

DAFTAR ISI

PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR	ii
<i>Abstrak</i>	iv
<i>Abstract</i>	v
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
DAFTAR NOTASI.....	xviii
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 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Fondasi.....	5
2.2 Klasifikasi Fondasi	6
2.2.1 Fondasi Dangkal	6
2.2.2 Fondasi Dalam	7
2.3 Jenis-Jenis Fondasi	10

2.3.1	Tiang Kayu	10
2.3.2	Tiang Beton Pracetak.....	11
2.3.3	<i>Bored Pile</i>	13
2.3.4	Tiang Baja.....	13
2.4	Daya Dukung Tiang.....	15
2.4.1	Daya Dukung Tiang Ujung.....	16
2.4.2	Daya Dukung Selimut Beton	17
2.4.3	Daya Dukung Tarik Tiang	17
2.4.4	Daya Dukung Lateral.....	19
2.5	Gempa.....	23
2.6	Program Berbasis Geoteknik	25
2.6.1	Model Material	26
2.6.2	<i>Embedded Beam Row</i>	27
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....		29
3.1	Umum	29
3.2	Pembahasan Awal.....	29
3.3	Pengumpulan Data.....	30
3.4	Pengolahan Data	32
3.5	Pembahasan	32
3.6	Diagram Alir.....	33
BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN		34
4.1	Pendahuluan.....	34
4.2	Parameter Tanah	34
4.2.1	Korelasi Parameter Tanah.....	35
4.2.2	Parameter <i>Damping</i>	41

4.3	Parameter Tiang.....	44
4.4	Konfigurasi Beban.....	48
4.5	Pemodelan Program.....	50
4.6	Hasil dan Pembahasan Program Berbasis Geoteknik.....	51
4.6.1	Christchurch.....	52
4.6.2	Duzce	54
4.6.3	Imperial Valley.....	56
4.6.4	Kobe.....	58
4.6.5	Kocaeli.....	60
4.6.6	Lander	62
4.6.7	Lomapieta.....	64
4.6.8	Northridge.....	66
4.6.9	Tabas.....	68
4.6.10	Parkfield.....	70
4.6.11	Chi-Chi.....	72
4.7	Resume Hasil Program	74
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		84
5.1	Kesimpulan.....	84
5.2	Saran	86
DAFTAR PUSTAKA		87
DAFTAR BACAAN.....		91
LAMPIRAN.....		92

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Macam-macam bentuk fondasi. (a) fondasi memanjang. (b) fondasi telapak. (c) fondasi rakit. (d) fondasi sumuran. (e) fondasi tiang (Hardiyatmo, 1996 : 63)	8
Gambar 2.2 Panjang maksimum dan beban maksimum untuk macam-macam tipe tiang yang umum di lapangan (Carson, 1965)	9
Gambar 2.3 Tiang Kayu (Tomlinson, 1977 : 13).....	11
Gambar 2.4 Tiang Beton Pracetak (Brosur WIKA).....	11
Gambar 2.5 Tiang Franki (Tomlinson, 1977 : 38).....	12
Gambar 2.6 Pembesaran di Ujung <i>Bored Pile</i> (Tomlinson, 1977 : 44).....	13
Gambar 2.7 Fondasi Tiang Baja (Bowles, 1996 : 881).....	15
Gambar 2.8 <i>End Bearing Pile</i> (Bowles, 1996 : 868)	15
Gambar 2.9 <i>Friction Pile</i> (Bowles, 1996 : 868).....	16
Gambar 2.10 <i>Bearing Failure Line</i> (Decourt, 1995)	17
Gambar 2.11 Hubungan Faktor Kohesi dengan C_u (Tomlinson, 1957 : 107).....	18
Gambar 2.12 Deformasi pada tiang (kiri) dan keadaan tanah di sekitar tiang saat beban lateral aktif (kanan) (Fleming, 2008 : 147).....	20
Gambar 2.13 <i>P-y Curve Soft Clay</i>	22
Gambar 2.14 <i>P-y Curve Stiff Clay without Free Water</i>	22
Gambar 2.15 Grafik Riwayat Waktu Gempa (<i>Website PEER</i>).....	24
Gambar 2.16 Sketsa Peta Sesar San Andreas di California (Sibson, 1989 : 3).....	24
Gambar 2.17 Grafik korelasi $\gamma_{0.7}$ dengan <i>Plasticity Index</i> untuk Tanah Kohesif (Vucetic dan Dobry, 1991).....	27
Gambar 2.18 Grafik korelasi $\gamma_{0.7}$ Tanah Granular (Darendeli dan Stokoe, 1991)	27

Gambar 2.19 Pemodelan Tiang 2D menggunakan <i>Embedded Beam Row</i> (Sluis, 2012 : 10)	28
Gambar 3.1 Spesifikasi Tiang Pancang Kotak (Brosur JHS)	31
Gambar 3.2 Diagram Alir	33
Gambar 4.1 Grafik Korelasi E_{50} Tanah Lunak.....	36
Gambar 4.2 Grafik Korelasi E_{50} Tanah Sedang	38
Gambar 4.3 Grafik Korelasi E_{50} Tanah Keras	39
Gambar 4.4 Kurva <i>Rayleigh Damping</i>	42
Gambar 4.5 <i>Fourier Amplitude Spectrum</i>	44
Gambar 4.6 Parameter L_{pile} untuk Tanah Lunak	46
Gambar 4.7 <i>P-y Curve Soft Clay</i>	46
Gambar 4.8 Parameter L_{pile} untuk Tanah Sedang	47
Gambar 4.9 <i>P-y Curve Stiff Clay</i>	47
Gambar 4.10 Riwayat Waktu Gempa Sesar.....	50
Gambar 4.11 Pemodelan Tiang dalam Program Berbasis Geoteknik.....	51
Gambar 4.12 <i>Generate Mesh</i>	51
Gambar 4.13 <i>Normal force</i> Tiang akibat Gempa Christchurch	52
Gambar 4.14 <i>Shear Force</i> Tiang akibat Gempa Christchurch.....	53
Gambar 4.15 <i>Bending Moment</i> Tiang akibat Gempa Christchurch	53
Gambar 4.16 <i>Pile displacement</i> Arah X akibat Gempa Christchurch	53
Gambar 4.17 <i>Pile displacement</i> Arah Y akibat Gempa Christchurch	53
Gambar 4.18 <i>Normal Force</i> Tiang akibat Gempa Duzce	54
Gambar 4.19 <i>Shear Force</i> Tiang akibat Gempa Duzce	55
Gambar 4.20 <i>Bending Moment</i> Tiang akibat Gempa Duzce.....	55
Gambar 4.21 <i>Displacement</i> Tiang Arah X akibat Gempa Duzce	55

Gambar 4.22 <i>Displacement</i> Tiang Arah Y akibat Gempa Duzce	55
Gambar 4.23 <i>Normal Force</i> Tiang Akibat Gempa Imperial Valley.....	56
Gambar 4.24 <i>Shear Force</i> Tiang Akibat Gempa Imperial Valley	57
Gambar 4.25 <i>Bending Moment</i> Tiang Akibat Gempa Imperial Valley.....	57
Gambar 4.26 <i>Displacement</i> Tiang Arah X Akibat Gempa Imperial Valley	57
Gambar 4.27 <i>Displacement</i> Tiang Arah Y Akibat Gempa Imperial Valley	57
Gambar 4.28 <i>Normal Force</i> Tiang akibat Gempa Kobe.....	58
Gambar 4.29 <i>Shear Force</i> Tiang akibat Gempa Kobe.....	59
Gambar 4.30 <i>Bending Moment</i> Tiang akibat Gempa Kobe	59
Gambar 4.31 <i>Displacement</i> Tiang Arah X akibat Gempa Kobe.....	59
Gambar 4.32 <i>Displacement</i> Tiang Arah Y akibat Gempa Kobe.....	59
Gambar 4.33 <i>Normal Force</i> Tiang akibat Gempa Kocaeli	60
Gambar 4.34 <i>Shear Force</i> Tiang akibat Gempa Kocaeli.....	61
Gambar 4.35 <i>Bending Moment</i> Tiang akibat Gempa Kocaeli	61
Gambar 4.36 <i>Displacement</i> Tiang Arah X akibat Gempa Kocaeli	61
Gambar 4.37 <i>Displacement</i> Tiang Arah Y akibat Gempa Kocaeli	61
Gambar 4.38 <i>Normal Force</i> Tiang akibat Gempa Lander	62
Gambar 4.39 <i>Shear Force</i> Tiang akibat Gempa Lander	63
Gambar 4.40 <i>Bending Moment</i> Tiang akibat Gempa Lander	63
Gambar 4.41 <i>Displacement</i> Tiang Arah X akibat Gempa Lander	63
Gambar 4.42 <i>Displacement</i> Tiang Arah Y akibat Gempa Lander	63
Gambar 4.43 <i>Normal Force</i> Tiang akibat Gempa Lomapieta	64
Gambar 4.44 <i>Shear Force</i> Tiang akibat Gempa Lomapieta.....	65
Gambar 4.45 <i>Bending Moment</i> Tiang akibat Gempa Lomapieta	65
Gambar 4.46 <i>Displacement</i> Tiang Arah X akibat Gempa Lomapieta.....	65

Gambar 4.47 <i>Displacement</i> Tiang Arah Y akibat Gempa Lomapieta.....	65
Gambar 4.48 <i>Normal Force</i> Tiang akibat Gempa Northridge.....	66
Gambar 4.49 <i>Shear Force</i> Tiang akibat Gempa Northridge.....	67
Gambar 4.50 <i>Bending Moment</i> Tiang akibat Gempa Northridge	67
Gambar 4.51 <i>Displacement</i> Tiang Arah X Akibat Gempa Northridge.....	67
Gambar 4.52 <i>Displacement</i> Tiang Arah Y Akibat Gempa Northridge.....	67
Gambar 4.53 <i>Normal Force</i> Tiang akibat Gempa Tabas.....	68
Gambar 4.54 <i>Shear Force</i> Tiang akibat Gempa Tabas.....	69
Gambar 4.55 <i>Bending Moment</i> Tiang akibat Gempa Tabas	69
Gambar 4.56 <i>Displacement</i> Tiang Arah X akibat Gempa Tabas.....	69
Gambar 4.57 <i>Displacement</i> Tiang Arah Y akibat Gempa Tabas.....	69
Gambar 4.58 <i>Normal Force</i> Tiang akibat Gempa Parkfield.....	70
Gambar 4.59 <i>Shear Force</i> Tiang akibat Gempa Parkfield.....	71
Gambar 4.60 <i>Bending Moment</i> Tiang akibat Gempa Parkfield	71
Gambar 4.61 <i>Displacement</i> Tiang Arah X akibat Gempa Parkfield.....	71
Gambar 4.62 <i>Displacement</i> Tiang Arah Y akibat Gempa Parkfield.....	71
Gambar 4.63 <i>Normal Force</i> Tiang akibat Gempa Chi-Chi.....	72
Gambar 4.64 <i>Shear Force</i> Tiang akibat Gempa Chi-Chi	73
Gambar 4.65 <i>Bending Moment</i> Tiang akibat Gempa Chi-Chi.....	73
Gambar 4.66 <i>Pile displacement</i> Arah X akibat Gempa Chi-Chi	73
Gambar 4.67 <i>Pile displacement</i> Arah Y akibat Gempa Chi-Chi	73
Gambar 4.68 Resume Hasil Gaya Dalam Momen Maksimum Tanah Lunak.....	76
Gambar 4.69 Resume Hasil Gaya Dalam Momen Maksimum Tanah Sedang	76
Gambar 4.70 Resume Hasil Gaya Dalam Momen Maksimum Tanah Keras	77
Gambar 4.71 Resume Hasil Gaya Dalam Lintang Maksimum Tanah Lunak.....	77

Gambar 4.72 Resume Hasil Gaya Dalam Lintang Maksimum Tanah Sedang	78
Gambar 4.73 Resume Hasil Gaya Dalam Lintang Maksimum Tanah Keras	78
Gambar 4.74 Resume Hasil Gaya Dalam Normal Maksimum Tanah Lunak.....	79
Gambar 4.75 Resume Hasil Gaya Dalam Normal Maksimum Tanah Sedang	79
Gambar 4.76 Resume Hasil Gaya Dalam Normal Maksimum Tanah Keras.....	80
Gambar 4.77 Resume <i>Displacement</i> Tiang Arah X Maksimum Tanah Lunak	80
Gambar 4.78 Resume <i>Displacement</i> Tiang Arah X Maksimum Tanah Sedang...	81
Gambar 4.79 Resume <i>Displacement</i> Tiang Arah X Maksimum Tanah Keras	81
Gambar 4.80 Resume <i>Displacement</i> Tiang Arah Y Maksimum Tanah Lunak	82
Gambar 4.81 Resume <i>Displacement</i> Tiang Arah Y Maksimum Tanah Sedang...	82
Gambar 4.82 Resume <i>Displacement</i> Tiang Arah Y Maksimum Tanah Keras	83

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Base Factor</i> (Decourt, 1995)	16
Tabel 2.2 Angka ϵ_{50} Tanah <i>Soft Clay</i> dan <i>Stiff Clay</i> (LPILE Manual, 2018).....	21
Tabel 2.3 Tabel Parameter Program (Van der Kwaak, 2015 : 13).....	26
Tabel 3.1 Tabel Klasifikasi Situs Tanah (SNI 1726 : 2019).....	30
Tabel 3.2 Tabel Gempa Akibat Sesar (Lu dan Panagiotou, 2014).....	31
Tabel 4.1 Parameter Tanah	34
Tabel 4.2 Data Triaxial Tanah Lunak	35
Tabel 4.3 Hasil Korelasi Parameter E_{50} Tanah Lunak	36
Tabel 4.4 Data Triaxial Tanah Sedang.....	37
Tabel 4.5 Hasil Korelasi Parameter E_{50} Tanah Sedang.....	37
Tabel 4.6 Data Triaxial Tanah Keras	38
Tabel 4.7 Hasil Korelasi Parameter E_{50} Tanah Keras	39
Tabel 4.8 Hasil Korelasi G_0	40
Tabel 4.9 Hasil Korelasi $\gamma_{0.7}$	41
Tabel 4.10 Perhitungan <i>Rayleigh</i>	42
Tabel 4.11 Perhitungan <i>Rayleigh</i> Tanah Lunak, Sedang,dan Keras	42
Tabel 4.12 Material <i>Embedded Beam (row)</i>	44
Tabel 4.13 Resume Hasil Analisis Daya Dukung Selimut dan Ujung Tiang	45
Tabel 4.14 Daya Dukung Lateral	48
Tabel 4.15 <i>Phase</i> Pemodelan Program	51
Tabel 4.16 Hasil Analisis Tiang akibat Gempa Christchurch.....	52
Tabel 4.17 Hasil Analisis Tiang akibat Gempa Duzce	54

Tabel 4.18 Hasil Analisis Tiang akibat Gempa Imperial <i>Valley</i>	56
Tabel 4.19 Hasil Analisis Tiang akibat Gempa Kobe.....	58
Tabel 4.20 Hasil Analisis Tiang akibat Gempa Kocaeli	60
Tabel 4.21 Hasil Analisis Tiang akibat Gempa Lander	62
Tabel 4.22 Hasil Analisis Tiang akibat Gempa Lomaprieta	64
Tabel 4.23 Hasil Analisis Tiang akibat Gempa Northridge.....	66
Tabel 4.24 Hasil Analisis Tiang akibat Gempa Tabas	68
Tabel 4.25 Hasil Analisis Tiang akibat Gempa Parkfield.....	70
Tabel 4.26 Hasil Analisis Tiang akibat Gempa Chi-Chi	72
Tabel 4.27 Resume Gaya Dalam Normal Maksimum Tiang	74
Tabel 4.28 Resume Gaya Dalam Lintang Maksimum Tiang.....	74
Tabel 4.29 Resume Gaya Dalam Momen Maksimum Tiang.....	75
Tabel 4.30 Resume <i>Displacement</i> Tiang Arah X dan Y	75

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. <i>Boring Log</i> Tanah Lunak Halaman ke 1	93
Lampiran 2. <i>Boring Log</i> Tanah Lunak Halaman ke 2	94
Lampiran 3. <i>Boring Log</i> Tanah Sedang Halaman ke 1	95
Lampiran 4. <i>Boring Log</i> Tanah Sedang Halaman ke 2.....	96
Lampiran 5. <i>Boring Log</i> Tanah Keras.....	97
Lampiran 6. Ringkasan Hasil Uji Laboratorium Tanah Lunak.....	98
Lampiran 7. Ringkasan Hasil Uji Laboratorium Tanah Sedang	99
Lampiran 8. Hasil Uji Laboratorium Atterberg <i>Limit</i> Tanah Lunak.....	100
Lampiran 9. Hasil Uji Laboratorium Atterberg <i>Limit</i> Tanah Sedang	101
Lampiran 10. Hasil Uji Laboratorium Triaxial Cu Tanah Lunak	102
Lampiran 11. Hasil Uji Laboratorium Triaxial Cu Tanah Sedang.....	103
Lampiran 12. Hasil Uji Laboratorium Triaxial Cu Tanah Keras	104

DAFTAR NOTASI

- A : keliling lingkaran penampang (m)
- Ab : luas penampang (m²)
- c' : kohesi tanah pada kondisi tegangan efektif (kN/m²)
- Cu : kuat geser tanah kondisi *undrained* (kN/m)
- D : diameter Tiang (m)
- E : *young* modulus (kN/m²)
- E₅₀ : garis potong dalam modulus kekakuan dalam uji triaxial (kN/m²)
- E_{oed; ref} : modulus kekakuan tangen untuk pembebanan oedometer primer (kN/m²)
- E_{ur; ref} : kekakuan tidak berbeban (kN/m²)
- f₁ : frekuensi natural tanah (Hz)
- f_p : frekuensi gempa (Hz)
- G₀^{ref} : referensi modulus geser pada regangan yang sangat kecil (kN/m²)
- I : momen inersia (m⁴)
- K_{0; nc} : nilai untuk konsolidasi normal tanah (kN/m²)
- Kb : *base factor*
- L : panjang tiang (m)
- N₆₀ : nilai SPT rata-rata yang dinormalisir terhadap efisiensi 60% energi
- p' : *Mean Effective Stress* (kN/m²)
- PI : Index plastisitas (%)
- Pu : daya dukung lateral (kN/m)
- Qp : daya dukung ujung (kN)
- Qs : daya dukung selimut tiang (kN/m)

- V_s : kecepatan rambat gelombang geser (m/s)
 V_{ur} : poisson rasio
 Y : *unit weight* (kN/m³)
 z : kedalaman Tanah (m)
 γ' : tegangan efektif tanah (kN/m)
 $\gamma_{0.7}$: regangan geser
 γ'_{avg} : tegangan efektif tanah rata-rata (kN/m)
 γ_{sat} : berat volume tanah jenuh air (kN/m³)
 γ_{unsat} : berat volume normal (kN/m³)
 y_{50} : horizontal *displacement* saat 50% P_u (m)
 ψ : sudut dilatansi (°)
 ϕ' : sudut geser pada kondisi tegangan efektif (°)