

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
KATA PENGANTAR	iii
Abstrak	v
Abstract	vi
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR NOTASI.....	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Rumusan Masalah.....	4
1.5 Tujuan Penelitian	4
1.6 Manfaat Penelitian	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Fondasi Dalam.....	6
2.2 Fondasi Tiang Bor (<i>Bored Pile</i>)	8
2.3 Fondasi Tiang Pancang.....	13
2.4 Penulangan.....	16
2.3.1 Penulangan Transversal.....	18
2.3.2 Penulangan Longitudinal.....	20

2.3.3 Sambungan dan Panjang Penyaluran	21
2.3.4 Variasi Penulangan.....	22
2.5 Beton.....	24
2.6 Daya Dukung	25
2.5.1 Daya Dukung Ujung (<i>Q_p</i>)	25
2.5.2 Daya Dukung Selimut (<i>Q_s</i>)	34
2.5.3 Daya Dukung <i>Ultimate</i> dan Izin (<i>Q_u</i> dan <i>Q_a</i>)	38
2.7 Penurunan (<i>Settlement</i>).....	39
2.6.1 Penurunan Elastis (<i>Elastic Settlement</i>).....	39
2.6.2 Penurunan Konsolidasi (<i>Consolidation</i>)	42
2.6.3 Penurunan Total	44
2.6.4 Beda Penurunan (<i>Differential Settlement</i>).....	44
2.8 Pengetesan Mutu dan Daya Dukung Fondasi Dalam	44
2.7.1 PDA (<i>Pile Driving Analyzer</i>)	45
2.7.2 PIT Test (<i>Pile Integrity Testing</i>):	46
2.7.3 <i>Kentledge</i>	47
2.7.4 <i>Sonic Logging</i>	50
2.7.5 <i>Strain Gauges</i>	51
2.7.6 Kelebihan dan Kekurangan	59
2.9 Fondasi Dalam Dengan Dimensi yang Besar	61
2.10 Kasus Kerusakan Fondasi Tiang	66
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	69
3.1 Metodologi dan Diagram Alir Penelitian	69
3.2 Studi Literatur.....	71
3.3 Pengumpulan Data.....	71

3.4	Pengelolaan Data	71
3.5	Analisis dan Pembahasan	71
BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN		72
4.1	Data Tanah.....	72
4.2	Parameter Tanah	76
4.2.1	Klasifikasi Tanah.....	76
4.2.2	<i>Undrained Shear Strength</i> (S_u)	76
4.2.3	Kohesi (c)	78
4.2.4	Berat Jenis Tanah (γ_{sat} dan γ_{wet})	79
4.2.5	Sudut Geser Dalam (ϕ).....	81
4.2.6	Angka Pori (<i>Void Ratio</i>).....	82
4.2.7	Modulus Elastisitas (E_u).....	83
4.2.8	<i>Poisson Ratio</i>	84
4.2.9	<i>Summary</i>	85
4.3	Spesifikasi Tiang dan Beban	86
4.4	Perhitungan Daya Dukung.....	87
4.4.1	Daya Dukung Ujung (Q_p).....	87
4.4.2	Daya Dukung Selimut (Q_s).....	88
4.4.3	Daya Dukung Ultimate dan Daya Dukung <i>Allowable</i> (Q_u & Q_a).....	89
4.5	Perhitungan Penurunan	90
4.5.1	Penurunan Elastis	90
4.5.2	Penurunan Konsolidasi.....	92
4.5.3	Penurunan Total	96
4.5.4	Penurunan Ijin	96
4.6	Diagram Gaya Dalam	96

4.7	Penulangan Tiang	119
4.7.1	Penulangan Transversal.....	119
4.7.2	Penulangan Longitudinal.....	122
4.7.3	<i>Summary</i> Penulangan Tiang.....	127
4.7.4	Perbandingan Kebutuhan Penulangan dengan Peraturan.....	130
4.8	Rangkuman Hasil Analisis	134
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		136
5.1	Kesimpulan.....	136
5.2	Saran	137
DAFTAR PUSTAKA		139

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Jenis-jenis fondasi tiang	2
Gambar 1.2 Pemasangan Tulangan Tiang Bor	3
Gambar 2.1 Alat Berat <i>Bored Pile Auger Machine</i> Melakukan Pengeboran	9
Gambar 2.2 Alat Berat <i>Bored Pile Auger Machine</i> dengan Mata <i>Cleaning Bucket</i>	10
Gambar 2.3 Pengangkatan Tulangan Tiang Bor	11
Gambar 2.4 Pipa Tremi untuk Pengecoran Beton.....	12
Gambar 2.5 Beton Dimasukkan ke Dalam Pipa.....	12
Gambar 2.6 <i>Drop Hammer</i>	14
Gambar 2.7 <i>Diesel Hammer</i>	14
Gambar 2.8 <i>Hydraulic Static Pile Driver</i>	15
Gambar 2.9 <i>Vibratory Pile Driver</i>	15
Gambar 2.10 <i>Single Acting Hammer</i> (kiri) dan <i>Double Acting Hammer</i> (kanan)	16
Gambar 2.11 Tulangan Spiral	18
Gambar 2.12 Pengelasan Sambungan Besi.....	22
Gambar 2.13 Contoh Ilustrasi Penulangan Tiang Berdasarkan Diagram Momen	23
Gambar 2.14 Grafik Korelasi ϕ' dengan $Nq *$ berdasarkan Meyerhof	26
Gambar 2.15 Korelasi L/D dengan K oleh Coyle dan Castello	35
Gambar 2.16 Faktor Adhesi	36
Gambar 2.17 Hubungan Tahanan Selimut Ultimit terhadap <i>NSPT</i>	37
Gambar 2.18 Ilustrasi Distribusi Gaya pada Tiang untuk Konsolidasi.....	43
Gambar 2.19 Tipikal Setup Tes PDA	45
Gambar 2.20 <i>Pile Integrity Tester</i> (PIT).....	47
Gambar 2.21 Skema Pembebanan Metode <i>Kentledge</i>	48
Gambar 2.22 Skema 3D Pembebanan Metode <i>Kentledge</i>	49
Gambar 2.23 Balok Beton Pada Pembebanan Metode <i>Kentledge</i>	49
Gambar 2.24 Skema Pengetesan <i>Sonic Logging</i> Metode <i>Cross Hole</i> (kiri) dan Metode <i>Single Hole</i> (kanan)	50

Gambar 2.25 <i>Concrete Surface Mounted Strain Gauge</i>	51
Gambar 2.26 <i>Bagian Concrete Surface Mounted Strain Gauge</i>	52
Gambar 2.27 <i>Arc Weldable Vibrating Wire Strain Gauge</i>	53
Gambar 2.28 <i>Bagian Arc Weldable Vibrating Wire Strain Gauge</i>	53
Gambar 2.29 <i>Vibrating Wire Embedment Strain Gauge</i>	54
Gambar 2.30 <i>Kawat Besi Lunak yang Digunakan untuk Mengamankan Gauge di antara Tulangan</i>	55
Gambar 2.31 <i>Plan View Pengikatan Strain Gauge pada Tulangan</i>	56
Gambar 2.32 <i>Vibrating Wire Rebar Strain Gauges</i>	56
Gambar 2.33 <i>Beberapa Model Rebar Strain Gauge</i>	57
Gambar 2.34 <i>Skema pemasangan Rebar Strain Gauge pada Tiang Beton</i>	58
Gambar 2.35 <i>Skema pemasangan Rebar Strain Gauge pada Tulangan</i>	59
Gambar 2.36 <i>APE Dodecakong</i>	63
Gambar 2.37 <i>Tiang Steel Pipe Pada Proyek Bandara International Sanya</i>	64
Gambar 2.38 <i>Denah Titik Pemasangan Fondasi Tiang Pancang</i>	66
Gambar 2.39 <i>Denah Titik Pemasangan Fondasi Tiang Bor (Sumber: Data Proyek Kantor OJK Yogyakarta)</i>	68
Gambar 3.1 <i>Diagram Alir Penelitian</i>	70
Gambar 4.1 <i>Data Boring Log (BH-4) Bagian Pertama</i>	72
Gambar 4.2 <i>Data Boring Log (BH-4) Bagian Kedua</i>	73
Gambar 4.3 <i>Data Boring Log (BH-4) Bagian Ketiga</i>	74
Gambar 4.4 <i>Data Boring Log (BH-4) Bagian Keempat</i>	75
Gambar 4.5 <i>Nilai Undrained Shear Strength (S_u) dengan Depth</i>	77
Gambar 4.6 <i>Nilai Kohesi (c') dengan Depth</i>	78
Gambar 4.7 <i>Nilai γ_{sat} dengan Depth</i>	79
Gambar 4.8 <i>Nilai γ_{wet} dengan Depth</i>	80
Gambar 4.9 <i>Nilai Sudut Geser (ϕ) dengan Depth</i>	81
Gambar 4.10 <i>Nilai Angka Pori (e_o) dengan Depth</i>	82
Gambar 4.11 <i>Nilai Modulus Elastisitas (E_u) dengan Depth</i>	83
Gambar 4.12 <i>Hasil Plot Diagram Momen Tiang Diameter 0,6 m</i>	111
Gambar 4.13 <i>Hasil Plot Diagram Lintang Tiang Diameter 0,6 m</i>	112

Gambar 4.14 Hasil Plot Diagram Momen Tiang Diameter 1 m	113
Gambar 4.15 Hasil Plot Diagram Lintang Tiang Diameter 1 m	114
Gambar 4.16 Hasil Plot Diagram Momen Tiang Diameter 1,8 m	115
Gambar 4.17 Hasil Plot Diagram Lintang Tiang Diameter 1,8 m	116
Gambar 4.18 Hasil Plot Diagram Momen Tiang	117
Gambar 4.19 Hasil Plot Diagram Lintang Tiang	118
Gambar 4.20 Hasil Plot Diagram Interaksi Tiang Diameter 0,6 m (20D32)	123
Gambar 4.21 Hasil Plot Diagram Interaksi Tiang Diameter 0,6 m (4D19)	124
Gambar 4.22 Hasil Plot Diagram Interaksi Tiang Diameter 1 m (32D32)	124
Gambar 4.23 Hasil Plot Diagram Interaksi Tiang Diameter 1 m (8D19)	125
Gambar 4.24 Hasil Plot Diagram Interaksi Tiang Diameter 1,8 m (44D32)	125
Gambar 4.25 Hasil Plot Diagram Interaksi Tiang Diameter 1,8 m (28D32)	126
Gambar 4.26 Hasil Plot Diagram Interaksi Tiang Diameter 1,8 m (8D25)	126
Gambar 4.27 Hasil Penulangan Tiang Diameter 0,6 m berdasarkan Diagram Momen	128
Gambar 4.28 Hasil Penulangan Tiang Diameter 1 m berdasarkan Diagram Momen	129
Gambar 4.29 Hasil Penulangan Tiang Diameter 1,8 m berdasarkan Diagram Momen	129

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Interpolasi nilai Nq * dengan ϕ' berdasarkan Teori Meyerhof	27
Tabel 2.2 Lanjutan Interpolasi nilai Nq * dengan ϕ' berdasarkan Teori Meyerhof	28
Tabel 2.3 Korelasi nilai Nc * dengan Irr berdasarkan Teori Vesic	29
Tabel 2.4 Korelasi cu dengan Ir menurut O'neil dan Reese	30
Tabel 2.5 Korelasi $Nq, Fqs, C, Icr, \mu_s, n$ dengan ϕ'	33
Tabel 4.1 Jenis dan Konsistensi Tanah BH-4	76
Tabel 4.2 Nilai Desain Parameter <i>Undrained Shear Strength</i> (S_u).....	77
Tabel 4.3 Nilai Desain Parameter Kohesi (c')	79
Tabel 4.4 Nilai Desain Parameter γ_{sat} dan γ_{wet}	80
Tabel 4.5 Nilai Desain Parameter ϕ	82
Tabel 4.6 Nilai Desain Parameter e_o	83
Tabel 4.7 Nilai Desain Parameter E_u	84
Tabel 4.8 Nilai Tipikal <i>Poisson Ratio</i>	84
Tabel 4.9 <i>Summary</i> Parameter Tanah	85
Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Penurunan Elastis	94
Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Penurunan Konsolidasi.....	95
Tabel 4.12 Koefisien Tiang Panjang.....	98
Tabel 4.13 Besar Momen dan Lintang Tiang Diameter 0,6 m Bagian 1	104
Tabel 4.14 Besar Momen dan Lintang Tiang Diameter 0,6 m Bagian 2	105
Tabel 4.15 Besar Momen dan Lintang Tiang Diameter 1 m Bagian 1	106
Tabel 4.16 Besar Momen dan Lintang Tiang Diameter 1 m Bagian 2	107
Tabel 4.17 Besar Momen dan Lintang Tiang Diameter 1,8 m Bagian 1	108
Tabel 4.18 Besar Momen dan Lintang Tiang Diameter 1,8 m Bagian 2	109
Tabel 4.19 Nilai Momen dan Lintang Tiang Diameter 0,6 m Terbesar.....	110
Tabel 4.20 Nilai Momen dan Lintang Tiang Diameter 1 m Terbesar.....	110
Tabel 4.21 Nilai Momen dan Lintang Tiang Diameter 1,8 m Terbesar.....	110
Tabel 4.22 Kebutuhan Penulangan Transversal Tiang Diameter 0,6 m	121

Tabel 4.23 Kebutuhan Penulangan Transversal Tiang Diameter 1 m	121
Tabel 4.24 Kebutuhan Penulangan Transversal Tiang Diameter 1,8 m	121
Tabel 4.25 Nilai P dan M Tiang Diameter 0,6 m.....	122
Tabel 4.26 Nilai P dan M Tiang Diameter 1 m.....	122
Tabel 4.27 Nilai P dan M Tiang Diameter 1,8 m.....	123
Tabel 4.28 Hasil Plot Penulangan Tiang Diameter 0,6 m.....	127
Tabel 4.29 Hasil Plot Penulangan Tiang Diameter 1 m.....	127
Tabel 4.30 Hasil Plot Penulangan Tiang Diameter 1,8 m.....	128
Tabel 4.31 <i>Summary</i> Penulangan Tiang Diameter 0,6 m Berdasarkan Peraturan	131
Tabel 4.32 <i>Summary</i> Penulangan Tiang Diameter 1 m Berdasarkan Peraturan .	131
Tabel 4.33 <i>Summary</i> Penulangan Tiang Diameter 1,8 m Berdasarkan Peraturan	131
Tabel 4.34 <i>Summary</i> Perbandingan Penulangan Tiang berdasarkan Kebutuhan dan Peraturan	132
Tabel 4.35 Tulangan Longitudinal Minimum.....	133
Tabel 4.36 Rangkuman Daya Dukung Tiang.....	134
Tabel 4.37 Rangkuman Penurunan Tiang.....	134
Tabel 4.38 Rangkuman Gaya Dalam Tiang.....	134
Tabel 4.39 Rangkuman Hasil Penulangan Tiang.....	135

DAFTAR NOTASI

A_g	: Luas Bruto Penampang
A_p	: Luas ujung tiang
B_j	: Berat jenis beton
c'	: Kohesi tanah pada ujung tiang
c_u	: Kohesi dari tanah di bawah ujung tiang (<i>undrained cohesion</i>)
D	: Lebar atau diameter tiang
E_s	: Modulus elastisitas tanah (mp_a)
f_c'	: Kekuatan Tekan Beton
f_y	: Tegangan Leleh Baja
F_z	: Gaya aksial pada tiang
H	: Tebal lapisan yang dihitung
h_x	: Jarak pusat-ke-pusat maksimum tulangan longitudinal (in)
I_{wp}	: Faktor pengaruh
K	: Koefisien tekanan efektif tanah
K_o	: Koefisien tekanan tanah
L	: Panjang tiang
M_{cr}	: Momen <i>Crack</i>
M_u	: Momen <i>Ultimate</i>
N_c^*, N_q^*, N_σ^*	: Faktor daya dukung tiang
P_a	: Kekuatan Tekan Beton

p_a	: Tekanan atmosfer (100 kN/m ² atau 2000 lb/ft ²)
P_c'	: Tegangan pra-konsolidasi
P_o'	: Tegangan <i>overburden</i> (berat sendiri tanah)
q'	: Tegangan vertikal efektif pada kedalaman ujung tiang
q_p	: Daya dukung ultimate titik tiang
Q_p	: Daya dukung ujung
Q_s	: Daya dukung selimut
q_{wp}	: Beban terpusat per luas pada ujung tiang
ϕ'	: <i>Effective soil friction angle</i>
σ'_o	: Rata-rata tegangan normal efektif
σ'_o	: Tegangan vertikal efektif
ΔL	: Beda elevasi
δ'	: Sudut gesekan tanah dengan tiang
μ_s	: Poisson Ratio