

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
PERNYATAAN KEASLIAN	v
MOTTO	vi
PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xvii
ABSTRAK	xx

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah sebagai Pendukung Pondasi	6
2.1.1 Parameter Tanah	6
2.2 Penyelidikan Tanah	9
2.2.1 Pekerjaan sondir	9
2.2.2 Pekerjaan bor mesin	11
2.2.3 Pengujian <i>standard penetration test</i> (SPT)	13
2.3 Pondasi	15
2.4 Klasifikasi Pondasi	16
2.4.1 Pondasi dangkal	16
2.4.2 Pondasi sedang	18
2.4.3 Pondasi dalam	19
2.5 Pondasi Tiang Pancang (<i>Driven Pile</i>)	20
2.5.1 Jenis-jenis pondasi tiang pancang	21
2.5.2 Pondasi tiang pancang menurut pemasangannya	24
2.5.3 Alat tiang pancang	25
2.5.4 Metode pelaksanaan pondasi tiang pancang	27
2.5.5 Penggunaan pondasi tiang pancang beton	33
2.6 Kapasitas Daya Dukung Aksial Tanah Pondasi	34
2.6.1 Daya dukung tanah pondasi dari hasil sondir	34
2.6.2 Metode Reese & Wright 1977	37
2.6.3 Metode Mayerhof	40
2.6.4 Metode US Army Corps	42
2.6.5 Daya dukung berdasarkan kekuatan bahan	45

2.7	Kapasitas Daya Dukung Lateral Tanah Pondasi	45
2.7.1	Metode Broms	45
2.8	Menentukan Jumlah Pondasi Tiang Pancang dan Jarak Tiang	46
2.8.1	Jumlah pondasi tiang pancang (<i>driven pile</i>)	46
2.8.2	Menentukan jarak tiang	47
2.9	Kapasitas Kelompok Tiang dan Efisiensi Pondasi Tiang Pancang	47
2.10	Penurunan Pondasi Tiang Pancang	48
2.10.1	Penurunan pondasi tiang tunggal	48
2.10.2	Penurunan pondasi kelompok tiang	49
2.11	Analisa Pembebanan Menggunakan <i>SAP2000</i>	50
2.12	Analisa Menggunakan Program <i>Bentley Geosturctural Analysis</i>	51
2.13	Analisa Menggunakan Program <i>Allpile</i>	51

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Pendahuluan	53
3.2	Pengumpulan Data	53
3.2.1	Data primer	53
3.2.2	Data sekunder	54
3.3	Analisa Pembebanan Menggunakan <i>SAP2000</i>	55
3.4	Analisa Daya Dukung dan Penurunan Pondasi Tiang Pancang Menggunakan <i>Bentley Geosturctural Analysis</i>	73
3.5	Analisa Daya Dukung dan Penurunan Pondasi Tiang Pancang Menggunakan <i>Allpile</i>	78
3.6	Cara pengolahan atau Analisa Data	83
3.7	Metode Analisa	83

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Tinjauan Umum	85
4.2	Permodelan Struktur Atas dengan Program <i>SAP2000</i>	88
4.2.1	Data bangunan	88
4.2.2	Analisis pembebanan struktur	89
4.3	Analisis Daya Dukung Pondasi <i>Existing</i>	106
4.3.1	Metode Mayerhof	107
4.4	Daya Dukung Aksial Tanah Pondasi Satu Tiang (<i>Single Pile</i>)	111
4.4.1	Daya dukung tanah pondasi berdasarkan hasil sondir	112
4.4.2	Daya dukung aksial tanah pondasi metode Reese & Wright	112
4.4.3	Daya dukung aksial tanah pondasi metode Mayerhof	116
4.4.4	Daya dukung aksial tanah pondasi metode US Army Corps	119
4.4.5	Daya dukung aksial tanah pondasi berdasarkan kekuatan bahan	120
4.4.6	Hasil perhitungan	121
4.5	Daya Dukung Lateral Pondasi Satu Tiang (<i>Single Pile</i>)	122
4.5.1	Daya dukung lateral ultimit menurut metode Broms	122
4.5.2	Daya dukung lateral ijin menurut metode Broms	123

4.6 Daya Dukung Pondasi Kelompok Tiang (<i>Group Pile</i>).....	123
4.6.1 Menentukan jumlah <i>pile</i>	123
4.6.2 Menentukan jarak tiang.....	127
4.6.3 Perhitungan daya dukung kelompok tiang.....	127
4.7 Penurunan Pondasi Tiang Pancang Menggunakan metode Vesic	136
4.7.1 Perhitungan penurunan pondasi tiang pancang tunggal (<i>single pile</i>).....	136
4.7.2 Perhitungan penurunan kelompok tiang pondasi tiang pancang (<i>group pile</i>)	138
4.8 Hasil Perhitungan Menggunakan Aplikasi	141
4.8.1 Hasil <i>output bentley geostructural analysis</i> tiang tunggal.....	142
4.8.2 Hasil <i>output bentley geostructural analysis</i> kelompok tiang (<i>group pile</i>).....	143
4.8.3 Hasil <i>output allpile</i>	147
4.9 Perbandingan Hasil Perhitungan Manual dengan Aplikasi.....	150
4.9.1 Perbandingan hasil perhitungan daya dukung aksial dengan cara manual dan aplikasi.....	150
4.9.2 Perbandingan hasil perhitungan penurunan pondasi dengan cara manual dan aplikasi.....	151

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan.....	154
5.2 Saran	157

DAFTAR PUSTAKA	xxii
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Nilai Perkiraan Modulus Young.....	7
Tabel 2.2	Hubungan Antara Jenis Tanah dan Poisson <i>Ratio</i>	7
Tabel 2.3	Hubungan Antara Sudut Geser Dalam dan jenis Tanah.....	8
Tabel 2.4	Faktor Empirik Fb dan Fs.....	36
Tabel 2.5	Nilai Faktor Empirik untuk Tipe Tanah yang Berbeda.....	36
Tabel 2.6	Nilai Kd	44
Tabel 2.7	Nilai Sudut Gesek Efektif	44
Tabel 2.8	Nilai Koefisien C _p	49
Tabel 2.9	Interval Nilai Modulus Elastisitas untuk Berbagai Tanah.....	49
Tabel 4.1	Perbandingan Kelebihan dan Kekurangan Pondasi <i>Bored Pile</i> dan Pondasi Tiang Pancang.....	85
Tabel 4.2	Faktor Keutamaan Struktur	99
Tabel 4.3	Faktor Reduksi Gempa.....	99
Tabel 4.4	Beban Struktur Atas	103
Tabel 4.5	Daya Dukung Pondasi <i>Existing</i> Metode Mayerhof.....	109
Tabel 4.6	Beban Aksial <i>Pile Cap 2</i>	111
Tabel 4.7	Perhitungan Daya Dukung Aksial Metode Reese & Wright.....	115
Tabel 4.8	Perhitungan Daya Dukung Aksial Metode Mayerhof.....	118
Tabel 4.9	Perhitungan Kd tg δ	119
Tabel 4.10	Hasil Perhitungan dan Perbandingan Daya Dukung Aksial Tanah Pondasi	121
Tabel 4.11	Perhitungan Jumlah Tiang.....	123
Tabel 4.12	Perhitungan Daya Dukung Kelompok Tiang Pondasi	136
Tabel 4.13	Hasil Perhitungan Daya Dukung Aksial Tiang Tunggal secara Manual dan Aplikasi	150
Tabel 4.14	Hasil Perhitungan Daya Dukung Aksial Kelompok Tiang secara Manual dan Aplikasi	151
Tabel 4.15	Hasil Perhitungan Penurunan Tiang Tunggal secara Manual dan Aplikasi	152
Tabel 4.16	Hasil perhitungan penurunan kelompok tiang secara manual dan aplikasi	152
Tabel 5.1	Hasil Perhitungan Pembebanan.....	154
Tabel 5.2	Hasil Perhitungan Manual Daya Dukung Aksial Tiang Tunggal.....	155
Tabel 5.3	Hasil Perhitungan Manual Daya Dukung Aksial Kelompok Tiang.....	155
Tabel 5.4	Hasil Perhitungan Manual Penurunan Pondasi Tiang Pancang Tunggal dan Kelompok Tiang.....	156
Tabel 5.5	Hasil Perbandingan Perhitungan Daya Dukung Ijin dengan Cara Manual dan Aplikasi	156
Tabel 5.6	Hasil Perbandingan Perhitungan Penurunan dengan Cara Manual dan Aplikasi	157

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Skema Uji SPT (<i>Standart Penetration Test</i>)	13
Gambar 2.2	Pondasi Memanjang atau Menerus	17
Gambar 2.3	Pondasi Telapak	17
Gambar 2.4	Pondasi Rakit	18
Gambar 2.5	Pondasi Sumuran	18
Gambar 2.6	Pondasi Tiang (<i>Pile Foundation</i>)	19
Gambar 2.7	Tiang Pancang Kayu	21
Gambar 2.8	Pondasi Tiang Baja Profil	22
Gambar 2.9	Pondasi Tiang Beton Pracetak	23
Gambar 2.10	Pondasi Tiang Beton Pratekan	23
Gambar 2.11	Pondasi Tiang Komposit Kayu dan Beton	24
Gambar 2.12	Skema Alat Pemukul Tiang	26
Gambar 2.13	Pengangkatan Tiang dengan Dua Tumpuan	30
Gambar 2.14	Pengangkatan Tiang dengan Satu Tumpuan	30
Gambar 2.15	Urutan Pemancangan	32
Gambar 2.16	Tiang ditinjau dari Cara Mendukung	33
Gambar 2.17	Grafik Hubungan Tahanan Ujung Ultimit dengan N_{SPT} pada Tanah Non-Kohesif	38
Gambar 2.18	Grafik Hubungan Tahanan Selimut dengan N_{SPT}	40
Gambar 2.19	Grafik Hubungan antara Kohesi Tanah (C_u) dengan Faktor Adhesi (α)	41
Gambar 2.20	Grafik Hubungan Sudut Gesek Dalam (ϕ) dengan N_q	43
Gambar 2.21	Grafik Daya Dukung Lateral Ultimit	46
Gambar 3.1	Pemilihan Satuan	55
Gambar 3.2	<i>New Model</i>	56
Gambar 3.3	<i>Quick Grid Lines</i>	56
Gambar 3.4	<i>Edit Grid Data</i>	57
Gambar 3.5	<i>Coordinate/Grid System</i>	57
Gambar 3.6	<i>Define Grid System Data</i>	58
Gambar 3.7	<i>Define</i>	58
Gambar 3.8	<i>Define Materials</i>	59
Gambar 3.9	<i>Material Property Data</i>	59
Gambar 3.10	<i>Section Properties</i>	60
Gambar 3.11	<i>Frame Properties</i>	60
Gambar 3.12	<i>Rectangular Section</i>	61
Gambar 3.13	<i>Reinforcement Data Beam</i>	61
Gambar 3.14	<i>Reinforcement Data Column</i>	62
Gambar 3.15	<i>Input Area Section</i>	62
Gambar 3.16	<i>Area Section</i>	63
Gambar 3.17	<i>Shell Section Data</i>	63
Gambar 3.18	<i>Input Balok dan Kolom pada Grid</i>	64
Gambar 3.19	<i>Input Pelat Lantai dan Shear Wall pada Grid</i>	64
Gambar 3.20	Hasil Pemodelan SAP2000	65
Gambar 3.21	<i>Response Spectrum</i>	65
Gambar 3.22	<i>Define Response Spectrum Functions</i>	66
Gambar 3.23	<i>Response Spectrum Function Definition</i>	66

Gambar 3.24 <i>Load Patterns</i>	67
Gambar 3.25 <i>Define Load Patterns</i>	67
Gambar 3.26 <i>Define Load Cases</i>	68
Gambar 3.27 <i>Load Case Data</i>	69
Gambar 3.28 <i>Define Load Combinations</i>	69
Gambar 3.29 <i>Load Combination Data</i>	70
Gambar 3.30 <i>Frame Distributed Loads</i>	71
Gambar 3.31 <i>Area Uniform Loads to Frame</i>	71
Gambar 3.32 <i>Set Load Cases to Run</i>	72
Gambar 3.33 Hasil <i>Output</i>	72
Gambar 3.34 <i>System of units</i>	73
Gambar 3.35 Mengisi kedalaman tiap tanah.....	73
Gambar 3.36 Mengisi data tanah.....	74
Gambar 3.37 <i>Add new soils</i>	74
Gambar 3.38 Memasukan data klasifikasi tanah.....	75
Gambar 3.39 Memasukkan klasifikasi tanah ke tiap kedalaman.....	75
Gambar 3.40 Menu <i>Load</i>	76
Gambar 3.41 Pembebanan <i>Pile</i>	76
Gambar 3.42 Menu <i>Geometry</i>	77
Gambar 3.43 Menu <i>Material</i>	77
Gambar 3.44 Memasukkan muka air tanah.....	78
Gambar 3.45 Hasil <i>Output</i> menu <i>Vertical Cap</i>	78
Gambar 3.46 <i>Pile Type</i>	79
Gambar 3.47 <i>Pile Profile</i>	79
Gambar 3.48 <i>Pile Properties</i>	80
Gambar 3.49 <i>Pile Section Screen</i>	80
Gambar 3.50 <i>Load and Group</i>	81
Gambar 3.51 <i>Soil Properties</i>	81
Gambar 3.52 <i>Soil Parameter Screen</i>	82
Gambar 3.53 Memasukkan Kedalaman Muka Air Tanah.....	82
Gambar 3.54 <i>Vertical Analysis Results</i>	83
Gambar 3.55 <i>Flow Chart</i> Perencanaan Pondasi Tiang Pancang (<i>Driven Pile</i>)....	84
Gambar 4.1 Denah Pondasi.....	87
Gambar 4.2 Pemodelan Struktur Dengan Program SAP2000.....	88
Gambar 4.3 Respons Spektrum Jenis Tanah Sedang Wilayah Semarang.....	100
Gambar 4.4 Titik <i>Joint</i> yang Direncanakan.....	102
Gambar 4.5 Grafik Hubungan Kohesi Tanah (Cu) dengan Faktor Adhesi (α).....	107
Gambar 4.6 Grafik Daya Dukung Lateral Ultimit.....	122
Gambar 4.7 Detail pondasi PC.1.....	127
Gambar 4.8 Detail pondasi PC.2.....	128
Gambar 4.9 Detail pondasi PC.3.....	129
Gambar 4.10 Detail pondasi PC.4.....	130
Gambar 4.11 Detail pondasi PC.6.....	131
Gambar 4.12 Detail pondasi PC.12.....	132
Gambar 4.13 Detail pondasi PC.16.....	133
Gambar 4.14 Detail pondasi PC.18.....	134
Gambar 4.15 Detail pondasi PC.21.....	135

Gambar 4.16 Permodelan <i>Bentley Geostuctural Analysis</i>	142
Gambar 4.17 Grafik Penurunan Segera.....	142
Gambar 4.18 Hasil output daya dukung lateral pondasi tiang pancang tunggal	143
Gambar 4.19 Permodelan <i>pile cap</i> tipe PC.2	144
Gambar 4.20 Permodelan <i>pile cap</i> tipe PC.3	144
Gambar 4.21 Permodelan <i>pile cap</i> tipe PC.4	145
Gambar 4.22 Permodelan <i>pile cap</i> tipe PC.6	145
Gambar 4.23 Permodelan <i>pile cap</i> tipe PC.12	146
Gambar 4.24 Permodelan <i>pile cap</i> tipe PC.16	146
Gambar 4.25 Permodelan <i>pile cap</i> tipe PC.18	147
Gambar 4.26 Permodelan <i>pile cap</i> tipe PC.21	147

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

Ab	[m ²]	Luas penampang tiang
Ap	[m ²]	Luas penampang tiang
As	[m]	Luas selimut tiang
As	[m ²]	Luas tulangan tiang
B	[m]	<i>Broad</i> (Lebar)
Bg	[m]	Lebar <i>pile cap</i>
C	[Kg/cm ²]	Kohesi
Cp	[-]	Nilai koefisien (dari tipe tanah berdasarkan jenis pondasi)
Cs	[-]	Konstanta Empiris
Cu	[<i>Cohesion Undrained</i>
D	[m]	Diameter tiang
Df	[m]	<i>Depth of Foundation</i>
E	[m]	jarak dari titik beban horizontal ke permukaan tanah
Eg	[-]	Efisiensi Kelompok Tiang
Ep	[kN/m ²]	Modulus Elastisitas Tiang
Es	[Kg/cm ³]	Modulus Elastisitas (<i>Modulus Young</i>)
f	[kN/m]	Daya dukung selimut persatuan luas
f	[m]	jarak kedalaman titik dimana gaya geser = 0
Fb	[-]	Faktor empirik tergantung pada tipe tanah.
fb	[kN/m ²]	Daya dukung ujung per satuan luas
Fs	[Kg/cm]	<i>Local friction</i>
F _s	[-]	Faktor empirik tahanan selimut yang tergantung pada tipe tanah.
Hu	[kN]	Daya dukung lateral tiang
JHL	[kg/cm ²]	Jumlah Hambatan Lekat
Kd	[-]	Nilai koefisien tekanan tanah untuk tiang tekan
Kll	[m]	Keliling tiang
Kp	[-]	koefisien tekanan tanah pasif
L	[m]	<i>Length</i> (panjang)

Li	[m]	Panjang kedalaman setiap lapisan tanah ke-i
m	[-]	Jumlah tiang pada deretan baris
My	[kN-m]	Momen maksimum yang dapat ditahan tiang
N	[-]	Jumlah tiang
N	[-]	Jumlah tiang pada deretan kolom
N ₁	[-]	Nilai N _{SPT} kedalaman sebelum
n ₁	[-]	Jumlah baris tiang
N ₂	[-]	Nilai N _{SPT} kedalaman ke-n
n ₂	[-]	jumlah tiang dalam satu baris
N _{SPT}	[-]	<i>Number of Standard Penetration Test</i>
Ø	[°]	Sudut Geser Dalam
P	[kN]	Gaya aksial yang terjadi
Pb'	[kN/m ²]	Tekanan <i>Overburden</i> pada ujung bawah tiang
Po'	[kN/m ²]	Tekanan <i>overburden</i> efektif
Qall	[kN]	Daya Dukung Aksial Ijin
Qb	[kN]	Daya Dukung Ujung Tiang
qb	[kN/m ²]	Daya dukung ujung tiang persatuan luas
qc	[Kg/cm ²]	<i>Conus resistance</i> (tahanan ujung sondir)
qc (side)	[kg/cm]	Perlawanan konus rata-rata pada masing lapisan sepanjang tiang.
q _{ca} (<i>base</i>)	[kg/cm ²]	Perlawanan konus rata-rata 1,5D di atas ujung tiang 1,5D dibawah ujung tiang
Qp	[kN]	Daya Dukung ujung tiang
q _p	[m ²]	Daya Dukung ujung tiang persatuan luas
Qs	[kN]	Daya Dukung Selimut Tiang
Qult	[kN]	Daya Dukung Aksial Ultimit
Qwp	[kN]	Daya dukung ijin ujung tiang
Qws	[kN]	Daya dukung ijin selimut tiang
S	[m]	Jarak tiang
Se	[mm]	Total penurunan tiang pancang
Se ₍₁₎	[mm]	Penurunan elastis tiang pancang
Se ₍₂₎	[mm]	Penurunan tiang pancang dikarenakan beban pada ujung

		tiang
$S_{e(3)}$	[mm]	Penurunan tiang pancang dikarenakan beban yang ditransmisikan sepanjang kulit tiang
SF	[-]	<i>Safety Factor</i> (Angka Keamanan)
Sg	[mm]	Penurunan kelompok tiang
Tau	[kN/m ²]	Tegangan ijin tulangan
Tbk	[kN/m ²]	Tegangan ijin beton
Wp	[kN]	Berat tiang
Zc	[m]	Kedalaman kritis
Z _{MAT}	[m]	Kedalaman muka air tanah
A	[-]	Faktor Adhesi
As	[%]	Nilai faktor empiric
Γ	[kN/m ³]	berat volumen tanah
γ'	[kN/m ³]	Massa jenis tanah efektif
γ_{dry}	[kN/m ³]	Massa jenis tanah kering
Φ'	[°]	sudut gesek efektif
M	[-]	<i>Poisson Ratio</i>
ϵ	[-]	Koefisien