Evaluasi Kedalaman Fondasi Tiang Pancang Terhadap Beban Maksimum atau Distribusi Beban (Study Kasus Pembangunan Rumah Kos 4 Lantai Jl. Siwalankerto Timur /8)

Gati Sri Utami[1], Mega Kartika Sari R[2], Mila Kusumawardani[3], Arintha Indah DS[4] S, Theresia MCA[5]

[12345]Teknik sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Email : gatisriutami@itats.ac.id

Abstract

The foundation is part of an engineering system that transmits the working load and self-weight into the soil or rock. The construction of a 4-storey boarding house with a land area of 1000m² located on Jalan Siwalankerto Timur II/8 Surabaya has been planned using a bore pile foundation with a diameter of 40 cm and a depth of 13m. This study re-planned the initial design of the foundation with pile foundations based on the analysis of the forces in the auxiliary program structure. The purpose of re-planning is to determine the depth of the pile foundation according to the load distribution received by each pile in a group.
Based on the analysis of the bearing capacity of the pile foundation using the Mayerhoff method and the structural analysis of the auxiliary program, the results obtained are the bearing capacity of the pile foundation with a diameter of 40 cm, the deeper the value increases. Foundation depth based on maximum load and load distribution is 12m, because it is only influenced by axial loads and not affected by moments that occur based on the results of structural analysis, because the values are small (0.6% and 4.4%) compared to axial loads

Keywords: *foundation, bearing capacity, load distribution, axial loads*

Abstrak

Fondasi merupakan bagian dari suatu sistem rekayasa yang meneruskan beban yang bekerja dan berat sendiri ke dalam tanah atau batuan. Pembangunan Rumah Kos 4 lantai dengan luas tanah 1000m² berlokasi di Jalan Siwalankerto Timur II/8 Surabaya telah direncanakan menggunakan fondasi *bore pile* diameter 40 cm kedalaman 13m. Penelitian ini melakukan perencanaan ulang terhadap desain awal fondasi dengan fondasi tiang pancang berdasarkan analisis gaya dalam struktur program bantu. Tujuan melakukan perencanaan ulang, untuk menentukan kedalaman fondasi tiang disesuaikan dengan distribusi beban yang diterima oleh tiap-tiap tiang dalam satu kelompok.
Berdasarkan analisis kapasitas dukung fondasi tiang, metode mayerhoff dan analisis struktur program bantu didapatkan hasil daya dukung fondasi tiang diameter 40 cm, semakin dalam nilainya bertambah besar. Kedalaman fondasi berdasarkan beban maksimum dan distribusi beban 12m, dikarenakan hanya dipengaruhi beban vertical dan tidak dipengaruhi momen yang terjadi berdasarkan hasil analisis struktur, karena nilainya kecil (0,6% dan 4,4%) dibandingkan beban aksial.

Kata Kunci: Fondasi, Daya dukung, distribusi beban, beban aksial

1. Pendahuluan

Pembangunan Rumah Kos 4 lantai dengan luas tanah 1000m² berlokasi di Jalan Siwalankerto Timur II/8, Surabaya telah direncanakan menggunakan fondasi *bore pile* dengan diameter 40 cm dan kedalaman 13 m. Penyelidikan tanah yang dilakukan pada proyek tersebut adalah *Deep Borin*g pada 1 titik dengan kedalaman 30 m. Data pengujian tanah N-SPT menunjukkan bahwa jenis fondasi yang sesuai untuk digunakan dalam perencanaan adalah fondasi tiang. Jenis fondasi tiang selain *bore pile* yang dapat digunakan adalah fondasi tiang pancang

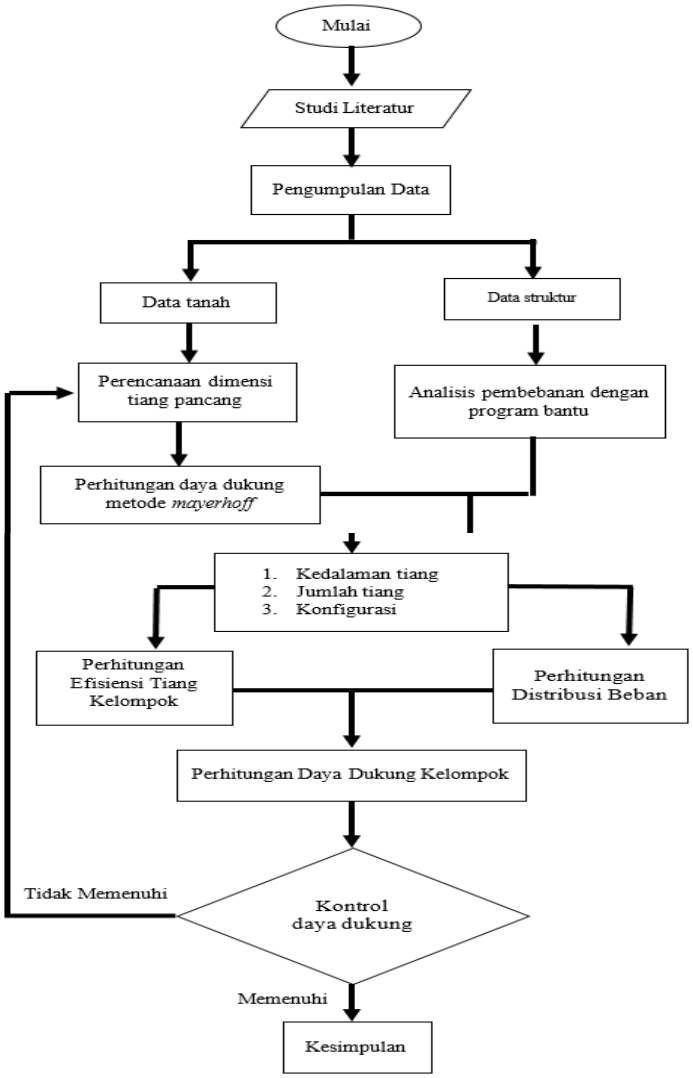
Fondasi tiang pancang adalah fondasi tiang yang dimasukkan atau ditancap kedalam tanah menggunakan mesin pemancangan pada kedalaman tertentu. Fondasi tiang pancang terbuat dari beton prategang yang pembuatannya dilakukan di pabrik atau *workshop*. Kelebihan fondasi tiang pancang adalah mutu beton lebih baik karena dibuat di pabrik sehingga mutu beton tidak terpengaruh dengan muka air yang dangkal. Fondasi tiang pancang berfungsi menyalurkan beban bangunan kedalam lapisan tanah dan kedalaman tanah yang mampu menahan beban tersebut jauh dari permukaan [1]

Dalam perencanaan fondasi diperlukan penyelidikan tanah [2], salah satu data tanah yang diperlukan untuk perhitungan kemampuan tiang menahan beban adalah data Uji penetrasi standard. Uji penetrasi standard atau SPT ialah sebuah metode pemancangan batang ke tanah sampai kedalaman tertentu menggunakan pukulan, yang selanjutnya mengukur jumlah dari pukulan kedalaman penetrasi. Jumlah pukulan disebut "N" atau *Number of blows* merupakan petunjuk untuk kerapatan relatif dan hambatan jenis tanah terhadap penetrasi.

Pada penelitian ini akan menghitung daya dukung tanah menggunakan data SPT dengan fondasi tiang pancang. Hasil perhitungan yang dianalisis pada penelitian adalah sampai pada kontrol daya dukung setiap pondasi yang bekerja pada kelompok tiang. Tujuan dari penelitian adalah untuk memperoleh hasil desain pada pembangunan Rumah Kos 4 lantai dengan fondasi tiang pancang terutama tentang kapasitas daya dukung.

2. Metode

Metodologi yang digunakan dalam penelitian adalah



Daya dukung fondasi adalah kemampuan untuk memikul tekanan atau beban maksimum konstruksi bangunan atas. Secara umum perumusan kapasitas dukung fondasi adalah : [3]

a. Daya Dukung Ultimate (Qult)
   Daya dukung ultimate dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Q_{allow} = Q_e + Q_f \quad \text{.....(1)}$$

b. Daya Dukung Ijin (Qallow)
   Daya dukung vertikal fondasi tiang diperoleh dari menjumlahkan daya dukung ujung tiang dan tahanan geser dinding tiang. Besarnya daya dukung diijinkan adalah sebagai berikut:

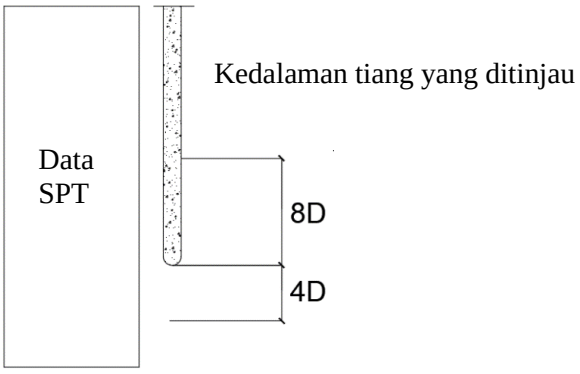
$$Q_{allow} = \frac{Q_{ult}}{SF} = \frac{Q_e + Q_f}{SF} \quad \text{.....(2)}$$

Ada beberapa metode yang bisa digunakan untuk perhitungan kapasitas dukung fondasi tiang tunggal, salah satunya adalah metode mayerhoff dengan data tanah SPT. Perumusan adalah sebagai berikut : [4][5] [6]

Perlawanan ujung tiang

$$Qp = 40 \times N_b \times A_p \quad \text{.....(3)}$$

Nilai Nb adalah nilai rata-rata jumlah pukulan 8D diatas dan 4D dibawah ditinjau dari kedalaman yang dihitung daya dukungnya.



Gambar 1, Ilustrasi Nilai N_b

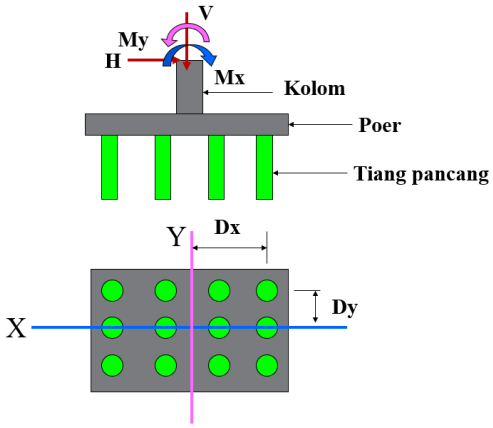
Perlawanan selimut tiang

$$Qs = 0{,}2\ N_S \cdot As \quad \text{.....(4)}$$

Nilai N_S diambil dari nilai rata-rata jumlah pukulan sepanjang tiang yang ditinjau

Untuk menentukan kedalaman fondasi tiang pancang adalah berdasarkan daya dukung tiang tunggal dikalikan effisiensi yang mampu menahan beban maksimum atau beban yang ditahan setiap tiang dalam kelompok berdasarkan rumus distribusi beban. Atau persyaratan dalam menentukan kedalaman tiang adalah :

$P_{mak.} < Q_{allow}.\text{Eg}$ atau
$Pi < Q_{allow}.Eg.$



Gambar 2 Konfigurasi tiang pancang

Dari gambar 2. konfigurasi tiang pancang, dapat dilakukan perhitungan beban yang bekerja setiap tiang dan effisien daya dukung fondasi tiang pancang dalam kelompok tiang.

$$Pi = \frac{\Sigma V}{n} \pm \frac{Mx \,.Dyi}{\Sigma\, Dyi^2} \pm \frac{My \,.Dxi}{\Sigma\, Dxi^2} \quad \text{.....(5)}$$

Fondasi tiang pancang pada umumnya terdiri dari beberapa tiang yang disatukan dengan diberi plat di atasnya untuk bersama-sama menahan beban. Sehingga dalam perhitungan daya dukungnya perlu dikalikan efisiensi kelompok tiang. Rumus efisiensi :

$$E_g = 1 - arc\ tg \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90mn} \quad \text{.....(6)}$$

Pada peneletian-penelitian sebelumnya pada umumnya untuk menentukan banyaknya dan kedalaman tiang dalam 1 kelompok berdasarkan beban maksimum hasil distribusi beban. Sedang penelitian yang kami lakukan jumlah tiang berdasarkan Pmak

3. Hasil dan Pembahasan

Data Struktur

Pelat lantai

Beban Hidup :

- Lantai rumah kos = 250 kg/m²
- Atap = 100 kg/m²

Beban Mati :

- Beton (Tebal plat 0,12 m x 2400 kg/m²) = 288 kg/m²

Balok dan sloof

- Dinding = 100 kg/m

Pemodelan pembebanan pelat lantai dan balok dapat dilihat pada tabel dibawah :

Table 1. Pembebanan pada pelat lantai dan pelat atap

Lantai	Tinggi (m)	Tebal Plat (m)	Beban Hidup (kg/m²)	Beban Mati (kg/m²)
1	3,5	0,12	250	0,12 x 2400 = 288
2	4	0,12	250	0,12 x 2400 = 288
3	4	0,12	250	0,12 x 2400 = 288
Atap	-	0,12	100	0,10 x 2400 =240

ISSN (*Online*) 2747-0733

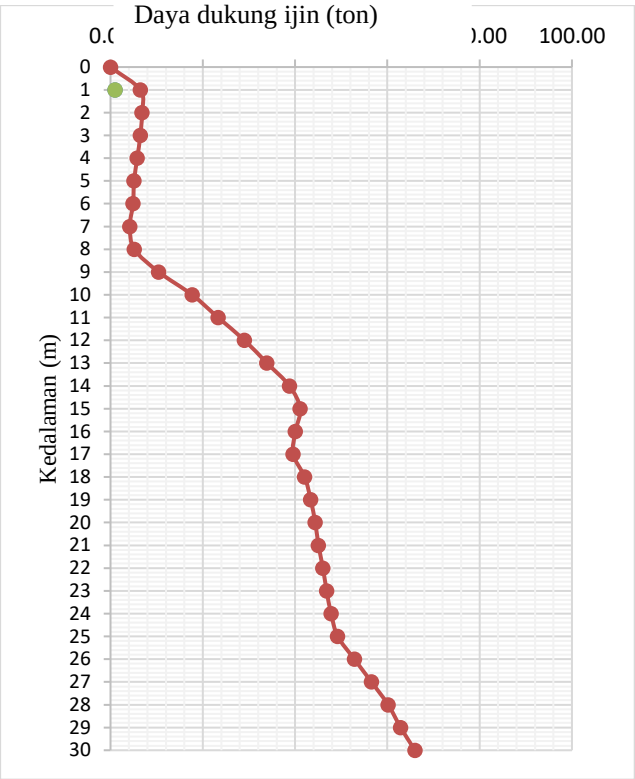
Table 2. Pembebanan pada balok

Lantai	Tinggi (m)	Beban mati balok dan sloof (kg/m²)
1	3,5	3,5 x 100 = 350
2	4	4 x 100 = 400
3	4	4 x 100 = 400

Dari hasil analisis struktur dengan program bantu [7] di dapat gaya-gaya dalam :

P = 79,709 t
Mx = 3,534 tm
My = 0,503 tm

Hasil perhitungan daya dukung tanah setiap kedalaman berdasarkan data SPT dengan metode mayerhoff setelah dikurangi berat sendiri tiang (Qijin)



Gambar 3. Hubungan antara daya dukung ijin dan kedalaman

Berdasarkan grafik 3 nilai daya dukung dengan metode *mayerhoff*, semakin bertambahnya kedalaman nilainya semakin besar, dikarenakan nilai N-SPT pada umumnya semakin besar yang menandakan jenis tanahnya semakin baik.

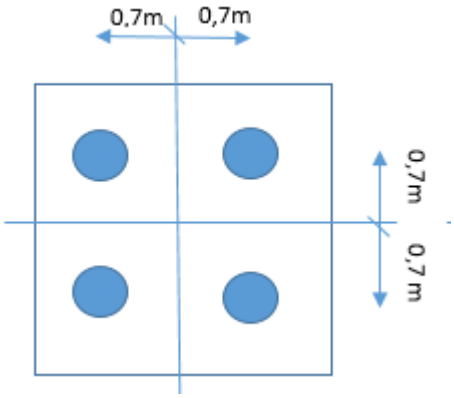
Jumlah dan Efisiensi Kelompok Tiang

$$n = \frac{V}{Q\ ijin} = \frac{79{,}709}{23{,}34} = 3{,}42 = 4 \text{ tiang}$$

$$E_g = 1 - \tan^{-1} \frac{0{,}4 \text{ m}}{1{,}4 \text{ m}} \frac{(2-1)2 + (2-1)2}{90.2.2} = 82{,}28\%$$

Penentuan jarak antar tiang

- Jarak antar tiang dalam kelompok disyaratkan minimum 0,6 m dan maksimum 2m. Ketentuan ini berdasarkan pada pertimbangan pertimbangan sebagai berikut :
  1. Bila S < 2,5 D
     a. Tanah disekitar kelompok tiang kemungkinan akan naik terlalu berlebihan karena terdesak oleh tiang-tiang yang dipancang terlalu berdekatan.
     b. Tang-tiang disekitarnya yang dipancang lebih dahulu akan terangkatnya
  2. Bila S > 3,5 D
     Apabila S > 3,5 D tidak ekonomis, dikarenakan akan memperbesar ukuran pilecap
  Maka direncanakan jarak antar tiang
  S ≥ 3,5 D
  S ≥ 3,5.40
  S ≥ 140 cm = 1,4 m



Gambar 4. konfigurasi fondasi tiang pancang

Berdasarkan gambar 4, dapat dihitung besarnya beban yang bekerja tiap-tiap tiang

$$P1 = \left(\frac{79,709}{4}\right) - \left(\frac{0,503 \,.\, 0,7}{2 \,.\, 1,96}\right) - \left(\frac{3,534 \,.\, 0,7}{2 \,.\, 1,96}\right) = 19,9273 - 0,04583 - 0,32198 = 19,559 \text{ t}$$

$$P1 = \left(\frac{79,709}{4}\right) + \left(\frac{0,503 \,.\, 0,7}{2 \,.\, 1,96}\right) - \left(\frac{3,534 \,.\, 0,7}{2 \,.\, 1,96}\right) = 19,9273 + 0,04583 - 0,32198 = 19,651 \text{ t}$$

$$P1 = \left(\frac{79,709}{4}\right) - \left(\frac{0,503 \,.\, 0,7}{2 \,.\, 1,96}\right) + \left(\frac{3,534 \,.\, 0,7}{2 \,.\, 1,96}\right) = 19,9273 - 0,04583 + 0,32198 = 20,203 \text{ t}$$

$$P1 = \left(\frac{79,709}{4}\right) + \left(\frac{0,503 \,.\, 0,7}{2 \,.\, 1,96}\right) + \left(\frac{3,534 \,.\, 0,7}{2 \,.\, 1,96}\right) = 19,9273 + 0,04583 + 0,32198 = 20,295 \text{ t}$$

Kedalaman fondasi tiang berdasarkan beban maksimum
Hasil perhitungan distribusi beban mendapatkan nilai beban maksimum tiang sebesar P = 20,295 t < Q ijin tiang pada kedalaman 12 m sebesar 29,05 t
Kontrol daya dukung tiang kelompok pada kedalaman 12 m

Daya dukung tiang dalam kelompok tiang = Eg x Q ijin

Eg	= 82,28%
Q ijin tiang	= 29,05 berdasarkan grafik 4

Daya dukung tiang dalam kelompok tiang

Eg x Qijin	> Pmak.
0,8228 x 29,05	> 20,295
23,821t	> 20,295 t (OK)

Selanjutnya perhitungan kedalaman tiang berdasarkan distribusi beban dengan jumlah 4 buah dengan konfigurasi seperti gambar 4 adalah sebagai berikut :

ISSN (*Online*) 2747-0733

Tabel 4. Penentuan kedalaman tiang

	Beban (ton)	Kedalaman (m)	Q ijin (t)	Q ijin x eg(t)	Keterangan
P1	19,559	12	29,05	23,821	Okey
P2	19,651	12	29,05	23,821	Okey
P3	20,203	12	29,05	23,821	Okey
P4	20,295	12	29,05	23,821	Okey

Berdasarkan tabel 4 penentuan kedalaman fondasi tiang hanya dipengaruhi beban aksial dan tidak dipengaruhi momen yang terjadi berdasarkan hasil analisis struktur dengan program bantu, karena nilai kecil (0,6% dan 4,4%) dibandingkan beban aksial.

4. Kesimpulan

Berdasarkan analisis kapasitas dukung fondasi tiang dan analisis struktur dengan alat bantu dapat diambil kesimpulan :

- Daya dukung fondasi tiang dengan diameter 40cm menurut metode mayerhoff, semakin bertambahnya kedalaman, nilainya semakin besar.
- Kedalaman fondasi berdasarkan beban maksimum dan distribusi beban 12m, dikarenakan hanya dipengaruhi beban vertical dan tidak dipengaruhi momen yang terjadi berdasarkan hasil analisis struktur, karena nilainya kecil (0,6% dan 4,4%) dibandingkan beban aksial.

Referensi

[1] I. Sukhairi, D. Tanjung, J. Sarifah, and A. Lukman, "Tinjauan Daya Dukung Rencana Pondasi Tiang Pancang Pada Proyek Pembangunan Jembetan Gantung Penghubung Desa Hutauruk Hasundutan Dengan Desa Hutauruk Kecamatan Sipoholon," *J. Tek. Sipil*, vol. 1, no. 1, pp. 15–20, Jul. 2022, Accessed: Feb. 07, 2023.[Online]Available: https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/JTSIP/article/view/5736

[2] I. Setyo Nugroho, dan Qunik Wiqoyah, J. A. Yani Tromol Pos, and K. Pos, "Perencanaan Fondasi Tiang Pancang Pada Gedung Perkuliahan Universitas Slamet Riyadi (Variasi Diameter Tiang Pancang)," *Din. Tek. Sipil Maj. Ilm. Tek. Sipil*, vol. 1, no. 1, pp. 28–36, Jul. 2022, doi: 10.23917/DTS.V1I1.18525.

[3] N. C. Samtani, E. A. Nowatzki, R. S. B. and Associates, and L. NCS GeoResources, "Soils and Foundations Reference Manual - Volume II," Dec. 2006, doi: 10.21949/1503647.

[4] H. Husnah, "Analisa Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Pada Proyek Pembangunan Pondasi Tissue Block 5 & 6," *Siklus J. Tek. Sipil*, vol. 1, no. 1, pp. 15–25, Apr. 2015, doi: 10.31849/SIKLUS.V1I1.125.

[5] A. Rochim and G. S. Utami, "Analisis Kombinasi Fondasi Dangkal dan Tiang Bor Ditinjau Dari Daya Dukung Dan Penurunan terhadap Beban Kerja," *Pros. Semin. Nas. Sains dan Teknol. Terap.*, vol. 0, no. 0, Nov. 2022, Accessed: Feb. 07, 2023. [Online]. Available: http://ejurnal.itats.ac.id/sntekpan/article/view/3461

[6] T. A. Turin, B. Mochtar, E. Arifin, and) Musrifah Tohir, "Perencanaan Pondasi Tiang pancang Pada Pembangunan Reservoir Dan Tangki WTP Kapasitas 250 Ribu Liter PDAM KEC. Loakulu Kab. Kutai Kartanegara," *KURVA Mhs.*, vol. 1, no. 1, pp. 276–291, Jan. 2018, Accessed: Feb. 07, 2023. [Online]. Available: http://ejurnal.untag-smd.ac.id/index.php/TEK/article/view/3119

[7] "Tahap Analisis Bangunan dengan Menggunakan SAP 2000 |." https://sipil.uma.ac.id/tahap-analisis-bangunan-dengan-menggunakan-sap-2000/ (accessed Feb. 08, 2023).