

STUDI ALTERNATIF PERBANDINGAN PONDASI TIANG PANCANG DAN BORE PILE DENGAN VARIASI DIMENSI PADA GEDUNG RUMAH SAKIT MULIA SANTOSO MEDIKA BULULAWANG

Rizky Ramadhan¹, Bambang Suprpto², Gilang Ramadan Kololikiye³

¹Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail: rizkys.gading@gmail.com

²Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail: bambang.suprpto@unisma.ac.id

³Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail. : gilangft@unisma.ac.id

ABSTRACT

In planning a multi-storey building, it is necessary to consider and consider the safety, strength, and efficiency of the plan in resisting the plan load and the forces received. Mulia Santoso Medika Hospital building has sandy soil characteristics. Based on the investigation and soil characteristics that have been carried out, the foundation used for the construction of the building is a deep foundation with bore piles. In this study, researchers will compare the efficiency of the existing foundation, namely bore pile foundation with pile foundation. From the analysis results, the bearing capacity of a pile with a diameter of 0.5 on a pile is (Qg) 518.402 tons requiring 2 piles and a budget of Rp. 14,664,223, then compared to a bore pile, namely (Qg) 664.753 tons requiring 3 piles and a budget of Rp. 22,461,679.

Keywords: bearing capacity, reduction, foundation, bore pile, cost budget

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam merencanakan bangunan bertingkat perlu diperhatikan dan mempertimbangkan keamanan, kekuatan, dan efisiensi rencana dalam menahan beban rencana maupun gaya-gaya yang diterima [1]. Fungsi utama dari sistem struktur adalah untuk memikul secara aman dan efektif beban yang bekerja pada bangunan, serta menyalurkannya ke tanah melalui pondasi [2].

Dalam mendesain pondasi pentingnya untuk menentukan beban efektif yang akan bekerja pada struktur atas. Selanjutnya, daya dukung pondasi juga ditentukan dengan mengetahui karakteristik tanah tempat yang akan dibangun. Menganalisa karakteristik tanah juga penting untuk mengetahui sifat-sifat tanah tersebut. Analisis karakteristik tanah dapat dilakukan melalui pengujian di lapangan maupun di laboratorium dengan menggunakan sampel tanah yang telah dikumpulkan sebelumnya. Berdasarkan hasil penyelidikan

tanah, jenis, kedalaman, dan dimensi pondasi yang akan digunakan dapat ditentukan. Gedung RS Mulia Santoso Medika adalah gedung baru yang berlokasi di Kabupaten Bululawang, Provinsi Jawa Timur. Daerah ini memiliki karakteristik tanah berpasir. Merujuk pada hasil penyelidikan serta karakteristik tanah yang telah dianalisis, jenis pondasi yang dipilih untuk konstruksi gedung tersebut adalah pondasi dalam tipe bore pile. Dalam studi ini, peneliti akan membandingkan efisiensi dari pondasi eksisting yaitu pondasi bore pile dengan pondasi tiang pancang pada Gedung RS Mulia Santoso Medika Bululawang.

1.2 Identifikasi Masalah

1. Perlu dilakukan analisa terhadap besar kapasitas daya dukung dari desain pondasi tiang pancang dan bore pile dengan variasi dimensi pada proyek pembangunan Gedung RS Mulia Santoso Medika Bululawang.
2. Penting dilakukan analisis terhadap besarnya penurunan yang terjadi pada

desain pondasi tiang pancang dan bore pile dengan variasi dimensi dalam proyek pembangunan Gedung RS Mulia Santoso Medika di Bululawang.

3. Perlu dilakukan perbandingan rencana anggaran biaya dari hasil variasi dimensi yang paling efektif antara tiang pancang dengan bore pile yang diperoleh dari perhitungan desain.

1.3 Rumusan Masalah

1. Berapa besar kapasitas daya dukung yang dihasilkan oleh perencanaan pondasi tiang pancang dan bore pile dengan berbagai variasi dimensi pada proyek pembangunan Gedung RS Mulia Santoso Medika Bululawang?
2. Berapa besar penurunan yang terjadi pada desain pondasi tiang pancang dan bore pile akibat variasi dimensi dalam proyek pembangunan Gedung RS Mulia Santoso Medika Bululawang?
3. Berapa perbandingan rencana anggaran biaya dari variasi dimensi yang paling efektif antara tiang pancang dengan bore pile yang diperoleh dari perhitungan desain?

1.4 Tujuan Penelitian

1. Mengidentifikasi nilai kapasitas daya dukung pada perencanaan pondasi tiang pancang dan bore pile dengan berbagai variasi dimensi pada proyek konstruksi Gedung RS Mulia Santoso Medika Bululawang.
2. Mengetahui besar penurunan dari desain pondasi tiang pancang dan bore pile dengan variasi dimensi pada proyek pembangunan Gedung RS Mulia Santoso Medika Bululawang.
3. Mengetahui perbandingan RAB dari variasi dimensi yang paling efektif antara tiang pancang dengan bore pile.

1.5 Batasan Penelitian

1. Struktur bawah pada kondisi yang ada saat ini menggunakan pondasi tiang bor (bore pile) berdiameter 0,5 meter dengan kedalaman mencapai 12 meter,
2. Dimensi pondasi tiang pancang dan bore pile yang divariasikan meliputi diameter 0,4, 0,5, dan 0,6 meter dengan kedalaman seragam yaitu 12 meter,

3. Perangkat lunak SAP2000 digunakan dalam proses analisis pembebanan pada bangunan Rumah Sakit Mulia Santoso Medika,
4. Data untuk mengetahui karakteristik tanah adalah SPT dan Laboratorium.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Lokasi Penelitian

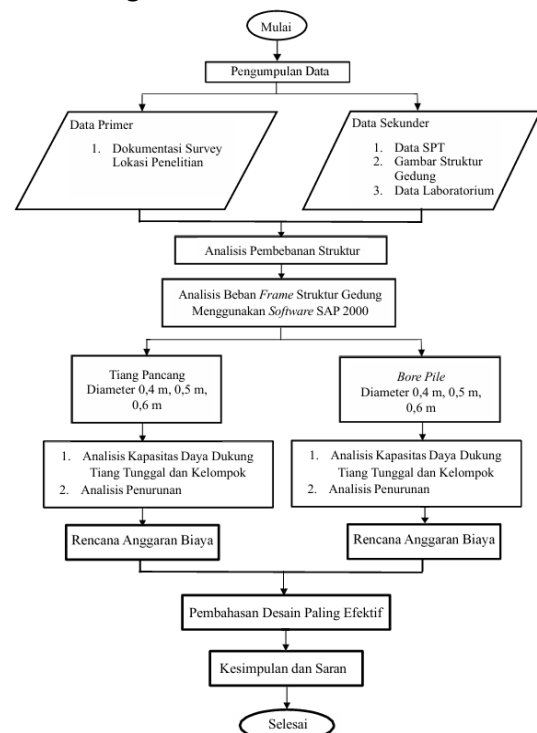
Lokasi pembangunan Gedung Rumah Sakit Mulia Santoso Medika terletak pada Jl. Raya Bululawang, Desa Wadanpuro, Kec. Bululawang, Kab. Malang. Berada pada titik koordinat $8^{\circ} 4'59''$ S $112^{\circ} 38' 15''$ E.



Gambar 1. Lokasi Penelitian Tugas Akhir
(Sumber : Google Earth, 2024)

2.2 Diagram Alir

• Diagram Alir Penelitian



Gambar 2 Bagan Alir Metode Penelitian Tugas Akhir

3.2 Input Program SAP2000

Beban Gempa

Lokasi : Jl. Raya Bululawang, Desa Wadanpuro,
Kec. Bululawang, Kab. Malang.

Data beban gempa didapat dari Respons
Spektrum Rencana
spektrum desain diperoleh di web Puskim PUPR
Cipta Karya.

Parameter gempa SNI 1726-2019;

Kelas situs : D

TI : 20 detik (periode transisi)

I : 1 (Faktor keutamaan gedung)

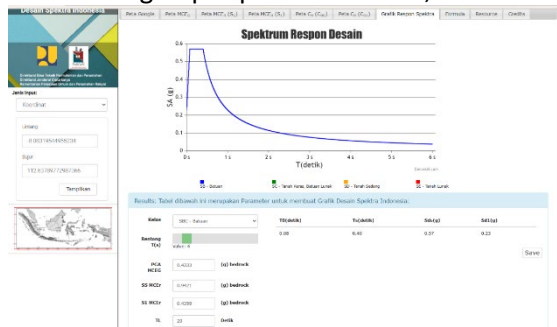
R : 8 (faktor redudansi SRPMK)

Ω : 3 (faktor kuat lebih)

Cd : 5.5 (faktor pembesaran defleksi)

G : 9,81 m/s² (gravitasi bumi)

Parameter gempa spectrum desain;



Gambar 5 Grafik Hasil Respon Spektrum
Gempa
(Sumber : Desain Spektra Indonesia,2020)

Kombinasi Pembebanan

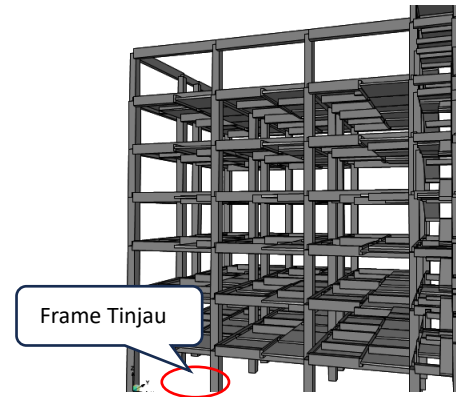
Menurut SNI 2847 : 2019 Kombinasi
pembebanan yang akan digunakan adalah
sebagai berikut :

Comb.1 = 1,4 DL + 1,4 SDL
Comb.2 = 1,2 DL + 1,2 SDL + 1 LL
Comb.3 = 1,36 DL + 1,36 SDL + 1 LL + 1,3 Ex + 0,39 Ey
Comb.4 = 1,36 DL + 1,36 SDL + 1 LL + 1,3 Ex - 0,39 Ey
Comb.5 = 1,36 DL + 1,36 SDL + 1 LL - 1,3 Ex + 0,39 Ey
Comb.6 = 1,36 DL + 1,36 SDL + 1 LL - 1,3 Ex - 0,39 Ey
Comb.7 = 1,36 DL + 1,36 SDL + 1 LL + 0,39 Ex + 1,3 Ey
Comb.8 = 1,36 DL + 1,36 SDL + 1 LL - 0,39 Ex + 1,3 Ey
Comb.9 = 1,36 DL + 1,36 SDL + 1 LL + 0,39 Ex - 1,3 Ey
Comb.10 = 1,36 DL + 1,36 SDL + 1 LL - 0,39 Ex - 1,3 Ey
Comb.11 = 0,74 DL + 0,74 SDL + 1,3 Ex + 0,39 Ey
Comb.12 = 0,74 DL + 0,74 SDL + 1,3 Ex - 0,39 Ey
Comb.13 = 0,74 DL + 0,74 SDL - 1,3 Ex + 0,39 Ey
Comb.14 = 0,74 DL + 0,74 SDL - 1,3 Ex - 0,39 Ey
Comb.15 = 0,74 DL + 0,74 SDL + 0,39 Ex + 1,3 Ey
Comb.16 = 0,74 DL + 0,74 SDL - 0,39 Ex + 1,3 Ey

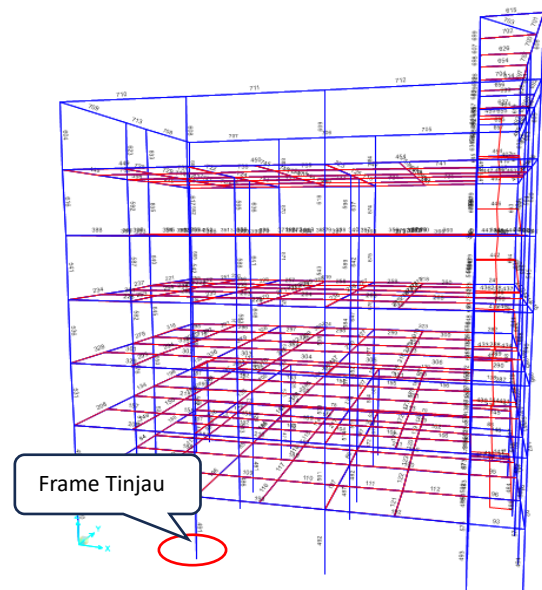
Comb.17 = 0,74 DL + 0,74 SDL + 0,39 Ex - 1,3 Ey
Comb.18 = 0,74 DL + 0,74 SDL - 0,39 Ex - 1,3 Ey

3.3 Output Program SAP2000

Permodelan struktur bangunan gedung Rumah
Sakit Mulia Santoso Medika Bululawang secara
3 dimensi dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 7 Desain SAP2000 3 Dimensi
(Sumber : Program Analisa SAP2000)



Gambar 8 Analisis Desain SAP2000
(Sumber : Program Analisa SAP2000)

Struktur bagian atas dianalisis memakai
program SAP2000 diasumsikan perletakan
berupa jepit-jepit, dengan tujuan menghindari
perpindahan atau pergeseran struktur. Hasil
Run Analysis yang akan digunakan dalam
struktur gedung Rumah Sakit Mulia Santoso
Medika Bululawang adalah sebagai berikut:

Frame Text	Station m	Output Case	Case Type Text	Step Type Text	P KN	V2 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m
496	0	COMB7	Combination	Max	-4471.594	1.268	35.623	-3.0285	31.8961
496	2.1	COMB7	Combination	Max	-4438.007	1.268	35.623	-3.0285	-42.9183
496	4.2	COMB7	Combination	Max	-4404.421	1.268	35.623	-3.0285	-117.7268
496	0	COMB7	Combination	Min	-4438.007	1.268	35.623	-3.0285	31.8961
496	2.1	COMB7	Combination	Min	-4438.007	1.268	35.623	-3.0285	-42.9183
496	4.2	COMB7	Combination	Min	-4404.421	1.268	35.623	-3.0285	-117.7268
496	0	COMB8	Combination	Max	-4471.594	1.268	35.623	-3.0285	31.8961
496	2.1	COMB8	Combination	Max	-4438.007	1.268	35.623	-3.0285	-42.9183
496	4.2	COMB8	Combination	Max	-4404.421	1.268	35.623	-3.0285	-117.7268
496	0	COMB8	Combination	Min	-4471.594	1.268	35.623	-3.0285	31.8961
496	2.1	COMB8	Combination	Min	-4438.007	1.268	35.623	-3.0285	-42.9183
496	4.2	COMB8	Combination	Min	-4404.421	1.268	35.623	-3.0285	-117.7268
496	0	COMB9	Combination	Max	-4471.594	1.268	35.623	-3.0285	31.8961
496	2.1	COMB9	Combination	Max	-4438.007	1.268	35.623	-3.0285	-42.9183
496	4.2	COMB9	Combination	Max	-4404.421	1.268	35.623	-3.0285	-117.7268

Gambar 9 Hasil Pengidentifikasi Frame
(Sumber : Program SAP2000)

Gaya-gaya dalam pada elemen frame 486 diperoleh sebagai hasil dari output program SAP2000 akibat kombinasi beban yang diterapkan:

beban aksial (P) = 455,580 Ton
gaya geser (V) = 3,819 Ton
momen arah x (Mx) = 3,760 Ton.m
momen arah y (My) = 0,107 Ton.m

3.4 Data Karakteristik Tanah

Pemeriksaan kondisi tanah dilakukan melalui kegiatan pemboran serta pengujian sampel tanah di laboratorium. Selain itu, juga dilakukan pengujian menggunakan metode Standard Penetration Test (SPT). Pengujian ini dilaksanakan pada lokasi bor B-2. Ringkasan hasil pemboran di titik bor B-2 dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1 Resume Hasil Pemboran di Titik Bor B-2

Bore Hole	Kedalaman (m)	Litologi
B-2	0,00 – 5,40	Pasir dan lanau bercampur bahan organik, warna hitam <i>consistency soft</i>
	5,40 – 6,00	Pasir berkerikil (<i>gravelly sands</i>), warna abu abu kehitaman
	5,00 – 5,60	Batuan Pasir (<i>sand stone</i>), warna abu abu kehitaman
	5,60 - 9,20	Pasir kelanauan (<i>silty sands</i>), warna coklat keabuan <i>relative density very dense</i>
	9,20 - 9,80	Pasir berkerikil (<i>gravelly sands</i>), warna coklat kehitaman
	9,80 - 12,40	Pasir kelanauan (<i>silty sands</i>), warna coklat keabuan <i>relative density very dense</i>
	12,40 - 19,80	Pasir (<i>sands</i>), warna coklat kehitaman <i>relative density very dense</i>
	19,80 – 25,40	Pasir (<i>sands</i>), warna hitam <i>relative density very dense</i>
	25,40 - 30,00	Batuan Lanau (<i>silt stone</i>), warna coklat kehitaman <i>consistency hard</i>

(Sumber : CV. GEOREKAYASA 2024)

Hasil uji laboratorium tanah pada titik B-2 dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 2 Resume Hasil Penyelidikan Laboratorium

Kedalaman	γ_d	γ	Wn	ϕ	Angka pori	Kohesi
m	$\frac{g}{c m^3}$	$\frac{g}{c m^3}$	%		e	$\frac{kg}{c m^2}$
3.50 - 4.00	1.02	1.64	60,24	20,28	1.48	0.199

(Sumber : CV. GEOREKAYASA 2024)

Hasil pengujian N-SPT pada titik bor B-2 di lapangan dapat dilihat pada tabel berikut :

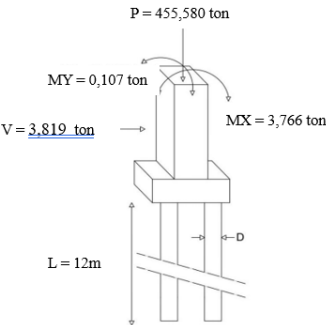
Tabel 3 Data Hasil Pengujian Standart Penetration Test (SPT)

Kedalaman (m)	N – SPT
0,00 – 2,00	1
2,00 – 4,00	1
4,00 – 6,00	> 60
6,00 – 8,00	> 60
8,00 – 10,00	> 60
10,00 – 12,00	> 60
12,00 – 14,00	> 60
14,00 – 16,00	> 60
16,00 – 18,00	> 60
18,00 – 20,00	> 60
21,00 – 22,00	> 60
22,00 – 24,00	> 60
24,00 – 26,00	> 60
26,00 – 28,00	> 60
28,00 – 30,00	> 60

(Sumber : CV. GEOREKAYASA 2024)

3.5 Desain Pondasi Tiang Pancang

Perencanaan pondasi tiang pancang dianalisis dengan mempertimbangkan beban aksial, beban geser, serta momen pada arah x dan y.



Gambar 10 Model Desain Pondasi Tiang Pancang

(Sumber : Dokumen Pribadi)

Hasil analisis menunjukkan bahwa masing-masing beban bernilai 455,580 Ton untuk aksial, 3,819 Ton untuk geser, 3,766 Ton untuk momen x, dan 0,107 Ton untuk momen y. Seluruh beban tersebut terletak pada frame 486 yang mengalami beban aksial tertinggi. Sketsa desain pondasi tiang pancang dapat dilihat pada Gambar 10.

3.6 Kapasitas Dukung Tiang Pancang Berdasarkan Data Hasil Uji SPT

N-SPT rata – rata adalah sebagai berikut.

$$\text{NSPT}_{\text{Rata-rata}} = \frac{\sum (h \cdot \text{NSPT})}{\sum h}$$

$$\text{NSPT}_{\text{Rata-rata}} = \frac{(2.1) + (2.1) + (2.60) + (2.60) + (2.60) + (2.60)}{2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2}$$

$$\text{NSPT}_{\text{Rata-rata}} = 40,333 \text{ kN/m}^2$$

Tiang Pancang Dengan Diameter 0,4 m

a. Analisis Kapasitas Dukung Ujung Tiang

DEPTH	N-SPT
2.00 m	1
4.00 m	1
6.00 m	>60
8.00 m	>60
10.00 m	>60
12.00 m	>60
14.00 m	>60
16.00 m	>60

Gambar 13 Model N1 dan N2 pada Tiang Diameter 0,4 m

(Sumber : Dokumen Pribadi)

$$N_b = \frac{(1,2 \times 60) + (2 \times 60) + (1,6 \times 60)}{1,2 + 2 + 1,6}$$

$$= 60 \text{ kN/m}^2$$

$$A_p = 0,25 \times \pi \times D^2$$

$$= 0,25 \times \pi \times 0,4^2 = 0,126 \text{ m}^2$$

$$Q_p = 40N_b \times A_p \times \frac{L_b}{D} \geq A_p \times 400N_b$$

$$= 9043,200 \geq 3014,400 \text{ kN}$$

$$= 3014,400 \text{ kN}$$

$$= 307,380 \text{ Ton}$$

b. Kapasitas Sukung Selimut Tiang

$$P = \pi \times D$$

$$= \pi \times 0,4 = 1,256 \text{ m}$$

$$Q_s = p \times L \times f_{av}$$

$$= 1,256 \times 12 \times 2 \times N_{\text{rata-rata}}$$

$$= 1,256 \times 12 \times 2 \times 40,333$$

$$= 1215,808 \text{ kN}$$

$$= 123,980 \text{ Ton}$$

c. Kapasitas Dukung Ultimit tiang

$$Q_u = Q_p + Q_s$$

$$= 307,380 + 123,980$$

$$= 431,360 \text{ ton}$$

d. Kapasitas Dukung Ijin Tiang

$$W_p = A_p \times L \times \text{Berat jenis beton bertulang}$$

$$= 0,126 \text{ m}^2 \times 12 \text{ m} \times 2,4 \text{ Ton/m}^3$$

$$= 3,617 \text{ Ton}$$

$$Q_{all} = \frac{Q_u}{SF} - W_p$$

$$= \frac{431,360}{3} - 3,617$$

$$= 143,787 - 3,617$$

$$= 140,169 \text{ ton}$$

e. Jumlah Tiang Pancang

$$n = \frac{P}{Q_{all}}$$

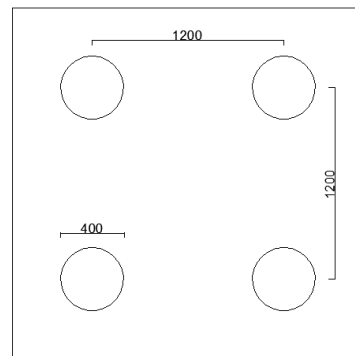
$$= \frac{455,580}{140,169}$$

$$= 3,250 \text{ tiang} \approx 4 \text{ tiang}$$

Jarak antar tiang

$$S = 3 \times D$$

$$= 3 \times 0,4 = 1,2 \text{ m}$$



Gambar 14 Baris Tiang Diameter 0,4 m Jumlah 4 Tiang

(Sumber : Dokumen Pribadi)

f. Efisiensi Kelompok Tiang

$$E_g = 1 - \tan^{-1} \left(\frac{D}{S} \right) \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90mn}$$

$$= 1 - \tan^{-1} \left(\frac{0,5}{1,2} \right) \frac{(2-1)2 + (2-1)2}{90 \times 2 \times 2}$$

$$= 0,967$$

Dikarenakan nilai $S \geq E_g$ maka nilai $E_g = 1$

g. Kapasitas Dukung Tiang Kelompok

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

$$= 4 \times 140,169 \times 1$$

$$= 560,678 \text{ Ton} > 455,580 \text{ Ton}$$

Maka desain pondasi aman digunakan

h. Cek Keamanan Terhadap Momen

$$\text{Momen} = P + M_x$$

$$= 455,580 + 3,760$$

$$= 459,346$$

$$= 560,678 \text{ Ton} > 459,346 \text{ Ton}$$

$$Q_g > \text{Momen. desain pondasi aman digunakan.}$$

3.7 Analisis Penurunan Tiang Tunggal dan Kelompok

Penurunan Tiang Pancang Diameter 0,4 m

- Penurunan Tunggal Tiang (s)
P (berat aksial) = 455,580
 $A_p = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 = 0,126$
Berat Tiang = $A_p \times \gamma \text{ beton bertulang} \times n \times L$

$$= 0,126 \times 2,4 \times 4 \times 12$$

$$= 14,469 \text{ Ton}$$

$$Q = P + \text{Berat Tiang}$$

$$= 455,580 + 14,469$$

$$= 470,039 \text{ Ton}$$

$$E_p = 4700 \sqrt{f'_c}$$

$$= 4700 \sqrt{30}$$

$$= 25742,960 \text{ N}$$

$$= 2396330 \text{ Ton}$$

$$s = \frac{D}{100} + \frac{Q \times L}{A_p \times E_p}$$

$$= \frac{0,4}{100} + \frac{470,039 \times 12}{0,196 \times 2396330}$$

$$= 0,023 \text{ m}$$

- Penurunan Tiang Kelompok (Sg)

$$s = 0,023 \text{ m}$$

$$S = 3 \times D$$

$$= 3 \times 0,4 = 1,2 \text{ m}$$

$$B_g = \frac{1}{2} D + 0,87S + \frac{1}{2} D$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 0,4 + 0,87 \cdot 1,2 + \frac{1}{2} \cdot 0,4$$

$$= 1,444 \text{ m}$$

$$S_g = s \sqrt{\frac{B_g}{D}}$$

$$= 1,2 \sqrt{\frac{1,444}{0,4}}$$

$$= 0,043 \text{ m}$$

a. Penurunan yang diizinkan

$$S_{izin} = \frac{L}{\frac{250}{0,4}}$$

$$= \frac{0,4}{250} = 0,048 \text{ m}$$

3.8 Rekapitulasi Analisis Kapasitas Dukung Ultimit Tiang Pondasi

Tabel 4 Rekap Hasil Analisis Kapasitas Dukung Ultimit Tiang Pondasi

	TIANG PANCANG					
	DATA LAB			NILAI N-SPT		
D	0,4	0,5	0,6	0,4	0,5	0,6
Qp (ton)	304,915	476,429	686,058	307,380	480,290	616,050
Qs (ton)	57,466	84,178	113,135	123,980	154,970	185,970
Qu (ton)	362,380	560,607	799,193	431,360	635,260	802,020

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2025)

Tabel 5 Rekap Hasil Analisis Kapasitas Dukung Ultimit Tiang Pondasi

	BORE PILE					
	DATA LAB			NILAI N-SPT		
D	0,4	0,5	0,6	0,4	0,5	0,6
Qp (ton)	304,915	476,429	686,058	292,010	392,180	503,200
Qs (ton)	57,466	84,178	113,135	123,980	154,970	185,970
Qu (ton)	362,380	560,607	799,193	415,990	547,150	689,170

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2025)

3.9 Hasil Analisis Kapasitas Dukung Kelompok Tiang

Tabel 6 Rekap Hasil Analisis Kapasitas Dukung Kelompok Tiang Pondasi

	TIANG PANCANG					
	DATA LAB			NILAI N-SPT		
D	0,4	0,5	0,6	0,4	0,5	0,6
Qu (ton)	362,380	560,607	799,193	431,360	635,260	802,020
SF	3	3	3	3	3	3
Qall (ton)	120,793	186,869	266,398	140,169	206,101	259,201
n	4	3	2	4	3	2
Eg	1	1	1	1	1	1
Og (ton)	483,174	560,607	532,796	560,678	618,304	518,402
CEK	AMAN	AMAN	AMAN	AMAN	AMAN	AMAN

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2025)

Tabel 7 Rekap Hasil Analisis Kapasitas Dukung Kelompok Tiang Pondasi

	TIANG PANCANG					
	DATA LAB			NILAI N-SPT		
D	0,4	0,5	0,6	0,4	0,5	0,6
Qu (ton)	362,380	560,607	799,193	415,990	547,150	689,170
SF	3	3	3	3	3	3
Qall (ton)	120,793	186,869	266,398	135,046	176,731	221,584
n	4	3	2	4	3	3
Eg	1	1	1	1	1	1
Og (ton)	483,174	560,607	532,796	540,184	530,194	664,753
CEK	AMAN	AMAN	AMAN	AMAN	AMAN	AMAN

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2025)

3.10 Hasil Analisis Penurunan Pondasi Tiang

Tabel 8 Rekap Hasil Analisis Penurunan Tiang Tunggal dan Kelompok

	TIANG PANCANG			BORE PILE		
	0,4	0,5	0,6	0,4	0,5	0,6
n	4	3	2	4	3	3
S (m)	0,022	0,017	0,014	0,022	0,017	0,014
Sg (m)	0,043	0,032	0,027	0,043	0,032	0,027

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2025)

3.11 Rencana Anggaran Biaya

Tabel 9 Rencana Anggaran Biaya Tiang Pancang Diameter 0,4 m

No	URAIAN PEKERJAAN	V total	Harga	Jumlah Harga
I	PENGUKURAN TITIK TIANG			
1	Pesawat Ukur	1	Rp417,000	Rp417,000
2	Juru Ukur	1	Rp225,214	Rp225,214
3	Pembantu Juru ukur	1	Rp122,385	Rp122,385
			JUMLAH	Rp764,599
II	PEKERJAAN PONDASI TIANG PANCANG 4 TIANG			
1	Pekerjaan Pemancangan			
	- Tukang Pancang	1	Rp149,350	Rp149,350
	- Tukang Pancang dan Las Listrik	1	Rp149,350	Rp149,350
	- Tiang Pancang D 0,4 m x 6 m	48	Rp315,000	Rp15,120,000
	- Mesin Las	1	Rp516,000	Rp516,000
2	Mobilisasi Demobilisasi			
	- Alat Pancang	1	Rp1,139,000	Rp1,139,000
	- Operator Alat Berat	1	Rp137,924	Rp137,924
			JUMLAH	Rp17,211,624

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2025)

Tabel 10 Rencana Anggaran Biaya Bore pile Diameter 0,4 m

No	URAIAN PEKERJAAN	V total	Harga	Jumlah Harga
I	PENGUKURAN TITIK TIANG			
1	Pesawat Ukur	1	Rp417,000	Rp417,000
2	Juru Ukur	1	Rp225,214	Rp225,214
3	Pembantu Juru ukur	1	Rp122,385	Rp122,385
			JUMLAH	Rp764,599
II	PEKERJAAN PONDASI BORE PILE 4 TIANG			
1	Pekerjaan Pembesian			
	- Besi Utama D 19	32	Rp320,500	Rp10,256,000
	- Besi Spiral D 10	36,00	Rp84,400	Rp3,038,400
	- KepalaTukang Besi	1	Rp171,000	Rp171,000
	- Tukang Besi	1	Rp133,000	Rp133,000
2	Pekerjaan Pengecoran			
	- Beton K 350	4,71	Rp1,344,395	Rp6,332,100
	- Pemasangan Bekisting	36	Rp32,296	Rp1,162,656
	- Tukang Pengecoran	2	Rp133,000	Rp266,000
3	Mobilisasi Demobilisasi			
	- Mesin Bor	12	Rp420,000	Rp5,040,000
	- Operator Alat Berat	1	Rp137,924	Rp137,924
			JUMLAH	Rp26,537,080

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2025)

Tabel 11 Rekap Rencana Anggaran Biaya Tiang Pancang

No	URAIAN PEKERJAAN	D 0,4	D 0,5	D 0,6
		Jumlah Harga	Jumlah Harga	Jumlah Harga
I	PENGUKURAN TITIK TIANG	Rp764,599	Rp764,599	Rp764,599
II	PEKERJAAN PONDASI TIANG PANCANG	Rp17,211,624	Rp18,111,624	Rp13,899,624
	JUMLAH	Rp17,976,223	Rp18,876,223	Rp14,664,223

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2025)

Tabel 11 Rekap Rencana Anggaran Biaya Bore Pile

No	URAIAN PEKERJAAN	D 0,4	D 0,5	D 0,6
		Jumlah Harga	Jumlah Harga	Jumlah Harga
I	PENGUKURAN TITIK TIANG	Rp764,599	Rp764,599	Rp764,599
II	PEKERJAAN PONDASI BORE PILE	Rp26,537,080	Rp24,117,080	Rp21,697,080
	JUMLAH	Rp27,301,679	Rp24,881,679	Rp22,461,679

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2025)

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

1. Besar daya dukung kelompok tiang pancang menggunakan data N-SPT dengan diameter 0,4 m, 0,5 m, dan 0,6 m didapat sebesar 560,678 Ton, 618,304 Ton, dan 518,402 Ton. Besar daya dukung kelompok bore pile dengan data N-SPT dengan diameter 0,4 m, 0,5 m, dan 0,6 m diperoleh masing – masing sebesar 540,184 Ton, 540,184 Ton, dan 664,753 Ton.
2. Besar nilai penurunan kelompok tiang pancang dengan data N-SPT didapatkan penurunan pada diameter 0,4 m sebesar 0,043 m, diameter 0,5 m sebesar 0,032 m dan diameter 0,6 m sebesar 0,027 m. Hasil analisis penurunan kelompok bore pile dengan data N-SPT mendapatkan hasil penurunan pada diameter 0,4 m yaitu 0,043 m, diameter 0,5 m yaitu 0,032 m dan diameter 0,6 m yaitu 0,027 m. Pada tiang bor kondisi existing dengan diameter 0,5 m didapat penurunan dengan besar 0,045 m. Berdasarkan dari hasil perhitungan penurunan tersebut tidak boleh lebih kecil dari penurunan yang diizinkan sebesar 0,048 m, sehingga struktur aman digunakan.
3. Rencana anggaran biaya yang paling efektif dari variasi dimensi yaitu di dapat dari tiang pancang dengan diameter 0,6 jumlah 2 tiang dengan harga Rp14,664,223 dan bore pile diameter 0,6 jumlah 3 tiang dengan harga Rp22,461,679

4.2 Saran

1. Melakukan analisis kapasitas dukung tiang pancang dengan menggunakan metode lainnya (data sondir, Vesic, Poulos and David,) untuk mendapatkan hasil kapasitas dukung yang lebih efektif.
2. Membandingkan analisis kapasitas dukung dengan menggunakan program geoteknik lainnya seperti Plaxis, Geo Studio, atau Soil Vision.
3. Melakukan analisis perbandingan waktu pelaksanaan dalam menentukan alternatif tiang pancang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Harviani, G. L., Warsito, & Suprpto, B. (2021). Studi Alternatif Perencanaan Shearwall Sebagai

Struktur Penahan Gempa Pada Gedung Apartemen Begawan Malang. Jurnal Rekayasa Sipil, 9.

- [2] Kamal, M., Warsito, & Suprpto, B. (2019). Studi Perencanaan Struktur Dengan Sistem Ganda (Dual System) Untuk Menahan Beban Lateral Pada Pembangunan Gedung Pasca Sarjana Universitas Islam Malang. Jurnal Rekayasa Sipil.
- [3] Rudiansyah, A., Suprpto, B., & Bakhtiar, A. (2018). Studi Perencanaan Struktur Akibat Penambahan Shearwall Pada Gedung Asrama Balai Teknik Air Minum Dan Sanitasi Wilayah Ii Provinsi Jawa Timur. Jurnal Rekayasa Sipil.
- [4] Sephanie, D., Warsito, & Suprpto, B. (2020). Studi Perencanaan Alternatif Gedung Laboratorium Terpadu Dengan Metode Komposit Universitas Jember. Jurnal Rekayasa Sipil.
- [5] Tri Putra Herdianto, R., Warsito, & Suprpto, B. (2018). Studi Perencanaan Struktur Arwana Hotel Dan Apartemen Dengan Metode Baja-Beton Komposit. 6.