

DAFTAR ISI

TANDA PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	v
LEMBAR KEASLIAN TUGAS AKHIR	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xix
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Identifikasi Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Rumusan Masalah.....	3
1.5. Tujuan Penelitian	3
1.6. Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Umum.....	4
2.2. Pengertian Bored Pile	4
2.3. Daya Dukung Tiang Aksial.....	5
2.3.1. Daya Dukung Tiang Tunggal.....	6
2.3.2. Daya Dukung Tiang Kelompok	7

2.4.	Daya Dukung Tiang Lateral.....	9
2.5.	P-Y Curve.....	10
2.6.	Beban Lateral.....	15
2.6.1.	Tiang Pada Tanah Kohesif ($\theta = 0^0$)	18
2.6.1.1.	Tiang Perletakan Bebas (Free Head).....	19
2.6.1.2.	Tiang Perletakan Jepit (Fixed Head)	21
2.6.2.	Tiang Pada Tanah Non-Kohesif.....	22
2.6.2.1.	Tiang Perletakan Bebas (Free Head).....	22
2.6.2.2.	Tiang Perletakan Jepit (Fixed Head)	23
2.7.	Tanah.....	24
2.7.1.	Tanah Kohesif.....	26
2.7.2.	Tanah Non-Kohesif	28
2.8.	Finite Element Method (FEM)	29
2.8.1.	Konsep Dasar FEM	29
2.8.2.	Pemodelan Tanah pada FEM.....	39
BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN.....	46
3.1.	Pendahuluan	46
3.2.	Pengumpulan Data.....	46
3.3.	Diagram Alir.....	47
3.4.	Pengolahan Data	48
BAB 4	ANALISA DAN PEMBAHASAN	49
4.1.	Analisa Data Lapangan	49
4.1.1.	Boring Log.....	50
4.1.2.	Data Laboratorium	51
4.1.3.	Parameter Tiang yang Dipakai.....	51

4.1.4.	Parameter Tanah yang Dipakai	52
4.2.	Korelasi Data Tanah	53
4.2.1.	Su (Undrained Shear Strength)	53
4.2.2.	γ Saturated & γ Unsaturated	54
4.2.3.	ν' (Poisson Ratio).....	54
4.2.4.	e (Void Ratio)	55
4.2.5.	ϕ (Friction Angle)	56
4.2.6.	ψ (Dilatancy Angle)	57
4.2.7.	E' (Effective Modulus).....	57
4.2.8.	OCR (Over Consolidated Ratio)	58
4.2.9.	Relative Density (Dr)	59
4.2.10.	Cc dan Cs (Compression Index dan Swelling Index).....	60
4.3.	Langkah Pembebanan Single & Group Piles	62
4.3.1.	Single Pile	62
4.3.2.	Group Piles	63
4.4.	Analisa Single Pile.....	72
4.4.1.	Tanah Kohesif.....	72
4.4.2.	Defleksi Ijin Pile (Tanah Kohesif)	81
4.4.3.	Tanah Non-Kohesif	87
4.4.4.	Defleksi Ijin Pile (Tanah Non-Kohesif)	91
4.5.	Analisa Group Piles	95
4.5.1.	Tanah Kohesif.....	95
4.5.2.	Defleksi Ijin Pile (Tanah Kohesif)	119
4.5.3.	Tanah Non-Kohesif	125
4.5.4.	Defleksi Ijin Pile (Tanah Non-Kohesif)	139

BAB 5	KESIMPULAN.....	151
5.1.	Kesimpulan.....	151
5.2.	Saran	153
5.3.	Penutup.....	154
DAFTAR PUSTAKA	155

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Pemasangan Tiang Bored Pile.....	5
Gambar 2.2. Pondasi Kelompok 3x2	8
Gambar 2.3. Faktor Reduksi Berdasarkan Spacing Pile Kelompok (Reese, et.al., 2001)	10
Gambar 2.4. P-Y Curves pada Tipikal Tanah (Reese, et al., 2001).....	11
Gambar 2.5. Hubungan P-Y Curves Statis dengan Kedalaman Tanah (Reese, et al., 2001)	12
Gambar 2.6. Hubungan P-Y Curves Cyclic terhadap Kedalaman Tanah (Reese, et al., 2001).....	13
Gambar 2.7. Cyclic P-Y Curves (Reese, et al., 2001)	14
Gambar 2.8. Pembebanan Cyclic dengan Waktu Tertentu (Long, 1984).....	14
Gambar 2.9. Beban Lateral pada Struktur (http://library.binus.ac.id/eColls/eThesisdDoc/Bab2HTML/2012202018SPBab2001/body.html)	16
Gambar 2.10. Ilustrasi Reaksi Pile terhadap "Free Head" (Broms, 1964).....	19
Gambar 2.11. Reaksi Pile terhadap Beban Lateral Perletakan Jepit.....	21
Gambar 2.12. Reaksi Pile Free Head pada Tanah Non-Kohesif (Broms, 1964)...	22
Gambar 2.13. Reaksi Pile Fixed Head pada Tanah Non-Kohesif (Broms, 1964) .	23
Gambar 2.14. Material Penyusun Tanah (Braja M. Das, 1985).....	25
Gambar 2.15. Hubungan Tegangan dan Regangan Tanah akibat Tekanan Lateral (Reese, 1975).....	26
Gambar 2.16. Model Poisson Ratio pada Tanah (Van Impe, 1991).....	27
Gambar 2.17. Ilustrasi Tanah Kohesif Sekeliling Pile dengan Cyclic Loading (Wang,1982).....	28

Gambar 2.18. Pembagian Area Konsep FEM (C.S Desai, 2001).....	30
Gambar 2.19. FEM pada Portal (C.S Desai, 2001)	31
Gambar 2.20. Pembagian Elemen Subdivision (C.S Desai, 2001).....	32
Gambar 2.21. Konvergensi Lingkaran terhadap Polygon (C.S Desai, 2001)	33
Gambar 2.22. Konvergensi Polygon terhadap Lingkaran (C.S Desai, 2001)	34
Gambar 2.23. Finite Element Method pada Kurva (C.S Desai, 2001)	35
Gambar 2.24. Perbandingan Kurva Polygon pada FEM (C.S Desai, 2001)	35
Gambar 2.25. Contoh Distribusi FEM (C.S Desai, 2001)	37
Gambar 2.26. Dimensi Distribusi Gaya pada Finite Element (C.S Desai, 2001)..	38
Gambar 2.27. Mohr-Coulomb Model (Schweiger, 2008).....	40
Gambar 2.28. Kondisi MC Soil ($E_{ur} > E_{50}$) (Gouw, 2014).....	41
Gambar 2.29. Konsep Hardening Soil (HS) (Gouw, 2014).....	42
Gambar 2.30. Hardening Soil Curves (Duncan & Chang, 1970).....	43
Gambar 4.1. Data Tanah (Boring Log).....	50
Gambar 4.2 General Summary Data Tanah (Rekayasa Geoteknik, 2015).	53
Gambar 4.3. Hubungan E_u/C_u , OCR, dan PI (Mayne, P.W; Kulhawy F.H, 1982)	57
Gambar 4.4. Grafik P_c vs Depth.....	59
Gambar 4.5. Tahapan Pembebanan Finite Element.....	72
Gambar 4.6. P-Y Curves Soil on Single Pile	74
Gambar 4.7. Tabel Free Head – Static	75
Gambar 4.8. Displacement vs Top Shear Single Pile (Free Head – Static).....	75
Gambar 4.9. Bending Moment vs Depth Single Pile (Free Head – Static).....	76
Gambar 4.10. Tabel Free Head – Cyclic.....	77
Gambar 4.11. Top Shear vs Displacement (Free Head - Cyclic)	77

Gambar 4.12. Tabel Fixed Head - Static.....	78
Gambar 4.13. Top Shear vs Displacement (Fixed Head - Static)	78
Gambar 4.14. Bending Moment vs Displacement (Fixed Head - Static)	79
Gambar 4.15. Tabel Fixed Head - Cyclic Loading.....	79
Gambar 4.16. Top Shear vs Displacement (Fixed Head - Cyclic)	80
Gambar 4.17. Bending Moment vs Depth (Fixed Head - Cyclic).....	80
Gambar 4.18. P-Y Curves Cohessionless Soil (Sands, Reese)	88
Gambar 4.19. Data Top Shear vs Displacement (Free Head - Cyclic)	89
Gambar 4.20. Top Shear vs Displacement (Free Head - Cyclic)	89
Gambar 4.21. Bending Moment vs Depth (Free Head - Cyclic).....	90
Gambar 4.22. Data Top Shear vs Displacement (Fixed Head – Cyclic)	91
Gambar 4.23. Hasil Defleksi Gabungan LvD (Free - Fixed - GROUP - Uji Lateral – Kohesif - IL)	96
Gambar 4.24. Max Shear (IL - Pile 1&2)	98
Gambar 4.25. Max Shear (IL - Pile 3&4)	98
Gambar 4.26. Max Shear (IL - Pile 5&6)	99
Gambar 4.27. Grafik Efisiensi Tiang Kelompok (Free Head – IL).....	99
Gambar 4.28. Hasil Defleksi Gabungan LvD (Free - Fixed – Inclinometer – Kohesif - SBS).....	101
Gambar 4.29. Shear Max (SBS - Pile 1&5)	102
Gambar 4.30. Shear Max (SBS - Pile 2&6)	102
Gambar 4.31. Shear Max (SBS - Pile 3)	103
Gambar 4.32. Shear Max (SBS - Pile 4)	103
Gambar 4.33. Grafik Efisiensi Tiang Kelompok (Free Head - SBS)	104
Gambar 4.34. Hasil Defleksi Gabungan LvD (Fixed – Kohesif - IL)	105

Gambar 4.35. Grafik Efisiensi Tiang Kelompok (Fixed - IL)	106
Gambar 4.36. Load vs Displacement Tiang Kelompok (Fixed – Kohesif - SBS)	107
Gambar 4.37. Top Shear vs Displacement (Finite Element - Cohesive - Free Head)	108
Gambar 4.38. Perbandingan Defleksi Tiang Tunggal FEM dan Program Numerik (Free Head – Cohesive - MC)	109
Gambar 4.39. Perbandingan Defleksi Tiang Tunggal FEM dan Program Numerik (Free Head – Cohesive - HS)	109
Gambar 4.40. Load Cell (IL - Cohesive - Free Head)	111
Gambar 4.41. Load Cell (SBS - Cohesive - Free Head).....	111
Gambar 4.42. Defleksi Finite Element (Cohesive - In Line Loading - Free Head – MC).....	112
Gambar 4.43. Defleksi Finite Element (Cohesive - Side by Side Loading - Free Head – MC)	113
Gambar 4.44. Defleksi Finite Element (Cohesive - In Line Loading - Free Head – HS).....	114
Gambar 4.45. Defleksi Finite Element (Cohesive - SBS Loading - Free Head – HS)	114
Gambar 4.46. Efisiensi Tiang (Free Head - HS - In-Line).....	115
Gambar 4.47. Efisiensi Tiang (Free Head - HS - SBS)	115
Gambar 4.48. Perbandingan Defleksi Tiang Tunggal FEM dan Program Numerik (Fixed Head – Cohesive - HS).....	116
Gambar 4.49. Efisiensi Tiang (Fixed Head - HS - In-Line).....	118
Gambar 4.50. Efisiensi Tiang (Fixed Head - HS - SBS)	118
Gambar 4.51. Hasil Defleksi Gabungan LvD (Free – Non Kohesif - IL).....	126
Gambar 4.52. Hasil Defleksi Gabungan LvD (Free – Non Kohesif - SBS)	127

Gambar 4.53. Grafik Efisiensi Free Head (Cohesionless - Free Head - SBS)....	128
Gambar 4.54. Load vs Displacement (Fixed – Non Kohesif - IL)	129
Gambar 4.55. Load vs Displacement (Fixed – Non Kohesif - SBS).....	131
Gambar 4.56. Kurva Interpolasi Pile (Tanah Non-Kohesif - Free Head)	132
Gambar 4.57. Perbandingan Defleksi Tiang Tunggal FEM dan Program Numerik (Free Head – Cohesionless - MC)	133
Gambar 4.58. Perbandingan Defleksi Tiang Tunggal FEM dan Program Numerik (Fixed Head – Cohesionless - HS).....	133
Gambar 4.59. Efisiensi Pile (Finite Element - Cohesionless - Free Head – In Line - HS)	135
Gambar 4.60. Efisiensi Pile (Finite Element - Cohesionless - Free Head – SBS - HS)	135
Gambar 4.61. Perbandingan Defleksi Tiang Tunggal FEM dan Program Numerik (Fixed Head – Cohesionless - HS).....	136
Gambar 4.62. Efisiensi Pile (Finite Element - Cohesionless - Fixed Head - In-Line - HS).....	138
Gambar 4.63. Efisiensi Pile (Finite Element - Cohesionless - Fixed Head - SBS - HS)	138
Gambar 4.64. Perbandingan Efisiensi Program Numerik dan Finite Element (Fr.H - IL - C - HS) - Reese.....	143
Gambar 4.65. Perbandingan Efisiensi Program Numerik dan Finite Element (Fx.H - IL - C - HS) - Reese.....	144
Gambar 4.66. Perbandingan Efisiensi Program Numerik dan Finite Element (Fr.H - IL - NC - HS) - Reese	145
Gambar 4.67. Perbandingan Efisiensi Program Numerik dan Finite Element (Fx.H - IL - NC - HS) - Reese	146

Gambar 4.68. Perbandingan Efisiensi Program Numerik dan Finite Element (Fr.H - SBS - C - HS) - Reese.....	147
Gambar 4.69. Perbandingan Efisiensi Program Numerik dan Finite Element (Fx.H - SBS - C - HS) - Reese.....	148
Gambar 4.70. Perbandingan Efisiensi Program Numerik dan Finite Element (Fr.H - SBS - NC - HS) - Reese.....	149
Gambar 4.71. Perbandingan Efisiensi Program Numerik dan Finite Element (Fx.H - SBS - NC - HS) - Reese.....	150

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Tabel Modulus Variasi Berdasarkan Jenis Tanah	17
Tabel 2. Tabel Faktor Kekakuan Terhadap Modulus Tanah.....	18
Tabel 3. Tabel Nilai k_1 Rekomendasi.....	19
Tabel 4. Klasifikasi dan Kode Tanah (Bowles, 1991)	25
Tabel 5. Summary Data Tanah Lempung Laboratorium	51
Tabel 6. Korelasi Nilai S_u terhadap nSPT (Look, 2007)	53
Tabel 7. Poisson Ratio Soils (Industrial Floors and Pavement Guides, 1999).....	55
Tabel 8. Effective Strength of Cohesion Soils (Look, 2007)	56
Tabel 9. Effective Stress of Cohesionless Soil (Look, 2007)	56
Tabel 10. Konversi Nilai β Short Term & Long Term	58
Tabel 11. Hasil Data OCR Tanah Kohesif dan Non-Kohesif	59
Tabel 12. Nilai Relative Density (a). Lambe & Whitman; (b). Meyerhoff, 1991) 60	
Tabel 13. Nilai C_c dan C_s Penelitian	61
Tabel 14. Tabel Parameter Program Numerik T.Tunggal.....	62
Tabel 15. Parameter Tanah Program Numerik Kelompok.....	63
Tabel 16. Hasil Pengujian di Lapangan (Single Pile)	73
Tabel 17. Parameter Dasar Single Pile (Non-Kohesif)	87
Tabel 18. Hasil Output Program Numerik Tiang Kelompok - Inclinometer (In-Line)	97
Tabel 19. Tabel Inclinometer vs L-D (SBS Loading)	101
Tabel 20. Load vs Displacement (Fixed Head – Program Numerik)	105
Tabel 21. Load vs Displacement (Fixed - SBS)	107

Tabel 22. Efisiensi Tiang In-Line dan SBS (Free Head - MC) Error! Bookmark not defined.	
Tabel 23. Nilai Efisiensi In-Line & SBS (Free Head - HS).....	116
Tabel 24. Nilai Efisiensi In-Line & SBS (Fixed Head - MC) Error! Bookmark not defined.	
Tabel 25. Nilai Efisiensi In-Line & SBS (Fixed Head -HS).....	119
Tabel 26. Load vs Displacement (Free Head – Program Numerik)	126
Tabel 27. Load vs Displacement (Program Numerik - Free Head - SBS).....	127
Tabel 28. Nilai Efisiensi In-Line & SBS (Free Head - MC) Error! Bookmark not defined.	
Tabel 29. Nilai Efisiensi (Free Head - HS)	136