

PERENCANAAN FONDASI TIANG PANCANG (*SPUN PILE*) PADA GEDUNG PERKULIAHAN UNIVERSITAS WAHIDIYAH

Mukhlisin

Universitas Wahidiyah, Alamat e-mail: poowloss@gmail.com

Dedi Supriadi

Universitas Wahidiyah, Alamat e-mail: dedidut717@uniwa.ac.id

Abstrak

Fondasi adalah komponen struktur terendah dari bangunan yang meneruskan beban bangunan ke tanah atau batuan yang berada di bawahnya. Pemilihan jenis fondasi yang akan digunakan sebagai struktur bawah dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain kondisi tanah dasar, beban yang diterima fondasi, peraturan yang berlaku, biaya, kemudahan dalam pelaksanaannya. Pada pembangunan Gedung Perkuliahan Universitas Wahidiyah direncanakan menggunakan fondasi tiang pancang (*Spun Pile*). Setiap fondasi dituntut mampu mendukung beban maksimum yang mungkin terjadi. Analisa kapasitas daya dukung fondasi dilakukan dengan memperhatikan data penyelidikan tanah, beban yang dipikul oleh fondasi, dimensi tiang, jarak antar tiang dan kedalaman tiang. Perencanaan fondasi tiang pancang direncanakan menggunakan diameter 40 cm dengan kedalaman 16 m dibawah muka tanah. Pada perhitungan kapasitas daya dukung tiang tunggal berdasarkan pada penyajian data hasil sondir, maka beban ijin (Q_u Ijin) bisa dihitung menggunakan metode Meyerhoff. Diperoleh hasil sebesar 100,480 Ton. Dengan kapasitas daya dukung tanah tersebut maka di temukan jumlah titik tiang dalam satu kelompok tiang antaralain, titik A1, B1 : 3 titik tiang, titik A4, A5, B2 : 4 titik tiang dan titik A2, A3 : 5 titik tiang. Maka ditemukan jumlah titik tiang fondasi pada gedung perkuliahan Universitas Wahidiyah sebanyak 132 titik tiang. Dalam perencanaan fondasi tiang pancang, penulis juga menganalisa rencana anggaran biaya untuk kebutuhan fondasi tiang pancang (*Spun Pile*), total analisa rencana anggaran biaya fondasi tiang pancang (*Spun Pile*) pada gedung perkuliahan Universitas Wahidiyah sebesar Rp. 1.298.970.230,00.

Kata Kunci: Fondasi tiang, Kapasitas dukung, RAB

Abstrak

The foundation is the lowest structural component of a building that forwards the burden of the building to the ground or rocks beneath it. The choice of foundation type that will be used as a bottom structure is influenced by various factors including the condition of the subgrade, the burden received by the foundation, applicable regulations, costs, ease of implementation. In the construction of the Wahidiyah University Lecture Building it is planned to use the foundation of a stake (Spun Pile). Each foundation is required to be able to support the maximum load that may occur. Analysis of the carrying capacity of the foundation is carried out by taking into account the soil investigation data, the load borne by the foundation, the dimensions of the pile, the distance between the piles and the depth of the pile. The planning of pile foundation is planned to use a diameter of 40 cm with a depth of 16 m below ground level. In calculating the carrying capacity of a single pole based on the presentation of the results of the sondir, the permit load (Q_u Permit) can be calculated using the Meyerhoff method. Obtained a yield of 100,480 tons. With the carrying capacity of the soil, the number of pole points in one group of piles is found, points A1, B1: 3 pole points, A4, A5, B2: 4 pole points and A2, A3: 5 pole points. Then found the number of foundation pillars at the Wahidiyah University lecture building as many as 132 points. In planning the pile foundation, the author also analyzes the budget plan for the needs of the pile foundation (Spun Pile), the total analysis of the budget plan of the pile foundation (Spun Pile) in the Wahidiyah University lecture building is Rp. 1,298,970,230.00.

Keywords: Pile foundation, carrying capacity, RAB

PENDAHULUAN

Fondasi adalah bagian paling bawah dari suatu struktur yang berfungsi meletakkan dan meneruskan beban struktur kelapisan tanah atau batuan yang berada di bawah fondasi (Pratiwi, 2018). Secara garis besar, fondasi dibagi menjadi dua yaitu dangkal (*shallow foundation*) dan fondasi dalam (*deep foundation*). Fondasi dangkal biasanya digunakan pada tanah dengan kedalaman tidak lebih dari 3 meter dengan kata lain fondasi ini diterapkan pada tanah yang keras atau stabil yang mendukung struktur bangunan tidak terlalu berat dan tinggi.

Fondasi dalam adalah fondasi yang digunakan pada permukaan tanah dengan kedalaman tertentu, dimana daya dukung dasar fondasi dipengaruhi oleh beban struktural dan kondisi permukaan tanah. Fondasi dalam biasanya digunakan pada kedalaman lebih dari 3 meter dibawah elevasi permukaan tanah.

Dalam perencanaan gedung perkuliahan Universitas Wahidiyah berjumlah 7 lantai, yang mana lantai dasar digunakan sebagai tempat parkir kendaraan, lantai 2 sampai lantai 6 digunakan sebagai kantor dan ruang kelas, sedangkan lantai 7 digunakan sebagai sarang burung walet.

Gedung perkuliahan Universitas Wahidiyah memiliki bentang memanjang 60 meter, bentang melintang 24,5 meter serta tinggi gedung 29,10 meter.

Pengambilan obyek studi fondasi ini mengacu pada semakin banyaknya pembangunan gedung bertingkat tinggi dengan menggunakan fondasi tiang pancang khususnya di daerah Jawa timur

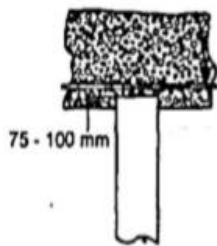
Landasan Teori

Fondasi adalah struktur bawah yang berfungsi menyalurkan seluruh beban struktur itu sendiri ataupun beban tambahan, untuk mengantisipasi terjadinya keruntuhan dan penurunan tanah (Candra, 2017).

Fondasi Tiang Pancang (*Spun Pile*)

Fondasi tiang pancang (*spun pile*) adalah salah satu jenis fondasi tiang yang berfungsi untuk menerima beban yang cukup besar untuk di salurkan kedalam lapisan tanah keras. Menurut (Priatna, 2017).

Daya Dukung ijin Tiang Pancang



Daya dukung tiang adalah daya dukung yang ditimbulkan oleh ujung tiang dan tahanan geser pada selimut tiang. Menurut (Jusi, U Maizir, H Gultom, 2017).

Berdasarkan Daya Dukung Tanah

Untuk mengetahui kapasitas daya dukung tiang tunggal berdasarkan pada penyajian data hasil sondir, maka beban ijin (Q_u Ijin) bisa dihitung menggunakan metode Meyerhoff.

$$Q_u \text{ Ijin} = \frac{q_c A_p}{SF1} + \frac{JHL \cdot K_t}{SF2}$$

keterangan:

Q_u Ijin = Kapasitas beban yang diijinkan

q_c = Ujung konus sondir

A_p = Luas dasar penampang fondasi tiang

JHL = Jumlah hambatan pelekak

K_t = Keliling tiang

SF1 = Faktor keamanan

SF2 = Faktor keamanan

Menentukan Jumlah Tiang

Jumlah tiang yang di butuhkan untuk menahan beban yang bekerja pada satu titik kolom menggunakan beban aksial, kombinasi beban hidup DL, ditambah dengan beban hidup LL (beban terfaktor). Setelah ditemukan hasil kemudian digunakan rumus untuk menentukan jumlah tiang yang digunakan pada satu titik kolom. Menurut (Ir. I Made Sudarma, MT, Ida Bagus Indramanik, ST., 2016).

Berikut rumus yang digunakan untuk menentukan jumlah tiang.

$$N_p = \frac{P}{P_{all}}$$

Keterangan :

N_p = jumlah tiang

P = Gaya aksial yang bekerja (ton)

P_{all} = Daya dukung satu tiang (ton)

Kapasitas Daya Dukung Kelompok Tiang

Kapasitas ultimit kelompok tiang dengan memperhatikan faktor efisien tiang. Metode yang digunakan untuk menentukan efisiensi kelompok tiang adalah metode *Uniform Building Code* dari (AASHO). Menurut (Winda Widia, Hikmad Lukman, 2017).

$$E_g = 1 - \frac{\theta}{90} \left(\frac{(n-1)m + (m-1)n}{m \cdot n} \right)$$

Dimana :

E_g = Efisiensi kelompok tiang

θ = arc tg d/s, dalam derajat

m = Jumlah tiang dalam satu kolom

n = Jumlah tiang dalam satu baris

d = Diameter tiang

s = Jarak pusat kepusat tiang

3.6 Pile Cap

Struktur poer atau pelat yang mengikat kelompok tiang, atau biasa disebut pelat penutup tiang. Menurut (Prasetya, 2018). Menyarankan jarak penutup pelat tiang dengan ujung atas tiang diambil 75 – 100 mm.

Ikatan tiang dengan pelat penutup tiang

(Sumber: Prasetya, 2018)

Jarak antar tiang dalam kelompok tiang. Disyaratkan sebagai berikut :

$$S \geq 2,5 - 3,0 D$$

Keterangan :

S = Jarak masing-masing tiang dalam kelompok (spacing)

D = Diameter tiang

METODE

Objek penelitian

Objek yang diteliti pada penelitian ini adalah proyek pembangunan Gedung Perkuliahan Universitas Wahidiyah Kota Kediri. Khususnya pada perencanaan fondasi tiang pancang (*Spun Pile*).

Metode pengumpulan data

1. Data Primer
 - a. Data Proyek
 - b. Layout gambar
 - c. Data tanah
 - d. Data mutu bahan
2. Data Sekunder

Analisa Perhitungan

1. Analisa Pembebanan

2. Analisa Perencanaan Fondasi Tiang Pancang (*Spun Pile*)
 3. Analisa Perencanaan Pile Cap
- Analisa Rencana Anggaran Biaya

HASIL DAN PEMBAHASAN

Besar beban maksimal yang diterima masing-masing fondasi tiang pancang (*Spun Pile*).

Besar beban maksimal yang diterima pada kolom titik fondasi adalah

- A1 127,42 Ton
A2 = 312,07 Ton
A3 = 369,31 Ton
A4 = 222,24 Ton
A5 = 222,24 Ton
B1 = 164,04 Ton.
B2 adalah = 272,94 Ton.

Perencanaan Fondasi Tiang Pancang (*Spun Pile*)

a. Berdasarkan daya dukung tanah

Untuk mengetahui kapasitas daya dukung tiang tunggal berdasarkan pada penyajian data hasil sondir, maka beban ijin (Q_u Ijin) bisa dihitung menggunakan metode Meyerhoff.

$$Q_u \text{ Ijin} = \frac{qc \cdot A_p}{SF1} + \frac{JHL \cdot K_t}{SF2}$$

Berikut analisa perhitungan daya dukung ijin tiang berdasarkan data hasil sondir pada kedalaman 16 meter dibawah permukaan tanah.

Data-data:

Dtiang = D40 cm

qc = 150 kg/m²

$A_p = \pi \times r \times r$

$$= 3,14 \times 20 \times 20 = 1.256 \text{ cm}$$

JHL = 1.500 kg/m

$K_t = \pi \times D = 3,14 \times 40 = 125,6 \text{ cm}$

SF1 = 3

SF2 = 5

$$Q_u \text{ Ijin} = \frac{qc \cdot A_p}{SF1} + \frac{JHL \cdot K_t}{SF2}$$

$$Q_u \text{ Ijin} = \frac{150 \times 1256}{3} + \frac{1500 \times 125,6}{5}$$

$$= 100480 \text{ Kg/cm} = 100,480 \text{ T}$$

Perhitungan daya dukung tiang pancang berdasarkan grafik data sondir titik S-2 pada kedalaman 16 meter. Data sondir pada titik S-2 dengan kedalaman 16 meter untuk menentukan tekan konus (qc = 150 Kg/cm²) dan JHL (= 1500 Kg/cm²).

b. Perhitungan Jumlah Tiang

Total beban vertikal $\sum V = 1328,2 \text{ kN}$

$Q_u \text{ Ijin} = 100,480 \text{ Ton} = 1004,80 \text{ kN}$

$$n_p = \sum V / Q_u \text{ Ijin} = 1,321$$

maka digunakan 2 tiang

c. Efisiensi kelompok tiang

berdasarkan rumus *Converse-Labbare* dari *Uniform Building Code AASHTO* adalah sebagai berikut :

$$E_g = 1 - \frac{\theta}{90} \left(\frac{(n-1)m + (m-1)n}{(m \times n)} \right)$$

Dimana :

E_g = Efisiensi kelompok tiang

θ = arc tg d/s, dalam derajat

m = Jumlah tiang dalam satu kolom

n = Jumlah tiang dalam satu baris

d = Diameter tiang

s = Jarak pusat kepusat tiang

a) Menentukan jarak antar tiang
= 125 (jarak antar tiang)

b) Menentukan jarak tiang ketepi
= 50 (jarak tiang ketepi)

c) Menentukan nilai θ

arc tg d/s, dalam derajat = 17.73

m = 1 tiang

n = 2 tiang

Dihitung :

$$E_g = 1 - \frac{\theta}{90} \left(\frac{(n-1)m + (m-1)n}{(m \times n)} \right)$$

$$E_g = 1 - \frac{17,73}{90} \left(\frac{(2-1)1 + (1-1)2}{(1 \times 2)} \right) = 0,401$$

$$P_{total} = E_g \times n_p \times P_a$$

$$P_{total} = 0,401 \times 2 \times 1004,80$$

$$= 805,85 < 1328,2 \text{ kN (tidak aman)}$$

Karena daya dukung vertikal kelompok tiang lebih kecil dari gaya aksial kolom (P_u), maka jumlah tiang ditambah lagi. Berikut perhitungannya.

$$n_p = \frac{P_u}{E_g \times P_a}$$

$$= \frac{1328,2}{0,401 \times 1004,80} = 3,296 \text{ tiang}$$

$$= 3,296 \times 2 \times 1004,80$$

$$= 6623,64 > 1328,2 \text{ (Aman)}$$

Jadi, jumlah tiang yang dibutuhkan untuk daya dukung vertikal kelompok tiang adalah $n_p = 3$ tiang.

d. Beban maksimum setiap tiang pada kelompok tiang

$$P_{mak} = \frac{V}{n_p} + \frac{M_y \times X_i}{n_y \times \sum X^2} + \frac{M_x \times y_i}{n_x \times \sum y^2} \leq P_a$$

Dengan :

V = jumlah gaya vertikal (kN)

n_p = jumlah tiang dalam kelompok

M_y = momen terhadap sumbu- y (kNm)

M_x = momen terhadap sumbu- x (kNm)

X_i = jarak searah sumbu x dari pusat berat kelompok tiang ketiang nomer i (m)

y_i = jarak searah sumbu y dari pusat berat kelompok tiang ketiang nomer i (m)

n_x = banyak tiang dalam satu baris arah x terjauh

n_y = banyak tiang dalam satu baris arah y terjauh

$\sum X^2$ = jumlah kwadrat dari jarak tiap-tiap tiang kepusat kelompok tiang (m²)

$\sum y^2$ = jumlah kwadrat dari jarak tiap-tiap tiang kepusat kelompok tiang (m^2)

Beban maksimal setiap tiang pada titik A1 dihitung sebagai berikut:

$$= \frac{1328,2}{3} + \frac{143,187 \times 1,25_i}{2 \times 1,56} + \frac{60,046 \times 1,25}{1 \times 0}$$

$$= 582,34 \leq 1004,80$$

sehingga 3 buah tiang pancang dapat dipakai.

Perencanaan *Pile Cap*

a. Penentuan dimensi *pile cap* P3

- Jarak antar tiang (s) = 125 (jarak antar tiang)
- Jarak tiang ketepi = 50 (jarak tiang ketepi)

b. Perhitungan *pile cap* pada P3.

- 1) Menghitung tegangan geser terkecil

yang dapat ditahan oleh poer Vc yaitu Menentukan luasan *pile cap* = 4758000 mm^2 .

Gaya geser satu arah = 1189500 Kg

Gaya geser diambil yang paling kecil

= 273393,3 (OK)

- 2) Penulangan *pile cap*

- Arah X

= dipakai D13-190

= (699 mm^2)

- Arah Y

= dipakai D13-190

= (699 mm^2)

Rencana Anggaran Biaya (RAB) fondasi tiang pancang (*Spun Pile*).

- a. Kebutuhan tiang pancang (*Spun Pile*) D40 cm pada P3 gedung perkuliahan Universitas Wahidiyah

- 1) Biaya kebutuhan material
= **Rp. 3.474.900**
- 2) Biaya kebutuhan tiang pancang
= **Rp. 22.800.000**
- 3) Biaya kebutuhan tulangan pile cap = **Rp. 3.391.100**

TOTAL = Rp. 29.666.000.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil perhitungan perencanaan fondasi tiang pancang (*Spun Pile*) pada gedung perkuliahan Universitas Wahidiyah, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari perhitungan yang telah dilakukan, didapatkan beban aksial setiap titik kolom pada gedung perkuliahan Universitas adalah kolom A1:

127,42 Ton, A2: 312,07 Ton, A3: 369,31 Ton, A4: 222,24 Ton, A5: 217,23 Ton, B1: 164,04 Ton dan B2: 272,94 Ton.

2. Jumlah titik tiang pancang yang dibutuhkan pada masing-masing fondasi antara lain, titik A1 : 3 titik tiang pancang, A2 : 5 titik tiang pancang, A3 : 5 titik tiang pancang, A4 : 4 titik tiang pancang, A5 : 4 titik tiang pancang, B1 : 3 titik tiang pancang, B2 : 4 titik tiang pancang.
3. Dimensi *pile cap* yang dibutuhkan pada setiap titik fondasi yaitu,
 - a. A1, B1 (3 titik tiang pancang) : panjang 225 cm, lebar 225 cm, tebal 80 cm.
 - b. A2, A3 (5 titik tiang pancang) : panjang 350 cm, lebar 350 cm, tebal 100 cm.
 - c. A4, A5, dan B2 (4 titik tiang pancang) : panjang 225 cm, lebar 225 cm, tebal 100 cm.
4. Dari hasil perhitungan analisa rencana anggaran biaya (RAB) untuk kebutuhan fondasi tiang pancang (*Spun Pile*) pada gedung perkuliahan Universitas Wahidiyah adalah Rp. 1.298.970.230,00.

Saran

1. Perlu adanya kajian lebih lanjut mengenai perencanaan penghitungan fondasi untuk jenis konstruksi lainnya.

Perbandingan perhitungan manual dengan perhitungan menggunakan aplikasi SAP2000, untuk memastikan tingkat keakuratan dari dua metode tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Candra, A. I. (2017). Pada Pembangunan Gedung Mini Hospital Universitas Kadiri. *Ukarst*, 1(1), 63–70.
- Ir. I Made Sudarma, MT, Ida Bagus Indramanik, ST., M. A. . P. A. P. (2016). Analisa Perbandingan Perencanaan Struktur antara Pondasi Bore Pile dengan Pondasi Tiang Pancang (Studi Kasus pada Proyek Gedung DPRD Bali). *Jurnal Teknik GRADIEN*, 8(2), 15–30.
- Jusi, U Maizir, H Gultom, J. . (2017). *Evaluasi Data Uji Lapangan dan Laboratorium Terhadap Daya Dukung Fondasi Tiang Bor*. 3, 193–203. <https://doi.org/10.21063/spi3.1017.193-203>.
- Pratiwi, D. (2018). Analisa Penggunaan Pondasi Borpile Terhadap Biaya dan Waktu Pelaksanaan Pembangunan Ruang Kelas (Studi Kasus Gedung D Universitas Teknokrat Indonesia). *Jurnal JICE* :

Journal Of Infrastrutural In Civil Engineering,
2(2), 130–141.

Priatna, W. grenadi. (2017). *Studi Perbandingan Daya Dukung Pondasi Spun Pile Menggunakan Beberapa Metode Analitik dan Metode Elemen Hingga Dibandingkan dengan Hasil Uji PDA Kasus Fly Over Antapani.*

Prasetia, I. D. (2018). *Studi Perencanaan Pondasi Tiang Pancang (Spun Pile) pada Gedung Kantor Pemerintah Kabupaten Lamongan-Jawa Timur. Jurnal Eprint.*

Winda Widia, Hikmad Lukman, B. (2017). *Evaluasi Daya Dukung Pondasi Bored Pile Terhadap Uji Pembebanan Langsung pada Proyek Pembangunan AEON Mall Mixed USE Sentul City Bogor. Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Sipil, 1(1).*