

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b>	<b>iii</b>
<b>INTISARI</b>	<b>iv</b>
<b><i>ABSTRACT</i></b>	<b>v</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
I.1 Latar Belakang Penelitian.....	1
I.2 Rumusan Masalah .....	2
I.3 Tujuan Penelitian.....	2
I.4 Manfaat Penelitian.....	3
I.5 Lingkup Penelitian.....	4
I.5.1 Lokasi Penelitian .....	4
I.5.2 Lingkup Pekerjaan .....	4
I.6 Batasan Masalah.....	7
I.7 Peneliti Terdahulu .....	8
<b>BAB II GEOLOGI REGIONAL DAERAH PENELITIAN</b>	<b>10</b>
II.1 Fisiografi.....	10

II.2	Stratigrafi Regional .....	11
II.3	Geologi Teknik Regional .....	14
II.4	Struktur Geologi Regional.....	15
II.5	Potensi Kerentanan Gerakan Tanah .....	17
<b>BAB III DASAR TEORI DAN HIPOTESIS</b>		<b>18</b>
III.1	Pengertian Terowongan.....	18
III.2	Penyelidikan Geologi Teknik .....	19
III.2.1	Pemetaan Geologi Teknik Permukaan .....	20
III.2.2	Seismik Refraksi.....	25
III.2.3	Uji Sifat Indeks dan Keteknikan Tanah .....	28
III.2.4	Klasifikasi Tanah.....	39
III.3	Lempung, mineral lempung, dan <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	48
III.4	Gempa dan Desain Seismik.....	51
III.4.1	Faktor keamanan Likuifaksi/ <i>cyclic softening</i> .....	55
III.5	Hipotesis .....	56
<b>BAB IV METODE PENELITIAN</b>		<b>58</b>
IV.1	Alat dan Bahan Penelitian .....	58
IV.2	Tahapan Penelitian .....	59
IV.3	Analisis Data .....	65
IV.4	Diagram Alir Penelitian.....	66
IV.5	Jadwal Penelitian.....	66
<b>BAB V ANALISIS DATA</b>		<b>69</b>
V.1	Penyajian Data: Karakteristik Geologi Teknik Daerah Penelitian .....	69

V.1.1	Aspek Batuan dan Tanah (Permukaan dan Bawah Permukaan)	69
V.1.2	Aspek Morfologi Kemiringan Lereng	88
V.1.3	Aspek Hidrogeologi	91
V.1.4	Aspek Geodinamik	92
<b>BAB VI PEMBAHASAN</b>		<b>103</b>
VI.1.	Aspek Batuan dan Tanah: Perbandingan Karakteristik Geologi Teknik Batuan dan Tanah di Permukaan dan Bawah Permukaan, Prediksi Karakteristik Geologi Teknik Batuan dan Tanah Jalur Terowongan Yang Belum Terekskavasi	103
VI.2	Aspek Hidrogeologi	108
VI.3	Aspek Kemiringan Lereng: Faktor Keamanan Lereng	108
VI.4	Aspek Geodinamik: Kategori Desain Seismik Terowongan dan Faktor Keamanan Likuifaksi/ <i>Cyclic Softening</i>	112
<b>BAB VI KESIMPULAN</b>		<b>121</b>
VI.1	Kesimpulan	121
VI.2	Saran	123
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		<b>125</b>

## DAFTAR TABEL

TABEL 2. 1. STRATIGRAFI DAERAH BANDUNG DAN SEKITARNYA MENURUT PARA PENELITI (WIAVIANTO, 2016) .....	11
TABEL 3. 1. HUBUNGAN SKALA DENGAN FASE PENYELIDIKAN (LOOK, 2007).....	20
TABEL 3. 2. KLASIFIKASI KEMIRINGAN LERENG (VAN ZUIDAM, 1983).....	22
TABEL 3. 3. TINGKAT PELAPUKAN BATUAN (ISRM, 1978) .....	24
TABEL 3. 4. ESTIMASI NILAI UCS DI LAPANGAN UNTUK BATUAN UTUH (HOEK DAN BROWN, 1998).....	24
TABEL 3. 5. RENTANG NILAI KECEPATAN GELOMBANG PADA TANAH DAN BATUAN (ASTM D 5777) .....	27
TABEL 3. 6. NILAI BERAT JENIS (GS) TANAH DARI BEBERAPA JENIS TANAH (HARDIYATMO, 2006) .....	30
TABEL 3. 7. NILAI INDEKS PLASTISITAS DAN JENIS TANAH (HARDIYATMO, 2006) ...	32
TABEL 3. 8. NILAI BATAS CAIR DAN BATAS PLASTIS UNTUK BEBERAPA MINERAL LEMPUNG (DAS, 2010).....	32
TABEL 3. 9. ANGKA AKTIVITAS LEMPUNG (SKEMPTON, 1953, DALAM HUNT, 2007)	33
TABEL 3. 10. KLASIFIKASI DERAJAT EKSPANSIF (SEED ET AL., 1962) .....	33
TABEL 3. 11. KLASIFIKASI UKURAN BUTIR BERDASARKAN SKALA WENTWORTH (WENTWORTH, 1922) .....	40
TABEL 3. 12. KLASIFIKASI TANAH BERDASARKAN USCS (DAS, 1988, DALAM INDAH DAN MOCHTAR, 1995).....	43
TABEL 3. 13. KLASIFIKASI SITUS (SNI, 2012).....	52
TABEL 3. 14. KOEFISIEN SITUS $F_{PGA}$ (SNI, 2012) .....	52
TABEL 3. 15. KOEFISIEN SITUS $F_A$ (SNI, 2012).....	53
TABEL 3. 16. KOEFISIEN SITUS $F_V$ (SNI, 2012).....	53
TABEL 3. 17. KATEGORI DESAIN SEISMIK BERDASARKAN PARAMETER RESPON PERCEPATAN PADA PERIODE PENDEK (SNI, 2012).....	54

TABEL 3. 18. KATEGORI DESAIN SEISMIK BERDASARKAN PARAMETER RESPON PERCEPATAN PADA PERIODE 1 DETIK (SNI, 2012) .....	54
TABEL 4. 1. RENCANA JADWAL PENELITIAN .....	68
TABEL 5. 1. KARAKTERISTIK KETEKNIKAN TANAH PERMUKAAN .....	77
TABEL 5. 2. KLASIFIKASI DERAJAT EKSPANSIF TANAH PERMUKAAN DAERAH PENELITIAN .....	80
TABEL 5. 3. KARAKTERISTIK KETEKNIKAN TANAH BAWAH PERMUKAAN .....	84
TABEL 5. 4. KLASIFIKASI DERAJAT EKSPANSIVITAS TANAH BAWAH PERMUKAAN DAERAH PENELITIAN .....	86
TABEL 5. 5. TABEL RISIKO BANGUNAN GEDUNG DAN NON GEDUNG UNTUK BEBAN GEMPA (SNI, 2012) .....	94
TABEL 5. 6. DATA S-WAVE DAN N-SPT BH-01 .....	96
TABEL 5. 7. DATA S-WAVE DAN N-SPT BH-03 .....	96
TABEL 5. 8. HASIL KLASIFIKASI KELAS SITUS/ LITOLOGI BERDASARKAN SNI (2012)	97
TABEL 5. 9. RESPONS SPEKTRAL PERCEPATAN GEMPA TERPETAKAN PADA PERIODE PENDEK VERSUS KELAS SITUS .....	99
TABEL 5. 10. FAKTOR AMPLIFIKASI DAN PARAMETER RESPONS SPEKTRAL PERCEPATAN GEMPA MAKSIMUM PERMUKAAN PERIODE PENDEK .....	99
TABEL 5. 11. RESPONS SPEKTRAL PERCEPATAN GEMPA TERPETAKAN PADA PERIODE 1 DETIK VERSUS KELAS SITUS .....	99
TABEL 5. 12. FAKTOR AMPLIFIKASI DAN PARAMETER RESPONS SPEKTRAL PERCEPATAN GEMPA MAKSIMUM PERMUKAAN PERIODE 1 DETIK.....	100
TABEL 6. 1. KANDUNGAN MINERAL LEMPUNG HASIL UJI XRD .....	106
TABEL 6. 2. PARAMETER MOHR-COULOMB DARI BORELOG BH-15.....	109
TABEL 6. 3. SPEKTRUM PERCEPATAN DESAIN PERIODE PENDEK .....	112
TABEL 6. 4. SPEKTRUM PERCEPATAN DESAIN PERIODE 1 DETIK .....	113

TABEL 6. 5. KATEGORI DESAIN SEISMIK PARAMETER RESPON PERCEPATAN PERIODE PENDEK .....	113
TABEL 6. 6. KATEGORI DESAIN SEISMIK PARAMETER RESPON PERCEPATAN PERIODE 1 DETIK .....	113
TABEL 6. 7. PERCEPATAN TANAH PUNCAK DI PERMUKAAN ( $PGA_M$ ) .....	114
TABEL 6. 8. DATA INPUT ANALISIS <i>CYCLIC SOFTENING</i> BAGIAN TENGAH TEROWONGAN .....	116
TABEL 6. 9. DATA OUTPUT/ HASIL ANALISIS <i>CYCLIC SOFTENING</i> BAGIAN TENGAH TEROWONGAN (WARNA KUNING: LOKASI KEDALAMAN TEROWONGAN) .....	117
TABEL 6. 10. DATA INPUT ANALISIS <i>CYCLIC SOFTENING</i> BAGIAN <i>OUTLET</i> TEROWONGAN .....	118
TABEL 6. 11. DATA OUTPUT/ HASIL ANALISIS <i>CYCLIC SOFTENING</i> BAGIAN <i>OUTLET</i> TEROWONGAN (WARNA KUNING: LOKASI KEDALAMAN TEROWONGAN). .....	119

## DAFTAR GAMBAR

GAMBAR 1. 1. LOKASI PENELITIAN TEROWONGAN CISUMDAWU .....	6
GAMBAR 2.1. PETA FISIOGRAFI JAWA BARAT (VAN BEMMELEN, 1949) .....	10
GAMBAR 2 2. PETA GEOLOGI REGIONAL LEMBAR BANDUNG DJAWA (SILITONGA, 1973) .....	13
GAMBAR 2 3. PETA GEOLOGI TEKNIK REGIONAL JAWA BARAT (DJAJA DAN HERMAWAN, 1996) .....	14
GAMBAR 2 4. PETA ZONASI KERENTANAN GERAKAN TANAH DI PROVINSI JAWA BARAT (PVMBG, 2017) .....	17
GAMBAR 3. 1. PRINSIP DASAR REFRAKSI (SJOGREN, 1984).....	26
GAMBAR 3. 2. BATAS-BATAS <i>ATTERBERG</i> (DAS, 2010).....	31
GAMBAR 3. 3. INKLINASI BIDANG RUNTUH TANAH (DAS, 2010).....	37
GAMBAR 3. 4. LINGKARAN MOHR (DAS, 2010).....	38
GAMBAR 3. 5. KRITERIA KERUNTUHAN MOHR-COULOMB (DAS, 2010).....	39
GAMBAR 3. 6. DIAGRAM ALIR KLASIFIKASI TANAH USCS (USCS, 1967) .....	45
GAMBAR 3. 7. DIAGRAM ALIR KLASIFIKASI TANAH BERBUTIR KASAR (ASTM 2487, 2000).....	46
GAMBAR 3. 8. DIAGRAM ALIR KLASIFIKASI TANAH BERBUTIR HALUS (ASTM 2487, 2000).....	47
GAMBAR 4. 1. <i>FACE</i> MAP TITIK PENGAMBILAN SAMPEL TANAH BAWAH PERMUKAAN .....	61
GAMBAR 4. 2. DIAGRAM ALIR PENELITIAN .....	67
GAMBAR 5. 1. PETA GEOLOGI DAERAH PENELITIAN .....	70
GAMBAR 5. 2. SINGKAPAN BREKSI VULKANIK DI PERMUKAAN STA 25 .....	71
GAMBAR 5. 3. SINGKAPAN BREKSI VULKANIK DI BAWAH PERMUKAAN/ DI DALAM TEROWONGAN STA 13+033.....	72

GAMBAR 5. 4. PROFIL GEOLOGI DAERAH PENELITIAN .....	73
GAMBAR 5. 5. PROFIL 2 HORIZON LAPUKAN BREKSI VULKANIK .....	74
GAMBAR 5. 6. PETA GEOLOGI TEKNIK TANAH DAERAH PENELITIAN .....	76
GAMBAR 5. 7. PETA DERAJAT EKSPANSIVITAS TANAH PERMUKAAN/ HORIZON 1.....	81
GAMBAR 5. 8. <i>FACE</i> MAP TEROWONGAN.....	83
GAMBAR 5. 9. SATUAN TANAH BAWAH PERMUKAAN DAN TINGKAT EKSPANSIVITAS .....	87
GAMBAR 5. 10. PETA KEMIRINGAN LERENG .....	88
GAMBAR 5. 11. KEMIRINGAN LERENG PORTAL <i>INLET</i> TEROWONGAN STA 4 .....	90
GAMBAR 5. 12. KEMIRINGAN LERENG PORTAL <i>OUTLET</i> TEROWONGAN STA 25 .....	91
GAMBAR 5. 13. <i>SEEPAGE</i> BUKAAN GALIAN TEROWONGAN STA 13+033 .....	92
GAMBAR 5. 14. PETA HAZARD SA 0.2S TERKOREKSI SITUS .....	101
GAMBAR 5. 15. PETA HAZARD SA 1S TERKOREKSI SITUS .....	102
GAMBAR 6. 1. INDEKS PLASTISITAS VERSUS BATAS CAIR .....	104
GAMBAR 6. 2. PERBEDAAN <i>SWELLING POTENTIAL</i> TANAH PERMUKAAN DAN BAWAH PERMUKAAN .....	105
GAMBAR 6. 3. PREDIKSI KARAKTERISTIK GEOLOGI TEKNIK TANAH JALUR TEROWONGAN YANG BELUM TEREKSKAVASI.....	107
GAMBAR 6. 4. HASIL PEMODELAN FAKTOR KEAMANAN LERENG (A. INPUT DATA; B. HASIL PEMODELAN) .....	110
GAMBAR 6. 5. STABILISASI LERENG YANG TELAH DILAKUKAN PADA STA 25 (A. ROOT REINFORCEMENT, B. U-SHAPED CHANNEL).....	111
GAMBAR 6. 6. PETA HAZARD PGA PERMUKAAN TERKOREKSI SITUS .....	115

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. 1. PETA GEOLOGI .....	131
LAMPIRAN 1. 2. PROFIL GEOLOGI .....	132
LAMPIRAN 1. 3. PETA GEOLOGI TEKNIK TANAH.....	133
LAMPIRAN 1. 4. PETA DERAJAT EKSPANSIF TANAH .....	134
LAMPIRAN 1. 5. <i>FACEMAP</i> TEROWONGAN .....	135
LAMPIRAN 1. 6. PETA KELERENGAN .....	136
LAMPIRAN 1. 7. PETA HAZARD SPECTRAL ACCELERATION PERMUKAAN 0,2s 2% DALAM 50 TAHUN TERKOREKSI SITUS .....	137
LAMPIRAN 1. 8. PETA HAZARD SPECTRAL ACCELERATION PERMUKAAN 1s 2% DALAM 50 TAHUN TERKOREKSI SITUS .....	138
LAMPIRAN 1. 9. REKAPITULASI HASIL UJI LABORATORIUM DAN KLASIFIKASI TANAH .....	139
LAMPIRAN 1. 10. HASIL UJI SIFAT INDEKS .....	140
LAMPIRAN 1. 11. HASIL UJI DISTRIBUSI UKURAN BUTIR DAN KLASIFIKASI TANAH	186
LAMPIRAN 1. 12. HASIL UJI HIDROMETER.....	232
LAMPIRAN 1. 13. HASIL UJI BATAS ATTERBERG.....	278
LAMPIRAN 1. 14. HASIL UJI X-RAY DIFFRACTION .....	324
LAMPIRAN 2. 1. KORELASI BORLOG TEROWONGAN .....	329
LAMPIRAN 2. 2. BORLOG TEROWONGAN .....	330
LAMPIRAN 2. 3. SEISMIK REFRAKSI .....	365
LAMPIRAN 2. 4. PETA SUMBER DAN BAHAYA GEMPA INDONESIA TAHUN 2017.....	370
LAMPIRAN 2. 5. GRAFIK PENGUKURAN SHEAR WAVE VELOCITY BH-01 .....	373
LAMPIRAN 2. 6. GRAFIK PENGUKURAN SHEAR WAVE VELOCITY BH-03.....	374
LAMPIRAN 2. 7. UJI TRIAXIAL SAMPEL BORLOG BH-15 .....	375
LAMPIRAN 2. 8. UJI UCT SAMPEL BORLOG BH-13.....	377
LAMPIRAN 2. 9. UJI UCT SAMPEL BORLOG BH-16.....	379
LAMPIRAN 2. 10. DATA GEMPA BUMI .....	380