

# TINJAUAN DAYA DUKUNG RENCANA PONDASI TIANG PANCANG PADA PROYEK PEMBANGUNAN JEMBATAN GANTUNG PENGHUBUNG DESA HUTAURUK HASUNDUTAN DENGAN DESA HUTAURUK KECAMATAN SIPOHOLON

Ikhwan Sukhairi, Darlina Tanjung, Jupriah Sarifah, Anisah Lukman

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Sumatera Utara

[ikhwan.sukhairi@gmail.com](mailto:ikhwan.sukhairi@gmail.com); [darlinatanjung@yahoo.com](mailto:darlinatanjung@yahoo.com); [jupriah.sarifah@gmail.com](mailto:jupriah.sarifah@gmail.com); [anisah@ft.uisu.ac.id](mailto:anisah@ft.uisu.ac.id)

## Abstrak

Pondasi merupakan bangunan bawah (*sub structure*) yang berfungsi untuk meneruskan beban maupun gaya yang disebabkan oleh bangunan atas (*upper structure*) ke lapisan tanah yang akan memikul beban dan gaya tersebut. Pondasi dalam biasanya digunakan untuk mendapatkan daya dukung tanah yang cukup besar dan apabila kedalaman tanah keras terletak jauh di bawah muka tanah. Skripsi ini menganalisis daya dukung ultimate pondasi tiang pancang dengan menggunakan data sondir dengan menggunakan metode Philliponant dan metode Aoki dan De Alencar. Kemudian dari hasil hitungan kedua metode tersebut akan dibandingkan dengan data lapangan, yaitu perhitungan daya dukung dengan metode Schmertmann. Adapun metode yang dilakukan pada tugas akhir ini adalah dengan cara studi literatur, lalu mengumpulkan data-data yang diperlukan, dan setelah itu dilakukan analisis perhitungan dengan metode tersebut. Dari hasil perhitungan yang dilakukan, diperoleh hasil yang berbeda-beda. Dimana metode Philipponant menghasilkan hitungan daya dukung yang paling kecil, metode Aoki dan De Alencar menghasilkan hitungan daya dukung paling besar, dan metode Schmertmann menghasilkan hitungan daya dukung diantara keduanya.

**Kata Kunci :** *Tiang Pancang, Daya Dukung, Pondasi.*

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Struktur bawah sebagai pondasi secara umum dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam. Pemilihan jenis pondasi ini tergantung kepada jenis struktur atas, apakah termasuk konstruksi beban ringan atau beban berat dan juga jenis tanahnya. Untuk konstruksi beban berat (*high-rise building*) biasanya jenis pondasi dalam adalah menjadi pilihan. Daya dukung pondasi tiang diperoleh dari gesekan antara selimut tiang dan ujung tiang. Salah satu jenis pondasi dalam adalah pondasi tiang pancang, dimana kekuatan daya dukungnya ditentukan berdasarkan tahanan ujung (*end bearing*) dan pelekatan tiang dengan tanah (*friction*), pondasi jenis ini sangat sesuai digunakan pada tanah lunak dimana tanah keras letaknya berada jauh dari permukaan tanah. Tiang pancang adalah bagian – bagian konstruksi yang di buat dari kayu, beton, dan atau baja, yang digunakan untuk meneruskan beban – beban permukaan ke tingkat – tingkat permukaan yang lebih rendah di dalam massa tanah.

Daya dukung tiang pancang bisa didapatkan dari hasil penyelidikan tanah yang berupa test sondir. Test sondir merupakan teknik penduga lapisan dalam tanah guna menentukan jenis pondasi yang nanti akan digunakan. Dalam skripsi ini penulis mengkonsentrasikan pada pondasi tiang pancang. Data yang digunakan adalah data tanah yang diperoleh dari Proyek Pembangunan Jembatan

Gantung Penghubung Desa Hutaauruk Hasundutan Dengan Desa Hutaauruk Kecamatan Sipoholon (Jembatan Gantung Lumban Soit) yaitu data Sondir. Penulis akan membandingkan daya dukung tanah pondasi tiang pancang dari metode yang digunakan dilapangan (menggunakan metode *Schmertmann*), dengan beberapa metode yang antara lain adalah metode *Aoki* dan *De Alencar*, dan metode *Philipponant*. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka diambil judul “Analisa Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Pada Proyek Pembangunan Jembatan Gantung Penghubung Desa Hutaauruk Hasundutan Dengan Desa Hutaauruk Kecamatan Sipoholon”.

### 1.2 Rumusan Masalah

1. Penelitian daya dukung berdasarkan data Sondir.
2. Perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang (Q ult) berdasarkan data sondir Metode Aoki dan De Alencar, Philipponant dan Schmertmann (Data Proyek).
3. Membandingkan hasil hitungan di lapangan (Data Proyek) dengan perhitungan penelitian ini.
4. Perhitungan dilakukan secara empiris menggunakan data sondir.
5. Analisa daya dukung pondasi tiang pancang.

### 1.3 Batasan Masalah

1. Perhitungan dilakukan secara empiris menggunakan data sondir.
2. Analisa daya dukung pondasi tiang pancang.
3. Membandingkan selisih daya dukung dari 3

metode.

- Metode Schmertmann (Metode lapangan).
- Metode Aoki dan De Alencar.
- Metode Philipponant.

**Tujuan Penulisan**

1. Mengetahui daya dukung tiang pancang dari 3 teori perhitungan.
2. Membandingkan hasil hitungan dilapangan dengan teori.
3. Untuk mengetahui hasil daya dukung terkecil dan terbesar dari ketiga metode.

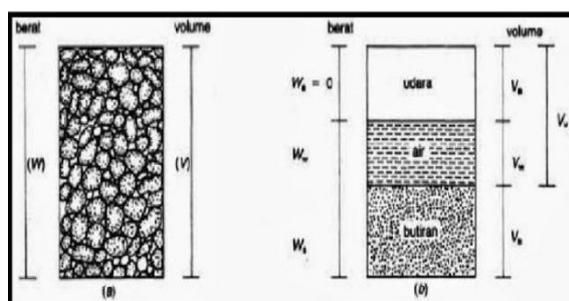
**II. TINJAUAN PUSTAKA**

**2.1 Penjelasan Umum**

Pondasi tiang pancang merupakan kolom sederhana yang direncanakan untuk pondasi dalam dengan meneruskan beban permukaan ke tanah di bawahnya, dimana tanah di sekitar permukaan tidak sesuai untuk memikul beban yang dikenakan oleh struktur. Beban ini dikirimkan melalui friksi antara tiang dengan tanah dan/atau melalui titik dukung (*point bearing*) di seluruh ujung tiang. Jumlah aktual dari tahanan friksi maupun daya dukung bergantung pada kondisi tanah di lapangan.

**2.2 Tanah**

Secara teknis, tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak terikat secara kimia satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk disertai zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel padat tersebut (Braja M Das, 1995). Tanah umumnya dapat disebut sebagai kerikil (gravel), pasir (sand), lanau (silt), atau lempung (clay), tergantung pada ukuran partikel yang paling dominan pada tanah tersebut.



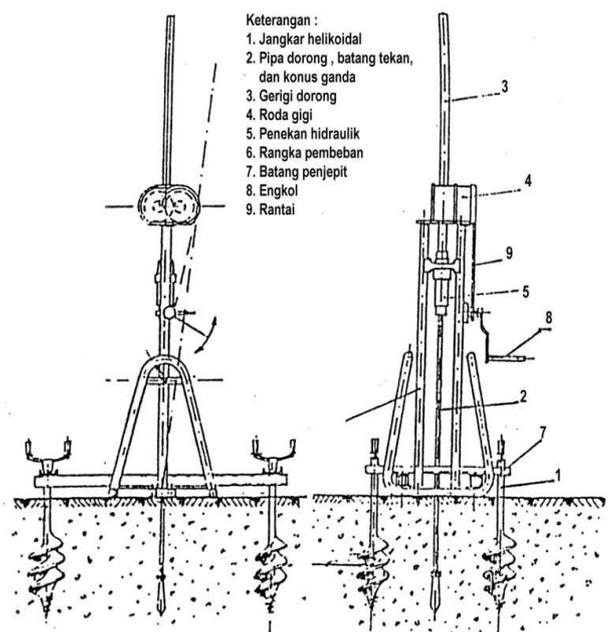
Gambar 1. Diagram Fase Tanah  
(Sumber: Hary Christady, Mekanika tanah 1)

**2.3 Sondir (Cone Penetration Test)**

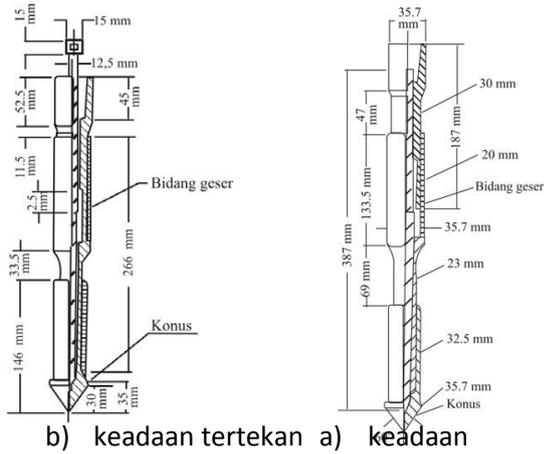
Cone Penetration Test (CPT) adalah pengujian yang umum digunakan untuk menentukan sifat-sifat

geoteknik tanah. Pengujian ini tidak diterapkan pada tanah berkerikil dan lempung kaku/keras. Pengujian ini dilakukan dengan mendorong kerucut baku (menurut ASTM D 3441 mempunyai ujung  $60^\circ$  dan diameter dasar = 35,7 mm dengan luas irisan lintang  $10 \text{ cm}^2$ ) kedalam tanah dengan kecepatan 10 sampai 20 mm/detik. Pengujian ini secara periodis dapat dihentikan untuk memasang batang 1 meter anguna menambah kedalaman. Akan tetapi, beberapa bentuk pendorong memungkinkan pemasangan batang-batang dengan panjang ekstra untuk dorongan yang hamper tak-terputus. Data yang dikumpulkan ialah tahanan ujung  $q_c$  dan tahanan gesek selongsong  $q_s$  dan karena banyaknya data pada suatu dorongan yang menerus, maka biasanya dipakai peralatan untuk mengumpulkan data secara elektronik. Cara ini dapat berbentuk perekam lajur atau sandi-sandi digital yang dicatu ke dalam suatu mikrokomputer. Mikrokomputer mempunyai keuntungan karena skala-skala kecil yang diperlukan untuk kebanyakan perekam kartu lajur dapat dicegah.

Pelaksanaan sondir dimulai dengan melakukan pengangkeran/pengikatan alat sondir (gambar 2.2) agar peralatan pada saat pelaksanaan pengujian tidak goyang dan posisi alat sondir tegak. Pekerjaan pengujian sondir dilaksanakan setelah pipa batang sondir disambung ke bikonus (gambar 2.3) dan pengujian baru dapat dimulai pelaksanaannya setelah posisi alat sondir tegak lurus dan gastrol oli diisi sampai penuh serta gelembung – gelembung udara dikeluarkan dari hidrolik.



Gambar 2. Skema Alat Sondir (Cone Penetration Test) 2,5 Ton



(Sumber SNI 2827-2008)

Gambar 3. Posisi Bikonus Pada Pengoprasian

### 2.3 Analisis Daya Dukung Tiang Pancang Dari Data Sondir

Diantara perbedaan tes dilapangan, sondir atau *cone penetration test* (CPT) seringkali sangat dipertimbangkan berperan dari geoteknik. CPT atau sondir ini tes yang sangat cepat, sederhana, ekonomis dan tes tersebut dapat dipercaya dilapangan dengan pengukuran terus – menerus dari permukaan tanah-tanah dasar. CPT atau sondir ini dapat juga mengklasifikasi lapisan tanah dan dapat memperkirakan kekuatan dan karakteristik dari tanah. Didalam perencanaan pondasi tiang pancang (*pile*), data tanah geser sangat diperlukan dalam merencanakan kapasitas daya dukung (*bearing capacity*) dari tiang pancang sebelum pembangunan dimulai, guna menentukan kapasitas ultimit dari tiang pancang.

Kapasitas daya dukung ultimit ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$Q_u = Q_b + Q_s = q_b A_b + f \cdot A_s$$

Keterangan:

$Q_u$  = Kapasitas daya dukung aksial ultimit tiang pancang

$Q_b$  = Kapasitas tahanan di ujung tiang

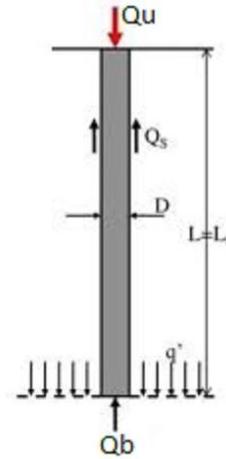
$Q_s$  = Kapasitas tahanan kulit

$q_b$  = Perlawanan ujung sondir

$A_b$  = Luas di ujung tiang

$f$  = Satuan tahanan kulit persatuan luas

$A_s$  = Luas kulit tiang pancang



Gambar 4 Diagram daya Dukung Tiang

(Sumber: Joseph E Bowels, Analisa dan Desain Pondasi 2)

Perencanaan pondasi tiang pancang dengan Sondir diklasifikasikan atas beberapa metode diantaranya metode Schmertmann (yang digunakan dilapangan), metode Aoki dan De Alencar, dan metode Philipponant.

Perhitungan Daya Dukung Metode Aoki dan De Alencar. Daya dukung tiang pancang adalah kemampuan atau kapasitas tiang dalam mendukung/memikul beban. Dalam beberapa literature digunakan istilah *pile capacity* atau *pile carrying capacity*. Aoki dan Alencar mengusulkan untuk memperkirakan kapasitas dukung ultimit dari data Sondir. Kapasitas dukung ujung persatuan luas ( $q_b$ ) diperoleh sebagai berikut:

$$q_b = \frac{q_{ca (base)}}{F_b}$$

Tahanan kulit persatuan luas ( $f$ ) diprediksi sebagai berikut:

$$f = q_{c (side)} \frac{\alpha_s}{F_s}$$

Daya dukung izin:

$$Q_i = \frac{Q_u}{2.5}$$

Keterangan:

$q_{ca (base)}$  = Perlawanan konus rata-rata 1,5D diatas ujung tiang, 1,5D dibawah ujung tiang

$F_b$  = faktor empiric tahanan ujung tiang tergantung pada tipe tanah (Tabel 2.3)

$q_{c (side)}$  = Perlawanan konus rata-rata pada masing lapis sepanjang tiang

$F_s$  = Faktor empiric tahanan kulit yang tergantung pada tipe tanah (Tabel 2.3)

Nilai faktor empiric untuk tipe tanah (Titi & Farsakh, 1999) Pada umumnya nilai  $\alpha_s$  untuk pasir = 1,4%, nilai  $\alpha_s$  untuk lanau = 3,0% dan nilai  $\alpha_s$  untuk lempung = 1,4%.

**Perhitungan Daya Dukung Philipponant**

Philipponant merumuskan daya dukung pondasi dapat dihitung sebagai berikut:

$$Q_p = \frac{q_p \times A_p}{2}$$

$$q_p = \alpha_p \cdot \overline{RP}$$

$$\overline{RP} = \frac{1}{6B} \int_{-3B}^{3B} RP(z) dz$$

Dimana:

$R_p$  = nilai konus rata-rata sepanjang 3B di atas tiang dan 3B di bawah tiang

$\alpha_p$  = koefisien

$a_s$  = luasbidangkontaktiapinterfalkedalaman  $F_s$

$a_p$  = koefisien

$q_p$  = daya dukung ujung tiang

$B$  = diameter tiang

$q_p$  = Daya dukung ujung tiang pancang

Mencari daya dukung selimut ( $Q_s$ ):

$$Q_s = \frac{P}{2} \times JHP$$

Dimana:

$P$  = keliling tiang

Mencari daya dukung izin ( $Q_i$ ):

$$Q_i = \frac{Q_p}{3} + \frac{Q_s}{5}$$

Dimana:

3 dan 5 = Faktor aman

Perhitungan Daya Dukung Schmertman

- a. MetodeSchmertmann-Nottingham (1975) MMencaridayadukungujungtiang ( $Q_p$ ):

$$Q_p = \frac{qc_1 + qc_2}{2} \times A_p$$

Dimana:

$qc_1$ = Nilai conus rata-rata 0,7D - 4D di bawahujungtiang

$qc_2$ = Nilai conus rata-rata pada kedalaman 8D di atasujungtiang

Mencaridayadukungselimut ( $Q_s$ ):

$$Q_s = Kc, Ks \left[ \sum_{z=0}^{8d} \frac{z}{8d} f_s \times A_s + \sum_{z=8d}^L f_s \times A_s \right]$$

Type equation here.

$Kc, Ks$  = Faktorkoreksigesekan pada selimutuntuklempung (clay) dan pasir (sand)

= Nilai  $Kc$  digunakanapabilanilai local

friction  $< 2$

= Nilai  $Ks$  digunakanapabilanilai local

friction  $> 2$

$A_s$  = Luas bidangkontaktiapinterfalkedalaman

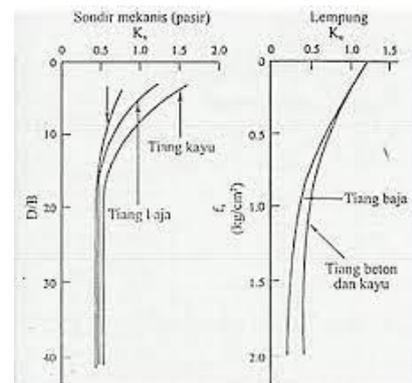
$F_s$  (luas selimuttiang)

$F_s$  = Local Friction

$Z$  = Kedalamdimana  $f_s$  diambil

$d$  = Diameter tiang

$L$  = panjang total tiangterbenam



**Gambar 5. Grafik  $K_c$  dan  $K_s$**   
(Sumber: Schmertmann 1975)

**III. METHODOLOGI PENELITIAN**

**3.1 Lokasi Wilayah Studi**

Dalam penelitian, lokasi wilayah studi diperlukan untuk mengumpulkan sejumlah informasi mengenai daerah serta lingkungan tempat atau lokasi penelitian. Lokasi objek penelitian berada di daerah Desa Hutauruk Hasundutan, Kecamatan Sipoholon, Kabupaten Tapanuli Utara, Provinsi Sumatera Utara.

**3.2 Data Umum**

Data umum dari proyek Penyelidikan Tanah dengan Pengujian Sondir untuk Pembangunan Jembatan Gantung Penghubung Desa Hutauruk Hasundutan dengan Desa Hutauruk kecamatan Sipoholon adalah sebagai berikut:

1. Nama Proyek: Pembangunan Jembatan Gantung Penghubung DesaHutauruk Hasundutan dengan Desa Hutauruk Kecamatan Sipoholon (J. Gantung Lumban Soit).

2. Lokasi Proyek: Desa Hutaaruk Hasundutan, Kecamatan Sipoholon, Kabupaten tapanuli Utara, Provinsi Sumatera Utara.
3. Waktu Pelaksanaan : Waktu pelaksanaan Sondir adalah 2 hari kerja yaitu 22 Mei – 23 Mei 2021.
4. Kontraktor : PT. Raja Baroar Agung

**Data Teknis**

**Tabel 1. Hasil Pengujian Sondir**

Titik Sondir	Kedalaman (m)	Perlawanan Konus/ CR (Kg/cm <sup>2</sup> )	Jumlah Hambatan Lekat TSF (Kg/cm)	Tingkat Kepadatan
S-1	20.00	12	720	Sangat Lepas
S-2	20.00	10	742	Sangat Lepas
S-3	20.00	18	608	Lepas
S-4	24.00	73	896	Sedang
S-5	24.00	62	1536	Sedang
S-6	20.00	45	1372	Sedang

(Sumber: PT. Raja Baroar Agung)

**IV. ANALISA DAN PERHITUNGAN**

**Tabel 2. Perbandingan Qi S1 Kedalaman 18 m**

Metode	Diameter Tiang				
	Qi D30	Qi D35	Qi D40	Qi D45	Qi D50
Metode Schmertman	17.6	21	24	28.4	32.7
Metode Philipponant	7.3	20	23.1	26.2	28.9
Metode Aoki dan De Alencar	548.2	111.1	127.3	143.5	160.3

(Sumber: Hasil Perhitungan)

**Tabel 3. Perbandingan Qi S5 Kedalaman 12 m**

Metode	Diameter Tiang				
	Qi D30	Qi D35	Qi D40	Qi D45	Qi D50
Metode Schmertman	45	56.7	69	81.5	95.7
Metode Philipponant	14.5	30.6	37	42.9	46.5
Metode Aoki dan De Alencar	3701.1	362.3	416.8	472.4	530.7

(Sumber: Hasil Perhitungan)

**V. KESIMPULAN DAN SARAN**

**5.1 Kesimpulan**

Dari seluruh perhitungan yang telah dilakukan, maka penulis menarik beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Berdasarkan dari data sondir, kedalaman tanah keras pada titik S1 terletak pada kedalaman 18 m, pada titik sondir S5 kedalaman tanah keras terdapat pada kedalaman 12 m.
2. Dari hasilperhitungan dan Analisa diperoleh nilai daya dukungzintiangtitiksondir S1 pada kedalaman 18 m adalah:
  - MetodePhilipponant: Tiang diameter 30cm 7,3 ton, tiang diameter 35cm 20 ton, tiang diameter 40cm 23,1 ton, tiang diameter 45cm 26,2 ton, dan tiang diameter 50cm 28,9 ton.
  - MetodeSchmertman: Tiang diameter 30cm 17,6 ton, tiang diameter 35cm 21 ton, tiang diameter 40cm 24 ton, tiang diameter 45cm 28,4 ton, dan tiang diameter 50cm 38,7 ton.
  - Metode Aoki dan De Alencar: Tiang diameter 30cm 548,2 ton, tiang diameter 35cm 111,1 ton, tiang diameter 40cm 127,3 ton, tiang diameter 45cm 143,5 ton, dan tiang diameter 50cm 160,3 ton.
3. Dari hasil perhitungan dan Analisa diperoleh nilai daya dukung izin tiang titik sondir S5 pada kedalaman 12 m adalah:
  - Metode Philipponant: Tiang diameter 30cm 14,5 ton, tiang diameter 35cm 30,6 ton, tiang diameter 40cm 37 ton, tiang diameter 45cm 42,9 ton, dan tiang diameter 50cm 46,5 ton.
  - Metode Schmertman: Tiang diameter 30cm 45 ton, tiang diameter 35cm 56,7 ton, tiang diameter 40cm 69 ton, tiang diameter 45cm 81,5 ton, dan tiang diameter 50cm 95,7 ton.
  - Metode Aoki dan De Alencar: Tiang diameter 30cm 3701,1 ton, tiang diameter 35cm 362,3 ton, tiang diameter 40cm 416,8 ton, tiang diameter 45cm 472,4 ton, dan tiang diameter 50cm 530,7 ton.
4. Dari ketiga metode perhitungan di atas menunjukkan bahwasannya nilai daya dukung dengan metode Aoki dan De Alencar mempunyai nilai daya dukung paling besar sebesar 548,2 ton pada diameter tiang 30 cm, 111,1 ton pada diameter tiang 35 cm, 127,3 pada diameter tiang 40 cm, 160,3 ton pada diameter tiang 50 cm untuktitiksondir S1, dan 3701,1 ton pada diameter 30cm, 362,3 ton pada diameter 35cm, 416,8 ton pada diameter tiang 40cm, 472,4 ton pada diameter tiang 45cm, 530,7 ton pada diameter tiang 50cm.
5. Dari hasil perhitungan diketahui bahwasannya nilai daya dukung metode Philip ponant lebih kecil dari data proyek, serta nilai daya dukung metode Aoki dan De Alencar lebih besar dari data proyek.

## 5.2 Saran

Dari ketiga metode perhitungan daya dukung di atas penulis merasa metode Philipponant lebih baik digunakan untuk analisa daya dukung pada saat perencanaan, karna metode ini menghasilkan nilai daya dukung yang paling kecil. Nilai daya dukung yang lebih kecil cenderung lebih baik digunakan karena memiliki factor keamanan yang lebih baik.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Agil Faruha, Machfud Ridwan, 2020, *Analisa Perhitungan Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Dibandingkan Dengan daya Dukung Hydraulic Jacking System dan Pile Driving Analyzer (PDA) Tst Pada Proyek Pembangunan Gedung Perpustakaan Sekolah Tinggi Agama Islam Negeri Kediri*, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya.
- [2]. Bowels, Joseph E. 1991. *Analisis Dan Desain Pondasi*, Jilid 1. Jakarta. Erlangga.
- [3]. Bowels, Joseph E. 1991. *Analisis Dan Desain Pondasi*, Jilid 2. Jakarta. Erlangga.
- [4]. Nadya Savira, Dra. Hj. Nur Andajani, M.T. 2020. *Analisa Daya Dukung tiang Pancang Data Laboratorium Dibandingkan Dengan Data Sondir Dan Data Standart Penetration Test (SPT) Pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Kriyan-Legundi-Bunder-Manyar (KLBM)*, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya.
- [5]. Winda Widia, Hikmad Lukman, Budiono. 2017. *Evaluasi Daya Dukung Pondasi Bore Pile Terhadap Uji Pembebanan Langsung Pada Proyek Pembangunan Aeon Mall Mixed Use Sentul City Bogor*, Universitas Pakuan, Bogor.
- [6]. Husnah. 2020. *Analisa Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Pada Proyek Pembangunan Pondasi Tissue Blok 5 & 6*, Universitas Abdurrah, Riau
- [7]. Ahmad Rivaldi Novril. 2015. *Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Menggunakan Metode Sondir, SPT, Dan Metode Elemen Hingga Pada Proyek Pembangunan Hotel Medan – Siantar, Sinaksak, Pematang Siantar*, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- [8]. Hydrowansi Siregar. 2018. *Analisis Optimasi Jembatan Gantung Pejalan Kaki Dengan Judesa*, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- [9]. Hary Christady Hardiyatmo. 2006. *Mekanika Taanah 1*. Yogyakarta. Gajah Mada University Press.
- [10]. Darlina Tanjung, Ahmad Bima Nusa. 2018. *Pengaruh Daya Dukung Tiang Pancang Pada Proyek Pembangunan GIS (Gas Insulated Switch Gear) Di Kecamatan Payung Sekaki Pekanbaru*. Medan. Universitas Islam Sumatera Utara.
- [11]. Ahmad Fidel Rifky. 2020. *Analisa Faktor Keamanan Tiang Pancang Pada Pembangunan Dermaga Simanindo Kabupaten Samosir*. Medan. Universitas Islam Sumatera Utara.
- [12]. Hary Christady Hardiyatmo. 2005. *Teknik Fondasi 2*. Yogyakarta. Beta Offset.