

ANALISIS PERBANDINGAN FONDASI TIANG PANCANG DENGAN FONDASI TIANG BOR PADA GEDUNG KANTOR BUPATI PASURUAN

Rosalia Isna Putri¹, Mohamad Zenurianto², Moch. Sholeh³

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang², Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang³

Email: rosaliaputri610@gmail.com¹ mzenurianto@polinema.ac.id² moch.sholeh@polinema.ac.id³

ABSTRAK

Gedung Kantor Bupati Pasuruan ini terdiri dari 4 lantai dengan tinggi 19 m dan memiliki luas bangunan sebesar 7.295,32 m². Fondasi yang digunakan pada bangunan eksisting berupa fondasi tiang pancang. Skripsi ini bertujuan untuk membandingkan fondasi tiang pancang dan tiang bor ditinjau dari parameter daya dukung tanah, penurunan, metode pelaksanaan dan RAB. Disamping bertujuan untuk meminimalisir dampak yang ditimbulkan dari pekerjaan pembangunan struktur fondasi.

Perhitungan pembebanan struktur atas mengacu pada SNI 1727:2020 yang dihitung dengan menggunakan *Software Robot Structural Analysis Professional 2021*. Perhitungan rencana anggaran biaya (RAB) menggunakan HSPK Kabupaten Pasuruan tahun 2022. Pengujian SPT dilakukan hingga kedalaman 30 m dan diketahui jenis tanah yang ada pada proyek dominan lempung. Didapatkan hasil dari analisis pembebanan, nilai gaya aksial terbesar pada kolom As 2/G untuk kombinasi ASD sebesar 2509,13 kN dan kombinasi LRFD sebesar 3645,25 kN. Didapatkan dari hasil perhitungan, dimensi fondasi tiang pancang dan tiang bor memiliki diameter 45 cm dengan panjang 16,5 m

Pada fondasi tiang pancang yang dihitung berdasarkan data SPT didapatkan nilai daya dukung tiang tunggal sebesar 464,107 kN ; jumlah tiang sebanyak 183 tiang; metode pelaksanaan tiang secara hidraulik menggunakan alat berat hydraulic static pile driver (HSPD) ; untuk RAB sebesar Rp 4.071.790.054. Sedangkan pada fondasi tiang bor didapat nilai daya dukung ijin tiang tunggal untuk tiang bor yang dihitung berdasarkan data SPT sebesar 492,935 kN; jumlah tiang sebanyak 180 tiang; metode pelaksanaan tiang bor berupa metode kering dengan menggunakan alat rotary drilling machine untuk RAB sebesar Rp 3.746.479.580.

Kata kunci : Fondasi; Tiang Pancang; Tiang Bor; Daya Dukung; RAB

ABSTRACT

Pasuruan Regent's Office Building consists of 4 floors with 19 m height and has 7.295,32 m² building area. The foundation that used in the existing building is a driven pile. The purposes of the final project are designing the sub-Structure of the building consisting of loading, bearing capacity, dimension, carrying capacity, settlement, cost estimate, and the implementation method.

The calculation of super structure loading was made with reference SNI 1727:2020 that calculated with Software Robot Structural Analysis Professional 2021. The calculation of cost estimate used the work unite price of Pasuruan 2022. The Standard Penetration Test done up to the depths of 30 m and known, the type of soils at the site are dominant clay. Obtained from the result of load, the biggest super structure load located at As 2/G-frame for ASD combination is 2509,13 kN and for LRFD combination is 3645,25 kN. Obtained from the calculation results, the dimensions of the driven pile and bored pile is 45 cm for diameter with a length of 16.5 m.

Driven pile foundation calculated according to the SPT data obtained that the bearing capacity of a single pile is 464.107 kN; the number of pile is 183 piles; the method of erection is hydraulic method using hydraulic static pile driver (HSPD); The tota cost estimate is IDR 4,071,790,054. Meanwhile, On the bored pile obtained that the bearing capacity of a single pile is 492,935 kN; the number of pile is 180 piles; the method of erection is hydraulic method using hydraulic static pile driver (HSPD); The calculation of RAB is IDR Rp 3.746.479.580.

Keywords : Foundation; Driven Pile; Bored Pile; Bearing Capacity; Cost Estimate

1. PENDAHULUAN

Proyek pembangunan Gedung Kantor Bupati Pasuruan yang terletak di Raci, Kec. Bangil, Kab Pasuruan ini yang terdiri dari 4 lantai dan difungsikan sebagai kantor bupati, wakil bupati, sekda dan kantor bagian. Berdasarkan faktor pertimbangan hasil penyelidikan tanah serta aspek efisiensi biaya, pada bangunan eksisting digunakan fondasi *spun pile*.

Pengaruh pemancangan dalam tanah kohesif (lempung dan lanau) sangat berbeda dengan yang terjadi pada tanah pasir. Jenis tanah pada bangunan eksisting berupa tanah lempung. Dari pengamatan Tomlinson (1967) pemancangan tiang pada tanah kohesif dapat mengakibatkan susunan tanah menjadi terganggu, kenaikan permukaan tanah di sekitar tiang, yang diikuti oleh konsolidasi tanah dan terjadi penurunan kuat geser.

Selain itu, pada proyek ini metode pemancangannya menggunakan *drop hammer* yang nantinya menimbulkan suara dan getaran yang dapat mengganggu hingga membahayakan lingkungan.

Berdasarkan uraian latar belakang diatas dimana digunakan fondasi tiang pancang pada bangunan eksisting, maka penulis membandingkan untuk merencanakan ulang fondasi tiang bor (*bored pile*) dengan harapan meminimalisir suara, getaran dan gerakan tanah pada bangunan eksisting sekitar. Tinjauan perbandingan dibatasi berdasarkan pada indikator perhitungan perencanaan, metode pelaksanaan, dan RAB. Oleh karena itu penulis mengambil judul skripsi "Analisis Perbandingan Fondasi Tiang Pancang dengan Fondasi Tiang Bor pada Gedung Kantor Bupati Pasuruan"

2. METODE

Fondasi Tiang Pancang

Menurut (Pradoto, 1988) Fondasi tiang pancang yang merupakan suatu konstruksi pada bagian dasar struktur/bangunan (*sub-structure*) yang berbentuk tiang yang ditanam ke dalam tanah yang berfungsi meneruskan beban dari bagian atas struktur/bangunan (*upperstructure*) ke lapisan tanah dibawahnya.

Fondasi Tiang Bor

Fondasi tiang bor atau yang lebih sering disebut tiang bor adalah fondasi tiang yang pemasangannya dilakukan dengan mengebor tanah terlebih dahulu, baru kemudian diisi dengan tulangan dan dicor beton (Hardiyatmo, 2011)

Pembebanan

Struktur terbuat dari bahan yang bermassa, maka struktur akan dipengaruhi oleh beratnya sendiri. Selain beban mati, struktur dipengaruhi juga oleh beban-beban yang terjadi akibat penggunaan ruangan. Selain itu struktur dipengaruhi juga oleh pengaruh pengaruh dari pengaruh angin, salju dan gempa. Sistem pembebanan yang akan diperhitungkan untuk

memikul beban-beban dalam perencanaan berdasarkan SNI 1727-2020.

Daya Dukung Ujung Tiang

Daya dukung ujung tiang (Q_p) untuk pondasi tiang pancang dan tiang bor dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (Meyerhof, 1976)

$$Q_p = q_p \cdot A_p = A_p \cdot c \cdot N_c^* = 9 \cdot c_u \cdot A_p \quad (1)$$

Dengan :

Q_p = daya dukung ujung tiang (kN)

q_p = Tahanan ujung per satuan luas tiang/satuan perlawanan ujung tiang (kN/m²)

A_p = luas penampang ujung tiang (m²)

c_u = kohesi tanah lempung di ujung tiang (kN/m²)

Daya Dukung Selimut Tiang

Daya dukung akibat gesekan selimut tiang dinyatakan dalam rumus (Karlsru et al., 2005) sebagai berikut:

$$Q_s = \sum f \cdot p \cdot \Delta L = \sum \alpha \cdot c_u \cdot p \cdot \Delta L \quad (2)$$

Dengan :

P = keliling penampang tiang (m)

ΔL = panjang tiang (m)

f = satuan perlawanan geser pada tiap kedalaman z (kN/m²)

α = faktor adhesi/lekatan secara empiris

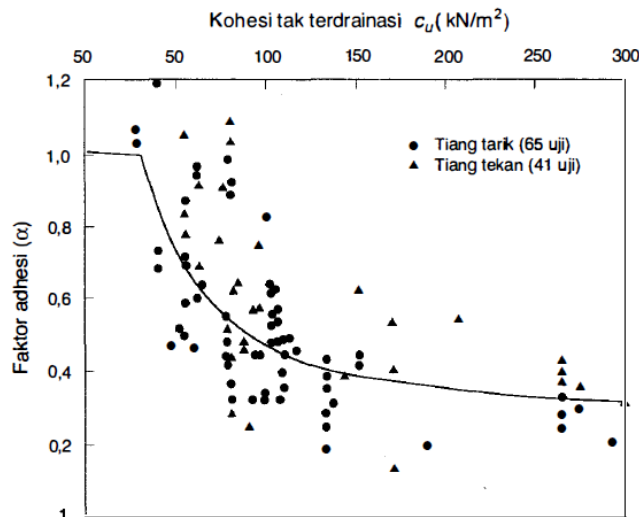
c_u = kuat geser undrained (kN/m²)

Tabel 1 Variasi nilai α (Terzagi et al., 1996)

c_u/P_o	α
$\leq 0,1$	1,00
0,2	0,92
0,3	0,82
0,4	0,74
0,6	0,62
0,8	0,54
1,0	0,48
1,2	0,42
1,4	0,40
1,6	0,38
1,8	0,36
2,0	0,35
2,4	0,34
2,8	0,34

Sumber : (Das, 2019, p. 482)

P_a = Tekanan atmosfer (≈ 100 kN/m²)



Gambar 1 Faktor adhesi (α) untuk tiang bor dalam lempung (Kulhawy dan Jackson, 1989)
 Sumber : (Hardiyatmo, 2011, p. 425)

Daya Dukung Tiang Tunggal

Daya dukung tiang adalah kemampuan tiang dalam memikul beban yang disalurkan oleh struktur di atasnya (*upper structure*) dengan sejajar sumbu tiang (*axial loads*)

$$Q_{ult} = Q_p + Q_s \tag{3}$$

$$Q_{all} = \frac{Q_{ult}}{SF} \tag{4}$$

Dengan :

Q_{ult} = Kapasitas daya dukung tiang maksimum (kN)

Q_{all} = Kapasitas daya dukung tiang ijin (kN)

SF = Faktor keamanan (*safety factor*)

Penurunan Elastik Kelompok Tiang

Penurunan segera atau penurunan elastis dari suatu fondasi terjadi dengan segera setelah pemberian beban tanpa mengakibatkan terjadinya perubahan kadar air.

$$S_{g(e)} = \sqrt{\frac{B_g}{D}} S_e \tag{5}$$

Dengan:

$S_{g(e)}$ = penurunan elastik kelompok tiang (m)

B_g = Lebar kelompok tiang (m)

S_e = Penurunan elastik tiang tunggal (m)

Penurunan Konsolidasi Kelompok Tiang

Penurunan konsolidasi pada kelompok tiang pada tanah lempung digunakan untuk pendekatan penyebaran distribusi tegangannya dengan perbandingan 2 : 1

$$\Delta s_c = \left[\frac{C_{c(i)} \cdot H_i}{1 + e_{0(i)}} \right] \log \left[\frac{P_{0(1)} + \Delta p_{(i)}}{P_{0(i)}} \right] \tag{6}$$

Dengan:

P_0 = $\gamma_{sat} \cdot H_i$

$$\Delta p_i = \frac{Q_g}{(B_g + z_i) \cdot (L_g + z_i)}$$

Menurut SNI 8460:2017, penurunan izin $< 15 \text{ cm} + b/600$ (b dalam satuan cm) untuk bangunan tinggi dan bisa dibuktikan struktur atas masih aman

Perhitungan Penulangan pada Tiang Bor

Perhitungan pada penulangan pondasi tiang sama halnya dengan perhitungan penulangan pada kolom dengan beban aksial, karena pada pondasi tiang gaya yang diterima hanya gaya aksial dimana gaya tersebut hanya bekerja tegak lurus terhadap penampang potong atau sejajar dengan sumbu batang.

Pengolahan Data

Beban dihitung berdasarkan gambar kerja Gedung Kantor Bupati Pasuruan mulai dari denah sampai ke detail. Kemudian perhitungan beban gedung dengan mengacu pada SNI 1727-2020. Setelah itu untuk perhitungan statika menggunakan alat bantu *Software Robot Structural Analysis Professional 2021*.

Metode Pelaksanaan Fondasi Tiang Pancang dan Tiang Bor

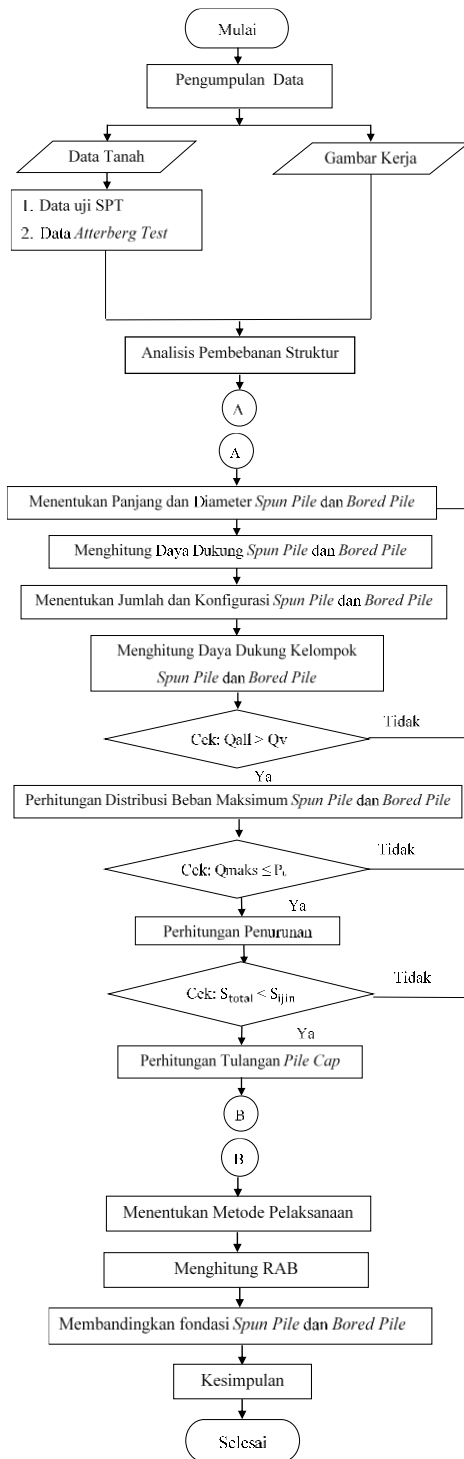
Pada metode pelaksanaan fondasi tiang pancang menggunakan metode tekan dengan menggunakan alat mesin hidrolik dan digunakan bantuan crawler crane. Untuk metode pelaksanaan pondasi tiang bor menggunakan *rotary drilling machine* untuk melubangi tanah kemudian lubang tersebut dimasukkan tulangan yang telah difabrikasi dan dilakukan pengecoran tiang fondasi menggunakan pipa tremi.

Rencana Anggaran Biaya

Perhitungan rencana anggaran biaya dilakukan dengan menghitung volume pekerjaan yang diperoleh dari gambar kerja dan spesifikasi teknis, untuk analisa harga satuan pekerjaan mengacu pada HSPK Kabupaten Pasuruan 2022.

Diagram Alir Perencanaan Fondasi

Metode yang akan digunakan dalam pelaksanaan pekerjaan fondasi dijelaskan melalui diagram alir seperti pada gambar berikut



Gambar 2 Diagram Alir Perencanaan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Fondasi Tiang Pancang

Daya Dukung Tiang Tunggal

Contoh perhitungan fondasi *spun pile* diameter 45 cm dan panjang tiang 16,5 m

$$Q_p = 9 \cdot c_u \cdot A_p = 9 \cdot 6 \text{ N}_{60} \cdot A_p = 9 \cdot 6 \cdot 48 \cdot \frac{1}{4} \pi (0,45)^2 = 412,406 \text{ kN}$$

$$Q_s = \sum \alpha \cdot c_u \cdot p \cdot \Delta L$$

$$\text{Lap tanah 1} = 1,00 \cdot 9 \cdot (\pi \cdot 0,45) \cdot (3-1,5) = 19,093 \text{ kN}$$

$$\text{Lap tanah 2} = 1,00 \cdot 8 \cdot (\pi \cdot 0,45) \cdot (6-3) = 33,943 \text{ kN}$$

$$\text{Lap tanah 3} = 0,910 \cdot 21 \cdot (\pi \cdot 0,45) \cdot (10,5-6) = 121,622 \text{ kN}$$

$$\text{Lap tanah 4} = 0,407 \cdot 133 \cdot (\pi \cdot 0,45) \cdot (18-10,5) = 573,205 \text{ kN}$$

$$Q_s = 747,863 \text{ kN}$$

$$Q_u = Q_p + Q_s = 412,406 \text{ kN} + 747,863 \text{ kN} = 1160,268 \text{ kN}$$

$$Q_{all} = \frac{Q_u}{SF} = \frac{1160,268}{2,5} = 464,107 \text{ kN}$$

p (m)	D (m)	Qp (kN)	Qs (kN)	Qu (kN)	Qall (kN)
16,5	0,4	664,77	990,618	396,25	325,85
16,5	0,45	747,86	1160,27	464,11	412,41
16,5	0,5	830,96	1340,10	536,04	509,14
8,5	0,45	51,551	161,144	212,69	85,078

*panjang tiang dari bawah *pile cap* sampai dengan ujung tiang

Penentuan Jumlah Tiang

Untuk menentukan jumlah tiang yang dibutuhkan dalam setiap kolom dihitung dengan beban yang bekerja

Tiang pancang diameter 0,45 m

$$n = \frac{Q_v}{Q_{all}} = \frac{2509,130}{464,107} = 5,406 \text{ (dibulatkan 6 buah)}$$

Daya Dukung Kelompok Tiang

Nilai daya dukung kelompok tiang diambil dari nilai terkecil antara kelompok aksi tiang tunggal dan tiang aksi blok

1. Daya dukung kelompok aksi tiang tunggal

Contoh perhitungan daya dukung kelompok *pile group* 6

$$Q_g = \sum Q_u = n1 \cdot n2 \cdot (Q_p + Q_s) \cdot s$$

$$Q_g = n1 \cdot n2 \cdot (Q_p + Q_s)$$

$$= 3 \cdot 2 \cdot (412,406 + 747,863)$$

$$= 6961,609 \text{ kN}$$

2. Daya dukung kelompok aksi tiang blok

$$Q_g = Lg \cdot Bg \cdot c \cdot Nc * + \sum 2(Lg + Bg) \cdot c \cdot \Delta L$$

$$2(Lg + Bg) \cdot c \cdot \Delta L = 2 \cdot (1,80 + 2,25) \cdot 9 \cdot 1,5 = 109,35 \text{ kN}$$

$$= 2 \cdot (1,80 + 2,25) \cdot 8 \cdot 3 = 194,4 \text{ kN}$$

$$= 2 \cdot (1,80 + 2,25) \cdot 21 \cdot 4,5 = 765,5 \text{ kN}$$

$$= 2 \cdot (1,80 + 2,25) \cdot 133 \cdot 7,5 = 8059,50 \text{ kN}$$

$$\sum 2(Lg + Bg) \cdot c \cdot \Delta L = 9128,700 \text{ kN}$$

$$\text{Maka } Q_{ug} = (1,8 \cdot 2,25 \cdot 2592) + 9128,700 = 19626,3 \text{ kN}$$

Karena $Q_g < Q_{ug}$, maka daya dukung kelompok tiang yang digunakan adalah daya dukung kelompok aksi tunggal (Q_g)

Daya dukung izin tiang adalah :

$$Q_{all(g)} = \frac{Q_g}{SF} = \frac{6961,609}{2,5} = 2784,644 \text{ kN}$$

a. Fondasi Tiang Bor

Daya Dukung Kelompok Tiang

Contoh perhitungan daya dukung kelompok *pile group* 6
 Contoh perhitungan fondasi *spun pile* diameter 45 cm dan panjang tiang 16,5 m

$$Q_p = 9 \cdot c_u \cdot A_p = 9 \cdot 6 \text{ N}_{60} \cdot A_p = 9 \cdot 6 \cdot 48 \cdot \frac{1}{4} \pi (0,45)^2 = 412,406 \text{ kN}$$

$$Q_s = \sum \alpha \cdot c_u \cdot p \cdot \Delta L$$

$$\text{Lap tanah 1} = 1,00 \cdot 9 \cdot (\pi \cdot 0,45) \cdot (3-1,5) = 19,093 \text{ kN}$$

$$\text{Lap tanah 2} = 1,00 \cdot 8 \cdot (\pi \cdot 0,45) \cdot (6-3) = 33,943 \text{ kN}$$

$$\text{Lap tanah 3} = 1,00 \cdot 21 \cdot (\pi \cdot 0,45) \cdot (10,5-6) = 133,650 \text{ kN}$$

$$\text{Lap tanah 4} = 0,45 \cdot 133 \cdot (\pi \cdot 0,45) \cdot (18-10,5) = 633,246 \text{ kN}$$

$$Q_s = 819,932 \text{ kN}$$

$$Q_u = Q_p + Q_s = 412,406 \text{ kN} + 819,932 \text{ kN} = 1232,338 \text{ kN}$$

P (m)	D (m)	Qp (kN)	Qs (kN)	Qu (kN)	Qall (kN)
16,5	0,4	325,851	728,829	1054,680	421,872
16,5	0,45	412,406	819,932	1232,338	492,935
16,5	0,5	509,143	911,036	1420,179	568,071
8,5	0,45	51,551	161,144	212,694	85,078

*panjang tiang dari bawah *pile cap* sampai dengan ujung tiang

Penentuan Jumlah Tiang

Untuk menentukan jumlah tiang yang dibutuhkan dalam setiap kolom dihitung dengan beban yang bekerja

Tiang pancang diameter 0,45 m

$$n = \frac{Q_v}{Q_{all}} = \frac{2509,13}{492,935} = 5,090 \text{ (dibulatkan 6 buah)}$$

Daya Dukung Kelompok Tiang

Nilai daya dukung kelompok tiang diambil dari nilai terkecil antara kelompok aksi tiang tunggal dan tiang aksi blok

1. Daya dukung kelompok aksi tiang tunggal

Contoh perhitungan daya dukung kelompok *pile group* 6

$$Q_g = \sum Q_u = n1 \cdot n2 \cdot (Q_p + Q_s) s$$

$$Q_g = n1 \cdot n2 \cdot (Q_p + Q_s)$$

$$= 3 \cdot 2 \cdot (412,406 + 819,932)$$

$$= 7394,027 \text{ kN}$$

2. Daya dukung kelompok aksi tiang blok

$$Q_g = Lg \cdot Bg \cdot c \cdot Nc * + \sum 2(Lg + Bg) \cdot c \cdot \Delta L$$

$$2(Lg + Bg) c \Delta L = 2 \cdot (1,80 + 2,25) \cdot 9 \cdot 1,5 = 109,35 \text{ kN}$$

$$= 2 \cdot (1,80 + 2,25) \cdot 8 \cdot 3 = 194,4 \text{ kN}$$

$$= 2 \cdot (1,80 + 2,25) \cdot 21 \cdot 4,5 = 765,5 \text{ kN}$$

$$= 2 \cdot (1,80 + 2,25) \cdot 133 \cdot 7,5 = 8059,50 \text{ kN}$$

$$\sum 2(Lg + Bg) \cdot c \cdot \Delta L = 9128,700 \text{ kN}$$

$$\text{Maka } Q_{ug} = (1,8 \cdot 2,25 \cdot 2592) + 9128,700 = 19626,3 \text{ kN}$$

Karena $Q_g < Q_{ug}$, maka daya dukung kelompok tiang yang digunakan adalah daya dukung kelompok aksi tunggal (Q_g)

Daya dukung izin tiang adalah :

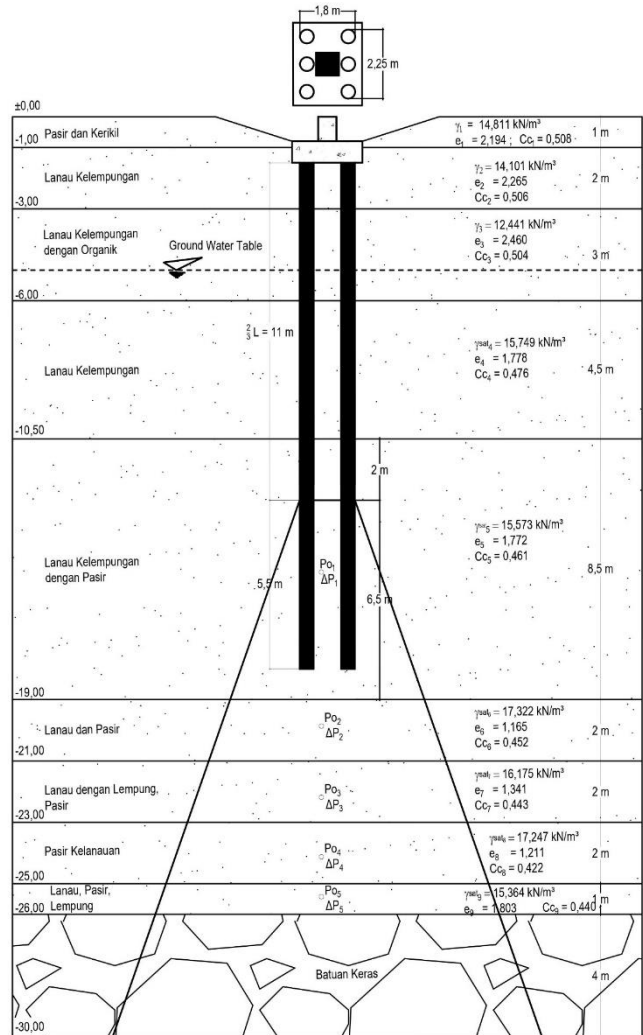
$$Q_{all(g)} = \frac{Q_g}{SF} = \frac{6961,609}{2,5} = 2784,644 \text{ kN}$$

Penurunan Elastik Kelompok Tiang Pancang dan Tiang Bor

Penurunan elastik tiang tunggal dihitung menggunakan rumus *vesic* (1969) dengan rumus sebagai berikut :

$$S_{g(e)} = \sqrt{\frac{B_g}{D}} s_e = \sqrt{\frac{1,8}{0,45}} 0,030 = 0,066 \text{ m} = 6,627 \text{ cm}$$

Penurunan Konsolidasi Kelompok Tiang Pancang dan Tiang Bor



Gambar 3 Skema penurunan konsolidasi tiang pancang

Contoh perhitungan penurunan lapisan 1 ($z_1=3,25$ m)

$$\Delta p_1 = \frac{Q_g}{(B_g + z_1) \cdot (L_g + z_1)} = \frac{2509,13}{(1,2 + \frac{6,5}{2}) \cdot (2,25 + \frac{6,5}{2})} = 9,034 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{o1} = \gamma_1 \cdot h_1 + \gamma_2 \cdot h_2 + \gamma_3 \cdot (2) + \gamma_3' \cdot (1) + \gamma_4 \cdot h_4 + \gamma_5 \cdot (h_5/2) = (14,811 \cdot 1) + (14,101 \cdot 2) + (12,441 \cdot 2) + ((13,395 - 9,81) \cdot 1) + ((15,749 - 9,81) \cdot 4,5) + ((15,573 - 9,81) \cdot 4,25) = 122,700 \text{ kN/m}^2$$

$$\Delta S_{c1} = \left[\frac{C_c(1) \cdot H_1}{1 + e_{o(1)}} \right] \log \left[\frac{P_{o(1)} + \Delta P_1}{P_{o(1)}} \right] = \left[\frac{0,461 \cdot 6,5}{1 + 1,772} \right] \log \left[\frac{122,700 + 9,034}{122,700} \right]$$

$$\Delta S_{c1} = 0,0333 \text{ m} = 3,334 \text{ cm}$$

Penurunan Total

$$\begin{aligned} \text{Total penurunan keseluruhan} &= S_e + \Delta S_{c(g)} \\ &= 5,927 + 9,635 \\ &= 15,562 \text{ cm} \end{aligned}$$

Berdasarkan (SNI 8460-2017, p. 178) Besar penurunan izin < 15 cm + b/600 untuk bangunan tinggi dan bisa dibuktikan struktur masih aman.

$$\begin{aligned} \text{Kontrol : } 15,562 \text{ cm} &< 15 \text{ cm} + (450/600) \\ &: 15,562 \text{ cm} < 15,750 \text{ cm} \rightarrow \text{(OK)} \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama, diperoleh rekapitulasi penurunan total kelompok tiang pancang dan bor seperti pada tabel dibawah

Tabel 2 Rekapitulasi penurunan total kelompok tiang pancang

PILE GROUP	S _e (cm)	ΔS _{c(g)} (cm)	S _{tot} (cm)	S _{ijin} (cm)	Kontrol
TIPE 2	2,964	4,292	7,256	15,750	OK
TIPE 3	5,621	5,429	11,050	15,750	OK
TIPE 4	5,927	6,573	12,501	15,750	OK
TIPE 5	5,927	8,313	14,241	15,750	OK
TIPE 6	5,927	9,635	15,562	15,750	OK

Tabel 3 Rekapitulasi penurunan total kelompok tiang bor

PILE GROUP	S _e (cm)	ΔS _{c(g)} (cm)	S _{tot} (cm)	S _{ijin} (cm)	Kontrol
TIPE 2	2,985	4,292	7,277	15,100	OK
TIPE 3	5,662	5,429	11,091	15,100	OK
TIPE 4	5,970	6,573	12,543	15,100	OK
TIPE 5	5,970	8,313	14,283	15,100	OK
TIPE 6	5,970	9,635	15,605	15,100	OK

4. KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut

1. Berdasarkan analisis perhitungan beban dengan analisis 3D diperoleh nilai gaya aksial terbesar pada kolom As 2/G untuk kombinasi ASD sebesar 2509,13 kN dan kombinasi LRFD sebesar 3645,25 kN
2. Daya dukung ijin tiang tunggal untuk tiang pancang yang dihitung berdasarkan data SPT sebesar 464,107 kN. Daya dukung ijin tiang tunggal untuk tiang bor yang dihitung berdasarkan data SPT sebesar 492,935 kN. Tanah merupakan jenis lempung.
3. Penurunan total kelompok tiang untuk tiang pancang sebesar 13,476 cm dan untuk tiang bor sebesar 13,967 cm.
4. Tiang pancang dan tiang bor zona 1 tiang memiliki diameter 45 cm dan panjang 16,5 m (tanpa tebal pile cap) dengan tulangan utama 8D22 dan tulangan sengkang spiral D16 – 100 serta tiang pancang dan tiang bor zona 2 dan 3 memiliki diameter 45 cm dan panjang 8,5 m (tanpa tebal pile cap) dengan tulangan utama 8D22 dan tulangan sengkang spiral D16 – 100

5. Metode yang digunakan pada fondasi tiang pancang *jack in* adalah pemancangan dengan menekan tiang masuk ke dalam tanah yang menggunakan sistem hidraulik, sedangkan metode yang digunakan pada fondasi tiang bor adalah metode kering karena pengeboran dibawah muka air tanah. Tahap pengerjaan dimulai dari pekerjaan pengeboran, pembersihan dasar lubang, fabrikasi dan instalasi tulangan dan pengecoran
6. Nilai rencana anggaran biaya pekerjaan fondasi tiang pancang sebanyak 183 buah tiang dan 93 buah pile cap sebesar Rp 4.071.790.054, sedangkan Nilai rencana anggaran biaya pekerjaan fondasi tiang bor sebanyak 180 buah tiang dan 93 buah pile cap sebesar Rp 3.746.479.580

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonym, 2019. *Kumpulan Korelasi Parameter Geoteknik dan Fondasi*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga
- [2] Bowles, J. E., 1982. *Alih Bahasa : Analisis dan Desain Pondasi Edisi Keempat Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- [3] Carter, M. & Bentley, S. P., 2016. *Soil Properties and Their Correlations Second Edition*. 2nd ed. West Sussex,: Wiley.
- [4] Das, B. M., 1985. *Alih Bahasa : Noor Endah dan Endrasurya B. Mochtar Jilid 1 dan 2*. Jakarta: Erlangga
- [5] Das, B. M., 2019. *Priciples of Foundation Enggineering 9th ed..* 9th ed. Maryland: Brookes and Cole.
- [6] Das, M. B. & Sobhan, K., 2018. *Principles of Geotechnical Engineering 9th edition*. 9th ed. Boston: Cengage Learning.
- [7] Hardiyatmo, H. C., 2011. *Analisis dan Perancangan Fondasi Bagian 1 dan 2*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- [8] Hidayati, A. M., Ardana, M. D. W. & Sukma, N. M. W., 2022. Analisa Perbandingan Pondasi Tiang Pancang dengan Tiang Bor Berdasarkan Mutu, Efisiensi Konstruksi dan Biaya Konstruksi pada Bangunan Gedung Klinik. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Universitas Udayana*, Volume 26, p. 11 [9] Hardiyatmo, H. C., 2011. *Analisis dan Perancangan Fondasi Bagian 1 dan 2*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- [10] Kabupaten Pasuruan, 2021. *Peraturan Bupati Pasuruan No 112 Tahun 2021 Tentang Standar Harga Satuan di Lingkungan Kabupaten Pasuruan*. Pasuruan: Pemerintah Kabupaten Pasuruan

- [11] SNI 1726-2019, 2019. *Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [12] SNI 1727-2020, 2020. *Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [13] SNI 2847-2019, 2019. *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [14] SNI 4153-2008, 2008. *Cara Uji Penetrasi lapangan dengan SPT*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [15] Widyastuti, F., 2015. *Analisis Perbandingan Pondasi Tiang Pancang (Spun Pile) dan Pondasi Bored Pile dengan Mutu Sama dari Segi Metode Kerja, Durasi, dan Biaya Pada Jembatan Sumber Waru Proyek Tol Surabaya – Mojokerto Seksi IV*. Yogyakarta: UGM Press.
- [16] Yunaefi, Sholeh, M. & Novianto, D., 2012. *Modul Ajar Rekayasa Pondasi 1*. Malang: Departemen Pendidikan Nasional Politeknik Negeri Malang Jurusan Teknik Sipil.
- [17] Yunaefi, Sholeh, M., Novianto, D. & Supiyono, 2011. *Buku Ajar Mekanika Tanah II*. Malang: Kementerian Pendidikan Nasional Politeknik Negeri Malang Jurusan Teknik Sipil