

Kapasitas Dukung Tiang Tunggal Terhadap Beban Lateral Bangunan Gudang Petikemas Pelabuhan Tanjung Perak

* Nur Ayu Diana Citra Dewi S.P¹,

¹Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Janabadra, Yogyakarta,

^{*)}nurayu@janabadra.ac.id

Abstract

The location of the main port is the trading heart of the city of Surabaya. One of the functions of the port is as the center of the loading and unloading business, in order to improve service to consumers, PT. Pelabuhan Indonesia III (Persero) Tanjung Perak Branch will revitalize by adding a container warehouse building above the ground where the surcharge load previously occurred where previously the land has received a shipment from the container so that the design for the warehouse foundation is the initial stage for warehouse construction is the foundation planning used with the previous surcharge load. One of the advantages of a pile foundation is that its bearing capacity is determined based on the end bearing and the attachment of the pile to the ground (friction). Thus this foundation is very suitable for use on soft soil where the hard soil layer is located quite far from the ground. With the calculation, a proper foundation design is obtained, namely using pile dimensions of 25 x25, pile length of 6-14 m, with a crack moment of 2.5 ton.m, the ultimate moment of 4.33, and an allowable axial load of 79.62 tonnes.

Keywords: Supporting Capacity, Pile Foundation, Lateral load, container warehouse

Abstrak

Lokasi pelabuhan utama tersebut merupakan jantung perdagangan kota Surabaya, salah satu fungsi dari pelabuhan adalah sebagai sentral bisnis bongkar muat. Dalam rangka peningkatan pelayanan terhadap konsumen, PT. Pelabuhan Indonesia III (Persero) Cabang Tanjung Perak akan melakukan revitalisasi dengan menambahkan bangunan gudang peti kemas diatas tanah yang sebelumnya terjadi beban surcharge dimana sebelumnya tanah tersebut telah mendapatkan beban dari container sehingga desain untuk pondasi gudang tersebut tahap awal untuk pembuatan gudang adalah perencanaan pondasi yang digunakan dengan beban surcharge sebelumnya. Salah satu kelebihan dari pondasi tiang adalah kekuatan daya dukungnya ditentukan berdasarkan tahanan ujung (end bearing) dan pelekatan tiang dengan tanah (friction), dengan demikian pondasi ini sangat sesuai digunakan pada tanah lunak dimana lapisan tanah keras terletak cukup jauh dari permukaan tanah. Dengan adanya perhitungan maka didapatkan desain pondasi yang sesuai digunakan yaitu menggunakan dimensi pile 25 x25, panjang pile 6-14 m, dengan momen crack 2,5 ton.m, momen ultimate 4,33, dan allowable axial load 79,62 ton

Kata Kunci: Kapasitas Dukung, Pondasi Tiang, Beban lateral, Gudang peti kemas

PENDAHULUAN

Pelabuhan tanjung perak adalah sebuah pelabuhan yang terdapat di Surabaya, Jawa Timur. Secara administratif, pelabuhan Tanjung Perak termasuk ke dalam Kelurahan Perak Timur, Kecamatan Pabean Cantian, Kota Surabaya. Di pelabuhan ini juga terdapat terminal peti kemas. Tanjung Perak merupakan pelabuhan terbesar dan tersibuk kedua di Indonesia setelah Pelabuhan Tanjung Priok dan juga sebagai pusat perdagangan menuju kawasan Indonesia bagian timur. Pelabuhan Tanjung Perak menjadi kantor pusat PT. (Persero) Pelabuhan Indonesia III.

Lokasi pelabuhan utama tersebut merupakan jantung perdagangan kota Surabaya. Dekat dengan pelabuhan tersebut ada sebuah jalan bernama Heeresentraat (sekarang berada disekitar Jalan Rajawali dan Jalan Kembang Jepun) yang merupakan sentral bisnis bongkar muat. Di antara kedua jalan itu, sudah ada jembatan yang membentang di atas Sungai Kalimas. Jembatan itulah yang disebut Roode Brug atau Jembatan Merah.

Dalam rangka peningkatan pelayanan terhadap konsumen, PT. Pelabuhan Indonesia III (Persero) Cabang Tanjung Perak akan melakukan revitalisasi Terminal dengan membangun gudang di atas lahan yang masa sewanya sudah berakhir di tahun 2017. Dengan adanya pembangunan tersebut diharapkan akan meningkatkan produktifitas Terminal dan sesuai dengan rencana jangka panjang PT. Pelabuhan Indonesia III (persero) Cabang

Tanjung Perak. Pembangunan Gudang dan Open storage berada pada dua lokasi yaitu zona 1 dan zona 2.

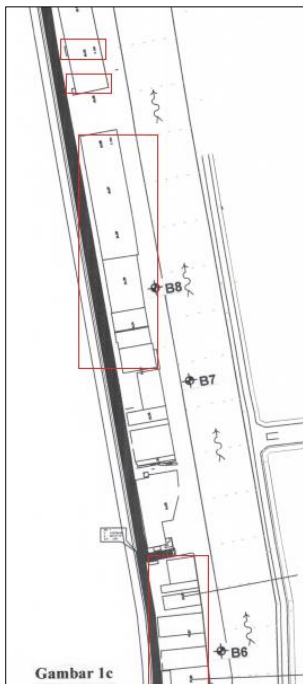


Gambar 1 Lokasi Pekerjaan Zona 2 dan zona 3

METODOLOGI

Data tanah yang dipergunakan dalam perhitungan adalah hasil dari Penyelidikan tanah di area rencana Gudang Dimana pelaksanaan pengeboran tanah dilakukan sekitar bibir dan di dalam sungai Kalimas. Adapun posisi titik-titik

boring dan sondir untuk zona 2 dan zona 3 adalah data pada titik BH 6 dan BH 8. Adapun data dari titik BH 6 dan BH 8 adalah sebagai berikut



Gambar 2 Lokasi Pengambilan titik boring dan sondir

Pondasi tiang adalah pondasi yang mampu menahan gaya orthogonal ke sumbu tiang dengan jalan menyerap lenturan. Pondasi tiang dibuat menjadi satu kesatuan yang monolit dengan menyatukan pangkal tiang yang terdapat di bawah konstruksi, dengan tumpuan pondasi (Ir. Suyono Sosrodarsono, Kazuto Nakazawa, 2000)

Pondasi tiang dipergunakan bila pada keadaan lapisan-lapisan bagian atas tanah begitu lembek, dan kadang-kadang ditemukan keadaan tanah dimana lapisan keras sangat dalam sehingga pembuatan dan pemancangan tiang sampai lapisan tersebut sukar dilaksanakan. Dalam hal ini mungkin dapat dipergunakan friction pile yaitu tiang yang tertahan oleh perlekatan antara tiang dengan tanah, tiang semacam ini disebut juga dengan tiang terapung (floating piles).

Salah satu kelebihan dari pondasi tiang adalah kekuatan daya dukungnya ditentukan berdasarkan tahanan ujung (end bearing) dan pelekatan tiang dengan tanah (friction), dengan demikian pondasi ini sangat sesuai digunakan pada tanah lunak dimana lapisan tanah keras terletak cukup jauh dari permukaan tanah.

Penentuan daya dukung pondasi tiang pancang dengan cara statik dapat dilakukan sebagai berikut: Daya Dukung Ujung Tiang (Q_p) Cara Meyerhof (1976) A. Tanah Pasir rumusan yang digunakan adalah:

$$Q_{p1} = A_p \cdot q_p = A_p \cdot q' \cdot N_q^* \quad (1)$$

dengan:

- Q_p = daya dukung ujung tiang
- $Q_p = q' N_q^*$ = daya dukung per satuan luas
- A_p = luas penampang ujung tiang
- q' = tegangan vertikal efektif
- N_q^* = faktor daya dukung ujung

Harga q_p tidak dapat melebihi daya dukung batas q_1 , karena itu daya dukung ujung tiang perlu ditentukan:

$$Q_{p2} = A_p \cdot q_1 = A_p \cdot 5 \cdot N_q^* \cdot \tan \phi \quad (2)$$

dengan:

- Q_{p2} = daya dukung ujung tiang (t/m²)
- A_p = luas penampang ujung tiang (m²)
- N_q^* = faktor daya dukung ujung
- ϕ = sudut geser dalam
- Q_1 = daya dukung batas Untuk kemudahan,

Harga Q_{p1} dan Q_{p2} dibandingkan dan diambil harga yang lebih kecil sebagai daya dukung ujung tiang. Harga N_q^* ditentukan sebagai fungsi dari sudut geser dalam tanah (ϕ).

Syarat untuk mencapai nilai ultimit dari tahanan ujung tiang adalah penetrasi tiang ke dalam lapisan pendukung mencapai kedalaman sekurang-kurangnya L_{bcr} . Nilai L_{bcr} adalah fungsi dari kepadatan tanah pasir dan sering dinyatakan $L_b = f(\phi)$, namun dari segi kepraktisan nilai L_{bcr} diambil sebesar 10D. Bila penetrasi tiang tidak mencapai L_{bcr} maka tahanan ujung perlu dikoreksi dengan persamaan dengan:

- $q_1(l)$ = harga q_1 pada lapisan loose sand
- $q_1(d)$ = harga q_1 pada lapisan dense sand
- b = panjang penetrasi ke dalam lapisan bawah
- D = diameter tiang Nilai q_p di atas dibandingkan dengan harga $q_1(d)$ dan diambil harga yang lebih kecil. Kemudian dikalikan dengan luas penampang ujung tiang (A_p) sehingga diperoleh daya dukung ujung tiang (Q_p)

Nilai q_p di atas dibandingkan dengan harga $q_1(d)$ dan diambil harga yang lebih kecil. Kemudian dikalikan dengan luas penampang ujung tiang (A_p) sehingga diperoleh daya dukung ujung tiang (Q_p). Tanah Lempung Formula yang digunakan adalah:

$$Q_p = A_p \cdot q_p = A_p \cdot c_u \cdot N_c^* \cong 9 \cdot c_u \cdot A_p \quad (3)$$

- dengan: Q_p = daya dukung ujung tiang
- A_p = luas penampang ujung tiang
- N_c^* = faktor daya dukung ujung
- c_u = kohesi Harga N_c^*

Daya Dukung Ujung Selimut (Q_s) Daya dukung selimut tiang ditentukan berdasarkan rumus berikut ini:

$$Q_s = \sum A_s \cdot f \quad (4)$$

- dengan: A_s = luas selimut tiang = $p \times \Delta L$
- P = keliling tiang
- ΔL = panjang segmen tiang
- F = gesekan selimut

Tabel 1 Ringkasan hasil tes laboratorium

BOREHOLE	Depth (m)	Atterberg Limit			γ	Gs	e	Sr (%)
		PL	WC	LL				
B1	6.30-7.00	37	77.1	81	1.58	2.68	2.42	85%
	11.30-12.00	27	65.0	75	1.56	2.66	1.90	91%
	14.00-14.70	26	61.3	92	1.54	2.65	1.91	85%
B2	2.30-3.00	21	34.4	37	1.88	2.68	0.89	100%
	8.30-9.00	36	77.6	95	1.52	2.69	2.69	78%
	11.30-12.00	36	87.9	114	1.48	2.69	2.49	95%
B3	6.30-7.00	-	26.1	-	1.97	2.52	0.61	100%
	12.30-13.00	45	85.7	97	1.54	2.67	2.26	100%
	15.30-16.00	45	85.9	110	1.53	2.69	2.62	88%
B4	3.30-4.00	-	36.2	-	1.84	2.49	0.84	100%
	6.30-7.00	-	25.2	-	1.84	2.52	0.71	89%
	9.30-10.00	-	28.6	-	1.90	2.54	0.72	100%
B5	8.00-8.70	40	84.6	109	1.52	2.65	2.46	91%
	14.00-14.70	35	79.0	101	1.58	2.68	2.45	86%
	21.30-22.00	38	71.4	102	1.53	2.66	2.09	91%
	13.00-13.70	-	28.2	-	1.82	2.50	0.76	93%
B6	16.00-16.70	-	25.5	-	1.93	2.52	0.64	100%
	20.00-20.60	-	22.4	-	2.07	2.51	0.48	100%
	5.30-6.00	39	85.9	99	1.59	2.67	2.79	82%
B7	8.30-9.00	36	84.6	106	1.57	2.66	2.67	84%
	10.30-11.00	-	45.8	-	2.11	2.53	0.75	100%
	11.00-11.70	45	83.6	87	1.52	2.67	2.62	85%
B8	17.00-17.70	35	84.1	90	1.52	2.69	2.59	87%
	20.00-20.70	42	80.9	98	1.53	2.71	2.13	100%
	8.30-9.00	39	80.2	105	1.55	2.69	2.42	89%
B9	15.30-16.00	29	57.5	84	1.55	2.70	1.94	80%
	18.30-19.00	42	74.8	92	1.56	2.66	2.17	92%
	5.00-5.70	-	27.2	-	1.88	2.51	0.70	98%
B10	12.30-13.00	-	22.7	-	2.05	2.51	0.50	100%
	17.00-17.70	-	28.2	-	2.06	2.50	0.56	100%
	3.30-4.00	32	61.3	72	1.72	2.65	1.60	100%
B11	9.30-10.00	-	32.9	-	1.92	2.49	0.72	100%
	14.00-14.70	-	23.0	-	1.91	2.51	0.62	94%

Dari data topografi dan data tanah maka tahap selanjutnya adalah penyusunan konsep pengembangan dengan acuan gambar draft desain yang meliputi : pengembangan konsep dasar desain, analisis data lapangan, kajian terhadap layout, perhitungan struktur pondasi.

Perhitungan pondasi tiang tunggal dengan beban horisontal maksimum didapatkan dari reaksi perletakan arah vertical yakni sebesar 5% dari beban axial. Sehingga digunakan perumusan sebagai berikut

$$M_{max} = H (1.5 \times d + \frac{Cu \times d}{18}) \quad (5)$$

(Sumber: Sanglerat G,1983)

Dimana :

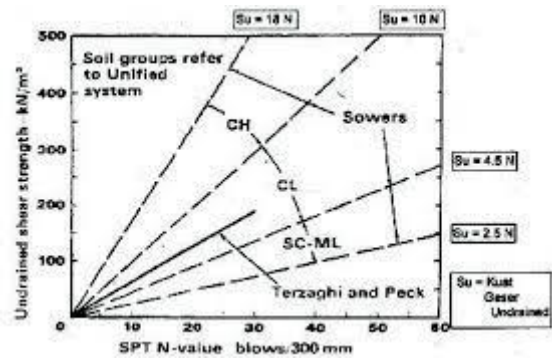
d : diameter tiang
Cu : undrained cohesion

Daya dukung lateral tanah, Hu adalah sebagai berikut :

$$\frac{Hu}{9Cu \times d^2} = \sqrt{\frac{2 \times M_{max}}{9Cu \times d^3}} \quad (6)$$

(Sumber: Sanglerat G,1983)

Korelasi N-SPT terhadap undrained shear strength (cu) Korelasi antara N-SPT terhadap nilai undrained shear strength (cu) dari data hasil penelitian Terzaghi & Peck (1967) serta Sowers (1979) diberikan untuk rentang jenis tanah CH (lempung plastisitas tinggi), CL (lempung plastisitas rendah), dan ML (lanau plastisitas rendah). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3 berikut ini.



Gambar 3 Perkiraan hubungan N-SPT terhadap Undrained Shear Strength (cu) (Sumber: Geotechnical Engineering Center, 2013)

Perhitungan kapasitas dukung pondasi tiang terhadap cracking menggunakan rumusan sebagai berikut

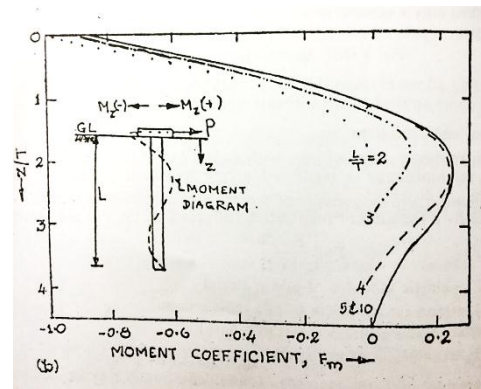
$$M_{max} = F_m \cdot H_1 \text{ tiang} \cdot T \quad (7)$$

(Sumber: Matlock and Reese, 1960)

Dimana,

Fm : Moment coefficient at depth Zf

T : Stiffness factor



Gambar 4 Moment coefficient, Fm

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan daya dukung pondasi tiang pancang dengan cara statik dapat dilakukan sebagai berikut: Daya Dukung Ujung Tiang (Qp) Cara Meyerhof (1976) didapatkan hasil dengan dimensi pancang persegi 25x25 dikedalaman 24 m menghasilkan daya dukung tanah sebesar 25,25 ton dengan beban yang bekerja dari hasil perhitungan SAP sebesar 16,83 ton, hasil perhitungan dilihat pada lampiran.

Hasil perhitungan beban horizontal maksimum dari beban axial didapatkan Tabel Jumlah tiang pancang yang dibutuhkan jika menggunakan square pile 25 x 25 cm dengan kedalaman 24 meter dan SF 3 terhadap beban lateral rekapan perhitungan sebagai berikut

Tabel 2 Tabel Jumlah tiang pancang

No	No. Titik	Beban Aksial Kg	H (5% x Fz) Kg	Fm Grafik	T m	Mmax Ton.m
1	F1	44274.60	2213.73	0.25	2.06	1.140
2	A1	44663.70	2233.19	0.25	2.06	1.150
3	E1	28321.20	1416.06	0.25	2.06	0.729
4	D1	25865.40	1293.27	0.25	2.06	0.666
5	C1	25015.50	1250.78	0.25	2.06	0.644
6	B1	28713.30	1435.67	0.25	2.06	0.739
7	F2	49126.20	2456.31	0.25	2.06	1.265
8	A2	49089.90	2454.50	0.25	2.06	1.264
9	F3	49081.80	2454.09	0.25	2.06	1.264
10	A3	49041.00	2452.05	0.25	2.06	1.263
11	F4	49081.50	2454.08	0.25	2.06	1.264
12	A4	49081.50	2454.08	0.25	2.06	1.264
13	F5	49081.50	2454.08	0.25	2.06	1.264
14	A5	49040.70	2452.04	0.25	2.06	1.263
15	F6	49081.50	2454.08	0.25	2.06	1.264
16	A6	49040.70	2452.04	0.25	2.06	1.263
17	F7	49081.50	2454.08	0.25	2.06	1.264
18	A7	49040.70	2452.04	0.25	2.06	1.263
19	F8	49079.70	2453.99	0.25	2.06	1.264
20	A8	49041.00	2452.05	0.25	2.06	1.263
21	F9	48897.00	2444.85	0.25	2.06	1.259
22	A9	49053.90	2452.70	0.25	2.06	1.263
23	F10	49053.90	2452.70	0.25	2.06	1.263
24	A10	49118.70	2455.94	0.25	2.06	1.265
25	F11	49074.30	2453.72	0.25	2.06	1.264
26	A11	49074.30	2453.72	0.25	2.06	1.264
27	F12	49088.10	2454.41	0.25	2.06	1.264
28	A12	49119.60	2455.98	0.25	2.06	1.265
29	F13	49081.50	2454.08	0.25	2.06	1.264
30	A13	49041.60	2452.08	0.25	2.06	1.263
31	F14	49079.40	2453.97	0.25	2.06	1.264
32	A14	49041.00	2452.05	0.25	2.06	1.263
33	F15	48857.10	2442.86	0.25	2.06	1.258
34	A15	49057.80	2452.89	0.25	2.06	1.263
35	F16	48605.70	2430.29	0.25	2.06	1.252
36	A16	48768.60	2438.43	0.25	2.06	1.256
37	F17	49079.40	2453.97	0.25	2.06	1.264
38	A17	49035.60	2451.78	0.25	2.06	1.263
39	F18	49076.40	2453.82	0.25	2.06	1.264
40	A18	49040.10	2452.01	0.25	2.06	1.263
41	F19	48535.50	2426.78	0.25	2.06	1.250
42	A19	48980.70	2449.04	0.25	2.06	1.261
43	F20	49076.10	2453.81	0.25	2.06	1.264
44	A20	49040.40	2452.02	0.25	2.06	1.263
45	F21	49041.90	2452.10	0.25	2.06	1.263
46	A21	49038.30	2451.92	0.25	2.06	1.263
47	F22	48676.20	2433.81	0.25	2.06	1.253
48	A22	49087.50	2454.38	0.25	2.06	1.264
49	F23	49077.60	2453.88	0.25	2.06	1.264
50	A23	49041.30	2452.07	0.25	2.06	1.263
51	F24	49076.40	2453.82	0.25	2.06	1.264
52	A24	49039.80	2451.99	0.25	2.06	1.263
53	F25	48533.40	2426.67	0.25	2.06	1.250
54	A25	48931.20	2446.56	0.25	2.06	1.260
55	F26	48958.80	2447.94	0.25	2.06	1.261
56	A26	49062.00	2453.10	0.25	2.06	1.263
57	F27	49039.20	2451.96	0.25	2.06	1.263
58	A27	49270.20	2463.51	0.25	2.06	1.269
59	F28	48906.30	2445.32	0.25	2.06	1.259
60	A28	49050.90	2452.55	0.25	2.06	1.263
61	F29	49093.50	2454.68	0.25	2.06	1.264
62	A29	49039.80	2451.99	0.25	2.06	1.263
63	F30	50500.50	2525.03	0.25	2.06	1.300
64	A30	48914.40	2445.72	0.25	2.06	1.260

$$Z_f = 1,8 T$$

$$= 1,8 \times 2,06 \text{ m}$$

$$= 3,71 \text{ m} \approx 3,7 \text{ meter}$$

Dimana, Z_f = Kedalaman titik jepit (m)

$$T = 5\sqrt{(EI/nh)}$$

$$= 5\sqrt{(51,5 \text{ t.m}^2 / 5 \text{ t/m}^3)}$$

$$= 2,06 \text{ m}$$

Dimana, EI = Flexural rigidity

nh = Relative density (untuk tanah soft organic digunakan sebesar 5 t/m³)

Kapasitas tiang pancang terhadap cracking jika menggunakan square pile 25 x 25 cm dengan kedalaman 24 meter dengan SF 3

Tabel 3 Kapasitas tiang pancang terhadap cracking

No	No. Titik	Beban Aksial Kg	H (5% x Fz) Kg	Fm Grafik	T m	Mmax Ton.m
1	F1	44274.60	2213.73	0.25	2.06	1.140
2	A1	44663.70	2233.19	0.25	2.06	1.150
3	E1	28321.20	1416.06	0.25	2.06	0.729
4	D1	25865.40	1293.27	0.25	2.06	0.666
5	C1	25015.50	1250.78	0.25	2.06	0.644
6	B1	28713.30	1435.67	0.25	2.06	0.739
7	F2	49126.20	2456.31	0.25	2.06	1.265
8	A2	49089.90	2454.50	0.25	2.06	1.264
9	F3	49081.80	2454.09	0.25	2.06	1.264
10	A3	49041.00	2452.05	0.25	2.06	1.263
11	F4	49081.50	2454.08	0.25	2.06	1.264
12	A4	49081.50	2454.08	0.25	2.06	1.264
13	F5	49081.50	2454.08	0.25	2.06	1.264
14	A5	49040.70	2452.04	0.25	2.06	1.263
15	F6	49081.50	2454.08	0.25	2.06	1.264
16	A6	49040.70	2452.04	0.25	2.06	1.263
17	F7	49081.50	2454.08	0.25	2.06	1.264
18	A7	49040.70	2452.04	0.25	2.06	1.263
19	F8	49079.70	2453.99	0.25	2.06	1.264
20	A8	49041.00	2452.05	0.25	2.06	1.263
21	F9	48897.00	2444.85	0.25	2.06	1.259
22	A9	49053.90	2452.70	0.25	2.06	1.263
23	F10	49053.90	2452.70	0.25	2.06	1.263
24	A10	49118.70	2455.94	0.25	2.06	1.265
25	F11	49074.30	2453.72	0.25	2.06	1.264
26	A11	49074.30	2453.72	0.25	2.06	1.264
27	F12	49088.10	2454.41	0.25	2.06	1.264
28	A12	49119.60	2455.98	0.25	2.06	1.265
29	F13	49081.50	2454.08	0.25	2.06	1.264
30	A13	49041.60	2452.08	0.25	2.06	1.263
31	F14	49079.40	2453.97	0.25	2.06	1.264
32	A14	49041.00	2452.05	0.25	2.06	1.263
33	F15	48857.10	2442.86	0.25	2.06	1.258
34	A15	49057.80	2452.89	0.25	2.06	1.263
35	F16	48605.70	2430.29	0.25	2.06	1.252
36	A16	48768.60	2438.43	0.25	2.06	1.256
37	F17	49079.40	2453.97	0.25	2.06	1.264
38	A17	49035.60	2451.78	0.25	2.06	1.263
39	F18	49076.40	2453.82	0.25	2.06	1.264
40	A18	49040.10	2452.01	0.25	2.06	1.263
41	F19	48535.50	2426.78	0.25	2.06	1.250
42	A19	48980.70	2449.04	0.25	2.06	1.261
43	F20	49076.10	2453.81	0.25	2.06	1.264
44	A20	49040.40	2452.02	0.25	2.06	1.263
45	F21	49041.90	2452.10	0.25	2.06	1.263
46	A21	49038.30	2451.92	0.25	2.06	1.263
47	F22	48676.20	2433.81	0.25	2.06	1.253
48	A22	49087.50	2454.38	0.25	2.06	1.264
49	F23	49077.60	2453.88	0.25	2.06	1.264
50	A23	49041.30	2452.07	0.25	2.06	1.263
51	F24	49076.40	2453.82	0.25	2.06	1.264
52	A24	49039.80	2451.99	0.25	2.06	1.263
53	F25	48533.40	2426.67	0.25	2.06	1.250
54	A25	48931.20	2446.56	0.25	2.06	1.260
55	F26	48958.80	2447.94	0.25	2.06	1.261
56	A26	49062.00	2453.10	0.25	2.06	1.263
57	F27	49039.20	2451.96	0.25	2.06	1.263
58	A27	49270.20	2463.51	0.25	2.06	1.269
59	F28	48906.30	2445.32	0.25	2.06	1.259
60	A28	49050.90	2452.55	0.25	2.06	1.263
61	F29	49093.50	2454.68	0.25	2.06	1.264
62	A29	49039.80	2451.99	0.25	2.06	1.263
63	F30	50500.50	2525.03	0.25	2.06	1.300
64	A30	48914.40	2445.72	0.25	2.06	1.260

Kapasitas ijin momen crack tiang, M_{crack} harus lebih besar dari M_u

Jadi, $M_u < M_{crack}$

$1,3 t.m < M_{crack}$ pada brosur (lampiran 1)

KESIMPULAN

Dari perhitungan daya dukung tanah dan kapasitas dukung tiang secara lateral dengan beban max dari bangunan 50,5 ton dengan SF 3 maka didapatkan hasil 1 kolom menggunakan 2 pancang dengan kriteria sebagai berikut :

Kedalaman pancang = 24 m
Dimensi Pile = 25 x 25
Moment Crack = 2,5 ton.m
Moment Ultimate = 4,33 ton.m
Allowable Axial Load = 79,62 ton
Panjang Pile = 6 – 14 m

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J. E. 1988. Analisa dan Desain Pondasi I Edisi Keempat Jilid I. Jakarta: Erlangga.
- Bowles, J. E. 1988. Analisa dan Desain Pondasi I Edisi Keempat Jilid II. Jakarta: Erlangga
- Hardiyatmo, Hary Cristady. 2011. Analisis dan Perancangan Pondasi II. Yogyakarta: Gajah Mada University Press
- Ir. Suyono Sosrodarsono, Kazuto Nakazawa, Mekanika Tanah dan Pondasi. PT Pradnya Paramita. Jakarta. 2000
- Geotechnical Engineering Center. (2013). Manual Pondasi Tiang (4th Edition)
- Shamsher, Prakash., dan Hari D., Sharma. 2003. Pile Foundations in Engineering Practice. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Sanglerat. G., The Penetrometer and Soil Exploration, Elsevier Publishing Company, Amterdam London New York, 1972.
- Terzaghi, Karl. Ralph. Peck, Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa Jilid 1. Erlangga. Jakarta. 1987

LAMPIRAN

1. Brosur Kekuatan Pancang

PC SQUARE PILES

Description
 Type of piles : Prestressed concrete square piles.
 System of joints : Welded at steel joint plate.
 Type of shoe : Perisil.
 Method of driving : Dynamic Pile Driving (Diesel or Hydraulic Hammer)
 Static Pile Driving (Hydraulic Static Pile Driver/Jacking Pile)

Shape and Dimension

Pile Dimension	Type of Diesel Hammer (*)
25 x 25	K 13 / K 25
30 x 30	K 12 / K 21
35 x 35	K 25
40 x 40	K 22 / K 31
45 x 45	K 25 / K 45
50 x 50	K 30 / AB 10 / K 45 / AB 10 / AB 30

Specification

Dimension D (cm)	Concrete Area (cm ²)	Unit Weight (kg/m)	Class	Bending Moment		Allowable Axial Load (Ton)	Length of Pile (L) (m)
				Crack (ton.m)	Ultimate (ton.m)		
25 x 25	625	156	A	2,24	3,46	81,40	6 - 12
			B	2,50	4,53	79,62	6 - 14
			C	2,76	5,19	77,92	6 - 16
30 x 30	900	225	A	3,62	5,13	128,59	6 - 12
			B	3,95	6,23	116,79	6 - 14
			C	4,32	7,47	114,66	6 - 16
			D	4,86	8,54	111,50	6 - 18
35 x 35	1225	306	A	5,22	6,57	161,98	6 - 12
			B	5,91	8,72	140,88	6 - 14
			C	6,58	10,50	157,45	6 - 16
			D	7,24	13,08	154,32	6 - 18
40 x 40	1600	400	A	7,94	9,96	213,95	6 - 14
			B	8,64	12,45	190,89	6 - 16
			C	9,41	14,95	187,32	6 - 18
			D	10,65	17,42	180,01	6 - 20
45 x 45	2025	506	A	11,11	14,01	270,98	6 - 14
			B	12,52	16,81	257,61	6 - 16
			C	13,90	19,62	264,30	6 - 18
			D	14,63	23,12	257,88	6 - 20
50 x 50	2500	625	A	15,27	18,88	355,13	6 - 14
			B	16,98	21,79	331,72	6 - 16
			C	17,98	24,91	320,38	6 - 18
			D	19,05	28,62	313,09	6 - 20

* Referensi dari kode desain hammer manual
 ** Digunakan sebagai acuan, nilai sebenarnya harus disesuaikan kode hammer

Perhitungan daya dukung ijin Concrete Square Pile 25 x 25 cm																						
Menggunakan data SPT B8 (Data Persada)																						
Dimensi = 0.25 0.25 m																						
Keliling Pile = 1.00 m																						
Luas Pile = 0.06 m ²																						
Safety Faktor Ujung = 3																						
Beban Joint Reaction (Hasil SAP) 16.8335 ton → Safety Faktor friksi = 5																						
Beban kerja 25.25025 ton (SF=3) 8.41675 2 pile, sehingga																						
Depth (m)	Layer	N (blow/ft)	L/P	N _{Stand} 15+	N _{Stand} 0.6N	N _{Stand}	γ _{sat} (t/m ³)	γ' (t/m ³)	po (ton/m ²)	N _{Corr}	2N	N _{Corr}	N _{Corr}	N _{raza2} ujung	P _{ujung} (ton)	f _s / (ton/m ²)	R _{si} (ton)	Σ R _{si} (ton)	P _{seluruh} ijin (ton)	P _{ijin} total = Σ R _{si} + P _{ujung}	P _{ut} (Ton)	Beban Kerja (Ton)
0	0	0	P	0.000	0.000	0	1.52	0.52	0.52	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.25
1	1	0	P	0.000	0.000	0.000	1.52	0.52	1.04	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.25
2	1	0	P	0.000	0.000	0.000	1.52	0.52	1.56	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.25
3	1	0	P	0.000	0.000	0	1.52	0.52	2.08	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.25
4	1	7	P	7.000	7.000	7	1.52	0.52	2.6	7.00	14	7.00	7.00	7.00	5.83	0.70	0.70	0.70	0.14	5.97	17.64	25.25
5	1	5	P	5.000	5.000	5	1.52	0.52	3.12	5.00	10	5.00	5.00	5.00	4.17	0.50	0.50	1.20	0.24	4.41	12.74	25.25
6	1	2	P	2.000	2.000	2	1.52	0.52	3.64	2.00	4	2.00	2.00	2.00	1.67	0.20	0.20	1.40	0.28	1.95	5.28	25.25
7	1	1	L	1.000	1.000	1	1.52	0.52	4.16	1.00	2	1.00	1.00	1.00	0.83	1.00	1.00	2.40	0.48	1.31	2.98	25.25
8	1	1	L	1.000	1.000	1	1.52	0.52	4.68	1.00	2	1.00	1.00	1.00	0.83	1.00	1.00	3.40	0.68	1.51	3.18	25.25
9	1	1	L	1.000	1.000	1.000	1.52	0.52	5.2	1.00	2	1.00	1.00	1.00	0.83	1.00	1.00	4.40	0.88	1.71	3.38	25.25
10	1	1	L	1.000	1.000	1	1.52	0.52	5.72	1.00	2	1.00	1.00	1.00	0.83	1.00	1.00	5.40	1.08	1.91	3.58	25.25
11	1	1	L	1.000	1.000	1	1.52	0.52	6.24	1.00	2	1.00	1.00	1.00	0.83	1.00	1.00	6.40	1.28	2.11	3.78	25.25
12	1	1	L	1.000	1.000	1	1.52	0.52	6.76	1.08	2	1.08	1.08	1.08	0.90	1.08	1.08	7.48	1.50	2.40	4.20	25.25
13	1	1	L	1.000	1.000	1	1.52	0.52	7.28	1.02	2	1.02	1.02	1.02	0.85	1.02	1.02	8.50	1.70	2.55	4.26	25.25
14	1	1	L	1.000	1.000	1	1.52	0.52	7.8	0.99	2	0.99	0.99	0.99	0.83	0.99	0.99	9.49	1.90	2.73	4.38	25.25
15	1	1	L	1.000	1.000	1	1.52	0.52	8.32	0.98	2	0.98	0.98	0.98	0.82	0.98	0.98	10.47	2.09	2.91	4.54	25.25
16	1	2	L	2.000	2.000	2	1.52	0.52	8.84	1.94	4	1.94	1.94	1.94	1.61	1.94	1.94	12.41	2.48	4.09	7.32	25.25
17	1	2	L	2.000	2.000	2	1.52	0.52	9.36	1.91	4	1.91	1.91	1.91	1.59	1.91	1.91	14.32	2.86	4.46	7.64	25.25
18	1	2	L	2.000	2.000	2	1.52	0.52	9.88	1.89	4	1.89	1.89	1.89	1.57	1.89	1.89	16.21	3.24	4.81	7.96	25.25
19	1	2	L	2.000	2.000	2	1.52	0.52	10.4	1.86	4	1.86	1.86	1.86	1.55	1.86	1.86	18.07	3.61	5.17	8.28	25.25
20	1	3	L	3.000	3.000	3	1.52	0.52	10.92	2.76	6	2.76	2.76	2.76	2.30	2.76	2.76	20.84	4.17	6.47	11.08	25.25
21	1	3	L	3.000	3.000	3	1.53	0.53	11.45	2.73	6	2.73	2.73	2.73	2.28	2.73	2.73	23.57	4.71	6.99	11.54	25.25
22	1	3	L	3.000	3.000	3	1.53	0.53	11.98	2.70	6	2.70	2.70	2.70	2.25	2.70	2.70	26.27	5.25	7.50	12.00	25.25
23	1	10	L	10.000	10.000	10	1.53	0.53	12.51	8.89	20	8.89	8.89	8.89	7.41	8.89	8.89	35.15	7.03	14.44	29.25	25.25
24	1	15	L	15.000	15.000	15	1.53	0.53	13.04	13.18	30	13.18	13.18	13.18	10.98	13.18	13.18	48.33	9.67	20.64	42.60	25.25
25	1	24	L	24.000	24.000	24	1.53	0.53	13.57	20.84	48	20.84	20.84	20.84	17.36	20.84	20.84	69.17	13.83	31.20	65.93	25.25