

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR</b> .....	iii
<b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>SURAT PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xix
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xxi
<b>ABSTRAK</b> .....	xxii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	2
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1 Tinjauan Umum .....	5
2.2 Data Tanah .....	5
2.2.1 Data sondir .....	5
2.2.2 Data <i>boring</i> .....	9
2.3 Parameter Tanah .....	10
2.3.1. <i>Modulus young</i> .....	10
2.3.2. <i>Poison ratio</i> .....	11
2.3.3. Berat jenis tanah kering.....	12
2.3.4. Sudut geser dalam .....	12

2.3.5.	Kohesi .....	13
2.3.6.	Kekuatan geser tanah .....	13
2.4	Pondasi .....	14
2.4.1	Pengertian pondasi .....	14
2.4.2	Klasifikasi pondasi .....	15
2.5	Kapasitas Dukung Aksial Pondasi .....	24
2.5.1	Berdasarkan hasil <i>Cone Penetration Test</i> (CPT) .....	24
2.5.2	Berdasarkan hasil <i>Standart Penetration Test</i> (SPT) .....	30
2.5.3	Berdasarkan kekuatan bahan .....	34
2.6	Kapasitas Dukung Lateral Pondasi .....	34
2.6.1	Faktor keamanan .....	36
2.6.2	Tiang pancang kelompok ( <i>Pile group</i> ) .....	37
2.7	Kapasitas Kelompok dan Efisiensi Tiang Pancang .....	39
2.7.1	Kapasitas kelompok tiang .....	39
2.7.2	Efisiensi tiang pancang .....	40
2.7.3	Kapasitas izin kelompok tiang .....	41
2.8	Penurunan Tiang Pancang ( <i>Settlement</i> ) .....	41
2.8.1	Penurunan pada tiang tunggal .....	41
2.8.2	Penurunan pada tiang kelompok .....	42
2.9	Penulangan Pondasi Tiang Pancang .....	43
2.9.1	Perhitungan tulangan utama.....	43
2.9.2	Perhitungan tulangan sengkang.....	45
2.10	Penentuan Tebal <i>Pile Cap</i> .....	47
2.10.1	Kontrol tegangan geser 2 arah.....	47
2.10.2	Gaya geser yang ditahan beton .....	47
2.11	Penulangan <i>Pile Cap</i> .....	47
2.11.1	Menghitung rasio tulangan.....	47
2.11.2	Menghitung jumlah tulangan yang digunakan .....	48
2.11.3	Menghitung jarak tulangan.....	48
2.12	Analisis Pembebanan Menggunakan <i>SAP2000</i> .....	48
2.12.1	Model struktur .....	48
2.12.2	Sistem koordinat.....	49
2.13	Analisis Menggunakan Program <i>Plaxis</i> .....	49

2.14 Analisis Menggunakan Program <i>Allpile</i> .....	52
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	54
3.1 Pendahuluan .....	54
3.2 Studi Literatur .....	54
3.3 Pengumpulan Data .....	54
3.3.1 Data primer .....	54
3.3.2 Data sekunder .....	54
3.4 Tahapan Perencanaan .....	57
3.4.1 Analisis pembebanan dengan program <i>SAP2000</i> .....	57
3.4.2 Perhitungan daya dukung aksial pondasi tiang pancang ..	69
3.4.2.1 Daya dukung aksial pondasi metode Aoki De Alencar dengan data sondir .....	69
3.4.2.2 Daya dukung aksial metode Meyerhof dengan data sondir dan data SPT .....	70
3.4.2.3 Daya dukung aksial berdasarkan metode kekuatan bahan .....	72
3.4.3 Perhitungan daya dukung lateral pondasi tiang pancang .	73
3.4.4 Jumlah tiang yang diperlukan .....	75
3.4.5 Efisiensi grup tiang .....	75
3.4.6 Penurunan pondasi tiang pancang .....	75
3.5 Analisa Penurunan Pondasi Tiang Pancang dengan Program <i>Plaxis</i> .....	76
3.6 Analisis Daya Dukung dengan Program <i>All Pile</i> .....	86
3.7 Penulangan Pada Pondasi Tiang Pancang .....	92
3.7.1 Perhitungan tulangan utama .....	92
3.7.2 Perhitungan tulangan sengkang .....	94
3.8 Penentuan Tebal <i>Pile Cap</i> .....	95
3.8.1 Kontrol tegangan geser 2 arah .....	95
3.8.2 Gaya geser yang ditahan beton .....	95
3.9 Penulangan <i>Pile Cap</i> .....	96
3.9.1 Menghitung rasio tulangan .....	96
3.9.2 Menghitung jumlah tulangan yang digunakan .....	96
3.9.3 Menghitung jarak tulangan .....	96

3.10 Hasil Pembahasan .....	97
3.11 Kesimpulan dan Saran .....	97
3.12 Penyusunan Laporan .....	97
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>98</b>
4.1 Tinjauan Umum .....	98
4.2 Pemodelan Struktur Atas dengan Program <i>SAP2000</i> .....	100
4.3 Analisa Beban Struktur Atas .....	101
4.3.1 Beban mati ( <i>Dead Load</i> ) .....	101
4.3.2 Beban hidup ( <i>Live Load</i> ).....	102
4.3.3 Beban gempa .....	102
4.3.3.1 Faktor keutamaan struktur (I).....	102
4.3.3.2 Faktor reduksi gempa (R).....	103
4.3.3.3 Zona wilayah gempa.....	104
4.4 Kapasitas Dukung Aksial Pondasi Tiang Pancang .....	108
4.4.1 Kapasitas dukung aksial pondasi tiang menggunakan data sondir .....	108
4.4.2 Kapasitas dukung aksial pondasi tiang menggunakan data SPT .....	116
4.4.3 Kapasitas dukung aksial pondasi tiang menggunakan metode kekuatan bahan .....	121
4.5 Jumlah Tiang yang Diperlukan .....	123
4.6 Efisiensi Grup Tiang .....	124
4.7 Penurunan Pondasi Tiang .....	128
4.8 Kapasitas Dukung Lateral Pondasi Tiang Pancang .....	132
4.9 Analisa Penurunan Pondasi Tiang dengan <i>Plaxis</i> .....	134
4.10 Analisa Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang dengan Program <i>Allpile</i> .....	145
4.11 Penurunan Pondasi Tiang Pancang .....	152
4.12 Perhitungan Tebal <i>Pile Cap</i> .....	159
4.13 Penulangan <i>Pile Cap</i> .....	160
4.14 Pembahasan.....	165
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>167</b>

5.1 Kesimpulan .....	167
5.2 Saran .....	169

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Grafik Hubungan antara Tekanan Konus ( $q_c$ ), <i>Friction Ratio</i> (FR) dan Jenis Tanah .....	16
Gambar 2.2	Penentuan $E_{50}$ .....	10
Gambar 2.3	Pondasi Dangkal .....	16
Gambar 2.4	Pondasi Sumuran .....	17
Gambar 2.5	Pondasi Tiang .....	17
Gambar 2.6	Peralihan Gaya pada Pondasi .....	18
Gambar 2.7	Tiang Pancang Kayu .....	19
Gambar 2.8	Tiang Pancang <i>Precast Reinforced Concrete Pile</i> .....	20
Gambar 2.9	Tiang Pancang Baja .....	21
Gambar 2.10	<i>Water Proofed Steel Pipe and Wood Pile</i> .....	21
Gambar 2.11	<i>Composite Dropped in - Shell and Wood Pile</i> .....	22
Gambar 2.12	Pondasi Tiang dengan Tahanan Ujung .....	22
Gambar 2.13	Pondasi Tiang dengan Tahanan Gesekan .....	23
Gambar 2.14	Pondasi Tiang dengan Tahanan Lekatan .....	23
Gambar 2.15	Tahanan Ujung Tiang Cara Meyerhof .....	26
Gambar 2.16	Bentuk Keruntuhan dalam Analisis Kapasitas Dukung .....	31
Gambar 2.17	Grafik Koefisien Adhesi antara Tanah dan Tiang .....	33
Gambar 2.18	Grafik Broms (1964) <i>Ultimate Lateral Resistance</i> .....	35
Gambar 2.19	Jarak Tiang .....	38
Gambar 2.20	Jarak Tiang 1,2 dan 3 .....	39
Gambar 2.21	Efisiensi Tiang Pancang Kelompok .....	41
Gambar 2.22	Contoh Permasalahan Regangan Bidang dan <i>Axi-simetri</i> .....	50
Gambar 2.23	Definisi $E_0$ dan $E_{50}$ .....	51
Gambar 3.1	<i>Flowchart</i> Tahapan Pelaksanaan Penelitian .....	56
Gambar 3.2	<i>New Model</i> .....	57
Gambar 3.3	<i>Edit Grid</i> .....	58
Gambar 3.4	Pengaturan <i>Grid</i> .....	58
Gambar 3.5	Pemodelan Portal 3D <i>Frame</i> .....	59
Gambar 3.6	<i>Define Material</i> .....	59

Gambar 3.7	<i>Material Property Data</i> .....	60
Gambar 3.8	<i>Frame Properties</i> .....	60
Gambar 3.9	<i>Rectangular Section</i> .....	61
Gambar 3.10	<i>Reinforcement Data</i> untuk <i>Beam</i> .....	61
Gambar 3.11	<i>Reinforcement Data</i> untuk <i>Column</i> .....	62
Gambar 3.12	<i>Area Sections</i> .....	62
Gambar 3.13	<i>Shell Section Data</i> .....	63
Gambar 3.14	Plot Penampang .....	64
Gambar 3.15	<i>Frame Distributed Load</i> .....	64
Gambar 3.16	<i>Area Uniform Loads to Frames</i> .....	65
Gambar 3.17	<i>Response Spectrum</i> .....	65
Gambar 3.18	<i>Define Load Case</i> .....	66
Gambar 3.19	<i>Load Case Data-Response Spectrum</i> .....	66
Gambar 3.20	<i>Load Combinations</i> .....	67
Gambar 3.21	<i>Analysis Options</i> .....	68
Gambar 3.22	Hasil <i>Running SAP2000 V14</i> .....	68
Gambar 3.23	Grafik Koefisien Adhesi antara Tanah dan Tiang.....	72
Gambar 3.24	Grafik Broms (1964) <i>Ultimate Lateral Resistance</i> .....	74
Gambar 3.25	Pengaturan <i>General Options</i> .....	77
Gambar 3.26	Pengaturan Global-Dimensi .....	77
Gambar 3.27	Pemodelan Profil Tanah .....	78
Gambar 3.28	Data Umum Material Lanau Kepasiran.....	78
Gambar 3.29	Data Parameter Material Lanau Kepasiran.....	79
Gambar 3.30	Data antar Muka Material Lanau Kepasiran .....	79
Gambar 3.31	Data Material Pondasi Tiang Pancang .....	80
Gambar 3.32	Pemodelan Pondasi Tiang Pancang.....	80
Gambar 3.33	Beban pada Tiang Pancang .....	81
Gambar 3.34	Susun Jaring Elemen .....	81
Gambar 3.35	Berat Isi Air .....	82
Gambar 3.36	Muka Air Tanah .....	82
Gambar 3.37	Tekanan Air Pori Aktif.....	83
Gambar 3.38	Tampilan Tekanan Air Pori Aktif.....	83
Gambar 3.39	Mengaktifkan Tekanan Air Pori Awal .....	84

Gambar 3.40	Prosedur-KO.....	84
Gambar 3.41	Tekanan Efektif Tanah .....	85
Gambar 3.42	Tahap-tahap Perhitungan Konstruksi .....	85
Gambar 3.43	Keluaran Jaring Elemen Terdeformasi Penurunan 2,45 cm.....	86
Gambar 3.44	Tipe <i>Pile</i> yang Digunakan .....	87
Gambar 3.45	<i>Input Pile Profile</i> .....	87
Gambar 3.46	<i>Pile Section Screen</i> .....	88
Gambar 3.47	<i>Input Depth Pile</i> .....	88
Gambar 3.48	<i>Load and Group (Single Pile)</i> .....	89
Gambar 3.49	<i>Load and Group (Group Pile)</i> .....	89
Gambar 3.50	<i>Soil Parameter Screen</i> .....	90
Gambar 3.51	<i>Soil Property Table</i> .....	90
Gambar 3.52	<i>Advanced Page</i> .....	91
Gambar 3.53	<i>Vertical Analysis Results</i> .....	91
Gambar 4.1	Denah Pondasi .....	99
Gambar 4.2	Pemodelan Struktur dengan Program <i>SAP2000</i> .....	100
Gambar 4.3	Respons Spektrum Jenis Tanah Keras Wilayah Semarang .....	105
Gambar 4.4	Grafik Koefisien Adhesi antara Tanah dan Tiang.....	117
Gambar 4.5	Pondasi Tipe P1 .....	124
Gambar 4.6	Pondasi Tipe P2.....	125
Gambar 4.7	Pondasi Tipe P3.....	127
Gambar 4.8	Grafik Broms (1964) <i>Ultimate Lateral Resistance</i> .....	133
Gambar 4.9	Pengaturan <i>General Options</i> .....	135
Gambar4.10	Pengaturan Global-Dimensi .....	136
Gambar 4.11	Pemodelan Profil Tanah .....	136
Gambar 4.12	Data Umum Material Lanau Kepasiran .....	137
Gambar 4.13	Data Parameter Material Lanau Kepasiran .....	137
Gambar 4.14	Data antar Muka Material Lanau Kepasiran .....	138
Gambar 4.15	Data Material Pondasi Tiang Pancang .....	138
Gambar 4.16	Pemodelan Pondasi Tiang Pancang.....	139
Gambar 4.17	Beban pada Tiang Pancang .....	140
Gambar 4.18	Susun Jaring Elemen .....	140
Gambar 4.19	Berat Isi Air.....	141



Gambar 4.20	Muka Air tanah .....	141
Gambar 4.21	Tekanan Air Pori Aktif.....	142
Gambar 4.22	Tampilan Tekanan Air Pori Aktif .....	142
Gambar 4.23	Mengaktifkan Tekanan Air Pori Awal.....	143
Gambar 4.24	Prosedur-KO .....	143
Gambar 4.25	Tekanan Efektif Tanah.....	144
Gambar 4.26	Tahap-tahap Perhitungan Konstruksi.....	144
Gambar 4.27	Keluaran Jaring Elemen Terdeformasi Penurunan 2,45 cm.....	145
Gambar 4.28	Tipe <i>Pile</i> yang Digunakan.....	146
Gambar 4.29	<i>Input Pile Profile Length and Top Height</i> .....	147
Gambar 4.30	<i>Pile Section Screen</i> .....	148
Gambar 4.31	<i>Input Depth Pile</i> .....	148
Gambar 4.32	<i>Load and Group (Single Pile)</i> .....	149
Gambar 4.33	<i>Load and Group (Group Pile)</i> .....	149
Gambar 4.34	<i>Soil Parameter Screen</i> .....	150
Gambar 4.35	<i>Soil Property Table</i> .....	150
Gambar 4.36	<i>Advanced Page</i> .....	151
Gambar 4.37	<i>Vertical Analysis Results</i> .....	151
Gambar 4.38	Pembebanan Pondasi Tiang Pancang.....	152
Gambar 4.39	Beban <i>Pile Cap</i> .....	159
Gambar 4.40	Penulangan Pondasi Tiang Pancang dan <i>Pile Cap</i> .....	164

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Klasifikasi Tanah dari Data Sondir.....	7
Tabel 2.2	Hubungan antara Konsistensi dengan Tekanan <i>Conus</i> .....	8
Tabel 2.3	Hubungan antara Kepadatan dengan <i>Relative Density</i> .....	8
Tabel 2.4	Nilai SPT dan <i>Properties</i> Tanah berdasarkan <i>SPT</i> .....	9
Tabel 2.5	Nilai Perkiraan <i>Modulus Young</i> .....	11
Tabel 2.6	Hubungan antara Jenis Tanah dan <i>Possion Ratio</i> .....	12
Tabel 2.7	Hubungan antara Sudut Geser Dalam dan Jenis Tanah .....	12
Tabel 2.8	Faktor $\omega$ Heijnen, DeRuiten dan Beringen.....	24
Tabel 2.9	Faktor Empirik $F_b$ dan $F_s$ .....	27
Tabel 2.10	Faktor Empirik untuk Tipe Tanah .....	28
Tabel 2.11	Nilai $F_1$ dan $F_2$ untuk Berbagai Tipe Pile .....	29
Tabel 2.12	Nilai $K$ dan $\alpha$ untuk Berbagai Tipe Tanah .....	29
Tabel 2.13	Hubungan Kepadatan Relatif, Sudut Geser Tanah dan Nilai $N$ .....	30
Tabel 2.14	Kriteria Tiang Kaku dan Tiang Tidak Kaku .....	35
Tabel 2.15	Faktor Aman yang Disarankan .....	36
Tabel 2.16	Jarak Minimum antara Tiang Pancang .....	37
Tabel 2.17	Nilai Koefisien $C_p$ .....	42
Tabel 2.18	Angka Poison ( $\mu$ ) .....	43
Tabel 2.19	Modulus Elastis Tanah ( $E_s$ ).....	43
Tabel 3.1	Kriteria Tiang Kaku dan Tiang Tidak Kaku .....	74
Tabel 4.1	Faktor Keutamaan Struktur.....	102
Tabel 4.2	Faktor Reduksi Gempa .....	103
Tabel 4.3	Hasil <i>Output Joint Reaction</i> .....	106
Tabel 4.4	Beban yang Ditumpu pada Setiap Tipe Pondasi.....	107
Tabel 4.5	Perhitungan Daya Dukung Aksial Pondasi Metode Meyerhof dengan Data Sondir .....	114
Tabel 4.6	Perhitungan Daya Dukung Aksial Pondasi Metode Meyerhof dengan Data SPT $P_1$ .....	121
Tabel 4.7	Hasil Perhitungan Daya Dukung Aksial Tiang.....	122
Tabel 4.8	Hasil Perhitungan Beban Aksial Pada <i>SAP2000</i> .....	123

Tabel 4.9	Hasil Perhitungan Efisiensi Grup Tiang .....	128
Tabel 4.10	Hasil Perhitungan Penurunan Elastis Kelompok Tiang.....	132
Tabel 4.11	Kriteria Tiang Kaku dan Tiang Tidak Kaku .....	133
Tabel 4.12	Perhitungan Daya Dukung Aksial Pondasi Tiang Pancang P1,P2,P3	165
Tabel 4.13	Penurunan Elastis Pondasi Tiang Pancang Tunggal P1,P2 dan P3 ..	165
Tabel 5.1	Hasil Perhitungan Pembebanan .....	167
Tabel 5.2	Hasil Perhitungan Daya Dukung Aksial P1,P2 dan P3 .....	168
Tabel 5.3	Hasil Perhitungan Penurunan Elastis Pondasi Tiang Pancang P1, P2 dan P3 .....	168

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Berita Acara Seminar Tugas Akhir
- Lampiran 2 : Daftar Hadir Dosen Penguji Seminar Tugas Akhir
- Lampiran 3 : Daftar Hadir Seminar Tugas Akhir
- Lampiran 4 : Lembar Asistensi Tugas Akhir
- Lampiran 5 : Turnitin
- Lampiran 6 : *Output SAP2000*
- Lampiran 7 : *Output Perhitungan AllPile*
- Lampiran 8 : *Output Perhitungan Plaxis*
- Lampiran 9 : Gambar Kerja Gedung Rumah Susun Keluarga TNI-AD Semarang

