

# ANALISA DAYA DUKUNG PONDASI DENGAN METODE CONE PENETROMETER TEST (CPT) PADA KONSTRUKSI PABRIK DAN GUDANG AURATARO MANDIANGIN

Antonius Hartono<sup>1</sup>, Bryan Kristanto<sup>2</sup>, Johanes Indrojono Suwono<sup>3</sup>

**ABSTRAK :** Tahapan dalam proses pembangunan suatu konstruksi dimulai dari perencanaan yang mendetail, yang dikerjakan sebaik mungkin sejak awal pembentukan pondasi bangunan. Oleh karena itu, diperlukan untuk melakukan analisis daya dukung tanah yang matang. Analisa daya dukung pondasi pada konstruksi pabrik dan gudang AuraTaro merupakan analisa perhitungan daya dukung pondasi memanfaatkan data dari *Cone Penetration Test* (CPT). Analisa daya dukung dari pondasi berguna untuk mengevaluasi hasil uji laboratorium pada proyek konstruksi pembangunan pabrik AuraTaro serta menarik kesimpulan perbandingan antara hasil perhitungan dan hasil laboratorium. Pekerjaan penyelidikan mencakup 2 titik pengetesan, yaitu titik S1 (titik uji pertama) dan S2 (titik uji kedua). Data dari tes sondir (CPT) diolah dengan menggunakan rumus umum yang diturunkan dari rumus Meyerhof (1956). Dari hasil pengamatan didapatkan daya dukung pondasi pada titik S2 memiliki perbandingan yang tidak terlalu signifikan antara perhitungan dengan hasil laboratorium, namun daya dukung pondasi yang bernilai kritis untuk dijadikan dasar desain pondasi adalah daya dukung berdasarkan bahan.

**KATA KUNCI :** CPT, Schmertmann, daya dukung, pondasi

## 1. PENDAHULUAN

Tahapan dalam proses pembangunan suatu konstruksi bangunan sipil dimulai dari perencanaan yang mendetail dan matang. Perencanaan dikerjakan sebaik mungkin sejak awal, yaitu sejak pembentukan pondasi bangunan. Oleh karena itu, terlebih dahulu dilakukan *survey* lokasi, geografi & topologi, serta penyelidikan tanah lengkap sebelum bangunan konstruksi didirikan. Penyelidikan tanah yang dilakukan untuk memperoleh data desain pondasi bisa dilakukan dengan berbagai cara. Dalam perencanaan pembangunan Pabrik dan Gudang AuraTaro yang berlokasi di Mandiangin menggunakan metode penyelidikan tanah dengan alat sondir atau disebut tes sondir (*Cone Penetration Test/CPT*).

Untuk mengetahui hasil perhitungan daya dukung pondasi, maka digunakan data hasil tes sondir dari lapangan. Dalam menghitung daya dukung pondasi menggunakan data CPT digunakan metode umum yang diturunkan dari rumus Meyerhof pada tahun 1956. Melalui perhitungan dengan menggunakan metode umum, maka akan didapatkan nilai dari daya dukung pondasi pada konstruksi bangunan pabrik dan gudang AuraTaro. Nilai dari daya dukung perhitungan kemudian di evaluasi terhadap daya dukung dari lab. Perbandingan dilakukan untuk mengetahui seberapa dekat dengan nilai daya dukung yang sebenarnya di lapangan.

---

<sup>1</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya, b11180016@john.petra.ac.id

<sup>2</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya, b11180034@john.petra.ac.id

<sup>3</sup> Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya, jsuwono@petra.ac.id

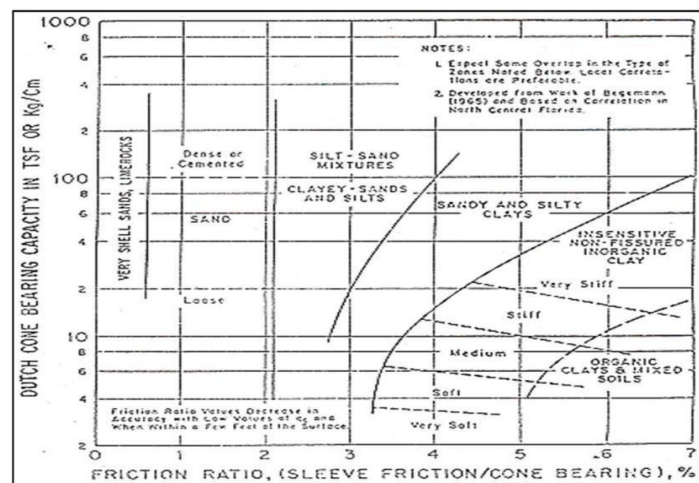
## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Pondasi

Pondasi merupakan salah satu komponen struktur yang terdapat pada suatu bangunan yang memiliki peran untuk menyalurkan beban yang berasal maupun yang diterima dari bangunan menuju ke tanah (Chairullah, 2016). Pondasi mempunyai peran agar bangunan dapat berdiri dengan stabil di atas tanah, sehingga perlu dilakukan pertimbangan mengenai kesesuaian antara beban dari bangunan konstruksi dengan kemampuan daya dukung tanah. Oleh sebab itu, perencanaan pondasi harus dilakukan dengan pertimbangan yang matang karena sifatnya yang sangat penting sebagai penopang berdirinya suatu bangunan.

### 2.2. Tes Sondir / Cone Penetration Test (CPT)

Tes Sondir merupakan tes penyelidikan tanah dengan menggunakan alat bernama sondir untuk mendapatkan parameter - parameter perlawanan penetrasi tanah yang akan digunakan dalam perencanaan daya dukung pondasi. Sondir adalah alat yang berbentuk silindris dengan ujung yang berupa konus. Pada pengujian sondir, stang alat ini ditekan ke tanah, kemudian memberikan perlawanan tanah terhadap ujung dari sondir dan gesekan pada selimut silinder diukur (Wibowo, 2013). Dalam melakukan perhitungan data tes sondir didapatkan beberapa parameter, terdiri dari tahanan konus ( $q_c$ ) yang merupakan nilai perlawanan terhadap gerakan penetrasi konus yang besarnya sama dengan gaya vertikal yang bekerja pada konus dibagi dengan luas ujung konus, perlawanan geser ( $f_s$ ) yang merupakan nilai perlawanan geser lokal yang dapat diperoleh bila ujung konus dan bidang geser terdorong secara bersamaan, angka banding geser ( $R_f$ ) yang diperoleh dari hasil perbandingan antara nilai perlawanan geser lokal ( $f_s$ ) dengan perlawanan konus ( $q_c$ ), dan geseran ( $T_f$ ) yang diperoleh dengan menjumlahkan perlawanan geser lokal yang dikalikan dengan interval pembacaan (Indonesia, 2008). Oleh sebab itu, perhitungan perencanaan pondasi pada setiap proyek bersifat unik karena memiliki parameter - parameter yang berbeda - beda. Uji sondir banyak digunakan pada proses penyelidikan tanah untuk pembangunan konstruksi di Indonesia. Pengujian ini sangat berguna untuk mendapatkan nilai variasi kepadatan dari tanah berpasir yang memiliki kepadatan tanah yang rendah. Pada tanah berpasir padat, serta tanah berkerikil dan berbatu, alat sondir menjadi tidak efektif karena menyulitkan penetrasi kedalam tanah (Ahmad dan Surahman, 2016). Menurut Schmertmann (1978) penafsiran jenis tanah berdasarkan hasil dari uji sondir ditentukan berdasarkan gambar klasifikasi tanah pada hasil uji kerucut statis. Pengklasifikasian tanah berdasarkan data sondir menggunakan **Gambar 1**.



Gambar 1. Klasifikasi Tanah Berdasarkan Data Sondir (Schmertmann, 1978)

### 2.3. Metode Umum

Metode umum ini merupakan metode yang dirumuskan berdasarkan usulan oleh Meyerhof di tahun 1956 yang menemukan bahwa resistansi/tahanan ujung tiang mendekati resistansi/tahanan ujung konus sondir dengan kisaran  $\frac{2}{3} q_c$  hingga  $1.5 q_c$ , dan Meyerhof merekomendasikan untuk tujuan praktis agar digunakan harga  $q_b = q_c$ . (Marzuki et.al., 2012).

$$P_u = q_b \times A_b + f_s \times A_s$$

Keterangan :

$q_b$  = tekanan konus rata - rata

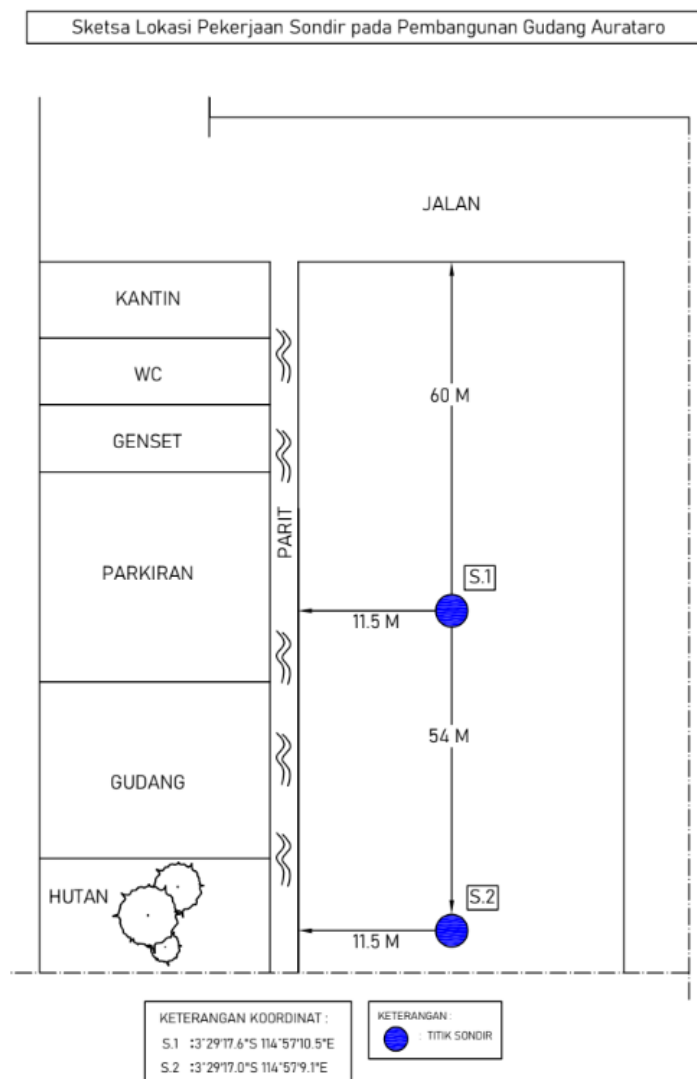
$A_b$  = luas penampang tiang

$f_s$  = gesekan selimut

$A_s$  = luas penampang selimut

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

Pekerjaan penyelidikan tanah pada lokasi rencana bangunan Pabrik AuraTaro mencakup 2 titik pengetesan, yang selanjutnya dikatakan S1 untuk titik pengetesan pertama dan S2 untuk titik pengetesan kedua, yang tersebar di area rencana pembangunan, dan selama proses penyelidikan tanah berlangsung dilakukan tes sondir (CPT). Denah lokasi penyelidikan tanah digambarkan pada **Gambar 2**.



**Gambar 2. Lokasi Penyelidikan Tanah**

### 3.1. Pelaksanaan Pengujian

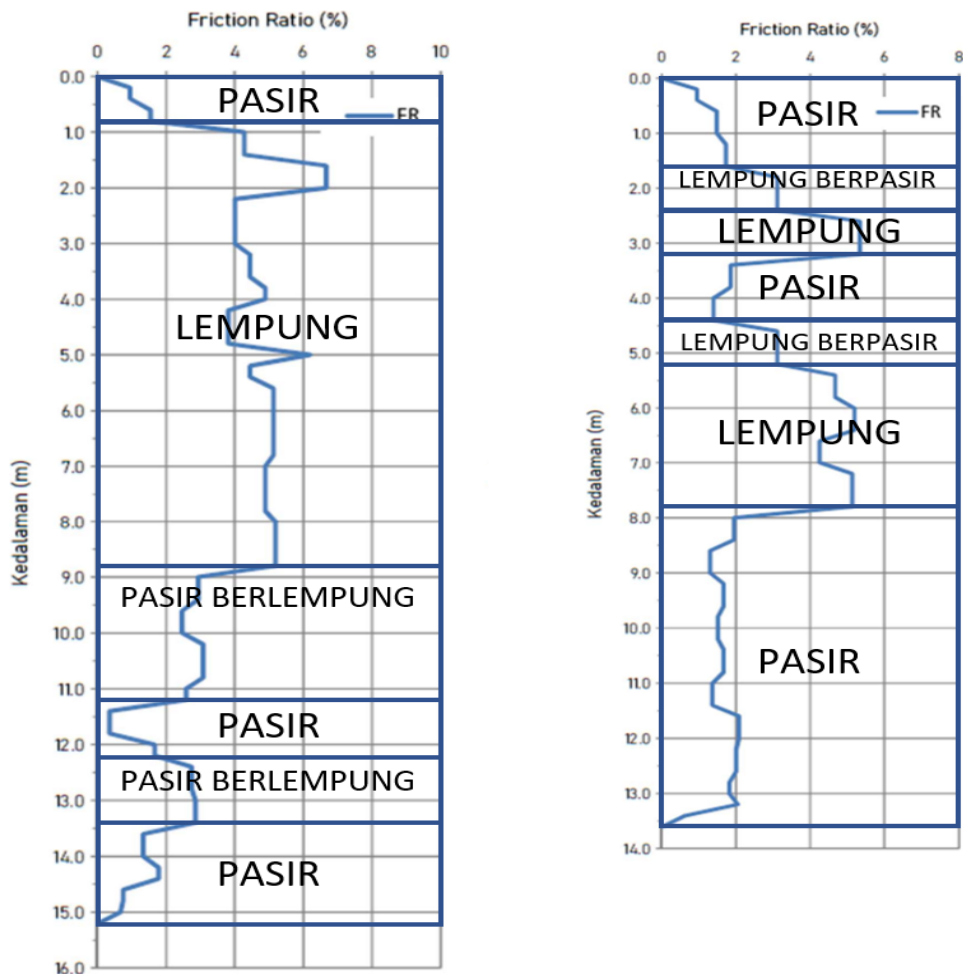
Tes sondir (CPT) dilakukan diatas permukaan tanah. Pelaksanaan pengujian tes sondir mengikuti aturan Insitu CPT (sondir) : SNI-2827-2008 dan ASTM D 3441-16. Penyelidikan tanah ini dilakukan dengan alat sondir yang memiliki kapasitas 2.5 Ton dengan  $q_c$  (kapasitas tahanan konus)  $250 \text{ kg/cm}^2$ . Selama dilakukan tes sondir, data - data yang dibutuhkan dicatat dengan baik, sehingga dapat memperoleh nilai tahanan konus ( $q_c$ ) dan gesekan selimut ( $f_s$ ) dari tanah yang telah diselidiki. Pelaksanaan tes sondir pada rencana bangunan pabrik AuraTaro dilakukan setiap interval kedalaman 20 cm. Tes sondir kemudian disajikan dalam bentuk diagram sondir yang menunjukkan interaksi antara kedalaman sondir dibawah permukaan tanah dengan besarnya nilai perlawanan pada konus ( $q_c$ ), serta jumlah hambatan pekat pada selubung. Jenis tanah kemudian ditafsir dari data tes sondir yang ditentukan berdasarkan grafik Schmertmann (1978).

### 3.2. Peralatan Pengujian

Peralatan Pengujian digunakan Sondir kapasitas tekan 2.5 ton dan konus yang berkapasitas  $250 \text{ kg/cm}^2$ . Sondir berupa *biconus type Begemann* yang dilengkapi dengan selimut untuk mengukur hambatan pekat lokal. Sondir memiliki spesifikasi dimensi berdiameter 3.57 cm, konus dengan luas  $10 \text{ cm}^2$ , serta selimut dengan luas  $150 \text{ cm}^2$ .

## 4. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Hasil Lapisan Tanah

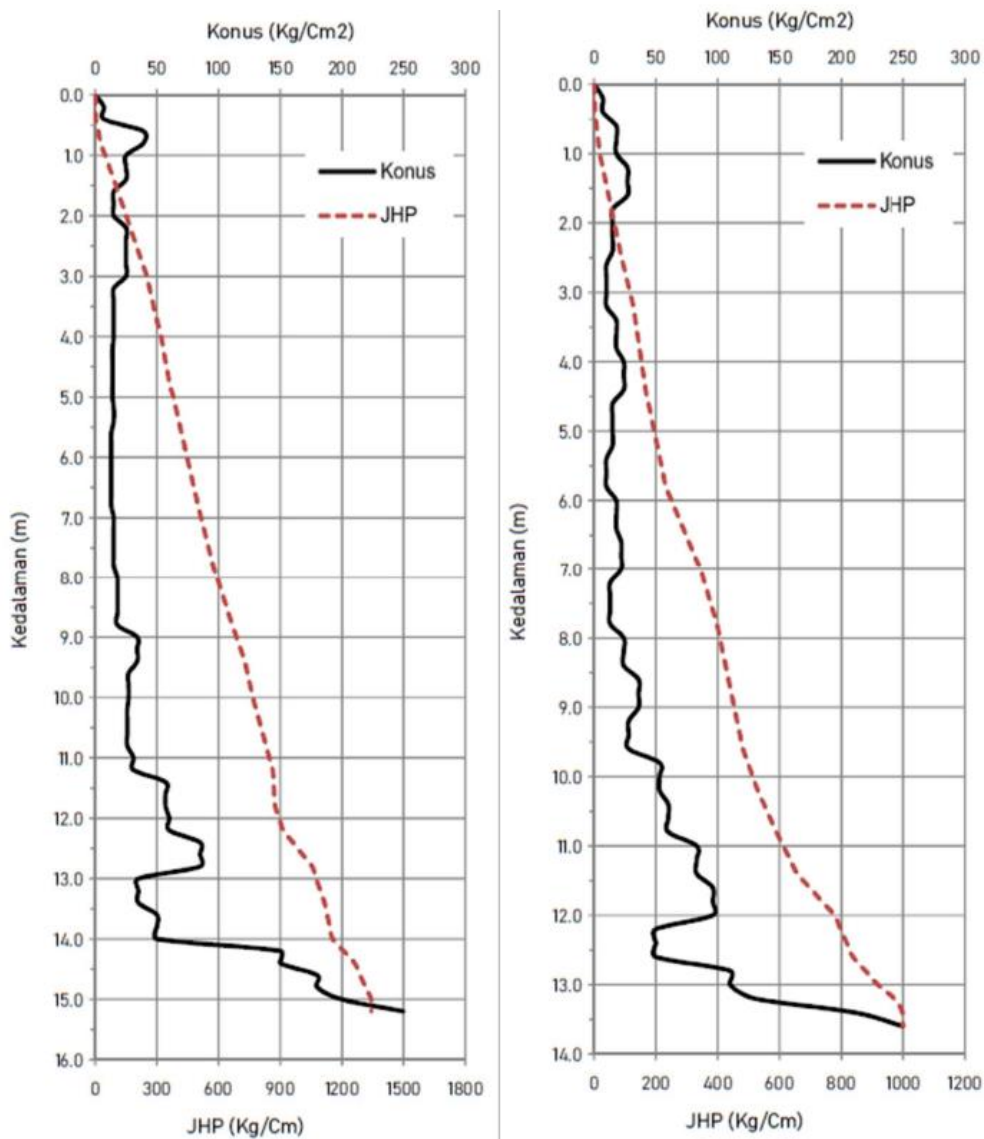


Gambar 3. Perbandingan Lapisan Tanah antara Titik S1 (kiri) dan S2 (kanan)

Dari hasil penyelidikan tanah pada **Gambar 3** bagian kiri (grafik S1) menunjukkan bahwa lapisan tanah pada titik sondir S1 secara umum terdiri dari 3 Stratigrafi yaitu lempung dengan konsistensi sedang sampai kaku, pasir berlempung dengan konsistensi sedang, dan pasir dengan konsistensi lepas sampai sangat padat dengan nilai  $q_c$  akhir pada kedalaman 15.2 m sebesar  $250 \text{ kg/cm}^2$  dengan klasifikasi pasir sangat padat.

Dari hasil penyelidikan tanah pada **Gambar 3** bagian kanan (grafik S2) menunjukkan bahwa lapisan tanah pada titik sondir S2 secara umum terdiri dari 3 Stratigrafi yaitu lempung dengan konsistensi sedang sampai kaku, lempung berpasir dengan konsistensi sedang, dan pasir dengan konsistensi lepas sampai sangat padat dengan nilai  $q_c$  akhir pada kedalaman 13.6 m sebesar  $250 \text{ kg/cm}^2$  dengan klasifikasi pasir sangat padat

#### 4.2. Daya Dukung Metode CPT



**Gambar 4. Data Tanah S1 (kiri) dan S2 (kanan)**

Berdasarkan hasil grafik tes sondir yang didapatkan, ada 2 titik sondir yaitu S1 dan S2 yang bisa dilakukan perhitungan untuk mendapatkan daya dukung ultimit dan daya dukung ijin dari pondasi tiang tersebut. Tiang pancang direncanakan menggunakan *mini pile* 20 x 20 cm<sup>2</sup>. Pada **Gambar 4**, digambarkan data tanah dari titik S1 dan S2. Maka, data dari hasil sondir yang diperoleh :

$$q_{c1} = 85 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_{c2} = 100 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{s1} = 1 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{s2} = 1 \text{ kg/cm}^2$$

Perhitungan daya dukung tiang ultimit bisa didapatkan dengan metode analisa Meyerhof (1956), sebagai berikut :

$$P_{u1} = q_c \times A_b + f_s \times A_s$$

$$P_{u1} = 85 \times 20 \times 20 + 1 \times 80 \times 400$$

$$P_{u1} = 66000 \text{ kg}$$

$$P_{u1} = 66 \text{ ton} \rightarrow \text{Pijin} = 33 \text{ ton (dengan Safety Factor} = 2)$$

$$P_{u2} = q_c \times A_b + f_s \times A_s$$

$$P_{u2} = 100 \times 20 \times 20 + 1 \times 80 \times 400$$

$$P_{u2} = 72000 \text{ kg}$$

$$P_{u2} = 72 \text{ ton} \rightarrow \text{Pijin} = 36 \text{ ton (dengan Safety Factor} = 2)$$

$$P_u \text{ bahan} = A_b \times f_c'$$

$$P_u \text{ bahan} = 20 \times 20 \times 75$$

$$P_u \text{ bahan} = 30000 \text{ kg}$$

$$P_u \text{ bahan} = 30 \text{ ton}$$

Pada **Tabel 1**, didapatkan daya dukung tiang berdasarkan perhitungan pada titik S1 dengan  $P_u$  sebesar 66 ton dan Pijin sebesar 33 ton, serta pada titik S2 didapatkan  $P_u$  sebesar 72 ton dan Pijin = 36 ton, dengan *safety factor* untuk Pijin sebesar 2. Bila nilai perhitungan daya dukung titik S2 dibandingkan berdasarkan hasil uji laboratorium, hasil dari  $P_u$  dan Pijin memiliki nilai daya dukung yang tidak berbeda secara signifikan, dimana  $P_u$  dari data laboratorium sebesar 61.99 ton dengan Pijin sebesar 39.1 ton. Selain itu, didapatkan berdasarkan hasil perhitungan bahwa daya dukung bahan sebesar 30 ton.

**Tabel 1. Daya Dukung Tiang**

No	Keterangan	Pile 20 x 20	
		Pu (ton)	P ijin (ton)
1	Titik S1	66	33
2	Titik S2	72	36
3	Berdasarkan Bahan	30	
4	Hasil Lab	61.99	39.1

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan daya dukung pada titik S2 didapatkan nilai Pijin sebesar 36 ton yang memiliki perbedaan nilai daya dukung yang tidak terlalu signifikan dibandingkan dengan daya dukung dari uji laboratorium pada titik S2.  $P_u$  yang didapatkan pada titik S1 memiliki nilai yang lebih kecil daripada dengan titik S2, hal tersebut menunjukkan titik S1 memiliki nilai yang lebih kritis untuk dijadikan dasar mendesain daripada titik S2. Namun berdasarkan daya dukung bahan, daya dukung ultimit yang dapat terjadi hanya mampu mencapai pada 30 ton, sehingga daya dukung yang paling kritis adalah dari daya dukung berdasarkan bahan (mutu beton).

## 6. DAFTAR REFERENSI

- Ahmad, L. G., dan Surahman, M. (2016). "Analisis Daya Dukung Tiang Pancang Menggunakan Data Insitu Test, Parameter Laboratorium Terhadap Loading Test Kantledge." *Konstruksia*, 7(2).
- Chairullah, B. (2016). "Analisa Daya Dukung Pondasi dengan Metoda SPT, CPT, dan Meyerhof pada Lokasi Rencana Konstruksi PLTU Nagan Raya Provinsi Aceh." *Teras Jurnal*, 3(1).
- Marzuki, A., Firdaus, M., Ilhami, I., dan Sutiasno, S. (2012). "Evaluasi Perkiraan Daya Dukung Teoritis Tiang Berdasarkan Data Sondir (CPT) dan Dial Pressure Load (Studi: Proyek Pembangunan Rumah Sakit Gigi Dan Mulut Banjarmasin)." *Jurnal Poros Teknik*, 4(2), 41-50.
- Indonesia, S. N. (2008). "Cara Uji Penetrasi Lapangan dengan Alat Sondir." *Jakarta: Badan Standarisasi Nasional (BSN), ICS, 93, 23.*
- Schmertmann, J. H., Hartman, J. P., & Brown, P. R. (1978). "Improved strain Influence Factor Diagrams." *Journal of the Geotechnical Engineering Division*, 104(8), 1131-1135.
- Wibowo, H.T. (2013). "Analisis Hasil Pengujian Sondir Untuk Mengetahui Peningkatan Kekuatan Tanah Sangat Lunak di Lokasi Gate House dalam Pekerjaan Grouting at Semarang Pumping Station & Retarding Pond"