

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
SURAT PERNYATAAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT.....	iv
PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR.....	v
PRAKATA.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR NOTASI.....	xx
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penulisan.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Daya Dukung Fondasi Tiang Tunggal.....	5
2.1.1 Daya Dukung Tiang Menurut Meyerhoff (1995).....	6
2.1.2 Daya Dukung Tiang Menurut Briaud (1985).....	7
2.1.3. Daya Dukung Tiang Menurut Coyle dan Castello.....	9
2.2. Daya Dukung Kelompok Fondasi Tiang.....	11
2.3. Metode Elemen Hingga.....	15
2.4. Model Material Mohr-Coulomb.....	16
2.5. Korelasi Parameter Tanah.....	21
2.5.1. Korelasi Berat Isi Tanah.....	21
2.5.2. Korelasi Parameter Kekuatan Tanah (c , ϕ , ψ).....	22
2.5.3. Korelasi Parameter Kekakuan Tanah (E dan μ).....	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	26
3.1. Tanah Yang Digunakan Dalam Pemodelan.....	26

3.1.1.	Data Tanah Sekunder.....	26
3.1.2.	Parameter Kuat Geser dan Kekakuan Material Dalam Pemodelan.....	28
3.1.3.	Variasi Model Kelompok Tiang.....	29
3.2.	Tahapan Pemodelan di ABAQUS.....	35
3.3.	Tahap Pembebanan di ABAQUS.....	42
3.4.	Data Keluaran dan Hasil Yang Akan Didapatkan.....	46
3.5.	Diagram Alir Penelitian.....	46
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....		48
4.1.	Daya Dukung Aksial Tiang Tunggal.....	48
4.1.1.	Perhitungan Berdasarkan Persamaan Empiris.....	48
4.1.2.	Model ABAQUS Tiang Tunggal.....	53
4.2.	Daya Dukung Kelompok Tiang Konfigurasi 3 Tiang.....	59
4.2.1.	Konfigurasi 3 Tiang dengan Jarak Antar Tiang 2.5 D.....	59
4.2.2.	Konfigurasi 3 tiang dengan Jarak Antar Tiang 3 D.....	63
4.2.3.	Konfigurasi 3 tiang dengan Jarak Antar Tiang 3.5 D...	68
4.2.4.	Daya Dukung Kelompok Konfigurasi 3 Tiang.....	73
4.3.	Daya Dukung Kekompok tiang Konfigurasi 4 Tiang.....	74
4.3.1.	Konfigurasi 4 Tiang dengan Jarak Antar Tiang 2.5 D.....	74
4.3.2.	Konfigurasi 3 tiang dengan Jarak Antar Tiang 3 D.....	79
4.3.3.	Konfigurasi 3 tiang dengan Jarak Antar Tiang 3.5 D...	84
4.3.4.	Daya Dukung Kelompok Konfigurasi 4 Tiang.....	89
4.4.	Daya Dukung Kekompok tiang Konfigurasi 5 Tiang.....	90
4.4.1.	Konfigurasi 4 Tiang dengan Jarak Antar Tiang 2.5 D.....	90
4.4.2.	Konfigurasi 3 tiang dengan Jarak Antar Tiang 3 D.....	94
4.4.3.	Konfigurasi 3 tiang dengan Jarak Antar Tiang 3.5 D...	99
4.4.4.	Daya Dukung Kelompok Konfigurasi 5 Tiang.....	104
4.5.	Efisiensi Kelompok Tiang.....	105

4.5.1. Efisiensi Kelompok Tiang berdasarkan Persamaan Empiris.....	105
4.5.2. Efisiensi Kelompok Tiang berdasarkan Pemodelan ABAQUS.....	107
4.6. Daya Dukung Tiang Berdasarkan Efisiensi Metode Empiris dan Pemodelan.....	111
BAB V PENUTUP.....	115
5.1. Kesimpulan.....	115
5.2. Saran.....	116
DAFTAR PUSTAKA.....	xxii
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	<i>Hammer Efficiency</i>	8
Tabel 2.2.	<i>Borehole Diameter Factor, Sampling Method Factor dan Rod Length Factor</i>	8
Tabel 2.3.	Parameter Mohr-Coulomb.....	20
Tabel 2.4.	Korelasi empiris antara nilai N-SPT dengan berat isi tanah jenuh (γ_{sat}) untuk tanah kohesif.....	21
Tabel 2.5.	Korelasi berat jenis tanah jenuh (γ_{sat}) <i>cohesionless</i>	21
Tabel 2.6.	Korelasi berat isi tanah (γ) <i>cohesionless</i> dan kohesif.....	22
Tabel 2.7.	Sudut geser tanah granular.....	23
Tabel 2.8.	Korelasi modulus elastisitas (E) dengan nilai N-SPT.....	24
Tabel 2.9.	Hubungan tipe tanah dengan modulus Young dan <i>Poisson ratio</i>	24
Tabel 2.10.	Modulus elastisitas (E) berbagai jenis tanah.....	24
Tabel 3.1.	Pengujian <i>Water Contens</i> (Kadar Air).....	26
Tabel 3.2.	Pengujian <i>Weight of Volume</i> (Berat Volume).....	26
Tabel 3.3.	Pengujian <i>Direct Shear Test</i> (Uji Geser Langsung).....	27
Tabel 3.4.	Pengujian <i>Spesific Grafity Test</i>	27
Tabel 3.5.	Pengujian <i>Liquid and Plastic Limit Test</i>	27
Tabel 3.6.	Pengujian <i>Sieve Analysis</i>	27
Tabel 3.7.	Nilai N-SPT.....	27
Tabel 3.8.	Parameter Tanah.....	28
Tabel 3.9.	Parameter Beton.....	29
Tabel 3.10.	Konfigurasi Model.....	34
Tabel 4.1.	Hasil Perhitungan N_{60}	49
Tabel 4.2.	Nilai Q_s Metode Meyerhoff (1995).....	50
Tabel 4.3.	Nilai Q_s Metode Briaud (1985).....	51
Tabel 4.4.	Nilai f_s Metode Coyle dan Castello.....	52
Tabel 4.5.	Nilai Q_s Metode Coyle dan Castello.....	53
Tabel 4.6.	Hubungan Beban terhadap <i>Displacement</i>	58

Tabel 4.7.	Hasil Perhitungan Daya Dukung Ultimit Manual dan ABAQUS.....	59
Tabel 4.8.	Hubungan Beban Terhadap <i>Displacement</i>	63
Tabel 4.9.	Hubungan Beban Terhadap <i>Displacement</i>	67
Tabel 4.10.	Hubungan Beban Terhadap <i>Displacement</i>	72
Tabel 4.11.	Hubungan Beban Terhadap <i>Displacement</i>	78
Tabel 4.12.	Hubungan Beban Terhadap <i>Displacement</i>	83
Tabel 4.13.	Hubungan Beban Terhadap <i>Displacement</i>	88
Tabel 4.14.	Hubungan Beban Terhadap <i>Displacement</i>	94
Tabel 4.15.	Hubungan Beban Terhadap <i>Displacement</i>	98
Tabel 4.16.	Hubungan Beban Terhadap <i>Displacement</i>	103
Tabel 4.17.	Jumlah Baris dan Tiang.....	105
Tabel 4.18.	Faktor Efisiensi <i>Converse-Labarre Equation</i>	106
Tabel 4.19.	Faktor Efisiensi <i>Los Angeles Group Action Equation</i>	106
Tabel 4.20.	Faktor Efisiensi <i>Seiler-Keeney Equation</i>	107
Tabel 4.21.	Efisiensi Tiga Tiang.....	107
Tabel 4.22.	Efisiensi Empat Tiang.....	108
Tabel 4.23.	Efisiensi Lima Tiang.....	109
Tabel 4.24.	Faktor Efisiensi Berdasarkan Persamaan Empiris dan Numerik.....	110
Tabel 4.25.	Daya Dukung Kelompok Tiang Segitiga 3 Tiang.....	111
Tabel 4.26.	Daya Dukung Kelompok Tiang Segiempat 4 Tiang.....	112
Tabel 4.27.	Daya Dukung Kelompok Tiang Segiempat 5 Tiang.....	113

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Bidang runtuh menurut Terzaghi (a), Meyerhoff (b) dan Vesic (c).....	6
Gambar 2.2.	Pengambilan Nilai N_{SPT} Rata-Rata.....	7
Gambar 2.3.	Faktor tahanan ujung (f_b) Coyle dan Castello.....	10
Gambar 2.4.	Faktor tahanan sisi (f_s) Coyle dan Castello.....	11
Gambar 2.5.	Perbandingan Zona Tanah (Tomlison,1977) Tiang Tunggal dan Kelompok Tiang.....	12
Gambar 2.6.	Perbedaan Tekanan Tiang Pendukung (Tomlison 1977) Tiang Tunggal dan Kelompok Tiang.....	12
Gambar 2.7.	Fondasi Kelompok Tiang.....	14
Gambar 2.8.	Model Elemen Hingga.....	16
Gambar 2.9.	Ide Dasar Dari Suatu Model Elastis Plastis-Sempurna	18
Gambar 2.10.	Bidang Leleh Mohr-Coulomb Dalam Ruang Tegangan Utama ($c=0$).....	20
Gambar 2.11.	Grafik Hubungan Antara Kohesi (c) dan Nilai N-SPT	23
Gambar 3.1.	Konfigurasi Segitiga 3 Tiang, Segiempat 4 Tiang, Segiempat 5 Tiang.....	30
Gambar 3.2.	Dimensi Konfigurasi Segitiga Spasi 3.5D.....	30
Gambar 3.3.	Dimensi Konfigurasi Segitiga Spasi 3D.....	30
Gambar 3.4.	Dimensi Konfigurasi Segitiga Spasi 2.5D.....	31
Gambar 3.5.	Dimensi Konfigurasi Segiempat 5 Tiang Spasi 3.5D..	31
Gambar 3.6.	Dimensi Konfigurasi Segiempat 5 Tiang Spasi 3D...	32
Gambar 3.7.	Dimensi Konfigurasi Segiempat 5 Tiang Spasi 2.5D..	32
Gambar 3.8.	Dimensi Konfigurasi Segiempat 4 Tiang Spasi 3.5D..	33
Gambar 3.9.	Dimensi Konfigurasi Segiempat 4 Tiang Spasi 3D....	33
Gambar 3.10.	Dimensi Konfigurasi Segiempat 4 Tiang Spasi 2.5D..	34
Gambar 3.11.	Dimensi Tampak Samping Layer Tanah.....	34
Gambar 3.12.	<i>Flowchart</i> Pemodelan di ABAQUS.....	35
Gambar 3.13.	Tampilan Laman ABAQUS.....	36

Gambar 3.14.	Tampilan Bagian Tanah.....	36
Gambar 3.15.	Tampilan Bagian <i>Cap</i>	37
Gambar 3.16.	Tampilan Bagian Tiang.....	37
Gambar 3.17.	Set material.....	38
Gambar 3.18.	Proses Penggabungan Tiang dan <i>Cap</i>	38
Gambar 3.19.	Hasil Penggabungan Bagian Tiang dan <i>Cap</i>	39
Gambar 3.20.	Proses Pembuatan <i>Step</i>	39
Gambar 3.21.	Pendefinisian <i>Master Surface</i>	41
Gambar 3.22.	Pendefinisian <i>Slave Surface</i>	41
Gambar 3.23.	Tahap <i>Meshing</i> Model.....	42
Gambar 3.24.	Parameter Geostatik.....	43
Gambar 3.25.	Tampilan Setelah Diberi Parameter.....	43
Gambar 3.26.	Parameter Geostatik.....	44
Gambar 3.27.	Parameter Interaksi <i>Instal Pile</i>	44
Gambar 3.28.	Parameter Pembebanan.....	45
Gambar 3.29.	Titik Pembebanan 4 Tiang (a), 5 Tiang (b) dan 3 Tiang (c).....	46
Gambar 3.30.	<i>Flowchart</i> Pengerjaan Tugas Akhir.....	47
Gambar 4.1.	Skema Tiang Didalam Tanah.....	48
Gambar 4.2.	<i>Stress</i> awal Geostatik (a) dan <i>Stress</i> akhir Geostatik (b).....	54
Gambar 4.3.	<i>Stress</i> awal Instal Pile (a) dan <i>Stress</i> akhir Instal Pile (b).....	55
Gambar 4.4.	<i>Stress</i> awal Pembebanan (a) dan <i>Stress</i> akhir Pem- bebanan (b).....	55
Gambar 4.5.	<i>Displacement</i> awal Geostatik (a) dan <i>Displacement</i> akhir Geostatik (b).....	56
Gambar 4.6.	<i>Displacement</i> awal <i>Instal Pile</i> (a) dan <i>Displacement</i> akhir <i>Instal Pile</i> (b).....	57
Gambar 4.7.	<i>Displacement</i> awal Pembebanan (a) dan <i>Displace- ment</i> akhir Pembebanan (b).....	57
Gambar 4.8.	Grafik Hubungan antara <i>Displacement</i> dan Beban.....	58

Gambar 4.9.	<i>Stress</i> awal Geostatik (a) dan <i>Stress</i> akhir Geostatik (b).....	60
Gambar 4.10.	<i>Stress</i> awal <i>Instal Pile</i> (a) dan <i>Stress</i> akhir <i>Instal Pile</i> (b).....	60
Gambar 4.11.	<i>Stress</i> awal Pembebanan (a) dan <i>Stress</i> akhir Pembebanan (b).....	61
Gambar 4.12.	<i>Displacement</i> awal Geostatik.....	61
Gambar 4.13.	<i>Displacement</i> awal <i>Instal Pile</i>	62
Gambar 4.14.	<i>Displacement</i> awal Pembebanan (a) dan <i>Displacement</i> akhir Pembebanan (b).....	62
Gambar 4.15.	Grafik Hubungan antara <i>Displacement</i> dan Beban.....	63
Gambar 4.16.	<i>Stress</i> awal Geostatik (a) dan <i>Stress</i> akhir Geostatik (b).....	64
Gambar 4.17.	<i>Stress</i> awal <i>Instal Pile</i> (a) dan <i>Stress</i> akhir <i>Instal Pile</i> (b).....	65
Gambar 4.18.	<i>Stress</i> awal Pembebanan (a) dan <i>Stress</i> akhir Pembebanan (b).....	65
Gambar 4.19.	<i>Displacement</i> awal Geostatik.....	66
Gambar 4.20.	<i>Displacement</i> awal <i>Instal Pile</i> (a) dan <i>Displacement</i> akhir <i>Instal Pile</i> (b).....	66
Gambar 4.21.	<i>Displacement</i> awal Pembebanan (a) dan <i>Displacement</i> akhir Pembebanan (b).....	67
Gambar 4.22.	Grafik Hubungan antara <i>Displacement</i> dan Beban.....	68
Gambar 4.23.	<i>Stress</i> awal Geostatik (a) dan <i>Stress</i> akhir Geostatik (b).....	69
Gambar 4.24.	<i>Stress</i> awal <i>Instal Pile</i> (a) dan <i>Stress</i> akhir <i>Instal Pile</i> (b).....	69
Gambar 4.25.	<i>Stress</i> awal Pembebanan (a) dan <i>Stress</i> akhir Pembebanan (b).....	70
Gambar 4.26.	<i>Displacement</i> awal Geostatik.....	70
Gambar 4.27.	<i>Displacement</i> awal <i>Instal Pile</i> (a) dan <i>Displacement</i> akhir <i>Instal Pile</i> (b).....	71

Gambar 4.28.	<i>Displacement</i> awal Pembebanan (a) dan <i>Displacement</i> akhir Pembebanan (b).....	72
Gambar 4.29.	Grafik Hubungan antara <i>Displacement</i> dan Beban.....	73
Gambar 4.30.	Grafik Hubungan <i>Displacement</i> dengan Beban untuk 3 Tiang.....	73
Gambar 4.31.	<i>Stress</i> awal Geostatik (a) dan <i>Stress</i> akhir Geostatik (b).....	75
Gambar 4.32.	<i>Stress</i> awal <i>Instal Pile</i> (a) dan <i>Stress</i> akhir <i>Instal Pile</i> (b).....	75
Gambar 4.33.	<i>Stress</i> awal Pembebanan (a) dan <i>Stress</i> akhir Pembebanan (b).....	76
Gambar 4.34.	<i>Displacement</i> awal Geostatik.....	76
Gambar 4.35.	<i>Displacement</i> awal <i>Instal Pile</i> (a) dan <i>Displacement</i> akhir <i>Instal Pile</i> (b).....	77
Gambar 4.36.	<i>Displacement</i> awal Pembebanan (a) dan <i>Displacement</i> akhir Pembebanan (b).....	78
Gambar 4.37.	Grafik Hubungan antara <i>Displacement</i> dan Beban.....	79
Gambar 4.38.	<i>Stress</i> awal Geostatik (a) dan <i>Stress</i> akhir Geostatik (b).....	80
Gambar 4.39.	<i>Stress</i> awal <i>Instal Pile</i> (a) dan <i>Stress</i> akhir <i>Instal Pile</i> (b).....	80
Gambar 4.40.	<i>Stress</i> awal Pembebanan (a) dan <i>Stress</i> akhir Pembebanan (b).....	81
Gambar 4.41.	<i>Displacement</i> awal Geostatik.....	81
Gambar 4.42.	<i>Displacement</i> awal <i>Instal Pile</i> (a) dan <i>Displacement</i> akhir <i>Instal Pile</i> (b).....	82
Gambar 4.43.	<i>Displacement</i> awal Pembebanan (a) dan <i>Displacement</i> akhir Pembebanan (b).....	83
Gambar 4.44.	Grafik Hubungan antara <i>Displacement</i> dan Beban.....	84
Gambar 4.45.	<i>Stress</i> awal Geostatik (a) dan <i>Stress</i> akhir Geostatik (b).....	85

Gambar 4.46.	<i>Stress awal Instal Pile (a) dan Stress akhir Instal Pile (b).....</i>	85
Gambar 4.47.	<i>Stress awal Pembebanan (a) dan Stress akhir Pembebanan (b).....</i>	86
Gambar 4.48.	<i>Displacement awal Geostatik.....</i>	86
Gambar 4.49.	<i>Displacement awal Instal Pile (a) dan Displacement akhir Instal Pile (b).....</i>	87
Gambar 4.50.	<i>Displacement awal Pembebanan (a) dan Displacement akhir Pembebanan (b).....</i>	88
Gambar 4.51.	Grafik Hubungan antara <i>Displacement</i> dan Beban....	89
Gambar 4.52.	Grafik Hubungan <i>Displacement</i> dengan Beban untuk 4 Tiang.....	89
Gambar 4.53.	<i>Stress awal Geostatik (a) dan Stress akhir Geostatik (b).....</i>	90
Gambar 4.54.	<i>Stress awal Instal Pile (a) dan Stress akhir Instal Pile (b).....</i>	91
Gambar 4.55.	<i>Stress awal Pembebanan (a) dan Stress akhir Pembebanan (b).....</i>	92
Gambar 4.56.	<i>Displacement awal Geostatik.....</i>	92
Gambar 4.57.	<i>Displacement awal Instal Pile (a) dan Displacement akhir Instal Pile (b).....</i>	93
Gambar 4.58.	<i>Displacement awal Pembebanan (a) dan Displacement akhir Pembebanan (b).....</i>	93
Gambar 4.59.	Grafik Hubungan antara <i>Displacement</i> dan Beban.....	94
Gambar 4.60.	<i>Stress awal Geostatik (a) dan Stress akhir Geostatik (b).....</i>	95
Gambar 4.61.	<i>Stress awal Instal Pile (a) dan Stress akhir Instal Pile (b).....</i>	96
Gambar 4.62.	<i>Stress awal Instal Pile (a) dan Stress akhir Instal Pile (b).....</i>	96
Gambar 4.63.	<i>Displacement awal Geostatik.....</i>	97

Gambar 4.64.	<i>Displacement</i> awal <i>Instal Pile</i> (a) dan <i>Displacement</i> akhir <i>Instal Pile</i> (b).....	97
Gambar 4.65.	<i>Displacement</i> awal Pembebanan (a) dan <i>Displacement</i> akhir Pembebanan (b).....	98
Gambar 4.66.	Grafik Hubungan antara <i>Displacement</i> dan Beban.....	99
Gambar 4.67.	<i>Stress</i> awal Geostatik (a) dan <i>Stress</i> akhir Geostatik (b).....	100
Gambar 4.68.	<i>Stress</i> awal <i>Instal Pile</i> (a) dan <i>Stress</i> akhir <i>Instal Pile</i> (b).....	100
Gambar 4.69.	<i>Stress</i> awal <i>Instal Pile</i> (a) dan <i>Stress</i> akhir <i>Instal Pile</i> (b).....	101
Gambar 4.70.	<i>Displacement</i> awal Geostatik	101
Gambar 4.71.	<i>Displacement</i> awal <i>Instal Pile</i> (a) dan <i>Displacement</i> akhir <i>Instal Pile</i> (b).....	102
Gambar 4.72.	<i>Displacement</i> awal Pembebanan (a) dan <i>Displacement</i> akhir Pembebanan (b).....	103
Gambar 4.73.	Grafik Hubungan antara <i>Displacement</i> dan Beban.....	104
Gambar 4.74.	Grafik Hubungan <i>Displacement</i> dengan Beban untuk 5 Tiang.....	104
Gambar 4.75.	Grafik Hubungan antara S/D vs Faktor Efisiensi Tiga Tiang.....	107
Gambar 4.76.	Grafik Hubungan antara S/D vs Faktor Efisiensi Empat Tiang.....	108
Gambar 4.77.	Grafik Hubungan antara S/D vs Faktor Efisiensi Lima Tiang.....	109
Gambar 4.78.	Grafik Efisiensi Seluruh Model.....	110
Gambar 4.79.	Grafik Daya Dukung Kelompok Tiang Segitiga 3 Tiang.....	112
Gambar 4.80.	Grafik Daya Dukung Kelompok Tiang Segiempat 4 Tiang.....	113
Gambar 4.81.	Grafik Daya Dukung Kelompok Tiang Segiempat 5 Tiang.....	114

DAFTAR NOTASI

Q_P	Daya Dukung Ujung Tiang
Q_S	Daya Dukung Selimut Tiang
Q_U	Daya Dukung Ultimit Tiang
Q_{all}	Daya Dukung Izin Tiang
SF	<i>Safety Factor</i> / Faktor Keamanan
A_S	Luas Area Selimut Tiang
A_P	Luas Area Ujung Tiang
X_M	Koefisien Tiang
D	Diameter Tiang
d	Spasi Antar Tiang
N	Nilai SPT
E_M	<i>Hammer Efficiency</i>
C_B	<i>Borehole Diameter Factor</i>
C_S	<i>Sampling Method Factor</i>
C_R	<i>Rod Length Factor</i>
f_s	Faktor Tahanan Friksi
f_p	Faktor Tahanan Ujung
E_{ff}	Efisiensi Kelompok Tiang
n_1	Jumlah Baris Tiang Dalam Kelompok Tiang
n_2	Jumlah Tiang Dalam Satu Baris
E	Modulus Young
μ	Angka Poison
c	Kohesi
φ	Sudut Geser
ψ	Sudut Dilatasi
γ	Berat Volume Tanah
q_u	<i>Unconfined Compressive Stength</i>

LL	<i>Liquid Limit</i>
PL	<i>Plastic Limit</i>
PI	<i>Plasticity Index</i>