

Modifikasi Perencanaan Pondasi Borepile Sebagai Alternative Pengganti Pondasi Minipile Proyek Gedung Madrasatul Qur'an Jombang

¹ Romadhon Tri Anggoro, ² Totok Yulianto, ³ Meriana Wahyu Nugroho, ⁴ Titin Sundari
¹ romadhontrianggoro@gmail.com, ² totokyulianto@unhasy.ac.id, ³ rian.sipilunhasy@gmail.com,
⁴ titinsundari1273@gmail.com

Teknik Sipil Universitas Hasyim Asy'ari Tebuireng Jombang

Alamat: Tebuireng, Jl. Irian Jaya No.55, Cukir, Kec. Diwek, Kabupaten Jombang,
Jawa Timur 61471; Telepon: (0321) 861719

Korespondensi Penulis: romadhontrianggoro@gmail.com

Abstract. *The Borepile Foundation and the Implementation Method for the Madrasah Aliyah Madrasatul Qur'an Tebuireng Jombang Building Project, is one of the deep foundation. The use of borepile foundation is an alternative to minipile foundation. Calculation of building weight using the SAP2000 program. The points reviewed are points S-1 and points S-2. Pile bearing capacity analysis using the Mayerhoff method. By using sondir soil evidence (CPT). The construction of the Madrasah Aliyah Madrasatul Qur'an Tebuireng uses a diameter of 80 cm for borepiles with a depth of 11 m and has 23 D22 reinforcement. There are 4 types of pile caps in the borepile. The dimensions of each pile cap, namely PC-1, PC-2, and PC-4, are 150 cm x 150 cm, while PC-3 is 150 cm x 100 cm. For reinforcement in the x-axis direction of 22 D22 – 150 mm, reinforcement in the y-axis direction of 24 D22 – 160 mm. In the implementation method using a mini borepile because it considers aspect of heavy equipment mobilization. Some of the work in progress includes measuring, making reinforcement, drilling, installing reinforcement, casting, and making pile caps.*

Keywords: *Borepile Foundation, Mayerhoff, Implementation Method*

Abstrak. Pondasi Borepile dan Metode Pelaksanaan pada Proyek Gedung Madrasah Aliyah Madrasatul Qur'an Tebuireng Jombang, merupakan salah satu pondasi dalam. Pemakaian pondasi borepile merupakan alternative pengganti pondasi minipile. Perhitungan berat bangunan menggunakan program SAP2000. Titik yang ditinjau adalah titik S-1 dan titik S-2. Analisa daya dukung tiang menggunakan metode Mayerhoff. Dengan menggunakan data tanah sondir (CPT). Pembangunan Gedung Madrasah Aliyah Madrasatul Qur'an Tebuireng ini menggunakan diameter 80 cm untuk bore pile dengan kedalaman 11 m dan memiliki tulangan 23 D22. Jumlah pile cap pada borepile ini ada 4 jenis pile cap. Dimensi tiap pile cap yaitu PC-1, PC-2, dan PC-4 berukuran 150 cm x 150 cm sedangkan PC-3 berukuran 150 cm x 100 cm. Untuk tulangan arah sumbu-x sebesar 22 D22 – 150 mm, tulangan arah sumbu-y sebesar 24 D22 – 160 mm. Dalam metode pelaksanaan menggunakan mini borepile karena mempertimbangkan aspek pada mobilisasi alat berat. Beberapa pengerjaan dalam pelaksanaan mencakup pengukuran, pembuatan tulangan, pengeboran, pemasangan tulangan, pengecoran, dan pembuatan pile cap.

Kata kunci: Pondasi Borepile, Mayerhoff, Metode Pelaksanaan.

LATAR BELAKANG

Pondasi tiang bor (bore pile foundation) adalah bagian dari elemen yang digunakan untuk menyalurkan beban yang terletak pada kedalaman tertentu (Nasution et al., 2022). Tujuan pondasi bore pile adalah untuk menyalurkan beban pondasi ke tanah keras dan untuk menahan beban vertikal (Virganinda & Gaol, 2021).

Dalam perencanaan pondasi bore pile yang harus diketahui awal yaitu menganalisis kondisi tanah pada lokasi tersebut (Jali & Wibowo, 2023). Dengan melakukan analisis daya dukung tanah dapat ditentukan nilai yang dapat digunakan untuk menentukan daya dukung tanah dengan menerima beban bangunan di atasnya (Disa et al., 2021).

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui uji sondir, sebagai acuan penentu opsi pilihan jenis pondasi dalam yang akan di gunakan pada lokasi tersebut. Kuat dukung *bore pile* diperoleh dari kuat dukung ujung (*end bearing capacity*) (Primaswari et al., 2022). Borepile berinteraksi dengan tanah untuk menghasilkan kuat dukung yang mampu memikul dan memberikan keamanan pada struktur atas (Andriansyah, 2021). Untuk mengetahui kuat dukung tanah dilakukan penyelidikan menggunakan metode CPT (Cone Penetration Test) atau sondir (Iqbal et al., 2023). Pembangunan gedung MA PP Madrasatul Qur'an Tebuireng Jombang didesain 3 lantai dengan luas bangunan $\pm 2.750 \text{ m}^2$. Pada proyek ini menggunakan pondasi eksisting minipile. Oleh karena itu dilakukan perhitungan ulang menggunakan metode pondasi borepile (Irwanto et al., 2023).

KAJIAN TEORITIS

Dalam penelitian yang dibahas oleh (Pratama et al., 2022), pemilihan dan pemakaian pondasi pada suatu bangunan haruslah terlebih dahulu mempertimbangkan beberapa hal antara lain jenis bangunan, lokasi, keadaan tanah, dana yang tersedia serta peralatan yang ada. Kemudian penyelidikan tanah yang merupakan suatu tahapan awal yang dilakukan sebelum proses pemancangan pondasi, diperlukan suatu konstruksi bangunan yang kokoh. Penyelidikan tanah dilakukan di lapangan dan laboratorium guna mengetahui kondisi tanah secara menyeluruh dengan detail dan terperinci seperti data sondir untuk menentukan daya dukung pondasi borepile (Hakim, 2021).

Borepile

Dalam merencanakan pondasi borepile dilakukan beberapa perhitungan, sebagai berikut.

1. Daya dukung ultimate tiang

Untuk daya dukung ultimate dinyatakan dengan rumus :

$$Q_u = (q \cdot A_p) + (JHL \cdot K11)$$

Rumus 1. 1

Dimana :

Qu = Kapasitas daya dukung ultimate tiang

Qc = Tahanan ujung sondir

Ap = Luas penampang tiang

JHL = Jumlah hambatan lekat

K11 = keliling tiang

Adapun daya dukung ijin pondasi menggunakan metode ini dinyatakan dengan rumus :

$$Q_a = \frac{(q_c \cdot A_p)}{3} + \frac{(JHL \cdot K11)}{5}$$

Rumus 1. 2

2. Daya dukung ijin untuk kelompok tiang

Daya dukung sebuah tiang dalam kelompok adalah sama dengan daya dukung tiang tersebut dikalikan faktor efisiensi :

$$Q_{pg} = E_g \cdot n \cdot Q_u$$

Rumus 1. 3

Dimana :

Qpg = daya dukung yang diijinkan untuk kelompok tiang (ton)

Eg = Efisiensi kelompok tiang

n = jumlah tiang

Qu = daya dukung ultimate untuk tiang tunggal (kg)

3. Menghitung efisiensi kelompok tiang

Rumus yang digunakan diambil dari rumus *Converse Labbarre*, yaitu :

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

Rumus 1. 4

Dimana :

M = Jumlah barisan tiang

n = jumlah tiang per baris

 θ = tan - 1DS (dalam derajat)

S = jarak tiang pusat ke pusat (m)

4. Daya dukung tunggal

Perhitungan daya dukung ijin tiang (berdasarkan data CPT)

$$P_a = \frac{q_c \cdot A_p}{Fk 1} + \frac{\sum L_i \cdot f_i \cdot A_{st}}{Fk 2}$$

Rumus 1. 5

Pa = Daya dukung ijin tekan tiang

Qs = Tahanan ujung
20 N, untuk slit/clay
40 N, untuk sand

N = Nilai CPT

Ap = luas penampang tiang

Ast = keliling penampang tiang

li = panjang segmen tiang yang ditinjau

fi = gaya geser pada selimut segmen tiang

FK1, FK2 = faktor keamanan, 3 dan 5

5. Efisiensi kelompok tiang

Perhitungan efisiensi kelompok tiang berdasarkan rumus *Converse Labbare* dari

Uniform Building Code AASHTO adalah :

$$E_g = 1 - \Theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90 mn} \quad \text{Rumus 1. 6}$$

Dimana :

E_g = Efisiensi kelompok tiang

Θ = arc tg (D/s) (Derajat)

D = ukuran penampang tiang

S = jarak antar tiang (as ke as)

m = jumlah tiang dalam 1 kolom

n = jumlah tiang dalam 1 baris

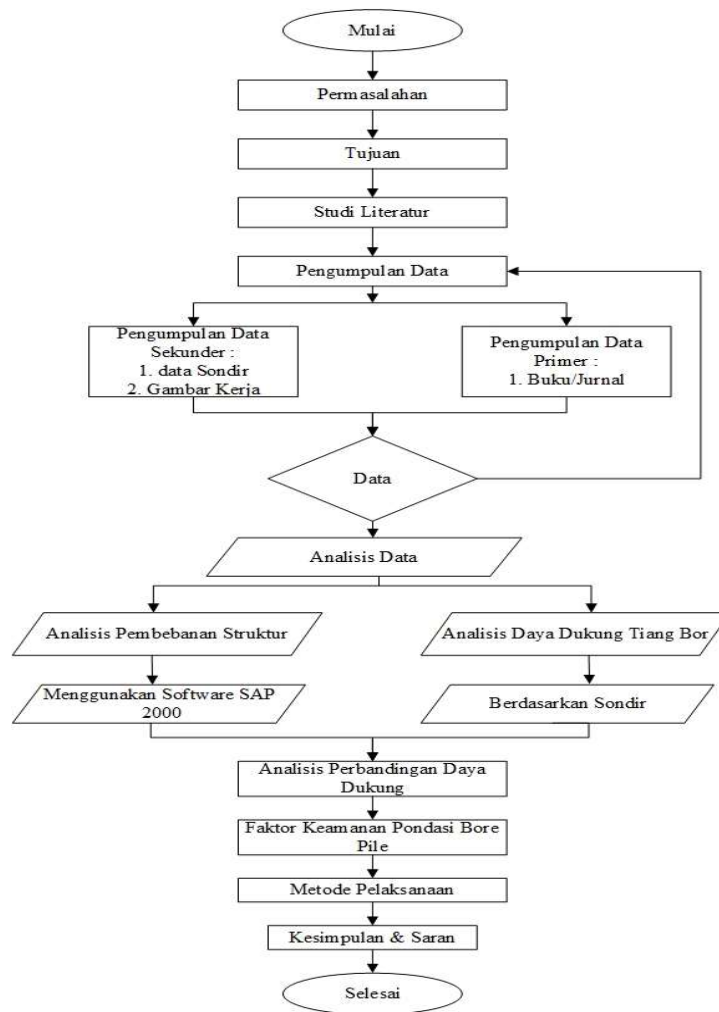
Daya dukung vertikal kelompok tiang = E_g x jumlah pile x daya dukung ijin tekan tiang. Daya dukung kelompok tiang harus > gaya aksial yang terjadi.

METODE PENELITIAN

Teknik Analisis Data

Penelitian ini memakai deskriptif kuantitatif., serta juga melakukan wawancara kepada konsultan terkait. Untuk perhitungan yang dilakukan menggunakan metode *Mayerhoff*.

Bagan Alir Penelitian



Gambar 1.kerangka berpikir

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Daya Dukung Pondasi Bore pile Berdasarkan Data Sondir dengan Metode Mayerhoff

1. Perhitungan di titik S-1 pada kedalaman bore pile 11,6 m berikut ini :

Tabel 1. 1 Nilai Qc rata - rata berdasarkan data sondir S-1

Kedalaman (meter)	Hambatan konus (kg/cm ²)
0	0
0.6	18
1	5
1.6	35
2	35
2.6	60

**Modifikasi Perencanaan Pondasi Borepile Sebagai Alternative Pengganti Pondasi
Minipile Proyek Gedung Madrasatul Qur'an Jombang**

3	90
3.6	40
4	50
4.6	60
5	80
5.6	50
6	20
6.6	16
7	15
7.6	3.5
8	78
8.6	70
9	180
9.6	10
10	15
10.6	100
11	200
11.6	250

2. Nilai rata – rata q_c (8D sampai 4D) dari table di atas :

$$\begin{aligned} Q_c &= 112.875 \text{ kg/cm}^2 \\ A_p &= 5024 \text{ cm}^2 = 50,24 \text{ m}^2 \\ K_{II} &= 251.2 \text{ cm}^2 = 2.512 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Nilai JHL diambil dari data sondir Jumlah Hambatan Lekat di kedalaman 11.6 m.

$$\begin{aligned} JHL &= 1216 \text{ kg/cm}^2 \\ Q_u &= (q_c \cdot A_p) + (JHL \cdot K_{II}) \\ &= 872543.2 \text{ kilo gram} = 872.5432 \text{ Tonase} \end{aligned}$$

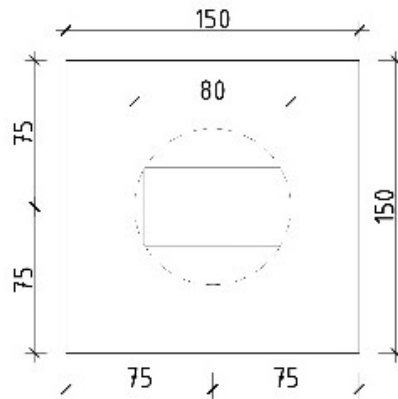
3. Nilai *Safety Factor* (Faktor aman)

$$\begin{aligned} Q_a &= \frac{567084 \text{ kg}}{3} + \frac{305459.2 \text{ kg}}{5} \\ &= 189028 \text{ kg} + 61091.84 \text{ kg} \\ &= 250119.8 \text{ kg} = 250.1198 \text{ Ton} \end{aligned}$$

$Q_{ult} > Q_{ijin} = \text{Aman}$

Perhitungan Banyak Tiang.

$$\begin{aligned} np &= \frac{P}{\frac{P_{all}}{68.87}} \\ &= \frac{198.582}{68.87} \\ &= 0.34689 = 1 \text{ tiang} \end{aligned}$$



Gambar 1. 1 PC-2 dengan tiang tunggal

Efisiensi Kelompok Tiang

Daya dukung kelompok tiang harus > gaya aksial yang terjadi.

Efisiensi kelompok tiang

Data – data pondasi yang akan digunakan

- Diameter penampang (D) = 80 cm
- Jarak tiang (s) = 75 cm
- Jumlah tiang dalam 1 kolom = 1
- Jumlah tiang dalam 1 baris = 1

$$E_g = 1 - \Theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90 mn}$$

$$\begin{aligned} \Theta &= \tan^{-1} \frac{D}{s} \\ &= \tan^{-1} (80/75) \\ &= 46.85^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_g &= 1 - \Theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90 mn} \\ &= 1 - 46.85 \frac{(1-1)1 + (1-1)1}{90 \cdot 1 \cdot 1} \\ &= 1 - 46.85 \frac{0}{90} = 1 \end{aligned}$$

Daya dukung vertikal kelompok massa tersebut :

$$\begin{aligned} &= E_g \times \text{jumlah pile} \times \text{daya dukung ijin} \\ &= 1 \times 1 \times 198.582 \\ &= 198.582 \text{ ton} > P_u = 68.87 \text{ ton (OK)} \end{aligned}$$

Penulangan Pondasi Bore Pile

Penulangan Tulangan Lentur

Perhitungan Tulangan titik bore hole :

1). Tulangan Lentur

$$\text{➤ } M_u = \frac{M}{n}$$

Modifikasi Perencanaan Pondasi Borepile Sebagai Alternative Pengganti Pondasi Minipile Proyek Gedung Madrasatul Qur'an Jombang

$$= \frac{95470 \text{ kg.m}}{1}$$

$$= 95470 \text{ kg.m}$$

Nilai M didapat dari beban vertikal di tambah dengan momen : 68.87 ton + 26.6 ton = 95.47 ton

➤ Hitung Mn

$$Mn = \frac{Mu}{\phi}$$

$$= \frac{95470 \text{ kg.m}}{0.7}$$

$$= 136385.7 \text{ kg.m}$$

Dimana :

Mn = momen nominal

ϕ = 0.7 faktor reduksi kekuatan tekan dengan tulangan spiral

2). Menghitung ρ_{min} , ρ_b dan ρ_{max}

$$\rho_{min} = \frac{1.4}{400}$$

$$= 0.000625$$

$$\rho_b = \left(\frac{0.85 \cdot \beta \cdot f_c}{f_y} \right) \cdot \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$= \left(\frac{0.85 \cdot 0.85 \cdot 24.9}{400} \right) \cdot \left(\frac{600}{600 + 400} \right)$$

$$= \left(\frac{17.99025}{400} \right) \cdot \left(\frac{600}{1000} \right)$$

$$= 0.044975625 \times 0.6$$

$$= 0.026985375$$

$$\rho_{max} = 0.75 \times \rho_b$$

$$= 0.75 \times 0.026985375$$

$$= 0.020239031$$

Dimana :

ρ_{min} = rasio tulangan minimum
 ρ_b = rasio tulangan seimbang
 ρ_{max} = rasio tulangan maksimum
 f_y = mutu baja
 f_c = mutu beton

3). Menghitung ρ

$$\rho = \frac{1}{m} (1 - \sqrt{1 - \frac{(2(m) \cdot Rn)}{f_y}})$$

$$= \frac{1}{18.89912592} (1 - \sqrt{1 - \frac{(2(18.89912592) \cdot 3.183)}{400}})$$

$$= 0.015915$$

$$0.000625 < 0.015915 < 0.020239031$$

4). Luas panmpang

$$As = \rho \times b \times d$$

$$h = 800 \text{ mm}$$

$$= h - ds \rightarrow ds = Sb + \emptyset \text{ sengkang} + D/2$$

$$= 50 + 10 + 22 / 2$$

$$= 71$$

$$= 729 \text{ mm}$$

$$d = h - Sb - \emptyset D/2$$

$$\begin{aligned}
 &= 729 - 50 - 10 - 2 / 2 \\
 &= 658 \\
 \text{As perlu} &= 0.015915 \times 800 \text{ mm} \times 658 \text{ mm} \\
 &= 8377.66 \text{ mm}^2 \\
 \text{As tul.} &= \frac{1}{4} \cdot \Pi \cdot (22^2) \\
 &= 379.94 \text{ mm}^2 \\
 \text{Jumlah tulangan } n &= \frac{As}{\frac{As \text{ tul}}{8377.66}} \\
 &= \frac{8377.66}{379.94} \\
 &= 22.049 \sim 23 \text{ D22}
 \end{aligned}$$

Untuk tulangan pada titik Sondir – 1 (23 D22)

Penulangan Tulangan Geser

- a. Perhitungan Tulangan titik Bore hole 1 :

$$\begin{aligned}
 V_u &= 233918.08 \text{ kg} \sim 229352.739 \text{ N} \\
 V_c &= 2780950.301 \text{ kg} = 27271806.26 \text{ N} \\
 \phi V_c &= 0.70 \times 27271806.26 \text{ N} \rightarrow \phi = \text{penguatan besi memutar} \\
 &= 19090264.39 \text{ N} = 1946665.21 \text{ kilogram} \\
 V_u < \phi V_c &= 233918.08 \text{ kg} < 1946665.21 \text{ kilogram}
 \end{aligned}$$

Maka tulangan geser tidak diperhitungkan hanya digunakan tulangan geser minimum yang digunakan sesuai SNI 03-2847-2002 untuk tulangan geser yaitu $\phi 10-150$.

Perhitungan Pile Cap dan Penulangannya

Perhitungan pile cap dan tulangan Sondir

Diketahui :

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Tiang} &= 1 \text{ buah} \\
 \text{Dimensi kolom} &= 700 \times 800 \text{ mm} \\
 \text{Mutu beton} &= 24.9 \text{ Mpa} \\
 \text{Mutu baja} &= 400 \text{ Mpa} \\
 \text{Beban aksial (p)} &= 68.870 \text{ kg} \\
 \text{Jarak antar tiang} &= 2.5 D = 2.5 \times 80 \text{ cm} = 200 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Perhitungan Gaya Geser

Kontrol gaya satu arah

Didapat nilai $\phi V_c = 365.5 \text{ ton}$ $V_u = 38.97 \text{ ton}$. Maka syarat telah terpenuhi.

Kontrol gaya geser dua arah pada penampang kritis

Didapat nilai $\phi V_c = 1500 \text{ ton} > V_u = 320.468 \text{ ton}$. Maka syarat telah terpenuhi.

Perhitungan Jumlah Tulangan Tulangan arah X

Didapat 22 bh, dibulatkan menjadi **22 buah D22**

$$\text{Jarak tulangan} = \frac{\text{lebar pile cap}}{\text{jumlah tulangan}-1}$$

Modifikasi Perencanaan Pondasi Borepile Sebagai Alternative Pengganti Pondasi Minipile Proyek Gedung Madrasatul Qur'an Jombang

Didapat jarak antar tulangan 139.24 mm ~ 150 mm

As terpasang = jumlah tulangan x As tulangan

Didapat 8358.68 mm²

$$a = \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot fc \cdot b}$$

Didapat nilai a = 51.98 mm

$$\phi Mn = \phi As \text{ terpasang} \cdot fy (dx - \frac{1}{2} a)$$

Didapat nilai $\phi Mn = 2040.88$ kNm

Syarat yang harus dipenuhi yaitu $\phi Mn > Mux$

Didapat nilai $\phi Mn = 2040.88$ kNm $> Mux = 1908.866$ kNm. Maka syarat telah terpenuhi.

Tulangan arah Y

Didapat 23.54 bh, dibulatkan menjadi **24 buah D22**

$$\text{Jarak tulangan} = \frac{\text{lebar pile cap}}{\text{jumlah tulangan}}$$

Didapat jarak antar tulangan 144.87 mm ~ 150 mm

As terpasang = jumlah tulangan x As tulangan

Didapat 9118.56 mm²

$$a = \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot fc \cdot b}$$

Didapat nilai a = 50.53 mm

$$\phi Mn = \phi As \text{ terpasang} \cdot fy (dy - \frac{1}{2} a)$$

Didapat nilai $\phi Mn = 2164.335$ kNm

Syarat yang harus dipenuhi yaitu $\phi Mn > Muy$

Didapat nilai $\phi Mn = 2164.335$ kNm $> Muy = 1883.422$ kNm. Maka syarat telah terpenuhi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pembahasan penelitian ini diambil kesimpulan berikut :

1. Daya dukung pondasi = $Qult > Qijin$ = aman
2. Diameter bore pile adalah 80 cm
3. Jumlah bore pile dalam 1 pile cap adalah
 - Pile cap – 1 : 1 buah
 - Pile cap – 2 : 1 buah

- Pile cap – 3 : 1 buah
 - Pile cap – 4 : 1 buah
4. Jumlah tulangan dan diameter tulangan di tiap titik bore pile adalah 23 D22
5. Dimensi pile cap dan tulangan pile cap adalah :
- PC – 1
 - Dimensi Tulangan : 150 cm x 150 cm
 - arah x : 22 D22 – 150 mm
 - arah y : 24 D22 – 160 mm
 - PC – 2
 - Dimensi Tulangan : 150 cm x 150 cm
 - arah x : 22 D22 – 150 mm
 - arah y : 24 D22 – 160 mm
 - PC – 3
 - Dimensi Tulangan : 150 cm x 100 cm
 - arah x : 22 D22 – 150 mm
 - arah y : 24 D22 – 160 mm
 - PC – 4
 - Dimensi Tulangan : 150 cm x 150 cm
 - arah x : 22 D22 – 150 mm
 - arah y : 24 D22 – 160 mm

Saran

Tambahan untuk penelitian selanjutnya :

1. Pemantauan tanah dilakukan tepat dan maksimal, perlu dilakukan penyelidikan tanah N-SPT agar lebih akurat dalam perhitungannya.
2. Tinjauan sekitar lokasi proyek, dikarenakan pada saat pekerjaan pondasi tiang pancang akan mengakibatkan getaran yang dapat menimbulkan kerusakan/ keretakan bangunan sekitar proyek.

DAFTAR REFERENSI

- Andriansyah, M. N. (2021). Analisis Perbandingan Pondasi Tiang Pancang Dengan Pondasi Tiang Bor Pada Proyek Pembangunan Puskesmas Paripurna Karangembang Di Kecamatan Babat. *DEARSIP: Journal of Architecture and Civil*, 1(2), 43–52.
- Disa, E., Sholeh, M., & Aponno, G. (2021). Studi Alternatif Perencanaan Pondasi Tiang Bor Fakultas Farmasi Universitas Airlangga Surabaya. *Jurnal JOS-MRK*, 2(1), 137–142. <https://doi.org/10.55404/jos-mrk.2021.02.01.137-142>

***Modifikasi Perencanaan Pondasi Borepile Sebagai Alternative Pengganti Pondasi
Minipile Proyek Gedung Madrasatul Qur'an Jombang***

- Hakim, F. Al. (2021). *Analisis Daya Dukung Pondasi Bore Pile Berdasarkan Data Sondir Pada Proyek Pembangunan Instalasi Ibu Kota Kecamatan (Ikk) Perusahaan Daerah Air Minum (Pdam) Kabupaten Tanah Laut*. Skripsi. Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari.
- Iqbal, M., Aponno, G., & Novianto, D. (2023). ANALISIS PERBANDINGAN PONDASI TIANG PANCANG DAN PONDASI TIANG BOR PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG PERPUSTAKAAN IAIN KEDIRI. *Jurnal Online Skripsi Manajemen Rekayasa Konstruksi (JOS-MRK)*, 4(1), 174–178.
- Irwanto, T. J., Suryani, N. L., Ramdha, B. V., Rahman, A., & Ihsan, M. A. N. (2023). Metode Pelaksanaan Pekerjaan Pondasi Bore Pile Pada proyek Gedung Baru Instalasi Pelayanan Utama Rumah Sakit Dr Saiful Anwar Malang. *Jurnal Pengabdian Teknik Dan Sains (JPTS)*, 3(01).
- Jali, A., & Wibowo, P. H. (2023). Analisis Pelaksanaan Pekerjaan Pondasi Bored Pile Pada Proyek Pembangunan Apartemen Monde City. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil*, 20(1), 10–18.
- Nasution, D., Indera, E., & others. (2022). Modifikasi Perencanaan Pondasi Tiang Pancang Sebagai Alternative Pengganti Pondasi Bore Pile Pada Nagoya Hill Hotel Ditinjau Dari Metode Kerja, Daya Dukung Dan Biaya Pelaksanaannya. *Zona Teknik: Jurnal Ilmiah*, 16(1).
- Pratama, P., Pasaribu, B., & Simbolon HT, R. (2022). Perhitungan Daya Dukung Rencana Pondasi Bore Pile Pada Perencanaan Pembangunan Kantor Balai/Pos Pelayanan Penegakan Hukum Di Jl Sisingamangaraja Medan Berdasarkan Sondir, SPT Dan Boring. *Jurnal Teknik Sipil (JTSIP) : Vol. 1 No. 1 Juni 2022*, 1(1), 21–27.
- Primaswari, G., Utama, A. B., & Taurano, G. A. (2022). PRODUKTIVITAS HYDRAULIC STATIC PILE DRIVER PADA PROYEK PEMBANGUNAN WORKSHOP DI SEMARANG. *Orbith: Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa Dan Sosial*, 18(1), 11–21.
- Virganinda, M., & Gaol, A. L. P. L. (2021). ANALISIS KEKUATAN TIANG PANCANG SPUN PILE PADA ABUTMENT JEMBATAN ANJIR SERAPAT KM. 11 (Strength Analysis Of Spun Pile At Anjir Serapat Bridge Abutment Km. 11). *Huma Tabalien Jurnal (HTJ) Teknik Sipil*, 1(2), 1–11.