

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN PROYEK AKHIR.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PROYEK AKHIR.....	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
SURAT PERNYATAAN KEBENARAN DOKUMEN	v
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
DAFTAR NOTASI	xv
ABSTRAK	xix
ABSTRACT.....	xx
BAB 1 PENDAHULUAN	21
1.1 Latar Belakang	21
1.2 Rumusan Masalah	23
1.3 Tujuan	23
1.4 Batasan Masalah.....	23
1.5 Manfaat Penelitian	24
1.6 Keaslian Penelitian.....	24
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	26
2.1 Tinjauan Pustaka	26
2.1.1 Likuefaksi Akibat Gempa Bumi Palu	26
2.1.2 Faktor Pemicu Likuefaksi	26
2.1.3 Dampak Likuefaksi	28
2.1.4 Penurunan Tanah Pasca Likuefaksi	30
2.1.5 Potensi Gempa Bumi Sesar Palu-Koro	31
2.1.6 Geologi Regional Kota Palu.....	32
2.2 Landasan Teori.....	33

2.2.1	Tanah Pasir (Granuler).....	33
2.2.2	Beban Gempa	33
2.2.2.1	Kekuatan Momen Magnitudo Gempa (M_w).....	34
2.2.2.2	Periode Ulang Gempa (T_{max})	35
2.2.2.3	Percepatan Tanah Puncak (a_{max})	36
2.2.3	Potensi Likuefaksi.....	37
2.2.3.1	Tegangan Tanah.....	37
2.2.3.2	<i>Preliminary Analysis</i>	38
2.2.3.3	Analisis Potensi Likuefaksi (Idriss & Boulanger, 2014)	40
2.2.4	Estimasi Penurunan Tanah Pasca Likuefaksi.....	46
2.2.4.1	Regangan Volumetrik (ϵ_v).....	46
2.2.4.2	Estimasi Penurunan Tanah Pasca Likuefaksi (S_{liq}).....	47
2.2.5	Fondasi Tiang Bor.....	48
2.2.5.1	Kapasitas Dukung Tiang Berdasarkan SPT	48
2.2.5.2	Metode O'Neill and Reese (1989)	49
2.2.5.3	Tahanan Gesek Negatif Akibat Likuefaksi (Q_{nsf})	50
2.2.5.4	Kapasitas Izin Tiang Bor.....	51
2.2.5.5	Pelat Penutup Tiang (<i>Pile Cap</i>).....	52
2.2.5.6	Efisiensi Kelompok Tiang.....	53
2.2.5.7	Tahanan Lateral Tiang	54
2.2.5.8	Defleksi Tiang Vertikal.....	56
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....		63
3.1	Diagram Alir Penelitian	63
3.2	Lokasi Penelitian.....	66
3.3	Metode Penelitian.....	66
3.4	Pengumpulan Data	66
BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN		68
4.1	Geologi Regional dan Geoteknik.....	68
4.2	Analisis Gempa	70
4.3	Analisis Potensi Likuefaksi.....	71
4.3.1	<i>Preliminary Analysis</i>	71
4.3.2	<i>Simplified Procedure</i>	73

4.3.3	<i>Liquefaction Potential Index</i>	81
4.4	Estimasi Penurunan Tanah Pasca Likuefaksi.....	86
4.5	Alternatif Desain Fondasi Tiang Bor	91
4.5.1	Kapasitas Dukung Fondasi Tiang Bor	92
4.5.1.1	Kondisi Layan (Normal)	94
4.5.1.2	Kondisi Ekstrem (Likuefaksi).....	96
4.6	Desain Pelat Penutup Tiang (<i>Pile Cap</i>)	101
4.6.1	Tahanan Lateral Tiang	103
4.6.2	Defleksi Tiang Vertikal.....	107
4.6.3	Penurunan Segera.....	110
BAB 5	PENUTUP	114
5.1	Kesimpulan	114
5.2	Saran.....	114
DAFTAR	PUSTAKA	115
LAMPIRAN	117

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi Proyek Kalla Toyota Juanda.....	21
Gambar 2.1 Mekanisme Likuefaksi Tanah (Nath, 2011).....	26
Gambar 2.2 <i>Lateral Spread</i> (Youd, 1976)	28
Gambar 2.3 <i>Flow Failure Liquefaction</i> (Youd, 1976).....	29
Gambar 2.4 <i>Ground Oscillation</i> (Youd, 1976).....	29
Gambar 2.5 <i>Post-liquefaction Settlement</i> (Elhamed, 2019).....	30
Gambar 2.6 <i>Sand Boil</i> (NAP, 2021).....	30
Gambar 2.7 Peta Lempeng Tektonik Indonesia (BMKG)	31
Gambar 2.8 Peta Tektonik dan Geologi Pulau Sulawesi (Permana <i>et al.</i> , 2006)..	32
Gambar 2.9 Geologi Regional Kota Palu (SIMKOT Palu, 2005).....	32
Gambar 2.10 Pengukuran Gempa dengan Seismograf (Richter, 1958).....	34
Gambar 2.11 Regresi Momen Magintudo Maksimum – Panjang Patahan.....	35
Gambar 2.12 Percepatan Tanah Puncak (PGA) (SNI 1726: 2019).....	36
Gambar 2.13 Korelasi a_{max} – D_{50} dengan Potensi Likuefaksi (Hakam, 2020).....	38
Gambar 2.14 Korelasi a_{max} – N_{SPT} dengan Potensi Likuefaksi (Hakam, 2020)....	39
Gambar 2.15 Kurva Gradasi Butiran Tanah Likuefaksi dan Nonlikuefaksi	40
Gambar 2.16 Korelasi ε_v (%) – $(q_{c1N})_{cs}$ (Zhang <i>et al.</i> , 2002)	47
Gambar 2.17 Mekanisme Tahanan Gesek Negatif (Q_{nsf}) (Lai <i>et al.</i> , 2022).....	51
Gambar 2.18 Konfigurasi Geometri <i>Pile Cap</i>	52
Gambar 2.19 Gaya pada Pelat Penutup Tiang (Hardiyatmo, 2018).....	53
Gambar 2.20 Perilaku Tiang Panjang Ujung Bebas Tanah Pasir (Broms, 1964) .	55
Gambar 2.21 Tahanan Lateral Tiang Pendek Tanah Pasir (Broms, 1964)	55
Gambar 2.22 Tahanan Lateral Tiang Panjang Tanah Pasir (Broms, 1964)	56
Gambar 2.23 Beban Geser – Defleksi Lateral Tiang Ujung Bebas Tanah Pasir ..	58
Gambar 2.24 Beban Geser – Momen Tiang Ujung Bebas Tanah Pasir.....	58
Gambar 2.25 Faktor Penurunan, I_0 (Poulus & Davis, 1980).....	60
Gambar 2.26 Faktor Koreksi Kompresi, R_k (Poulus & Davis, 1980)	60
Gambar 2.27 Faktor Koreksi Angka Poisson, R_μ (Poulus & Davis, 1980).....	60
Gambar 2.28 Faktor Koreksi Kedalaman, R_h (Poulus & Davis, 1980).....	61
Gambar 2.29 Faktor Koreksi Kekakuan Tanah, R_b (Poulus & Davis, 1980).....	61

Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	64
Gambar 3.2 <i>Simplified Procedure</i> (Idriss & Boulanger, 2014)	65
Gambar 3.3 Citra Satelit Area Proyek Kalla Toyota Juanda	66
Gambar 4.1 Titik Uji <i>Bore Hole</i> 01 (BH-01) Proyek Kalla Toyota Juanda	68
Gambar 4.2 Sampel <i>Bore Hole</i> 01 Kedalaman 5 – 10 m dan 15 – 20 m	69
Gambar 4.3 Stratifikasi Tanah – N_{SPT} Proyek Kalla Toyota Juanda	69
Gambar 4.4 Analisis Butiran Halus Area Proyek Kalla Toyota Juanda	72
Gambar 4.5 Analisis Potensi Likuefaksi Proyek Kalla Toyota Juanda 7,94 M....	78
Gambar 4.6 Rekapitulasi SF_{liq} 6,0 – 7,94 M	80
Gambar 4.7 Rekapitulasi Grafik <i>Liquefaction Potential Index</i>	83
Gambar 4.8 Grafik <i>Liquefaction Potential Index</i> 7,94 M	84
Gambar 4.9 Grafik <i>Liquefaction Potential Index</i> 6,0 M	84
Gambar 4.10 Grafik <i>Liquefaction Potential Index</i> 6,5 M	84
Gambar 4.11 Grafik <i>Liquefaction Potential Index</i> 7,0 M	85
Gambar 4.12 Grafik <i>Liquefaction Potential Index</i> 7,5 M	85
Gambar 4.13 Rekapitulasi Estimasi Penurunan Tanah Pasca Likuefaksi.....	88
Gambar 4.14 Estimasi Penurunan Tanah Pasca Likuefaksi 7,94 M	89
Gambar 4.15 Estimasi Penurunan Tanah Pasca Likuefaksi 6,0 M	89
Gambar 4.16 Estimasi Penurunan Tanah Pasca Likuefaksi 6,5 M	89
Gambar 4.17 Estimasi Penurunan Tanah Pasca Likuefaksi 7,0 M	90
Gambar 4.18 Estimasi Penurunan Tanah Pasca Likuefaksi 7,5 M	90
Gambar 4.19 Data Fondasi Tapak 1500×2500×500 mm.....	91
Gambar 4.20 Interpretasi Lapisan Tanah Terlikuefaksi.....	93
Gambar 4.21 Konfigurasi <i>Pile Cap</i> 1200 × 1200 mm	102
Gambar 4.22 Potongan <i>Pile Cap</i> 1200 × 1200 mm	103
Gambar 4.22 Hasil Korelasi Grafik Tahanan Lateral Ultimit Tiang Pendek.....	105
Gambar 4.23 Hasil Korelasi Grafik Tahanan Lateral Ultimit Tiang Panjang.....	106
Gambar 4.24 Hasil Korelasi Beban Geser – Defleksi Tiang	108
Gambar 4.25 Hasil Korelasi Beban Geser – Momen Maksimum Tiang	109
Gambar 4.26 Hasil Korelasi Grafik R_{μ} , I_0 , R_k , dan R_h	110
Gambar 4.27 Hasil Korelasi Grafik R_b	111

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Keaslian Penelitian.....	24
Tabel 2.1 Klasifikasi Butiran Tanah (Das, 2011)	33
Tabel 2.2 Nilai Empiris Tanah Granuler Berdasarkan N_{60} (Bowless, 1977)	33
Tabel 2.3 Data Sesar Palu-Koro Sulawesi Tengah (Tim Revisi Gempa, 2010) ...	35
Tabel 2.4 Koefisien Kelas Situs (F_{PGA}) (SNI 1726: 2019).....	36
Tabel 2.5 Potensi Likuefaksi Berdasarkan <i>Fines Content</i>	39
Tabel 2.6 Potensi Likuefaksi Akibat Muka Air Tanah (Youd & Perkins, 1978). 40	
Tabel 2.7 Parameter Koreksi N_{SPT} (SNI 4153: 2008).....	42
Tabel 2.8 Klasifikasi <i>Liquefaction Potential Index</i> (Sonmez, 2003).....	46
Tabel 2.9 Persamaan Empiris Regangan Volumetrik Akibat Likuefaksi	47
Tabel 2.10 Klasifikasi Penurunan Tanah Pasca Likuefaksi (Barlett, 2007)	48
Tabel 2.11 Nilai K/K_0 Tiang Bor (Kulhawy, 1991).....	50
Tabel 2.12 Nilai δ/ϕ' Tiang Bor (Kulhawy, 1991)	50
Tabel 2.13 Faktor Aman Tiang Bor	51
Tabel 2.14 Nilai Eksponen m dan n (Evan & Duncan, 1982).....	57
Tabel 2.15 Penurunan Izin Kepala Tiang.....	58
Tabel 2.16 Modulus Elastisitas Tanah, E_s (Bowles, 1977)	61
Tabel 3.1 Data Sekunder Penelitian	67
Tabel 4.1 Stratifikasi Tanah Proyek Kalla Toyota Juanda.....	70
Tabel 4.2 Kesimpulan Hasil Pengujian Tanah (Sumber: PT. Sucofindo).....	70
Tabel 4.3 Data Sesar Palu Koro	71
Tabel 4.4 Analisis Gradasi Butiran Tanah	72
Tabel 4.5 Analisis Potensi Likuefaksi 7,94 M	79
Tabel 4.6 Analisis <i>Liquefaction Potential Index</i> 7,94 M	82
Tabel 4.7 Estimasi Penurunan Tanah Pasca Likuefaksi 7,94 M	87
Tabel 4.8 Analisis Desain Fondasi Tiang Bor Kondisi Layan.....	99
Tabel 4.9 Analisis Desain Fondasi Tiang Bor Kondisi Ekstrem	100
Tabel 4.10 Perbandingan Analisis Desain Kondisi Layan dan Ekstrem.....	101
Tabel 4.11 Kontrol Penurunan Izin (S_{all})	113

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Hasil Uji Tanah	117
Lampiran 2 Perhitungan Struktur Konsultan	128
Lampiran 3 Desain Fondasi Tiang Bor	141
Lampiran 4 <i>Detail Engineering Design</i>	146