

## DAFTAR ISI

<b>Lembar Pengesahan.....</b>	<b>i</b>
<b>Kata Pengantar .....</b>	<b>ii</b>
<b>Abstrak.....</b>	<b>iv</b>
<i>Abstract</i> .....	v
<b>Lembar Pernyataan Keaslian .....</b>	<b>vi</b>
<b>Daftar Isi .....</b>	<b>vii</b>
<b>Daftar Gambar .....</b>	<b>xi</b>
<b>Daftar Tabel.....</b>	<b>xiv</b>
<b>Daftar Notasi.....</b>	<b>xvi</b>

### **BAB I : PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah .....	7
1.4 Rumusan Masalah.....	7
1.5 Tujuan Penelitian .....	8

1.6 Manfaat Penelitian .....	8
------------------------------	---

## **BAB II : TINJAUAN PUSTAKA**

2.1 Morfologi .....	9
a. Morfologi Dataran .....	9
b. Morfologi Denudasi dan Perbukitan.....	9
2.2 Geologi .....	11
a. Aluvium dan Endapan Pantai ( $Q_{ap}$ ) .....	11
b. Molasa Celebes Serasin dan Serasin ( $Q_{Tms}$ ) .....	12
2.3 Stratigrafi .....	16
2.4 Struktur Geologi.....	17
2.5 Kegempaan .....	18
2.6 Potensi Likuifaksi .....	23
2.6.1 Metode Kualitatif.....	23
2.6.2 Metode Kuantitatif.....	24
a. Identifikasi parameter pemicu likuifaksi .....	26
b. Identifikasi parameter kemampuan litologi terhadap likuifaksi .....	28
c. Indeks potensi Likuifaksi .....	29
d. Prediksi penurunan dan perpindahan lateral.....	33
2.6.3 Potensi Likuifaksi terhadap tata guna lahan .....	37
a. Potensi sangat tinggi.....	37

b. Potensi tinggi.....	37
c. Potensi sangat rendah – rendah .....	38

### **BAB III: METODOLOGI PENELITIAN**

3.1 Diagram Air .....	41
3.2 Uraian Umum.....	42
3.3 Pengumpulan Data .....	42
3.4 Pengolahan Data .....	42
3.5 Pembahasan.....	43

### **BAB IV: ANALISIS DATA**

4.1 Kondisi Tanah .....	44
4.2 Parameter Tanah yang digunakan .....	49
4.2.1 <i>Sleeve Resistance</i> .....	49
4.2.2 <i>Pore Pressure</i> .....	50
4.2.3 <i>Friction Ratio</i> .....	52
4.2.4 <i>Pore Ratio</i> .....	53
4.3 Perhitungan Potensi Likuifaksi .....	55
4.3.1 Mencari tegangan efektif .....	55
4.3.2 Mencari Faktor Koreksi CN .....	55
4.3.3 Mencari N koreksi .....	55
4.3.4 Mencari $\frac{T_h}{\sigma_v}$ .....	56

4.3.5	Mencari $T_h$ .....	57
4.3.6	Mencari nilai $a_{max}$ .....	57
4.3.7	Mencari nilai CD .....	58
4.3.8	Mencari nilai $T_{av}$ .....	59
4.4	Solusi Likuifaksi yang dapat diaplikasikan oleh masyarakat .....	61
4.4.1	<i>Micropile</i> Bambu .....	61
4.4.2	Pipa <i>Piezometer</i> .....	74
4.4.3	Sumur Resapan .....	79
4.4.4	Akar Tanaman .....	84

## **BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1	Kesimpulan .....	87
5.2	Saran .....	89

<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>89</b>
-----------------------------	-----------

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta Lempeng Tektonik di Indonesia .....	2
Gambar 1.2 Titik Pusat Gempa Palu 28-30 September 2018 .....	4
Gambar 1.3 Foto wilayah Palu yg terkena likuifaksi .....	5
Gambar 1.4 Likuifaksi terjadi di kota Hokkaido, Jepang .....	6
Gambar 2.1 Peta Morfologi Palu .....	10
Gambar 2.2 Peta Geologi Palu .....	14
Gambar 2.3 Peta Geologi Teknik Palu .....	15
Gambar 2.4 Tatanan Stratigrafi Sulawesi .....	16
Gambar 2.5 Struktur geologi Palu .....	17
Gambar 2.6 Peta Seismisitas Indonesia 1990 – 2006 .....	19
Gambar 2.7 Peta Zonasi Gempa Indonesia .....	20
Gambar 2.8 Bagan alir evaluasi potensi likuifaksi secara kualitatif .....	24
Gambar 2.9 Peta Muka Air Tanah Palu .....	25
Gambar 2.10 Faktor Reduksi Stress .....	28
Gambar 2.11 Tipe penurunan akibat likuifaksi .....	33

Gambar 2.12 Tipe perpindahan lateral akibat likuifaksi .....	34
Gambar 2.13 Hubungan regangan volumetrik terhadap nilai $(q_{ctN})_{cs}$ .....	35
Gambar 2.14 Hubungan <i>cyclic shear strain</i> terhadap faktor keamanan .....	36
Gambar 2.15 Peta Zona Bahaya Likuifaksi Palu .....	40
Gambar 3.1 Diagram alir metodologi penelitian .....	41
Gambar 4.1 Sesar <i>Strike Slip</i> dan Pusat dan Pusat Gempa Palu 28/09/2018.....	44
Gambar 4.2 Hubungan N-SPT dengan kedalaman Sulawesi 1 .....	45
Gambar 4.3 Hubungan N-SPT dengan kedalaman Sulawesi 2.....	46
Gambar 4.4 Hubungan N-SPT dengan kedalaman Sulawesi 3.....	46
Gambar 4.5 Gambar klasifikasi tanah .....	47
Gambar 4.6 Stratigrafi dan potongan tanah dengan nilai CPT .....	48
Gambar 4.7 Hubungan <i>Sleeve Resistance</i> dengan kedalaman Sulawesi 1.....	49
Gambar 4.8 Hubungan <i>Sleeve Resistance</i> dengan kedalaman Sulawesi 2.....	49
Gambar 4.9 Hubungan <i>Sleeve Resistance</i> dengan kedalaman Sulawesi 3.....	50
Gambar 4.10 Hubungan <i>Pore Pressure</i> dengan kedalaman Sulawesi 1 .....	50
Gambar 4.11 Hubungan <i>Pore Pressure</i> dengan kedalaman Sulawesi 2.....	51
Gambar 4.12 Hubungan <i>Pore Pressure</i> dengan kedalaman Sulawesi 3 .....	51
Gambar 4.13 Hubungan <i>Friction Ratio</i> dengan kedalaman Sulawesi 1 .....	52
Gambar 4.14 Hubungan <i>Friction Ratio</i> dengan kedalaman Sulawesi 2 .....	52

Gambar 4.15 Hubungan <i>Friction Ratio</i> dengan kedalaman Sulawesi 3 .....	53
Gambar 4.16 Hubungan <i>Pore Ratio</i> dengan kedalaman Sulawesi 1 .....	53
Gambar 4.17 Hubungan <i>Pore Ratio</i> dengan kedalaman Sulawesi 2 .....	54
Gambar 4.18 Hubungan <i>Pore Ratio</i> dengan kedalaman Sulawesi .....	54
Gambar 4.19 Korelasi $N'$ dan $M$ dengan $\frac{T_h}{\sigma_v}$ .....	56
Gambar 4.20 Letak Palu didapatkan nilai $a_{max} = 0.2 g$ .....	57
Gambar 4.21 Gambar hubungan kedalaman dan nilai CD .....	58
Gambar 4.22 Hasil Perhitungan Likuifaksi dari data CPT Sulawesi 1 .....	60
Gambar 4.23 Hasil Perhitungan Likuifaksi dari data CPT Sulawesi 2 .....	60
Gambar 4.24 Hasil Perhitungan Likuifaksi dari data CPT Sulawesi 3 .....	60
Gambar 4.25 Perbandingan Kuat Tarik Bambu dan Baja .....	62
Gambar 4.26 Komposisi Tanah .....	84
Gambar 4.27 Ilustrasi Gambar Akar Tanaman Bambu dan Baobab.....	86

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi zona gempa di Indonesia .....	21
Tabel 2.2 Potensi likuifaksi daerah penyelidikan secara kualitatif .....	23
Tabel 2.3 Nilai LPI daerah penyelidikan berdasarkan klasifikasi Iwasaki .....	31
Tabel 2.4 Nilai LPI dan probabilitas 50 tahun tiap lokasi pengujian sondir .....	32
Tabel 2.5 Nilai penurunan dan perpindahan lateral tiap lokasi pengujian sondir ..	39
Tabel 4.1 Perhitungan daya dukung tanah CPT Sulawesi 1 .....	68
Tabel 4.2 Perhitungan daya dukung tanah CPT Sulawesi 2 .....	69
Tabel 4.3 Perhitungan daya dukung tanah CPT Sulawesi 3 .....	70
Tabel 4.4 Perhitungan daya dukung tanah dengan metode Meyerhof .....	71
Tabel 4.5 Perhitungan daya dukung tanah dengan bambu Sulawesi .....	72
Tabel 4.6 Perhitungan Penurunan Setelah Perkuatan .....	73
Tabel 4.7 Perhitungan Pipa <i>Piezometer</i> Sulawesi 1 .....	76
Tabel 4.8 Perhitungan Pipa <i>Piezometer</i> Sulawesi 2 .....	77
Tabel 4.9 Perhitungan Pipa <i>Piezometer</i> Sulawesi 3 .....	78
Tabel 4.10 Perhitungan Sumur Resapan Sulawesi 1 .....	81



Tabel 4.11 Perhitungan Sumur Resapan Sulawesi 2 .....	82
Tabel 4. Perhitungan Sumur Resapan Sulawesi 3 .....	83
Tabel 4.13 Analisa peningkatan <i>Relative Density</i> akibat akar tanaman .....	85

## DAFTAR NOTASI

A	Amplitudo Maksimum pada Periode 20 Detik
ac	Percepatan gempa dasar dengan menggunakan periode 50 tahun
Ad	Percepatan gempa dasar permukaan
a <sub>max</sub>	Percepatan Gempa Maksimum
$\alpha, \beta$	Koefisien dari Pendekatan Empiris
C <sub>B</sub>	Koreksi untuk Diameter Lubang Bor
C <sub>c</sub>	Koefisien kurvatur
C <sub>E</sub>	Koreksi Rasio <i>Energy Hammer</i>
C <sub>N</sub>	Faktor Koreksi
C <sub>R</sub>	Faktor Koreksi dari Panjang Batang
CRR	<i>Cyclic Resistance Ratio</i>
C <sub>S</sub>	Koreksi untuk Sampel
CSR	<i>Cyclic stress ratio</i>
C <sub>u</sub>	Koefisien Gradasi
D	<i>Depth</i>
d <sub>c</sub>	Tebal Setiap Lapisan Tanah Kohesif Sampai 30 m
d <sub>i</sub>	Tebal Setiap Lapisan Tanah Sampai 30 m
$\Delta Z$	Kedalaman
$\varepsilon_{Vi}$	Regangan Volumetrik

$F$	Rasio Gesekan
$F_s$	Daya Dukung Selimut Tiang
$F_L$	Faktor Keamanan
$F_a$	Faktor Amplifikasi Seismik pada Periode Pendek
$F_v$	Faktor Amplifikasi Seismik Pada Periode 1 Detik
$g$	Gravitasi
$I_c$	Indeks Jenis Tanah
$K$	Nilai Koefisien gempa
$K_c$	faktor koreksioverburden untuk CSR
$LL$	Batas Cair
$LPI$	Indeks potensi likuifaksi
$M_b$	Magnitudo Bodi
$M_L$	Magnitudo Lokal
$M_o$	Momen Seismik
$M_s$	Magnitudo Permukaan
$MSF$	Faktor skala magnitudo gempa yang akan bernilai sama dengan 1 pada magnitudo 7,5 skala Richter
$MAT$	Muka Air Tanah
$M_w$	Magnitudo Gempa
$\bar{N}$	Nilai Tahanan Penetrasi Standar Rata-Rata
$N$	Nilai Tahanan Penetrasi Standar $(N_1)_{60}$ SPT Koreksi
$p'$	<i>Mean Effective Stress</i>
$P_a$	Tekanan pada 1 atm atau 101,3 KPa
$PI$	Indeks Plastisitas

$q$	<i>Deviatoric Stress</i>
$q_u$	
$Q(h, D)$	Koreksi Jarak dan Kedalaman Gempa dari Pendekatan Empiris
$Q_p$	
$Q_s$	
$q_c$	Tahanan Ujung Konus
$q_{c1N}$	Tahanan Ujung Konus Terkoreksi
$r_d$	Faktor Reduksi
$S_1$	Parameter Batuan Dasar Pada Periode 1 Detik
$S_{D1}$	Parameter Percepatan Respon Spektrum Desain untuk Periode 1s
$S_{DS}$	Parameter Percepatan Respon Spektrum Desain Periode Pendek
$S_{M1}$	Parameter Percepatan Respon Spektrum Situs Tanah Periode 1s
$S_{MS}$	Parameter Percepatan Respon Spektrum Situs Tanah Periode Pendek
$S_s$	Parameter Batuan Dasar pada Periode Pendek
$\bar{S}_u$	Kuat Geser Niralin Rata-Rata
$S_{ui}$	Kuat Geser Niralin
$\sigma$	Tegangan Total Tanah
$\sigma'$	Tegangan Efektif Tanah
$T_h$	
$T$	Tegangan Getar
$u$	Tegangan Air Pori ‘
$\Delta u$	<i>Excess Pore Pressure</i>
$V$	Faktor koreksi jenis tanah

$\bar{v}_s$	Kecepatan Rata-Rata Gelombang Geser
$v_{si}$	Kecepatan Gelombang Geser
$W_c$	<i>Water Content</i>
$Z$	Koefisien zona gempa
$\tau_{avg}$	<i>cyclic shear stress</i> rata – rata
$\sigma_{vo'}$	<i>overburden stress</i>
$\sigma_{vo}$	<i>total vertical stress</i>
$\sigma_{vo'}$	<i>vertical stress effective</i>
$\gamma_{max}$	Amplitudo Maksimum