

DESAIN PONDASI TIANG PANCANG UNTUK RUMAH TINGGAL SEDERHANA PADA KOMPLEKS PERUMAHAN PERSADA MAS BANJARMASIN, KALIMANTAN SELATAN

Mila Kusuma Wardani¹, Gati Sri Utami², Hendra Setiaji³

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya^{1,2,3}

e-mail: mila.geo.itats@gmail.com

ABSTRACT

The development of housing in Banjarmasin is increasingly being the rapid growth of the population. The construction will be better if supported by good foundation structure, because in general condition of soil in Kalimantan is dominant peat soil. Housing Complex Persada Mas Banjarmasin doing soil investigate in 2 points cone penetrometer test with a depth of ± 30 m. From results obtained that the layer 0 - 8 m is peat soil, 8 to 19 m of clay and the other is dense sand.

The design of pile foundation is done by variation of dimension shape $\varnothing 50$ cm, $\varnothing 40$ cm, $\varnothing 30$ cm, 50×50 cm, 40×40 cm, 30×30 cm. The design of the foundation includes the strength of the calculation of the foundation, efficiency and load calculation on the pole for each dimension and shape. Calculation of bearing capacity of pile using meyerhoff method, on peat soil layer calculation with assumption as very soft clay.

The safe foundation toward axial force according to the calculation result was the foundation with 40×40 cm dimension, 23,2m depth, 80.4% efficiency, 5 pilings, and 120.36 tons foundation bearing capacity. This kind of foundation can afford 120.06 tons axial force.

Kata kunci: pile, Meyerhoff, bearing capacity, efficiency, peat soil.

ABSTRAK

Perkembangan pembangunan rumah tinggal sederhana di Banjarmasin semakin banyak dilakukan mengingat semakin pesat pertumbuhan penduduk. Pembangunan tersebut akan semakin baik bila didukung dengan sebuah struktur pondasi baik, karena pada umumnya tanah di Kalimantan adalah dominan tanah gambut. Kompleks Perumahan Persada Mas Banjarmasin melakukan penyelidikan tanah berupa sondir (CPT) sebanyak 2 titik dengan kedalaman ± 30 m. Dari hasil penyelidikan tanah diperoleh bahwa pada lapisan 0 – 8 m adalah tanah gambut, 8 – 19 m tanah lempung dan sisanya adalah tanah pasir dengan tingkat kepadatan baik.

Desain pondasi tiang pancang dilakukan dengan variasi bentuk dimensi $\varnothing 50$ cm, $\varnothing 40$ cm, $\varnothing 30$ cm, 50×50 cm, 40×40 cm, 30×30 cm. Desain pondasi meliputi kekuatan satu tiang pondasi, efisiensi dan perhitungan distribusi beban pada tiang untuk setiap masing-masing dimensi dan bentuk. Metode perhitungan kekuatan tiang yang digunakan adalah dengan Metode Meyerhoff, pada lapisan tanah gambut dilakukan metode perhitungan dengan anggapan tanah lempung sangat lunak.

Dari hasil perhitungan diperoleh pondasi yang aman terhadap gaya aksial yang terjadi yaitu pondasi dengan dimensi 40×40 cm, kedalaman 23,2 m, efisiensi 80,4%, jumlah tiang 5 buah dengan daya dukung kelompok tiang 120,36 ton y mampu menahan gaya aksial sebesar 120,06 ton.

Kata kunci: tiang pancang, Meyerhoff, daya dukung, efisiensi, tanah gambut.

PENDAHULUAN

Kota Banjarmasin adalah ibu kota provinsi Kalimantan Selatan, Indonesia yang merupakan kota termaju di Kalimantan. Hal ini didukung dengan semakin berkembangnya pembangunan perumahan sebagai salah satu kebutuhan penduduk, seperti yang terletak pada Komplek Persada Mas Banjarmasin. Proses pembangunan konstruksi perumahan perlu didukung dengan sebuah struktur dan pondasi yang aman. Komplek Persada Mas Banjarmasin melakukan penyelidikan lapangan berupa pengujian sondir sebanyak 2 titik untuk mengetahui jenis tanah. Dari hasil sondir tersebut dapat digunakan untuk melakukan desain pondasi sesuai dengan jenis tanah dan beban bangunan. Secara umum diperoleh bahwa lapisan tanah yang dominan adalah tanah gambut dengan kedalaman 8 m. Tanah gambut adalah tanah yang memiliki kandungan bahan organik tinggi karena terbentuk dari akumulasi daun, batang, dan ranting tumbuhan yang membusuk. Sifat fisik dan sifat mekanis gambut

yang penting meliputi kadar air tanah gambut berkisar antara 100 – 1.300% dari berat keringnya[3]. Kadar air yang tinggi menyebabkan berat isi (*bulk density*, BD) menjadi rendah, gambut menjadi lembek dan daya menahan bebannya rendah[4]. Ditinjau sifat fisik maupun sifat mekanis tanah gambut, maka perencanaan pondasi dangkal akan lebih susah dilakukan. Sehingga desain pondasi yang digunakan untuk kompleks perumahan persada mas Banjarmasin menggunakan pondasi dalam yaitu tiang pancang. Perhitungan daya dukung pondasi pada tanah gambut secara umum di Indonesia masih belum banyak digunakan, sehingga metode perhitungan daya dukung pondasi tiang tunggal menggunakan metode meyerhoff. Hanya saja pada tanah gambut dilakukan asumsi bahwa tanah gambut dengan kandungan serat kurang dari 20%. Jenis tanah ini terdiri dari butiran tanah berukuran colloid (2μ) dan sebagian besar air pori terserap disekeliling permukaan butiran tanah gambut tersebut yang disebut amorphous granular peat. Sifat tanah tersebut hampir sama dengan lempung sangat lunak. Desain pondasi tiang pancang dilakukan dengan variasi dimensi baik persegi dan bulat. Perhitungan daya dukung pondasi yang direncanakan meliputi daya dukung satu tiang tunggal, efiseiensi, serta perhitungan jumlah tiang pada satu pile cap yang dapat ,menahan beban struktur dari perencanaan perumahan.

TINJAUAN PUSTAKA

Peneliti Terdahulu

Perencanaan dan perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang pada proyek pembangunan gedung olah raga (GOR) gulat Samarinda, direncanakan dengan dimensi 30 x 30 cm dan Metode Terzaghi[1]. Hasil yang diperoleh adalah tiang pancang yang dapat dipergunakan sebagai pondasi adalah dengan kedalaman 13 meter, daya dukung tiang pancang sebesar 217,157 ton dan beban yang dipikul oleh tiang tersebut sebesar 162,732 ton.

Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang Tunggal Berdasarkan Hasil Sondir (CPT)

Cone Penetration Test (CPT) atau yang sering disebut dengan sondir. Parameter yang didapat dari hasil uji sondir adalah nilai q_c dan nilai q_s , Nilai q_c menunjukkan nilai tahanan ujung sondir dan ini analog dengan tahanan ujung pondasi tiang. Sedangkan nilai q_s yang merupakan tahanan gesek sondir menggambarkan tahanan gesek antara tanah dan tiang.

Besarnya kapasitas daya dukung ujung tiang pancang dapat dihitung dengan persamaan 2.1. Menurut [2] nilai q_c sebaiknya diambil rata-rata nilai q_c dari 8d di atas dasar tiang pancang sampai 4d di bawah dasar tiang pancang (Gambar 1). Hitungan kapasitas tiang pancang berdasarkan nilai q_s sondir dapat dihitung dengan persamaan 2.2.

$$Q_b = A_b \cdot F_b \dots\dots\dots 2.1.$$

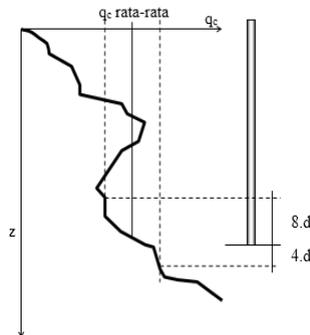
$$Q_s = A_s \cdot F_s \dots\dots\dots 2.2.$$

Nilai kapasitas ijin pondasi tiang pancang menggunakan angka keamanan, hal ini diperlukan terkait dengan kemungkinan penyimpangan hasil pengujian dengan kondisi sebenarnya. Kapasitas daya dukung satu tiang dapat dihitung berdasarkan persamaan 2.3.

$$Q_u = \frac{Q_b}{SF_b} + \frac{Q_s}{SF_s} - W_p \dots\dots\dots 2.3.$$

Dimana :

- Q_u = kapasitas daya dukung pondasi tiang (kg)
- Q_s = kapasitas tahanan gesek dinding tiang (kg)
- A_s = luas selimut tiang (m^2)
- f_s = tahanan gesek tanah dengan tiang (kg/m^2)
- Q_b = kapasitas tahanan ujung tiang (kg)
- A_b = luas penampang ujung tiang (m^2)
- f_b = tahanan ujung tiang (kg/m^2)
- W_p = berat sendiri tiang (kg)



Gambar 1. Hitungan nilai qc untuk pondasi tiang [2]

Besarnya angka aman SFb dan SFs [5] untuk kondisi tanah pasir dan lempung adalah sebagai berikut:

1. SF_b = 3 untuk tanah pasir
2. SF_b = 5 untuk tanah lempung
3. SF_s = 5 untuk tanah pasir
4. SF_s = 5 untuk tanah lempung

Efisiensi Kelompok Tiang

Teori membuktikan dalam daya dukung kelompok tiang tidak sama dengan daya dukung tiang secara tunggal dikalikan jumlah tiang dalam kelompok melainkan perkalian antara daya dukung satu tiang dengan banyaknya tiang dikalikan dengan faktor efisiensi kelompok tiang. Salah satu metode efisiensi yang sering digunakan adalah dari Converse-Labarre. Besarnya efisiensi kelompok tiang dapat dihitung dengan persamaan 2.4.

$$Eg = 1 - \theta \frac{n' m + (1 - m)n'}{90 m n'} \dots\dots\dots 2.4.$$

Dimana :

- Eg = efisiensi kelompok tiang
- m = jumlah baris tiang
- n' = jumlah tiang dalam satu baris
- θ = arc tg d/s, dalam derajat
- s = jarak pusat tiang ke pusat tiang
- d = diameter tiang

Distribusi Beban Dalam Kelompok Tiang

Perhitungan distribusi beban dalam kelompok tiang supaya lebih mudah menggunakan beberapa asumsi diantaranya anggapan pilecap kaku sehingga deformasi tiang seragam. Pilecap dianggap tidak menumpu pada tanah dan tanah berperilaku elastis sehingga deformasi yang terjadi sebanding. Distribusi beban pada tiang akibat beban normal dan beban momen dihitung dengan prinsip superposisi. Akibat beban normal V, momen Mx dan momen My, besarnya beban pada tiang dapat dihitung dengan persamaan 2.5.

$$Px, y = \frac{V}{n} \pm \frac{Myx}{\Sigma x^2} + \frac{Mx.y}{\Sigma x^2.y^2} \dots\dots\dots 2.5.$$

Dimana :

- V = beban kolom (kg)
- n = jumlah tiang
- Px = beban yang dihitung tiang pada jarak x dari pusat pondasi (kg)
- Mx = momen pada kolom (kg.m)
- x = jarak tiang yang ditinjau dari pusat pondasi (m)

METODE

Metode yang digunakan dalam perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang pada perumahan komplek persada mas Banjarmasin adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan studi pustaka dan penelitian terdahulu, dimana mencari referensi terutama tentang perencanaan pondasi pada tanah gambut.
2. Pengumpulan data sekunder meliputi data bangunan, data pembebanan, data tanah dan data spesifikasi tiang pancang.
3. Perhitungan daya dukung tiang pancang per 1 m kedalaman berdasarkan pengolahan data tanah dengan variasi dimensi. Variasi dimensi yang digunakan adalah \varnothing 30 cm, \varnothing 40 cm, \varnothing 50 cm, 30 cm x 30 cm, 40 cm x 40 cm, 50 x 50 cm. Daya dukung dihitung dengan Metode Meyerhoff kemudian menghitung distribusi beban berdasarkan efisiensi kelompok tiang.
4. Perbandingan keseluruhan hasil perhitungan pada semua variasi dimensi tiang pancang sehingga diperoleh dimensi pondasi tiang pancang yang dapat menahan beban aksial bangunan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Pembebanan

Berdasarkan perhitungan dengan ETABS diperoleh hasil beban *axial ultimate* yang terbagi pada beberapa kolom bangunan dengan hasil maksimum yang digunakan sebagai perencanaan adalah 120.6 ton.

Pengolahan Data Tanah

Pengujian sondir dilakukan sebanyak dua titik sondir, yaitu S1 sedalam 29,20 m dan S2 sedalam 23,60 m. Dari kedua titik dilakukan pemilihan data tanah yang digunakan sebagai perencanaan dimana dengan membandingkan hasil bacaan konus (q_c) diakhir kedalaman pengujian data tanah. Nilai q_c pada S1 sebesar 110 kg/cm^2 sedangkan pada S2 nilai q_c adalah 250 kg/cm^2 , sehingga data tanah yang digunakan untuk perencanaan adalah data hasil pengujian S1.

Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang

Daya dukung tiang pancang atau kapasitas ijin tiang dihitung menggunakan Persamaan 2.3 dengan variasi dimensi dapat diperoleh hasil pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil perhitungan daya dukung tiang pancang

kedalaman (m)	Daya dukung ijin tiang (kg)					
	\varnothing 50 cm	\varnothing 40 cm	\varnothing 30 cm	50 x 50 cm	40 x 40 cm	30 x 30 cm
0	-1149.45	-770.37	-468.77	-3151.36	-2010.67	-1127.57
5	-158.14	107.15	254.87	-1888.55	-892.8	-205.74
10	1746.12	1596.27	1332.72	537.26	1004.16	1167.32
15	7339.37	5607.43	3590.05	7662.42	6113.92	4042.89
20	19690.72	12944.48	8344.67	23396.61	15460.48	10099.74
22	28632.12	20731.68	13390.81	34786.94	25380.48	16527.95
24	34062.8	26509.28	18724.52	41705	32740.48	23322.47
26	40899.9	30100.43	19800.38	50414.68	37315.2	24693
29	47325.73	36842.64	26155.52	58600.45	45904	32788.71
29.2	48196.54	37418.92	26495.83	59709.76	46638.12	33222.23

Sumber : Hasil perhitungan data, (2017).

Perhitungan Jumlah dan Efisiensi Kelompok Tiang

Dari kekuatan satu tiang tersebut dihitung jumlah tiang dan efisiensi. Efisiensi jumlah tiang yang digunakan dalam perencanaan adalah diatas 80%. Contoh rencana jumlah tiang untuk dimensi Ø 50 cm pada kedalaman 24,8 m, V = 120,06 t dan Q ult = 37,88 t dengan efisiensi diatas 80,1% adalah :
 $n = 120,06 / 37,88 = 3,2 \text{ bh} \approx 4 \text{ bh}$.

Contoh perhitungan efisiensi dengan persamaan tiang pancang dengan dimensi Ø 50 cm :

$$Eg = 1 - 17,879 \frac{(2-1)2+(2-1)2}{90 \times 2 \times 3}$$

$$Eg = 0,801$$

$$= 80,1 \%$$

Tabel 2. Hasil perhitungan jumlah dan efisiensi tiang pancang

Dimensi (cm)	Jumlah tiang (bh)	Kedalaman (m)	Efisiensi (%)	Daya dukung tiang tunggal (ton)
Ø 50	4	24,8	80,1	37,88
Ø 40	5	24	80,4	36,51
Ø 30	6	27	80,2	20,90
50 x 50	4	23	80,1	37,35
40 x 40	5	22	80,4	25,38
30 x 30	6	22,8	80,2	20,96

Sumber : Hasil perhitungan data, (2017).

Perhitungan Distribusi Beban

Pondasi tiang pancang yang dipilih adalah dimensi 40 x 40 cm kemudian dilakukan perhitungan distribusi beban pada setiap kolom. Perhitungan ETABS dengan hasil maksimum di kolom C3, dimana nilai V = 120,6 t, Mx = 14,158 t, dan My = 6,775 t. Perhitungan distribusi beban dengan dimensi tiang pancang 40 x 40 cm :

$$* P1 = \frac{120,06}{4} - \frac{6,775 \times 0,775}{2,4025} - \frac{14,158 \times 0,775}{2,4025} = 30,02 - 2,19 - 4,57 = 23,25 \text{ t}$$

$$* P2 = \frac{120,06}{4} + \frac{6,775 \times 0,775}{2,4025} - \frac{14,158 \times 0,775}{2,4025} = 30,02 + 2,19 - 4,57 = 27,63 \text{ t}$$

$$* P3 = \frac{120,06}{4} - \frac{6,775 \times 0,775}{2,4025} + \frac{14,159 \times 0,775}{2,4025} = 30,02 - 2,19 + 4,57 = 32,4 \text{ t}$$

$$* P4 = \frac{120,06}{4} + \frac{6,775 \times 0,775}{2,4025} + \frac{14,159 \times 0,775}{2,4025} = 30,02 + 2,19 + 4,57 = 36,77 \text{ t}$$

Dari perhitungan distribusi beban maka didapat nilai beban maksimum tiang sebesar (P) 36,77 t < Q ijin tekan tiang pada kedalaman 24,8 m yaitu sebesar 37,88 t.

Kontrol daya dukung kelompok tiang

Daya dukung pilecap = Eg x Total Q ijin tiang pancang dalam satu pilecap dengan dimensi 40 x 40 cm diperoleh hasil sebagai berikut:

Berikut adalah perhitungan daya dukung pilecap :

Diketahui : $Eg = 0,804$ $\sum Q \text{ ijin tiang} = 149,70 \text{ ton}$
 $V \text{ (beban aksial kolom)} = 120,06 \text{ ton}$

Daya dukung pilecap = Eg x Total Q ijin tiang pancang dalam satu pilecap

$$\text{Daya dukung pilecap} = 0,804 \times 149,70 \text{ ton}$$

$$= 121,37 \text{ ton}$$

Syarat terpenuhi jika :
daya dukung pilecap $> V$
1210,36 ton $>$ 120,06 ton (Terpenuhi/OK).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan perencanaan pondasi tiang pancang menggunakan perumusan Meyerhoff dengan berbagai macam bentuk pondasi tiang pancang yaitu tiang bulat dan persegi. Maka direkomendasikan atau dipilih pondasi tiang pancang dengan bentuk tiang persegi dengan dimensi 40 x 40 cm, kedalaman 23,2 m, efisiensi 80,4%, jumlah tiang 5 buah dengan daya dukung kelompok tiang sebesar 120,36 ton yang mampu menahan gaya aksial sebesar 120,06 ton.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ramadhani, Utami Dwi., 2013, Analisa Perhitungan Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Pada Proyek Pembangunan Gedung Olah Raga (GOR), Tugas Akhir S-1 Jurusan Teknik Sipil, FT, Universitas 17 Agustus 1945, Samarinda.
- [2] Meyerhof, G. G. (1976). Bearing capacity and settlement of pile foundations. *J Geotech Eng Div* 102:195–228.
- [3] Mutalib, A.A., J.S. Lim, M.H. Wong and L. Koonvai. 1991. Characterization, Distribution and Utilization of Peat in Malaysia. *Proc. International Symposium on tropical peatland*. 6-10 May 1991, Kuching, Serawak, Malaysia.
- [4] Nugroho, K., G. Gianinazzi and I.P.G. Widjaja Adhi. 1997. Soil idraulic properties of Indonesian peat. In: Rieley and Page (Eds.). pp. 147-156. *Biodiversity and sustainability of tropical peat and peatland*. Samara Publishing Ltd. Cardigan.UK.
- [5] Sumiyanto, Adhe & Arwan, *Rekayasa Fondasi 2, PHK A1 Teknik Sipil*, tahun 2007.
- [6] Terzaghi, Karl dan Ralph B Peek. 1993. *Mekanika Tanah dalam Praktek Rekayasa Jilid 2*, Penerbit Erlangga, Jakarta.