

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR BERITA ACARA	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xxiv
DAFTAR TABEL	xxxii
DAFTAR GRAFIK	xxxiv
DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL	xxxv
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	3
1.6 Peta Lokasi	4
1.7 Keaslian Kajian	4
1.8 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tanah	6
2.2 Material Penyusun Tanah	7

2.3 Klasifikasi Tanah	8
2.3.1 Klasifikasi Tanah Sistem USCS	8
2.3.2 Klasifikasi Tanah Inggris	11
2.3.3 Klasifikasi Tanah AASHTO	13
2.4 Sifat Fisik Tanah	16
2.4.1 Kadar Air (W)	16
2.4.2 Berat Jenis Tanah (Gs)	16
2.4.3 Analisa Batuan Tanah (<i>Sieve Analysis</i>)	17
2.4.4 Batas – batas Atterberg	21
2.5 Sifat Mekanik Tanah	23
2.5.1 Pengujian Konsolidasi Laboratorium	23
2.5.2 Pemadatan Tanah	25
2.5.3 Kuat Geser Tanah	28
2.6 Tanah Ekspansif	29
2.6.1 Identifikasi Lempung Ekspansif	35
2.7 Pengembangan (<i>Swelling</i>)	39
2.7.1 Uji Pengembangan Konsolidasi	42
2.8 <i>Plaxis 3D Foundation</i>	44
2.9 Pondasi Tiang Pancang	45
2.9.1 Penggolongan dan Penggunaan Pondasi Tiang	47
2.9.2 Tiang Pancang Beton	49
2.9.2.1 <i>Precast Reinforced Concrete Pile</i>	49
2.9.2.2 <i>Precast Prestressed Concrete Pile</i>	50
2.9.3 Tiang Pancang Baja	50
2.9.4 Daya Dukung Tiang Pancang	51
2.9.4.1 Tahanan Ujung dan Tahanan Gesek Tiang	52
2.9.5 Penurunan (<i>Settlement</i>)	54
2.9.6 Penurunan Tiang Pancang	57
2.10 Pondasi Tiang Pancang	57

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Pengertian Umum	60
3.2. Studi Literatur	62
3.3. Teknik Pengumpulan Data	62
3.3.1. Bahan Penelitian.....	63
3.3.1.1 Tanah	63
3.3.1.2 Air	63
3.3.2. Tempat Penelitian.....	63
3.3.3. Persiapan Alat	63
3.3.3.1 Kadar Air	64
3.3.3.2 Berat Jenis Tanah (Gs)	64
3.3.3.3 <i>Sieve Analysis</i>	64
3.3.3.4 <i>Atterberg</i>	65
3.3.3.5 <i>Direct Shear</i>	67
3.3.3.6 <i>Proktor Standar</i>	68
3.3.3.7 <i>Konsolidasi</i>	68
3.3.4. Pelaksanaan Penelitian.....	69
3.3.4.1 Kadar Air	69
3.3.4.2 Berat Jenis Tanah (Gs).....	70
3.3.4.3 <i>Sieve Analysis</i>	71
3.3.4.4 <i>Atterberg</i>	75
3.3.4.5 <i>Direct Shear</i>	80
3.3.4.6 <i>Proktor Standar</i>	82
3.3.4.7 <i>Konsolidasi</i>	83
3.4. Metode Analisis Data	86
3.5. Permodelan Dengan Program <i>Plaxis 3D Foundation</i>	86
3.5.1. Masukkan <i>Plaxis 3D Foundation</i>	87
1. Pengaturan Umum	87
2. Rencana Kerja (<i>Work Planes</i>)	89
3. Geometri Bangunan	90
4. Lubang Bor (<i>Borehole</i>)	91

5. Kumpulan Data Material	91
6. Beban	94
7. <i>Mesh Generation</i>	95
a. <i>Generate Mesh 2D</i>	96
b. <i>Generate Mesh 3D</i>	96
3.5.2. Perhitungan <i>Plaxis 3D Foundation</i>	97
3.5.3. Menampilkan Hasil Keluaran	101
3.6. Analisis Perbandingan Hasil Perhitungan	102

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian	103
4.1.1 Sifat Fisik Tanah	103
4.1.1.1 Kadar Air	103
4.1.1.2 Berat Jenis Tanah (Gs)	104
4.1.1.3 <i>Sieve Analysis</i>	105
1. <i>Grain Size</i>	105
2. Hidrometer	107
4.1.1.4 <i>Atterberg</i>	109
1. Batas Cair (<i>Liquid Limit</i>)	109
2. Batas Plastis (<i>Plastic Limit</i>)	111
3. Batas Susut (<i>Shrinkage Limit</i>)	112
4.1.1.5 <i>Direct Shear</i>	114
4.1.1.6 <i>Proktor Standar</i>	116
4.1.1.7 <i>Konsolidasi</i>	119
4.2. Pembahasan Penelitian	125
4.2.1. Analisa Butiran Tanah (<i>Sieve Analysis</i>)	125
4.2.1.1 Sistem Klasifikasi <i>Unified</i>	125
4.2.1.2 Sistem Klasifikasi AASHTO	126
4.2.1.3 Sistem Klasifikasi Inggris	128
4.2.2. Analisa Mineral Tanah	129
4.2.2.1 Berat Jenis Tanah (Gs)	129

4.2.3. Korelasi Sifat – Sifat Indeks	130
4.2.3.1 Korelasi dengan Batas – Batas <i>Atterberg</i>	130
1. Menurut Chen	130
2. Menurut Beberapa Peneliti	131
4.2.4. Analisa Kohesi dan Sudut Geser Dalam.....	132
4.2.5. Analisa Pemadatan Tanah	136
4.2.6. Analisa Uji <i>Konsolidasi</i>	138
4.2.6.1 Grafik Angka Pori (e) – Tekanan	138
1. Sampel Proktor dengan Kadar Air 12%	138
2. Sampel Proktor dengan Kadar Air 15%	139
3. Sampel Proktor dengan Kadar Air 21%	140
4.2.6.2 <i>Compression Index</i> (Cc)	141
1. Sampel Proktor dengan Kadar Air 12%	141
2. Sampel Proktor dengan Kadar Air 15%	141
3. Sampel Proktor dengan Kadar Air 21%	142
4.2.6.3 <i>Indeks Swelling</i> (Cs)	143
1. Sampel Proktor dengan Kadar Air 12%	143
2. Sampel Proktor dengan Kadar Air 15%	144
3. Sampel Proktor dengan Kadar Air 21%	145
4.2.6.4 Koefisien <i>Konsolidasi</i> (Cv)	146
1. Sampel Proktor dengan Kadar Air 12%	146
2. Sampel Proktor dengan Kadar Air 15%	147
3. Sampel Proktor dengan Kadar Air 21%	149
4.2.6.5 Nilai Rasio	150
4.3. Parameter Desain.....	151
4.3.1 Parameter Tanah.....	151
4.3.2 Parameter Pondasi Tiang Pancang.....	152
4.4. Pembebanan	153
4.5. Permodelan <i>Plaxis 3D Foundation</i>	154
4.5.1 Permodelan Kondisi Tanah & Tiang Pancang 2D	155
4.5.2 Permodelan Kondisi Tanah & Tiang Pancang 3D	155

4.5.3 Permodelan Kondisi Tanah & Tiang Pancang 3D Sumbu X	156
4.5.4 Permodelan Kondisi Tanah & Tiang Pancang 3D Sumbu Z	155
4.5.5 Permodelan Tiang Pancang	157
4.6. Tahap Perhitungan	157
4.7. Hasil Perhitungan (<i>Output</i>)	157
4.7.1 Keluaran (<i>output</i>) penampang 2D dan pot. A-A saat kondisi kadar air tanah tak jenuh dengan pemakaian tiang pancang beton untuk beban 50 ton/m ²	157
1. <i>Displacement</i> (Perpindahan)	157
2. Tegangan Rata – Rata	158
3. Tegangan Efektif Rata – Rata	159
4. Tegangan Geser Relatif	159
5. Tegangan Deviator	159
4.7.2 Keluaran (<i>output</i>) penampang 2D dan pot. A-A saat kondisi kadar air tanah tak jenuh dengan pemakaian tiang pancang beton untuk beban 150 ton/m ²	160
1. <i>Displacement</i> (Perpindahan)	160
2. Tegangan Rata – Rata	161
3. Tegangan Efektif Rata – Rata	161
4. Tegangan Geser Relatif	162
5. Tegangan Deviator	162
4.7.3 Keluaran (<i>output</i>) penampang 2D dan pot. A-A saat kondisi kadar air tanah tak jenuh dengan pemakaian tiang pancang beton untuk beban 300 ton/m ²	163
1. <i>Displacement</i> (Perpindahan)	163
2. Tegangan Rata – Rata	163
3. Tegangan Efektif Rata – Rata	164
4. Tegangan Geser Relatif	164
5. Tegangan Deviator	165

4.7.4 Keluaran (<i>output</i>) penampang 2D dan pot. A-A saat kondisi kadar air tanah optimum dengan pemakaian tiang pancang beton untuk beban 50 ton/m ²	165
1. <i>Displacement</i> (Perpindahan)	165
2. Tegangan Rata – Rata	165
3. Tegangan Efektif Rata – Rata	165
4. Tegangan Geser Relatif	167
5. Tegangan Deviator	167
4.7.5 Keluaran (<i>output</i>) penampang 2D dan pot. A-A saat kondisi kadar air tanah optimum dengan pemakaian tiang pancang beton untuk beban 150 ton/m ²	168
1. <i>Displacement</i> (Perpindahan)	168
2. Tegangan Rata – Rata	168
3. Tegangan Efektif Rata – Rata	169
4. Tegangan Geser Relatif	169
5. Tegangan Deviator	170
4.7.6 Keluaran (<i>output</i>) penampang 2D dan pot. A-A saat kondisi kadar air tanah optimum dengan pemakaian tiang pancang beton untuk beban 300 ton/m ²	170
1. <i>Displacement</i> (Perpindahan)	170
2. Tegangan Rata – Rata	171
3. Tegangan Efektif Rata – Rata	171
4. Tegangan Geser Relatif	172
5. Tegangan Deviator	172
4.7.7 Keluaran (<i>output</i>) penampang 2D dan pot. A-A saat kondisi kadar air tanah jenuh dengan pemakaian tiang pancang beton untuk beban 50 ton/m ²	173
1. <i>Displacement</i> (Perpindahan)	173
2. Tegangan Rata – Rata	173
3. Tegangan Efektif Rata – Rata	174
4. Tegangan Geser Relatif	174

5. Tegangan Deviator	175
4.7.8 Keluaran (<i>output</i>) penampang 2D dan pot. A-A saat kondisi kadar air tanah jenuh dengan pemakaian tiang pancang beton untuk beban 150 ton/m ²	175
1. <i>Displacement</i> (Perpindahan)	175
2. Tegangan Rata – Rata	176
3. Tegangan Efektif Rata – Rata	176
4. Tegangan Geser Relatif	176
5. Tegangan Deviator	177
4.7.9 Keluaran (<i>output</i>) penampang 2D dan pot. A-A saat kondisi kadar air tanah jenuh dengan pemakaian tiang pancang beton untuk beban 300 ton/m ²	177
1. <i>Displacement</i> (Perpindahan)	177
2. Tegangan Rata – Rata	178
3. Tegangan Efektif Rata – Rata	178
4. Tegangan Geser Relatif	179
5. Tegangan Deviator	179
4.7.10 Keluaran (<i>output</i>) penampang 2D dan pot. A-A saat kondisi kadar air tanah tak jenuh dengan pemakaian tiang pancang baja untuk beban 50 ton/m ²	180
1. <i>Displacement</i> (Perpindahan)	180
2. Tegangan Rata – Rata	180
3. Tegangan Efektif Rata – Rata	181
4. Tegangan Geser Relatif	181
5. Tegangan Deviator	182
4.7.11 Keluaran (<i>output</i>) penampang 2D dan pot. A-A saat kondisi kadar air tanah tak jenuh dengan pemakaian tiang pancang baja untuk beban 150 ton/m ²	182
1. <i>Displacement</i> (Perpindahan)	182
2. Tegangan Rata – Rata	183
3. Tegangan Efektif Rata – Rata	183

4. Tegangan Geser Relatif	184
5. Tegangan Deviator	184
4.7.12 Keluaran (<i>output</i>) penampang 2D dan pot. A-A saat kondisi kadar air tanah tak jenuh dengan pemakaian tiang pancang baja untuk beban 300 ton/m ²	185
1. <i>Displacement</i> (Perpindahan)	185
2. Tegangan Rata – Rata	186
3. Tegangan Efektif Rata – Rata	186
4. Tegangan Geser Relatif	186
5. Tegangan Deviator	187
4.7.13 Keluaran (<i>output</i>) penampang 2D dan pot. A-A saat kondisi kadar air tanah optimum dengan pemakaian tiang pancang baja untuk beban 50 ton/m ²	187
1. <i>Displacement</i> (Perpindahan)	187
2. Tegangan Rata – Rata	188
3. Tegangan Efektif Rata – Rata	188
4. Tegangan Geser Relatif	189
5. Tegangan Deviator	189
4.7.14 Keluaran (<i>output</i>) penampang 2D dan pot. A-A saat kondisi kadar air tanah optimum dengan pemakaian tiang pancang baja untuk beban 150 ton/m ²	190
1. <i>Displacement</i> (Perpindahan)	190
2. Tegangan Rata – Rata	190
3. Tegangan Efektif Rata – Rata	191
4. Tegangan Geser Relatif	191
5. Tegangan Deviator	192
4.7.15 Keluaran (<i>output</i>) penampang 2D dan pot. A-A saat kondisi kadar air tanah optimum dengan pemakaian tiang pancang beton untuk beban 300 ton/m ²	192
1. <i>Displacement</i> (Perpindahan)	192
2. Tegangan Rata – Rata	193

3. Tegangan Efektif Rata – Rata	193
4. Tegangan Geser Relatif	194
5. Tegangan Deviator	194
4.7.16Keluaran (<i>output</i>) penampang 2D dan pot. A-A saat kondisi kadar air tanah jenuh dengan pemakaian tiang pancang beton untuk beban 50 ton/m ²	195
1. <i>Displacement</i> (Perpindahan)	195
2. Tegangan Rata – Rata	195
3. Tegangan Efektif Rata – Rata	196
4. Tegangan Geser Relatif	196
5. Tegangan Deviator	197
4.7.17Keluaran (<i>output</i>) penampang 2D dan pot. A-A saat kondisi kadar air tanah jenuh dengan pemakaian tiang pancang beton untuk beban 150 ton/m ²	197
1. <i>Displacement</i> (Perpindahan)	197
2. Tegangan Rata – Rata	198
3. Tegangan Efektif Rata – Rata	198
4. Tegangan Geser Relatif	199
5. Tegangan Deviator	199
4.7.18Keluaran (<i>output</i>) penampang 2D dan pot. A-A saat kondisi kadar air tanah tak jenuh dengan pemakaian tiang pancang beton untuk beban 300 t	200
1. <i>Displacement</i> (Perpindahan)	200
2. Tegangan Rata – Rata	200
3. Tegangan Efektif Rata – Rata	201
4. Tegangan Geser Relatif	201
5. Tegangan Deviator	202
4.7.19Keluaran (<i>output</i>) penampang melintang dan memanjang saat kondisi kadar air tanah tak jenuh dengan pemakaian tiang pancang beton untuk beban 50 ton/m ² , 150 ton/m ² dan 300 ton/m ²	202

1. <i>Displacement</i> (Perpindahan) pada Sumbu X dan Z beban 50 ton/m ²	202
2. <i>Displacement</i> (Perpindahan) pada Sumbu X dan Z beban 150 ton/m ²	203
3. <i>Displacement</i> (Perpindahan) pada Sumbu X dan Z beban 300 ton/m ²	204
4.7.20 Keluaran (<i>output</i>) penampang melintang dan memanjang saat kondisi kadar air tanah optimum dengan pemakaian tiang pancang beton untuk beban 50 ton/m ² , 150 ton/m ² dan 300 ton/m ²	205
1. <i>Displacement</i> (Perpindahan) pada Sumbu X dan Z beban 50 ton/m ²	205
2. <i>Displacement</i> (Perpindahan) pada Sumbu X dan Z beban 150 ton/m ²	206
3. <i>Displacement</i> (Perpindahan) pada Sumbu X dan Z beban 300 ton/m ²	207
4.7.21 Keluaran (<i>output</i>) penampang melintang dan memanjang saat kondisi kadar air tanah jenuh dengan pemakaian tiang pancang beton untuk beban 50 ton/m ² , 150 ton/m ² , dan 300 ton/m ²	208
1. <i>Displacement</i> (Perpindahan) pada Sumbu X dan Z beban 50 ton/m ²	208
2. <i>Displacement</i> (Perpindahan) pada Sumbu X dan Z beban 150 ton/m ²	209
3. <i>Displacement</i> (Perpindahan) pada Sumbu X dan Z beban 300 ton/m ²	209
4.7.22 Keluaran (<i>output</i>) penampang melintang dan memanjang saat kondisi kadar air tanah tak jenuh dengan pemakaian tiang pancang baja untuk beban 50 ton/m ² , 150 ton/m ² , dan 300 ton/m ²	211

1. <i>Displacement</i> (Perpindahan) pada Sumbu X dan Z beban 50 ton/m ²	211
2. <i>Displacement</i> (Perpindahan) pada Sumbu X dan Z beban 150 ton/m ²	212
3. <i>Displacement</i> (Perpindahan) pada Sumbu X dan Z beban 300 ton/m ²	213
4.7.23 Keluaran (<i>output</i>) penampang melintang dan memanjang saat kondisi kadar air tanah optimum dengan pemakaian tiang pancang baja untuk beban 50 ton/m ² , 150 ton/m ² , dan 300 ton/m ²	214
1. <i>Displacement</i> (Perpindahan) pada Sumbu X dan Z beban 50 ton/m ²	214
2. <i>Displacement</i> (Perpindahan) pada Sumbu X dan Z beban 150 ton/m ²	215
3. <i>Displacement</i> (Perpindahan) pada Sumbu X dan Z beban 300 ton/m ²	216
4.7.24 Keluaran (<i>output</i>) penampang melintang dan memanjang saat kondisi kadar air tanah jenuh dengan pemakaian tiang pancang baja untuk beban 50 ton/m ² , 150 ton/m ² , dan 300 ton/m ²	217
1. <i>Displacement</i> (Perpindahan) pada Sumbu X dan Z beban 50 ton/m ²	217
2. <i>Displacement</i> (Perpindahan) pada Sumbu X dan Z beban 150 ton/m ²	218
3. <i>Displacement</i> (Perpindahan) pada Sumbu X dan Z beban 300 ton/m ²	219
4.8 Hasil Perhitungan (<i>Output</i>)	220
4.9 Pembahasan Keluaran Plaxis 3D Foundation	223
4.9.1 Analisa Perbandingan	223
4.9.1.1 Perbandingan Perpindahan Tanah (<i>Displacement</i>)	223

4.9.1.2 Perbandingan Tegangan Tanah	224
BAB V PENUTUP	
5.1. Kesimpulan	228
5.2. Saran.....	229
DAFTAR PUSTAKA	230
LAMPIRAN	233

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Peta Lokasi Tempat Pengambilan Sampel Tanah	4
Gambar 2.1.	Grafik plastisitas: Sistem Inggris.....	13
Gambar 2.2.	Rentang dari batas cair (LL) dan indeks plastisitas (PI)..	15
Gambar 2.3.	Kurva distribusi ukuran butiran	20
Gambar 2.4.	Penentuan batas air	22
Gambar 2.5.	Konsolidometer.....	24
Gambar 2.6.	Alat uji pemadatan proctor standar.....	27
Gambar 2.7.	Grafik Hubungan Kadar Air dan Berat Volume Kering .	27
Gambar 2.8.	Skema Uji Geser Langsung Tanah	29
Gambar 2.9.	Skema Uji Konsolidasi	43
Gambar 2.10.	Pondasi Tiang Baja	51
Gambar 2.11.	Tahanan Ujung Tiang	52
Gambar 2.12.	Hubungan dan N-SPT	53
Gambar 3.1	Bagan Alir Penelitian.....	61
Gambar 3.2	Mesin Penggetar	65
Gambar 3.3	Alat <i>Cassagrande</i>	66
Gambar 3.4	Alat <i>Shrinkage Limit</i>	67
Gambar 3.5	Alat <i>Direct Shear Test</i>	67
Gambar 3.6	Alat Proktor Standar	68
Gambar 3.7	Alat Konsolidasi	69
Gambar 3.8	<i>General Settings – tab Project</i>	87
Gambar 3.9	<i>General Settings – tab Dimension</i>	88
Gambar 3.10	Model Geometri Tampak Atas Kondisi Tanah pada <i>Plaxis 3D Foundation</i>	89
Gambar 3.11	<i>Work planes</i>	90
Gambar 3.12	Geometri Bangunan yang Direncanakan	90
Gambar 3.13	<i>Borehole</i>	91
Gambar 3.14	Material Sets	92

Gambar 3.15	Tampilan Kotak Dialog <i>General</i>	93
Gambar 3.16	Tampilan Kotak Dialog <i>Parameter</i>	93
Gambar 3.17	Permodelan Pembebanan.....	95
Gambar 3.18	<i>Generate Mesh 2D</i>	97
Gambar 3.19	<i>Generate Mesh 3D</i>	97
Gambar 3.20	<i>Initial Phase</i>	98
Gambar 3.21	Tampilan Pemilihan Item pada Kedalaman 0 m.....	99
Gambar 3.22	Tampilan Pemilihan Tiang Pancang pada Kedalaman 0 m	99
Gambar 3.23	Tampilan Pemilihan Item pada Kedalaman 1 meter.....	99
Gambar 3.24	Tampilan Pemilihan Tiang Pancang pada Kedalaman 1 m	100
Gambar 3.25	Tampilan Pemasukan Beban.....	100
Gambar 3.26	Tampilan Proses Analisis	101
Gambar 4.1	Grafik <i>Atterberg</i>	110
Gambar 4.2	Klasifikasi Tanah Berdasarkan <i>Unified</i>	126
Gambar 4.3	Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO.....	127
Gambar 4.4	Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem Inggris.....	128
Gambar 4.5	Grafik <i>Direct Shear Test</i> Sampel 1.....	132
Gambar 4.6	Grafik <i>Direct Shear Test</i> Sampel 2.....	132
Gambar 4.7	Grafik <i>Direct Shear Test</i> Sampel 3.....	134
Gambar 4.8	Grafik <i>Direct Shear Test</i> Sampel 4.....	134
Gambar 4.9	Grafik <i>Direct Shear Test</i> Sampel 5.....	135
Gambar 4.10	Grafik <i>Direct Shear Test</i> Sampel 6.....	135
Gambar 4.11	Grafik <i>Proktor Standar</i>	137
Gambar 4.12	Grafik e – Log P Sampel Proktor Kadar Air 12%	138
Gambar 4.13	Grafik e – Log P Sampel Proktor Kadar Air 15%	139
Gambar 4.14	Grafik e – Log P Sampel Proktor Kadar Air 21%	140
Gambar 4.15	Grafik e – Log P Sampel Proktor Kadar Air 12%	141
Gambar 4.16	Grafik e – Log P Sampel Proktor Kadar Air 15%	142
Gambar 4.17	Grafik e – Log P Sampel Proktor Kadar Air 24%	143

Gambar 4.18	Grafik e – Log P Sampel Proktor Kadar Air 12%	144
Gambar 4.19	Grafik e – Log P Sampel Proktor Kadar Air 15%	145
Gambar 4.20	Grafik e – Log P Sampel Proktor Kadar Air 21%	146
Gambar 4.21	Grafik Cv vs Log P Sampel Proktor Kadar Air 12%	147
Gambar 4.22	Grafik Cv vs Log P Sampel Proktor Kadar Air 15%	148
Gambar 4.23	Grafik Cv vs Log P Sampel Proktor Kadar Air 21%	150
Gambar 4.24	Sket Perencanaan Pondasi	154
Gambar 4.25	Permodelan Kondisi Tanah dan Tiang Pancang 2D	155
Gambar 4.26	Permodelan Kondisi Tanah dan Tiang Pancang 3D	155
Gambar 4.27	Permodelan Penampang Pada Sumbu X	156
Gambar 4.28	Permodelan Penampang Pada Sumbu Z	156
Gambar 4.29	Permodelan Tiang Pancang 3D	157
Gambar 4.30	Pola Total Deformasi Arah Vertikal	158
Gambar 4.31	Tegangan Rata – Rata Pot. A-A	158
Gambar 4.32	Tegangan Efektif Rata – Rata Pot. A-A	159
Gambar 4.33	Tegangan Geser Relatif Pot. A-A	159
Gambar 4.34	Tegangan Deviator Pot. A-A	160
Gambar 4.35	Pola Total Deformasi Arah Vertikal	160
Gambar 4.36	Tegangan Rata – Rata Pot. A-A	161
Gambar 4.37	Tegangan Efektif Rata – Rata Pot. A-A	161
Gambar 4.38	Tegangan Geser Relatif Pot. A-A	162
Gambar 4.39	Tegangan Deviator Pot. A-A	162
Gambar 4.40	Pola Total Deformasi Arah Vertikal	163
Gambar 4.41	Tegangan Rata – Rata Pot. A-A	163
Gambar 4.42	Tegangan Efektif Rata – Rata Pot. A-A	164
Gambar 4.43	Tegangan Geser Relatif Pot. A-A	164
Gambar 4.44	Tegangan Deviator Pot. A-A	165
Gambar 4.45	Pola Total Deformasi Arah Vertikal	165
Gambar 4.46	Tegangan Rata – Rata Pot. A-A	166
Gambar 4.47	Tegangan Efektif Rata – Rata Pot. A-A	166
Gambar 4.48	Tegangan Geser Relatif Pot. A-A	167

Gambar 4.49	Tegangan Deviator Pot. A-A	167
Gambar 4.50	Pola Total Deformasi Arah Vertikal.....	168
Gambar 4.51	Tegangan Rata – Rata Pot. A-A	168
Gambar 4.52	Tegangan Efektif Rata – Rata Pot. A-A	169
Gambar 4.53	Tegangan Geser Relatif Pot. A-A.....	169
Gambar 4.54	Tegangan Deviator Pot. A-A	170
Gambar 4.55	Pola Total Deformasi Arah Vertikal.....	170
Gambar 4.56	Tegangan Rata – Rata Pot. A-A	171
Gambar 4.57	Tegangan Efektif Rata – Rata Pot. A-A	171
Gambar 4.58	Tegangan Geser Relatif Pot. A-A.....	172
Gambar 4.59	Tegangan Deviator Pot. A-A	172
Gambar 4.60	Pola Total Deformasi Arah Vertikal.....	173
Gambar 4.61	Tegangan Rata – Rata Pot. A-A	173
Gambar 4.62	Tegangan Efektif Rata – Rata Pot. A-A	174
Gambar 4.63	Tegangan Geser Relatif Pot. A-A.....	174
Gambar 4.64	Tegangan Deviator Pot. A-A	175
Gambar 4.65	Pola Total Deformasi Arah Vertikal.....	175
Gambar 4.66	Tegangan Rata – Rata Pot. A-A	176
Gambar 4.67	Tegangan Efektif Rata – Rata Pot. A-A	176
Gambar 4.68	Tegangan Geser Relatif Pot. A-A.....	177
Gambar 4.69	Tegangan Deviator Pot. A-A	177
Gambar 4.70	Pola Total Deformasi Arah Vertikal.....	178
Gambar 4.71	Tegangan Rata – Rata Pot. A-A	178
Gambar 4.72	Tegangan Efektif Rata – Rata Pot. A-A	179
Gambar 4.73	Tegangan Geser Relatif Pot. A-A.....	179
Gambar 4.74	Tegangan Deviator Pot. A-A	180
Gambar 4.75	Pola Total Deformasi Arah Vertikal.....	180
Gambar 4.76	Tegangan Rata – Rata Pot. A-A	181
Gambar 4.77	Tegangan Efektif Rata – Rata Pot. A-A	181
Gambar 4.78	Tegangan Geser Relatif Pot. A-A.....	182
Gambar 4.79	Tegangan Deviator Pot. A-A	182

Gambar 4.80	Pola Total Deformasi Arah Vertikal.....	183
Gambar 4.81	Tegangan Rata – Rata Pot. A-A	183
Gambar 4.82	Tegangan Efektif Rata – Rata Pot. A-A	184
Gambar 4.83	Tegangan Geser Relatif Pot. A-A.....	184
Gambar 4.84	Tegangan Deviator Pot. A-A	185
Gambar 4.85	Pola Total Deformasi Arah Vertikal.....	185
Gambar 4.86	Tegangan Rata – Rata Pot. A-A	186
Gambar 4.87	Tegangan Efektif Rata – Rata Pot. A-A	186
Gambar 4.88	Tegangan Geser Relatif Pot. A-A.....	187
Gambar 4.89	Tegangan Deviator Pot. A-A	187
Gambar 4.90	Pola Total Deformasi Arah Vertikal.....	188
Gambar 4.91	Tegangan Rata – Rata Pot. A-A	188
Gambar 4.92	Tegangan Efektif Rata – Rata Pot. A-A	189
Gambar 4.93	Tegangan Geser Relatif Pot. A-A.....	189
Gambar 4.94	Tegangan Deviator Pot. A-A	190
Gambar 4.95	Pola Total Deformasi Arah Vertikal.....	190
Gambar 4.96	Tegangan Rata – Rata Pot. A-A	191
Gambar 4.97	Tegangan Efektif Rata – Rata Pot. A-A	191
Gambar 4.98	Tegangan Geser Relatif Pot. A-A.....	192
Gambar 4.99	Tegangan Deviator Pot. A-A	192
Gambar 4.100	Pola Total Deformasi Arah Vertikal.....	193
Gambar 4.101	Tegangan Rata – Rata Pot. A-A	193
Gambar 4.102	Tegangan Efektif Rata – Rata Pot. A-A	194
Gambar 4.103	Tegangan Geser Relatif Pot. A-A.....	194
Gambar 4.104	Tegangan Deviator Pot. A-A	195
Gambar 4.105	Pola Total Deformasi Arah Vertikal.....	195
Gambar 4.106	Tegangan Rata – Rata Pot. A-A	196
Gambar 4.107	Tegangan Efektif Rata – Rata Pot. A-A	196
Gambar 4.108	Tegangan Geser Relatif Pot. A-A.....	197
Gambar 4.109	Tegangan Deviator Pot. A-A	197
Gambar 4.110	Pola Total Deformasi Arah Vertikal.....	198

Gambar 4.111	Tegangan Rata – Rata Pot. A-A	198
Gambar 4.112	Tegangan Efektif Rata – Rata Pot. A-A	199
Gambar 4.113	Tegangan Geser Relatif Pot. A-A.....	199
Gambar 4.114	Tegangan Deviator Pot. A-A	200
Gambar 4.115	Pola Total Deformasi Arah Vertikal.....	200
Gambar 4.116	Tegangan Rata – Rata Pot. A-A	201
Gambar 4.117	Tegangan Efektif Rata – Rata Pot. A-A	201
Gambar 4.118	Tegangan Geser Relatif Pot. A-A.....	202
Gambar 4.119	Tegangan Deviator Pot. A-A	202
Gambar 4.120	Deformasi Arah Horizontal Sumbu X.....	203
Gambar 4.121	Deformasi Arah Horizontal Sumbu Z.....	203
Gambar 4.122	Deformasi Arah Horizontal Sumbu X.....	204
Gambar 4.123	Deformasi Arah Horizontal Sumbu Z.....	204
Gambar 4.124	Deformasi Arah Horizontal Sumbu X.....	205
Gambar 4.125	Deformasi Arah Horizontal Sumbu Z.....	205
Gambar 4.126	Deformasi Arah Horizontal Sumbu X.....	206
Gambar 4.127	Deformasi Arah Horizontal Sumbu Z.....	206
Gambar 4.128	Deformasi Arah Horizontal Sumbu X.....	207
Gambar 4.129	Deformasi Arah Horizontal Sumbu Z.....	207
Gambar 4.130	Deformasi Arah Horizontal Sumbu X.....	208
Gambar 4.131	Deformasi Arah Horizontal Sumbu Z.....	208
Gambar 4.132	Deformasi Arah Horizontal Sumbu X.....	209
Gambar 4.133	Deformasi Arah Horizontal Sumbu Z.....	209
Gambar 4.134	Deformasi Arah Horizontal Sumbu X.....	210
Gambar 4.135	Deformasi Arah Horizontal Sumbu Z.....	210
Gambar 4.136	Deformasi Arah Horizontal Sumbu X.....	211
Gambar 4.137	Deformasi Arah Horizontal Sumbu Z.....	211
Gambar 4.138	Deformasi Arah Horizontal Sumbu X.....	212
Gambar 4.139	Deformasi Arah Horizontal Sumbu Z.....	212
Gambar 4.140	Deformasi Arah Horizontal Sumbu X.....	213
Gambar 4.141	Deformasi Arah Horizontal Sumbu Z.....	213

Gambar 4.142	Deformasi Arah Horizontal Sumbu X	214
Gambar 4.143	Deformasi Arah Horizontal Sumbu Z.....	214
Gambar 4.144	Deformasi Arah Horizontal Sumbu X	215
Gambar 4.145	Deformasi Arah Horizontal Sumbu Z.....	215
Gambar 4.146	Deformasi Arah Horizontal Sumbu X	216
Gambar 4.147	Deformasi Arah Horizontal Sumbu Z.....	216
Gambar 4.148	Deformasi Arah Horizontal Sumbu X	217
Gambar 4.149	Deformasi Arah Horizontal Sumbu Z.....	217
Gambar 4.150	Deformasi Arah Horizontal Sumbu X	218
Gambar 4.151	Deformasi Arah Horizontal Sumbu Z.....	218
Gambar 4.152	Deformasi Arah Horizontal Sumbu X	219
Gambar 4.153	Deformasi Arah Horizontal Sumbu Z.....	219
Gambar 4.154	Deformasi Arah Horizontal Sumbu X	220
Gambar 4.155	Deformasi Arah Horizontal Sumbu Z.....	220
Gambar 5.1	Klasifikasi Nilai PI (Plastisitas Indeks) dengan Potensi Pengembangan.....	228
Gambar 5.2	Klasifikasi Nilai SL (<i>Shrinkage Limit</i>) dengan Potensi Penyusutan.....	228

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Simbol Tanah.....	9
Tabel 2.2.	Sistem Klasifikasi USCS	10
Tabel 2.3.	Sistem Klasifikasi Tanah Inggris.....	12
Tabel 2.4.	Simbol Kelompok Tanah.....	13
Tabel 2.5.	Klasifikasi Tanah AASHTO.....	15
Tabel 2.6.	Harga – harga Batas Atterberg untuk Mineral Lempung	17
Tabel 2.7.	Hubungan potensi pengembangan dan PI.....	36
Tabel 2.8.	Klasifikasi derajat pengembangan.....	37
Tabel 2.9.	Aktivitas mineral lempung	39
Tabel 2.10.	Potensi Pengembangan	42
Tabel 2.11.	Jenis – jenis Tiang	48
Tabel 2.12.	Penelitian Terdahulu.....	58
Tabel 3.1	Data Primer, 2017	62
Tabel 3.2	Data Sekunder, 2017.....	63
Tabel 3.3	Parameter Tanah	94
Tabel 3.4	Parameter Tiang Pancang Baja.....	94
Tabel 3.5	Parameter Tiang Pancang Beton.....	94
Tabel 4.1	Hasil Pengujian Kadar Air.....	104
Tabel 4.2	Data Hasil Percobaan Piknometer	104
Tabel 4.3	Hasil Perhitungan Piknometer	105
Tabel 4.4	Data Pengujian <i>Grainsize</i>	105
Tabel 4.5	Hasil Perhitungan <i>Grainsize</i>	107
Tabel 4.6	Data Hidrometer	107
Tabel 4.7	Hasil Perhitungan Hidrometer	109
Tabel 4.8	Hasil Perhitungan <i>Liquid Limit</i>	110
Tabel 4.9	Hasil Perhitungan <i>Plastic Limit</i>	111
Tabel 4.10	Hasil Pengujian <i>Shrinkage Limit</i>	112
Tabel 4.11	Hasil Perhitungan <i>Shrinkage Limit</i>	113

Tabel 4.12	Hasil Perhitungan <i>Direct Shear</i>	115
Tabel 4.13	Hasil Uji <i>Proktor Standar</i>	116
Tabel 4.14	Hasil Perhitungan <i>Proktor Standar</i>	119
Tabel 4.15	Hasil Uji Konsolidasi Sampel 1 (Kadar Air 12%)	120
Tabel 4.16	Hasil Uji Konsolidasi Sampel 2 (Kadar Air 15%)	120
Tabel 4.17	Hasil Uji Konsolidasi Sampel 3 (Kadar Air 18%)	121
Tabel 4.18	Hasil Uji Konsolidasi Sampel 4 (Kadar Air 21%)	122
Tabel 4.19	Hasil Uji Konsolidasi Sampel 5 (Kadar Air 24%)	123
Tabel 4.20	Hasil Uji Konsolidasi Sampel 9 (Kadar Air 36%)	124
Tabel 4.21	Berat Spesifik Mineral.....	129
Tabel 4.22	Hubungan Potensi Pengembangan dan PI (Chen, 1988) .	130
Tabel 4.23	Klasifikasi Derajat Pengembangan Berdasarkan Batas – Batas <i>Atterberg</i> Menurut Beberapa Peneliti	131
Tabel 4.24	Hasil Penggambaran Grafik <i>Direct Shear</i>	136
Tabel 4.25	Perhitungan Angka Pori (e) Sampel Proktor dengan Kadar Air 12%	138
Tabel 4.26	Perhitungan Angka Pori (e) Sampel Proktor dengan Kadar Air 15%	139
Tabel 4.27	Perhitungan Angka Pori (e) Sampel Proktor dengan Kadar Air 21%	140
Tabel 4.28	Perhitungan Nilai Cv Sampel Proktor dengan Kadar Air 12%	147
Tabel 4.29	Perhitungan Nilai Cv Sampel Proktor dengan Kadar Air 15%	148
Tabel 4.30	Perhitungan Nilai Cv Sampel Proktor dengan Kadar Air 21%	149
Tabel 4.31	Perhitungan Persentase Pengembangan.....	151
Tabel 4.32	Parameter Tanah	151
Tabel 4.33	Data Parameter Tiang Pancang Baja	152
Tabel 4.34	Data Parameter Tiang Pancang Beton	153
Tabel 4.35	Kategori Beban per Kolom	153

Tabel 4.36	Nilai Perpindahan pada Permodelan Tanah dengan Pemakaian Tiang Pancang Beton	221
Tabel 4.37	Nilai Perpindahan pada Permodelan Tanah dengan Pemakaian Tiang Pancang Baja.....	221
Tabel 4.38	Nilai Tegangan pada Permodelan Tanah dengan Pemakaian Tiang Pancang Beton	222
Tabel 4.39	Nilai Perpindahan pada Permodelan Tanah dengan Pemakaian Tiang Pancang Baja.....	222
Tabel 5.1	Hasil Penggambaran Grafik <i>Direct Shear</i>	229

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1	Hubungan Kadar Air dan Pengembangan	151
------------	---	-----

DAFTAR LAMBANG DAN NOTASI

A	=	aktivitas
A	=	luas
c	=	kohesi
Cc	=	koefisien gradasi
Cc	=	indeks kompresi
Cs	=	indeks pengembangan
Cu	=	koefisien keseragaman
e	=	angka pori
G	=	modulus geser
Gs	=	berat spesifik butiran
Qf	=	beban ultimit
Qp	=	daya dukung ujung tiang kapasitas daya dukung selimut
Qs	=	tiang
S	=	potensi pengembangan
Scs	=	penurunan sekunder
V	=	volume
W	=	berat
w	=	kadar air
	=	Berat volume tanah
d	=	Berat volume kering
μ	=	Poisson ratio