

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	17
I.1 Latar Belakang.....	17
I.2 Rumusan Masalah.....	18
I.3 Maksud dan Tujuan Penelitian	18
I.4 Batasan Masalah	19
I.5 Ruang Lingkup	19
I.6 Manfaat Penulisan.....	20
I.7 Metode Penulisan.....	20
I.8 Hipotesis Penelitian	21
I.9 Jadwal Rencana Penelitian	22
BAB II STUDI PUSTAKA.....	23
II.1 Tanah	23
II.2 Penyelidikan Tanah	23
II.3 Parameter Tanah.....	24
II.4 Parameter Tanah Dinamik.....	27
II.5 Kapasitas Dukung Lateral	28
II.5.1 Kapasitas Dukung Lateral Izin	30
II.6 Metode Perhitungan Kapasitas Dukung Lateral.....	30
II.6.1 Metode Brinch Hansen	32
II.6.2 Metode Broms	33
II.6.3 Metode Kurva p-y.....	39
II.6.4 Metode Elemen Hingga.....	41
II.7 Beban Gempa	42

II.7.1 Sumber Gempa	43
II.7.2 Mekanisme Sumber	44
II.7.3 Pergerakan Tanah (<i>Ground Motion</i>)	44
II.7.4 Klasifikasi Situs.....	44
II.8 Studi Terdahulu	45
II.8.1 <i>Empirical And Numerical Study of The Static Lateral Response of Socketed Pile in Dubai (Mughidea O, dan Alzo 'ubi, 2022)</i>	45
II.8.2 <i>Comparative Analysis of Single Pile with Embedded Beam Row and Volume Pile Modeling under Seismic Load (Putri Sumarsono et al., 2023)</i> 46	
II.8.3 Defleksi Lateral Tiang Tunggal Akibat Beban Lateral Pada Tanah Lempung (<i>Jirjisul Ba'ist et al., 2020</i>)	46
II.8.4 Analisis Defleksi Lateral Tiang Tunggal <i>Free-End Pile</i> Pada tanah Kohesif (<i>Kristianto et al., 2017</i>)	47
II.8.5 <i>Modelling of Dynamic Pile Behavior During an Earthquake Using PLAXIS 2D (2015)</i>	47
II.8.6 <i>Effect of Earthquake on Combined Pile–Raft Foundation (Deepankar Choudhury, Ashutosh Kumar, dan Rolf Katzenbach, 2016)</i>	48
II.8.7 <i>Response of Static and Cyclic Laterally Loaded Rigid Piles in Sand (Hongyu Qin dan Wei Dong Guo, 2016)</i>	49
II.8.8 <i>Analysis and Design of Micropile-Supported Wall to Resist Lateral Deflection of Existing Railroad Bridge Abutment (Samer R dan Rabab'ah, 2014)</i>	49
II.8.9 <i>Dynamic analysis of Laterally loaded pile groups in sand and clay (Mostafa Y dan El Naggar M, 2002)</i>	50
II.8.10 <i>Numerical Analysis of Behavior under Lateral Loads in Layered Elastic-Plastic Soils (Zhaohui Yang dan Boris Jeremic , 2002)</i>	50
BAB III METODE PENELITIAN.....	54
III.1 Umum.....	54
III.2 Studi Pustaka.....	55
III.3 Pengumpulan Data	56
III.4 Penentuan Stratifikasi dan Parameter Tanah.....	56
III.5 Analisis Kapasitas Dukung Lateral.....	57
III.5.1 Kapasitas Dukung Lateral Statik.....	57
III.5.2 Kapasitas Dukung Lateral Dinamik	68
III.6 Hasil dan Pembahasan.....	79

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	80
IV.1 Umum	80
IV.2 Stratifikasi Tanah	80
IV.3 Penentuan Parameter.....	81
IV.3.1 Parameter Berat Jenis Tanah (γ)	82
IV.3.2 Parameter <i>Undrained Cohesion</i> (C_u)	82
IV.3.3 Parameter Sudut Geser Total (ϕ)	83
IV.3.4 Parameter Modulus Elastisitas Tanah (E).....	83
IV.3.5 Parameter Poisson Ratio (ν')	83
IV.3.6 Parameter Koefisien Permeabilitas	84
IV.4 Penentuan Parameter Dinamik.....	84
IV.4.2 Modulus Geser Maksimum (G_0 atau G_{max})	87
IV.4.3 Regangan Geser ($\gamma_{0,7}$)	87
IV.4.4 Damping Ratio, Rayleigh α dan Rayleigh β	88
IV.5 Kapasitas Dukung Lateral dengan Analisis Statik.....	91
IV.5.1 Metode Broms.....	91
IV.5.2 Metode Kurva p-y	97
IV.5.3 Metode Elemen Hingga 2D (FEM 2D).....	101
IV.5.4 Metode Elemen Hingga 3D (FEM 3D).....	107
IV.6 Kapasitas Dukung Lateral dengan Analisis Dinamik	113
IV.6.1 Metode Elemen Hingga 2D (FEM 2D).....	115
IV.6.2 Metode Elemen Hingga 3D (FEM 3D).....	120
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	128
V.1 Kesimpulan	128
V.2 Saran.....	129
DAFTAR PUSTAKA	130
LAMPIRAN.....	133

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Korelasi N-SPT dengan c_u (Terzaghi, 1943)	24
Gambar II.2 Korelasi N-SPT dengan Sudut Geser (Terzaghi & Peck, 1967).....	25
Gambar II.3 Korelasi Berat Jenis untuk Non Kohesif dan Kohesif (Bowles)	25
Gambar II.4 Aplikasi Pondasi Tiang Menahan Beban Arah Lateral	29
Gambar II.5 Definisi Tiang Kepala Terjepit dan Bebas (Sumber : McNulty, 1956 dalam Hardiyatmo, 2015).....	30
Gambar II.6 Reaksi Tanah, Geser dan Momen Lentur pada Metode Brinch Hansen (Paulous, 1960)	32
Gambar II.7 Grafik Hubungan K_q dan K_c terhadap nilai ϕ dan z/d	33
Gambar II.8 Tiang Pendek Pada Tanah Lempung (Das, 1999)	36
Gambar II.9 Tiang Panjang Pada Tanah Lempung (Das, 1999).....	36
Gambar II.10 Tiang Pendek Pada Tanah Pasir (Das, 1999)	37
Gambar II.11 Tiang Panjang Pada Tanah Pasir (Das, 1999)	37
Gambar II.12 Defleksi Pada Permukaan Tanah Pada Tanah Lempung (Das, 1999)	38
Gambar II.13 Defleksi Pada Permukaan Tanah Pada Tanah Pasir (Das, 1999) ...	38
Gambar II.14 Pembagian Tiang menjadi beberapa bagian dan representasi Tiang yang Terdefleksi (Matlock, 1970).....	39
Gambar II.15 (a) Bentuk Kurva p-y di Beberapa Kedalaman (b) Kurva diplot pada sumbu-sumbu yang sama (Matlock, 1970)	40
Gambar II.16 Pemodelan Kurva p-y dengan program LPILE (Matlock, 1970) ...	40
Gambar II.17 Perbedaan Perilaku Perpindahan akibat Beban pada PLAXIS 2D dan PLAXIS 3D.....	41
Gambar II.18 Peta Gempa (SNI 1726:2019).....	42
Gambar II.19 Lokasi Sesar Lembang (Google, 2023)	43
Gambar II.20 Hasil analisis Broms, FEM 3D dan kurva p-y (Mughidea O, 2022)	45
Gambar II.21 Model FEM 2D dengan <i>Embedded Beam Row</i> dan Model FEM 3D dengan <i>Volume Pile</i>	46
Gambar II.22 Perbandingan Defleksi (Kristianto dkk, 2017).....	47
Gambar II.23 Model Dinamik FEM 2D (B. van der Kwaak, 2015)	48
Gambar II.24 Mekanisme Pembebanan Uji Lateral Laboratorium (Qin dan Guo, 2016)	49

Gambar II.25 Defleksi (Zhaohui dan Boris, 2002)	50
Gambar III.1 Diagram Alur Penelitian.....	55
Gambar III.2 Diagram Alir Dari Analisis Menggunakan Program LPILE.....	58
Gambar III.3 Penentuan Jenis Tiang.....	58
Gambar III.4 Input Diameter dan Panjang Pondasi Tiang.....	59
Gambar III.5 Input Rebars (Tulangan).....	59
Gambar III.6 Kedalaman Tanah Setiap Lapisan	59
Gambar III.7 Lapisan Tanah (3D view)	59
Gambar III.8 Loading Condition.....	60
Gambar III.9 Output Program LPILE (Grafik).....	60
Gambar III.10 Output Program LPILE (Deskriptif)	60
Gambar III.11 Diagram Alir Analisis Menggunakan PLAXIS 2D dan 3D (statik)	61
Gambar III.12 Tampilan <i>Project Properties</i> PLAXIS 2D	62
Gambar III.13 Tampilan <i>Tools Material</i>	62
Gambar III.14 Pemodelan Pondasi Tiang dengan Embedded Beam	63
Gambar III.15 Membuat <i>Point Displacement</i>	63
Gambar III.16 <i>Menu Mesh</i>	64
Gambar III.17 Tampilan <i>Stage Construction</i>	64
Gambar III.18 Tampilan Menu Output (Force)	65
Gambar III.19 Tampilan <i>Project Properties</i> PLAXIS 3D	65
Gambar III.20 Tampilan <i>Tools Material</i>	66
Gambar III.21 Pemodelan Pondasi Tiang dengan Embedded Beam	66
Gambar III.22 Membuat <i>Point Prescribed Displacement</i>	67
Gambar III.23 <i>Menu Mesh</i>	67
Gambar III.24 Tampilan <i>Stage Construction</i>	68
Gambar III.25 Tampilan Menu Output (Force)	68
Gambar III.26 Diagram Alir Analisis Menggunakan PLAXIS 2D dan 3D (dinamik)	69
Gambar III.27 Tampilan <i>Project Properties</i> PLAXIS 2D	70
Gambar III.28 Tampilan <i>Tools Material</i>	70
Gambar III.29 Input <i>Ground Motion</i>	72
Gambar III.30 Pemodelan Pondasi Tiang dengan Embedded Beam	72

Gambar III.31 Pemberian Beban Lateral di Kepala Tiang	73
Gambar III.32 <i>Menu Mesh</i>	73
Gambar III.33 Tampilan <i>Stage Construction</i>	74
Gambar III.34 Tampilan Menu <i>Output (Force)</i>	74
Gambar III.35 Tampilan <i>Project Properties</i> PLAXIS 3D.....	75
Gambar III.36 Tampilan <i>Tools Material</i>	75
Gambar III.37 Input <i>Ground Motion</i>	77
Gambar III.38 Pemodelan Pondasi Tiang dengan <i>Embedded Beam</i>	77
Gambar III.39 Pemberian Beban Lateral di Kepala Tiang	78
Gambar III.40 <i>Menu Mesh</i>	78
Gambar III.41 Tampilan <i>Stage Construction</i>	79
Gambar III.42 Tampilan Menu <i>Output (Force)</i>	79
Gambar IV.1 Lokasi Penelitian dan Titik Borlog.....	80
Gambar IV.2 Stratifikasi Tanah: (a) Potongan A-A dan (b) Potongan B-B	81
Gambar IV.3 Parameter Berat Isi (γ)	82
Gambar IV.4 Parameter <i>Undraianed Cohesion</i> (C_u).....	82
Gambar IV.5 Parameter Sudut Geser (ϕ).....	83
Gambar IV.6 Respon Spektrum Kota Bandung (Tanah Lunak).....	85
Gambar IV.7 Respon Spektrum Kota Bandung (Tanah Lunak).....	85
Gambar IV.8 Target Spektrum.....	86
Gambar IV.9 Ground Motion Sebelum Diskalakan (a) dan Ground Motion Setelah Diskalakan (b).....	87
Gambar IV.10 Spektrum Sebelum Diskalakan (a) dan Spektrum Setelah Diskalakan (b).....	87
Gambar IV.11 Hasil Analisis Metode Kurva p-y Kondisi <i>Free Head</i> : Defleksi, Bending Moment, dan Kapasitas Lateral Pada Tanah Lempung.....	98
Gambar IV.12 Hasil Analisis Metode Kurva p-y Kondisi <i>Fixed Head</i> : Defleksi, Bending Moment, dan Kapasitas Lateral Pada Tanah Lempung.....	98
Gambar IV.13 Hasil Analisis Metode Kurva p-y Kondisi <i>Free Head</i> : Defleksi, Bending Momen, dan Kapasitas Lateral Pada Tanah Pasir	99
Gambar IV.14 Hasil Analisis Metode Kurva p-y Kondisi <i>Fixed Head</i> : Defleksi, Bending Momen, dan Kapasitas Lateral Pada Tanah Pasir	99
Gambar IV.15 Hasil Analisis Metode Kurva p-y Kondisi <i>Free Head</i> : Defleksi, Bending Momen, dan Kapasitas Lateral Pada Tanah Berlapis	100

Gambar IV.16 Hasil Analisis Metode Kurva p-y Kondisi <i>Fixed Head</i> : Defleksi, Bending Momen, dan Kapasitas Lateral Pada Tanah Berlapis	100
Gambar IV.17 Hasil Analisis Statik FEM 2D Kondisi <i>Free Head</i> : Defleksi, Bending Moment, dan Kapasitas Lateral Pada Tanah Lempung.....	102
Gambar IV.18 Hasil Analisis Statik FEM 2D Kondisi <i>Fixed Head</i> : Defleksi, Bending Moment, dan Kapasitas Lateral Pada Tanah Lempung.....	102
Gambar IV.19 Hasil Analisis Statik FEM 2D Kondisi <i>Free Head</i> : Defleksi, Bending Moment, dan Kapasitas Lateral Pada Tanah Pasir	103
Gambar IV.20 Hasil Analisis Statik FEM 2D Kondisi <i>Fixed Head</i> : Defleksi, Bending Moment, dan Kapasitas Lateral Pada Tanah Pasir	104
Gambar IV.21 Hasil Analisis Statik FEM 2D Kondisi <i>Free Head</i> : Defleksi, Bending Moment, dan Kapasitas Lateral Pada Tanah Berlapis.....	105
Gambar IV.22 Hasil Analisis Statik FEM 2D Kondisi <i>Fixed Head</i> : Defleksi, Bending Moment, dan Kapasitas Lateral Pada Tanah Berlapis.....	105
Gambar IV.23 Perbandingan Hasil Analisis Statik FEM 2D dan Kurva p-y Kondisi <i>Free Head</i>	106
Gambar IV.24 Perbandingan Hasil Analisis Statik FEM 2D dan Kurva p-y Kondisi <i>Fixed Head</i>	106
Gambar IV.25 Hasil Analisis Statik FEM 3D Kondisi <i>Free Head</i> : Defleksi, Bending Moment, dan Kapasitas Lateral Pada Tanah Lempung.....	108
Gambar IV.26 Hasil Analisis Statik FEM 3D Kondisi <i>Fixed Head</i> : Defleksi, Bending Moment, dan Kapasitas Lateral Pada Tanah Lempung.....	108
Gambar IV.27 Hasil Analisis Statik FEM 3D Kondisi <i>Free Head</i> : Defleksi, Bending Moment, dan Kapasitas Lateral Pada Tanah Pasir	109
Gambar IV.28 Hasil Analisis Statik FEM 3D Kondisi <i>Fixed Head</i> : Defleksi, Bending Moment, dan Kapasitas Lateral Pada Tanah Pasir	110
Gambar IV.29 Hasil Analisis Statik FEM 3D Kondisi <i>Free Head</i> : Defleksi, Bending Moment, dan Kapasitas Lateral Pada Tanah Berlapis.....	111
Gambar IV.30 Hasil Analisis Statik FEM 3D Kondisi <i>Fixed Head</i> : Defleksi, Bending Moment, dan Kapasitas Lateral Pada Tanah Berlapis.....	111
Gambar IV.31 Perbandingan Hasil Analisis Statik FEM 3D, 2D, dan Kurva p-y Kondisi <i>Free Head</i>	112
Gambar IV.32 Perbandingan Hasil Analisis Statik FEM 3D, 2D, dan Kurv p-y Pada Kondisi <i>Fixed Head</i>	112
Gambar IV.33 Pemodelan Boundaries (a) PLAXIS 2D, (b) PLAXIS 3D.....	114
Gambar IV.34 Meshing (a) PLAXIS 2D, (b) PLAXIS 3D.....	115

Gambar IV.35 Hasil Analisis Dinamik FEM 2D Kondisi <i>Free Head</i> : Defleksi, Bending Moment, dan Kapasitas Lateral Pada Tanah Lempung.....	116
Gambar IV.36 Hasil Analisis Dinamik FEM 2D Kondisi <i>Fixed Head</i> : Defleksi, Bending Moment, dan Kapasitas Lateral Pada Tanah Lempung.....	116
Gambar IV.37 Hasil Analisis Dinamik FEM 2D Kondisi <i>Free Head</i> : Defleksi, Bending Momen, dan Kapasitas Lateral Pada Tanah Pasir	117
Gambar IV.38 Hasil Analisis Dinamik FEM 2D Kondisi <i>Fixed Head</i> : Defleksi, Bending Momen, dan Kapasitas Lateral Pada Tanah Pasir	117
Gambar IV.39 Hasil Analisis Dinamik FEM 2D Kondisi <i>Free Head</i> : Defleksi, Bending Moment, dan Kapasitas Lateral Pada Tanah Berlapis.....	119
Gambar IV.40 Hasil Analisis Dinamik FEM 2D Kondisi <i>Fixed Head</i> : Defleksi, Bending Momen, dan Kapasitas Lateral Pada Tanah Berlapis	119
Gambar IV.41 Hasil Analisis Dinamik FEM 3D Kondisi <i>Free Head</i> : Defleksi, Bending Moment, dan Kapasitas Lateral Pada Tanah Lempung.....	120
Gambar IV.42 Hasil Analisis Dinamik FEM 3D Kondisi <i>Fixed Head</i> : Defleksi, Bending Moment, dan Kapasitas Lateral Pada Tanah Lempung.....	121
Gambar IV.43 Hasil Analisis Dinamik FEM 3D Kondisi <i>Free Head</i> : Defleksi, Bending Moment, dan Kapasitas Lateral Pada Tanah Pasir	122
Gambar IV.44 Hasil Analisis Dinamik FEM 3D Kondisi <i>Fixed Head</i> : Defleksi, Bending Moment, dan Kapasitas Lateral Pada Tanah Pasir	122
Gambar IV.45 Hasil Analisis Dinamik FEM 3D Kondisi <i>Free Head</i> : Defleksi, Bending Moment, dan Kapasitas Lateral Pada Tanah Berlapis.....	123
Gambar IV.46 Hasil Analisis Dinamik FEM 3D Kondisi <i>Fixed Head</i> : Defleksi, Bending Moment, dan Kapasitas Lateral Pada Tanah Berlapis.....	124
Gambar IV.47 Perbandingan Hasil Analisis Statik FEM 3D, 2D dan Kurva p-y Pada Kondisi <i>Free Head</i>	124
Gambar IV.48 Perbandingan Hasil Analisis Statik FEM 3D, 2D, dan Kurva p-y Pada Kondisi <i>Fixed Head</i>	125
Gambar IV.49 Perbandingan Hasil Analisis Statik dan Dinamik FEM 2D Kondisi <i>Free Head</i>	126
Gambar IV.50 Perbandingan Hasil Analisis Statik dan Dinamik FEM 2D Kondisi <i>Fixed Head</i>	126
Gambar IV.51 Perbandingan Hasil Analisis Statik dan Dinamik FEM 3D Kondisi <i>Free Head</i>	127
Gambar IV.52 Perbandingan Hasil Analisis Statik dan Dinamik FEM 3D Kondisi <i>Fixed Head</i>	127

DAFTAR TABEL

Tabel I.1 Jadwal Rencana Penelitian	22
Tabel II.1 Pendekatan nilai C_u berdasarkan konsistensi (Terzaghi and Peck, 1967)	24
Tabel II.2 Korelasi N-SPT dengan E (Coduto. 2001).....	26
Tabel II.3 Pendekatan Nilai Modulus Elastisitas Tanah menurut (<i>Hand Book of Geotechnical Investigation and Design Tables</i> , 2007)	26
Tabel II.4 Korelasi N-SPT terhadap Poisson's Ratio (Das, 1999)	27
Tabel II.5 Korelasi Koefisien Permeabilitas (Das, 1999)	27
Tabel II.6 Kriteria Pondasi Tiang Pendek dan Tiang Panjang (Tomlinson, 1977)31	
Tabel II.7 Hubungan antara k_1 dan c_u (Sumber: Paulus, 2006)	31
Tabel II.8 Koefisien n_1 dan n_2 untuk Tanah Lunak (Terzaghi, 1955).....	34
Tabel II.9 Koefisien inisial Modulus Subgrade, n_h (Terzaghi, 1955)	34
Tabel II.10 Klasifikasi Situs SNI 1726:2019	45
Tabel II.11 Studi Terdahulu	51
Tabel IV.1 Parameter Desain Modulus Elastisitas (E).....	83
Tabel IV.2 Parameter Desain Poisson Ratio (ν)	83
Tabel IV.3 Parameter Desain Koefisien Pemeabilitas (k)	84
Tabel IV.4 Klasifikasi Situs (SNI-1729:2019)	84
Tabel IV.5 Nilai NSPT.....	85
Tabel IV.6 M dan R dengan Percepatan Spektrum 0,2 detik dan Periode 2500 Tahun Pada Kota Bandung.....	86
Tabel IV.7 Parameter Desain Modulus Geser Maksimum (G_0)	87
Tabel IV.8 Parameter Desain Regangan Geser ($\gamma_{0,7}$)	88
Tabel IV.9 Rentang Damping Ratio (V. Adams and A. Askenazi).....	89
Tabel IV.10 Parameter desain pada program LPILE.....	90
Tabel IV.11 Parameter desain pada model Hardening Soil (Statik)	90
Tabel IV.12 Parameter desain pada model HS-Small Strain (Dinamik)	90
Tabel IV.13 Hasil Perhitungan Metode Broms.....	97
Tabel IV.14 Rekap Hasil Analisis Kurva p-y Pada Tanah Lempung	98
Tabel IV.15 Rekap Hasil Analisis Kurva p-y Pada Tanah Pasir.....	99
Tabel IV.16 Rekap Hasil Analisis Kurva p-y Pada Tanah Berlapis	100

Tabel IV.17 Rekap Perbandingan Hasil dari Metode Broms dan Kurva p-y.....	101
Tabel IV.18 Rekap Hasil Analisis Statik FEM 2D Pada Tanah Lempung	103
Tabel IV.19 Rekap Hasil Analisis Statik FEM 2D Pada Tanah Pasir	104
Tabel IV.20 Rekap Hasil Analisis Statik FEM 2D Pada Tanah Berlapis	105
Tabel IV.21 Rekap Perbandingan Hasil Analisis Statik Kurva p-y dan FEM 2D	107
Tabel IV.22 Rekap Hasil Analisis Statik FEM 3D Pada Tanah Lempung	109
Tabel IV.23 Rekap Hasil Analisis Statik FEM 3D Pada Tanah Pasir	110
Tabel IV.24 Rekap Hasil Analisis Statik FEM 3D Pada Tanah Berlapis	112
Tabel IV.25 Rekap Perbandingan Hasil Analisis Statik Metode Broms, Kurva p-y, FEM 2D dan FEM 3D.....	113
Tabel IV.26 Rekap Hasil Analisis Menggunakan FEM 2D Pada Tanah Lempung	116
Tabel IV.27 Rekap Hasil Analisis Menggunakan FEM 2D Pada Tanah Pasir...	118
Tabel IV.28 Rekap Hasil Analisis Menggunakan FEM 2D Pada Tanah Berlapis	119
Tabel IV.29 Rekap Hasil Analisis Menggunakan FEM 3D Pada Tanah Lempung	121
Tabel IV.30 Rekap Hasil Analisis Menggunakan FEM 3D Pada Tanah Pasir...	122
Tabel IV.31 Rekap Hasil Analisis Dinamik FEM 3D Pada Tanah Berlapis	124
Tabel IV.32 Rekap Perbandingan Hasil Analisis Statik LPILE, FEM 2D dan FEM 3D.....	125