

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
INTISARI.....	xiv
<i>ABSTRACT</i>	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Fondasi Tiang Pancang.....	5
2.2 Fondasi Tiang Pancang Kelompok.....	6
2.3 Jarak Tiang	7
2.4 Tiang Miring.....	8
2.5 Konfigurasi Tiang.....	9
2.6 Studi Terdahulu	10
2.7 Kebaruan Penelitian	12
BAB 3 LANDASAN TEORI.....	13
3.1 Interpretasi Data Tanah	13
3.2 Daya Dukung Tiang Pancang Tunggal.....	14
3.3 Daya Dukung Lateral	15
3.4 Beban Lateral Izin	18
3.5 Efisiensi Tiang Kelompok.....	19



3.6 Daya Dukung Tiang Kelompok.....	19
3.7 <i>Negative Skin Friction</i>	21
3.8 <i>Winkler Model of an Elastic Foundation</i>	23
3.9 GEO5.....	24
3.9.1 NAFVAC DM 7.2.....	25
3.9.2 <i>Constant</i>	26
3.9.3 <i>Linear Modulus of Subsoil Reaction</i>	27
3.9.4 CSN 73 1004 (2020)	27
3.9.5 Vesic	28
3.10 RSPile (<i>Rocscience Pile</i>).....	28
3.10.1 Metode <i>t-z curves</i>	29
3.10.2 Metode <i>p-y curves</i>	31
BAB 4 METODE PENELITIAN.....	35
4.1 Lokasi Penelitian	35
4.2 Prosedur Penelitian.....	35
4.3 Studi Literatur	38
4.4 Data	38
4.4.1 Data Penyelidikan Tanah.....	39
4.4.2 Desain Awal Fondasi Tiang Pancang	40
4.4.3 Pembebanan	42
4.5 Metode Penelitian.....	45
4.5.1 Parameter Fondasi Tiang Pancang	45
4.6 Permodelan GEO5.....	46
4.6.1 Tiang tunggal.....	47
4.6.2 Tiang kelompok.....	47
4.7 Permodelan RSPile.....	48
BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	51
5.1 Stratigrafi Tanah	51
5.2 Perbandingan Analisis Secara Analitis dan Permodelan Numerik.....	54
5.2.1 Analisis beban tiang tunggal	54
5.2.2 Perhitungan Kapasitas Dukung Tiang Tunggal Secara Analitis.....	55
5.2.3 Perhitungan Tahanan Lateral Tiang Tunggal Secara Analitis	57
5.2.4 Perhitungan Defleksi Tiang Tunggal Secara Analitis.....	58



5.2.5 Analisis Kapasitas Dukung Tiang Tunggal Menggunakan GEO5	59
5.2.6 Analisis Defleksi Tiang Tunggal Menggunakan GEO5	60
5.2.7 Analisis Kapasitas Dukung Tiang Tunggal Menggunakan RSPile	63
5.2.8 Analisis Defleksi Tiang Tunggal Menggunakan RSPile	65
5.2.9 Perbandingan Hasil Analisis Tiang Tunggal Secara Analitis dan Numerik	67
5.3 Perbandingan Analisis Tiang Kelompok Menggunakan GEO5 dan RSPile	70
5.4 Distribusi Beban dalam Sistem Fondasi Tiang Kelompok.....	73
5.5 Penentuan Variasi Desain Tiang Kelompok untuk Faktor Koreksi Tiang Tunggal.....	76
5.5.1 Analisis <i>Negative Skin Friction</i> (NSF) pada Tiang Kelompok	78
5.6 Analisis Faktor Koreksi Tiang Tunggal Terhadap Tiang Kelompok	84
5.6.1 Analisis Defleksi Lateral Tiang Tunggal Menggunakan Metode Broms (1964)	84
5.6.2 Analisis Defleksi Lateral Tiang Kelompok Menggunakan RSPile	85
5.6.3 Faktor Koreksi Defleksi Lateral Tiang tunggal Terhadap Tiang Kelompok.....	88
5.7 Penerapan Penggunaan Faktor Koreksi.....	96
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN.....	100
6.1 Kesimpulan.....	100
6.2 Saran.....	101
DAFTAR PUSTAKA	102
LAMPIRAN A	106
LAMPIRAN B	107
LAMPIRAN C	108
LAMPIRAN D	109
LAMPIRAN E.....	110
LAMPIRAN F.....	114
LAMPIRAN G	115

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Panjang dan beban maksimum untuk berbagai macam tipe tiang yang umum dipakai (Modifikasi dari Carson, 1965).....	6
Gambar 2.2	Distribusi tegangan yang terjadi di sekitar tiang (Fayyazi, 2015).....	6
Gambar 2.3	Perbandingan tekanan pada tiang tunggal dan tiang kelompok: a) Tiang tunggal, b) Tiang kelompok (Tomlison, 1977).....	7
Gambar 2.4	Penyebaran tegangan pada tiang dan tiang kelompok: a) Tiang tunggal, b) Tiang kelompok dengan $S > 6D$, c) Tiang kelompok dengan $2D < S < 6D$ (Muhsin et al., 2023).....	8
Gambar 2.5	Rekomendasi tiang miring (Modifikasi dari Beresantew dalam Sardjono, 1988).....	9
Gambar 2.6	Pola tiang kelompok pancang khusus untuk kaki tunggal (Modifikasi dari Bowles, 1991).....	9
Gambar 2.7	Pola tiang kelompok pancang khusus: a) Untuk kaki tunggal, b) Untuk dinding fondasi (Modifikasi dari Bowles, 1991).....	10
Gambar 3.1	Faktor adhesi (α) untuk tiang pancang tanah kohesif (McClelland, 1974).	15
Gambar 3.2	Gesekan negatif pada tiang tunggal: a) sebelum terjadi gesekan negatif pada tiang, b) sesudah terjadi gesekan negatif pada tiang.	21
Gambar 3.3	Gesekan negatif pada tiang kelompok.	22
Gambar 3.4	<i>Winkler's model of elastic foundation</i> (Bodur dkk., 2019).....	23
Gambar 3.5	<i>Boundary conditions</i> (Bodur dkk., 2019).	24
Gambar 3.6	Grafik untuk menentukan koefisien N_c (Geotechnical Software, 2022).....	26
Gambar 3.7	Mekanisme transfer beban aksial pada fondasi tiang dan <i>spring mass</i> model (Rocscience Inc., 2022).	29
Gambar 3.8	<i>Free body diagram</i> dari segmen tiang (Rocscience Inc., 2022).	30
Gambar 3.9	Distribusi tegangan tiang pancang terhadap beban lateral: a) Tiang diberi beban lateral, b) Tegangan awal sebelum terjadi defleksi, c) Tegangan akhir setelah terjadi defleksi (Rocscience Inc., 2022).....	31
Gambar 3.10	Metode $p-y$ untuk analisis tiang terhadap beban lateral (Mostafa, 2022).	32
Gambar 3.11	<i>Spring mass model</i> untuk menghitung respons lateral tiang yang terbebani (Rocscience Inc., 2022).	34
Gambar 4.1	Lokasi penelitian.....	35
Gambar 4.2	Bagan alir penelitian.....	37
Gambar 4.3	Titik <i>boring</i> dan <i>sondir</i> pada lokasi penelitian.	39
Gambar 4.4	Visualisasi 3D desain perencanaan jembatan.	41
Gambar 4.5	Rekomendasi desain konfigurasi tiang pancang tampak atas.....	41
Gambar 4.6	Rekomendasi desain konfigurasi tiang pancang tampak samping.	41
Gambar 4.7	Modeling struktur atas dengan menggunakan SAP2000.....	42
Gambar 4.8	<i>Design code LRFD</i>	43
Gambar 4.9	<i>Design code ASD</i>	44
Gambar 4.10	Struktur fondasi tiang pancang.	46



Gambar 4.11	Tampilan tiang tunggal pada program GEO5	47
Gambar 4.12	Pengaturan <i>pile cap</i> dalam GEO5	48
Gambar 4.13	Tampilan tiang kelompok program GEO5	48
Gambar 4.14	Skema permodelan pada RSPile: a) Kapasitas tiang tunggal, b) Defleksi tiang tunggal, c) Defleksi tiang kelompok.....	50
Gambar 5.1	Stratigrafi tanah BH-01	51
Gambar 5.2	Stratigrafi tanah BH-02	52
Gambar 5.3	Korelasi Stratigrafi tanah BH-01 dan <i>sondir</i> S-01	53
Gambar 5.4	Korelasi Stratigrafi tanah BH-02 dan <i>sondir</i> S-02	53
Gambar 5.5	Hasil permodelan kapasitas dukung tiang tunggal (GEO5): a) Diameter 450 mm, b) Diameter 500 mm, c) Diameter 600 mm.	59
Gambar 5.6	Hasil permodelan defleksi lateral tiang tunggal diameter 500 mm (GEO5): a) <i>Constant</i> , b) <i>Linear</i> , c) CSN 73 1004, d) <i>Vesic</i>	62
Gambar 5.7	Grafik perbandingan hasil analisis defleksi lateral tiang tunggal (GEO5).....	63
Gambar 5.8	Hasil permodelan kapasitas dukung tiang tunggal (RSPile): a) Diameter 450 mm, b) Diameter 500 mm, c) Diameter 600 mm.	65
Gambar 5.9	Hasil permodelan defleksi lateral tiang tunggal (RSPile): a) Diameter 450 mm, b) Diameter 500 mm, c) Diameter 600 mm.	67
Gambar 5.10	Grafik perbandingan hasil analisis kapasitas dukung tiang tunggal.....	68
Gambar 5.11	Grafik perbandingan hasil analisis defleksi lateral tiang tunggal.....	70
Gambar 5.12	Hasil analisis defleksi lateral tiang kelompok: a) Perangkat lunak GEO5, b) Perangkat lunak RSPile.....	72
Gambar 5.13	Grafik perbandingan hasil analisis defleksi lateral tiang kelompok antara GEO5 dan RSPile.	73
Gambar 5.14	Dimensi <i>pile cap</i> pada desain perencanaan.	74
Gambar 5.15	Letak titik beban lateral pada desain perencanaan.	74
Gambar 5.16	Hasil permodelan setiap skenario: a) Skenario 1, b) Skenario 2, c) Skenario 3, d) Skenario 4.	76
Gambar 5.17	Skema konfigurasi fondasi tiang kelompok.	78
Gambar 5.18	Hasil kapasitas dukung tiang tunggal untuk analisis NSF (RSPile): a) Diameter 450 mm, b) Diameter 500 mm, c) Diameter 600 mm.	80
Gambar 5.19	Hasil analisis defleksi lateral tiang kelompok menggunakan RSPile (faktor koreksi): a) Beban 30 kN, b) Beban 50 kN, c) Beban 75 kN. ..	86
Gambar 5.20	Grafik perbandingan defleksi lateral tiang tunggal terhadap faktor koreksi pada desain tiang kelompok menggunakan diameter 500 mm dan konfigurasi 2 baris tiang.	89
Gambar 5.21	Grafik untuk variasi desain diameter 450 mm dan konfigurasi 1 baris tiang... ..	90
Gambar 5.22	Grafik untuk variasi desain diameter 450 mm dan konfigurasi 2 baris tiang... ..	90
Gambar 5.23	Grafik untuk variasi desain diameter 450 mm dan konfigurasi 3 baris tiang... ..	90
Gambar 5.24	Grafik untuk variasi desain diameter 500 mm dan konfigurasi 1 baris tiang... ..	91
Gambar 5.25	Grafik untuk variasi desain diameter 500 mm dan konfigurasi 2 baris tiang... ..	91
Gambar 5.26	Grafik untuk variasi desain diameter 500 mm dan konfigurasi 3 baris tiang... ..	91
Gambar 5.27	Grafik untuk variasi desain diameter 600 mm dan konfigurasi 1 baris tiang... ..	92



Pengembangan Persamaan Faktor Koreksi Defleksi Lateral Tiang Tunggal Terhadap Perilaku Tiang Kelompok (Studi Kasus : Jembatan Sungai Tanjung Laut Indah Kota Bontang)

muhammad ahlul hurum, Prof. Dr. es.sc.tech. Ir. Ahmad Rifaâ€™i, M.T.,IPM., ASEAN.Eng. ; Dr.Eng. Ir. Sito Ismant

Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

UNIVERSITAS
GADJAH MADA

Gambar 5.28	Grafik untuk variasi desain diameter 600 mm dan konfigurasi 2 baris tiang... 92
Gambar 5.29	Grafik untuk variasi desain diameter 600 mm dan konfigurasi 3 baris tiang... 92
Gambar 5.30	Grafik hasil variasi defleksi tiang tunggal pada persamaan faktor koreksi..... 94
Gambar 5.31	<i>Trendline</i> grafik hasil input variasi defleksi tiang tunggal pada persamaan faktor koreksi..... 94
Gambar 5.32	Grafik persamaan faktor koreksi untuk 1 baris tiang. 95
Gambar 5.33	Grafik persamaan faktor koreksi untuk 2 dan 3 baris tiang..... 95
Gambar 5.34	Grafik perbandingan hasil defleksi lateral tiang kelompok antara pendekatan analitis dan RSPile..... 99

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Jarak minimum tiang (Teng, 1962).....	8
Tabel 2.2	Jarak minimum tiang (Teng, 1962).....	8
Tabel 3.1	Nilai su tanah lempung dari hasil N-SPT (Look, 2014 dalam Nurroyyan, 2024).....	13
Tabel 3.2	Nilai γ dan ψ sat tiap jenis tanah (Look, 2014 dalam Nurroyyan, 2024).....	13
Tabel 3.3	Beban lateral ijin pada tiang vertikal, untuk defleksi maksimum 6 mm dan $F=3$ (McNulty, 1956).	18
Tabel 3.4	Koefisien Kdtg δ' saran dari Broms (1976) (Hardiyatmo, 2023).	23
Tabel 3.5	Saran yang diberikan untuk nilai modulus lateral (Bowles, 1991).....	27
Tabel 3.6	Nilai ε_{50} untuk lempung terkonsolidasi normal (Reese dan Van Impe, 2011 dalam Nurroyyan, 2024).....	32
Tabel 4.1	Data hasil penyelidikan tanah pada titik BH-02.	39
Tabel 4.2	Data hasil penyelidikan tanah pada titik BH-01.	40
Tabel 4.3	Gaya yang bekerja tiap <i>joint</i> pada jembatan dari hasil analisis SAP2000.....	42
Tabel 4.4	Gaya total yang bekerja pada jembatan dari hasil analisis SAP2000.	42
Tabel 4.5	Kombinasi <i>allowable stress design</i> (ASD).	43
Tabel 4.6	Gaya yang bekerja tiap <i>joint</i> pada jembatan dengan kombinasi beban ASD. ...	44
Tabel 4.7	Gaya total yang bekerja pada jembatan dengan kombinasi beban ASD.	44
Tabel 4.8	Parameter <i>spun pile</i>	46
Tabel 4.9	Input parameter tanah GEO5.	46
Tabel 4.10	Input parameter tanah RSPile.	49
Tabel 5.1	Parameter lapisan tanah.	54
Tabel 5.2	Hasil perhitungan Qs tiang pancang.	56
Tabel 5.3	Rekapitulasi hasil analisis kapasitas tiang tunggal secara analitis.	57
Tabel 5.4	Rekapitulasi hasil analisis lateral tiang tunggal secara analitis.	59
Tabel 5.5	Rekapitulasi hasil analisis kapasitas tiang tunggal menggunakan GEO5.	60
Tabel 5.6	Rekapitulasi hasil analisis defleksi lateral tiang tunggal menggunakan GEO5.....	62
Tabel 5.7	Rekapitulasi hasil analisis kapasitas tiang tunggal menggunakan RSPile.	65
Tabel 5.8	Rekapitulasi hasil analisis defleksi lateral tiang tunggal menggunakan RSPile.....	67
Tabel 5.9	Perbandingan hasil analisis kapasitas dukung tiang tunggal.	68
Tabel 5.10	Perbandingan hasil analisis defleksi lateral tiang tunggal.	69
Tabel 5.11	Variasi permodelan tiang kelompok.	71
Tabel 5.12	Rekapitulasi hasil analisis defleksi lateral tiang kelompok.	71
Tabel 5.13	Rekapitulasi hasil analisis defleksi lateral tiang kelompok.	75
Tabel 5.14	Persyaratan teknis jalan untuk ruas jalan dalam sistem jaringan jalan sekunder (Kementerian PUPR, 2023).	78
Tabel 5.15	Rekapitulasi hasil kapasitas dukung tiang tunggal untuk analisis NSF (RSPile).	80



Tabel 5.16	Rekapitulasi faktor aman tiang kelompok diameter 450 mm terhadap pengaruh NSF.	82
Tabel 5.17	Rekapitulasi faktor aman tiang kelompok terhadap pengaruh NSF.	83
Tabel 5.18	Variasi desain fondasi tiang kelompok.	83
Tabel 5.19	Rekapitulasi hasil analisis defleksi lateral tiang tunggal (faktor koreksi).	85
Tabel 5.20	Rekapitulasi hasil analisis defleksi lateral tiang kelompok menggunakan RSPile (faktor koreksi).	87
Tabel 5.21	Rekapitulasi hasil analisis defleksi lateral tiang tunggal (Broms) dan tiang kelompok (RSPile).	88
Tabel 5.22	Desain tiang kelompok menggunakan diameter 500 mm dan konfigurasi 2 baris tiang.	89
Tabel 5.23	Rekapitulasi persamaan faktor koreksi tiang tunggal setiap variasi desain.....	93
Tabel 5.24	Rekapitulasi hasil variasi defleksi tiang tunggal pada persamaan faktor koreksi.	93
Tabel 5.25	Rekapitulasi persamaan faktor koreksi tiang tunggal.....	95
Tabel 5.26	Rekapitulasi hasil defleksi tiang kelompok menggunakan pendekatan analitis dan RSPile.....	99