmail.com)

**ABSTRAK**

Pada kegiatan pembangunan infrastruktur jalan maupun gedung, pondasi merupakan bagian sangat penting dari suatu bangunan sipil. Pondasi digunakan untuk menahan beban terdasar dari suatu konstruksi. Pondasi memiliki definisi struktur bagian bawah bangunan yang berhubungan langsung dengan tanah, atau bagian bangunan yang terletak dibawah permukaan tanah yang berfungsi memikul beban bagian bangunan diatasnya. Penelitian ini berlokasi di Kabupaten Tapin pada Pembangunan Gedung Kantor Dinas Kependudukan Dan Catatan Sipil. Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui perbandingan nilai kapasitas daya dukung ultimit pondasi mini pile menggunakan metode Meyerhoff dan metode Price & Wardle. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh kesimpulan kapasitas daya dukung ultimit pondasi mini pile menggunakan Metode Meyerhoff sebesar  $Qu_1 = 158,65$  ton pada sondir 1 (S-1) dan  $Qu_2 = 166,70$  ton pada sondir 2 (S-2), sedangkan hasil perhitungan menggunakan Metode Price & Wardle sebesar  $Qu_1 = 136,70$  ton pada sondir 1 (S-1) dan  $Qu_2 = 144,85$  ton pada sondir 2 (S-2) yang berarti nilai kapasitas daya dukung pondasi mini pile menggunakan metode Mayerhoff lebih besar daripada metode Price & Wardle baik pada sondir 1 (S-1) maupun sondir 2 (S-2), namun perbedaannya tidak signifikan.

**Kata Kunci** : Pondasi *Mini Pile*, Daya Dukung Ultimit, Daya Dukung Ijin

---

**ABSTRACT**

*In road and building infrastructure development activities, the foundation is a very important part of a civil building. Foundation as the basic load-bearing basis of a construction. The foundation is the structure of the lower part of the building that is directly related to the ground, or the part of the building located below the ground surface which has the function of carrying the load of the part of the building above it This research is located in Tapin Regency during the Construction of the Office of Population and Civil Registry Office. The purpose of this study is to compare the value of the ultimate bearing capacity of the mini pile foundation using the Meyerhoff method and the Price & Wardle method. Based on the calculation results, it can be concluded that the ultimate bearing capacity of the mini pile foundation using the Meyerhoff method is  $Qu_1 = 158.65$  tons on sondir 1 (S-1) and  $Qu_2 = 166.70$  tons on sondir 2 (S-2), while the calculation results use The Price & Wardle method is  $Qu_1 = 136.70$  tons on sondir 1 (S-1) and  $Qu_2 = 144.85$  tons on sondir 2 (S-2) which means the value of the carrying capacity of the mini pile foundation using the Mayerhoff method is greater than the Price & Wardle both on sondir 1 (S-1) and sondir 2 (S-2), but the difference is not significant.*

**Keywords** : *Mini Pile Foundation, Ultimate Bearing Capacity, Permit Bearing Capacity*

## PENDAHULUAN

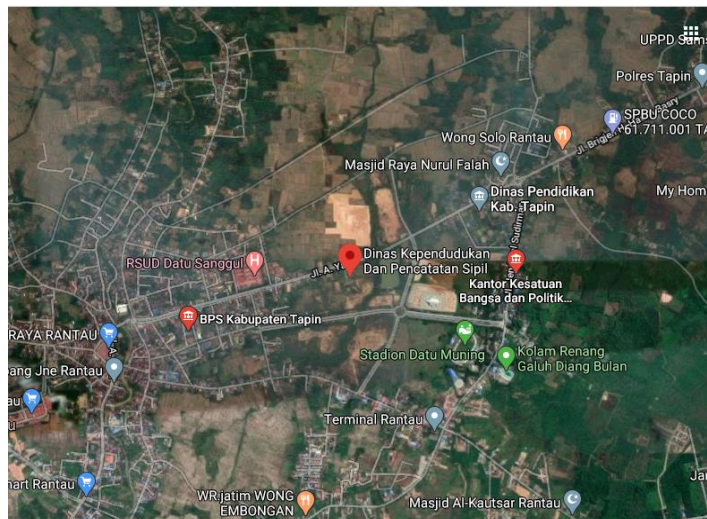
Pada kegiatan pembangunan infrastruktur jalan maupun gedung, pondasi merupakan bagian sangat penting dari suatu bangunan sipil. Pondasi digunakan untuk menahan beban terdasar dari suatu konstruksi. Pondasi memiliki definisi struktur bagian bawah bangunan yang berhubungan langsung dengan tanah, atau bagian bangunan yang terletak dibawah permukaan tanah yang berfungsi memikul beban bagian bangunan diatasnya (Josep E. Bowles, 1996). Terdapat dua jenis pondasi, yakni pondasi dangkal dan pondasi dalam. Pondasi dangkal yaitu pondasi yang tidak memerlukan galian tanah yang terlalu dalam karena lapisan tanahnya sudah cukup keras. Sedangkan pondasi dalam merupakan pondasi yang memerlukan pengeboran atau pemancangan karena lapisan tanah yang keras berada dikedalaman tanah yang cukup dalam, seperti pondasi pada bangunan gedung bertingkat dan jembatan. Contoh jenis pondasi dalam adalah , pondasi tiang, pondasi tiang bor (bore pile) dan pondasi mini pile.

Pondasi mini pile adalah pondasi tiang pancang dengan ukuran yang lebih kecil. Penampang *mini pile* biasanya berbentuk kotak dan segitiga dengan ukuran penampang yang bervariasi antara 20 x 20 cm, 25 x 25 cm, 30 x 30 cm, sampai 40 x 40 cm dengan ukuran panjang masing-masing antara 3 m sampai dengan 9 m. Berdasarkan hasil penyelidikan tanah berupa sondir sebanyak 2 titik pada Pembangunan Gedung Kantor Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil ini diperoleh data kedalaman tanah keras berada pada kedalaman 6,60 m dan 6,80 m. Sehingga pada kondisi ini, jenis pondasi yang cocok adalah pondasi mini pile.

## METODE PENELITIAN

### 1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini berlokasi pada pengerjaan konstruksi yang sifatnya sederhana yaitu pada Jl.Rantau Baru Rantau-Kalimantan Selatan.



Gambar 1 Lokasi Penelitian Gedung Kantor Dinas Kependudukan Dan (Sumber : Google Maps)

### 2. Analisis Kapasitas Daya Dukung Pondasi Mini Pile Menggunakan Data Sondir

Dialam perbedaaan hasil tes di lapangan, sondir atau cone penetration test (CPT) seringkali sangat dipertimbangkan berperan dari geoteknik. CPT atau sondir ini merupakan tes yang sederhana, ekonomis dan tes tersebut dapat dipercaya dilapangan dengan pengukuran terus-menerus dari permukaan tanah-tanah dasar. CPT atau sondir juga dapat mengklasifikasi lapisan tanah dan dapat memperkirakan kekuatan serta karakteristik dari tanah. Untuk perencanaan pondasi mini pile (pile) data tanah sangat diperlukan agar dapat diketahui kapasitas daya dukung (bearing capacity) dari mini pile sebelum pembangunan dimulai, guna menentukan kapasitas daya dukung ultimit dari tiang pancang. Kapasitas daya dukung ultimit dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$Q_u = Q_b + Q_s \quad (1)$$

Keterangan:

$Q_u$  = Kapasitas daya dukung ultimit tiang pancang.

$Q_b$  = Kapasitas tahanan ujung tiang.

$Q_s$  = Kapasitas tahanan kulit.

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

Ab = Luas di ujung tiang.  
 f = Satuan tahanan kulit persatuan luas.  
 As = Luas kulit tiang pancang.

3. Kapasitas Daya Dukung Mini Pile Menggunakan Metode Meyerhoff

Untuk menghitung daya dukung mini pile berdasarkan data hasil pengujian sondir, dapat dilakukan dengan menggunakan metode Meyerhoff.

Daya dukung ultimate pondasi dihitung dengan rumus :

$$Q_{ult} = (q_c \times A_p) + (JHL \times K_{11}) \quad (2)$$

Keterangan:

Q<sub>ult</sub> = Kapasitas daya dukung tiang tunggal.  
 q<sub>c</sub> = Tahanan ujung sondir.  
 A<sub>p</sub> = Luas penampang tiang.  
 JHL = Jumlah hambatan lekat.  
 K<sub>11</sub> = Keliling tiang.

Daya dukung ijin pondasi dinyatakan dengan rumus :

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

Keterangan:

Q<sub>ijin</sub> = Kapasitas daya dukung ijin pondasi.  
 q<sub>c</sub> = Tahanan ujung sondir.  
 A<sub>p</sub> = Luas penampang tiang.

4. Kapasitas Daya Dukung Mini Pile Menggunakan Metode Price & Wardle

Kontribusi lain dalam pengembangan korelasi langsung untuk memprediksi komponen daya dukung berdasarkan data CPT adalah metode Price dan Wardle (1982), dimaksudkan untuk memprediksi q<sub>b</sub> dan f<sub>p</sub> tiang dari data CPT yaitu q<sub>c</sub> dan f<sub>c</sub>.

Komponen daya dukung tersebut diperoleh dengan :

$$f_b = k_s \cdot f_s \quad (4)$$

$$q_b = k_b \cdot q_c(\text{tip}) \quad (5)$$

Dimana :

f<sub>b</sub> = Tahanan selimut tiang (ton/m<sup>2</sup>)  
 f<sub>s</sub> = Bacaan gesekan selimut konus (ton/m<sup>2</sup>)  
 k<sub>s</sub> dan k<sub>b</sub> = Konstanta bergantung pada jenis tiang  
 q<sub>b</sub> = Tahanan ujung tiang (ton/m<sup>2</sup>)  
 q<sub>c</sub>(tip) = nilai q<sub>c</sub> pada ujung tiang (ton/m<sup>2</sup>)

Tabel 1 Variasi nilai k<sub>s</sub>

K <sub>s</sub>	Jenis Tiang
0,53	Driven piles
0,62	Jacked piles
0,49	Drilled shaft

Sumber: Evaluasi Formula Penentuan Daya Dukung Aksial Tiang Pancang Tunggal, 2014

Tabel 2 Variasi nilai k<sub>b</sub>

k <sub>b</sub>	Jenis Tiang
0,35	Driven piles
0,30	Jacked piles

Sumber: Evaluasi Formula Penentuan Daya Dukung Aksial Tiang Pancang Tunggal, 2014

Untuk kapasitas daya dukung ultimit tiang digunakan persamaan :

$$Q_u = Q_b + Q_s = q_b \cdot A_b + f_b \cdot A_s \quad (6)$$

Dengan :

Q<sub>u</sub> = Kapasitas daya dukung aksial ultimit tiang pancang  
 Q<sub>b</sub> = Kapasitas tahanan di ujung tiang  
 Q<sub>s</sub> = Kapasitas tahanan kulit  
 q<sub>b</sub> = Kapasitas daya dukung di ujung tiang persatuan luas  
 A<sub>b</sub> = Luas diujung tiang

$f_b$  = Satuan tahanan kulit persatuan luas,  
 $A_s$  = Luas kulit tiang pancang

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Perhitungan Kapasitas Daya Dukung Pondasi Mini Pile Tunggal Menggunakan Metode Meyerhoff

a. Data sondir S-1

- 1) Kedalaman ( $d$ ) = 6,60 m
- 2) Posisi di permukaan tanah galian

Data yang diperoleh dari titik 1 pada kedalaman 6,60 m adalah:

- Perlawanan Penetrasi Konus (PPK),  $q_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Jumlah Hambatan Lekat (JHL) = 274 kg/cm

Daya dukung terhadap kekuatan tanah untuk tiang desak: Daya dukung tiang ultimate pada kedalaman 6,60 m.

$$\begin{aligned} Q_{ult} &= (q_c \times A_p) + (JHL \times K) \\ Q_{ult} &= (210 \times 625) + (274 \times 100) \\ &= 131.250 + 27.400 \\ &= 158.650 \text{ kg} \\ &= 158,650 \text{ ton} \end{aligned}$$

Daya dukung tiang ijin ( $Q$  ijin)

$$\begin{aligned} Q \text{ ijin} &= \frac{q_c \times A_p}{SF1} + \frac{JHL \times K}{SF2} \\ &= \frac{210 \times 625}{3} + \frac{274 \times 100}{5} \\ &= 43.750 + 5.480 \\ &= 49.230 \text{ kg} \\ &= 49,23 \text{ ton} \end{aligned}$$

b. Data sondir S-2

- 1) Kedalaman ( $d$ ) = 6,80 m
- 2) Posisi di permukaan tanah galian

Data yang diperoleh dari titik 2 pada kedalaman 6,80 m adalah:

- Perlawanan Penetrasi Konus (PPK),  $q_c = 220 \text{ kg/cm}^2$
- Jumlah Hambatan Lekat (JHL) = 292 kg/cm

Daya dukung terhadap kekuatan tanah untuk tiang desak: Daya dukung tiang ultimate pada kedalaman 6,80 m.

$$\begin{aligned} Q_{ult} &= (q_c \times A_p) + (JHL \times K) \\ Q_{ult} &= (220 \times 625) + (292 \times 100) \\ &= 137.500 + 29.200 \\ &= 166.700 \text{ kg} \\ &= 166,700 \text{ ton} \end{aligned}$$

Daya dukung tiang ijin ( $Q$  ijin)

$$\begin{aligned} Q \text{ ijin} &= \frac{q_c \times A_p}{SF1} + \frac{JHL \times K}{SF2} \\ &= \frac{220 \times 625}{3} + \frac{292 \times 100}{5} \\ &= 45.833,333 + 5.840 \\ &= 51.673,333 \text{ kg} = 51,673 \text{ ton} \end{aligned}$$

### 2. Perhitungan Kapasitas Daya Dukung Pondasi Mini Pile Tunggal Menggunakan Metode Price & Wardle

a. Data sondir S-1

- 1) Kedalaman ( $d$ ) = 6,60 m
- 2) Posisi di permukaan tanah galian

Data yang diperoleh dari titik 1 pada kedalaman 6,60 m adalah:

- Nilai  $q_c$  pada ujung tiang,  $q_{c(\text{tip})} = 210 \text{ kg/cm}^2 = 2.100 \text{ ton/m}^2$
- Gesekan selimut konus ( $f_s$ ) = 274 kg/cm<sup>2</sup> = 2.740 ton/m<sup>2</sup>

Daya dukung terhadap kekuatan tanah untuk tiang *mini pile*: Daya dukung tiang ultimate pada kedalaman 6,60 m.

$$\begin{aligned} Q_u &= Q_b + Q_s \\ Q_u &= q_b \cdot A_b + f_b \cdot A_s \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Q_u &= (k_b \cdot q_c(\text{tip}) \cdot A_b) + (k_s \cdot f_s) \cdot A_s \\
Q_u &= (0,35 \cdot 2100 \cdot 0,0625) + (0,53 \cdot 2740 \cdot 0,0625) \\
Q_u &= 45,9375 + 90,7625 \\
Q_u &= 136,7 \text{ ton}
\end{aligned}$$

Daya dukung tiang ijin ( $Q_{\text{ijin}}$ )

$$\begin{aligned}
Q_{\text{ijin}} &= \frac{Q_u}{SF} \quad (\text{Asumsi } SF = 3) \\
&= \frac{136,7}{3} \\
&= 45,57 \text{ ton}
\end{aligned}$$

b. Data sondir S-2

- 1) Kedalaman ( $d$ ) = 6,80 m
- 2) Posisi di permukaan tanah galian

Data yang diperoleh dari titik 2 pada kedalaman 6,80 m adalah:

- Nilai  $q_c$  pada ujung tiang,  $q_c(\text{tip}) = 220 \text{ kg/cm}^2 = 2.200 \text{ ton/m}^2$
- Gesekan selimut konus ( $f_s$ ) =  $292 \text{ kg/cm}^2 = 2.920 \text{ ton/m}^2$

Daya dukung terhadap kekuatan tanah untuk tiang *mini pile*: Daya dukung tiang ultimate pada kedalaman 6,80 m.

$$\begin{aligned}
Q_u &= Q_b + Q_s \\
Q_u &= q_b \cdot A_b + f_b \cdot A_s \\
Q_u &= (k_b \cdot q_c(\text{tip}) \cdot A_b) + (k_s \cdot f_s) \cdot A_s \\
Q_u &= (0,35 \cdot 2200 \cdot 0,0625) + (0,53 \cdot 2920 \cdot 0,0625) \\
Q_u &= 48,125 + 96,725 \\
Q_u &= 144,85 \text{ ton}
\end{aligned}$$

Daya dukung tiang ijin ( $Q_{\text{ijin}}$ )

$$\begin{aligned}
Q_{\text{ijin}} &= \frac{Q_u}{SF} \quad (\text{Asumsi } SF = 3) \\
&= \frac{144,85}{3} \\
&= 48,28 \text{ ton}
\end{aligned}$$

### 3. Perbandingan Kapasitas Daya Dukung Pondasi *Mini Pile* Menggunakan Metode Meyerhoff dengan Metode Price & Wardle

Berdasarkan pada perhitungan sebelumnya dapat diketahui perbandingan nilai kapasitas daya dukung pondasi *mini pile* menggunakan metode Meyerhoff dengan metode Price & Wardle dapat disimpulkan pada Tabel 3 di bawah ini:

Tabel 3 Perbandingan Kapasitas Daya Dukung Pondasi

No.	Sondir	Kedalaman (m)	Metode Meyerhoff		Metode Price & Wardle	
			$Q_u$ (ton)	$Q_{\text{ijin}}$ (ton)	$Q_u$ (ton)	$Q_{\text{ijin}}$ (ton)
1	S-1	6.60	158.65	49.23	136.70	45.57
2	S-2	6.80	166.70	51.67	144.85	48.28

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari Tabel 3 dapat disimpulkan bahwa nilai kapasitas daya dukung pondasi *mini pile* menggunakan metode Meyerhoff lebih besar daripada metode Price & Wardle baik pada sondir 1 (S-1) maupun sondir 2 (S-2), namun perbedaannya tidak signifikan. Jadi selisih nilai yang tidak signifikan memakai metode Meyerhoff dengan metode Price & Wardle ini adalah sebagai berikut:

a. Sondir 1 (S-1):

$$\begin{aligned}
\text{Selisih } Q_{\text{ult}} &= Q_{\text{ult Meyerhoff}} - Q_{\text{ult Price \& Wardle}} \\
&= 158,65 - 136,70 = 21,95 \text{ ton}
\end{aligned}$$

$$\text{Selisih } Q_{\text{ult}} (\%) = \frac{21,95}{158,65} \times 100\% = 13,83\%$$

$$\begin{aligned}
\text{Selisih } Q_{\text{ijin}} &= Q_{\text{ijin Meyerhoff}} - Q_{\text{ijin Price \& Wardle}} \\
&= 49,23 - 45,57 = 3,66 \text{ ton}
\end{aligned}$$

$$\text{Selisih } Q_{\text{ijin}} (\%) = \frac{3,66}{49,23} \times 100\% = 7,43\%$$

b. Sondir 2 (S-2):

$$\text{Selisih } Q_{\text{ult}} = Q_{\text{ult Meyerhoff}} - Q_{\text{ult Price \& Wardle}}$$

$$=166,70 - 144,85 = 21,85 \text{ ton}$$

$$\text{Selisih } Q_{ult} (\%) = \frac{21,85}{166,70} \times 100\% = 13,10\%$$

$$\text{Selisih } Q_{ijin} = Q_{ijin \text{ Meyerhoff}} - Q_{ijin \text{ Price \& Wardle}}$$

$$= 51,67 - 48,28 = 3,99 \text{ ton}$$

$$\text{Selisih } Q_{ijin} (\%) = \frac{3,99}{51,67} \times 100\% = 6,56\%$$

## PENUTUP

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan dalam penelitian, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh kapasitas daya dukung ultimit pondasi mini pile menggunakan Metode Meyerhoff sebesar  $Q_{u1} = 158,65$  ton pada sondir 1 (S-1) dan  $Q_{u2} = 166,70$  ton pada sondir 2 (S-2).
2. Berdasarkan hasil perhitungan kapasitas daya dukung ultimit pondasi mini pile menggunakan Metode Price & Wardle sebesar  $Q_{u1} = 136,70$  ton pada sondir 1 (S-1) dan  $Q_{u2} = 144,85$  ton pada sondir 2 (S-2).
3. Berdasarkan hasil perhitungan dapat disimpulkan bahwa perbandingan kapasitas daya dukung pondasi mini pile dengan Metode Meyerhoff dengan Metode Price & Wardle adalah nilai kapasitas daya dukung pondasi mini pile menggunakan metode Mayerhoff lebih besar daripada metode Price & Wardle baik pada sondir 1 (S-1) maupun sondir 2 (S-2), namun perbedaannya tidak signifikan.

### Saran

Berdasarkan hasil pembahasan dalam penelitian ini, ada beberapa saran yang ingin disampaikan sebagai berikut:

1. Hasil penelitian ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk analisa permasalahan yang serupa.
2. Mengingat semakin berkembangnya era teknologi seperti sekarang ini sebaiknya untuk analisis perhitungan daya dukung ultimit pondasi mini pile dibantu dengan program komputer seperti All Pile atau sejenisnya.

## REFERENSI

- Akhmad Gazali, 2019. *Analisis Kapasitas Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang: Studi Kasus Proyek Pembangunan Pltu Sampit 2x25 Mw*. Edisi Khusus: Prosiding Seminar Nasional Keinsinyuran, Buletin Profesi Insinyur 2(3) Issn 2654-5926. Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan.
- Akhmad Gazali, Fathurrahman, Yuli Wahyudi, 2018. *Analisis Kapasitas Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Dengan Pembebanan Vertikal Menggunakan Program Staad Pro V8i Pada Proyek Pembangunan Rumah Sakit Kelas D Kecamatan Kintap Kabupaten Tanah Laut*. Jurnal Kacapuri Jurnal Keilmuan
- Bowles JE (1991). *Analisa dan desain Pondasi (Edisi keempat Jilid 1)*. Jakarta: Erlangga.
- Bowles JE (1993). *Analisa dan desain Pondasi (Edisi keempat Jilid 2)*. Jakarta: Erlangga.
- Bowles JE (1996). *Foundation Analysis and Design*. Tokyo, Japan: McGraw-Hill Kogakusha, Ltd.
- Das MB (1991). *Principles of Foundation Engineering (Fourth Edition)*. Sacramento: California State University.
- Hardiyatmo HC (1996). *Teknik Pondasi 1*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Umum.
- Hardiyatmo HC (2002). *Teknik Pondasi 2 (Edisi Kedua)*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Hardiyatmo HC (2010). *Analisis dan Perancangan Fondasi (Edisi Pertama bagian II)*. Yogyakarta Gadjah Mada University Press.
- Ferra Fahriani, Yayuk Apriyanti. 2017. *Analisis Daya Dukung Tanah Dan Penurunan Pondasi Pada Daerah Pesisir Pantai Utara Kabupaten Bangka Universitas Bangka Belitung*. Juitech 01:01. P-Issn: 2580-4057. E-Issn: 2597-7261
- Jurnal Sipil 2019, Anggun, Riswiyanto Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda, *(Study Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Berdasarkan Data Sondir Dan Data Kalendering Pada Bangunan Gedung Asrama Bk Provinsi Kalimantan Timur)*. Jurnal Sipil Statik Vol.6 No.12 Desember 2018 (1029-1034) Issn: 2337-6732
- Victor Mamangkey Turangan A.E, Lanny Manaroinsong. *(Analisis Pondasi Tiang Pancang Pada Silo Semen Tonasa)*. Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado
- Meyerhof, G. G. (1956). *Penetration tests and bearing capacity of cohesionless soils*. ASCEJ

- Soil Mech Found Div 82:866–1019.
- Meyerhof, G. G. (1976). *Bearing capacity and settlement of pile foundations*. J Geotech Eng Div 102:195–228.
- Meyerhof, G. G. (1983). *Scale effects of ultimate pile capacity*. J Geotech Eng 109:797–806.
- Prakash S, Sharma DH (1990). *Pile Foundation in Engineering Practice*. Canada.
- Schmertmann, J. H. (1978). *Guidelines For Cone Penetration Test, Performance and Design*. U.S. Department of Transportation, Washington, DC.
- Price, G & Wardle, I. F. (1982). *A comparison between cone penetration test results and the performance of small diameter instrumented piles in stiff clay*. In: Proceedings of the 2<sup>nd</sup> European symposium
- Mutia Suharlin Putri1,A, Yayuk Apriyanti1, Dan Ferra Fahrani1. *Analisis Perbandingan Daya Dukung Dan Penurunan Tiang Pancang Tunggal Dengan Metode Statik Dan Uji Beban*. Prosiding Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Pada Masyarakat, Isbn: 978-602-61545-0-7,
- Sosarodarsono S, Nakazawa K (1983). *Mekanika Tanah Dan Teknik Pondasi*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Arif Afriyanto. 2017. *Analisa Perbandingan Perencanaan Pondasi Tiang Pancang Menggunakan Berbagai Macam Metode Pada Proyek Apartemen The Frontage Surabaya*. Institut Teknologi Surabaya 10 November 2017
- Agata Iwan Candra. 2017. *Analisis Daya Dukung Pondasi Strauss Pile Pada Pembangunan Gedung Mini Hospital*. Universitas Kadiri. Ukarst 1:1.