



# Analisa Daya Dukung Tiang Pancang Pada Pembangunan Gedung Kuliah Terpadu Universitas Palangka Raya

Timotius Nopi S<sup>1</sup>, Fatma Sarie<sup>2</sup>, dan Suradji Gandi<sup>3</sup>

(<sup>1,2,3</sup>) Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil Universitas Palangkaraya

## Abstrak

Dalam pembangunan hal yang harus diperhatikan adalah struktur bawah. Struktur bawah memiliki fungsi menopang beban keseluruhan gedung. Daya dukung tiang juga mempengaruhi keamanan struktur atas gedung, serta besarnya nilai penurunan. Untuk meminimalisir penurunan perlu adanya analisis daya dukung serta penyelidikan tanah lebih lanjut. Analisis yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui besarnya daya dukung tiang pancang serta penurunan yang terjadi. Perhitungan yang digunakan menggunakan metode langsung dan Aoki De Alencar. Analisis yang ditinjau hanya pada titik C-2. Hasil analisis menunjukkan kapasitas daya dukung tunggal (Qa) dengan menggunakan metode langsung adalah sebesar 43,858 ton dan dengan menggunakan metode Aoki De Alencar adalah sebesar 24,340 ton. Daya dukung kelompok menggunakan metode langsung memiliki nilai lebih besar yaitu 505,922 ton, sedangkan metode Aoki De Alencar memiliki nilai sedikit lebih kecil yaitu 280,786 ton. Perhitungan Beban aksial menggunakan aplikasi struktur diperoleh nilai sebesar 426,786 ton. Perhitungan angka faktor keamanan didapatkan nilai dengan metode Aoki De Alencar dan metode langsung adalah sebesar 0,66 dan 1,19. Penurunan pondasi tunggal yang terjadi adalah sebesar 6,035 mm < S<sub>ijin</sub> sedangkan penurunan pondasi kelompok diperoleh nilai sebesar 5,572 cm.

**Keywords :** Tiang pancang, Daya dukung, Beban aksial, Penurunan

## 1. Pendahuluan

Pembangunan Gedung Kuliah Terpadu adalah upaya dalam peningkatan sarana dan prasarana dalam kegiatan belajar mengajar mahasiswa universitas palangkaraya. Pondasi adalah struktur bagian bawah bangunan yang berfungsi memikul/menopang beban bagian bangunan di atasnya (Bowles, 2005). Pondasi juga berfungsi meneruskan beban dari bangunan atas ke lapisan tanah pada kedalaman tertentu, hal ini menunjukkan pentingnya peranan daya dukung pondasi tiang pancang sebuah gedung. Gedung kuliah terpadu ini sendiri ditopang struktur bawah dengan pondasi *pile cap* dengan beban disebar di tiap tiang pancang. Jumlah pancang dalam tiap pondasi terdiri dari 4, 8, 9 sampai 16 buah pancang dengan total 251 pancang. Pancang memiliki dimensi 0,3 x 0,3 m, dengan panjang 9 m. Titik yang di analisis sendiri memiliki dimensi *pile cap* 4 x 4 m dengan jumlah pancang 16 buah. Pada pengujian tanah yang sudah dilakukan dilokasi berupa SPT dan sondir.

Metode yang digunakan dalam analisis mengacu pada studi sebelumnya. Dalam analisis daya dukung serta penurunan yang terjadi merujuk pada peneliti (Wismantarharjo et al., 2020), (Tarigan et al., 2020) dan (Husnah, 2015). Sehingga perhitungan daya dukung tunggal yang digunakan adalah metode Aoki De Alencar dan langsung. Kemudian perhitungan efisiensi kelompok tiang pancang menggunakan metode *converse-labere*. Sedangkan besar

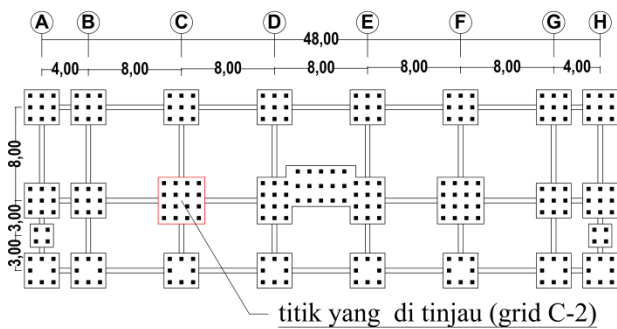
penurunan yang terjadi dihitung menggunakan metode Poulos dan Davis.

Tujuan penelitian yaitu menganalisis dukung tiang pancang tunggal dan kelompok, besar beban aksial, penurunan yang terjadi serta menganalisis nilai angka keamanan (*safety factor*) pada pondasi tiang pancang.

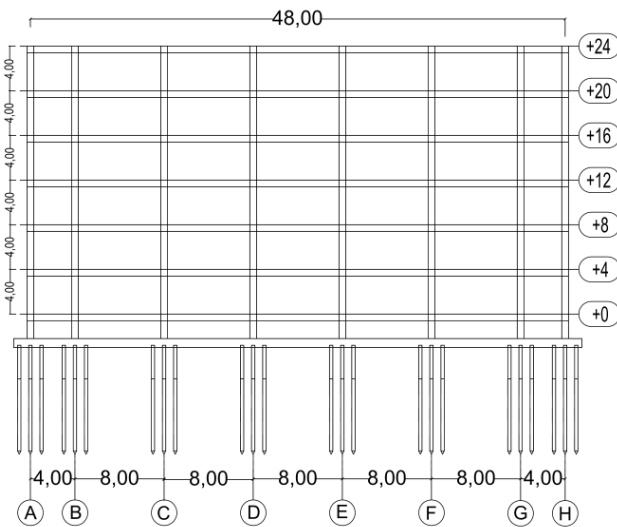
## 2. Metode

### 2.1 Umum

Studi kasus ini dilakukan pada proyek pembangunan Gedung Kuliah Terpadu Universitas Palangka Raya yang berlokasi di Jalan Hendrik Timang Kota Palangka Raya. Pembangunan Gedung Kuliah Terpadu terbagi menjadi dua gedung utama yaitu Gedung-A dan Gedung-B yang memiliki desain yang sama antara kedua gedung. Pelaksanaan pembangunan ini menggunakan tiang pancang beton dengan total keseluruhan titik pemancangannya adalah 502 titik. Pada lokasi pembangunan dilaksanakan uji sondir sebanyak lima titik yang terbagi dalam dua gedung utama. Pada Gedung-A memiliki dua titik sondir yaitu titik S4 dan S5, sedangkan Gedung-B memiliki dua titik sondir dengan penamaan titik S1 dan S2. Pengujian titik sondir yang terakhir berada di antar kedua gedung utama. Dalam studi ini hanya terfokus dalam perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang pada Gedung-B yaitu pada titik C-2 dengan menggunakan uji sondir S1 dan S2



**Gambar 1.** Denah titik yang ditinjau pada gedung B titik C-2



**Gambar 2.** Portal Struktur Gedung B

**2.2 Metode Pengumpulan Data**

Pengumpulan data dilakukan dengan cara menganalisis data yang didapatkan dari lapangan. Untuk menghasilkan perencanaan yang baik, harus didukung dengan ketersediaan data atau informasi yang menunjang terlaksananya analisis yang baik dalam perencanaan tersebut. Metode pengumpulan data dilakukan dengan cara:

- 1) Metode Literatur  
 Dilakukan dengan cara mengumpulkan studi kepustakaan dari buku-buku, jurnal, hasil peneitian yang berkaitan dengan topik dan karya ilmiah lainnya.
- 2) Metode Observasi  
 Dilakukan dengan cara melakukan pengamatan langsung di lokasi pembangunan Gedung Kuliah Terpadu Universitas Palangka Raya, guna mengetahui bagaimana kondisi sebenarnya di lapangan. Data yang di dapatkan dari lapangan yaitu termasuk dalam data sekunder. Data sekunder yang didapat antara lain seperti data sondir, data struktur bangunan serta data pemancangan dari instansi yang terkait.

**2.3 Metode Penelitian**

Analisis yang digunakan dalam perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang adalah dengan metode Aoki De Alencar, dan metode langsung. Kapasitas daya dukung pondasi tiang pancang kelompok dihitung dengan menggunakan metode *Converse-Labbarre*, sedangkan penurunan tiang tunggal dan kelompok menggunakan metode Poulos dan Davis.

Analisis daya dukung pondasi tunggal menggunakan persamaan sebagai berikut (Redana, 2009):

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

Keterangan:

- Qu : Kapasitas ultimit
- Qb :Tahanan ujung bawah tiang
- Qs : Tahanan gesek tiang

$$Q_a = \frac{Q_u}{SF} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

- SF: Faktor keamanan
- Qu: Kapasitas daya dukung tiang pancang ijin

Perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang dengan menggunakan data sondir menggunakan metode Aoki De Alencar dan metode langsung:

1) Metode Aoki De Alencar

Persamaan yang digunakan dalam mencari nilai daya dukung ujung (Husnah, 2015):

$$q_b = \frac{qca (base)}{F_b} \dots\dots\dots (3)$$

keterangan:

- qca (base) : Perlawanan konus rata-rata 1,5D
- Fb :Faktor empirik tergantung dengan tipe tiang

Untuk menentukan tahanan kulit persatuan luas (f) dapat menggunakan rumus:

$$f = q_c (side) \frac{\alpha s}{F_s} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan:

- qc (side) : Perlawanan konus rata-rata
- Fs : Faktor empirik tahanan kulit
- Fb : Faktor empirik tanah ujung tiang

2) Metode Langsung (husnah, 2015):

$$Q_u = q_c \times A_p + JHL \times K_t \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan:

- Qu : Kapasitas daya dukung tiang pancang
- Qc : Tahanan ujung sondir (perlawanan konus)
- Ap : Luas penampang tiang
- Kt : Keliling tiang

Kapasitas ultimit kelompok tiang dengan memperhatikan faktor efisiensi tiang dinyatakan oleh persamaan (Hardiyatmo, 1996):

$$Q_g = E_g n Q_u \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan:

- $E_g$  : Efisiensi Kelompok Tiang
- $Q_g$  : Beban maksimum kelompok tiang yang mengakibatkan keruntuhan
- $Q_u$  : Beban maksimum tiang tunggal yang mengakibatkan keruntuhan
- $n$  : jumlah tiang dalam kelompok

Perhitungan efisiensi kelompok tiang berdasarkan rumus *Converse-Labbarre* dari *Uniform building code* AASHTO adalah (Pamungkas, Harianti, 2013).

$$E_g = 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90mn} \dots\dots\dots(7)$$

Keterangan:

- $E_g$  : Efisiensi Kelompok tiang
- $\theta$  : arc tg (D/s) (derajat)
- D : Ukuran penampang tiang
- S : Jarak antar tiang (as ke as)
- m : Jumlah tiang dalam 1 kolom
- n : Jumlah tiang dalam 1 baris

Penurunan tiang dibedakan menjadi dua macam, yaitu penurunan tiang tunggal dan penurunan kelompok tiang, besar penurunan dipengaruhi oleh karakteristik tanah dan penyebaran tekanan pondasi ke tanah dibawahnya (Pamungkas, Harianti, 2013).

Penurunan tunggal metode Poulus dan Davis (1980):

a) Untuk tiang apung (*floating pile*)

$$s = \frac{P_u I}{E_s d} \dots\dots\dots(8)$$

$$I = I_o R_k R_b R_\mu \dots\dots\dots(9)$$

Keterangan:

- $n$  : jumlah tiang dalam kelompok
- S : Penurunan Kepala Tiang
- $P_u$  : Beban terfaktor yang berkerja pada tiang
- $I_o$  : Faktor pengaruh penurunan untuk tiang
- $R_k$  : Faktor koreksi kemudah mampatan tiang
- $R_b$  : Faktor koreksi ketebalan lapisan tanah keras
- $R_\mu$  : Faktor koreksi angka Poisson  $\mu$
- H : Kedalaman total lapisan tanah dari ujung tiang ke muka tanah
- d : Diameter tiang

b) Untuk tiang dukung ujung

$$I = I_o R_k R_b R_\mu \dots\dots\dots(10)$$

Keterangan:

- $I_o$  : Faktor pengaruh penurunan untuk tiang
- $R_k$  : Faktor koreksi kemudah mampatan tiang
- $R_b$  : Faktor koreksi untuk kekakuan lapisan
- $R_\mu$  : Faktor koreksi angka Poisson  $\mu$
- H : Kedalaman total lapisan tanah dari ujung tiang ke muka tanah
- d : Diameter tiang

Penurunan tiang kelompok lebih sering menjadi dasar persyaratan kapasitas ijin tiang, terutama bergantung pada nilai banding tahanan ujung dengan beban tiang. Jika beban yang didukung per tiang lebih kecil atau sama dengan tahanan ujung tiang, penurunan yang terjadi mungkin sangat kecil (Hardiyatmo, 1996). Rumus penurunan tiang pancang kelompok adalah:

$$S_g = \frac{q.Bg.I}{2.qc} \dots\dots\dots(11)$$

Keterangan:

- $q$  :  $\frac{Q}{Lg.Bg}$
- I : Faktor pengaruh =  $1 - \frac{L}{8.Bg} \geq 5$
- Lg dan Bg : Lebar poor tiang pancang kelompok
- qc : Kapasitas tahanan ujung

Penurunan yang di ijinkan:

$$S_{total} \leq S_{ijin}$$

$$S_{ijin} = 10\% \cdot D \dots\dots\dots(12)$$

Keterangan:

- D : Diameter tiang

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Perhitungan Beban Menggunakan Aplikasi Struktur

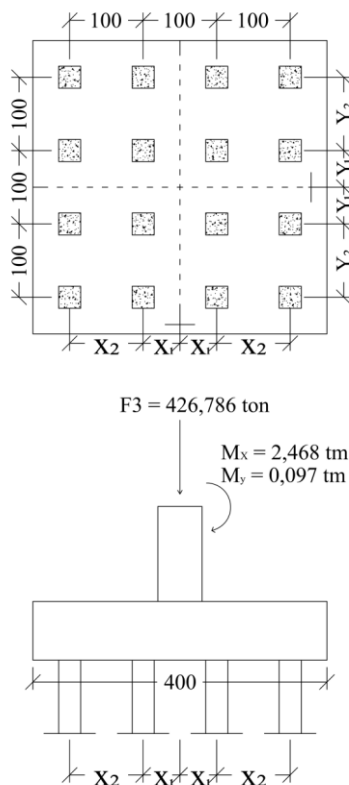
Hal yang perlu dilakukan dalam perhitungan beban menggunakan aplikasi struktur adalah dengan menggunakan input data stuktur gedung, dalam hal ini plat lantai, kolom, balok terhitung secara otomatis dalam program bantu aplikasi struktur. Data material yang di *input* dalam aplikasi struktur meliputi bahan beton, tulangan utama, serta tulangan geser. Data tambahan yang di *input* berupa finishing keramik, spesi, beban plafond, instalasi mekanikal elektrik, serta dinding. Data beban hidup berdasarkan peraturan pembebanan indonesia (1983) dikelompokkan berdasarkan fungsi gedung yaitu untuk gedung kuliah sebesar 2,5 kN/m<sup>2</sup>

**Tabel 1.** Hasil Kombinasi Beban dengan Menggunakan Aplikasi Struktur

Pada Titik (C-2)	
Beban Aksial	426,786 Ton
Momen Arah X	2,468 Tm
Momen Arah Y	0,097 Tm

Sumber data diolah dari hasil aplikasi struktur

Tabel 1 menunjukkan *output* beban dan momen yang berkerja di titik C-2. Hasil *output* kemudian dihitung persebaran beban pada setiap tiang pancang yang berkerja.



**Gambar 3.** Denah Tiang Pancang

Dari gambar 3 diketahui:

$$\sum X^2 = 0,5^2 \times 8 + 1,5^2 \times 8 = 20 \text{ m}^2$$

$$\sum Y^2 = 0,5^2 \times 8 + 1,5^2 \times 8 = 20 \text{ m}^2$$

Jadi nilai persebaran beban pada titik C-2 adalah:

$$P_{\max} = \frac{p_u}{n_p} \pm \frac{(M_y \cdot X_{\max})}{n_y \cdot \sum X^2} \pm \frac{(M_x \cdot Y_{\max})}{n_x \cdot \sum Y^2}$$

$$P_{\max} = \frac{426,786}{16} + \frac{0,097 \times 1}{4 \times 20} + \frac{2,468 \times 1}{4 \times 20}$$

$$= 26,706 \text{ ton}$$

$$= \frac{426,786}{16} - \frac{0,097 \times 1}{4 \times 20} - \frac{2,468 \times 1}{4 \times 20}$$

$$= 26,642 \text{ ton}$$

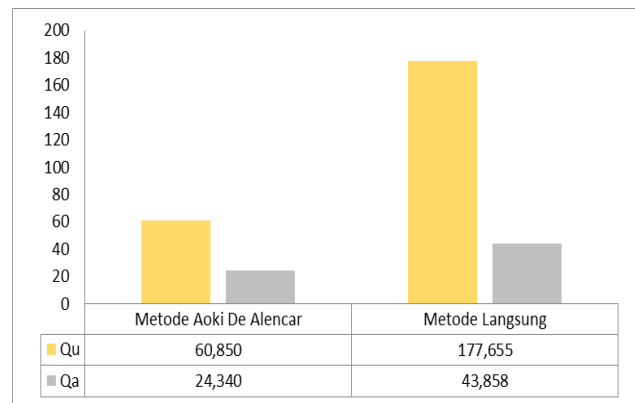
Berdasarkan analisa struktur didapatkan persebaran beban ( $P_{\max}$ ) pada C-2 sebesar 26,706 ton.

### 3.2. Daya Dukung Tunggal di Titik C-2

**Tabel 2.** Perbandingan Hasil Metode Aoki De Alencar dan Metode Langsung

Metode	Qu (ton)	Qa (ton)
Metode Aoki De Alencar	60,850	24,340
Metode Langsung	177,655	43,858

Sumber data diolah dari hasil perhitungan



**Gambar 4.** Rekapitulasi Kapasitas Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Tunggal di Titik C-2

Gambar 4 menunjukkan Perbandingan kapasitas daya dukung pondasi tiang pancang tunggal antara metode Aoki De Alencar dan metode langsung. Dari hasil perhitungan menunjukkan dengan metode Aoki De Alencar memiliki nilai *output* lebih kecil dibandingkan dengan metode langsung. Metode Aoki De Alencar memiliki nilai  $Q_a = 24,340$  ton dan metode langsung memiliki  $Q_a = 43,858$  ton.

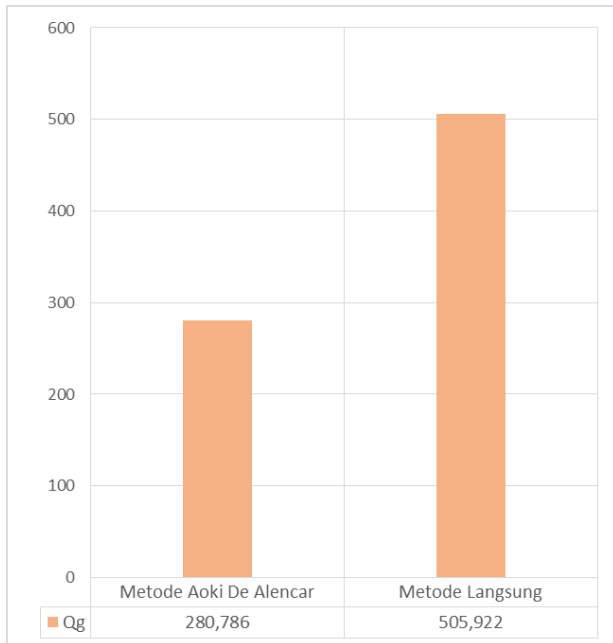
### 3.3. Daya Dukung Kelompok di Titik C-2

**Tabel 3.** Perbandingan Hasil Metode Aoki De Alencar dan Metode Langsung

No	Nama Metode	Qg untuk titik C-2 (ton)
1	Aoki De Alencar	280,786
2	Langsung	505,922

Sumber data diolah dari hasil perhitungan

Perhitungan daya dukung ultimit ( $Q_g$ ) menggunakan metode Aoki De Alencar memiliki nilai lebih kecil dari metode langsung, hal ini dapat dilihat pada Gambar 5. Daya dukung ultimit ( $Q_g$ ) menggunakan metode Aoki De Alencar memiliki nilai sebesar 280,786 ton, sedangkan metode langsung memiliki nilai lebih besar yaitu 505,922 ton.



**Gambar 5.** Rekapitulasi Kapasitas Daya Dukung Ultimit Pondasi Tiang Pancang Kelompok di Titik C-2

### 3.4. Analisa Angka Faktor Keamanan Tiang Pancang di Titik C-2

**Tabel 4.** Rekapitulasi Angka Faktor Aman di Titik C-2

No	Nama Metode	Angka faktor aman Titik C-2
1	Aoki De Alencar	0,66
2	Langsung	1,19

Sumber data diolah dari hasil perhitungan

Dari Tabel 4 diatas dapat disimpulkan bahwa angka faktor keamanan di titik C-2 dengan metode langsung memenuhi faktor aman yaitu sebesar 1,19. Sedangkan metode Aoki De Alencar tidak memenuhi faktor aman.

### 3.5. Penurunan Tiang Pancang Tunggal Dan Kelompok

Perhitungan Penurunan menggunakan metode Poulos dan Davis (1980). Perhitungan penurunan meliputi tiang pancang tunggal maupun kelompok.

#### 1) Penurunan tunggal

**Tabel 5.** Rekapitulasi Penurunan Tiang Pancang tunggal di Titik C-2

No	Bentuk Penurunan	Penurunan Tiang (S)
1.	Untuk tiang apung atau friksi	1,988 mm
2.	Untuk tiang dukung ujung Besar penurunan total	4,047 mm
		6,035 mm

Sumber data diolah dari hasil perhitungan

Penurunan yang diijinkan

$$S_{ijin} = 10\% \times D$$

$$= \frac{10}{100} \times 30$$

$$= 3 \text{ cm}$$

Penurunan tiang pancang tunggal pada titik C-2 sebesar 6,035 mm < 30 mm berarti aman.

#### 2) Penurunan Kelompok

$$S_g = \frac{q \cdot B_g \cdot I}{2 \cdot q_c}$$

$$= \frac{2,667 \times 400 \times 0,725}{2 \times 69,395}$$

$$= 5,572 \text{ cm (55,72 mm)}$$

### 4. Kesimpulan

1) Daya dukung ijin ( $Q_a$ ) tiang pancang tunggal pada titik C-2 dengan metode Aoki De Alencar sebesar 24,340 ton dan untuk metode langsung sebesar 43,858 ton. Daya dukung ultimit kelompok ( $Q_g$ ) pada titik C-2 dengan metode aoki de alencar memiliki nilai daya dukung sebesar 280,786 ton. Sedangkan dengan metode langsung memiliki nilai daya dukung ultimit sebesar 505,922 ton.

2) Perhitungan menggunakan aplikasi struktur menunjukkan beban aksial yang dipikul oleh pondasi tiang pancang di titik C-2 adalah sebesar 426,786 ton.

3) Penurunan pondasi tiang pancang tunggal berdasarkan persamaan Poulos dan Davis (1980). Total penurunan yang diijinkan berdasarkan diameter tiang pancang adalah 3 cm (30 mm).

Penurunan pondasi tiang tunggal di titik C-2 sebesar 6,035 mm (0,6035 cm) <  $S_{ijin}$ . Total penurunan tiang pancang kelompok di titik C-2 sebesar 55,72 mm.

4) Perhitungan angka faktor keamanan dengan metode Aoki De Alencar dan langsung pondasi tiang pancang didapatkan hasil pada titik C-2 yaitu sebesar 0,66 dan 1,19.

### 5. Saran

1) Tinjauan analisis hanya pada titik C-2 sehingga kedepannya perlu adanya analisis yang lebih lanjut terkait titik tinjauan yang lain.

2) Perhitungan kapasitas daya dukung pada studi ini terbatas, hanya menggunakan metode Aoki De Alencar dan Langsung. Apabila diteliti lebih lanjut dapat menggunakan metode lainnya.

3) Perhitungan daya dukung dan penurunan yang saya lakukan menggunakan metode yang empiris dari hasil sondir. Tidak ada data pengujian laboratorium dalam pehitungannya, sehingga dalam penelitian selanjutnya dapat dibuat perhitungan secara hasil laboratorium.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J.E., 2005. *Analisis Dan Desain Pondasi II*. Erlangga, Jakarta, .
- Hardiyatmo, H.C., 1996. *Teknik Fondasi I*. [online] Gramedia Pustaka Utama.
- Husnah, 2015a. Analisa Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Pada Proyek Pembangunan Pondasi Tissue Block 5 & 6. *SIKLUS: Jurnal Teknik Sipil*, 1(1), pp.15–25.
- Pamungkas, A. and Harianti, E., 2013. *Desain Pondasi Tahan Gempa*. Andi Yogyakarta.
- Redana, I.W., 2009. *Rekayasa Fundasi II Fundasi Dangkal Dan Fundasi Dalam*. Gunadarma.
- Tarigan, B., Gandi, S. and Yani, M.I., 2020. Analisis Daya Dukung Pile Slab Jembatan Layang Jalan Bukit Rawi Kalimantan Tengah. *Jurnal Kacapuri Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 3(2), p.233.
- Wismantaraharjo, M.T., Gandi, S. and Sarie, F., 2020. Analisis Daya Dukung Dan Penurunan. *Jurnal Teknika*, 3(2), pp.198–207.