

## EVALUASI METODE PERHITUNGAN DAYA DUKUNG TIANG PANCANG DARI HASIL SPT DAN DATA LABORATORIUM – STUDI KASUS PEMBANGUNAN TANGKI TIMBUN AVTUR 3 x 5000L DI DPPU KUALANAMU

Mahliza Nasution<sup>1</sup>, Ihsan Malik<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area, Medan

<sup>2</sup>Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Asahan, Kisaran, Kab. Asahan

Email : <sup>1</sup>liizaoza@gmail.com (korespondensi)

**ABSTRAK.** Tiang pancang merupakan bagian dari konstruksi pondasi bangunan untuk mengurangi tekanan dari bangunan serta seluruh isinya sehingga diperlukan perencanaan dan perhitungan daya dukung yang baik agar tidak terjadi kegagalan fungsi. Daya dukung tiang adalah daya dukung suatu tiang dalam mendukung beban yang dapat dilakukan dengan menghitung dari data hasil pengujian di lapangan, data laboratorium maupun uji beban langsung. Perhitungan daya dukung tiang pancang kali ini menggunakan data SPT dengan metode Mayerhoff (1976) dan data Laboratorium dengan metode Poulos dan Davis. Hasil perhitungan dibandingkan dengan hasil pengujian PDA dilapangan. Daya dukung tiang pancang ( $Q_a$ ) dari hasil perhitungan menggunakan metode Mayerhoff (1976) didapatkan hasil pada BH-1 = 95.046 ton, pada BH-2 = 90.296 ton, dan pada BH-3 = 60.080. Dengan menggunakan metode Poulos dan Davis didapatkan hasil pada BH-1 = 45.484 ton, pada BH-2 = 37.18 ton, dan pada BH-3 = 43.348 ton. yang kemudian dibandingkan dengan hasil PDA (BH-1 = 92,33 ton, BH-2 = 90 ton, dan pada BH-3 = 64,67 ton). Dapat diketahui jika hasil perhitungan dengan menggunakan data SPT dengan metode Mayerhoff (1976) yang paling mendekati hasil PDA test . Sehingga untuk perencanaan daya dukung tiang pancang sudah lebih akurat dengan menggunakan data SPT di lapangan. Akan tetapi, tidak ada salahnya jika sampel tanah dibawa untuk di uji di laboratorium agar bisa di evaluasi lebih lanjut.

**Kata Kunci :** *Daya Dukung Tiang, Pengujian PDA, data SPT*

**ABSTRACT.** Piles are part of the construction of building foundations to reduce pressure from the building and all its contents, so it is necessary to plan and calculate the carrying capacity of the building so that there is no malfunction. Pile bearing capacity is the carrying capacity of a pile in supporting a load, which can be calculated by calculating the data from field tests, laboratory data, and direct load tests. Calculation of pile bearing capacity using SPT data using the Mayerhoff method (1976) and laboratory data using the Poulos and Davis method The calculation results are compared with the results of the PDA test in the field. Pile bearing capacity from the calculation using the Mayerhoff method (1976) obtained the results at BH-1 = 95,046 tons, at BH-2 = 90,296 tons, and at BH-3 = 60,080 tons. By using the Poulos and Davis method, the results obtained at BH-1 are 45,484 tons, at BH-2 are 37.18 tons, and at BH-3 are 43,348 tons. which is then compared with the results of PDA (BH-1 = 92.33 tons, BH-2 = 90 tons, and BH-3 = 64.67 tons), It can be seen if the results of calculations using SPT data with the Mayerhoff method (1976) are closest to the results of the PDA test. So that the planning for the carrying capacity of the pile is more accurate by using SPT data in the field. However, there is nothing wrong if the soil sample is brought for testing in the laboratory so that it can be further evaluated.

**Keywords :** *Pile Bearing Capacity, PDA Testing, SPT data*

## 1. PENDAHULUAN

Pondasi adalah suatu bagian dari konstruksi bangunan yang bertugas meletakkan bangunan dan meneruskan beban bangunan atas (upper structure/super structure) ke dasar tanah yang cukup kuat mendukungnya [1]. Pondasi adalah salah satu dari konstruksi bangunan yang terletak dibagian bawah sebuah konstruksi, pondasi mempunyai peran penting terhadap sebuah bangunan, dimana pondasi menanggung semua beban konstruksi bagian atas ke lapisan tanah yang berada di bagian bawahnya [2]. Pondasi ialah bagian dari suatu sistem rekayasa yang meneruskan beban yang ditopang oleh pondasi dan beratnya sendiri kepada dan kedalam tanah dan batuan yang terletak dibawahnya. Tegangan-tegangan tanah yang dihasilkan kecuali pada permukaan tambahan kepada beban-beban yang sudah ada dalam massa tanah dari bobot sendiri bahan dan sejarah geologisnya [3].

Secara umum pondasi dibagi menjadi dua jenis, yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam. Pondasi dangkal merupakan pondasi yang hanya mampu menerima beban relatif kecil dan secara langsung menerima beban bangunan. Sedangkan pondasi dalam adalah pondasi yang mampu menerima beban bangunan yang besar dan meneruskan beban bangunan ke tanah keras atau batuan yang sangat dalam. Penentuan jenis pondasi yang akan digunakan dipengaruhi beberapa faktor, diantaranya adalah kedalaman tanah keras, jenis tanah pada lokasi, dan beban yang akan dipikul oleh pondasi. Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang. Pemilihan metode yang digunakan tergantung dengan parameter data tanah yang dipakai. Pengujian tanah dilapangan yang paling sering dilakukan biasanya terdiri dari uji sondir dan bor log [1].

Penyelidikan *Standart Penetrasi Test* (SPT) bertujuan untuk mendapatkan gambaran lapisan tanah berdasarkan jenis dan warna tanah melalui pengamatan secara visual, sifat-sifat tanah dan karakteristik tanah. Data *Standart Penetrasi Test* (SPT) dapat digunakan untuk menghitung kapasitas daya dukung. Maka dari itu dilakukan pula *Field Investigation* atau Pekerjaan Penelitian Lapangan.

Dalam penelitian ini penulis ingin mengetahui antara perhitungan dengan data SPT menggunakan metode Mayerhoff (1976) dan perhitungan dengan data laboratorium menggunakan metode Poulos dan Davis, yang mana yang paling mendekati hasil PDA test.

### **Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang**

Variasi kondisi tanah dan pengaruh tipe cara pelaksanaan pemancangan dapat menimbulkan perbedaan yang besar pada beban ultimit tiang dalam satu lokasi bangunan. Demikian pula dengan pengaruh-pengaruh seperti: tiang dicetak di luar atau dicor di tempat, tiang berdinding

rata atau bergelombang, tiang terbuat dari baja atau beton, sangat berpengaruh pada faktor gesekan antara sisi tiang dan tanah, yang dengan demikian akan mempengaruhi kapasitas dukung tiang [4].

**Kapasitas Tiang dari Hasil Uji Tanah**

Menurut Hardiyatmo [4], kapasitas ultimit netto tiang tunggal ( $Q_u$ ) adalah jumlah dari tahanan ujung bawah ultimit ( $Q_b$ ) dan tahanan gesek ultimit ( $Q_s$ ) antara dinding tiang dan tanah di sekitarnya dikurangi dengan berat sendiri tiang. Jika dinyatakan dalam persamaan, maka :

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

Dimana,

- $Q_u$  = kapasitas dukung ultimit netto (kN)
- $Q_b$  = tahanan ujung bawah ultimit (kN)
- $Q_s$  = tahanan gesek ultimit (kN)
- $W_p$  = berat sendiri tiang (kN)

Tahanan gesek dinding ultimit dapat dinyatakan dalam persamaan berikut :

$$Q_s = \Sigma A_s [c_d + K_d p_o \operatorname{tg} \varphi_d] \dots\dots\dots(2)$$

Dimana,

- $Q_s$  = tahanan gesek dinding ultimit
- $A_s$  = luas selimut tiang
- $c_d$  = kohesi antara dinding-tanah
- $K_d$  = koefisien tekanan tanah lateral pada sisi tiang
- $p_o = \sigma_v = \gamma_i z_i$  = tekanan *overburden* rata-rata di sepanjang tiang
- $\varphi_d$  = sudut gesek antara sisi tiang dan tanah

**Tahanan Gesek Dinding Ultimit ( $Q_s$ )**

Persamaan tahanan gesek dinding ultimit [4] adalah :

$$Q_s = A_s f_s \dots\dots\dots(3)$$

$$f_s = K_d p'_o \operatorname{tg} \delta \dots\dots\dots(4)$$

Maka,

$$Q_s = A_s K_d p'_o \operatorname{tg} \delta \dots\dots\dots(5)$$

Dimana,

- $Q_s$  = tahanan gesek dinding ultimit
- $A_s$  = luas selimut tiang
- $K_d$  = koefisien tekanan tanah yang tergantung dari kondisi tanah, nilai  $K_d$

- $p_o'$  = tekanan vertical efektif, yang besarnya sama dengan tekanan *overburden* efektif untuk  $z \leq z_c$  dan sama dengan besarnya tekanan vertical kritis untuk  $z > z_c$
- $z$  = kedalaman titik yang ditinjau dari permukaan tanah
- $z_c$  = kedalaman kritis, yaitu kedalaman di mana tekanan *overburden* efektif dihitung dari titik ini dianggap konstan.
- $\delta = \varphi_d'$  = sudut gesek dinding efektif antara sisi tiang dan tanah.

A. Metode Poulos dan Davis

1. Tahanan Ujung Ultimit ( $Q_b$ )

Megacu pada saran Vesic (1967), Poulos dan Davis (1980) menyarankan bentuk variasi distribusi tegangan vertikal efektif dan kedalaman untuk megistimasi besarnya tahanan ujung maksimum tiang pada tanah non-kohesif (glanuler). Tekanan vertikal bertambah sampai mencapai kedalaman tertentu ( $z_c$ ), seterusnya konstan (yaitu sama dengan tekanan *overburden* efektif pada kedalaman  $z_c$ ).

Tahanan ujung ultimit dinyatakan dalam Persamaan (3), (4) dan (5):

$$Q_b = A_b f_b \dots\dots\dots(6)$$

$$f_b = p'_b N_q \dots\dots\dots(7)$$

Maka,

$$Q_b = A_b p'_b N_q \dots\dots\dots(8)$$

Terdapat beberapa usulan untuk menentukan hubungan antara  $\varphi'$  dan  $N_q$ . Poulos dan Davis (1980) menyarankan nilai  $N_q$  yang diusulkan oleh Berezantzev (1961). Nilai-nilainya merupakan fungsi dari  $L/d$  ( $L$  = kedalaman tiang,  $d$  = lebar atau diameter tiang) dan sudut gesek dalam efektif tanah.

Untuk menentukan  $\varphi$  dalam hitungan dapat dilakukan dengan cara :

- Untuk tiang pancang

Nilai  $\varphi$  dibawah ujung tiang ( $\varphi'$ ) =  $\frac{1}{2} (\varphi + 40^\circ)$ , dimana  $\varphi'$  merupakan sudut gesek tanah asli dilapangan.

B. Kapasitas Tiang Dari Uji SPT (Meyerhoff, 1976)

Kapasitas ultimit tiang dapat dihitung secara empris dari nilai  $N$  hasil uji SPT. [5] menyarankan persamaan sebagai berikut :

$$Q_u = Q_b + Q_s \dots\dots\dots(9)$$

Dimana :

$$Q_b = A_b f_b \dots\dots\dots(10)$$

$$f_b = C N_b \rightarrow C = 38 L_b/d \leq 380 \text{ kPa} \dots\dots\dots(11)$$

Maka,

$$Q_b = A_b (38 L_b/d) N_b \leq 380 N_b (A_b) \text{ (kN)} \dots \dots \dots (12)$$

Dengan,

$N_b$  =  $N$  rata-rata dihitung dari 8d atas dasar tiang dan 4d bawah tiang

$A_b$  = luas penampang tiang ( $m^2$ )

$L_b/d$  = rasio kedalaman

Tahanan gesek satuan ( $f_s$ ) yang disarankan [5] adalah sebagai berikut:

Untuk tiang perpindahan besar (tiang pancang) pada tanah tidak-kohefif (pasir):

$$f_s = \frac{1}{50} \times \sigma_r \times N_{60} \text{ (kN/m}^2\text{)} \dots \dots \dots (13)$$

Dimana,

$N_{60}$  = Harga  $N$ -SPT sepanjang tiang

$f_s$  = Tahanan gesek satuan tiang ( $kN/m^2$ )

$\sigma_r$  = Tegangan referensi = 100  $kN/m$

Dalam menghitung  $f_b$  . nilai  $N$ -SPT yang digunakan harus mewakili kondisi tanah di sekitar ujung tiang, yaitu dalam kisaran  $1d$  di atas dasar tiang dan  $2d$  di bawahnya. Dalam menghitung  $f_s$ , maka digunakan kondisi tanah di sekeliling segmen tiang yang diperhatikan. Untuk tiang yang meruncing lebih dari 1 %, maka  $f_s$  dapat dikalikan 1 ,5 [5].

Karena prosedur pengujian SPT yang tidak konsisten, hasil hitungan kapasitas dukung tiang menjadi tidak begitu akurat. Oleh karena itu, Coduto (1994) menyarankan menggunakan faktor aman yang agak lebih tinggi dari nilai normalnya.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### A. Sumber Data

Pengumpulan data di peroleh penulis dari Kontraktor Pelaksana PT. Seirama Laju berupa laporan hasil penyelidikan tanah dan gambar struktur. Metode yang dipakai untuk pengumpulan data yaitu antara lain adalah survei sekunder

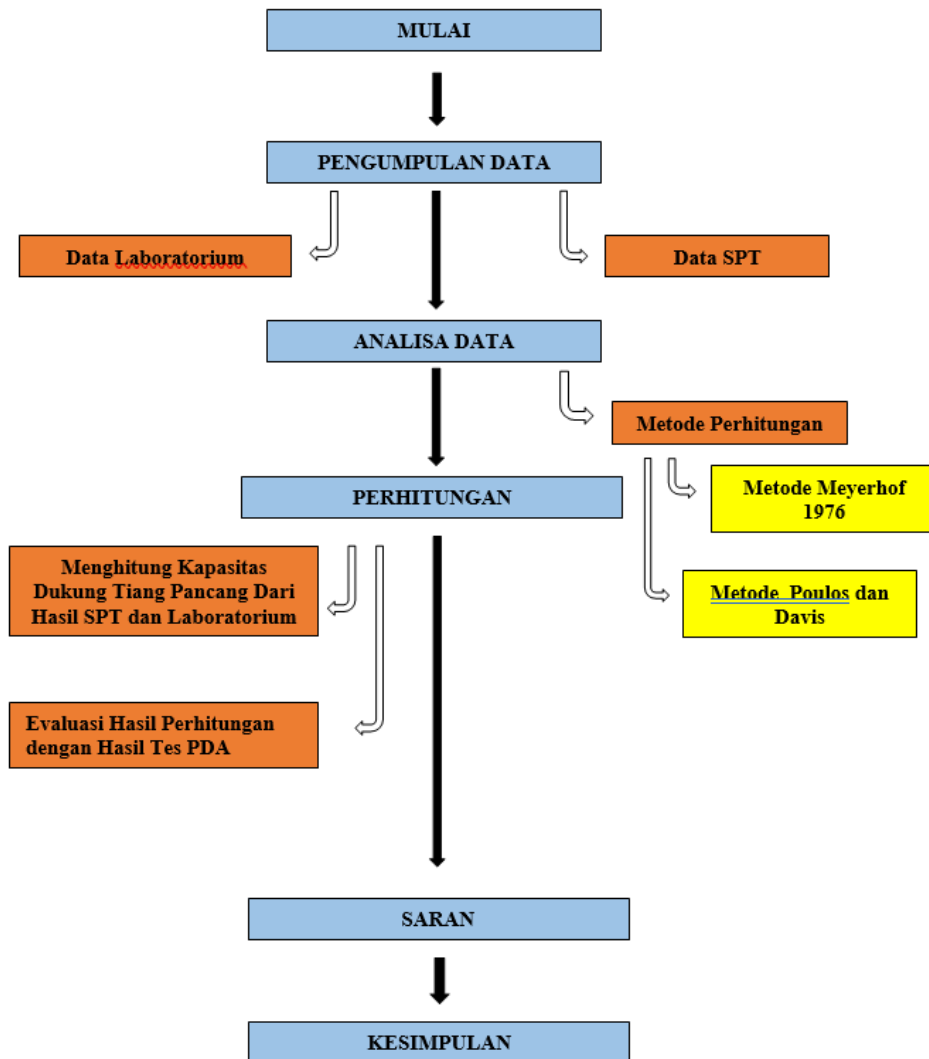
### B. Tahap dan Langkah Penelitian

Tahapan dan langkah penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Tahap perumusan masalah :  
Meliputi rumusan masalah, penentuan topik, perumuan manfaat dan tujuan penelitian.
2. Tahap studi pustaka :  
Untuk menemukan informasi mengenai penelitian dari berbagai referensi, literatur, buku, laporan penelitian sejenis yang dapat menunjang penelitian ini.
3. Tahap pengumpulan data :  
Untuk mengumpulkan data-data yang diperlukan dalam penelitian. Adapun data yang dibutuhkan seperti data laporan hasil penyelidikan tanah dan gambar struktur (SPT dan Laboratorium).
4. Tahap analisis data :  
Menganalisis data yang telah diperoleh dengan menentukan metode perhitungan.
5. Tahap perhitungan :  
Perhitungan dengan menggunakan dua tahapan yaitu dari data hasil SPT dan Laboratorium, dan evaluasi kembali dengan hasil tes PDA.
6. Tahap kesimpulan dan saran :  
Berisi tentang hasil penelitian serta saran untuk penelitian berikutnya.

C. Prosedur Perhitungan

Adapun prosedur perhitungan dapat dilihat dari bagan alir sebagai berikut :



Gambar 1. Diagram Bagan Alir Penelitian

Sumber : Dokumentasi Peneliti

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh perbedaan hasil dari data SPT menggunakan Metode Mayerhoff (1976) dan Laboratorium menggunakan Metode Poulos dan Davis. Rekapitulasi hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 1 dan perbandingan hasil perhitungan antara perhitungan dari data SPT, data Laboratorium, dengan data PDA dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 1. Rekapitulasi hasil perhitungan data SPT dan Laboratorium

Sampel	Mayerhoff (1976)				Poulos dan Davis (1980)			
	$Q_b$ (ton)	$Q_s$ (ton)	$Q_u$ (ton)	$Q_a$ (ton)	$Q_b$ (ton)	$Q_s$ (ton)	$Q_u$ (ton)	$Q_a$ (ton)
BH-1	177.928	59.688	237.616	95.046	23.09	91.16	113.71	45.484
BH-2	176.734	49.0074	225.741	90.296	14.92	80.62	92.95	37.18
BH-3	119.415	30.786	150.201	60.080	15.85	96.36	109.62	43.348

Tabel 2. Perbandingan hasil perhitungan SPT, Laboratorium dengan data PDA

Sampel	PDA (ton)	Mayerhoff (1976)	Poulos dan Davis
		$Q_a$ (ton)	$Q_a$ (ton)
BH-1	92.33	95.046	45.484
BH-2	90	90.296	37.18
BH-3	64.67	60.080	43.348

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa hasil perhitungan daya dukung tiang pancang ( $Q_a$ ) dengan data laboratorium (Metode Poulos dan Davis) cukup jauh dari hasil uji beban (PDA *test*). Hal ini dikarenakan parameter tanah yang digunakan tidak sesuai dengan kedalaman dan keadaan lapangan sebenarnya. Sedangkan hasil perhitungan daya dukung tiang pancang ( $Q_a$ ) dari hasil SPT (Metode Meyerhof) lebih mendekati ( $Q_a$ ) hasil PDA *test*. Ini disebabkan oleh pengaruh jumlah pukulan ( $N$ -SPT) yang didapat dilapangan.

Berdasarkan kedua analisis diatas, nilai ( $Q_a$ ) yang terbesar dan mendekati nilai uji dari PDA *test* adalah hasil perhitungan dari uji SPT dengan menggunakan Metode Meyerhof (1976).



#### 4. KESIMPULAN

##### Kesimpulan

Dari hasil perhitungan didapat hasil sebagai berikut :

- a. Daya dukung tiang pancang ( $Q_a$ ) menggunakan data SPT dengan Metode Mayerhoff (1976) :
  - Titik BH – 1 = 95.046 ton
  - Titik BH – 2 = 90.296 ton
  - Titik BH – 3 = 60.080 ton
- b. Daya dukung tiang pancang ( $Q_a$ ) menggunakan data Laboratorium dengan Poulus dan Davis :
  - Titik BH – 1 = 45.484 ton
  - Titik BH – 2 = 37.18 ton
  - Titik BH – 3 = 43.348 ton

Perhitungan menggunakan Metode Meyerhof (1976) dengan data SPT paling mendekati dengan hasil pengujian PDA (BH-1 = 92,33 ton, BH-2 = 90 ton, dan pada BH-3 = 64,67 ton) yang didapatkan di lapangan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gunawan, R., 1991. Pengantar Teknik Fondasi. Yayasan Kanisius : Yogyakarta
- [2] Sardjono H.S., 1998. Pondasi Tiang Pancang . Sinar Wijaya : Surabaya
- [3] Bowles, J. E., 1997. Analisis dan Desain Pondasi Jilid 1. Erlangga : Jakarta
- [4] Hardiyatmo, H. C., 2010, Analisis dan Perancangan Pondasi II. Gajah Mada University Press : Yogyakarta
- [5] G.G.Meyerhof., 1976, Bearing Capacity and Settlement of Pile Foundations. National Library Of Latvia. New York