

## DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR .....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR .....	iii
PERSYARATAN BEBAS PLAGIAT.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN .....	v
MOTTO.....	vi
PERSEMBAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN .....	xiii
ABSTRAK .....	xxi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	6
2.1 Tanah sebagai Pendukung Fondasi.....	6
2.2 Parameter tanah .....	6
2.3 Penyelidikan Tanah ( <i>Soil Investigation</i> ).....	8
2.3.1 Pekerjaan sondir .....	9
2.3.2 Pekerjaan bor mesin .....	11
2.3.3 Pengujian <i>standard penetration test</i> (SPT).....	13
2.4 Fondasi.....	15
2.5 Klasifikasi Fondasi .....	16

2.5.1	Fondasi dangkal .....	16
2.5.2	Fondasi sedang .....	17
2.5.3	Fondasi dalam .....	18
2.6	Fondasi Tiang Pancang ( <i>Driven Pile</i> ).....	20
2.6.1	Jenis – jenis fondasi tiang pancang .....	20
2.6.2	Fondasi tiang pancang menurut pemasangannya.....	23
2.6.3	Alat tiang pancang.....	25
2.6.4	Metode pelaksanaan fondasi tiang pancang.....	26
2.6.5	Penggunaan fondasi tiang pancang beton.....	32
2.7	Kapasitas Daya Dukung Aksial Tanah Fondasi .....	33
2.7.1	Daya dukung tanah fondasi dari hasil sondir .....	33
2.7.2	Metode Reese & Wright 1977 .....	36
2.7.3	Metode Meyerhof.....	39
2.7.4	Metode US army corps .....	40
2.7.5	Daya dukung berdasarkan kekuatan bahan.....	43
2.7.6	Metode Meyerhof.....	43
2.8	Kapasitas Daya Dukung Lateral Tanah Fondasi .....	44
2.8.1	Metode Broms.....	44
2.9	Menentukan Jumlah Fondasi Tiang Pancang dan Jarak Tiang .....	45
2.9.1	Jumlah Fondasi tiang pancang ( <i>driven pile</i> ).....	45
2.9.2	Menentukan jarak tiang .....	46
2.10	Kapasitas Kelompok Tiang dan Efisiensi Fondasi Tiang Pancang ....	46
2.11	Penurunan Fondasi Tiang Pancang.....	47
2.11.1	Penurunan fondasi tiang tunggal.....	47
2.11.2	Penurunan fondasi kelompok tiang .....	48
2.12	Analisa Pembebanan Menggunakan <i>SAP2000</i> .....	49
2.13	Analisa Menggunakan Program <i>Bentley Geostuctural Analysis</i> .....	50
2.14	Analisa Menggunakan Program <i>Allpile</i> .....	50
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....		53
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 Fondasi Tiang Pancang Menggunakan <i>Bentley Geostuctutral Analysis</i> .....	70
3.5	Analisa Daya Dukung dan Penurunan Fondasi Tiang Pancang Menggunakan <i>Allpile</i> .....	75
3.6	Cara Pengolahan atau Analisa Data.....	79
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....		81
4.1	Tinjauan Umum.....	81
4.2	Permodelan Struktur Atas dengan Program <i>SAP2000</i> .....	83
4.2.1	Data bangunan.....	83
4.2.2	Analisis pembebanan struktur.....	83
4.3	Daya Dukung Aksial Tanah Fondasi Satu Tiang ( <i>Single Pile</i> ).....	90
4.3.1	Daya dukung tanah fondasi berdasarkan hasil sondir .....	91
4.3.2	Daya dukung aksial tanah fondasi metode <i>Reese &amp; Wright</i> ... ..	91
4.3.3	Daya dukung aksial tanah fondasi metode <i>Maryerhof</i> .....	95
4.3.4	Daya dukung aksial tanah fondasi metode <i>U.S army corps</i> ... ..	99
4.3.5	Daya dukung aksial tanah fondasi berdasarkan kekuatan bahan .....	102
4.3.6	Hasil perhitungan .....	102
4.4	Daya Dukung Lateral Fondasi Satu Tiang ( <i>Single Pile</i> ).....	103
4.4.1	Daya dukung lateral ultimit menurut metode <i>Broms</i> .....	103
4.4.2	Daya dukung lateral ijin menurut metode <i>Broms</i> .....	104
4.4.3	Daya dukung lateral ultimit menurut metode <i>Mayerhof</i> .....	104
4.4.4	Daya dukung lateral ijin menurut metode <i>Mayerhof</i> .....	104
4.5	Daya Dukung Fondasi Kelompok Tiang ( <i>Group Pile</i> ).....	104
4.5.1	Menentukan jumlah <i>pile</i> .....	105
4.5.2	Menentukan jarak tiang .....	106
4.5.3	Perhitungan daya dukung kelompok tiang.....	106
4.6	Penurunan Fondasi Tiang Pancang Menggunakan Metode <i>Vesic</i> .....	111
4.6.1	Perhitungan penurunan fondasi tiang pancang tunggal ( <i>single</i> .....	

	<i>pile</i> ).....	111
4.6.2	Perhitungan penurunan kelompok tiang fondasi tiang pancang ( <i>group pile</i> ) .....	113
4.7	Hasil Perhitungan Menggunakan Aplikasi.....	114
4.7.1	Hasil <i>output bentley geostructural analysis</i> tiang tunggal ( <i>single pile</i> ).....	114
4.7.2	Hasil <i>output bentley geostructural analysis</i> kelompok tiang ( <i>group pile</i> ) .....	116
4.7.3	Hasil <i>output allpile</i> .....	118
4.8	Perbandingan Hasil Perhitungan Manual dengan Aplikasi .....	119
4.8.1	Perbandingan hasil perhitungan daya dukung aksial dengan cara manual dan aplikasi .....	119
4.8.2	Perbandingan hasil perhitungan penurunan fondasi dengan cara manual dan aplikasi .....	120
BAB V	PENUTUP .....	122
5.1	Kesimpulan .....	122
5.2	Saran .....	123
DAFTAR	PUSTAKA .....	124
LAMPIRAN		

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Hubungan Antara Jenis Tanah dan Poisson <i>Ratio</i> .....	7
<b>Tabel 2.2</b> Nilai Perkiraan Modulus Young.....	8
<b>Tabel 2.3</b> Hubungan Antara Sudut Geser Dalam dan Jenis Tanah .....	8
<b>Tabel 2.4</b> Faktor Empirik $F_b$ dan $F_s$ .....	34
<b>Tabel 2.5</b> Nilai Faktor Empirik untuk Tipe Tanah yang Berbeda .....	35
<b>Tabel 2.6</b> Nilai $K_d$ .....	42
<b>Tabel 2.7</b> Nilai Sudut Gesek Efektif .....	42
<b>Tabel 2.8</b> Nilai Koefisien $C_p$ .....	48
<b>Tabel 2.9</b> Interval Nilai Modulus Elastisitas untuk Berbagai Tanah.....	48
<b>Tabel 4.1</b> Perbandingan Kelebihan dan Kekurangan fondasi Tiang Pancang .....	81
<b>Tabel 4.2</b> Faktor Keutamaan Struktur .....	86
<b>Tabel 4.3</b> Faktor Reduksi Gempa .....	87
<b>Tabel 4.4</b> Beban Struktur Atas.....	89
<b>Tabel 4.5</b> Perhitungan Daya Dukung Aksial Metode <i>Reese &amp; Wright</i> .....	94
<b>Tabel 4.6</b> Perhitungan Daya Dukung Aksial Metode <i>Meyerhof</i> .....	98
<b>Tabel 4.7</b> Perhitungan $K_d$ tg $\delta$ (metode US army) .....	99
<b>Tabel 4.8</b> Perhitungan Daya Dukung Aksial Metode <i>U.S Army Corps</i> .....	101
<b>Tabel 4.9</b> Hasil Perhitungan dan Perbandingan Daya Dukung Aksial Tanah Fondasi .....	102
<b>Tabel 4.10</b> Perhitungan Jumlah Tiang .....	105
<b>Tabel 4.11</b> Perhitungan Daya Dukung Kelompok Tiang Fondasi .....	111
<b>Tabel 4.12</b> Hasil Perhitungan Daya Dukung Aksial Tiang Tunggal secara Manual dan Aplikasi.....	119
<b>Tabel 4.13</b> Hasil Perhitungan Daya Dukung Aksial Kelompok Tiang secara Manual dan Aplikasi.....	120
<b>Tabel 4.14</b> Hasil Perhitungan Penurunan Tiang Tunggal secara Manual dan Aplikasi .....	120
<b>Tabel 4.15</b> Hasil perhitungan penurunan kelompok tiang secara manual dan aplikasi .....	121

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Skema Uji SPT ( <i>Standard Penetration test</i> ) (ASTMD 1586) .....	13
<b>Gambar 2.2</b> Fondasi Memanjang atau Menerus .....	16
<b>Gambar 2.3</b> Fondasi Telapak .....	17
<b>Gambar 2.4</b> Fondasi Rakit .....	17
<b>Gambar 2.5</b> Fondasi Sumuran.....	18
<b>Gambar 2.6</b> Fondasi Tiang ( <i>Pile Foundation</i> ) .....	19
<b>Gambar 2.7</b> Tiang Pancang Kayu.....	21
<b>Gambar 2.8</b> Fondasi Tiang Baja Profil .....	22
<b>Gambar 2.9</b> Fondasi Tiang Beton Pracetak.....	22
<b>Gambar 2.10</b> Fondasi Tiang Beton Pratekan .....	23
<b>Gambar 2.11</b> Fondasi Tiang Komposit Kayu dan Beton.....	23
<b>Gambar 2.12</b> Skema Alat Pemukul Tiang : A. Pemukul aksi tunggal ( <i>single acting hammer</i> ), B. Pemukul aksi double ( <i>double acting hammer</i> ), C. Pemukul diesel ( <i>diesel hammer</i> ), D. Pemukul getar ( <i>vibrator hammer</i> ).....	25
<b>Gambar 2.13</b> Pengangkatan Tiang dengan Dua Tumpuan .....	29
<b>Gambar 2.14</b> Pengangkatan Tiang dengan Satu Tumpuan.....	29
<b>Gambar 2.15</b> Urutan Pemancangan: (a) Pemancangan Tiang, (b) Penyambungan Tiang, (c) Kalendering / <i>Final set</i> .....	31
<b>Gambar 2.16</b> Tiang ditinjau dari Cara Mendukung Bebannya .....	32
<b>Gambar 2.17</b> Grafik Hubungan Tahanan Ujung Ultimit .....	37
<b>Gambar 2.18</b> Grafik Hubungan Tahanan Selimut dengan $N_{SPT}$ .....	38
<b>Gambar 2.19</b> Grafik Hubungan antara Kohesi Tanah ( $C_u$ ) dengan Faktor Adhesi ( $\alpha$ ).....	40
<b>Gambar 2.20</b> Grafik Hubungan Sudut Gesek Dalam ( $\phi$ ) dengan $N_q$ .....	41
<b>Gambar 2.21</b> Grafik Daya Dukung Lateral Ultimit.....	45
<b>Gambar 3.1</b> Pemilihan Satuan .....	55
<b>Gambar 3.2</b> <i>New Model</i> .....	56
<b>Gambar 3.3</b> <i>Quick Grid Lines</i> .....	56
<b>Gambar 3.4</b> <i>Edit Grid Data</i> .....	56
<b>Gambar 3.5</b> <i>Coordinate/Grid System</i> .....	57

<b>Gambar 3.6</b> <i>Define Grid System Data</i> .....	57
<b>Gambar 3.7</b> <i>Define</i> .....	57
<b>Gambar 3.8</b> <i>Define Materials</i> .....	58
<b>Gambar 3.9</b> <i>Material Property Data</i> .....	58
<b>Gambar 3.10</b> <i>Section Properties</i> .....	59
<b>Gambar 3.11</b> <i>Frame Properties</i> .....	59
<b>Gambar 3.12</b> <i>Rectangular Section</i> .....	59
<b>Gambar 3.13</b> <i>Reinforcement Data Beam</i> .....	60
<b>Gambar 3.14</b> <i>Reinforcement Data Column</i> .....	60
<b>Gambar 3.15</b> <i>Input Area Section</i> .....	61
<b>Gambar 3.16</b> <i>Area Section</i> .....	61
<b>Gambar 3.17</b> <i>Shell Section Data</i> .....	61
<b>Gambar 3.18</b> <i>Input Balok dan Kolom pada Grid</i> .....	62
<b>Gambar 3.19</b> <i>Input Pelat Lantai dan Shear Wall pada Grid</i> .....	62
<b>Gambar 3.20</b> Hasil Pemodelan SAP2000.....	63
<b>Gambar 3.21</b> <i>Response Spectrum</i> .....	63
<b>Gambar 3.22</b> <i>Define Response Spectrum Functions</i> .....	64
<b>Gambar 3.23</b> <i>Response Spectrum Function Definition</i> .....	64
<b>Gambar 3.24</b> <i>Load Patterns</i> .....	65
<b>Gambar 3.25</b> <i>Define Load Patterns</i> .....	65
<b>Gambar 3.26</b> <i>Define Load Cases</i> .....	65
<b>Gambar 3.27</b> <i>Load Case Data</i> .....	66
<b>Gambar 3.28</b> <i>Define Load Combinations</i> .....	67
<b>Gambar 3.29</b> <i>Load Combination Data</i> .....	68
<b>Gambar 3.30</b> <i>Frame Distributed Loads</i> .....	68
<b>Gambar 3.31</b> <i>Area Uniform Loads to Frames</i> .....	69
<b>Gambar 3.32</b> <i>Set Load Cases to Run</i> .....	69
<b>Gambar 3.33</b> Hasil Output.....	70
<b>Gambar 3.34</b> <i>System of units</i> .....	70
<b>Gambar 3.35</b> Mengisi kedalaman tiap tanah .....	71
<b>Gambar 3.36</b> Mengisi data tanah .....	71
<b>Gambar 3.37</b> <i>Add new soils</i> .....	72

<b>Gambar 3.38</b> Memasukan data klasifikasi tanah .....	72
<b>Gambar 3.39</b> Memasukkan klasifikasi tanah ke tiap kedalaman .....	72
<b>Gambar 3.40</b> Menu <i>Load</i> .....	73
<b>Gambar 3.41</b> Pembebanan <i>Pile</i> .....	73
<b>Gambar 3.42</b> Menu <i>Geometry</i> .....	74
<b>Gambar 3.43</b> Menu <i>Material</i> .....	74
<b>Gambar 3.44</b> Memasukkan muka air tanah .....	74
<b>Gambar 3.45</b> Hasil <i>Output</i> menu <i>Vertical Cap</i> .....	75
<b>Gambar 3.46</b> <i>Pile Type</i> .....	75
<b>Gambar 3.47</b> <i>Pile Profile</i> .....	76
<b>Gambar 3.48</b> <i>Pile Properties</i> .....	76
<b>Gambar 3.49</b> <i>Pile Section Screen</i> .....	77
<b>Gambar 3.50</b> <i>Load and Group</i> .....	77
<b>Gambar 3.51</b> <i>Soil Properties</i> .....	77
<b>Gambar 3.52</b> <i>Soil Parameter Screen</i> .....	78
<b>Gambar 3.53</b> Memasukkan Kedalaman Muka Air Tanah .....	78
<b>Gambar 3.54</b> <i>Vertical Analysis Results</i> .....	79
<b>Gambar 4.1</b> Denah Pondasi.....	82
<b>Gambar 4.2</b> Permodelan Struktur Dengan Program SAP2000 .....	83
<b>Gambar 4.3</b> Respons Spektrum Jenis Tanah Sedang Wilayah Purwodadi.....	88
<b>Gambar 4.4</b> Titik <i>Joint</i> yang Direncanakan .....	88
<b>Gambar 4.5</b> pelapisan tanah dan parameter.....	90
<b>Gambar 4.6</b> Grafik Daya Dukung Lateral Ultimit .....	103
<b>Gambar 4.7</b> Detail fondasi PC.1 .....	107
<b>Gambar 4.8</b> Detail fondasi PC.2 .....	108
<b>Gambar 4.9</b> Detail fondasi PC.3 .....	109
<b>Gambar 4.10</b> Detail fondasi PC.4 .....	110
<b>Gambar 4.11</b> Permodelan <i>Bentley Geostuctural Analysis</i> .....	115
<b>Gambar 4.12</b> Grafik Penurunan Segera .....	115
<b>Gambar 4.13</b> Hasil output daya dukung lateral fondasi tiang pancang tunggal	116
<b>Gambar 4.14</b> Permodelan <i>pile cap</i> tipe PC.2 .....	116
<b>Gambar 4.15</b> Permodelan <i>pile cap</i> tipe PC.3 .....	117



**Gambar 4.16** Permodelan *pile cap* tipe PC.4..... 117



## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

Ab	[m <sup>2</sup> ]	Luas penampang tiang
Ap	[m <sup>2</sup> ]	Luas penampang tiang
As	[m]	Luas selimut tiang
As	[m <sup>2</sup> ]	Luas tulangan tiang
B	[m]	<i>Broad</i> (Lebar)
Bg	[m]	Lebar <i>pile cap</i>
C	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	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 <sup>2</sup> ]	Modulus Elastisitas Tiang
Es	[Kg/cm <sup>3</sup> ]	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 <sup>2</sup> ]	Daya dukung ujung per satuan luas
Fs	[Kg/cm]	<i>Local friction</i>
Fs	[-]	Faktor empirik tahanan selimut yang tergantung pada tipe tanah.
Hu	[kN]	Daya dukung lateral tiang
JHL	[kg/cm <sup>2</sup> ]	Jumlah Hambatan Lekat
Kd	[-]	Nilai koefisien tekanan tanah untuk tiang tekan
Kl	[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
M	[kN-m]	Momen maksimum yang dapat ditahan tiang
y		
N	[-]	Jumlah tiang
N	[-]	Jumlah tiang pada deretan kolom
N <sub>1</sub>	[-]	Nilai N <sub>SPT</sub> kedalaman sebelum
n <sub>1</sub>	[-]	Jumlah baris tiang
N <sub>2</sub>	[-]	Nilai N <sub>SPT</sub> kedalaman ke-n
n <sub>2</sub>	[-]	jumlah tiang dalam satu baris
N <sub>SPT</sub>	[-]	<i>Number of Standard Penetration Test</i>
Ø	[°]	Sudut Geser Dalam
P	[kN]	Gaya aksial yang terjadi
P <sub>b'</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	Tekanan <i>Overburden</i> pada ujung bawah tiang
P <sub>o'</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	Tekanan <i>overburden</i> efektif
Q <sub>all</sub>	[kN]	Daya Dukung Aksial Ijin
Q <sub>b</sub>	[kN]	Daya Dukung Ujung Tiang
Q <sub>b</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	Daya dukung ujung tiang persatuan luas
Q <sub>c</sub>	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	<i>Conus resistance</i> (tahanan ujung sondir)
q <sub>c</sub> (side)	[kg/cm]	Perlawanan konus rata-rata pada masing lapisan sepanjang tiang.
q <sub>ca</sub> (base)	[kg/cm <sup>2</sup> ]	Perlawanan konus rata-rata 1,5D di atas ujung tiang 1,5D dibawah ujung tiang
Q <sub>p</sub>	[kN]	Daya Dukung ujung tiang
q <sub>p</sub>	[m <sup>2</sup> ]	Daya Dukung ujung tiang persatuan luas
Q <sub>s</sub>	[kN]	Daya Dukung Selimut Tiang
Q <sub>ult</sub>	[kN]	Daya Dukung Aksial Ultimit
Q <sub>wp</sub>	[kN]	Daya dukung ijin ujung tiang
Q <sub>ws</sub>	[kN]	Daya dukung ijin selimut tiang
S	[m]	Jarak tiang
Se	[mm]	Total penurunan tiang pancang
Se	[mm]	Penurunan elastis tiang pancang

Se	[mm]	Penurunan tiang pancang dikarenakan beban pada ujung tiang
Se	[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 <sup>2</sup> ]	Tegangan ijin tulangan
Tbk	[kN/m <sup>2</sup> ]	Tegangan ijin beton
Wp	[kN]	Berat tiang
Zc	[m]	Kedalaman kritis
Z <sub>MAT</sub>	[m]	Kedalaman muka air tanah
A	[-]	Faktor Adhesi
As	[%]	Nilai faktor empiric
Γ	[kN/m <sup>3</sup> ]	berat volumen tanah
γ'	[kN/m <sup>3</sup> ]	Massa jenis tanah efektif
γ <sub>dy</sub>	[kN/m <sup>3</sup> ]	Massa jenis tanah kering
Φ'	[°]	sudut gesek efektif
M	[-]	<i>Poisson Ratio</i>
E	[-]	Koefisien

