

ANALISIS DAN EVALUASI DAYA DUKUNG PONDASI TIANG PANGCANG PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG WAREHOUSE, CIMANGGIS, DEPOK

Yolla Destiara¹; Muktar Napitupulu²; Eko Nurlita Widayati²

¹Mahasiswa Program Studi S1 Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknologi Sapta Taruna, Jakarta

²Dosen Program Studi S1 Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknologi Sapta Taruna, Jakarta

Email : tayasharawahdini@gmail.com

Abstrak

Pondasi mempunyai peranan penting dalam menyalurkan gaya dari elemen struktur atas ke tanah dasar. Pondasi harus dapat menahan beban dan mengalami penurunan sampai batas keamanan yang telah ditetapkan. Oleh karena itu diperlukan pondasi yang sesuai agar lapisan tanah dibawah pondasi mampu menahan seluruh beban dan pengaruh yang akan terjadi. Dalam proyek Pembangunan Gedung Warehouse di Cimanggis, Depok pondasi yang digunakan yaitu tiang pancang. Pondasi tiang pancang merupakan struktur bagian bawah yang menumpu pada tanah keras atau pada tumpuan tanah yang padat dan bekerja sebagai penopang struktur yang berada diatasnya. Penulisan ini dilakukan untuk mengetahui daya dukung pondasi tiang pancang tunggal dan kelompok dengan menggunakan metode Mayerhoff 1956 dan metode Converse Labber berdasarkan data SPT (Standart Penetration Test), dengan beban maksimal sebesar 800 Ton. Hasil perhitungan metode meyerhoff berdasarkan data SPT untuk tiang pancang tunggal dengan ukuran 50cm x 50 cm mendapatkan daya dukul Qall 113,42 ton, dengan faktor keamanan SF 3, sehingga beban (P) 800 ton dapat di topang dengan pondasi tiang kelompok sebanyak 12 tiang pancang. Dari hasil analisis dan evaluasi perhitungan tersebut dapat dinyatakan tiang pancang dapat memikul beban diatasnya sehingga didapat daya dukung yang optimal, aman, dan ekonomis..

Kata Kunci : Pondasi; Tiang Pancang; Daya dukung, SPT

Abstract

Foundations have an important role in transmitting forces from the upper structural elements to the subgrade. The foundation must be able to withstand the load and experience settlement up to the specified safety limits. Therefore, a suitable foundation is needed so that the soil layer under the foundation is able to withstand all the loads and influences that will occur. In the Warehouse Building Construction project in Cimanggis, Depok, the foundation used was piles. A pile foundation is a lower structure that rests on hard ground or solid ground and works as a support for the structure above it. This writing was carried out to determine the bearing capacity of single and group pile foundations using the Mayerhoff 1956 method and the Converse Labber method based on SPT (Standard Penetration Test). With a maximum load of 800 tons. The results of the Meyerhoff method calculation based on SPT data for a single pile with a size of 50cm x 50cm get a bearing capacity Qall of 113.42 tons, with a safety factor of SF 3, so that a load (P) of 800 tons can be supported with a group pile foundation of 12 piles. From the results of the analysis and evaluation of these calculations, it can be stated that the pile can carry the load above it so that optimal, safe and economical bearing capacity is obtained.

Keywords : Pile Foundation, bearing capacity; SPT

PENDAHULUAN

Perkembangan zaman dan kemajuan teknologi dewasa ini telah banyak jenis konstruksi seperti bangunan-bangunan tinggi, jalan layang (*flyover*), jembatan bendungan dan konstruksi lain yang menggunakan pondasi yang kuat dan mampu meneruskan beban struktur di atasnya ke lapisan tanah dibawahnya. Seiring berjalannya waktu, pertumbuhan infrastruktur di Indonesia mengalami peningkatan. Hal ini dapat dilihat dari banyaknya fasilitas-fasilitas umum yang dibangun, salah satunya adalah pembangunan Gedung Warehouse. Dalam pembangunan tersebut diperlukan pondasi yang kokoh, aman, dan sesuai dengan standar.

Dalam proyek Pembangunan Gedung Warehouse yang terletak di Jl. Raya Jakarta-Bogor Km.36, Tapos, Depok yang dikelola oleh PT. Depok Logistik Property terdapat 5 (lima) lantai dengan bentang memanjang 180 meter dan bentang melintang 120 meter serta diameter tiang pancang 50x50 cm, pembangunan gedung ini dimulai pada 17 Januari 2022 hingga 17 November 2023. Jenis tanah di lokasi ini termasuk kedalam jenis tanah tanah berpasir (non kohesif) jika dilihat dari hasil SPT (*bore hole-1*) yang artinya tanah yang tidak mempunyai atau sedikit sekali lekatan butir-butir atau hampir tidak mengandung lempung misal pasir, kerikil batuan dan campurannya. Tanah non kohesif merupakan material yang baik untuk mendukung bangunan dan badan jalan karena memiliki kapasitas dukung yang tinggi dan penurunan kapasitas dukung kecil asalkan tanahnya relatif padat.

Oleh karena itu dengan melihat karakteristik tanah berdasarkan hasil SPT dilapangan maka pondasi yang baik digunakan pada gedung tersebut yaitu pondasi tiang pancang. Dengan demikian dalam penelitian ini akan membahas daya dukung pondasi tiang pancang terhadap bangunan diatasnya, Dimana analisis yang saya hitung bisa mendapatkan jumlah tiang yang efisien dan ekonomis.

TINJAUAN PUSTAKA

Tiang pancang adalah bagian-bagian konstruksi yang dibuat dari kayu, beton, dan atau baja yang digunakan untuk meneruskan beban-beban permukaan ke tingkat-tingkat permukaan yang lebih rendah dalam masatanah (Bowles:1991). Fungsi dan kegunaan dari pondasi tiang pancang adalah untuk memindahkan atau mentransfer beban-beban dari konstruksi di atasnya (*superstruktur*) kelapisan tanah keras yang letaknya sangat dalam.

Kapasitas daya dukung ultimate menyatakan tahanan geser tanah untuk melawan penurunan akibat pembebanan yaitu tahanan geser yang dapat dikerahkan oleh tanah disepanjang bidang gesernya. Hitungan kapasitas daya dukung tiang dapat dilakukan dengan pendekatan statis dan dinamis. Hitungan kapasitas dukung tiang secara statis dilakukan menurut teori mekanika tanah, yaitu dengan mempelajari sifat-sifat teknis tanah, sedangkan hitungan dengan cara dinamis dilakukan dengan menganalisis kapasitas ultimate dengan data yang diperoleh dari data pemancangan tiang.

Untuk menghitung daya dukung tiang pancang tunggal dan kelompok digunakan metode Meyerhoff 1956. rumus daya dukung ultimate pondasi tiang pancang tunggal dan kelompok berdasarkan data SPT (*standart penetration test*) sebagai berikut :

$$Q_{ull} = 40 \cdot N_b \cdot A_p + 0,2 \cdot N \cdot A_s$$

Dimana:

- Q_{ull} = Daya dukung unlimit pondasi tiang (ton)
- N_b = Nilai SPT pada elevasi tiang
- N = Nilai N-SPT rata-rata
- A_p = Luas penampang dasar tiang (m^2)
- A_s = Luas selimut tiang (m^2)

$$Q_{all} = \frac{10 \cdot N_b \cdot A_p}{3} + \frac{0,2 \cdot N \cdot A_s}{5}$$

- Q_{all} = Daya dukung izin pondasi tiang (ton)
- N_b = Nilai SPT pada elevasi tiang
- N = Nilai N-SPT rata-rata
- A_p = Luas penampang dasar tiang (m^2)
- A_s = Luas selimut tiang (m^2)

Daya dukung ultimate netto tiang tunggal (Q_u), adalah jumlah dari daya dukung ujung bawah ultimit (Q_b) dan daya dukung gesek tiang ultimit (Q_s) antara dinding tiang dan tanah sekitarnya dikurangi dengan berat sendiri tiang. Biladinyatakan dalam persamaan, maka :

$$Q_u = Q_b + Q_s - W_p$$

Dimana:

W_p = Berat sendiri tiang

Q_u = Kapasitas ultimit netto

Dari hasil perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang tunggal akan di gabungkan menjadi daya dukung tiang pancang kelompok, Maka untuk mendapatkan hasil perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang kelompok menggunakan Efisiensi kelompok tiang metode Converse Labarre sebagai berikut:

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

Dimana:

E_g = Efisiensi grup tiang

ϕ = $\tan^{-1} D/S$... dalam derajat

m = Jumlah tiang pada deretan baris

n = Jumlah tiang pada deretan kolom

s = Jarak antar tiang

D = Diameter atau sisi tiang

P = Keliling dari penampang tiang

Sehingga daya dukung pondasi kelompok tiang dapat dihitung dengan metode di bawah ini :

$$Q_g = n \cdot Q_{all} \cdot E_g$$

Dimana:

Q_g = Daya dukung kelompok tiang

E_g = Efisiensi kelompok tiang

n = Jumlah tiang pada deretan kolom

METODE PENELITIAN

Metode pengumpulan data yang digunakan adalah dengan mengumpulkan data primer dan juga data sekunder: Data primer berupa dimensi balok, kolom dan tiang pancang; luas bangunan Gedung; dan SF 3. Data sekunder berupa Referensi seperti buku; jurnal; data pengujian tanah SPT (*Standart Penetration Test*); pembebanan (mati, hidup dan gempa);

Perhitungan daya dukung tiang pancang menggunakan metode Mayerhoff (1956). Efisiensi kelompok tiang dengan formula *convere – labbare*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam pehitungan kali ini penyaluran beban akan dilakukan dengan plat dua arah (*two way slab*) karena ratio bentang panjang (l_y) terhadap bentang (l_x) kurang dari 2. Analisis statik yang bekerja pada struktur gedung berupa beban mati dan beban hidup. Peraturan yang di gunakan adalah SNI 1727:1989 dan SNI 1727:2013. Beban mati yang digunakan pada analisis pembebanan struktur mengikuti SNI 1727:1989

Dari data perimer dan sekunder yang didapat dilapangan meliputi dimensi kolom dengan ukuran 1,2x1,2 m, Plat lantai 50 cm, dan ukuran balok 1x1,2 m. Struktur rangka terdiri dari atas kolom-kolom dan balok-balok. Kolom sebagai unsur vertikal berfungsi sebagai penyalur beban dan gaya menuju tanah. Sedangkan balok adalah unsur horizontal yang berfungsi sebagai pemegang dan media pembagi beban dan gaya ke kolom. Selanjutnya dilengkapi dengan sistem lantai, dinding dan komponen lain untuk melengkapi kebutuhan bangunan untuk membentuk suatu ruangan.

Struktur akan memikul beban vertikal dan selanjutnya beban diteruskan ke tanah. Pada struktur jenis ini balok terletak bebas di atas kolom sehingga pada saat beban menyebabkan momen pada balok, ujung-ujung balok berotasi diujung atas kolom. Kolom tidak mempunyai

kemampuan untuk menahan rotasi ujung balok. Ini berarti tidak ada momen yang dapat diteruskan ke kolom, sehingga kolom memikul gaya aksial.

Selain beban vertikal, pengaruh beban gempa pada struktur dianggap sebagai beban statik horizontal untuk menirukan pengaruh gempa yang sesungguhnya akibat gerakan tanah. Gedung Warehouse 5 lantai yang terletak di koordinat (Lintang:-6.411094885556722; Bujur: 106.86162712538652). Dalam menghitung gaya lateral gempa tiap lantai diperlukan data yang mengacu pada SNI SNI 1726:2012 mengenai beban gempa. Gedung Warehouse masuk dalam kategori risiko 1 serta situs kelas tanah lunak (SE) dengan faktor keutamaan gempa (I_e) = 1,0 struktur beton bertulang dengan sistem penahan gaya seismik yang digunakan adalah rangka pemikul momen khusus (SRPMK) koefisien modifikasi respon (R) = 8.

Beban Aksial setelah dihitung didapat sebesar 800 Ton, dan berdasarkan hasil dari data SPT drilling log bore hole-1 didapat kedalaman 15 m dengan ukuran tiang 50x50 cm, dengan jarak antar tiang 1,5 m. Data SPT dirangkum dengan tabel beserta data nilai SPT di ujung tiang pancang, untuk mendapatkan nilai elevasi didapat nilai 8d atasnya ujung tiang pancang dan nilai 4d dibawahnya ujung tiang pancang dilampirkan di bawah ini:

Tabel 1. Data N-SPT Drilling Log Bore Hole 1

No.	Depth (m)	N-SPT
1.	1	6
2.	3	3
3.	5	2
4.	7	5
5.	9	4
6.	11	3
7.	13	30
8.	15	50
9.	17	50
10.	19	50
11.	21	50
12.	23	41
13.	25	50
14.	27	50
15.	28,5	50
16.	30	50

Sumber: Testana Indoteknika

Daya dukung maksimum dan daya dukung ijin (*ultimet & allowable*) tiang pancang

tunggal dan kelompok menurut metode mayerhoff dengan ukuran tiang pancang 50 cm x 50 cm dengan jarak antar tiang 1,5 m sebagai berikut:

- a) Kapasitas daya dukung ujung tiang pancang tunggal.

$$Q_P = 40 \cdot N_b \cdot A_p$$

$$N_b = 33,25$$

$$A_P = 0,5 \times 0,5 = 0,25 \text{ m}^2$$

$$Q_P = 40 \cdot N_b \cdot A_p$$

$$Q_P = 40 \times 33,25 \times 0,25 \text{ m}^2$$

$$Q_p = 332,50 \text{ Ton}$$

- b) Kapasitas daya dukung selimut tiang pancang tunggal.

$$Q_s = 0,2 \cdot N \cdot A_s$$

$$N = 12,875$$

$$A_s = 4 \times 0,5 \times 15 = 30$$

$$Q_s = 0,2 \cdot N \cdot A_s$$

$$Q_s = 20 \times 12,875 \times 30$$

$$Q_s = 77,25 \text{ Ton}$$

- c) Kapasitas daya dukung maksimum (*ultimet*) tiang pancang Tunggal

$$Q_{ult} = 40 \cdot N_b \cdot A_p + 0,2 \cdot N \cdot A_s$$

$$Q_{ult} = 332,50 + 77,25$$

$$Q_{ult} = 409,75 \text{ Ton}$$

- d) Cek kekuatan bahan tiang

$$P_{\text{tiang}} = \sigma_{\text{bahan}} \cdot A_{\text{tiang}}$$

$$\text{Tegangan izin beKg/m}^2$$

$$= (0,25 - 0,33 f_c) \text{ diambil } 0,33$$

$$= 400 \times 0,33$$

$$= 115,5 \text{ Kg/m}^2$$

$$P_{\text{tiang}} = 115,5 \times (502)$$

$$= 288750 \text{ kg} = 288,75 \text{ Ton}$$

- e) Kapasitas daya dukung yang diijinkan (*allowable*) tiang pancang Tunggal

$$Q_{all} = Q_{ult} / SF$$

$$Q_{all} = 409,75 / 3$$

$$Q_{all} = 136,58 \text{ Ton}$$

$$\text{Berat tiang} = 0,25 \times 15 \times 2,4 = 9 \text{ Ton}$$

Berat izin tiang:

$$= Q_{all} - \text{Berat tiang}$$

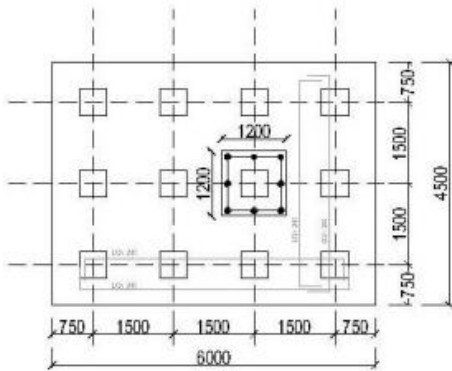
$$= 127,58 \text{ Ton (aman thd kuat bahan tiang)}$$

- f) Menentukan kapasitas jumlah tiang pancang

$$n = P / Q_{all}$$

$$n = 800 / 104,41$$

$$n = 6,27 \text{ (dibulatkan menjadi 12 tiang)}$$



- g) Perhitungan efisiensi kelompok tiang pancang dengan metode converge labarre

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

$$\phi = \tan^{-1} \frac{B}{S}$$

$$\phi = \tan^{-1} \frac{50}{150}$$

$$\phi = 18,43$$

$$E_g = 1 - 18,43 \left[\frac{(3-1) \cdot 4 + (4-1) \cdot 3}{90 \cdot 4 \cdot 3} \right]$$

$$E_g = 0,710$$

- h) Menentukan kapasitas daya dukung kelompok tiang pancang Tunggal

Q_g = Kapasitas daya dukung kelompok tiang

$$Q_g = n \cdot Q_{all} \cdot E_g$$

$$Q_g = 12 \text{ tiang} \times 136,58 \times 0,710$$

$$Q_g = 1163,52 \text{ Ton (aman thd beban aksial)}$$

- i) Perhitungan Beban Poer/ Pile cape:

$$\Sigma = \text{Berat Sendiri Poer} + \text{Beban Aksial}$$

$$\text{Poir} = (6 \times 4,5 \times 1,8) + (1,2 \times 1,2 \times 0,5) \times 2,4$$

$$= (48,6 + 0,72) \text{ m} \times 2,4$$

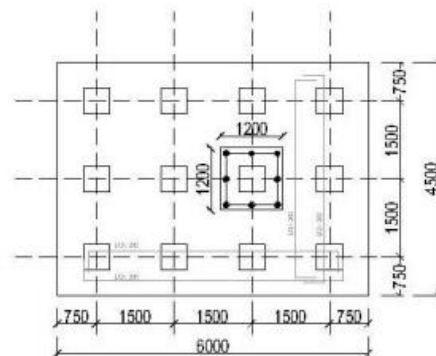
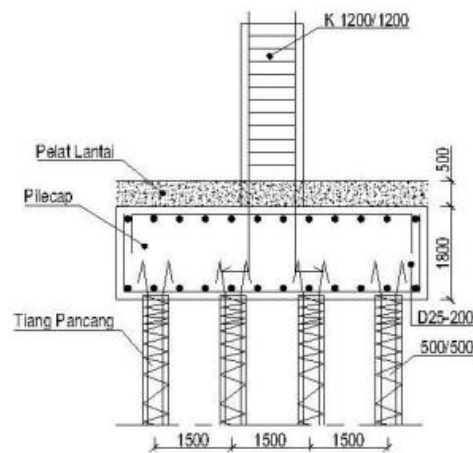
$$= 118,37 \text{ Ton}$$

$$\Sigma = \text{Berat Sendiri Poer} + \text{Beban Aksial}$$

$$= 118,37 + 800$$

$$= 919 \text{ Ton} < Q_{gruptiang} = 966,10 \text{ Ton}$$

(AMAN)

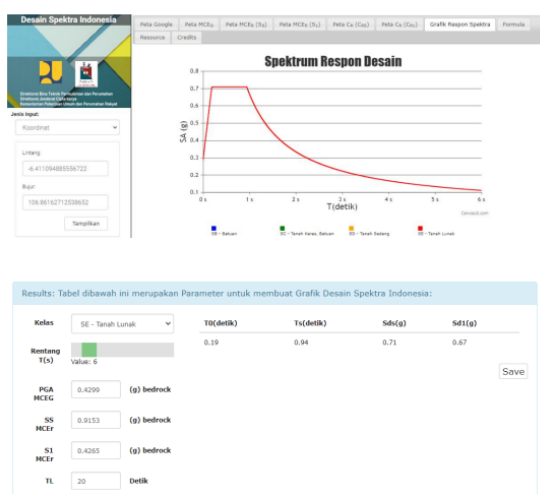


Berdasarkan data gempa pada lokasi Pembangunan Gedung Warehouse tersebut serta mengacu pada SNI 1726:2012 di dapat hasil dari perhitungan gaya lateral setiap lantai:

Tabel 2. Gaya Lateral Gempa Tiap Lantai

Elevasi Lantai ke i	hi (m)	hi ² /k	Wi (ton)	wi*hi ² /k	Fi x-y (ton)	Tiap Portal (ton)
5 (atap)	25	43,49	45,76	1990	90,07	6,43
4	20	33,48	102,54	3433	155,38	11,10
3	15	23,90	102,54	2451	110,91	7,92
2	10	14,86	102,54	1524	68,96	4,93
1	5	6,59	102,54	676	30,60	2,19
Σ			455,92	10074		

Koordinat Gedung Warehouse, Depok
 Lintang : -6.411094885556722
 Bujur : 106.86162712538652



SIMPULAN

Simpulan

Dari hasil perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang dengan metode eyehoff berdasarkan data SPT Drilling Log Bore Hole 1 mendapatkan daya dukung izin tiang sebesar 104,41 ton dengan kedalaman 15 m. Untuk memenuhi daya dukung pondasi tiang pancang di proyek Gedung Warehouse, Cimanggis-Depok, dengan beban (aksial) P (800 ton) sehingga jumlah tiang yang dibutuhkan yaitu 12 tiang pancang dengan mempertimbangkan faktor keamanan yang digunakan 3 yang artinya kondisi tanah cukup homogen dan bervariasi hanya tidak tersedia data pengujian tiang. Maka, hasil perhitungan tersebut lebih efisien dari jumlah tiang saat ini.

Dengan meninjau data di lapangan ada sekitar 18 tiang yang di pancang dengan safety faktor yang digunakan yaitu 4 yang artinya kondisi tanah yang sulit ditentukan dan sangat bervariasi. Dari data dan hasil perhitungan yang dilakukan oleh penulis, bukan berarti Gedung tersebut tidak aman, hanya kurang efisien dari segi jumlah tiang serta biaya yang di kerjaan pada saat pelaksanaan.

Saran

Dalam merencanakan suatu pondasi tiang pancang perlu perencanaan penyelidikan tanah sebagai informasi awal perencanaan, baik untuk akses diwaktu pembangunan akan berlangsung atau sebagai informasi awal bagi perencanaan untuk merencanakan jenis pondasi.

Sebelum melakukan perhitungan pembebanan diperlukan data lengkap dari proyek/ konsultan perencana baik dimensi, data tanah (Sondir dan SPT), maupun asbuilt drawing agar pada saat melakukan perhitungan mendapatkan hasil yang akurat. Dalam merencanakan pondasi baiknya menggunakan beberapa metode analisa, hal ini untuk mengetahui perbandingan daya dukng dan stabilitas struktur pondasi, serta terlit dalam mengolah data dan hasil penyelidikan tanah karena dapat mempengaruhi perhitungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J. E.. 1995. Analisa dan Desain Pondasi. Edisi keempat Jilid 1. Erlangga, Jakarta.
- Chikita Rizka Rani (2020) Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Pada Bore Hole 3 Secara Analitis Dan Numeris (Proyek Pembangunan Bendung D.I Serdang).
- Hardiyatmo : Mekanika Tanah I Ir. Sardjono_Pondasi Tiang Pancang Jilid 1 dan 2
- J.Ir. Paulus P. Rahardjo. MSCE, ph.D_buku-manual-Pondasi-tiang.

M. Das Brajas: Mekanika Tanah Jilid 1 dan 2.

Muhammad Ilham Gumilang Syafei (2016)
Perencanaan Pondasi Tiang Pancang
Dengan Memperhitungkan Pengaruh
Likuifaksi Pada Proyek Pembangunan
Hotel Di Lombok.

Mulyono; Dian Hastari Agustina (2022)
Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang
Tunggal Dan Kelompok (Studi Kasus
Proyek Hangar Lion Air Batam).

Hadi Wira Nasarani (2014) Studi Perencanaan
Pondasi Tiang Pancang Beton Pada Proyek
Pembangunan Apartment Riverside
Malang; ITN-Malang.

SNI 1726:2012 Tata Cara Perencanaan
Ketahanan Gempa untuk Struktur
bangunan Gedung dan Non Gedung.

SNI 1727:1989 Pedoman Perencanaan
Pembebanan Untuk Rumah Dan Gedung