

DAFTAR ISI

PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR NOTASI	xx
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Identifikasi Masalah.....	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Rumusan Masalah.....	4
1.5. Tujuan Penelitian	4
BAB 2 DASAR TEORI	5
2.1. Metode <i>Bottom up</i>	5
2.2. Metode <i>Top Down</i>	6
2.3. Perbandingan Antara Metode <i>Top Down</i> dan <i>Bottom Up</i>	7
2.4. Faktor Yang Perlu Diperhatikan Dalam Sistem <i>Top Down</i>	8
2.5. Tahapan Dalam Pekerjaan <i>Top Down</i>	11
2.5.1. Dinding Diafragma	11
2.5.2. Bored Pile	19
2.5.3. King Post	20
2.5.4. Pelat Lantai Beton.....	22
2.5.5. <i>Raft</i> (Base Floor).....	23
2.5.6. Pekerjaan Dewatering.....	24
2.6. Opsi Perkuatan.....	26

2.6.1. Angkur Tanah (<i>Ground Anchor</i>)	26
2.6.2. Penyangga (<i>Strut</i>)	27
2.7. Korelasi Data Tanah	28
2.7.1. <i>Specific Gravity</i> (G_s).....	29
2.7.2. Berat Jenis Tanah (γ_{sat}) dan Kadar Air (w)	29
2.7.3. Sudut Geser Dalam (ϕ)	30
2.7.4. Sudut Dilatasi (Ψ).....	32
2.7.5. <i>Undrained Shear Strength</i> (S_u).....	32
2.7.6. Kohesi (c')	34
2.7.7. Permeabilitas Tanah (k)	34
2.7.8. Modulus Elastisitas Tanah (E).....	35
2.7.9. Rasio <i>Poisson</i> (ν)	36
2.7.10. Porositas (n).....	36
2.7.11. OCR (<i>Over-Consolidation Ratio</i>).....	37
2.8. Basis Teori Perangkat Lunak Midas GTS NX	37
2.8.1. Pendekatan Metode Elemen Hingga.....	37
2.8.2. Penggunaan Perangkat Lunak Midas GTS NX	38
2.8.3. Konsep Analisis <i>Construction stage</i> pada MIDAS GTS NX....	40
2.9. Gaya Gempa Dengan Analisa Dinamik.....	40
2.10. Syarat Batas Deformasi Lateral Dinding Penahan	42
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	44
3.1. Pendahuluan.....	44
3.2. Prosedur Analisis	44
3.2.1. Pengumpulan Data Proyek	46
3.2.2. Analisa Data Tanah.....	46
3.2.3. Studi Literatur.....	46

3.2.4. Pemodelan.....	46
3.2.5. Penginputan Beban	46
3.2.6. Analisis Hasil.....	47
3.2.7. Pembuatan Kesimpulan dan Saran	47
BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN	48
4.1. Analisa Data Tanah.....	48
4.1.1. Klasifikasi Tanah	49
4.1.2. Statigrafi Tanah	50
4.1.3. Korelasi Tanah.....	52
4.2. Data Bangunan.....	61
4.2.1. Spesifikasi Dinding Diafragma.....	61
4.2.2. Spesifikasi Pelat (<i>Slab</i>).....	61
4.2.3. Spesifikasi <i>Raft</i>	62
4.2.4. Spesifikasi Tiang Bor	62
4.2.5. Spesifikasi <i>King Post</i>	63
4.2.6. Reduksi Antarmuka	64
4.3. Pemodelan Struktur	64
4.3.1. Model.....	64
4.3.2. Parameter yang Diinput	65
4.3.3. Pembebanan	68
4.4. Tahapan Pemodelan.....	76
4.4.1. Pengaturan Program.....	76
4.4.2. Input Data Material	77
4.4.3. Input Data Property.....	83
4.4.4. Pembuatan Model Geometri	91
4.4.5. Pembuatan <i>Mesh</i>	102

4.5. Kondisi Batas dan Pembebanan.....	113
4.6. Pengaturan Analisis	118
4.6.1. Analisis <i>Construction Stage</i>	118
4.6.2. Analisis Respons Spektrum	123
4.7. Hasil Analisa Program MIDAS GTS NX.....	124
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	143
5.1. Kesimpulan	143
5.2. Saran	144
DAFTAR PUSTAKA	145
DAFTAR BACAAN	147
LAMPIRAN	148

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Ilustrasi sistem <i>top down</i> (kiri) vs sistem <i>bottom up</i> (kanan)	1
Gambar 1.2 Penggalian tanah dilakukan setelah dinding penahan tanah terpasang	2
Gambar 2.1 Pekerjaan <i>Basement</i> dengan Sistem <i>Bottom up</i>	5
Gambar 2.2 Pekerjaan <i>Basement</i> dengan Sistem <i>Top Down</i>	6
Gambar 2.3 Perbandingan waktu dan biaya pada pembangunan sistem <i>top down</i> dan <i>bottom up</i> (Mistra, 2012).....	8
Gambar 2.4 Penggalian <i>Basement</i> Per Satu Lantai (Mistra, 2012).....	9
Gambar 2.5 Skema Penggalian <i>Basement</i> Per Satu Lantai (Mistra, 2012).....	9
Gambar 2.6 Penggalian <i>Basement</i> Per Dua Lantai (Mistra, 2012).	10
Gambar 2.7 Skema Penggalian <i>Basement</i> Per Dua Lantai (Mistra, 2012).	10
Gambar 2.8 Pembuatan Dinding Diafragma di UAE	11
Gambar 2.9 Penurunan air tanah bila memakai dinding diafragma pada proses dewatering (Mistra, 2012).....	12
Gambar 2.10 Rangka Pembesian Dinding Diafragma (Mistra, 2012).....	13
Gambar 2.11 Pekerjaan Pembuatan Dinding Diafragma (Mistra, 2012).....	14
Gambar 2.12 Konsep Perencanaan Galian Untuk Dinding Diafragma.....	15
Gambar 2.13 Konstruksi Dinding Pengarah ‘ <i>Guide Wall</i> ’ (Bauer, 2012)	16
Gambar 2.14 Penggalian Panel Secara Selang Seling	17
Gambar 2.15 Pemasangan Tulangan dan Pengecoran Dinding Diafragma	17
Gambar 2.16 Pembuatan <i>bentonite slurry</i>	18
Gambar 2.17 <i>Capping Beam</i> pada Pekerjaan <i>basement</i>	19
Gambar 2.18 Pelaksanaan <i>Bored Pile</i>	20
Gambar 2.19 Pemasangan <i>King Post</i> pada Lubang Bor (Mistra, 2012).	21
Gambar 2.20 Sketsa Potongan <i>Basement</i> dengan Pelat Lantai dan Lantai Dasar (<i>Base Floor</i>) (Mistra, 2012)	23
Gambar 2.21 Sketsa Kondisi Tanah yang Memerlukan Pekerjaan Dewatering untuk Pembuatan <i>Basement</i> (Mistra, 2012)	25
Gambar 2.22 Sketsa Posisi Air Tanah yang Dikehendaki untuk Pekerjaan Lantai <i>Basement</i> Terbawah (<i>Base Floor</i>) (Mistra, 2012).....	25

Gambar 2.23 Sketsa Penurunan Muka Air Akibat Pekerjaan Dewatering	26
Gambar 2.24 Pemasangan Angkur Tanah (Mistra, 2012).....	27
Gambar 2.25 Penggunaan <i>Strut</i> Sebagai Perkuatan.....	28
Gambar 2.26 Hubungan ϕ' dan <i>PI</i> (Kurva Gibson, 1953 dan Wood, 1990).....	31
Gambar 2.27 Hubungan ϕ' , N_{SPT} , dan OCR (Kurva Peck, dkk., 195).....	31
Gambar 2.28 Korelasi Hubungan N-SPT dan Su (Terzaghi & Peck, 1967).....	33
Gambar 2.29 Hubungan Su dan LI (Carter & Bentley, 1991)	33
Gambar 2.30 Pendekatan Elemen Hingga (Suhendro, 2000)	38
Gambar 2.31 Contoh Kurva Respons Spektrum	41
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	45
Gambar 4.1 Lokasi Titik Bor	48
Gambar 4.2 <i>Soil Profile</i> Potongan A-A	50
Gambar 4.3 <i>Soil Profile</i> Potongan B-B.....	51
Gambar 4.4 Hubungan N-SPT dengan Kedalaman	53
Gambar 4.5 Hubungan γ_{sat} dengan Kedalaman	54
Gambar 4.6 Hubungan e_0 dengan Kedalaman	55
Gambar 4.7 Hubungan ϕ dengan Kedalaman	56
Gambar 4.8 Hubungan <i>E</i> dengan Kedalaman	58
Gambar 4.9 Hubungan c' dengan Kedalaman	59
Gambar 4.10 Hubungan OCR dengan Kedalaman	60
Gambar 4.11 Skema Pekerjaan Struktur Atas.....	69
Gambar 4.12 Pekerjaan Struktur Atas dan Struktur Bawah.....	70
Gambar 4.13 Denah Pembebanan Lt 1-5	71
Gambar 4.14 <i>Tributary Area</i> Kolom.....	72
Gambar 4.15 Respons Spektrum.....	75
Gambar 4.16 Pengaturan Analisis.....	76
Gambar 4.17 Pemilihan Menu	77
Gambar 4.18 Pemilihan Tipe Material.....	77
Gambar 4.19 Input <i>General Data</i> Tanah.....	78
Gambar 4.20 Input <i>Porous Data</i> Tanah	79
Gambar 4.21 Input <i>Non-Linear Data</i> Tanah	80

Gambar 4.22 Input Data Beton	81
Gambar 4.23 Input Data Material Baja	82
Gambar 4.24 Pemilihan Menu Property	83
Gambar 4.25 Pemilihan Tipe <i>Property</i>	83
Gambar 4.26 Input Data Property Tanah	84
Gambar 4.27 Input Data Property Dinding Diafragma.....	84
Gambar 4.28 Input Data Property Pelat (<i>Slab</i>)	85
Gambar 4.29 Input Data Property <i>Raft</i>	86
Gambar 4.30 Input Data Property <i>King Post</i>	87
Gambar 4.31 Input <i>Section King Post</i>	88
Gambar 4.32 Input Data Property Tiang Bor.....	89
Gambar 4.33 Input <i>Section</i> Tiang Bor	90
Gambar 4.34 Import Bangunan dari AutoCad	91
Gambar 4.35 Hasil <i>Import</i> Bangunan dari <i>Autocad</i>	91
Gambar 4.36 Penggunaan Fungsi <i>Rectangle</i>	92
Gambar 4.37 Pembuatan Geometri untuk Luas Tanah	92
Gambar 4.38 Penggunaan Fungsi <i>Transform</i>	93
Gambar 4.39 <i>Transform</i> Titik Tiang Bor Arah <i>Z</i>	93
Gambar 4.40 Penggunaan Fungsi <i>Imprint</i>	94
Gambar 4.41 <i>Imprint</i> Titik Tiang Bor.....	94
Gambar 4.42 Hasil <i>Imprint</i> Tiang Bor	95
Gambar 4.43 Penggunaan Fungsi <i>Protude</i>	95
Gambar 4.44 <i>Extrude</i> Tanah Galian.....	96
Gambar 4.45 Hasil <i>Extrude</i> Tanah Galian	96
Gambar 4.46 <i>Extrude</i> Lapisan Tanah.....	97
Gambar 4.47 Hasil <i>Extrude</i> Lapisan Tanah	97
Gambar 4.48 Penggunaan Fungsi <i>Make Face</i>	98
Gambar 4.49 Hasil <i>Make Face</i> Pelat.....	98
Gambar 4.50 Penggunaan Fungsi <i>Transform</i> untuk Pelat Lantai	99
Gambar 4.51 Hasil <i>Transform</i> Pelat Lantai	99
Gambar 4.52 Penggunaan Fungsi <i>Imprint</i> untuk <i>King Post</i>	100

Gambar 4.53 Hasil <i>Imprint</i> untuk <i>King Post</i>	100
Gambar 4.54 Penggunaan Fungsi <i>Auto Connect</i>	101
Gambar 4.55 Hasil Pemodelan Geometri.....	101
Gambar 4.56 Penggunaan Fitur <i>Size Control</i> untuk Tanah Galian.....	102
Gambar 4.57 Penggunaan Fitur <i>Size Control</i> untuk Tanah Luar Galian	103
Gambar 4.58 Hasil <i>Size Control</i>	103
Gambar 4.59 Pembuatan <i>Meshing</i> 3D	104
Gambar 4.60 Pembuatan <i>Mesh</i> untuk Tanah Galian.....	104
Gambar 4.61 Hasil <i>Mesh</i> Tanah Galian	105
Gambar 4.62 Hasil <i>Mesh</i> Lapisan Tanah	105
Gambar 4.63 Pembuatan <i>Mesh</i> untuk Pelat Lantai	106
Gambar 4.64 Hasil <i>Mesh</i> untuk Pelat Lantai	106
Gambar 4.65 Pembuatan <i>Mesh</i> untuk Dinding Diafragma	107
Gambar 4.66 Hasil <i>Mesh</i> Dinding Diafragma.....	107
Gambar 4.67 Penggunaan Fungsi <i>Interface</i> untuk Dinding Diafragma.....	108
Gambar 4.68 Data <i>Interface Wizard</i>	109
Gambar 4.69 Hasil <i>Interface</i> untuk Dinding Diafragma.....	109
Gambar 4.70 Pembuatan <i>Mesh</i> untuk Dinding Diafragma	110
Gambar 4.71 Hasil <i>Mesh King Post</i>	110
Gambar 4.72 Pembuatan <i>Mesh</i> untuk Tiang Bor	111
Gambar 4.73 Hasil <i>Mesh</i> untuk Tiang Bor	111
Gambar 4.74 Pembuatan <i>Interface</i> antara Tiang Bor dan Tanah.....	112
Gambar 4.75 Pembuatan <i>Interface</i> antara Ujung Tiang Bor dan Tanah.....	112
Gambar 4.76 Kondisi Batas untuk Tanah	113
Gambar 4.77 Hasil <i>Constraint</i> untuk Tanah	113
Gambar 4.78 Kondisi Batas untuk Tiang.....	114
Gambar 4.79 Hasil <i>Constraint</i> Rz untuk Tiang	115
Gambar 4.80 Penambahan Beban Gravitasi.....	115
Gambar 4.81 Beban Parkir pada Pelat <i>Basement</i>	116
Gambar 4.82 Beban Terpusat pada <i>King Post</i>	116
Gambar 4.83 Penambahan Muka Air Tanah.....	117

Gambar 4.84 Muka Air Tanah pada Tiap Tahapan.....	117
Gambar 4.85 Penambahan Fungsi Respons Spektrum	118
Gambar 4.86 Pengaturan <i>Construction Stage</i> Tahap Awal	119
Gambar 4.87 Tahap Awal	120
Gambar 4.88 Pengaturan Tahap Instalasi Dinding	120
Gambar 4.89 Tahap Instalasi Dinding	121
Gambar 4.90 Pengaturan Tahap Galian 1	121
Gambar 4.91 Tahap Galian 1	122
Gambar 4.92 Pengaturan Tahap Galian 5	122
Gambar 4.93 Tahap Galian 5	123
Gambar 4.94 Aplikasi Beban Respons Spektrum.....	124
Gambar 4.95 Deformasi Dinding Diafragma Arah X.....	125
Gambar 4.96 Deformasi Dinding Diafragma Arah Y	125
Gambar 4.97 Penggalan Tanpa Pelat Sebagai <i>Strut</i>	126
Gambar 4.98 Penggalan Dengan Pelat Sebagai <i>Strut</i>	126
Gambar 4.99 Grafik Deformasi Dinding (Dengan Pelat) Pada Tiap Tahap Galian	128
Gambar 4.100 Grafik Deformasi Dinding (Tanpa Pelat) Pada Tiap Tahap Galian	129
Gambar 4.101 Deformasi Dinding Tanpa Memperhitungkan Tahapan Konstruksi	131
Gambar 4.102 Perbandingan Hasil Deformasi Dinding Antara Analisis <i>Construction Stage</i> dan Analisis Tanpa Memperhitungkan <i>Construction Stage</i> pada Galian Tahap 1	132
Gambar 4.103 Perbandingan Hasil Deformasi Dinding Antara Analisis <i>Construction Stage</i> dan Analisis Tanpa Memperhitungkan <i>Construction Stage</i> pada Galian Tahap 2	133
Gambar 4.104 Perbandingan Hasil Deformasi Dinding Antara Analisis <i>Construction Stage</i> dan Analisis Tanpa Memperhitungkan <i>Construction Stage</i> pada Galian Tahap 3	134
Gambar 4.105 Perbandingan Hasil Deformasi Dinding Antara Analisis	

<i>Construction Stage</i> dan Analisis Tanpa Memperhitungkan <i>Construction Stage</i> pada Galian Tahap 4	135
Gambar 4.106 Perbandingan Hasil Deformasi Dinding Antara Analisis <i>Construction Stage</i> dan Analisis Tanpa Memperhitungkan <i>Construction Stage</i> pada Galian Tahap 5	136
Gambar 4.107 Analisa Gaya Aksial yang Bekerja Pada <i>King Post</i>	138
Gambar 4.108 Hasil Deformasi Dinding Berdasarkan Analisis Respons Spektrum dengan $I_e=1$	140
Gambar 4.109 Hasil Deformasi Dinding Berdasarkan Analisis Respons Spektrum dengan $I_e=1.25$	141
Gambar 4.110 Hasil Deformasi Dinding Berdasarkan Analisis Respons Spektrum dengan $I_e=1.5$	142

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai Specific Gravity (Chang-Yu Ou, 2006)	29
Tabel 2.2 Korelasi Berat Jenis Tanah Terhadap Jenis Tanah (William, 1962).....	29
Tabel 2.3 Nilai Berat Volume Tanah Jenuh Air (Budhu, 2015)	30
Tabel 2.4 Nilai Tipikal Parameter Tanah Kohesif (Look, 2007: 79).....	30
Tabel 2.5 Nilai Tipikal Parameter Tanah Kohesif (Look, 2007: 79).....	31
Tabel 2.6 Nilai Tipikal Parameter Tanah Kohesif (Look, 2007: 79).....	34
Tabel 2.7 Rentang Koefisien Permeabilitas Tanah (Malcolm Puller, 1996)	34
Tabel 2.8 Koefisien Permeabilitas Beberapa Tanah	35
Tabel 2.9 Nilai Perkiraan Modulus Elastisitas Tanah (Bowles, 1997).....	35
Tabel 2.10 Nilai Perkiraan Angka <i>Poisson</i> Tanah (Bowles, 1997)	36
Tabel 2.11 Faktor Keutamaan Gempa (SNI 1726:2012)	41
Tabel 2.12 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Perioda Pendek (SNI 1726, 2012)	42
Tabel 2.13 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Perioda 1 Detik (SNI 1726, 2012).....	42
Tabel 2.14 Batas Maksimum Deformasi Lateral Dinding	43
Tabel 4.1 Hubungan Nilai N-SPT Terhadap Konsistensi Tanah Lempung.....	49
Tabel 4.8 Tabulasi Nilai v	52
Tabel 4.9 Tabulasi Nilai n	52
Tabel 4.2 Tabulasi Nilai N-SPT.....	53
Tabel 4.3 Tabulasi Nilai γ_{sat}	54
Tabel 4.4 Tabulasi Nilai e_0	55
Tabel 4.5 Tabulasi Nilai ϕ	56
Tabel 4.6 Tabulasi Nilai Ψ	57
Tabel 4.7 Tabulasi Nilai k	57
Tabel 4.10 Tabulasi Nilai E	58
Tabel 4.11 Tabulasi Nilai c'	59
Tabel 4.12 Tabulasi Nilai OCR.....	60
Tabel 4.13 Rekap Input Parameter Tanah.....	65

Tabel 4.14 Rekap Input Spesifikasi Dinding Diafragma	66
Tabel 4.15 Rekap Input Spesifikasi Pelat (<i>Slab</i>).....	67
Tabel 4.16 Rekap Input Spesifikasi Pelat (<i>Slab</i>).....	67

DAFTAR NOTASI

γ_{sat}	: berat jenis tersaturasi (kN/m ³)
c'	: kohesi efektif (kPa)
ϕ'	: sudut geser (friksi) tanah (°)
e_0	: <i>void ratio</i>
G_S	: berat jenis tersaturasi (kN/m ³)
w_n	: kadar air (%)
OCR	: <i>overconsolidation ratio</i>
q_{uu}	: kuat tekan tak terkekang (kPa)
N_{SPT}	: jumlah pukulan SPT tiap 30 cm
S_u	: kuat geser tak teralir (kPa)
E_u	: modulus elastisitas (MPa)
LL	: <i>liquid limit (%)</i>
PL	: <i>plastic limit (%)</i>
PI	: <i>plasticity index (%)</i>
LI	: <i>liquidity index (%)</i>
σ'_z	: tekanan vertikal efektif (kPa)