

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN	ii
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
LEMBAR PERSEMBAHAN	viii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR SIMBOL DAN ISTILAH.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan.....	4
1.4. Ruang Lingkup	5
1.5. Sistematika Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. Deskripsi Umum.....	7
2.2. Analisis Struktur Atas	8
2.2.1. Pemodelan Struktur Atas.....	8
2.2.2. Analisis Pembebanan	10
2.3. Analisis Struktur Bawah.....	17
2.3.1. Definisi Tanah.....	18
2.3.2. Klasifikasi Tanah	19
2.3.3. Penyelidikan Tanah (<i>Soil Investigation</i>)	22
2.3.4. Stratifikasi Tanah	26
2.3.5. Parameter Tanah.....	27
2.3.6. Fondasi	35

2.3.7.	Fondasi Tiang Bor (<i>Bored Pile</i>).....	41
2.3.7.1.	Daya Dukung Aksial Tiang Tunggal	43
2.3.7.2.	Daya Dukung Lateral Tiang Tunggal	49
2.3.7.3.	Daya Dukung Tiang Kelompok.....	51
2.3.7.4.	Settlement pada Tiang Tunggal dan Kelompok	59
2.3.7.5.	Desain dan Penulangan Fondasi Tiang Bor.....	63
2.3.7.6.	Desain dan Penulangan Pile Cap	65
2.3.8.	Desain dan Penulangan <i>Tie Beam/Balok Sloof</i>	72
2.4.	<i>Software</i> Pendukung.....	77
2.5.	Gambar <i>Detail Engineering Design</i> (DED)	77
2.6.	Rencana Anggaran Biaya (RAB)	78
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		79
3.1.	Diagram Alir Penelitian.....	79
3.2.	Rangkaian Kegiatan Penelitian	82
3.2.1.	Identifikasi Masalah	82
3.2.2.	Studi Literatur	82
3.2.3.	Pengumpulan Data	83
3.2.4.	Pengolahan Data.....	89
3.2.5.	Menentukan Jenis dan Tipe Fondasi	91
3.2.6.	Fondasi Dangkal	91
3.2.7.	Fondasi Dalam	92
3.2.8.	Perencanaan Fondasi	93
3.2.9.	Desain dan Penulangan <i>Tie Beam</i>	94
3.2.10.	Analisis Menggunakan <i>Software</i>	95
3.2.11.	DED (<i>Detail Engineering Design</i>).....	96
3.2.12.	RAB (Rencana Anggaran Biaya).....	97
3.2.13.	<i>Output</i> Penelitian Tugas Akhir.....	97
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		98
4.1.	Data Penelitian	98
4.2.	Pengolahan Data.....	98
4.2.1.	Analisis Struktur Atas	98

4.2.2.	Stratifikasi Tanah	103
4.2.3.	Parameter Desain Tanah	106
4.3.	Jenis dan Tipe Fondasi	116
4.4.	Perencanaan Fondasi Tiang Bor/ <i>Bored Pile</i>	116
4.4.1.	Daya Dukung Aksial Tiang Tunggal	117
4.4.2.	Daya Dukung Lateral Tiang Tunggal	126
4.4.3.	Kebutuhan Jumlah Tiang Fondasi Aksial dan Lateral	138
4.4.4.	Daya Dukung Aksial Tiang Kelompok.....	154
4.4.5.	Daya Dukung Lateral Tiang Kelompok.....	162
4.4.6.	Pengaruh Beban Terfaktor pada Tiang Kelompok.....	168
4.4.7.	<i>Settlement</i> pada Tiang Tunggal dan Kelompok	174
4.4.8.	Desain dan Penulangan Tiang Bor/ <i>Bored Pile</i>	181
4.4.9.	Desain dan Penulangan <i>Pile Cap</i>	186
4.5.	Desain dan Penulangan <i>Tie Beam</i>	199
4.6.	Analisis Menggunakan <i>Software</i>	204
4.7.	Gambar DED (<i>Detail Engineering Design</i>) Struktur Bawah	227
4.8.	RAB (Rencana Anggaran Biaya) Struktur Bawah	227
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		229
5.1	Kesimpulan.....	229
5.2	Saran	231

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

LAMPIRAN A DATA PENELITIAN

LAMPIRAN B PENGOLAHAN DATA DI EXCEL

LAMPIRAN C ANALISIS *SOFTWARE*

LAMPIRAN D GAMBAR DED (*DETAIL ENGINEERING DESIGN*)

LAMPIRAN E RAB (RENCANA ANGGARAN BIAYA)

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Klasifikasi Tanah Menurut AASHTO.....	20
Tabel 2.2. Klasifikasi Tanah Menurut USCS.....	22
Tabel 2.3. Variasi nilai η_H	24
Tabel 2.4. Variasi nilai η_B	25
Tabel 2.5. Variasi nilai η_S	25
Tabel 2.6. Variasi nilai η_R	25
Tabel 2.7. Korelasi N-SPT terhadap Konsistensi Tanah Kohesif	27
Tabel 2.8. Korelasi N-SPT terhadap Konsistensi Tanah Non-Kohesif.....	28
Tabel 2.9. Korelasi N-SPT terhadap γ untuk Tanah Kohesif.....	30
Tabel 2.10. Korelasi N-SPT terhadap γ untuk Tanah Non-Kohesif.....	30
Tabel 2.11. Korelasi γ_{sat} terhadap γ_{dry}	30
Tabel 2.12. Korelasi Jenis Tanah terhadap μ_s	31
Tabel 2.13. Korelasi N-SPT terhadap E_s	32
Tabel 2.14. Korelasi Konsistensi Tanah terhadap Nilai ε_{50}	32
Tabel 2.15. Korelasi Nilai c_u terhadap k untuk Tanah Kohesif.....	33
Tabel 2.16. Korelasi Konsistensi Tanah terhadap k untuk Tanah Non-Kohesif..	33
Tabel 2.17. Korelasi Jenis Tanah terhadap Nilai k	34
Tabel 2.18. Faktor Keamanan Daya Dukung Fondasi Tiang untuk Berbagai Bangunan.....	44
Tabel 4.1. Kombinasi Pembebanan Metode Tegangan Ijin (ASD).....	100
Tabel 4.2. Kombinasi Pembebanan Metode Ultimit (LRFD)	101
Tabel 4.3. Data Lapisan Tanah BH-4 (Zona 1).....	104
Tabel 4.4. Data Lapisan Tanah BH-3 (Zona 2).....	104
Tabel 4.5. Data Lapisan Tanah BH-2 (Zona 3).....	104
Tabel 4.6. Rekapitulasi Nilai Parameter Tanah BH-4 (Zona 1).....	114
Tabel 4.7. Rekapitulasi Nilai Parameter Tanah BH-3 (Zona 2).....	114
Tabel 4.8. Rekapitulasi Nilai Parameter Tanah BH-2 (Zona 3).....	115
Tabel 4.9. Rekapitulasi Daya Dukung Aksial Tiang Tunggal	119
Tabel 4.10. Parameter SHAFT pada Zona 1	120
Tabel 4.11. Parameter SHAFT pada Zona 2	121

Tabel 4.12. Parameter SHAFT pada Zona 3	121
Tabel 4.13. Data Keluaran dari LPILE dan PCA Column	127
Tabel 4.14. Parameter LPILE pada Zona 1	130
Tabel 4.15. Parameter LPILE pada Zona 2	130
Tabel 4.16. Parameter LPILE pada Zona 3	131
Tabel 4.17. Rekapitulasi Daya Dukung Lateral Tiang Tunggal.....	136
Tabel 4.18. Rekapitulasi Kebutuhan Tiang Akibat Beban Aksial dan Beban Lateral (kombinasi ASD Statik, Nominal, dan Kuat)	140
Tabel 4.19. Rekapitulasi Kebutuhan Tiang Akibat Beban Aksial dan Beban Lateral (kombinasi ASD Total).....	150
Tabel 4.20. Rekapitulasi Daya Dukung Aksial Tiang Kelompok.....	158
Tabel 4.21. Rekapitulasi Daya Dukung Lateral Tiang Kelompok	164
Tabel 4.22. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Kontrol Daya Dukung Tiang Fondasi Tanpa Pengaruh Momen dan Dengan Adanya Pengaruh Momen ...	170
Tabel 4.23. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Penurunan dan Selisih Penurunan Pada Fondasi	177
Tabel 4.24. Hasil Analisis pada PCA Column	183
Tabel 4.25. Tulangan pada Tiang Bor	186
Tabel 4.26. Tipe <i>Pile Cap</i>	188
Tabel 4.27. Tipe dan Dimensi <i>Pile Cap</i>	190
Tabel 4.28. Gaya Geser Satu Arah dan Dua Arah pada <i>Pile Cap</i>	193
Tabel 4.29. Penulangan pada Setiap Tipe <i>Pile Cap</i>	198
Tabel 4.30. Dimensi dan Tulangan pada <i>Tie Beam</i>	203
Tabel 4.31. Parameter GROUP pada Zona 1	205
Tabel 4.32. Parameter GROUP pada Zona 2	205
Tabel 4.33. Parameter GROUP pada Zona 3	206
Tabel 4.34. Hasil Analisis GROUP pada Setiap Tipe <i>Pile Cap</i>	212
Tabel 4.35. Nilai <i>Effective Stiffnes</i> (k) pada Tiang Fondasi di ETABS	220
Tabel 4.36. Hasil Analisis ETABS pada Setiap Tipe <i>Pile Cap</i>	224
Tabel 4.37. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya	228

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Lokasi Penelitian.....	5
Gambar 2.1.	Pemodelan Struktur Atas Dengan <i>Software</i> ETABS 2016	9
Gambar 2.2.	Spektrum Respons Desain	14
Gambar 2.3.	Diagram Fase Tanah	18
Gambar 2.4.	Grafik Bagan Plastisitas	21
Gambar 2.5.	<i>Standard Penetration Test</i> (SPT).....	23
Gambar 2.6.	Stratifikasi Tanah	26
Gambar 2.7.	Korelasi Empiris N-SPT dengan c_u	28
Gambar 2.8.	Korelasi Empiris N-SPT dengan ϕ	29
Gambar 2.9.	Fondasi Batu Kali.....	37
Gambar 2.10.	Fondasi Telapak (Foot Plate)	38
Gambar 2.11.	Fondasi Rakit (<i>Raft Foundation</i>)	38
Gambar 2.12.	Fondasi Tiang Pancang Beton.....	40
Gambar 2.13.	Fondasi Tiang Bor/ <i>Bored Pile</i>	41
Gambar 2.14.	Jenis-Jenis Fondasi Tiang Bor/ <i>Bored Pile</i>	43
Gambar 2.15.	Nilai N_c^* dan N_q^* Berdasarkan Nilai ϕ	45
Gambar 2.16.	Ilustrasi Nilai N-SPT pada Persamaan <i>End Bearing</i> Tanah Non- kohesif	46
Gambar 2.17.	Nilai Faktor Adhesi α untuk Tiang Bor.	48
Gambar 2.18.	Pemodelan Tanah dengan Kurva p-y dalam Program LPILE.....	50
Gambar 2.19.	Jenis <i>Pile Cap</i> untuk Tiang Kelompok	51
Gambar 2.20.	Konfigurasi Tiang Kelompok dalam Satu <i>Pile Cap</i>	52
Gambar 2.21.	Ilustrasi <i>Overlapping</i> Tegangan pada Tiang	53
Gambar 2.22.	Reduksi Kurva p-y Tiang Kelompok	54
Gambar 2.23.	Faktor <i>Side by Side Effect</i>	55
Gambar 2.24.	Faktor <i>Leading Effect</i>	56
Gambar 2.25.	Faktor <i>Trailing Effect</i>	56
Gambar 2.26.	Faktor <i>Skewed Effect</i>	57
Gambar 2.27.	Ilustrasi Penentuan Dimensi Tiang Kelompok	59
Gambar 2.28.	Ilustrasi Metode Distribusi Tegangan	62

Gambar 2.29.	Contoh Desain Tulangan Longitudinal di PCA Column	64
Gambar 2.30.	Ilustrasi Penentuan Dimensi <i>Pile Cap</i>	66
Gambar 3.1.	Diagram Alir Penelitian	81
Gambar 3.2.	<i>Master Plan</i> ITERA	83
Gambar 3.3.	Peta <i>Boring</i> ITERA	83
Gambar 3.4.	<i>Bore Log</i> (BH-02) ITERA	84
Gambar 3.5.	<i>Bore Log</i> (BH-03) ITERA	85
Gambar 3.6.	<i>Bore Log</i> (BH-04) ITERA	86
Gambar 3.7.	<i>Factual Report</i> ITERA.....	87
Gambar 3.8.	Denah Kolom Lantai 1	87
Gambar 3.9.	Denah Balok Lantai 2.....	88
Gambar 3.10.	Denah Plat Lantai 2.....	88
Gambar 3.11.	Contoh Pemodelan dan Analisis Struktur Atas di ETABS 2016	89
Gambar 3.12.	Contoh Stratifikasi Tanah	90
Gambar 3.13.	Contoh Analisis Desain Terpisah.....	95
Gambar 3.14.	Contoh Analisis Desain Terhubung Langsung	96
Gambar 4.1.	Hasil Pemodelan di <i>Software</i> ETABS 2016	99
Gambar 4.2.	Respons Spektrum Lokasi Penelitian.....	100
Gambar 4.3.	N-SPT vs Kedalaman.....	103
Gambar 4.4.	Stratifikasi Tanah	105
Gambar 4.5.	Nilai N-SPT ₆₀ vs Kedalaman	106
Gambar 4.6.	Nilai c_u vs Kedalaman.....	107
Gambar 4.7.	Nilai ϕ vs Kedalaman.....	108
Gambar 4.8.	Nilai γ_{sat} vs Kedalaman	109
Gambar 4.9.	Nilai $\gamma_{unsat/moist}$ vs Kedalaman	110
Gambar 4.10.	Nilai γ_{dry} vs Kedalaman.....	110
Gambar 4.11.	Nilai μ_s vs Kedalaman.....	111
Gambar 4.12.	Nilai E_s vs Kedalaman	111
Gambar 4.13.	Nilai ϵ_{50} vs Kedalaman.....	112
Gambar 4.14.	Nilai k vs Kedalaman	112
Gambar 4.15.	Nilai Permeabilitas Tanah (k) vs Kedalaman.....	113
Gambar 4.16.	Daya Dukung Aksial Ijin vs Kedalaman (D-400).....	117

Gambar 4.17.	Daya Dukung Aksial Ijin vs Kedalaman (D-500).....	117
Gambar 4.18.	Daya Dukung Aksial Ijin vs Kedalaman (D-600).....	118
Gambar 4.19.	Daya Dukung Aksial Ijin vs Kedalaman (D-400; D-500; D-600)	118
Gambar 4.20.	<i>Ultimate Axial Capacity vs Depth</i> (Zona 1).....	122
Gambar 4.21.	<i>Resistance/F.S vs Depth</i> (Zona 1).....	122
Gambar 4.22.	<i>Axial Load vs Settlement</i> (Zona 1).....	123
Gambar 4.23.	<i>Ultimate Axial Capacity vs Depth</i> (Zona 2).....	123
Gambar 4.24.	<i>Resistance/F.S vs Depth</i> (Zona 2).....	124
Gambar 4.25.	<i>Axial Load vs Settlement</i> (Zona 2).....	124
Gambar 4.26.	<i>Ultimate Axial Capacity vs Depth</i> (Zona 3).....	125
Gambar 4.27.	<i>Resistance/F.S vs Depth</i> (Zona 3).....	125
Gambar 4.28.	<i>Axial Load vs Settlement</i> (Zona 3).....	126
Gambar 4.29.	Diagram P-M Hasil Analisis PCA Column (Zona 1).....	128
Gambar 4.30.	Diagram P-M Hasil Analisis PCA Column (Zona 2).....	128
Gambar 4.31.	Diagram P-M Hasil Analisis PCA Column (Zona 3).....	129
Gambar 4.32.	<i>Lateral Pile Deflection vs Depth</i> (Zona 1).....	132
Gambar 4.33.	<i>Bending Moment vs Depth</i> (Zona 1).....	132
Gambar 4.34.	<i>Shear Force vs Depth</i> (Zona 1).....	133
Gambar 4.35.	<i>Lateral Pile Deflection vs Depth</i> (Zona 2).....	133
Gambar 4.36.	<i>Bending Moment vs Depth</i> (Zona 2).....	134
Gambar 4.37.	<i>Shear Force vs Depth</i> (Zona 2).....	134
Gambar 4.38.	<i>Lateral Pile Deflection vs Depth</i> (Zona 3).....	135
Gambar 4.39.	<i>Bending Moment vs Depth</i> (Zona 3).....	135
Gambar 4.40.	<i>Shear Force vs Depth</i> (Zona 3).....	136
Gambar 4.41.	Arah Beban Lateral F_x dan F_y	162
Gambar 4.42.	Ilustrasi Beban Aksial Akibat Pengaruh Momen.....	168
Gambar 4.43.	Penampang Tiang Bor.....	182
Gambar 4.44.	Diagram P-M Tiang Bor (Zona 1).....	182
Gambar 4.45.	Diagram P-M Tiang Bor (Zona 2).....	183
Gambar 4.46.	Diagram P-M Tiang Bor (Zona 3).....	183
Gambar 4.47.	Ilustrasi Dimensi <i>Pile Cap</i>	186

Gambar 4.48.	Titik Kolom/ <i>Joint Label</i>	187
Gambar 4.49.	Denah Tipe <i>Pile Cap</i>	188
Gambar 4.50.	Tipe <i>Pile Cap</i> PC-2	191
Gambar 4.51.	Dimensi pada Tipe <i>Pile Cap</i> PC-2	194
Gambar 4.52.	Hasil Analisis <i>Tie Beam</i> di PCA Column	202
Gambar 4.53.	Data Lapisan Tanah di GROUP pada Zona 1	207
Gambar 4.54.	Beban Aksial pada Tipe PC-2 di GROUP (Statik)	208
Gambar 4.55.	Defleksi Lateral pada Tipe PC-2 di GROUP (Statik)	208
Gambar 4.56.	Bending Momen pada Tipe PC-2 di GROUP (Statik)	208
Gambar 4.57.	Gaya Geser pada Tipe PC-2 di GROUP (Statik)	209
Gambar 4.58.	Beban Aksial pada Tipe PC-2 di GROUP (Nominal).....	209
Gambar 4.59.	Defleksi Lateral pada Tipe PC-2 di GROUP (Nominal)	209
Gambar 4.60.	Bending Momen pada Tipe PC-2 di GROUP (Nominal)	210
Gambar 4.61.	Gaya Geser pada Tipe PC-2 di GROUP (Nominal).....	210
Gambar 4.62.	Beban Aksial pada Tipe PC-2 di GROUP (Kuat).....	210
Gambar 4.63.	Defleksi Lateral pada Tipe PC-2 di GROUP (Kuat).....	211
Gambar 4.64.	Bending Momen pada Tipe PC-2 di GROUP (Kuat)	211
Gambar 4.65.	Gaya Geser pada Tipe PC-2 di GROUP (Kuat).....	211
Gambar 4.66.	Kurva p-y pada Zona 1	214
Gambar 4.67.	Kurva p-y pada Zona 2.....	215
Gambar 4.68.	Kurva p-y pada Zona 3.....	215
Gambar 4.69.	Kurva t-z pada Zona 1	216
Gambar 4.70.	Kurva t-z pada Zona 2.....	216
Gambar 4.71.	Kurva t-z pada Zona 3.....	217
Gambar 4.72.	Kurva Q-w pada Zona 1	217
Gambar 4.73.	Kurva Q-w pada Zona 2.....	218
Gambar 4.74.	Kurva Q-w pada Zona 3	218
Gambar 4.75.	<i>Input</i> Nilai Kurva p-y di ETABS	219
Gambar 4.76.	Ilustrasi Penentuan Nilai <i>Effective Stiffnes</i> (k).....	220
Gambar 4.77.	Hasil Pemodelan Strukur Atas dan Struktur Bawah di ETABS	221
Gambar 4.78.	Gaya Aksial pada Setiap Tiang Fondasi	221
Gambar 4.79.	Defleksi Lateral pada Setiap Tiang Fondasi	222

Gambar 4.80. Momen pada Setiap Tiang Fondasi.....	222
Gambar 4.81. Gaya Geser pada Setiap Tiang Fondasi	222
Gambar 4.82. <i>Punching Shear</i> pada Setiap Tiang Fondasi.....	223
Gambar 4.83. <i>Punching Shear</i> pada Setiap Kolom Struktur Atas.....	223