

**STUDI PERENCANAAN PONDASI TIANG BOR PADA
ABUTMENT DAN PILAR PENYANGGA JEMBATAN
BARU KERETA API SUNGAI PORONG DI PROYEK
JALUR GANDA MOJOKERTO - SEPANJANG**

Skripsi

Diajukan Kepada Universitas Muhammadiyah Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Akademik
Dalam Menyelesaikan Program Sarjana Teknik



Disusun Oleh:

AGUS AULIA SETIARIAWAN

201910340311132

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG**

2024

LEMBAR PENGESAHAN

**JUDUL : STUDI PERENCANAAN PONDASI TIANG BOR
PADA ABUTMENT DAN PILAR PENYANGGA
JEMBATAN BARU KERETA API SUNGAI PORONG
DI PROYEK JALUR GANDA MOJOKERTO -
SEPANJANG**

NAMA : AGUS AULIA SETIARIAWAN

NIM : 201910340311132

Pada hari Rabu, 17 Juli 2024, Tugas Akhir ini telah diuji oleh tim penguji:


1. - **Dr. Ir. Sunarto, MT** Dosen Penguji I 

2. - **Rizki Amalia Tri Cahyani ST., MT** Dosen Penguji II : 

Disetujui:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Ir. Yunan Rusdianto, MT.


Ir. Ernawan Setyono, M.T.

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Sipil




Dr. Ir. Sulianto, MT.

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : AGUS AULIA SETIARIAWAN

NIM : 201910340311132

Jurusan : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG

Dengan ini saya menyatakan sebenar-benarnya bahwa :

Tugas Akhir dengan judul "STUDI PERENCANAAN PONDASI TIANG BOR PADA *ABUTMENT* DAN PILAR PENYANGGA JEMBATAN BARU KERETA API SUNGAI PORONG DI PROYEK JALUR GANDA MOJOKERTO–SEPANJANG" adalah karya saya dan bukan karya tulis orang lain. Dalam naskah tugas akhir ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan atau daftar pustaka.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan apabila pernyataan ini tidak benar saya bersedia mendapat sanksi akademis.

Malang, 15 Agustus 2024

Yang menyatakan



Agus Aulia Setiariawan

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Alhamdulillahilahi rabbil 'alamin

Segala puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan limpahan nikmat dan hidayah yang tidak terhingga serta sholawat dan salam Baginda Rasulullah SAW sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **”Studi Perencanaan Pondasi Tiang Bor Pada *Abutment* Dan Pilar Penyangga Jembatan Baru Kereta Api Sungai Porong Di Proyek Jalur Ganda Mojokerto–Sepanjang”**.

Dalam proses penulisan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Ibu dan keluarga penulis yang telah memberikan dukungan dan kepercayaannya tanpa henti.
2. Bapak Ir. Yunan Rusdianto, MT. selaku pembimbing pertama, yang selalu membimbing dan memberikan pemahaman dengan sabar serta berbagi pengalaman yang sangat memberikan motivasi agar selalu menjadi orang yang bermanfaat.
3. Bapak Ir. Ernawan Setyono, M.T. selaku pembimbing kedua, yang selalu membimbing dan memberikan pemahaman dengan sabar serta berbagi pengalaman yang sangat memberikan motivasi agar selalu menjadi orang yang bermanfaat.
4. Bapak Dr. Ir. Sulianto, MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Malang
5. Bapak dan Ibu dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Malang yang sudah memberikan ilmu pengetahuan serta

berbagi pengalaman mengenai kondisi di lapangan khususnya di bidang konstruksi.

6. Seluruh Staf Jurusan Teknik Sipil, Staf TU Fakultas Teknik dan Staf Laboratorium Teknik Sipil.
7. Teman-teman seperjuangan yang telah memberikan dukungan, semangat dan berbagai bantuan kepada penulis dari awal perkuliahan hingga terselesaikannya tugas akhir ini.
8. Kakak tingkat yang menemani dalam berproses dan selalu memberikan motivasi yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.
9. Keluarga besar Universitas Muhammadiyah Malang.

Terima kasih sekali kepada semuanya. Kritik dan saran dari pembaca sangat diharapkan karena tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Semoga tugas akhir ini dapat membawa manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Malang, 2024

Penulis

**STUDI PERENCANAAN PONDASI TIANG BOR PADA *ABUTMENT*
DAN PILAR PENYANGGA JEMBATAN BARU KERETA API SUNGAI
PORONG DI PROYEK JALUR GANDA MOJOKERTO – SEPANJANG**

Agus Aulia Setiariawan¹, Ir. Yunan Rusdianto, MT Ir.², Ernawan Setyono, M.T.³

Mahasiswa¹, Dosen Pembimbing 1², Dosen Pembimbing 2³

Fakultas Teknik – Universitas Muhammadiyah Malang

Jl. Tlogomas No.246 Tlp. (0341) 464318-319 Pes. 130 Fax. (0341) 460435

Email: agusauliasetiariawan@gmail.com

ABSTRACT

The structure of the new Porong River railway bridge requires Abutments and pillars with strong foundations. This bridge uses a bored pile foundation. The new bridge for this double track railway project is on predominantly sandy soil with an average N-SPT value of 50, located at a depth of 39.36 meters. The planning and type of substructure (foundation) need to be carefully calculated to avoid settlement due to forces acting on the structure above. This can be overcome by using a drilled pile foundation which will transfer the working forces into the soil layer below the foundation. The bearing capacity of the foundation is influenced by variables such as cohesion (c), unit weight (γ), and soil shear angle (ϕ). The location of hard soil can be determined using the Standard Penetration Test (SPT) which will be the basis for calculating the bearing capacity of drilled piles. The writing of this final project is focused on the planning study of bored piles on the Abutment (A2) located at KM 49+242 and the supporting pillars (P3) located at KM 49+166 of the new Porong River railway bridge in the Mojokerto–Sepanjang double track project.

Keywords: Foundation, Bored Pile Foundation

**STUDI PERENCANAAN PONDASI TIANG BOR PADA *ABUTMENT*
DAN PILAR PENYANGGA JEMBATAN BARU KERETA API SUNGAI
PORONG DI PROYEK JALUR GANDA MOJOKERTO – SEPANJANG**

Agus Aulia Setiariawan¹, Ir. Yunan Rusdianto, MT Ir.², Ernawan Setyono, M.T.³

Mahasiswa¹, Dosen Pembimbing 1², Dosen Pembimbing 2³

Fakultas Teknik – Universitas Muhammadiyah Malang

Jl. Tlogomas No.246 Tlp. (0341) 464318-319 Pes. 130 Fax. (0341) 460435

Email: agusauliasetiariawan@gmail.com

ABSTRAK

Struktur bangunan jembatan kereta api baru sungai porong membutuhkan abutmen dan pilar dengan pondasi yang kuat. Jembatan ini menggunakan pondasi tiang bor (bore pile). Jembatan baru proyek jalur ganda kereta api ini berada pada tanah yang dominan berpasir dengan nilai rata-rata N-SPT sebesar 50 terletak pada kedalaman 39,36 meter. Perencanaan dan jenis struktur bawah (pondasi) perlu diperhitungkan dengan cermat agar terhindar dari penurunan akibat gaya yang bekerja pada struktur di atasnya. Hal ini dapat diatasi dengan penggunaan pondasi tiang bor yang akan mentransfer gaya-gaya bekerja ke dalam lapisan tanah di bawah pondasi. Daya dukung pondasi dipengaruhi variabel seperti kohesi (c), berat isi (γ), dan sudut geser tanah (ϕ). Lokasi tanah keras dapat diketahui menggunakan Standart Penetration Test (SPT) yang akan menjadi dasar perhitungan daya dukung tiang bor. Penulisan tugas akhir ini difokuskan pada studi perencanaan tiang bor pada abutmen (A2) terletak pada KM 49+242 dan pilar penyangga (P3) terletak pada KM 49+166 jembatan kereta api baru sungai porong di proyek jalur ganda Mojokerto–Sepanjang.

Kata Kunci: Pondasi, Pondasi Tiang Bor

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
<i>ABSTRACT</i>	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Manfaat.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Jembatan Kereta Api	7
2.2 Pembebanan Struktur Jembatan	7
2.2.1 Beban Vertikal Jembatan.....	7
2.2.2 Beban Horizontal	10
2.3 Struktur <i>Abutment</i> Dan Pilar	13
2.3.1 Perencanaan Struktural <i>Abutment</i> Dan Pilar	14
2.4 Struktur <i>Pile Cap</i>	22
2.4.1 Dimensi <i>Pile Cap</i>	22
2.5 Pondasi Dalam.....	24
2.5.1 Pondasi Tiang Bor.....	25
2.6 Penulangan	36
2.6.1 Penulangan <i>Pile Cap</i>	36
2.6.2 Tinjauan Terhadap Geser	37
2.6.3 Perencanaan Penulangan Pondasi Tiang Bor.....	39

BAB III METODE PERENCANAAN	41
3.1 Tahap Perencanaan	41
3.1.1 Pembebanan Struktur Atas Jembatan.....	41
3.1.2 Perhitungan Struktur <i>Abutment</i>	41
3.1.3 Perhitungan Struktur Pilar.....	42
3.1.4 Perencanaan Pondasi Tiang Bor.....	42
3.1.5 Gambar Rencana	43
3.2 Data Teknis Jembatan.....	46
3.3 Diagram Alir.....	47
BAB IV PERENCANAAN	48
4.1 Data Teknis Perencanaan.....	48
4.1.1 Data Teknis Perencanaan	48
4.1.2 Material	49
4.2 Perhitungan Pembebanan Struktur Atas Jembatan.....	52
4.2.1 Pembebanan Struktur Atas	52
4.3 Perhitungan Struktur Bawah A2 Jembatan.....	60
4.3.1 Pembebanan <i>Abutment</i> (A2)	60
4.3.2 Perencanaan Struktur Pondasi Tiang Bor (A2).....	81
4.3.3 Perencanaan Penulangan Struktur Bawah (A2).....	93
4.4 Perhitungan Struktur Bawah P3 Jembatan.....	107
4.4.1 Pembebanan Pilar (P3).....	107
4.4.2 Perencanaan Struktur Pondasi Tiang Bor (P3).....	122
4.4.3 Perencanaan Penulangan Struktur Bawah (P3).....	134
BAB V KESIMPULAN.....	148
5.1 Kesimpulan.....	148
DAFTAR PUSTAKA	150
LAMPIRAN GAMBAR KERJA.....	151

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Berat Jenis	8
Tabel 2. 2 Faktor-faktor kapasitas Terzaghi	19
Tabel 2. 3 Perkiraan Modulus Elastis E	35
Tabel 4. 1 Material Baja Tulangan	49
Tabel 4. 2 Material Beton	49
Tabel 4. 3 Berat Rangka Jembatan WTT 76.5.....	52
Tabel 4. 4 Rekap Pembebanan Atas	59
Tabel 4. 5 Perhitungan Gaya Akibat Berat Sendiri Abutment.....	64
Tabel 4. 6 Perhitungan Gaya Akibat Berat Sendiri Tanah Urug.....	65
Tabel 4. 7 Perhitungan Tekanan Tanah Aktif Abutment.....	66
Tabel 4. 8 Perhitungan Tekanan Tanah Pasif Sendiri Abutment	66
Tabel 4. 9 Perhitungan Gaya Uplift Abutment	66
Tabel 4. 10 Perhitungan Gaya Akibat Berat Sendiri Abutment.....	67
Tabel 4. 11 Perhitungan Gaya Gempa pada Struktur Abutment.....	70
Tabel 4. 12 Perhitungan Gaya Gempa Akibat Beban Tanah Urug.....	72
Tabel 4. 13 Pembebanan Abutment Kondisi I.....	72
Tabel 4. 14 Pembebanan Abutment Kondisi II.....	73
Tabel 4. 15 Pembebanan Abutment Kondisi III	73
Tabel 4. 16 Pembebanan Abutment Kondisi IV	74
Tabel 4. 17 Pembebanan Abutment Kondisi V	75
Tabel 4. 18 Pembebanan Abutment Kondisi VI	76
Tabel 4. 19 Pembebanan Abutment Kondisi VII.....	77
Tabel 4. 20 Pembebanan Abutment Kondisi VIII	78
Tabel 4. 21 Rekapitulasi Pembebanan Abutment.....	79
Tabel 4. 22 Perhitungan Kontrol Stabilitas Abutment Terhadap Geser.....	80
Tabel 4. 23 Perhitungan Kontrol Stabilitas Abutment Terhadap Guling.....	80
Tabel 4. 24 Perhitungan Kontrol Stabilitas Abutment Terhadap Eksentrisitas.....	81
Tabel 4. 25 Perhitungan Kontrol Stabilitas Abutment Terhadap DDT	81
Tabel 4. 26 Gaya Geser Maksimum Dinding Tiang.....	84
Tabel 4. 27 Pendekatan Stroud Untuk Menentukan Nilai Cu	87
Tabel 4. 28 Perhitungan Tekanan Tanah Aktif Breast Wall.....	93
Tabel 4. 29 Perhitungan Gaya Akibat Berat Sendiri Pilar	109
Tabel 4. 30 Perhitungan Gaya Akibat Berat Sendiri Pilar	110
Tabel 4. 31 Perhitungan Gaya Gempa pada Struktur Pilar.....	113
Tabel 4. 32 Pembebanan Pilar Kondisi I	113
Tabel 4. 33 Pembebanan Pilar Kondisi II.....	114
Tabel 4. 34 Pembebanan Pilar Kondisi III.....	115
Tabel 4. 35 Pembebanan Pilar Kondisi IV	117
Tabel 4. 36 Pembebanan Pilar Kondisi V.....	118

Tabel 4. 37 Pembebanan Pilar Kondisi VI	119
Tabel 4. 38 Rekapitulasi Pembebanan Pilar	120
Tabel 4. 39 Perhitungan Kontrol Stabilitas Pilar Terhadap Geser	121
Tabel 4. 40 Perhitungan Kontrol Stabilitas Pilar Terhadap Guling	121
Tabel 4. 41 Perhitungan Kontrol Stabilitas Pilar Terhadap Eksentrisitas	122
Tabel 4. 42 Perhitungan Kontrol Stabilitas Pilar Terhadap DDT	122
Tabel 4. 43 Gaya Geser Maksimum Dinding Tiang	125
Tabel 4. 44 Pendekatan Stroud Untuk Menentukan Nilai Cu	128
Tabel 4. 45 Perhitungan Tekanan Aktif Pier Wall	134



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1	Tampak Atas Jembatan Baru Kereta Api Sungai Porong	3
Gambar 2. 1	Gambar Tabel Skema Pembebanan Rencana 1921 (RM21).....	9
Gambar 2. 2	Beban Lateral Kereta	11
Gambar 2. 3	Bentuk Abutment	13
Gambar 2. 4	Tinggi Pemakaian bentuk Abutment	13
Gambar 2. 5	Bentuk Pilar Jembatan Di Sungai	14
Gambar 2. 6	Gaya Luar pada Abutment	15
Gambar 2. 7	Gaya Luar pada Pilar	15
Gambar 2. 8	Gaya Aktif pada Dinding Akibat Gempa.....	17
Gambar 2. 9	Ikatan Tiang Beton Serta Pelat Penutup Tiang	22
Gambar 2. 10	Jarak Antar Tiang Pada Tiang Kelompok	23
Gambar 2. 11	Jenis Bentuk Ujung Pondasi Tiang Bor	26
Gambar 2. 12	Diagram Intensitas DDT Ujung PondasiTiang.....	27
Gambar 2. 13	Tiang Ujung Dalam Lapisan Tanah Kohesif	30
Gambar 2. 14	Efisiensi Bored Pile Kelompok	32
Gambar 2. 15	Grafik Untuk Menghitung Nilai μ_1 dan μ_0	35
Gambar 3. 1	Tampak Atas Jembatan Baru Kereta Api Sungai Porong	44
Gambar 3. 2	Potongan Melintang Sungai Porong Pada Jembatan Baru KA.....	45
Gambar 3. 3	Diagram Alir Perencanaan	47
Gambar 4. 1	Desain Melintang Jembatan Baru KA Sungai Porong.....	50
Gambar 4. 2	Desain Memanjang Jembatan Baru KA Sungai Porong WTT 76.50	51
Gambar 4. 3	Proyeksi Pembebanan Lokomotif CC 206	56
Gambar 4. 4	Proyeksi Pembebanan Kereta	56
Gambar 4. 5	Tampak Samping jembatan WTT 76,5	59
Gambar 4. 6	Rencana Bentuk Penampang Abutment	60
Gambar 4. 7	Skema Pembebanan Abutment	62
Gambar 4. 8	Berat Sendiri Abutment	63
Gambar 4. 9	Berat Sendiri Tanah Urug	64
Gambar 4. 10	Tekanan Tanah Urug	65
Gambar 4. 11	Spectrum Respons Graphic.....	68
Gambar 4. 12	Gaya Gempa pada Struktur Abutment.....	69
Gambar 4. 13	Gaya Gempa pada Tanah Urug.....	71
Gambar 4. 14	Peninjauan Beban Abutment Kondisi I	72
Gambar 4. 15	Peninjauan Beban Abutment Kondisi II	73
Gambar 4. 16	Peninjauan Beban Abutment Kondisi III.....	74
Gambar 4. 17	Peninjauan Beban Abutment Kondisi IV.....	74
Gambar 4. 18	Peninjauan Beban Abutment Kondisi V	75
Gambar 4. 19	Peninjauan Beban Abutment Kondisi VI.....	76

Gambar 4. 20	Peninjauan Beban Abutment Kondisi VII	77
Gambar 4. 21	Peninjauan Beban Abutment Kondisi VIII	78
Gambar 4. 22	Data Bore Log A2.....	82
Gambar 4. 23	Grafik Daya Dukung Ultimate Tanah Pondasi pada Ujung Tiang	83
Gambar 4. 24	Konfigurasi Pondasi Tiang Bor Kelompok	85
Gambar 4. 25	Jarak Antar Tiang Bor Kelompok.....	88
Gambar 4. 26	Distribusi Beban Maksimum Pada Kelompok Tiang	89
Gambar 4. 27	Skema Penyebaran Penurunan Pondasi Abutment	91
Gambar 4. 28	Grafik Plotting Nilai μ_1 dan μ_0	92
Gambar 4. 29	Peninjauan Gaya Penulangan Abutment A2	93
Gambar 4. 30	Konfigurasi Tiang Bor Kelompok	97
Gambar 4. 31	Kondisi Kritis Pada Pile Cap Akibat Geser Satu Arah	100
Gambar 4. 32	Kondisi Kritis Pada Pile Cap Akibat Geser Dua Arah.....	101
Gambar 4. 33	Penampang Persegi Ekuivalen Dan Penampang Lingkaran.....	104
Gambar 4. 34	Tegangan Dan Regangan Penampang Persegi Ekuivalen	105
Gambar 4. 35	Rencana Bentuk Penampang Pilar.....	107
Gambar 4. 36	Skema Pembebanan Pilar	108
Gambar 4. 37	Berat Sendiri Pilar	109
Gambar 4. 38	Spectrum Respons Graphic	111
Gambar 4. 39	Gaya Gempa pada Struktur Pilar.....	112
Gambar 4. 40	Peninjauan Beban Pilar Kondisi I.....	114
Gambar 4. 41	Peninjauan Beban Pilar Kondisi II	115
Gambar 4. 42	Peninjauan Beban Pilar Kondisi III.....	116
Gambar 4. 43	Peninjauan Beban Pilar Kondisi IV	117
Gambar 4. 44	Peninjauan Beban Pilar Kondisi V	118
Gambar 4. 45	Peninjauan Beban Pilar Kondisi VI.....	119
Gambar 4. 46	Data Bore Log P3	123
Gambar 4. 47	Grafik Daya Dukung Ultimate Tanah Pondasi pada Ujung Tiang	124
Gambar 4. 48	Konfigurasi Pondasi Tiang Bor Kelompok	126
Gambar 4. 49	Jarak Antar Tiang Bor Kelompok.....	129
Gambar 4. 50	Distribusi Beban Maksimum Pada Kelompok Tiang	130
Gambar 4. 51	Skema Penyebaran Penurunan Pondasi Pilar	132
Gambar 4. 52	Grafik Plotting Nilai μ_1 dan μ_0	133
Gambar 4. 53	Peninjauan Gaya Penulangan Pilar P3.....	134
Gambar 4. 54	Jarak Antar Tiang Bor Kelompok.....	138
Gambar 4. 55	Kondisi Kritis Pada Pile Cap Akibat Geser Satu Arah	141
Gambar 4. 56	Kondisi Kritis Pada Pile Cap Akibat Geser Dua Arah.....	142
Gambar 4. 57	Penampang Persegi Ekuivalen Dan Penampang Lingkaran.....	145
Gambar 4. 58	Tegangan Dan Regangan Penampang Persegi Ekuivalen	146



SURAT KETERANGAN LOLOS PLAGIASI

Mahasiswa/i atas nama,

Nama : Agus Aulia Setiariawan

NIM : 201910340311132

Telah dinyatakan memenuhi standar maksimum plagiasi dengan hasil,

BAB 1 8 % $\leq 10\%$

BAB 2 15 % $\leq 25\%$

BAB 3 11 % $\leq 35\%$

BAB 4 13 % $\leq 15\%$

BAB 5 4 % $\leq 5\%$

Naskah Publikasi 13 % $\leq 20\%$

Malang, 14 Agustus 2024

Sandi Wahyudiono, ST., MT

DAFTAR PUSTAKA

- Suwandi. 2020. *Pembangunan Jembatan Kereta Api*. Yogyakarta: Penerbit Deepublish.
- Badan Standarisasi Nasional. 2016. *SNI 1725:2016 Pembebanan untuk Jembatan*. Jakarta: Standar Nasional Indonesia.
- Peraturan Menteri Perhubungan. 2012. *PM. 60 Tahun 2012 Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api*. Jakarta: Menteri Perhubungan
- Badan Standarisasi Nasional. 2016. *SNI 2833:2016 Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa*. Jakarta: Standar Nasional Indonesia.
- Badan Standarisasi Nasional. 2019. *SNI 2847:2019 Prsyarat Beton Struktural untuk Bangunan*. Jakarta: Standar Nasional Indonesia.
- Hardiyatmo, H. C. 2011. *Analisis Dan Perancangan Fondasi I*, Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, H. C. 1996. *Teknik Pondasi I*, Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Hardiyatmo, H. C. 2008. *Teknik Pondasi II*, Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Das, Braja M. 1995. *Mekanika Tanah (Pinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid II*, Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Sosrodarsono, S dan Nakazawa. 1980. *Mekanika Tanah & Teknik Pondasi*. Jakarta: PT. Pradya Paramita.
- Dipohusodo, Itimawan. 1991. *Struktur Beton Bertulang*, Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Bowles, Joseph E. 1991. *Analisis dan Desain Pondasi Jilid II*, Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Pamungkas, Anugrah dan Harianti, Erny. 2013. *Desain Pondasi Tahan Gempa*. Yogyakarta: CV. Andi Offset.
- Raharjo, Paulus P. 2013. *Manual Pondasi Tiang*. Bandung: Universitas Katolik Parahyangan.