

# PERHITUNGAN DAYA DUKUNG FONDASI TANGKI PANEL 16M<sup>3</sup> DI STO ULIN A. YANI KOTA BANJARMASIN

Muhammad Firdaus<sup>1\*</sup>, Luki Wicaksono<sup>2</sup>, Ruspriansyah<sup>3</sup>, Rinda Meilatul Janah<sup>4</sup>

<sup>1,2,3</sup> Jurusan Teknik Sipil dan Kebumihan, Politeknik Negeri Banjarmasin, Indonesia

<sup>4</sup> PT Geoteknik Tanah Fondasi, Indonesia

e-mail: \*<sup>1</sup>muhammadfirdaus@poliban.ac.id (corresponding author)

## Abstrak

*Kuat dan aman merupakan syarat mutlak berdirinya suatu konstruksi, semua konstruksi yang direncanakan akan ditopang oleh tanah. Tujuan penelitian ini untuk Mengetahui sebrapa besar daya dukung tiang pancang tunggal dan kelompok yang bekerja pada fondasi Tangki Panel 16 m<sup>3</sup>. Perhitungan untuk daya dukung fondasi tiang pancang kayu galam menggunakan data Sondir dengan 2 metode yaitu metode deRuiter & Beringen dan Metode Schmertmann dan Nottingham (1975) dan untuk menghitung beban yang bekerja pada bangunan menggunakan perhitungan manual. Berdasarkan hasil perhitungan beban struktur atas yang bekerja sebesar 21,0325 ton, dapat disimpulkan menggunakan metode Schmertmann-Nottingham fondasi aman terhadap beban yang bekerja dikarenakan Qgroup lebih besar dari beban yang bekerja, sedangkan dari hasil perhitungan menggunakan metode deRuiter & Beringen fondasi tidak aman terhadap beban yang bekerja dikarenakan Qgroup lebih kecil dari beban yang bekerja.*

**Kata kunci**— sondir, tiang pancang kayu galam, daya dukung, tangki panel

## Abstract

*Strong and safe is an mainly requirement for build of a construction, all construction planned will be supported by the stable soil layer. The purpose of this study is to determine how much the ultimate capacity of a single pile and group that works on the 16 m<sup>3</sup> panel tank foundation. Calculation for the ultimate capacity of the foundation of the galam wooden pile using cone penetrometer test (CPT) data with 2 methods namely the beringen deruiter method and the Schmertmann and Nottingham (1975) method. For working load acting on the 16 m<sup>3</sup> panel tank construction in this research using manual calculations. Based on the results of the calculation of the upper structure that works at 21,0325 tons, it can be concluded that using the Schmertmann-Nottingham method is safe to the load working because the QGroup is greater than the work load, while from the calculation results using the Deruiter Method the foundation is not safe to the load work because the QGroup is smaller than the work load.*

**Keywords**— cone penetrometer test (CPT), galam wooden pile, ultimate capacity, panel tank

## I. PENDAHULUAN

Kota Banjarmasin merupakan salah satu kota dengan jumlah kejadian kebakaran tertinggi yang tentunya sangat merugikan untuk masyarakat. Banjarmasin juga di kenal dengan julukan Kota 1000 Pemadam

kebakaran. Dengan sering terjadinya kebakaran tersebut maka aktivitas yang dilakukan pemadam juga makin sering yang tentunya mempunyai dampak positif maupun negatif bagi masyarakat dan lingkungan sekitar. Salah satu dampak positif yang diberikan oleh pemadam kebakaran adalah membantu

masyarakat yang terkena musibah kebakaran. Dampak negatif yang ditimbulkan oleh pemadam kebakaran adalah masyarakat (terutama pengguna lalu lintas) merasa was-was karena mobil pemadam kebakaran melaju sangat kencang di jalan raya bahkan ada yang sampai memakan korban. (BPBD KalSel, 2022)

Cara untuk mengurangi ketidaknyamanan masyarakat tersebut dan juga guna mempermudah proses pemadaman kebakaran, maka dibuat suatu bangunan yang berfungsi untuk menampung tangki di beberapa wilayah. Dimana tangki tersebut akan digunakan untuk menampung air dalam jumlah yang banyak yang akan digunakan untuk membantu memadamkan api ketika terjadi kebakaran.

Maka untuk menampung beban dengan jumlah yang banyak, suatu bangunan sangat perlu memiliki fondasi yang kuat. Berdasarkan hal itu, maka perencanaan suatu fondasi perlu memperhatikan adanya sistem gaya yang bekerja, kapasitas dukung struktur fondasi terhadap gaya yang bekerja, maupun kapasitas dukung tanah untuk menahan gaya yang disalurkan oleh fondasi.

Pemilihan jenis fondasi tergantung pada jenis konstruksi yang akan dibangun dan juga pada jenis tanahnya. Pada umumnya bahan fondasi yang banyak digunakan dalam dunia konstruksi yang berada di Kota Banjarmasin adalah kayu galam.

Untuk menghasilkan daya dukung yang akurat maka diperlukan suatu penyelidikan sondir. Penyelidikan sondir bertujuan untuk mengetahui perlawanan penetrasi konus dan hambatan lekat tanah yang merupakan indikasi dari kekuatan tanahnya pada kedalaman tertentu dan juga dapat menentukan dalamnya berbagai lapisan tanah dengan menggunakan rumus empiris.

## II. METODE PENELITIAN

Cone Penetrometer Test (CPT) atau biasa disebut sondir merupakan suatu uji melakukan penetrasi konus kepada tanah yang bertujuan untuk mengetahui daya dukung tanah tiap kedalaman tertentu berdasarkan parameter-parameter perlawanan terhadap ujung konus dan hambatan akibat lekatan tanah dengan selubung konus. Hasil penyelidikan menggunakan alat sondir ini pada umumnya digambarkan dalam bentuk grafik yang menyatakan interaksi antara kedalaman setiap lapisan tanah menggunakan besarnya nilai sondir yaitu perlawanan penetrasi konus dan kendala lekat bisa di hitung menurut bacaan pada manometer. Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengetahui perlawanan

penetrasi konus ( $q_c$ ), kendala lekat (HL) tanah dan friction ratio (FR) untuk memperkirakan jenis tanah yang diselidiki. Rumus yang digunakan pada pengolahan data berdasarkan output penyelidikan tanah dengan alat sondir adalah sebagai berikut. (Maulana, 2020).

$$\begin{aligned} Q_c &= (A \text{ piston} / A \text{ konus}) \times \text{man 1} \\ C_{leef} &= (A \text{ piston} / A \text{ bikonus}) \times (\text{man 2} - \text{man 1}) \\ HP &= C_{leef} \times 20 \text{cm} \\ FR &= C_{leef} / q_c \times 100\% \end{aligned}$$

Dimana :

$$\begin{aligned} Q_c &= \text{Nilai tekanan konus (Kg/cm}^2\text{)} \\ C_{leef} &= \text{Satuan Hambatan Pelekat (Kg/cm}^2\text{)} \\ HP &= \text{Hambatan Lekat (Kg/cm)} \\ JHP &= \text{Jumlah Hambatan Lekat (Kg/cm)} \\ FR &= \text{Friction ratio} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan daya dukung tiang pancang ada beberapa metode yang digunakan antara lain adalah sebagai berikut:

### a. Metode *Schmertmann-Nottingham* (1975)

*Schmertmann-Nottingham* (1975) sudah mengajukan perhitungan daya ujung fondasi tiang berdasarkan cara Begemann, yaitu diambil menurut nilai homogen-rata perlawanan ujung sondir 8D di atas ujung tiang & 4D pada bawah ujung tiang.

D adalah diameter tiang

$$Q_p = \frac{q_{c1} + q_{c2} + q_{c3}}{2} \times A_p$$

Dimana :

$$\begin{aligned} Q_p &= \text{Daya Dukung Ujung Ultimit Tiang (ton)} \\ q_{c1} &= \text{Nilai rata-rata } q_c \text{ pada kedalaman } 4D \text{ di} \\ &\text{bawah Ujung Tiang (kg/cm}^2\text{)} \\ q_{c2} &= \text{Nilai rata-rata } q_c \text{ minimum pada kedalaman} \\ &4D \text{ di bawah Ujung Tiang (kg/cm}^2\text{)} \\ A_p &= \text{Luas Penampang Tiang (m}^2\text{)} \\ 4D &= 4 \times \text{diameter dibawah ujung tiang} \\ 8D &= 8 \times \text{diameter diatas ujung tiang} \end{aligned}$$

Bila zona lunak dibawah tiang masih ditemukan pada kedalaman 4-10D, maka perlu dilakukan reduksi terhadap nilai rata-rata tersebut. Pada umumnya nilai perlawanan ujung diambil tidak lebih dari 100 kg/cm<sup>2</sup>

untuk tanah pasiran dan tidak melebihi 75 kg/cm<sup>2</sup> untuk tanah pasiran kelanauan.

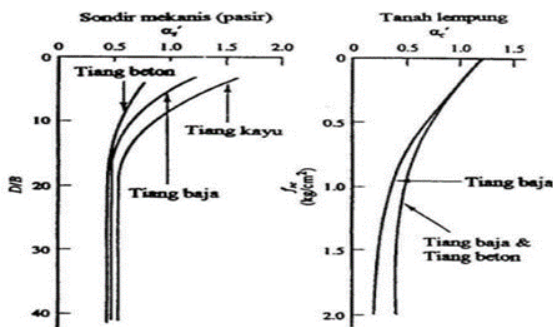
Untuk mendapatkan daya dukung selimut tiang maka digunakan rumus sebagai berikut:

$$Q_s = k_c \cdot \left[ \sum_{Li-d}^{L1-8d} \frac{L1}{8D} H_{pi} \cdot O_i + \sum_{Li-8D}^{Li-d} H_{pi} \cdot O_i \right]$$

Dimana :

- Qs = Daya Dukung Selimut Tiang
- Ks = Faktor Koreksi untuk Pasir
- Kc = Faktor Koreksi untuk Lempung
- Li = Kedalaman Tiang yang Ditinjau
- D = Diameter Tiang
- Hpi = Hambatan Pelekat untuk Tiang pada Kedalaman Li
- Oi = Keliling Tiang untuk Ruas Kedalaman Tiang

Apabila tanah terdiri dari berbagai lapisan pasir dan lempung, Schmertmann mengajukan untuk menghitung daya dukung setiap lapisan secara terpisah. Namun perlu diingat Kc,s pada persamaan diatas dihitung berdasarkan totalan kedalaman tiang. Nilai fs dibatasi sehingga 1,2kg/cm<sup>2</sup> untuk tanah pasir dan 1,0 kg/cm<sup>2</sup> untuk pasir kelanauan.



Gambar 1. Faktor Koreksi Gesekan Pada Selimut Tiang  
Sumber : Nottingham, 1975

b. Metode deRuiter (Dutch Method)

Metode ini sering juga disebut “Dutch Method” atau juga “European Method”. Unit tahanan ujung tiag pada tanah pasir dapat dihitng dengan cara yang sama dengan metode Schmertmann dan Nottingham. Pada tanah lempung, unit tahanan ujung ditentukan dari analisa tegangan total berdasarkan teori daya dukung konvensional yaitu:

$$q_p = 5 \cdot S_u$$

$$S_u = \frac{q_c}{N_k}$$

Dimana :

- q<sub>p</sub> = Unit tahanan ujung, disarankan tidak lebih dari 150 kg/cm<sup>2</sup>
- S<sub>u</sub> = Kuat geser tanah tak teralir
- N<sub>k</sub> = Koefesien tak berdimensi berkisar 15-20, biasanya di ambil 20.

Unit tahanan selimut pada tanah pasie dalam metode ini diambil dari nilai terkecil dari pembacaan gesekan selimut, f<sub>s</sub> dan qc/300. Pada tanah lempung, unit tahanan selimut dapat ditentukan dari nilai S<sub>u</sub> dalam bentuk persamaan:

$$f_s = \alpha \cdot S_u = \alpha \frac{q_c}{N_k} = 0,02 \cdot \alpha \cdot q_c$$

Dimana :

- f<sub>s</sub> = Unit tahanan selimut, dibatasi batas nilai maksimum = 1,2 kg/cm<sup>2</sup>
- α = Faktor adhesi,  
= 1 untuk lempung NC dan  
= 0,5 untuk lempung OC

Untuk menentukan jumlah tiang pancang yang akan didasarkan beban yang bekerja pada fondasi dan kapasitas dukung izin tiang dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

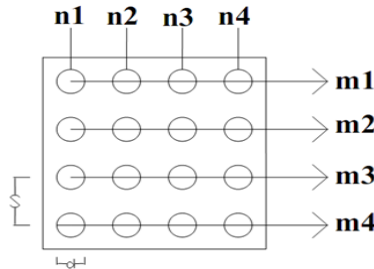
$$n = \frac{V}{Q_{ult}}$$

Dimana:

- N = Jumlah tiang pancang
- V = Gaya vertikal (ton)
- Q<sub>ult</sub> = Kapasitas daya dukung tiang (ton)

Pada umumnya fondasi tang pancang dipasang secara berkelompok. Disebut berkelompok karena tiang pancang tersebut dipasang relatif berdekatan dan biasanya diikat menjadi satu bagian dengan menggunakan pile cap. Untuk menghitung kapasitas kelompok tiang ada beberapa hal yang harus diperhatikan terlebih dahulu, yaitu jumlah tiang dalam satu kelompok, jarak tiang, susunan tiang dan efesiensi kelompok tiang. Gambar baris kelompok tiang dapat

dilihat pada Gambar 2. Persamaan untuk menghitung Efisiensi kelompok tiang dalam penelitian ini menggunakan 3 metode yaitu metode *Converse Labarre*, *Los Angeles*, dan *Sailer Keeney* sebagai berikut:



Gambar 2. Baris Kelompok Tiang  
Sumber : Sardjono HS, 1994

a. Metode *Converse – Labarre*

$$E_g = 1 - \frac{\phi((n-1)+(m-1))}{90 m.n}$$

Dimana :

- $E_g$  = Efisiensi kelompok tiang
- $\phi$  = arc tg d/s, dalam derajat
- m = Jumlah baris tiang
- n = Jumlah tiang dalam satu baris
- d = Diameter tiang
- s = Jarak pusat ke pusat tiang

b. Metode *Los Angeles*

$$E_g = 1 - \frac{D}{n \cdot s \cdot m \cdot n} [m(n-1) + n(m-1) + \sqrt{2}(m-1)(n-1)]$$

Dimana :

- $E_g$  = Efisiensi Kelompok tiang
- m = Jumlah baris tiang
- n = Jumlah tiang dalam satu baris
- s = Jarak pusat ke pusat tiang
- D = Diameter tiang

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

TABEL 1. Hasil perhitungan daya dukung metode *Schmertmann-Nottingham* (1975)

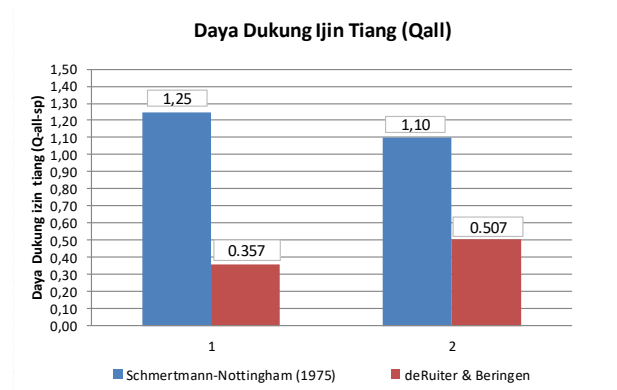
Depth	Titik Sondir	Qp	Qs	Qult	Qall
6	S.01	0.05	3.08	3.13	1.25
	S.02	0.05	2.71	2.76	1.1

TABEL 2. Hasil perhitungan daya dukung tiang metode *deRuiter & Beringen*

Depth	Titik Sondir	Qp	Qs	Qult	Qall
6	S.01	0.012	0.88	0.89	0.357
	S.02	0,012	1.26	1.27	0.507

TABEL 3. Hasil perhitungan daya dukung izin tiang

Metode	Depth	Titik Sondir	Qult	Qall	Qall min	Qall Min
Metode deRuiter & Beringen	6	S.01	12.56	0.357	0.357	0.357
		S.02	12.56	0.507		
Schmertmann- Nottingham (1975)	6	S.01	2.78	1.25	1.1	0.357
		S.02	2.76	1.1		

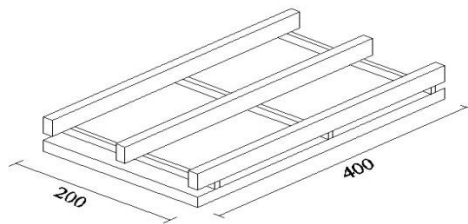


Gambar 3. Perbandingan Daya Dukung Izin Metode *Schmertmann-Nottingham* dan Metode *deRuiter & Beringen*.

#### Pembebanan

Perhitungan pembebanan yang terjadi pada fondasi tiang pancang kayu tangki panel adalah sebagai berikut:

- a. Tangki = 1 t/m<sup>3</sup> x 16m<sup>3</sup> = 16 ton
- b. Berat Balok Dudukan.



Gambar 4. Balok dudukan

Berat Balok Dudukan = Berat balok 2 m + Berat Balok 4 m  
 $= 3 \times (2 \times 0,0625 \times 0,125) \times 2,4 \text{ t/m}^3 + 3 \times (4 \times 0,125 \times 0,3) \times 2,4$   
 $= 0,1125 + 1,08$   
 $= 1,1925 \text{ ton}$   
 c. Berat Poer =  $0,2 \times 2 \times 4 \times 2,4 \text{ t/m}^3 = 3,84 \text{ ton}$   
 d. Berat Total = Berat tangki + berat balok dudukan + berat poer =  $16 \text{ ton} + 1,1925 \text{ ton} + 3,84 \text{ ton} = 21,0325 \text{ ton}$

Menentukan Jumlah Tiang.

Metode *Schmertmann-Nottingham* (1975)

Contoh perhitungan jumlah tiang pancang yang dibutuhkan pada kedalaman 6 m sebagai berikut :

$$n = \frac{F_z}{Q_{all}}$$

$$n = \frac{21,0325}{1,1}$$

$$n = 19,12$$

Pembulatan = 24

Metode *deRuiter & Beringen*

Contoh perhitungan jumlah tiang pancang yang dibutuhkan pada kedalaman 6 m sebagai berikut :

$$n = \frac{F_z}{Q_{all}}$$

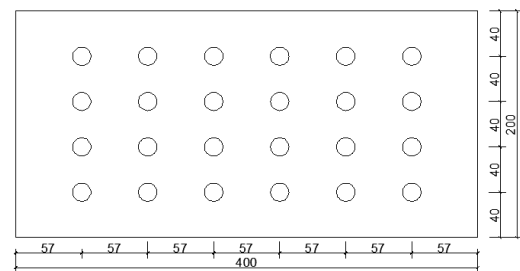
$$n = \frac{21,0325}{0,357}$$

$$n = 58,9$$

Perhitungan Efisiensi Tiang Kelompok

Metode *Schmertmann-Nottingham* (1975)

Tipe-tipe poer (pile) yang digunakan dapat dilihat pada gambar dibawah ini dan perhitungan untuk mencari efiensi kelompok tiang menggunakan 3 metode yaitu metode *Converse Labbare*, metode *Los Angeles* dan metode *Sailer Keeney*. Gambar poer tiang dapat dilihat pada Gambar 5 sebagai berikut:



Gambar 5. Poer 24 tiang

Perhitungan efisiensi menggunakan 2 metode pada 24 tiang (Gambar 4.5) dan untuk perhitungan efisiensi diambil nilai terkecil dari 3 metode tersebut, sebagai berikut:

a. Metode *Converge Labbare*

$$E_g = 1 - 7,97 \frac{(4-1)6+(6-1)}{90(6 \times 4)}$$

$$= 0,86$$

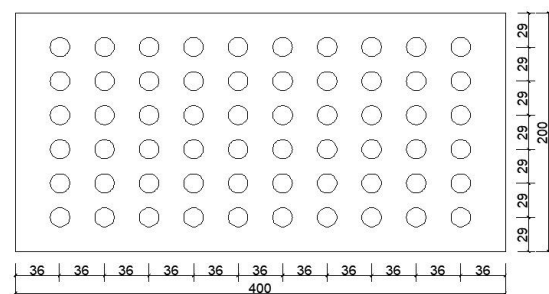
b. Metode *Los Angeles*

$$n = 1 - \frac{0,08}{3,14 \times 0,5 \times 6 \times 4} [6(4-1) + 4(6-1) + \sqrt{2}(6-1)(4-1)]$$

$$= 0,94$$

$Q_{group} = 0,86 \times 24 \times 1,1 = 22,704 \text{ ton} (> P \text{ axial} = 21,0325 \text{ ton})$  AMAN!

Metode *deRuiter & Beringen*



Gambar 6. poer 60 tiang

Perhitungan efisiensi menggunakan 2 metode pada 60 tian dan untuk perhitungan efisiensi diambil nilai terkecil dari 3 metode tersebut, sebagai berikut.

a. Metode *Converge Labbare*

$$E_g = 1 - 9,09 \frac{(6-1)10 + (10-1)}{90 (10 \times 6)}$$

$$= 0,76$$

b. Metode *Los Angeles*

$$n = 1 - \frac{0,08}{3,14 \times 0,5 \times 16 \times 8} [16(8-1) + 8(16-1) + \sqrt{2}(16-1)(8-1)]$$

$$= 0,94$$

$Q_{grup} = 0,76 \times 60 \times 0,357 = 16,28$  ton ( $< P$  axial = 21,0325 ton) TIDAK AMAN!

Distribusi Beban Tiang Kelompok

Metode *Schmertmann-Nottingham* (1975)

Perhitungan distribusi beban tiang kelompok di kedalaman 6 m adalah sebagai berikut:

$$Pa = \frac{V}{n}$$

$$= \frac{20,56}{24} = 0,856 \text{ ton}$$

$Pa = 0,856$  ton ( $< Q_{all} = 1,10$  ton) AMAN!

Metode *deRuiter & Beringen*

Perhitungan distribusi beban tiang kelompok di kedalaman 6 m adalah sebagai berikut:

$$Pa = \frac{V}{n}$$

$$= \frac{22,84}{60} = 0,381 \text{ ton}$$

$Pa = 0,381$  ton ( $> Q_{all} = 0,357$  ton) TIDAK AMAN!

#### IV KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan pada data sondir kedalaman 6 meter di dapat besar daya dukung izin fondasi tiang kayu galam tunggal berdasarkan metode *Schmertmann-Nottingham* sebesar 1,1 ton dengan kapasitas daya dukung *ultimate* tiang kelompok sebesar 2,76 ton. Daya dukung izin tiang dengan metode *deRuiter & Beringen* sebesar 0,357 ton kapasitas daya dukung *ultimate* tiang kelompok sebesar 12,56 ton.

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan pada data sondir kedalaman 6 meter didapat besar daya dukung izin fondasi tiang kayu galam kelompok untuk metode *Schmertmann-Nottingham* sebesar 22,704 ton, dan untuk metode *deRuiter* sebesar 16,28 ton.

Nilai efisiensi tiang group fondasi untuk metode *Schmertmann-Nottingham* dari *Converse-Labarre* sebesar 0,86, dan *Los Angeles* sebesar 0,94, dan untuk metode *deRuiter & Beringen* dari *Converse-qLabarre* sebesar 0,76 dan *Los Angeles* sebesar 0,94.

Dari hasil perhitungan secara manual, beban yang bekerja pada fondasi tangki 16m<sup>3</sup> di STO Ulin Kota Banjarmasin sebesar 21,0325 ton.

Dari hasil perhitungan menggunakan metode *Schmertmann-Nottingham* fondasi aman karena  $Q_{group} > V$  (beban yang bekerja),  $Q_{all} > Pa$  (beban pada satu tiang pancang galam). Dan untuk metode *deRuiter & Beringen* fondasi tidak aman karena  $Q_{grup} < V$  (beban yang bekerja),  $Q_{all} < Pa$  (beban pada satu tiang pancang galam).

#### REFERENSI

- Agnes Permata Sari, 2019. Perhitungan Daya Dukung Fondasi Dosen UIN Antasari Banjarmasin. Tugas Akhir. Program Studi Teknik Sipil. Politeknik Banjarmasin.
- Arianti, Yunita. 2020. "Gedung Kos Executive Jl. Veteran Banjarmasin." Tugas Akhir, Politeknik Negeri Banjarmasin.
- Bowles, J. E., 1992. Analisa dan Desain Fondasi 1, Edisi Keempat Jilid 1. Erlangga. Jakarta.
- Bowles, J. E., 1992. Analisa dan Desain Fondasi 2, Edisi Keempat Jilid 2. Erlangga. Jakarta.
- Rahardjo, Paulus.P.,Ir., 1992 Uji Sondir Interpretasi dan Aplikasinya Untuk Perencanaan Fondasi, MAkalah Shortcourse In-Situ, Jakarta.
- Syarkani, Muhammad. 2021. "Perhitungan Pembebanan dan Gaya-gaya Serta Daya Dukung Fondasi Tiang Kayu Galam Pada Struktur Bangunan Ruko 2 Lantai di Daerah Trisakti Kota Banjarmasin." Tugas Akhir, Politeknik Negeri Banjarmasin.