

PERENCANAAN PONDASI STRAUSS PILE PADA PERENCANAAN PEMBANGUNAN ASRAMA PONDOK PESANTREN IQRA, SURAKARTA

Alvin Prasetya Nugroho^{1*}, Anto Budi Listyawan²

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jalan A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura, Sukoharjo, Jawa Tengah

Email : d100190040@student.ums.ac.id

Abstrak

Fondasi merupakan bagian atas sistem rekayasa yang meneruskan seluruh beban serta disebabkan beban struktur atas kedalam lapisan tanah yang ada dibawahnya. Fondasi strauss pile dapat dikatakan sebagai salah satu jenis fondasi dangkal yang jenisnya masih sama dengan fondasi bore pile, namun untuk besarnya diameter dan kedalamannya lebih kecil jika dibandingkan dengan fondasi bore pile, karena tenaga penggerak mata bornya masih menggunakan tenaga manusia atau digerakan secara manual. Pile cap adalah metode konstruksi yang dipakai guna mengikat pondasi sebelum mendirikan kolom pada bagian atas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perencanaan fondasi dengan menggunakan metode Mayerhof. Untuk menghitung penyelidikan tanah dilakukan uji lapangan dengan menggunakan uji sondir. Hasil analisis menunjukkan beban maksimum sebesar 145,343 ton, kapasitas daya dukung sebesar 51,48 ton, kapasitas daya dukung ijin kelompok tiang sebesar 156,039 ton, dikarenakan kapasitas daya dukung ijin kelompok tiang lebih besar dari beban maksimum maka dinyatakan aman. Gaya geser satu arah sebesar 15,087 ton, gaya geser dua arah sebesar 124,359 ton, momen pada penulangan pile cap sebesar 209,89KNm dengan kontrol momen sebesar 398,286 dan lebih besar dari momen maka dinyatakan aman. dan digunakan besi tulangan D16-150mm dengan 12 tulangan.

Kata kunci: daya dukung, fondasi strauss, mayerhof, pile cap, sondir

Abstract

A foundation is part of an engineering system that passes all the loads resulting from the load of the upper structure into the subsoil below. The strauss pile foundation is one type of shallow foundation whose type is still the same as the bore pile foundation, but for its magnitude the diameter and depth is smaller when compared to the bore pile foundation, because the driving force of the drill bit still uses human power or is moved manually. Pile cap is a construction method used to tie the foundation before erecting a column at the top. This study aims to analyze foundation planning using the Mayerhof method. To calculate the soil investigation, a field test was carried out using the sondir test. The results of the analysis showed a maximum load of 145,343 tons, a carrying capacity of 51.48 tons, a capacity of carrying capacity for pole group permits of 156,039 tons, because the carrying capacity of pole group permits was greater than the maximum load, it was declared safe. One-way shear force of 15,087 tons, two-way shear force of 124,359 tons, moment on pile cap looping of 209.89KNm with moment control of 398,286 and greater than moment is declared safe. and used reinforcing iron D16-150mm with 12 reinforcement.

Keywords: carrying capacity, strauss foundation, mayerhof, pile cap, sondir

1. PENDAHULUAN

Pada dasarnya bangunan yang akan dirancang terbagi dari bangunan atas (*upper structure*) dan bangunan bawah (*substruktur*). Komponen bangunan atas meliputi kolom, balok, pelat dan lain-lain. Struktur bawah meliputi balok sloof, *pile cap* dan fondasi. Fondasi merupakan bagian dari sistem bangunan yang bertugas untuk menerima semua beban dari bangunan atas ke lapisan tanah di bawahnya. Pada dasarnya ada dua jenis fondasi, yaitu fondasi dalam dan fondasi

dangkal. Fondasi dalam sering digunakan pada bangunan bertingkat dengan bentang besar dan jarak antar kolom 6 meter, fondasi dangkal biasanya digunakan pada bangunan yang tidak terlalu besar. (Cholid et al., 2020; Sintyawati et al., 2018).

Perencanaan fondasi harus dilakukan dan direncanakan secara matang. Agar fondasi kuat, maka fondasi bangunan harus diletakan di lapisan tanah yang cukup keras dan padat. Jika daya dukung tanah kurang dari beban yang bekerja

maka dapat mengakibatkan kerusakan atau keruntuhan bangunan. Sebelum merencanakan fondasi, perlu dilakukan pengujian penyelidikan tanah dengan data tanah (*boring log*) yang akurat. Data tersebut dapat digunakan untuk mengetahui komposisi lapisan tanah atau sifat tanah, menentukan jenis fondasi, besar kapasitas daya dukung fondasi. (Susanto et al., 2020).

Melihat dari hasil pengujian daya dukung tanah menggunakan sondir didapat kedalaman tanah keras, dari hasil data sondir S1 sedalam 8,40 meter adalah tanah pasir, data sondir S-2 sedalam 5,80 meter adalah tanah lempung, data sondir S-3 sedalam 4,80 meter adalah tanah pasir, data sondir S-4 sedalam 8,00 meter adalah tanah pasir kasar, data sondir S-5 sedalam 4,80 meter adalah tanah pasir kasar, dan data sondir S-6 sedalam 10,00 meter adalah tanah pasir, dengan $\text{conus } 250 \text{ kg/m}^3$.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis Perencanaan Fondasi Asrama Pondok Pesantren Iqro'. Fondasi yang digunakan yaitu pondasi *strauss pile*, karena lokasi konstruksi berada di pedesaan proses pemancangan menggunakan pondasi *strauss pile* sangat baik karena tidak akan mengganggu lingkungan sekitar. Pengujian menggunakan uji sondir, dan fondasi yang digunakan adalah fondasi *strauss pile* yang digunakan dengan panjang 5,14 m dengan diameter 0,30 m.

Fondasi Strauss Pile

Fondasi *strauss pile* merupakan salah satu jenis fondasi dangkal yang jenisnya masih sama dengan fondasi *bore pile*, namun untuk besarnya diameter serta kedalaman yang lebih kecil jika dibandingkan dengan fondasi *bore pile*, karena tenaga penggerak mata bornya masih menggunakan tenaga manusia atau digerakan secara manual. Cara pengaplikasian fondasi *strauss* dengan mengebor dan membuat lubang silindris di tanah keras atau pada kedalaman yang diinginkan dengan daya dukung yang cukup untuk menopang beban dari struktur di atasnya dan kemudian diisi dengan adukan beton. Kelebihan menggunakan fondasi *strauss* yaitu: Fondasi *strauss* dapat diaplikasikan pada tiang kelompok, Fondasi *strauss* tidak menimbulkan kebisingan dan getaran yang dapat mengganggu lingkungan sekitar. Fondasi *strauss* cocok untuk daerah dekat kawasan pemukiman. Selain keuntungan yang disebutkan adapun kekurangan fondasi *strauss* yaitu : Proses pengecoran fondasi *strauss* dapat menjadi sulit dilakukan pada cuaca buruk dan mutu beton tidak dapat dikendalikan

secara baik selama pengecoran karena adanya air tanah. (Candra, 2017).

Data Sondir (Sondering Test)

Sondir dapat diartikan sebagai alat yang memiliki bentuk silinder dengan kerucut pada ujungnya. Dalam uji sondir, alat didorong ke dalam tanah, lalu kemudian mengukur resistansi tanah atas sondir (tanah ujung) serta gesekan terhadap selimut silinder. Tujuan dari pengujian ini yakni untuk menentukan ketahanan pada penetrasi kerucut maupun hambatan pada tanah. Tahanan penetrasi kerucut adalah tahanan tanah terhadap ujung kerucut ialah tahanan tanah pada ujung kerucutnya, kemudian dikatakan sebagai gaya per satuan luas. Hambatan lekat dapat dikatakan sebagai resistensi geser pada saat tanah melekat dengan selubung bikonus atas gaya per satuan Panjang. (Wiqoyah & Nugroho, 2022)

Di Indonesia, alat tersebut sudah terkenal dalam jangka waktu yang lama serta dipakai hampir di semua pengujian kapasitas tanah dikarenakan penggunaannya yang mudah, ekonomis maupun cepat. Menurut Bowles (1997), pengujian ini tak berlaku untuk tanah dengan kerikil maupun lempung yang keras. Peralatan yang digunakan guna pengujian antara lain: konus dengan ujung konus yang bersusut 600 ± 50 dan bentuk diameter konus 35,7 mm atau area proyeksi kerucut 10 cm^2 dan radius ujung kerucut kurang dari 3 mm.

Cone penetration test (CPT) atau sondir dalam berbagai uji lapangan kerap dinilai sebagai uji lapangan yang paling penting, murah, dan relatif sederhana. CPT atau sondir juga sanggup menggolongkan lapisan tanah maupun sanggup memberi nilai pada kekuatan serta sifat tanah. Saat merancang pondasi *strauss pile*, informasi atau keterangan atas tanah sangat penting untuk mendesain daya dukung terhadap tiang sebelum konstruksi dimulai untuk menetapkan daya dukung ultimit terhadap tiang bor.

Analisis Meyerhof

Analisis daya dukung *Meyerhof* mengasumsikan bahwa sudut baji tidak sama dengan ϕ dan nilai $\beta > \phi$, sehingga menghasilkan bentuk baji kebawah yang lebih panjang jika dibandingkan dengan analisis *Terzaghi*. Karena $\beta > \phi$, nilai koefisien daya dukung *Meyerhof* lebih kecil dari pada yang diberikan *Terzaghi*. Karena *Meyerhof* memperhitungkan faktor yang memengaruhi kedalaman fondasi, sehingga daya dukung bertambah yang dinyatakan dalam persamaan di bawah ini.

$$Q_{ult} = q_c \cdot A_p + JHL \cdot A_s \quad (1)$$

$$Q_{all} = \frac{Q_{ult}}{FK} \quad (2)$$

dengan :

- Q_{ult} = Daya dukung ultimate (kg).
- Q_c = Perlawanan penetrasi conus (kg/cm^2).
- A_p = Luas *strauss pile* (cm^2).
- A_s = Keliling *strauss pile* (cm).
- JHL = Jumlah hambatan lekat (kg/cm).
- Q_{all} = Kapasitas beban yang diijinkan (kg).
- FK = Faktor keamanan nilainya antara 2,5 s/d 3

Daya dukung ijin pondasi tiang dinyatakan dalam rumus sebagai berikut :

$$E_g = 1 - \left[\frac{(n-1) \cdot m + (m-1) \cdot n}{90 \cdot m \cdot n} \right] \cdot \theta \quad (3)$$

$$\theta = \text{Arc tg} \cdot D/s \quad (4)$$

$$P_g = E_g \cdot n_t \cdot Q_{all} \quad (5)$$

dengan :

- E_g = Efisiensi tiang kelompok
- m = Jumlah *strauss pile* pada sumbu X
- n = Jumlah *strauss pile* pada sumbu Y
- D = Ukuran diameter pada tiang (cm)
- s = Jarak pusat ke pusat tiang = 2,5D
- P_g = Beban maksimum kelompok tiang (ton)
- Q_{all} = Kapasitas beban yang diijinkan (kg)
- n_t = Total tiang

Beban Maksimum Pada Kelompok Tiang

Karena beban dari atas serta pembentukan tiang pada kelompok tiang, gaya tekan atau tarik diterapkan pada tiang. Oleh karena itu tiang pancang harus dipantau agar setiap tiang sanggup menahan beban bangunan atas sesuai dengan kapasitas bebannya. *Pile cap* dan kelompok tiang mendistribusikan beban aksial serta momen yang bekerja dengan asumsi bahwa kelompok tiang benar-benar kaku, dalam hal ini, pengaruh gaya yang diberikan tidak akan mengakibatkan kepala tiang melengkung ataupun berubah bentuk. Guna menemukan beban maksimum yang bekerja terhadap sekelompok tiang dapat digunakan persamaan berikut. (Pamungkas dan Harianti).

$$P_{max} = \frac{P_u}{N_p} \pm \frac{M_y \cdot X_{max}}{N_y \cdot \Sigma x^2} \pm \frac{M_x \cdot Y_{max}}{N_y \cdot \Sigma y^2} \quad (6)$$

Dimana :

- P_{max} = Beban terberat tiang
- P_u = Beban maksimal pada pondasi
- M_y = Momen yang bekerja terhadap sumbu y
- M_x = Momen yang bekerja terhadap sumbu x
- X_{max} = Jarak terjauh *strauss pile* pada sumbu x
- Y_{max} = Jarak terjauh *strauss pile* pada sumbu y
- Σx^2 = Besaran kuadrat x
- Σy^2 = Besaran kuadrat y
- n_x = Total tiang perbaris dalam sumbu x
- n_y = Total tiang perbaris dalam sumbu y

n_p = Total keseluruhan tiang

Jika P maksimum yang terjadi memiliki nilai positif, maka *pile cap* menerima gaya tekan. Jika nilai P maksimum memiliki negatif, maka *pile cap* mengalami gaya tarik. Berdasarkan hasil tersebut dapat diketahui apakah setiap tiang tetap memenuhi daya dukung tekan maupun tarik.

Pembebanan

Dalam menganalisis struktur bangunan, harus mencermati model struktur yang digunakan, terlepas dari proses pembangunannya. Menghitung pembebanan memakai metode pembebanan langsung yang mana saat proses dalam menghitung pembebanan berat sendiri maupun beban lainnya tidak bekerja selama pembangunan serta hanya akan dihitung setelah selesainya struktur.

Pada penelitian ini pembebanan dibedakan menjadi tiga antara lain: beban mati, beban hidup, dan beban gempa. Beban mati dapat diartikan sebagai berat semua bagian atas gedung yang memiliki sifat tetap, termasuk semua faktor tambahan, penanggulangan atau penanganan, mesin maupun peralatan tetap seperti bagian tidak terpisahkan terhadap suatu bangunan. Sedangkan beban hidup merupakan seluruh beban yang timbul karena penghunian ataupun penggunaan gedung, termasuk beban lantai yang disebabkan oleh benda bergerak, mesin dan peralatan yang bukan unsur yang tidak terpisahkan terhadap gedung serta mampu diubah sepanjang masa hidup. Lebih lanjut, beban gempa merupakan beban statik ekuivalen yang akan bekerja terhadap suatu bangunan ataupun bagian atas bangunan yang diakibatkan oleh bergesernya tanah karena gempa. Pengaruh gempa terhadap suatu struktur ditentukan oleh analisis dinamik, sehingga beban gempa dapat diartikan sebagai gaya-gaya di dalam struktur yang ditimbulkan karena tanah akibat gempa. Beban gempa memiliki peran penting atas perencanaan konstruksi. Hal ini karena Indonesia tergolong sebagai negara dengan tingkat gempa yang tinggi, tentu faktor beban gempa sangat dibutuhkan dalam perancangan terhadap struktur bangunan.

Perencanaan *Pile Cap*

Pile cap adalah metode konstruksi yang dipakai guna mengikat pondasi sebelum mendirikan kolom pada bagian atas. Umumnya, *pile cap* terdiri atas beberapa tulangan baja yang bentuk diameternya disepadankan dengan kebutuhan. *Pile cap* memiliki fungsi sebagai

penyaluran beban gaya dari struktur kolom atas ke struktur pondasi dalam. Selain itu, *pile cap* digunakan untuk mengikat pondasi kelompok yang kemudian gaya-gaya atas kolom terdistribusi secara merata ke pondasi. Secara analitis, *pile cap* memperoleh gaya aksial dari kolom, tekanan tanah serta daya dukung pondasi. (Hulu, H.B., & Iskandar, 2015)

2. METODOLOGI

Metodologi adalah suatu cara untuk mengetahui hasil dari suatu masalah tertentu, yang mana masalah tersebut disebut juga dengan masalah penelitian. Metode yang digunakan dalam perencanaan pondasi *strauss pile* ini yaitu:

1. Mengidentifikasi rumusan masalah.
2. Mengumpulkan data hasil pengujian tanah menggunakan uji sondir.
3. Menganalisis daya dukung tanah yang akan digunakan untuk pondasi *strauss pile* dengan menghitung kapasitas daya dukung *ultimate* dan kapasitas daya dukung ijin kelompok tiang.
4. Menghitung kapasitas beban maksimal menggunakan program SAP2000 untuk mengetahui beban maksimal yang bekerja pada fondasi dan dapat menentukan keamanan dari beban fondasi.
5. Merencanakan penulangan pada *pile cap*.
6. Menyimpulkan analisa yang telah dihitung.

3. Hasil dan Pembahasan

3.2 Menghitung Kapasitas Daya Dukung Pondasi

Hasil uji sondir di titik S-4 mencapai kedalaman tanah 8 meter.

Data yang didapat dari uji sondir di titik S-4 pada kedalaman 5 meter adalah:

Nilai conus , $q_c = 165 \text{ kg/cm}^2$

Jumlah Hambatan Lekat (JHL) = 402 kg/cm^2

a. Luas Strauss Pile (A_p)

$$A_p = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2$$

$$= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 30^2$$

$$= 706,5 \text{ cm}^2$$

b. Keliling Strauss Pile (A_s)

$$A_s = \pi \times D$$

$$= 3,14 \times 30$$

$$= 94,2 \text{ cm}$$

c. Daya Dukung Tiang

$$Q_{ult} = q_c \cdot A_p + JHL \cdot A_s$$

$$= 165 \cdot 706,5 + 402 \cdot 94,2$$

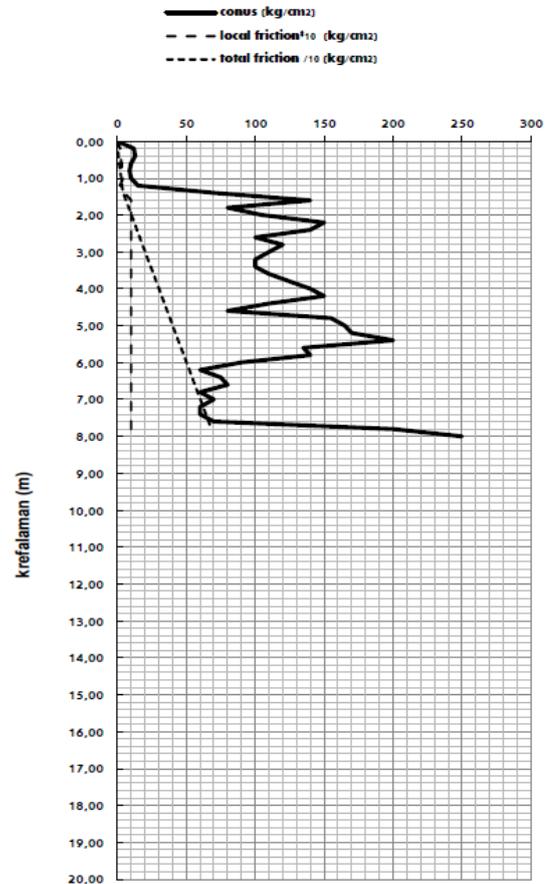
$$= 154440,9 \text{ kg}$$

$$Q_{all} = \frac{Q_{ult}}{\frac{FK}{154440,9}}$$

$$= \frac{154440,9}{3}$$

$$= 51480,3 \text{ kg}$$

$$= 51,48 \text{ ton}$$



Gambar 1. Grafik Hasil Pengujian Sondir

d. Jumlah Kolom

$$\text{Jumlah kolom} = \frac{\text{Beban kolom}}{Q_{all}}$$

$$= \frac{145,34}{51,48}$$

$$= 2,82 \text{ tiang}$$

Dicoba jumlah tiang 4

e. Efisiensi Tiang

Dipakai jumlah tiang 4 dengan $m=2, n=2$

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

$$= 1 - \left[\frac{(2-1) \cdot 2 + (2-1) \cdot 2}{90 \cdot 2 \cdot 2} \right] \cdot 0,3805$$

$$= 0,75776$$

$$\theta = \text{Arc tg} \cdot D/s$$

$$= \text{Arc tg} \cdot 30/0,4$$

$$= 21,8014$$

$$P_g = E_g \cdot n_t \cdot Q_{all}$$

$$= 0,75776 \cdot 4 \cdot 51480,3$$

$$= 156039 \text{ kg}$$

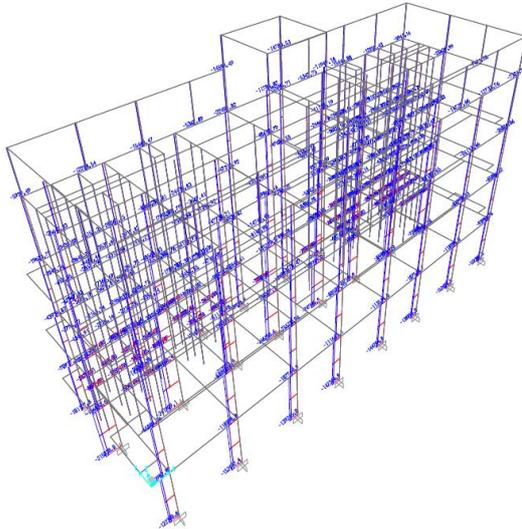
$$= 156,039 \text{ ton}$$

f. Keamanan

Dari hasil perhitungan pembebanan dengan SAP 2000, untuk beban maksimum yang bekerja pada pondasi (P_{max}) = 145,343 ton

$$P_g > P_{max}$$

$$156,039 > 145,343 \text{ (OK)}$$



Gambar 2. Hasil Pembebanan dengan program SAP2000

g. Beban Maksimum Tiang Pada Kelompok Tiang

Data yang diketahui :

$$P_{max} = 145,343 \text{ ton}$$

$$M_x = 27,7$$

$$M_y = -10,53$$

$$X_1 = -0,55 \text{ m}$$

$$X_2 = 0,55 \text{ m}$$

$$Y_1 = -0,55 \text{ m}$$

$$Y_2 = 0,55 \text{ m}$$

$$\Sigma X^2 = 1,21 \text{ m}^2$$

$$\Sigma Y^2 = 1,21 \text{ m}^2$$

$$n_x = 2$$

$$n_y = 2$$

$$n = 4$$

$$P_{max} = \frac{P_u}{N_p} \pm \frac{M_y \cdot X_{max}}{N_y \cdot \Sigma x^2} \pm \frac{M_x \cdot Y_{max}}{N_x \cdot \Sigma y^2}$$

$$P_1 = \frac{145,343}{4} + \frac{5,7915}{2,42} + \frac{15,235}{2,42}$$

$$= 45,02 \text{ ton/tiang} < Q_{all} = 51,48 \text{ ton (OK)}$$

$$P_2 = \frac{145,343}{4} + \frac{-5,7915}{2,42} + \frac{15,235}{2,42}$$

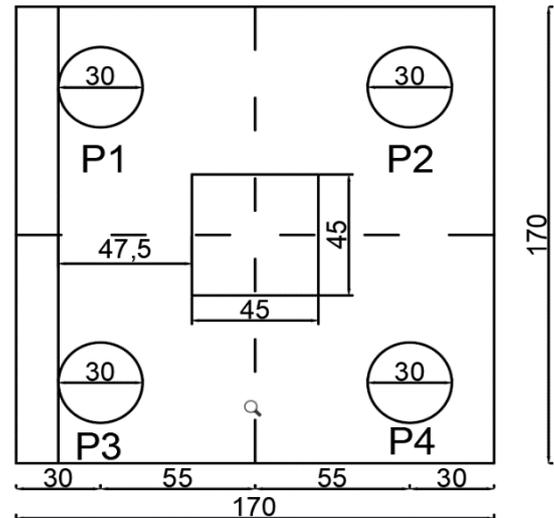
$$= 40,238 \text{ ton/tiang} < Q_{all} = 51,48 \text{ ton (OK)}$$

$$P_3 = \frac{145,343}{4} + \frac{5,7915}{2,42} + \frac{-15,235}{2,42}$$

$$= 32,4335 \text{ ton/tiang} < Q_{all} = 51,48 \text{ ton (OK)}$$

$$P_4 = \frac{145,343}{4} + \frac{-5,7915}{2,42} + \frac{-15,235}{2,42}$$

$$= 27,6471 \text{ ton/tiang} < Q_{all} = 51,48 \text{ ton (OK)}$$



Gambar 3. Desain Perencanaan Pile cap

3.2 Perencanaan Penulangan Pile Cap

Diketahui:

$$D \text{ tiang} = 30 \text{ cm} = 300 \text{ mm}$$

$$\text{Kolom} = 450 \times 450 \text{ mm}$$

Ukuran pile cap :

$$\text{Jarak tiang pancang} = 3D = 3 \cdot 300 = 900 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak tiang ke tepi pile cap} = 2D = 2 \cdot 300 = 600 \text{ mm}$$

$$\text{Total panjang pile cap} = 1500 \text{ mm}$$

$$\text{Diasumsikan tebal pilecap} = 500 \text{ mm}$$

$$P_u = 145,343 \text{ ton}$$

$$\text{Luas Pile Cap} = 2,89 \text{ m}^2$$

a. Menghitung gaya geser satu arah

$$V_u = \sigma \cdot L \cdot G'$$

$$\sigma = P_u / A$$

$$= 145,343 / 2,89$$

$$= 50,2916955 \text{ ton/m}^2$$

$$L = \text{Panjang pondasi} = 150 \text{ cm} = 1,5 \text{ m}$$

$$d = \text{tebal efektif pilecap}$$

$$= 500 - 75$$

$$= 425 \text{ mm}$$

G' = Daerah pembebanan yang diperhitungkan untuk geser penulangan satu arah

$$G' = L - (L/2 + \text{lebar kolom}/2 + d)$$

$$= 1700 - (1700/2 + 450/2 + 425)$$

$$= 200 \text{ mm} = 0,2 \text{ m}$$

$$V_u = \sigma \cdot L \cdot G'$$

$$= 50,29 \cdot 1,5 \cdot 0,2$$

$$= 15,08750865 \text{ ton}$$

b. Kuat geser beton

$$\phi V_c = \phi \cdot \frac{1}{8} \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d$$

$$= 0,75 \cdot \frac{1}{8} \sqrt{20,75} \cdot 1700 \cdot 425$$

$$= 411393,0163 \text{ N}$$

$$= 41,13 \text{ ton}$$

$$\phi V_c > V_u$$

$$41,13 \text{ ton} > 15,087 \text{ ton (OK)}$$

c. Menghitung geser 2 arah

$$\beta C = \text{digunakan kolom } 450 \times 450$$

$$= \frac{450}{450} = 1$$

$$B' = \text{lebar kolom} + d$$

$$= 450 + 475$$

$$= 925 \text{ mm}$$

$$b_o = 4B' = 4 \times 925$$

$$= 3700 \text{ mm}$$

$$V_{c1} = 0,17 \left(1 + \frac{2}{\beta C}\right) \lambda \sqrt{f' C} x b_o x d$$

$$= 0,17 \left(1 + \frac{2}{1}\right) 1 \sqrt{20,75} x 3700 x 475$$

$$= 4082954,689 \text{ N}$$

$$= 408 \text{ ton}$$

$$V_{c2} = 0,083 \left(\frac{\alpha_s \cdot d}{b_o} + 2\right) \lambda \sqrt{f' c} \cdot b_o \cdot d$$

$$= 0,083 \left(\frac{40,475}{3700} + 2\right) \lambda \sqrt{20,75} \cdot 3700 \cdot 475$$

$$= 4741160,739 \text{ N}$$

$$= 474 \text{ ton}$$

$$V_{c3} = 0,33 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f' C} \cdot b_o \cdot d$$

$$= 0,33 \cdot 1 \cdot \sqrt{20,75} \cdot 3700 \cdot 475$$

$$= 2641911,858 \text{ N}$$

$$= 264 \text{ ton}$$

Vc dipakai yang terkecil = 264 ton

$$V_u = \frac{\sigma (L^2 - B^2)}{(1,7^2 - 0,925^2)}$$

$$= 50,2917124,3591044 \text{ ton}$$

$$\phi V_c = 0,75 \cdot V_c$$

$$= 0,75 \cdot 264$$

$$= 198 \text{ ton}$$

$$\phi V_c > V_u$$

$$198 \text{ ton} > 124,3591 \text{ ton (OK)}$$

d. Perhitungan tulangan lentur

Diketahui :

$$P_u = 145,343 \text{ ton}$$

$$M_x = 27,7$$

$$M_y = -10,53$$

Lebar penampang kritis

$$B = \frac{\text{Lebar pile cap}}{2} - \frac{\text{Lebar kolom}}{2}$$

$$= \frac{1700}{2} - \frac{450}{2}$$

$$= 625 \text{ mm}$$

Berat pilecap pada penampang kritis

$$q' = B_j \text{ beton bertulang} \cdot L \cdot \text{tebal pilecap}$$

$$= 2400 \cdot 1,7 \cdot 0,5$$

$$= 2040 \text{ kg/m'}$$

e. Menghitung Momen

$$M_u = \frac{2}{ns} \left(\frac{P_u}{ns} \cdot s\right) - \frac{1}{2} q' B^2$$

$$= \frac{2}{4} \left(\frac{145343}{4} \cdot 0,3\right) - \frac{1}{2} \cdot 2040$$

$$= \frac{0,625^2}{21403,0125 \text{ Kgm}}$$

$$= 209,89 \text{ KNm}$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d^2}$$

$$= \frac{209 \cdot 10^6}{0,9 \cdot 1700 \cdot 475^2}$$

$$= 0,6056$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{0,85 \cdot f' c}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{0,85 \cdot f' c}}\right)$$

$$= \frac{0,85 \cdot 20,75}{480} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 0,6056}{0,85 \cdot 20,75}}\right)$$

$$= 0,0007785$$

$$A_{s \text{ perlu}} = \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0007785 \cdot 1700 \cdot 475$$

$$= 628,649 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} = 0,0018 \cdot b \cdot \text{tebal pilecap}$$

$$= 0,0018 \cdot 1700 \cdot 500$$

$$= 1530 \text{ mm}^2$$

Diambil As terbesar = 1530 mm²

Dicoba menggunakan D16-150mm

$$\frac{1700}{150} = 11,333 = \text{dipasang } 12 \text{ tulangan}$$

$$A_s = 0,25 \pi \cdot 16^2 \cdot 12$$

$$= 2411,52 \text{ mm}^2$$

As > As yang disyaratkan

$$2411,52 > 1530 \text{ (OK)}$$

Tulangan tekan atas diberikan 20% tulangan utama. Bila dipasang tulangan atas D13-150

$$A_s' = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 13^2 \cdot 12$$

$$= 1591,98 \text{ mm}^2 > 20\% A_s$$

$$0,85 \cdot f' c \cdot a \cdot b = A_s \cdot f_y$$

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f' c \cdot b}$$

$$= \frac{2411,52 \cdot 400}{0,85 \cdot 20,75 \cdot 1700}$$

$$= 32,171 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta}$$

$$= 33,435 \text{ mm}$$

f. Kontrol

$$\epsilon_s = \frac{d-c}{c} \cdot \epsilon_c = \frac{475-33,435}{33,435} \cdot 0,003$$

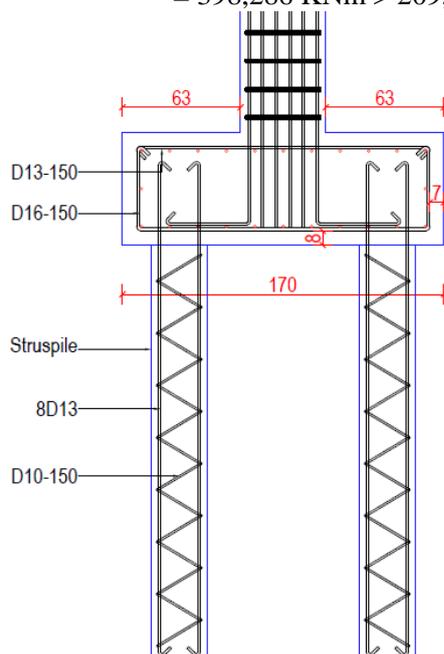
$$= 0,03962 > \frac{f_y}{\epsilon_s} = \frac{400}{200000} = 0,002$$

-----> OK, baja sudah leleh

$$\varepsilon_t = \varepsilon_s = 0,03962 > 0,005$$

----> $\phi = 0,9$

$$\begin{aligned} M_n &= 0,85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b \cdot (d - \frac{a}{2}) \\ &= 0,85 \cdot 20,75 \cdot 32,17 \cdot 1700 \cdot \\ &\quad (\frac{475 - 32,17}{2}) \\ &= 442658962,9 \text{ N} \\ &= 442,54 \text{ KNm} \\ M_u &= \phi \cdot M_n \\ &= 0,9 \cdot 442,54 \\ &= 398,286 \text{ KNm} > 209,89 \text{ KNm} \end{aligned}$$



Gambar 4. Desain Penulangan Pile cap

4. Kesimpulan

Melihat dari hasil analisis perhitungan perencanaan pondasi *strauss pile* pada perencanaan pembangunan asrama pondok pesantren iqro dapat disimpulkan bahwa:

- Beban yang bekerja (P_u) sebesar 145,343 ton.
- Berdasarkan analisis daya dukung tanah dengan metode Mayerhof dengan diameter tiang 30cm didapat daya dukung (Q_{all}) sebesar 51,48 ton.
- Berdasarkan perhitungan daya dukung ijin tiang kelompok dengan dicoba jumlah tiang sebanyak 4 buah didapat 156,039 ton, lebih besar dari beban yang bekerja sebesar 145,343 maka sudah memenuhi syarat aman.

- Jumlah tiang pancang mempengaruhi kapasitas beban kelompok tiang, semakin banyak tiang yang digunakan, sehingga besaran kapasitas beban kelompok tiang semakin besar dan semakin aman untuk memikul beban di atasnya, namun kurang ekonomis dari segi biaya.
- Kontrol perhitungan beban maksimum tiang pada kelompok tiang didapat, $P_1 = 45,02$ ton/tiang, $P_2 = 40,23$ ton/tiang, $P_3 = 32,43$ ton/tiang, $P_4 = 27,64$ ton/tiang, dengan Q_{all} sebesar 51,48 ton maka semua tiang sudah memenuhi syarat aman.
- Kontrol gaya geser satu arah $V_u = 15,087$ ton $> \phi V_c = 41,13$ ton (OK), sedangkan kontrol geser 2 arah $V_u = 124,35$ ton $> \phi V_c = 198$ ton (OK).
- Berdasarkan hasil perhitungan digunakan tulangan D16-150 dengan jumlah tulangan 12.
- Kontrol momen $M_u = 398,286$ KNm $> M_u = 209,89$ KNm.

DAFTAR PUSTAKA

- Ajie, F., Zakaria, Z., & Mulyo, A. (2018). Pengaruh Aktivitas Tanah Terhadap Daya Dukung Pondasi Dangkal Di Daerah Dago Giri Kabupaten Bandung Barat, Provinsi Jawa Barat. *Geoscience Journal*, 2(2), 108–112.
- Candra, A. I. (2017). Pada Pembangunan Gedung Mini Hospital Universitas Kadiri. *Ukarst*, 1(1), 63–70.
- Candra, A. I. (2018). Analisis Daya Dukung Pondasi Strous Pile Pada Pembangunan Gedung Mini Hospital Universitas Kadiri. *UKArST*, 1(1), 27.
- Cholid, M. I., Winarto, S., Cahyo, Y., & Candra, A. I. (2020). Perencanaan Pondasi Sumuran Pada Proyek Pembangunan Gedung Asrama Balai Pembangunan Sdm Dan Pertanian Bantul Diy. *Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil*, 3(1), 45.
- Ismail, M. R., Setyanto, & Zakaria, A. (2015). Analisis Perhitungan Daya Dukung Pondasi Footplate dengan Menggunakan PHP Script. *Jurnal Rekayasa Sipil Dan Desain*, 3(3), 483–492.
- Muda, Anwar, 2016. (2016). Analisis Daya Dukung Tanah Fondasi Dangkal Berdasarkan Data Laboratorium. *Jurnal ITEKNA*, 16(1), 1–6.
- Nurjaman, A. P. (2019). Perencanaan Struktur Beton Bertulang Bangunan Gedung Ekon 3

- Lantai Di Kota Waisai. *Jurnal Teknik Sipil : Rancang Bangun*, 2(2), 15.
- Sintyawati, L., Winarto, S., & Ridwan, A. (2018). Studi Perencanaan Struktur Pondasi Tiang Pancang Gedung Fakultas Syariah Iain Ponorogo. *Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil*, 1(2), 227–237.
- Suroso, P., & Tjitradi, D. (2020). *Buletin Profesi Insinyur* 3(2) (2020) 118-121. 3(2), 118–121.
- Susanto, A., Renaningsih, & Candrarini, R. A. (2020). *Perencanaan Fondasi Tiang Bor Abutment Jembatan Kali Kendeng*. 13(1), 1–6.
- Ully Nurul Fadilah, H. T. (2018). Analisa Daya Dukung Pondasi Bored Pile Berdasarkan Data N-Spt Menurut Rumus Reese&Wright Dan Penurunan. *IKRA-ITH Teknologi*, 2(3), 7–13.
- Wiqoyah, Q., & Nugroho, I. S. (2022). Perencanaan Fondasi Tiang Pancang Pada Gedung Perkuliahan Universitas Slamet Riyadi (Variasi Diameter Tiang Pancang). *Dinamika Teknik Sipil: Majalah Ilmiah Teknik Sipil*, 1(1), 28–36.