



LEMBAR ASISTENSI
TUGAS AKHIR

Dosen pembimbing : Ir. Pujo Priyono, MT
Nama : Nada Shakila
Judul : Review Desain Jenis Pondasi Dalam Rumah Susun Asrama Mahasiswa Universitas Thribuana Tunggaldewi Malang Type Stuktur Atas SRPMK

No	Tanggal	Progress	Tanda Tangan
1.	15/05 '2025	o) Literatur Pondasi dal. - Gempa	
2.	25/05 '2025	Pondasi blok data SAP SRPMK → Ulna desain tetap.	
3	29/05 '2025	Pondasi elastis Kerugian Elastis (y) Gempa R=3 SRPMB	
4	05/06 '2025	- Rencanah pondasi daya des. (P) Tempoh di pile cap $P \leq P' = 0,7 P$	



LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Dosen Pembimbing : Ir. Pujo Priyono, MT.

Nama : Nada Shakila

Dosen Pembimbing : Review Desain Jenis Pondasi Dalam Rumah Susun Asrama
Mahasiswa Thibuana Tunggaldewi Malang Stuktur Atas SRPMK

No	Tanggal	Asistensi	Tanda Tangan
5	15/06'2025	Pemlyan ple Cap.	/
6	20/06'2025	atas reksi Perbaikan & Keselamatan	/
7	21/06'2025	suara masalah Aksi Sembrus	/

Dosen Pembimbing

Ir. Pujo Priyono, MT.

NIP. 0022126402



LEMBAR ASISTENSI
TUGAS AKHIR

Dosen pembimbing : Ir. Pujo Priyono, MT.

Nama : Nada Shakila

Judul : Review Desain Jenis Pondasi Dalam Rumah Susun Asrama Mahasiswa
Universitas Thribuana Tunggaldewi Malang Type Stuktur Atas SRPMK

No	Tanggal	Progress	Tanda Tangan
	02/08/2025	Acc jliè	

(Pujo Priyono)



LEMBAR ASISTENSI
TUGAS AKHIR

Dosen pembimbing : Dr. Arief Aliehudia, ST., MT.

Nama : Nada Shakila

Judul : Review Desain Jenis Pondasi Dalam Rumah Susun Asrama Mahasiswa Universitas Thribuana Tunggaldewi Malang Type Stuktur Atas SRPMK

No	Tanggal	Progress	Tanda Tangan
	9/2020 /08	Acc. ✓ 1/15	
	10/2020 /05	teori pondasi bone file	
	15/2020 /05	Desain	



FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER

Jl. Karimata No. 49 Jember 68121 Jawa Timur Indonesia

Kotak Pos 104 Telp. 0331-336728 Fax. 0331-337957

Website : <http://www.unmuhjember.ac.id> E-mail : kantorpusat@unmuhjember.ac.id



KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER

Nomor : 1241/II.3. AU/KEP/FT/F/2025

Tentang

PENGANGKATAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR MAHASISWA
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER

Bismillahirrohmanirrohim

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember

- Menimbang** :
1. Bahwa dalam rangka Penulisan Tugas Akhir Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember diperlukan Dosen Pembimbing Tugas Akhir;
 2. Bahwa sehubungan dengan sub di atas, perlu diterbitkan SK Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember untuk pengangkatannya.

- Mengingat** :
1. UU No. 20 tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional;
 2. Keputusan Menko Wasbang dan Pendayagunaan Aparatur Negara Nomor : 38/KEP/MK.WASPAN/8/1999 Tentang Jabatan Fungsional Dosen dan Angka Kredit;
 3. Surat Ijin Perpanjangan Program Studi Teknik Sipil Nomor : 8313/D/T/K-VII/2011 Tanggal 9 Agustus 2011;
 4. SK. PP Muhammadiyah Tahun 1999 Tentang Qo'idah PTM;
 5. Statuta Universitas Muhammadiyah Jember Tahun 2020;
 6. SK Pengangkatan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember Nomor : 0839/KEP/II.3.AU/D/2024 tanggal 24 Juli 2024 masa jabatan 2024 – 2028;
 7. Surat Keputusan Badan Pelaksana Harian Universitas Muhammadiyah Jember Nomor : 030/E.2/BPH-X/2000 tentang Pokok – pokok Kepegawaian Universitas Muhammadiyah Jember;
 8. SK. Dirjen DIKTI No. 48/Dj/Kep/1983 tentang Beban Tugas Tenaga Pengajar;
 9. Berdasar Surat Permohonan Prodi Teknik Sipil 162/AU.TA-FT.TS/VI/2025

Memutuskan

Menetapkan: Bahwa : **Ir. Pujo Priyono, MT.**
NIP/NPK : 19641222 199003 1 002

Diangkat sebagai **Pembimbing Utama Tugas Akhir** Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember:

N a m a : **Nada Shakila**
No. Induk Mahasiswa : 21 1061 2015
Program Studi : Teknik Sipil

Dengan ketentuan bahwa segala sesuatu akan diubah dan diperbaiki kembali sebagaimana mestinya apabila dikemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam penetapan ini.

Ditetapkan di : Jember.
Pada Tanggal : 26 Juni 2025



Ir. J. Mulkar, ST., MT., IPM.
NIP.: 19730610 200501 1 001

TEMBUSAN : Disampaikan kepada : Yth.
I. Arsip



FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER

Jl. Karimata No. 49 Jember 68121 Jawa Timur Indonesia
Kotak Pos 104 Telp. 0331-336728 Fax. 0331-337957

Website <http://www.unmuhjember.ac.id> E-mail kantorpusat@unmuhjember.ac.id



**KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER**
Nomor : 1241/II.3. AU/KEP/FT F/2025

Tentang

**PENGANGKATAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR MAHASISWA
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER**

Bismillahirrohmanirrohm

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember

- Menimbang** :
1. Bahwa dalam rangka Penulisan Tugas Akhir Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember diperlukan Dosen Pembimbing Tugas Akhir;
 2. Bahwa sehubungan dengan sub di atas, perlu diterbitkan SK Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember untuk pengangkatannya.
- Mengingat** :
1. UU No. 20 tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional;
 2. Keputusan Menko Wasbang dan Pendayagunaan Aparatur Negara Nomor : 38/KEP/MK.WASPAN/8/1999 Tentang Jabatan Fungsional Dosen dan Angka Kredit;
 3. Surat Ijin Perpanjangan Program Studi Teknik Sipil Nomor : 8313/D/T/K-VII/2011 Tanggal 9 Agustus 2011;
 4. SK. PP Muhammadiyah Tahun 1999 Tentang Qo'idah PTM;
 5. Statuta Universitas Muhammadiyah Jember Tahun 2020;
 6. SK Pengangkatan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember Nomor : 0839/KEP/II.3. AU/D/2024 tanggal 2 Juli 2024 masa jabatan 2024 – 2028;
 7. Surat Keputusan Badan Pelaksana Harian Universitas Muhammadiyah Jember Nomor : 030/E.2/BPH-X/2000 tentang Pokok – pokok Kepegawaian Universitas Muhammadiyah Jember;
 8. SK. Dirjen DIKTI No. 48/Dj/Kep/1983 tentang Beban Tugas Tenaga Pengajar;
 9. Berdasarkan Surat Permohonan Prodi Teknik Sipil No: 162/AU.TA-FT.TS/VI/2025

Memutuskan

Menetapkan : Bahwa : **Dr. Arief Alihudin, ST., MT.**
NIP/NPK : 19 1061 1030

Diangkat sebagai **Pembimbing Kedua Tugas Akhir Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil,**
Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember:

N a m a : **Nada Shakila**
No. Induk Mahasiswa : 21 1061 2015
Program Studi : Teknik Sipil

Dengan ketentuan bahwa segala sesuatu akan diubah dan diperbaiki kembali sebagaimana mestinya apabila dikemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam penetapan ini.

Ditetapkan di : Jember.
Pada tanggal : 26 Juni 2025
Dekan

Dr. Ir. Muhtar, ST., MT., IPM.
NIP. 19800610 200501 1 001

Tembusan disampaikan kepada Yth :
1. Arsip



SURAT PERNYATAAN KESEDIAAN
DOSEN PEMBIMBING SIDANG TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ir. Pujo Priyono, MT.

NPK/NIDN/NIP : 0022126402

Dengan ini menyatakan Bersedia menjadi Dosen Pembimbing dalam kegiatan Sidang Tugas Akhir Program Studi TEKNIK SIPIL SORE yang dilaksanakan pada:

Hari : Kamis

Tanggal : 17 Juli 2025

NIM : 2110612015

NAMA : NADA SHAKILA

Jember, 15 Juli 2025

Ir. Pujo Priyono, MT.



**SURAT PERNYATAAN KESEDIAAN
DOSEN PEMBIMBING SIDANG TUGAS AKHIR**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dr. Arief Alihuedin ST, MT

NPK/NIDN/NIP : 0725097101

Dengan ini menyatakan Bersedia menjadi Dosen Pembimbing dalam kegiatan Sidang Tugas Akhir Program Studi TEKNIK SIPIL SORE yang dilaksanakan pada:

Hari : Kamis

Tanggal : 17 Juli 2025

NIM : 2110612015A

NAMA : NADA SHAKILA

Jember, 15 Juli 2025

Dr. Arief Alihuedin ST, MT



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL SORE
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER

Jl. Karimata #9 Telp. (0331) 336728 Fax. (0331) 337957 Kotak Pos. 104 Jember 68121

BERITA ACARA SEMINAR TUGAS AKHIR

Telah dilaksanakan Seminar Tugas Akhir pada :

Hari / Tanggal : *Kamis, 2 Juli 2025*
Jam : *10-00*
Tempat : *B.112*

Penyaji:

NO	NIM	NAMA	TANDA TANGAN
1.	2110612015	NADA SHAKILA	

Judul Tugas Akhir :

Review Desain Jenis Pondasi Dalam Rumah Susun Asrama Mahasiswa Universitas Tribuwana Tunggaldeve Malang Type Stuktur Atas SRPMKU

NO	NAMA	TANDA TANGAN
Dosen Pembimbing:		
1.	ARIEF ALIHUDIEN, ST, MT	
2.	Ir.PUJO PRIYONO, M.T.	
Dosen Penguji:		
1.	Ir.TOTOK DWI KURYANTO, MT.	
2.	Jimi Amijaya, S.ST., M.T.	

Evaluasi:

NO	URAIAN	KETERANGAN
1.	Penyajian Seminar	<u>A</u> /B/C/D/E
2.	Antusiasme Peserta Seminar	<u>A</u> /B/C/D/E
3.	Jumlah Peserta Seminar yang Hadir

Jember, *3 Juli* 2025

gn Ketua Prodi TEKNIK SIPIL SORE

Setivo Ferdi Yanuar, S.ST., MT.
NPK.



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL SORE
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER

Jl. Karimata 49 Telp. (0331) 336728 Fax. (0331) 337957 Kotak Pos 104 Jember 68121

DAFTAR HADIR SEMINAR TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : NADA SHAKILA
NIM : 2110612015
Judul Tugas Akhir : *Review Desain Jenis Pondasi Dalam Rumah Susun Asrama Mahasiswa Universitas Tribuwana Tunggaldewe Malang Type Stuktur Atas SRPMKU*
Hari / Tanggal Seminar : Kamis, 3 Juli 2025
Jam : 10.00
Tempat : B1.12

NO	NIM	NAMA	TANDA TANGAN	
1.	2110612007	Muhammad Ardiansyah	1.	2.
2.	2110612003	Faisal Ridho Muhtakom		
3.	2110612009	Fauzi Rino Murtajim	3.	4.
4.	191011006	Farah Diba Sapra		
5.	1704105010051	Hafiz Isnaini	5.	6.
6.	2310614004	Aliqi Ahmadani		
7.	2410421036	Rizky Yoganoro	7.	8.
8.	2110612005	Tri Wicaksono		
9.	2010611093	M. Sevi Abdillah	9.	10.
10.	2110611021	Imelda Valensca		
11.	2110651114	Sherlyna Adielle Pratama P	11.	12.
12.	2310651010	ADITYA PRABU D.		
13.	2110612021	Puteri Permata Dewi	13.	14.
14.	2310614022	Iqbal Maulana		
15.	2310614015	MIRZA FATUR NUR R.	15.	16.
16.				
17.			17.	18.
18.				
19.			19.	20.
20.				

Dosen Penguji 1

Dosen Pembimbing 1

Ir. TOTOK DWI KURYANTO, MT.

ARIEF ALIHUDIEN, ST, MT

Dosen Penguji 2

Dosen Pembimbing 2

Jimi Amijaya, S.ST., M.T.

Ir. PUJO PRIYONO, M.T.



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER**

Jl. Karimata No. 49 Jember 68121 Jawa Timur Indonesia
Kotak Pos 104 Telp. 0331-336728 Fax. 0331-337957
Website: <http://www.unmuhjember.ac.id> E-mail: kantorpusat@unmuhjember.ac.id



**PENGAJUAN SEMINAR / UJIAN TUGAS AKHIR
PROGRAM STUDI Teknik Sipil**

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Mada Shakila
NIM : 2110612015
Tempat / Tgl Lahir : Cilegon, 19 Februari 2000
No. HP (Aktif) : 081 551 961 07

Yang bersangkutan tersebut mengajukan Tugas Akhir dengan judul :

Renew Desain Jenis Pondasi Dalam Rumah Susun Asrama Mahasiswa Universitas Tribhuwana Tunggal Dewi Malang Sederet Atas type SRPMK

Mahasiswa yang akan ujian Tugas Akhir yang diuji oleh Dosen yang bersangkutan dan disetujui oleh Ka. Prodi masing-masing Jurusan:

adapun Dosen tersebut:

- | | | |
|-----------------|----------------------------------|--------------------|
| 1 Pembimbing I | <u>Ir. Pujo Priyono, MT</u> | <u>[Signature]</u> |
| 2 Pembimbing II | <u>Dr. Arief Aliehudin, MT</u> | <u>[Signature]</u> |
| 3 Penguji I | <u>Taufan Abadi, ST, MT</u> | <u>[Signature]</u> |
| 4 Penguji II | <u>Ilanka Cahya Dewi, ST, MT</u> | <u>[Signature]</u> |

5 Dan apabila yang bersangkutan telah ditanda tangani Dosen Pembimbing I & II maka bisa mengikuti seminar / ujian Tugas Akhir dengan melengkapi persyaratan sebagai berikut:

- ✓ 1. Menunjukkan kwitansi asli pembayaran biaya Tugas Akhir
- ✓ 2. KRS yang terakhir yang diprogram Tugas Akhir
- ✓ 3. Transkrip Nilai terbaru (Wajib ACC Prodi)
- ✓ 4. Foto Copy Ijazah SLTA
- ✓ 5. Foto Copy KTP
- ✓ 6. Foto Copy Sertifikat Toefel
- ✓ 7. Foto Copy Sertifikat KKN
- ✓ 8. Foto Copy Kartu Seminar TA yang sudah ditanda tangani (Max 10 kali tatap muka)
- ✓ 9. Transkrip pembayaran dari bagian SPP Kantor Pusat
- ✓ 10. Foto Hitam Putih (Untuk ditempel di Ijazah) berjas bukan almamater Ukuran 4x6 (Kertas foto DOP dan kasar) sebanyak 4 lembar

Demikian permohonan ini, atas bantuannya disampaikan terima kasih.

Administrasi
Fakultas Teknik



Menyetujui
an Ka. Prodi

[Signature]
Jimi Amista/A

Jember, Juli 2025
Yang Mengajukan

[Signature]
MADA.S.



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER**

Jl. Karimata No. 49 Jember 68121 Jawa Timur Indonesia

Kotak Pos 104 Telp. 0331-336728 Fax. 0331-337957

Website : <http://www.unmuhjember.ac.id> E-mail: kantorpusat@unmuhjember.ac.id



**FORM KELENGKAPAN SIDANG TUGAS AKHIR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

Judul Tugas Akhir : Review Desain Jenis Pondasi Dalam Rumah Susun
Asrama Mahasiswa Universitas Tribhuwana Tunggal
dewi Malang Type Struktur Atas SRPMK

Nama : Nada Shakila
NIM : 2110612015
Dosen Pembimbing I : Ir. Pujo Priyono, MT.
Dosen Pembimbing II : Dr. Artep Aliehudin, MT.
Penyerahan Berkas / Tanggal :

No	Keterangan	Tanda Tangan
1	Kelengkapan Nilai (Transkrip)	
2	Administrasi Keuangan Lunas	
3	Formular Pengajuan Tugas Akhir	

Jember, 11 Juli 2025

Pengajaran Fakultas Teknik

ANORIN/A.M.



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER

Jl. Karimata No. 49 Jember 68121 Jawa Timur Indonesia

Kotak Pos 104 Telp. 0331-336728 Fax. 0331-337957

Website: <http://www.unmuhjember.ac.id> E-mail: kantorpusat@unmuhjember.ac.id



KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER

Nomor : 1711/II.3. AU/KEP/FT/F/2025

Tentang

PENGANGKATAN DOSEN PENGUJI TUGAS AKHIR MAHASISWA PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER

Bismillahirrohmanirrohm

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember

- Menimbang** :
1. Bahwa dalam rangka Penulisan Tugas Akhir Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember diperlukan Dosen Penguji Tugas Akhir;
 2. Bahwa sehubungan dengan sub di atas, perlu diterbitkan SK Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember untuk pengangkatannya.
- Mengingat** :
1. UU No. 20 tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional;
 2. Keputusan Menko Wasbang dan Pendayagunaan Aparatur Negara Nomor : 38/KEP/MK.WASPAN/8/1999 Tentang Jabatan Fungsional Dosen dan Angka Kredit;
 3. Surat Ijin Perpanjangan Program Studi Teknik Sipil Nomor : 8313/D/T/K-VII/2011 Tanggal 9 Agustus 2011;
 4. SK. PP Muhammadiyah Tahun 1999 Tentang Qo'idah PTM;
 5. Statuta Universitas Muhammadiyah Jember Tahun 2020;
 6. SK Pengangkatan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember Nomor : 0839/KEP/II.3.AU/D/2024 tanggal 12 Juli 2024 masa jabatan 2024 – 2028;
 7. Surat Keputusan Badan Pelaksana Harian Universitas Muhammadiyah Jember Nomor : 030/E.2/BPH-X/2000 tentang Pokok – pokok Kepegawaian Universitas Muhammadiyah Jember;
 8. SK. Dirjen DIKTI No. 48/Dj/Kep/1983 tentang Beban Tugas Tenaga Pengajar;
 9. Berdasar Surat Permohonan Prodi Sipil No. 196/AU.TA-FT.TS/VII/2025.

Memutuskan

Menetapkan : Bahwa : Taufan Abadi, ST., MT
NIP/NPK : 05 12 419

Diangkat sebagai Penguji Utama Tugas Akhir Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember:

N a m a : Nada Shakila
No. Induk Mahasiswa : 21 1061 2015
Program Studi : Teknik Sipil

Dengan ketentuan bahwa segala sesuatu akan diubah dan diperbaiki kembali sebagaimana mestinya apabila dikemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam penetapan ini.

Ditetapkan di : Jember.
Pada Tanggal : 14 Juli 2025
Dekan.

Dr. Ir. Muhtar, ST., MT., IPM
NIP. 19730610200501 1 001

TEMBUSAN : Disampaikan kepada : Yth.
1. Yang bersangkutan



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER

Jl. Karimata No. 49 Jember 68121 Jawa Timur Indonesia

Kotak Pos 104 Telp. 0331-336728 Fax. 0331-337957

Website <http://www.unmuhjember.ac.id> E-mail kantorpusat@unmuhjember.ac.id



KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER

Nomor : 1712/II.3. AU/KEP/FT/F/2025

Tentang

PENGANGKATAN DOSEN PENGUJI TUGAS AKHIR MAHASISWA PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER

Bismillahirrohmanirrohm

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember

- Menimbang** :
1. Bahwa dalam rangka Penulisan Tugas Akhir Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember diperlukan Dosen Penguji Tugas Akhir;
 2. Bahwa sehubungan dengan sub di atas, perlu diterbitkan SK Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember untuk pengangkatannya.
- Mengingat** :
1. UU No. 20 tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional;
 2. Keputusan Menko Wasbang dan Pendayagunaan Aparatur Negara Nomor : 38/KEP/MK. WASPAN/8/1999 Tentang Jabatan Fungsional Dosen dan Angka Kredit;
 3. Surat Ijin Perpanjangan Program Studi Teknik Sipil Nomor : 8313/D/T/K-VII/2011 Tanggal 9 Agustus 2011;
 4. SK. PP Muhammadiyah Tahun 1999 Tentang Qo'idah PTM;
 5. Statuta Universitas Muhammadiyah Jember Tahun 2020;
 6. SK Pengangkatan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember Nomor : 0839/KEP/II.3.AU/D/2024 tanggal 12 Juli 2024 masa jabatan 2024 – 2028;
 7. Surat Keputusan Badan Pelaksana Harian Universitas Muhammadiyah Jember Nomor : 030/E.2/BPH-X/2000 tentang Pokok – pokok Kepegawaian Universitas Muhammadiyah Jember;
 8. SK. Dirjen DIKTI No. 48/Dj/Kep/1983 tentang Beban Tugas Tenaga Pengajar;
 9. Berdasar Surat Permohonan Prodi Sipil No. 196/AU.TA-FT.TS/VII/2025.

Memutuskan

Menetapkan : Bahwa : **Ilanka Cahya Dewi, ST., MT**
NIP/NPK : 0721058604

Diangkat sebagai Penguji Kedua Tugas Akhir Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember:

N a m a : Nada Shakila
No. Induk Mahasiswa : 21 1061 2015
Program Studi : Teknik Sipil

Dengan ketentuan bahwa segala sesuatu akan diubah dan diperbaiki kembali sebagaimana mestinya apabila dikemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam penetapan ini.

Ditetapkan di : Jember.
Pada Tanggal : 14 Juli 2025
Dekan,

* **Dr. Ir. Multar, ST., MT., IPM**
NIP. 197306102005011001

TEMBUSAN : Disampaikan kepada : Yth.
1. Yang bersangkutan



**SURAT PERNYATAAN KESEDIAAN
DOSEN PENGUJI SIDANG TUGAS AKHIR**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Taufan Abadi, ST.,MT.

NPK/NIDN/NIP : 0512419

Dengan ini menyatakan **Bersedia** menjadi Dosen Penguji dalam kegiatan Sidang Tugas Akhir Program Studi TEKNIK SIPIL SORE yang dilaksanakan pada:

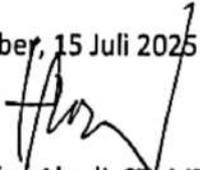
Hari : Kamis

Tanggal : 17 Juli 2025

NIM : 2110612015

NAMA : NADA SHAKILA

Jember, 15 Juli 2025


Taufan Abadi, ST.,MT.



**SURAT PERNYATAAN KESEDIAAN
DOSEN PENGUJI SIDANG TUGAS AKHIR**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ilanka Cahya Dewi, ST., M.T.

NPK/NIDN/NIP : 0721099202

Dengan ini menyatakan **Bersedia** menjadi Dosen Penguji dalam kegiatan Sidang Tugas Akhir Program Studi TEKNIK SIPIL SORE yang dilaksanakan pada:

Hari : Kamis

Tanggal : 17 Juli 2025

NIM : 2110612015

NAMA : NADA SHAKILA

Jember, 15 Juli 2025


Ilanka Cahya Dewi, ST., M.T



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL SORE
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER

Jl. Karimata 49 Telp. (0331) 336728 Fax. (0331) 337957 Kotak Pos 104 Jember 68121

BERITA ACARA SIDANG TUGAS AKHIR

Telah dilaksanakan Sidang Tugas Akhir pada :
Hari / Tanggal : Kamis / 17 Juli 2025
Jam : 09:00 WIB
Tempat : Ruang Sidang Dosen

Peserta Sidang :

NO	NIM	NAMA	TANDA TANGAN
1.	2110612015	NADA SHAKILA	

Judul Tugas Akhir :
Review Desain Jenis Pondasi Dalam Rumah Susun Asrama Mahasiswa Universitas Tribuwana Tunggal Dewe Malang Type Stuktur Atas SRPMKU

Tim Penguji :

Pembimbing :

1.	ARIEF ALIHUDIEN, ST, MT	
2.	PUJO PRIYONO, Ir., M.T.	

Penguji :

1.	TAUFAN ABADI, S.T., MT	
2.	Ilanka Cahya Dewi, ST MT	

Catatan :

Jember, 15 Juli 2025
Au. KETUA PRODI TEKNIK SIPIL SORE

Setiyo Ferdi Yanuar, S.ST., MT,
NPK.



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL SORE
FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER

Jl. Karimata 49 Telp. (0331) 336728 Fax. (0331) 337957 Kotak Pos 104 Jember 68121

DAFTAR REVISI PENGUJI 1
SIDANG TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : NADA SHAKILA
Nomor Induk Mahasiswa : 2110612015
Judul Tugas Akhir : Review Desain Jenis Pondasi Dalam Rumah Susun Asrama Mahasiswa Universitas
Tribuwana Tunggaldewe Malang Type Stuktur Atas SRPMKU
Hari / Tanggal : Kamis / 17 Juli 2025
Jam : 09:00 WIB
Tempat : Ruang Sidang Dosen

Bab/Halaman	Uraian	Keterangan
Bab I	→ Pemulisan ✓	
	→ Bab. III — Plan/Chart ✓	
	→ Pengelasan bab. II = Bab. IV ✓	
	→ (Keinspulan) & Srean	Kesimpulan = Ritua) urah
	→ Di Mnglas & jels	→ 122
2/2025		
8	Ace & jilid / An	

Dosen Penguji 1

TAUFAN ABADI, S.T., MT

NB : Untuk Mahasiswa



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL SORE
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER

Jl. Karimata 49 Telp. (0331) 336728 Fax. (0331) 337957 Kotak Pos 104 Jember 68121

DAFTAR REVISI PENGUJI 2
SIDANG TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : NADA SHAKILA
Nomor Induk Mahasiswa : 2110612015
Judul Tugas Akhir : Review Desain Jenis Pondasi Dalam Rumah Susun Asrama Mahasiswa Universitas
Tribuwana Tunggaldewe Malang Type Stuktur Atas SRPMKU
Hari / Tanggal : Kamis / 17 Juli 2025
Jam : 09:00 WIB
Tempat : Ruang Sidang Dosen

Bab/Halaman	Uraian	Keterangan
Kesimpulan	Sesuai dengan rumusan masalah	Ace Jilid
Bab 3	Tambahkan flowchart beserta penjelasannya	09/25/2025 A. P. F.

Dosen Penguji 2

Ilanka Cahya Dewi, ST MT

NB : Untuk Mahasiswa



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL SORE FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER

Jl. Karimata 49 Telp. (0331) 336728 Fax. (0331) 337957 Kotak Pos 104 Jember 68121

EVALUASI PEMBIMBING 1 TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : NADA SHAKILA
Nomor Induk Mahasiswa : 2110612015
Judul Tugas Akhir : Review Desain Jenis Pondasi Dalam Rumah Susun Asrama Mahasiswa Universitas Tribuwana Tunggaldewe Malang Type Stuktur Atas SRPMKU
Hari / Tanggal : Kamis / 17 Juli 2025
Jam : 09:00 WIB
Tempat : Ruang Sidang Dosen

NO	SASARAN PENILAIAN	PERSENTASE	NILAI				
			A	B	C	D	E
1.	Motivasi	20 %	20	15	10	5	0
2.	Inisiatif dan Kreativitas	20 %	20	15	10	5	0
3.	Analisa dan sintesa	20 %	20	15	10	5	0
4.	Keaktifan, disiplin, dan kerjasama	20 %	20	15	10	5	0
5.	Tata tulis	20 %	20	15	10	5	0
Total Penilaian		100 %					

Nilai Akhir = $\frac{100}{100} = 100\%$

Dosen Pembimbing 1

(Pujio P.)

Catatan :

- Lingkari angka yang diberikan
- Lama waktu Sidang TA 45 s/d 60 menit setiap peserta sidang
- Nilai Sidang adalah jumlah total nilai yang diisikan pada tabel di atas

Tabel Kriteria Nilai Huruf :

Range Nilai	Nilai Huruf	Nilai Bobot	Keterangan
80-100	A	4	Sangat Baik
69-79	B	3	Baik
56-68	C	2	Cukup
46-55	D	1	Kurang
0-45	E	0	Gagal



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL SORE
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER

Jl. Karimata 49 Telp. (0331) 336728 Fax. (0331) 337957 Kotak Pos 104 Jember 68121

EVALUASI PEMBIMBING 2
TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : NADA SHAKILA
Nomor Induk Mahasiswa : 2110612015
Judul Tugas Akhir : Review Desain Jenis Pondasi Dalam Rumah Susun Asrama Mahasiswa Universitas Tribuwana Tunggaldewe Malang Type Stuktur Atas SRPMKU
Hari / Tanggal : Kamis / 17 Juli 2025
Jam : 09:00 WIB
Tempat : Ruang Sidang Dosen

NO	SASARAN PENILAIAN	PERSENTASE	NILAI				
			A	B	C	D	E
1.	Motivasi	20 %	20	15	10	5	0
2.	Inisiatif dan Kreativitas	20 %	20	15	10	5	0
3.	Analisa dan sintesa	20 %	20	15	10	5	0
4.	Keaktifan, disiplin, dan kerjasama	20 %	20	15	10	5	0
5.	Tata tulis	20 %	10	15	10	5	0
Total Penilaian		100 %					

Nilai Akhir =

Dosen Pembimbing 2

Catatan :

- Lingkari angka yang diberikan
- Lama waktu Sidang TA 45 s/d 60 menit setiap peserta sidang
- Nilai Sidang adalah jumlah total nilai yang diisikan pada tabel di atas

Tabel Kriteria Nilai Huruf :

Range Nilai	Nilai Huruf	Nilai Bobot	Keterangan
80- 100	A	4	Sangat Baik
69-79	B	3	Baik
56-68	C	2	Cukup
46-55	D	1	Kurang
0-45	E	0	Gagal



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL SORE
FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER

Jl. Karimata 49 Telp. (0331) 336728 Fax. (0331) 337957 Kotak Pos 104 Jember 68121

EVALUASI PENGUJI 1
SIDANG TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : NADA SHAKILA
Nomor Induk Mahasiswa : 2110612015
Judul Tugas Akhir : Review Desain Jents Pondasi Dalam Rumah Susun Asrama Mahasiswa Universitas Tribuwana Tunggaldewe Malang Type Stuktur Atas SRPMKU
Hari / Tanggal : Kamis / 17 Juli 2025
Jam : 09:00 WIB
Tempat : Ruang Sidang Dosen

NO	SASARAN PENILAIAN	PERSENTASE	NILAI				
			A	B	C	D	E
1.	Penguasaan Materi	50 %	50	40	30	20	10
2.	Penulisan Laporan	30 %	30	25	20	15	0
3.	Penampilan	20 %	20	15	10	5	0
Total Penilaian		100 %					

Nilai Akhir =

75 (BT!)

Dosen Penguji I

17/7/2025
7

(Taufan Abdur)

Catatan :

- Lingkari angka yang diberikan
 - Lama waktu Sidang TA 45 s/d 60 menit setiap peserta sidang
 - Nilai Sidang adalah jumlah total nilai yang diisikan pada tabel di atas
- Tabel Kriteria Nilai Huruf :

Range Nilai	Nilai Huruf	Nilai Bobot	Keterangan
80- 100	A	4	Sangat Baik
69-79	B	3	Baik
56-68	C	2	Cukup
46-55	D	1	Kurang
0-45	E	0	Gagal



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL SORE
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER

Jl. Karimata 49 Telp. (0331) 336728 Fax. (0331) 337957 Kotak Pos 104 Jember 68121

EVALUASI PENGUJI 2
SIDANG TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : NADA SHAKILA
Nomor Induk Mahasiswa : 2110612015
Judul Tugas Akhir : Review Desain Jenis Pondasi Dalam Rumah Susun Asrama Mahasiswa Universitas Tribuwana Tunggaldeve Malang Type Stuktur Atas SRPMKU
Hari / Tanggal : Kamis / 17 Juli 2025
Jam : 09:00 WIB
Tempat : Ruang Sidang Dosen

NO	SASARAN PENILAIAN	PERSENTASE	NILAI				
			A	B	C	D	E
1.	Penguasaan Materi	50 %	50	40	30	20	10
2.	Penulisan Laporan	30 %	30	25	20	15	0
3.	Penampilan	20 %	20	15	10	5	0
Total Penilaian		100 %					

Nilai Akhir = 75

Dosen Penguji 2

[Handwritten Signature]
Kahika d.p

Catatan :

- Lingkari angka yang diberikan
 - Lama waktu Sidang TA 45 s/d 60 menit setiap peserta sidang
 - Nilai Sidang adalah jumlah total nilai yang diisikan pada tabel di atas
- Tabel Kriteria Nilai Huruf :

Range Nilai	Nilai Huruf	Nilai Bobot	Keterangan
80- 100	A	4	Sangat Baik
69-79	B	3	Baik
56-68	C	2	Cukup
46-55	D	1	Kurang
0-45	E	0	Gagal

10% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- ▶ Bibliography
- ▶ Quoted Text
- ▶ Cited Text
- ▶ Small Matches (less than 8 words)

Top Sources

- 10%  Internet sources
- 2%  Publications
- 0%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

11% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- ▶ Bibliography
- ▶ Quoted Text
- ▶ Cited Text
- ▶ Small Matches (less than 8 words)

Top Sources

- 11%  Internet sources
- 2%  Publications
- 0%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

SURAT PERNYATAAN PUBLIKASI*NO. 048/JST-a/VIII/2025*

Kami yang bertandatangan dibawah ini bertindak atas nama dewan redaksi "**Jurnal Smart Teknologi**" :

Nama : Prof. Dr. Ir. Nanang Saiful Rizal, ST., MT., IPM.
Jabatan : Pimpinan Redaksi
Institusi : Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

1	<i>Judul Artikel</i>	<i>Review Desain Pondasi Dalam Untuk Rumah Susun Mahasiswa (Studi Kasus Asrama Universitas Tribhuwana Tunggaladewi Malang)</i>
2	<i>Penulis</i>	<i>Nada Shakila, Pujo Priyono, Arief Alihudien</i>

Telah selesai direview dan dinyatakan diterima untuk diterbitkan dalam Jurnal Smart Teknologi Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember Vol. 7 No. 9 Edisi September 2025

Demikian surat pernyataan ini kami buat dengan sebenar-benarnya dan agar digunakan sebagaimana mestinya.

Jember, 16 Agustus 2025

Pimpinan Redaksi,



Prof. Dr. Ir. Nanang Saiful Rizal, ST., MT., IPM.

NPK.1978040510308366

**Review Desain Pondasi Dalam Untuk Rumah Susun Mahasiswa
(Studi Kasus: Asrama Universitas Tribhuwana Tunggadewi Malang)**

***Design Review of Deep Foundation Design for a Student Dormitory
(Case Study: Tribhuwana Tunggadewi University Student Dormitory Malang)***

Nada Shakila¹, Pujo Priyono², Arief Alihudien³

¹Mahasiswa Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
Email: nadashakila22@gmail.com

²Dosen Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
Email: pujopriyono@unmuhjember.ac.id

³Dosen Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
Email: ariefalihudien@unmuhjember.com

Abstrak

Perancangan pondasi pada bangunan bertingkat di wilayah seismik aktif merupakan aspek krusial yang menentukan keamanan dan stabilitas struktur. Studi ini mengkaji ulang desain pondasi pada Proyek Pembangunan Rumah Susun Mahasiswa Universitas Tribhuwana Tunggadewi, Malang. Proyek ini dihadapkan pada dua tantangan rekayasa fundamental: kendala aksesibilitas lokasi yang menghambat penggunaan alat berat untuk pondasi tiang pancang, dan penerapan struktur atas Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) yang menuntut kapasitas tinggi pada pondasi untuk menahan beban gempa. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan memverifikasi desain pondasi borepile sebagai alternatif pengganti tiang pancang. Metodologi yang digunakan meliputi analisis kapasitas dukung pondasi tunggal secara geoteknik (metode Meyerhof berdasarkan data N-SPT) dan struktural (mengacu pada SNI 2847:2019), analisis efisiensi dan kapasitas kelompok tiang (metode Converse-Labarre), serta verifikasi penurunan (settlement) dan kekuatan elemen pilecap terhadap beban terfaktor dari analisis SAP2000. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pondasi borepile berdiameter 40 cm pada kedalaman 20 m memiliki daya dukung izin sebesar 1.063,66 kN, yang terbukti mampu menggantikan desain awal. Konfigurasi akhir kelompok tiang dan desain pilecap terverifikasi aman dalam menahan beban kombinasi aksial dan momen lentur dari struktur SRPMK, dengan nilai penurunan total dan kekuatan geser pons yang berada dalam batas yang diizinkan oleh standar.

Kata kunci: borepile, daya dukung, pilecap, pondasi dalam, SRPMK

Abstract

Foundation design for multi-story buildings in active seismic regions is a crucial aspect that determines structural safety and stability. This study reviews the foundation design for the Student Dormitory Construction Project at Tribhuwana Tunggadewi University, Malang. The project faced two fundamental engineering challenges: site accessibility constraints that hindered the use of heavy equipment for driven piles, and the implementation of a Special Moment Resisting Frame (SMRF) superstructure, which demands high-capacity foundations to withstand seismic loads. This research aims to analyze and verify the design of a bore pile foundation as an alternative to driven piles. The methodology includes the analysis of single pile bearing capacity, both geotechnically (Meyerhof's method based on N-SPT data) and structurally (referencing SNI 2847:2019), analysis of pile group efficiency and capacity (Converse-Labarre method), as well as verification of settlement and the strength of the pile cap element against factored loads from SAP2000 analysis. The results indicate that a 40 cm diameter bore pile at a 20 m depth has an allowable bearing capacity of 1,063.66 kN, proving its capability to replace the initial design. The final pile group configuration and pile cap design were verified to be safe in resisting combined axial and bending moment loads from the SMRF structure, with total settlement and punching shear strength values within the limits permitted by the standard.

Keywords: borepile, bearing capacity, deep foundation, SMRF

1. PENDAHULUAN

Pembangunan gedung bertingkat, khususnya di Indonesia yang terletak di wilayah rawan gempa, menuntut perencanaan struktur yang cermat mulai dari struktur bawah hingga struktur atas. Sistem pondasi sebagai struktur bawah memegang peranan vital dalam menyalurkan seluruh beban bangunan ke lapisan tanah pendukung secara aman dan stabil. Kegagalan pada sistem pondasi dapat berakibat fatal terhadap keseluruhan struktur. Oleh karena itu, pemilihan jenis dan desain pondasi harus didasarkan pada karakteristik tanah, kondisi lingkungan proyek, serta jenis sistem struktur atas yang digunakan.

Proyek Pembangunan Rumah Susun Mahasiswa Universitas Tribuwana Tungadewi di Malang dihadapkan pada permasalahan unik yang memerlukan kajian teknis mendalam. Tantangan pertama berasal dari kondisi topografi dan aksesibilitas lokasi. Rencana desain awal yang mengandalkan pondasi tiang pancang dengan kapasitas 75 ton per tiang tidak dapat diimplementasikan karena lokasi proyek berada di dataran tinggi dengan akses jalan yang curam dan memiliki tikungan tajam. Kondisi ini menghambat mobilisasi alat berat esensial, yaitu *Hydraulic Static Pile Driver* (HSPD) berkapasitas 240 ton. Sebagai respons, diperlukan sebuah desain pondasi alternatif yang metode pelaksanaannya lebih fleksibel, di mana pondasi *borepile* menjadi pilihan utama karena tidak memerlukan alat berat masif dan minim getaran.

Tantangan kedua berkaitan dengan aspek desain struktur tahan gempa. Bangunan ini diklasifikasikan dalam Kategori Desain Seismik (KDS) Kelas D menurut SNI 1726:2019, yang menandakan tingkat risiko gempa tinggi. Sistem struktur atas yang dipilih adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) murni. Pemilihan sistem ini berimplikasi pada timbulnya gaya geser dan momen lentur yang sangat besar pada kolom-kolom struktur, terutama di tingkat dasar, saat terjadi gempa. Sesuai filosofi desain kapasitas, sistem pondasi harus memiliki kekuatan yang lebih besar dari kapasitas elemen struktur atas yang terhubung dengannya untuk memastikan pondasi tetap berada dalam fase elastis.

Berdasarkan kedua tantangan tersebut, penelitian ini menjadi krusial untuk menjembatani perubahan desain pondasi dengan tuntutan kinerja struktur atas. Tujuan dari penelitian ini adalah: (1) Merancang dan menganalisis tipe pondasi *borepile* yang memiliki kapasitas dukung yang setara atau melebihi kapasitas tiang pancang pada desain awal, dan (2) Mendapatkan serta memverifikasi tipe susunan pondasi pada *pilecap* yang aman untuk mendukung struktur atas SRPMK dengan jenis pondasi *borepile*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Pondasi Dalam Dan Peranannya

Struktur bawah (substruktur) merupakan bagian bangunan yang berfungsi menyalurkan seluruh beban dari struktur atas ke tanah dasar (Putra et al., 2023). Ketika lapisan tanah permukaan tidak memiliki kapasitas dukung yang memadai untuk menopang beban struktur, maka beban tersebut harus diteruskan ke lapisan tanah yang lebih keras dan kompeten yang berada di kedalaman tertentu (Hardiyatmo, 2002). Untuk tujuan inilah pondasi dalam digunakan. Pondasi dalam, seperti pondasi tiang (*pile foundation*), dirancang untuk mentransfer beban melalui tahanan ujung (*end bearing*), tahanan gesek selimut (*skin friction*), atau kombinasi keduanya (Bowles, 1991). Pemilihan jenis pondasi dalam, seperti antara tiang pancang (*driven pile*) dan *borepile*, sangat bergantung pada kondisi lapangan, termasuk aksesibilitas alat berat dan dampak terhadap lingkungan sekitar seperti getaran dan kebisingan (Zhang et al., 2022).

B. Kapasitas Dukung Pondasi Berdasarkan Data Lapangan

Daya dukung tanah adalah kapasitas maksimum tanah dalam menahan beban tanpa mengalami keruntuhan geser atau penurunan (*settlement*) yang berlebihan. Penentuan kapasitas ini merupakan langkah paling krusial dalam desain pondasi. Salah satu metode yang paling umum digunakan dalam praktik rekayasa di Indonesia adalah menggunakan data hasil uji penetrasi lapangan, khususnya *Standard Penetration Test* (SPT) (Bowles, 1992; Rahman et al., 2021).

Metode Meyerhof (1976) merupakan salah satu pendekatan empiris yang luas digunakan untuk menghitung kapasitas dukung geoteknik ultimit (Q_{ult}) pondasi tiang berdasarkan data nilai N-SPT (Prakoso et al., 2021). Metode ini menghitung kapasitas ultimit sebagai penjumlahan dari dua komponen utama:

- a) Tahanan ujung (Q_p): Kapasitas yang disumbangkan oleh lapisan tanah pendukung di dasar tiang. Nilai ini dihitung berdasarkan nilai rata-rata N-SPT di sekitar ujung tiang (N_{tip}).
- b) Tahanan gesek selimut (Q_s): Kapasitas yang berasal dari gesekan antara permukaan tiang dengan tanah di sekelilingnya. Nilai ini dihitung berdasarkan nilai rata-rata N-SPT di sepanjang badan tiang (N_{shaft}).

C. Efisiensi Dan Perilaku Kelompok Tiang

Ketika tiang-tiang dipasang dalam sebuah kelompok yang diikat oleh pilecap, perilaku dan kapasitasnya akan berbeda dari tiang tunggal. Kapasitas dukung kelompok tiang tidak selalu merupakan hasil perkalian sederhana dari kapasitas satu tiang dengan jumlah tiang dalam kelompok. Interaksi tegangan di dalam tanah antar tiang menyebabkan penurunan efisiensi.

Fenomena ini dikenal sebagai efisiensi kelompok (E_g), yang nilainya kurang dari 1 (atau 100%). Beberapa metode telah dikembangkan untuk mengestimasi efisiensi kelompok, salah satunya adalah formula *Converse-Labarre*. Persamaan ini memperhitungkan faktor geometri kelompok seperti jumlah tiang (m dan n), diameter tiang (D), dan jarak antar tiang (s) untuk menentukan faktor reduksi kapasitas. Analisis efisiensi ini wajib dilakukan untuk memastikan kapasitas kelompok tiang yang sebenarnya tidak terlampaui (Santoso & Nugroho, 2023; Putra et al., 2024).

D. Prinsip Desain Seismik Untuk Struktur Bawah

Untuk bangunan di wilayah gempa, desain struktur harus mengacu pada standar ketahanan gempa seperti SNI 1726:2019. Standar ini menganut filosofi desain kapasitas (*capacity design*) (Hutapea et al., 2024). Prinsip utama dari filosofi ini adalah untuk mengendalikan lokasi terjadinya kerusakan (sendi plastis) pada saat gempa kuat, yaitu pada elemen-elemen yang

daktail dan mudah diinspeksi seperti balok, sementara elemen yang lebih kritis seperti kolom dan pondasi harus tetap kuat dan berperilaku elastis (Kristyanto et al., 2023).

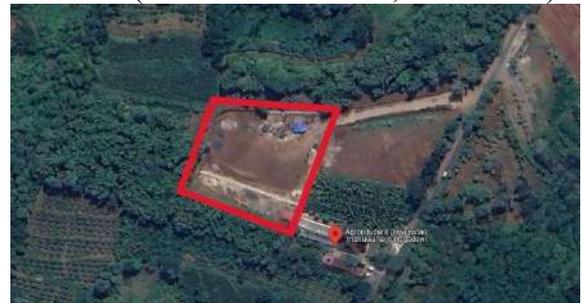
Implikasinya terhadap desain pondasi sangat signifikan. Sistem pondasi harus didesain untuk memiliki kekuatan yang lebih besar dari kapasitas maksimum elemen struktur atas (kolom) yang terhubung dengannya (Hardiyatmo, 2002). Artinya, pondasi harus mampu menahan momen plastis dan gaya geser yang mungkin terjadi pada kolom dengan memperhitungkan faktor kelebihan kekuatan (*overstrength factor*) material. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa "sendi plastis" tidak akan pernah terbentuk di dalam pondasi, karena kerusakan pada pondasi sangat sulit atau bahkan tidak mungkin untuk diperbaiki pasca-gempa. Oleh karena itu, pemilihan sistem struktur atas seperti SRPMK akan secara langsung mendikte besarnya tuntutan kekuatan yang harus dipenuhi oleh sistem pondasi (Mulyanto & Siregar, 2021; Bela et al., 2024).

3. METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian ini berbasis pada analisis kuantitatif data geoteknik dan struktural untuk mengevaluasi kelayakan desain pondasi *borepile*. Tahapan analisis mengacu pada standar relevan seperti SNI 2847:2019 untuk struktur beton dan SNI 1726:2019 untuk ketahanan gempa

A. Lokasi Studi

Lokasi yang dijadikan sebagai studi kasus pada penelitian ini berada di area Yayasan Bina Patria Nusantara Universitas Tribhuwana Tunggaladewi, dengan alamat spesifik di Jalan Telaga Warna, Kelurahan Tlogomas, Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur, Indonesia (koordinat: -7.986879, 112.563906).



Gambar 1. Peta lokasi penelitian
(Sumber: Google maps, 2024)

B. Data perencanaan

Analisis daya dukung borepile ditinjau dari dua aspek fundamental yaitu kekuatan struktural material tiang dan kapasitas dukung geoteknik berdasarkan data tanah yang telah dimiliki. Data yang digunakan dalam analisis berasal dari dokumen perencanaan proyek, yang meliputi:

a) Data tanah

Kapasitas dukung geoteknik dari tanah pada area proyek pembangunan ini didapatkan menggunakan metode pengeboran tanah. Hasil pengeboran yang dilakukan oleh CV. Gatupa konsultan menyajikan data lapisan tanah dan nilai *Standard Penetration Test* (SPT) yang dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Data pengeboran tanah area proyek

Kedalaman lapisan tanah (m)	Nilai N (N-SPT)
0 - 2	3
2 - 4	4
4 - 6	22
6 - 8	25
8 - 10	24
10 - 12	27
12 - 14	35
14 - 16	20
16 - 18	19
18 - 20	29
20 - 22	60
22 - 24	60
24 - 26	60
26 - 28	60
28 - 30	60

(Sumber: Dokumen perusahaan CV. Gatupa Konsultan, 2024)

b) Spesifikasi material

Spesifikasi material yang digunakan untuk konstruksi *borepile* serta dimensi geometrisnya dirangkum dalam Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi data perencanaan

Parameter	Notasi	Nilai	Satuan
Mutu beton	K	300	-
Mutu baja	U	40	-
Tulangan pokok	-	7D16	-
Sengkang	∅	10 - 150	-

Parameter	Notasi	Nilai	Satuan
Diameter <i>borepile</i>	D	40	cm
Panjang <i>borepile</i>	L	20	m

(Sumber: Dokumen perusahaan PT. Adhi Utama Konsulindo, 2024)

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis kapasitas dukung tiang tunggal

Kapasitas dukung ultimit tiang tunggal (P_{ult}) ditentukan oleh nilai terkecil antara kapasitas struktural material (P_n) dan kapasitas geoteknik tanah (Q_{ult}).

Berdasarkan spesifikasi material tulangan 7D16 pada Tabel 2, dihitung terlebih dahulu luas tulangan material baja (A_{st}) dan luas penampang tiang (A_p) sebagai berikut:

$$A_{st} = n \times \frac{\pi}{4} d_{batang}^2 \quad (1)$$

$$= 7 \times \frac{\pi}{4} (16mm)^2$$

$$= 1.407,4mm^2$$

$$A_p = \frac{\pi}{4} d_{batang}^2 \quad (2)$$

$$= \frac{\pi}{4} (0,4m)^2$$

$$= 0.1256m^2$$

a) Kapasitas struktural nominal (P_n)

Berdasarkan rekapitulasi data perencanaan pada Tabel 2 dengan mutu beton K-300 maka $f'_c = 24,9$ MPa dan dengan mutu baja U-40 maka $f_y = 400$ MPa. Kapasitas aksial nominal penampang tiang dihitung berdasarkan persamaan SNI 2847:2019 sebagai berikut:

$$P_n = 0,85 \cdot f'_c \cdot (A_p - A_{st}) + f_y \cdot A_{st} \quad (3)$$

$$= 0,85 \cdot 24,5 \cdot (0,1256 - 1.407,4) + 400 \cdot 1.407,4$$

$$= 3.191 \text{ kN}$$

b) Kapasitas geoteknik ultimit (Q_{ult})

Kapasitas geoteknik ultimit (Q_{ult}) dihitung berdasarkan data N_{SPT} menggunakan metode Meyerhof (1976). Untuk menghitung Q_{ult} , terlebih dahulu dihitung N_{tip} , N_{shaft} , q_p , dan f_{av} sebagai berikut:

$$N_{tip} = N_1 + N_2 \quad (4)$$

$$= \frac{19 + 29}{2} + 60$$

$$= 42$$

$$N_{shaft} = \frac{\sum N_i}{n} \quad (5)$$

$$= \frac{4 + 22 + 25 + 24 + 27 + 33 + 22}{7}$$

$$= 22,4 \approx 22$$

$$q_p = 4 \cdot p_o \cdot N_{tip} \quad (6)$$

$$= 4 \cdot 100 \text{ kPa} \cdot 42$$

$$= 16.800 \text{ kPa}$$

$$f_{av} = 0,02 \cdot p_o \cdot N_{shaft} \quad (7)$$

$$= 0,02 \cdot 100 \text{ kPa} \cdot 22$$

$$= 44 \text{ kPa}$$

$$A_s = \pi \cdot D \cdot L \quad (8)$$

$$= \pi \cdot 0,4 \cdot 20$$

$$= 25,13 \text{ m}^2$$

$$Q_{ult} = Q_p + Q_s \quad (9)$$

$$= (A_p \cdot q_p) + (A_s \cdot f_{av})$$

$$= (0,1256 \cdot 16.800) + (25,13 \cdot 44)$$

$$= 3.216 \text{ kN}$$

c) Daya dukung izin (P_{izin})

Daya dukung izin diperoleh dengan membagi kapasitas ultimit penentu dengan faktor keamanan (FK) yang sesuai, umumnya bernilai 3 untuk beban statis. Sebagai penentu, diambil nilai terkecil antara kapasitas struktural nominal (P_n) dengan kapasitas geoteknik ultimit (Q_{ult}). Dalam studi ini, nilai terkecil antara kedua parameter tersebut adalah kapasitas struktural nominal (P_n) yaitu 3.191 kN.

$$P_{izin} = \frac{P_n}{FK} \quad (10)$$

$$= \frac{3.191 \text{ kN}}{3}$$

$$= 1.063 \text{ kN (atau 106,3 ton)}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, daya dukung izin (P_{izin}) untuk satu tiang *borepile* adalah 1.063,66 kN (setara 106,3 ton). Nilai tersebut secara signifikan melampaui kapasitas tiang pancang pada desain awal (75 ton), sehingga perubahan desain ke *borepile* dapat diterima secara teknis.

B. Analisis Kelompok Tiang Dan Verifikasi Beban

a) Efisiensi kelompok tiang

Kapasitas kelompok tiang tidak selalu merupakan kelipatan dari jumlah tiang karena adanya interaksi tegangan. Efisiensi kelompok dihitung menggunakan persamaan *Converse-Labarre* sebagai berikut:

$$E_g = 1 - \frac{\theta}{90^\circ} \left[\frac{m(n-1) + n(m-1)}{mn} \right] \quad (11)$$

$$= 1 - \frac{\tan^{-1} \frac{D}{s}}{90^\circ} \left[\frac{m(n-1) + n(m-1)}{mn} \right]$$

$$= 1 - \frac{\tan^{-1} \frac{0,4}{1}}{90^\circ} \left[\frac{2(2-1) + 2(2-1)}{2 \cdot 2} \right]$$

$$= 1 - 0,242$$

$$= 0,758 \text{ (atau 75,8\%)}$$

Setelah menghitung efisiensi kelompok tiang, kapasitas izin kelompok tiang efektif kemudian dihitung menggunakan nilai tersebut.

$$Q_{all,ef} = (\text{jumlah tiang}) \cdot E_g \cdot P_{izin} \quad (12)$$

$$= 4 \cdot 0,758 \cdot 1.063,66 \text{ kN}$$

$$= 3.224,1 \text{ kN (atau 322,4 ton)}$$

Untuk *pilecap* dengan konfigurasi 4 tiang (2x2), jarak antar tiang (s) adalah 1m (2,5D). efisiensi kelompok (E_g) yang dihitung dengan metode *Converse-Labarre* adalah 75,8%. Hal ini menunjukkan bahwa kapasitas kelompok tiang bukanlah penjumlahan linier dari kapasitas tiang tunggal.

b) Beban maksimum pada tiang (P_{max})

Berdasarkan hasil analisis SAP2000 pada salah satu *pilecap* kritis, diperoleh beban terfaktor $P_u = 827 \text{ kN}$, $M_x = 51,5 \text{ kNm}$, dan $M_y = 13,6 \text{ kNm}$. Beban pada setiap tiang dalam kelompok akibat beban aksial terfaktor (P_u) dan momen terfaktor (M_x, M_y) dari analisis SAP2000 dihitung dengan persamaan berikut:

$$P_{max} = \frac{P_u}{n} + \frac{|M_x| \cdot y_{max}}{\sum y^2} + \frac{|M_y| \cdot x_{max}}{\sum x^2} \quad (13)$$

$$= \frac{827}{4} + \frac{|51,5| \cdot 0,5}{4 \cdot (0,5^2)} + \frac{|13,6| \cdot 0,5}{4 \cdot (0,5^2)}$$

$$= 206,75 + 25,75 + 6,8$$

$$= 239,3 \text{ kN}$$

Berdasarkan perhitungan pada persamaan (13), beban maksimum yang diterima oleh satu tiang dalam kelompok (P_{max}) adalah 239,3 kN. Nilai ini jauh lebih kecil dari daya dukung izin per tiang (P_{izin}) sebesar 1.063 kN. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa kelompok tiang aman dalam menahan beban yang bekerja.

C. Analisis Penurunan (*settlement*)

Penurunan total tiang tunggal (S_{total}) dihitung sebagai penjumlahan dari pemendekan elastis tiang (S_1), penurunan ujung tiang (S_2), dan penurunan akibat gesekan (S_3).

$$\begin{aligned} E_c &= 4700\sqrt{f'_c} \\ &= 4700\sqrt{24,9 \text{ MPa}} \\ &= 23.452,95 \text{ MPa} \end{aligned} \quad (14)$$

$$\begin{aligned} S_1 &= \frac{P_{max} \cdot L}{A_g \cdot E_c} \\ &= \frac{239.300 \text{ N} \cdot 20.000 \text{ mm}}{125.700 \text{ mm}^2 \cdot 23.453 \text{ MPa}} \\ &= 1,62 \text{ mm} \end{aligned} \quad (15)$$

$$\begin{aligned} P_{kerja,p} &= P_{max} \frac{Q_p}{Q_{ult}} \\ &= 239,3 \frac{2110}{3216} \\ &= 157 \text{ kN} \end{aligned} \quad (16)$$

$$\begin{aligned} S_2 &= \frac{P_{kerja,p} \cdot C_p}{D \cdot q_p} \\ &= \frac{157.000 \text{ N} \cdot 0,12}{400 \text{ mm} \cdot 16,8 \text{ MPa}} \\ &= 2,8 \text{ mm} \end{aligned} \quad (17)$$

$$\begin{aligned} I_{ws} &= 2 + 0,35\sqrt{L/D} = 4,47 \\ P_{kerja,s} &= P_{max} - P_{kerja,p} \\ &= 239,3 - 157 \\ &= 82,3 \end{aligned} \quad (18)$$

$$\begin{aligned} S_3 &= \left(\frac{P_{kerja,s}}{p \cdot L} \right) \frac{D}{E_s} \cdot (1 - \mu_s^2) \cdot I_{ws} \\ &= \left(\frac{82.300 \text{ N}}{1.257 \text{ mm} \cdot 20.000 \text{ mm}} \right) \frac{400 \text{ mm}}{33 \text{ MPa}} \cdot (1 - 0,2^2) \cdot 4,47 \\ &= 0,17 \text{ mm} \end{aligned} \quad (19)$$

$$\begin{aligned} S_{total} &= S_1 + S_2 + S_3 \\ &= 1,62 + 2,8 + 0,17 \\ &= 4,59 \text{ mm} \end{aligned} \quad (20)$$

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan pada tiang yang menerima beban kerja

maksimum ($P_{max} = 239,3$ kN) menunjukkan penurunan total (S_{total}) sebesar 4,59 mm. nilai ini terdiri dari pemendekan elastis tiang (1,62 mm), penurunan tiang (2,8 mm) dan penurunan akibat gesekan (0,17 mm). batas penurunan izin untuk tiang Tunggal adalah 10% dari diameter, yaitu 40 mm. karena S_{total} (4,59 mm) jauh lebih kecil dari batas izin (40 mm), maka desain pondasi dinyatakan aman dari segi persyaratan layan batas (*serviceability*).

D. Verifikasi Struktural Elemen *Pilecap*

Verifikasi kekuatan elemen pilecap difokuskan pada kekuatan geser pons (geser dua arah). Kapasitas geser beton terfaktor (ϕ_{Vc}) harus lebih besar dari gaya geser terfaktor (V_u) yang bekerja akibat beban kolom.

Kapasitas geser nominal beton (V_c) dihitung sebagai nilai terkecil dari tiga persamaan dalam SNI 2847:2019 pasal 22.6.5 yang memperhitungkan pengaruh kuat tekan beton, rasio aspek kolom, dan lokasi kolom. Perhitungan tersebut disajikan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} V_u &= P_u = 827 \text{ kN} \\ \phi_{Vc} &= 0,75 \cdot V_c \\ &= 0,75 \cdot 2.804 \\ &= 2.103 \text{ kN} \end{aligned} \quad (21)$$

Verifikasi kekuatan geser pons ini dilakukan pada *pilecap* kritis yang menerima beban kolom terfaktor $V_u = P_u = 827 \text{ kN}$. Dengan tebal *pilecap* 50 cm, kapasitas geser beton terfaktor (ϕ_{Vc}) terhitung sebesar 2.103 kN. Karena ϕ_{Vc} (2.103 kN) lebih besar daripada V_u (827 kN), maka tebal *pilecap* yang direncanakan telah memadai untuk menahan gaya geser pons tanpa memerlukan tulangan geser tambahan.

Pembahasan utama dalam studi ini adalah implikasi perubahan sistem struktur atas SRPMK terhadap desain pondasi. Penggunaan SRPMK murni menyebabkan timbulnya momen lentur yang sangat besar pada dasar kolom. Hal ini menuntut sistem pondasi yang tidak hanya kuat menahan beban aksial, tetapi juga kaku untuk menahan rotasi. Analisis menunjukkan bahwa desain awal beberapa *pilecap* (misalnya tipe PC2 dengan 2 tiang) tidak memadai untuk menahan momen biaksial. Oleh karena itu, dilakukan desain ulang dengan menambah jumlah tiang (misalnya dari 2 menjadi 3 tiang

untuk PC2) untuk meningkatkan kekakuan dan kapasitas momen kelompok tiang. Keputusan untuk menambah jumlah tiang ini terverifikasi aman, di mana beban maksimum pada setiap tiang tetap berada di bawah kapasitas izinnya. Dengan demikian, desain akhir pondasi secara keseluruhan—meliputi jumlah tiang, konfigurasi, tebal *pilecap*, dan penulangannya—telah terbukti aman dan mampu menopang struktur atas SRPMK secara efektif.

5. Kesimpulan Dan Saran

A. Kesimpulan

1. Desain pondasi alternatif berupa borepile berdiameter 40 cm pada kedalaman 20 m terbukti secara teknis valid dan memadai. Kapasitas dukung izin yang dihasilkan sebesar 1.063,66 kN (106,3 ton) per tiang, yang tidak hanya setara tetapi juga melampaui kapasitas rencana awal pondasi tiang pancang (75 ton). Hal ini menegaskan bahwa *borepile* merupakan solusi yang efektif untuk mengatasi kendala aksesibilitas alat berat di lokasi proyek tanpa mengorbankan keamanan struktur.
2. Susunan pondasi pada pilecap (tipe 3 tiang dan 4 tiang) telah terverifikasi aman untuk mendukung beban dari struktur atas SRPMK. Verifikasi menunjukkan bahwa beban maksimum yang diterima setiap tiang ($P_{max} = 239,3$ kN) jauh dibawah kapasitas izinnya ($P_{izin} = 1.063,66$ kN). Selain itu, kekuatan elemen *pilecap* terhadap geser pons dan nilai penurunan total yang terjadi ($S_{total} = 4,59$) juga berada dalam batas aman yang disyaratkan oleh SNI 2847:2019, yang memastikan kinerja jangka panjang pondasi.

B. Saran

Untuk pengembangan penelitian selanjutnya, disarankan untuk melakukan analisis optimasi biaya konstruksi. Kajian ini penting untuk membandingkan secara kuantitatif dampak finansial dari perubahan desain dari tiang pancang ke *borepile*, termasuk perubahan jumlah tiang dan volume beton, guna memastikan bahwa solusi teknis yang dipilih juga merupakan yang paling efisien dari segi ekonomi. Selain itu, kajian lebih lanjut juga dapat membantu mempertimbangkan alternatif

lain yang lebih ekonomis namun tetap memenuhi persyaratan teknis dan keselamatan struktural.

6. Daftar Pustaka

- Andika, R., & Maulana, H. (2022). Evaluasi Metode Meyerhof pada Tanah Lempung. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 18(1), 23-30.
- Badan Standardisasi Nasional. (2013). *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung (SNI 2847:2013)*. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). *Standar Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Gedung dan Non Gedung (SNI 1726:2019)*. Jakarta.
- Bela, K. R., et al. (2024). Hubungan Daya Dukung Tanah Berdasarkan Hasil Sondir, SPT dan Laboratorium. *Jurnal Teknik Sipil, Institut Teknologi Padang*.
- Bowles, J. E. (1991). *Foundation Analysis and Design*. McGraw-Hill.
- Bowles, J. E. (1997). *Foundation Analysis and Design (5th ed.)*. McGraw-Hill.
- Das, B. M. (1985). *Principles of Geotechnical Engineering*. PWS Publishers.
- Depertemen PU, Ditjen Cipta Karya Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan. (1983). *Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung*. Bandung.
- Fikar, M. I., et al. (2024). *Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil, UB*.
- Hardiyatmo, H. C. (2002). *Dasar-dasar Teknik Pondasi*. Andi.
- Hardiyatmo, H. C. (2008). *Teknik Pondasi 2*. Beta Offset.
- Hidayat, R., & Kusuma, D. (2020). Studi Penyelidikan Tanah dan Kapasitas Daya Dukung Pondasi pada Proyek Infrastruktur Jalan Tol. *Jurnal Teknik Sipil, Universitas Hasanuddin*.
- Hutapea, B. M., et al. (2024). Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang pada Proyek Puskesmas Kecamatan Pasar Minggu. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, Universitas Darma Agung*.
- Kristyanto, H., et al. (2023). Perbandingan Daya Dukung dan Penurunan Tanah Berdasarkan Data SPT dan CPT. *CivETech, Universitas Cokroaminoto Yogyakarta*.

- Koven, W., & Hamdany, A. H. (2024). Jurnal Teknik Sipil ITB.
- Mulyanto, E., & Siregar, A. M. (2021). Studi Daya Dukung Pondasi dan Potensi Penurunan pada Tanah Ekspansif. Jurnal Infratek.
- Nawy, E. G. (1985). Reinforced Concrete-A Fundamental Approach. Prentice-Hall.
- Pradana, I. T., et al. (2024). Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil, UB.
- Prakoso, T. Y., Nugroho, H., & Saputra, M. A. (2021). Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Berdasarkan Nilai SPT. Jurnal Teknik Sipil UNNES, 15(2), 110-119.
- Putra, A. M., et al. (2023). Evaluasi Kapasitas Daya Dukung Pondasi pada Lapisan Tanah Keras Menggunakan Data SPT dan CPT. Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan, Universitas Diponegoro.
- Raharmadi, B. (2020). Media Ilmiah Teknik Sipil, UMPR.
- Santoso, B. H., et al. (2021). Analisis Penurunan Pondasi pada Tanah Lempung dengan Pendekatan Laboratorium dan Lapangan. Jurnal Rekayasa Sipil dan Arsitektur, Universitas Gadjah Mada.
- Sari, F., & Istiatun, I. (2022). Construction and Material Journal, PNJ.
- Sari, N. P., et al. (2019). Pengaruh Karakteristik Tanah terhadap Kapasitas Daya Dukung Pondasi di Wilayah Perkotaan. Jurnal Rekayasa Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- SNI 1727-2013. Beban Minimum untuk Perencanaan Bangunan Gedung dan Struktur Lain
- Terzaghi, K., & Peck, R. B. (1967). Soil Mechanics in Engineering Practice (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- Wahyudi, T., et al. (2022). Penerapan Metode CPT untuk Penentuan Lapisan Keras dan Perencanaan Pondasi. Jurnal Geoteknik Indonesia, Institut Teknologi Bandung
- Wahid, L. H., et al. (2022). Analisa Daya Dukung Pondasi Dangkal pada Tanah Lempung Menggunakan Perkuatan Cerucuk Bambu. Jurnal Reaktip, Universitas Hasyim Asy'ari