

DAFTAR ISI

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	ii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	viii
INTISARI.....	xv
ABSTRACT	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	4
I.3 Tujuan Penelitian	4
I.4 Manfaat Penelitian	5
I.5 Lingkup Penelitian	5
I.6 Batasan Penelitian	8
I.7 Penelitian Terdahulu dan Keaslian Penelitian	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	11
II.1 Stratigrafi Regional Lokasi Penelitian.....	11
II.2 Kondisi Geologi Teknik Daerah Penelitian	13
BAB III DASAR TEORI	19
III.1 Pengertian Terowongan	19

III.2 Penyelidikan Geologi Teknik	19
III.3 Pengaruh Kestabilan Lereng terhadap Portal Terowongan	40
III.4 Metode Penggalian Terowongan	41
III.5 Kestabilan Sistem Penyangga Terowongan.....	56
III.6 Pengaruh Gempa terhadap Terowongan.....	60
III.7 Perangkat Lunak Analisis Numerik	63
III.8 Hipotesis	67
BAB IV METODE PENELITIAN	68
IV.1 Alat dan Bahan Penelitian.....	68
IV.2 Tahapan Penelitian.....	68
IV.3 Penyelidikan Laboratorium.....	74
IV.4 Analisis Data.....	76
IV.5 Evaluasi Hasil	79
IV.6 Pelaporan.....	79
BAB V PENYAJIAN DATA DAN HASIL ANALISIS.....	80
V.1 Karakteristik Geologi Teknik Daerah Penelitian	80
V.2 Analisis Parameter Kualitas Massa Batuan	98
V.3 Analisis Kemiringan Lereng pada Portal Terowongan Pengelak.....	113
V.4 Analisis Metode Penggalian Terowongan Pengelak	126
V.5 Analisis Kestabilan Terowongan.....	128
BAB VI PEMBAHASAN.....	145
VI.1 Evaluasi Kondisi Geologi Teknik Lokasi Penelitian	145

VI.2 Evaluasi Kestabilan Lereng Pada Portal Terowongan Pengelak	147
VI.3 Evaluasi Metode Ekskavasi Terowongan	148
VI.4 Evaluasi Kestabilan Terowongan Pengelak	149
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN	157
VII.1 Kesimpulan	157
VII.2 Saran	160
DAFTAR PUSTAKA	161
LAMPIRAN	110

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Lokasi daerah penelitian Bendungan Tamblang.....	6
Gambar 2.1	Bagian Peta Geologi Regional Lembar Bali, Nusa Tenggara (Purwohadwidjojo dkk., 1998).....	11
Gambar 2.2	Korelasi Satuan Peta Lembar Bali, Nusa Tenggara (Purwohadwidjojo dkk., 1998).....	12
Gambar 2.3	Profil RMR dan geologi teknik terowongan pengelak (PT. Vitraha Consindotama, 2018).....	15
Gambar 2.4	Bagian peta percepatan puncak di batuan dasar (SB) untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun (PUSGEN, 2017).....	17
Gambar 2.5	Bagian peta percepatan puncak di batuan dasar (SB) untuk probabilitas terlampaui 10% dalam 50 tahun (PUSGEN, 2017)....	17
Gambar 2.6	Kondisi kawasan rawan bencana gempabumi berdasarkan Peta Kawasan Rawan Bencana Gempabumi Pulau Bali (Supartoyo dkk., 2009).....	18
Gambar 3.1	Kriteria keruntuhan Mohr – Coloumb (Hardiyatmo, 2006)	27
Gambar 3.2	Dimensi sampel untuk uji Index Point Load (ASTM D 5731-02) ...	29
Gambar 3.3	Chart estimasi nilai GSI (Hoek and Marinos, 2000).....	36
Gambar 3.4	Penilaian ekskavabilitas pada batuan dengan parameter GSI dan $I_{s(50)} \geq 3$ MPa (Tsiambaos and Saroglou, 2009).....	55
Gambar 3.5	Penilaian ekskavabilitas pada batuan dengan parameter GSI dan $I_{s(50)} < 3$ MPa (Tsiambaos and Saroglou, 2009).....	56
Gambar 3.6	Persyaratan penyangga batuan menggunakan RMR dan Q Sistem (Lwin, 2009)	59
Gambar 4.1	Diagram alir penelitian	69
Gambar 5.1	Kenampakan morfologi lokasi penelitian berdasarkan kenampakan citra DEM.....	81
Gambar 5.2	Peta geomorfologi daerah penelitian	82
Gambar 5.3	Peta lintasan STA pengamatan daerah penelitian.....	83

Gambar 5.4 Satuan batuan permukaan lokasi penelitian.....	84
Gambar 5.5 Singkapan satuan lava andesit STA 33.....	86
Gambar 5.6 Foto hasil pengamatan mikroskopis satuan lava andesit STA 31.....	86
Gambar 5.7 Singkapan satuan ignimbrite STA 1	87
Gambar 5.8 Foto hasil pengamatan mikroskopis satuan ignimbrite STA 1	88
Gambar 5.9 Singkapan satuan lapilli tuff STA 23.....	88
Gambar 5.10 Peta litologi daerah penelitian	90
Gambar 5.11 Sayatan A-B peta litologi	91
Gambar 5.12 Penampang litologi sepanjang jalur terowongan.....	93
Gambar 5.13 Peta kelurusan daerah penelitian	95
Gambar 5.14 Kenampakan singkapan batuan andesit dengan struktur kekar di STA 3.....	95
Gambar 5.15 Analisis arah kekar pada STA 3 yang mempunyai arah dominan barat laut - tenggara	96
Gambar 5.16 Peta geologi teknik batuan permukaan pada lokasi penelitian	104
Gambar 5.17 Sayatan geologi teknik batuan bawah permukaan rencana lokasi jalur terowongan.....	105
Gambar 5.18 Peta sebaran kualitas massa batuan permukaan daerah penelitian berdasarkan nilai GSI.....	109
Gambar 5.19 Contoh kenampakan masing - masing kelas kualitas massa batuan.....	111
Gambar 5.20 Kualitas massa batuan berdasarkan penilaian GSI pada jalur terowongan.....	112
Gambar 5.21 Hasil analisis pemodelan pada inlet portal terowongan kondisi alami.....	116
Gambar 5.22 Hasil analisis pemodelan pada inlet portal terowongan kondisi kemiringan lereng sesuai desain rencana tanpa pengaruh gempa (1H:2V).....	117
Gambar 5.23 Hasil analisis pemodelan pada inlet portal terowongan kondisi kemiringan lereng sesuai desain rencana dengan pengaruh gempa (1H:2V)	118

Gambar 5.24 Hasil analisis pemodelan pada outlet portal terowongan kondisi alami	119
Gambar 5.25 Hasil analisis pemodelan pada outlet portal terowongan kondisi kemiringan lereng sesuai desain rencana tanpa pengaruh gempa (1H:2V).....	120
Gambar 5.26 Hasil analisis pemodelan pada outlet portal terowongan kondisi kemiringan lereng sesuai desain rencana dengan pengaruh gempa (1H:2V).....	121
Gambar 5.27 Hasil analisis pemodelan pada outlet portal terowongan kondisi kemiringan lereng alternative 1 tanpa pengaruh gempa (1H:1.5V).....	122
Gambar 5.28 Hasil analisis pemodelan pada outlet portal terowongan kondisi kemiringan lereng alternative 1 dengan pengaruh gempa (1H:1.5V).....	123
Gambar 5.29 Hasil analisis pemodelan pada outlet portal terowongan kondisi kemiringan lereng alternative II tanpa pengaruh gempa (1H:1.25V).....	124
Gambar 5.30 Hasil analisis pemodelan pada outlet portal terowongan kondisi kemiringan lereng alternative II dengan pengaruh gempa (1H:1.25V).....	125
Gambar 5.31 Penentuan ekskavabilitas pada batuan dengan parameter GSI dan $I_{s(50)} \geq 3$ MPa (Tsiambaos and Saroglou, 2009).....	126
Gambar 5.32 Penentuan sistem penyangga terowongan menggunakan Q sistem.....	129
Gambar 5.33 Sketsa lapisan tanah dan batuan pada tiap section sepanjang trase terowongan.....	132
Gambar 5.34 Hasil nilai displacement pemodelan kestabilan terowongan pada tinjauan area B7 tanpa perkuatan.....	139
Gambar 5.35 Hasil nilai displacement pemodelan kestabilan terowongan pada tinjauan area B7 dengan perkuatan berdasarkan klasifikasi RMR asli	140

Gambar 5.36	Hasil nilai displacement pemodelan kestabilan terowongan pada tinjauan area B7 dengan perkuatan berdasarkan klasifikasi RMR modifikasi	141
Gambar 5.37	Hasil nilai displacement pemodelan kestabilan terowongan pada tinjauan area B7 dengan perkuatan berdasarkan klasifikasi Q sistem	142
Gambar 5.38	Hasil nilai displacement pemodelan kestabilan terowongan pada tinjauan area B7 dengan perkuatan berdasarkan klasifikasi Qsistem modifikasi	143
Gambar 5.39	Hasil nilai displacement pemodelan kestabilan terowongan pada tinjauan area B7 dengan perkuatan berdasarkan klasifikasi JSCE	144
Gambar 6.1	Perbandingan nilai total displacement pada tiap metode perkuatan	153
Gambar 6.2	Perbandingan nilai total displacement aman pada tiap metode perkuatan	154

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Penelitian terdahulu.....	9
Tabel 2.1 Nilai Rock Mass Rating (RMR) di jalur terowongan pengelak (PT. Vitraha Consindotama, 2018).....	15
Tabel 3.1 Sistem Klasifikasi Tanah Unified.....	31
Tabel 3.2 Kualitas massa batuan berdasarkan RQD (Deere dan Miller, 1966)	33
Tabel 3.3 Klasifikasi kekar massa batuan (Bieniawski, 1989).....	34
Tabel 3.4 Estimasi Nilai D (Hoek dkk.,2002 dalam Hoek dkk., 2013)	37
Tabel 3.5 Penentuan kondisi kekar (joint condition) jika terdapat infilling (Bieniawski, 1989).....	38
Tabel 3.6 Penentuan kondisi kekar (joint condition) tanpa infilling (Bieniawski, 1989).....	38
Tabel 3.7 Konversi kualitas massa batuan berdasarkan GSI ke RMR (Hoek and Brown, 1997).....	39
Tabel 3.8 Parameter dalam menentukan kelas batuan berdasarkan JSCE	43
Tabel 3.9 Klasifikasi dan Karakteristik Metode Penggalian (JSCE, 2007)	44
Tabel 3.10 Metode Penggalian Berdasarkan RMR (Bieniawskie, 1989).....	54
Tabel 3.11 Skema pola perkuatan dan deformasi izin (JSCE, 2007)	57
Tabel 3.12 Skema Perkuatan Berdasarkan Kelas RMR (Bieniawski, 1989)	57
Tabel 3.13 Nilai Excavation Support Ratio (ESR) untuk variasi struktur underground (Barton, dkk., 1974)	60
Tabel 3.14 Kriteria Perancangan Gempa berdasarkan Peruntukan Infrastruktur (SNI 8460;2017)	61
Tabel 3.15 Nilai Rekomendasi Faktor Keamanan Lereng Batuan (SNI 8460;2017)	61
Tabel 3.16 Klasifikasi Situs (AASHTO, 2012 dalam SNI 8460:2017)	62
Tabel 3.17 Faktor amplifikasi untuk PGA dan periode 0,2 detik (Fpga dan Fa)(AASHTO, 2012)	62
Tabel 5.1 Perhitungan koefisien gempa horizontal	97

Tabel 5.2 Hasil pengujian sifat indeks dan mekanika pada sampel batuan (intack rock) permukaan.....	99
Tabel 5.3 Hasil pengujian sifat indeks pada sampel tanah (soil)	100
Tabel 5.4 Hasil pengujian sifat mekanika pada sampel tanah (soil)	100
Tabel 5.5 Hasil pengujian sifat indeks sampel batuan bawah permukaan.....	102
Tabel 5.6 Hasil pengujian sifat mekanika sampel batuan bawah permukaan	103
Tabel 5.7 Deskripsi kondisi batuan dan tanah lokasi penelitian	106
Tabel 5.8 Penilaian GSI batuan bawah permukaan pada jalur terowongan	113
Tabel 5.9 Parameter input pemodelan kestabilan lereng portal	113
Tabel 5.10 Parameter pemodelan dalam RS2.....	114
Tabel 5.11 Hasil perhitungan analisis kestabilan lereng portal.....	115
Tabel 5.12 Hasil analisis metode ekskavasi bukaan terowongan dengan metode RMR.....	127
Tabel 5.13 Hasil analisis metode ekskavasi bukaan terowongan dengan metode JSCE.....	127
Tabel 5.14 Sistem penyangga terowongan dengan metode Q sistem	130
Tabel 5.15 Sistem penyangga terowongan dengan metode RMR.....	130
Tabel 5.16 Sistem penyangga terowongan dengan metode JSCE.....	130
Tabel 5.17 Parameter generalized Hoek-Brown criterion untuk pemodelan	133
Tabel 5.18 Hasil pemodelan nilai displacement tahap penggalian top heading..	135
Tabel 5.19 Hasil analisis nilai displacement pada atap, dinding dan lantai terowongan setelah seluruh proses penggalian dilakukan (tanpa pengaruh gempa).....	135

Tabel 5.20 Hasil analisis nilai displacement pada atap, dinding dan lantai terowongan setelah seluruh proses penggalian dilakukan (dengan pengaruh gempa).....	136
Tabel 5.21 Hasil analisis kestabilan terowongan tanpa pengaruh gempa	137
Tabel 5.22 Hasil kestabilan terowongan dengan pengaruh gempa	138
Tabel 6.1 Hasil maksimum total displacement masing – masing metode perkuatan	153
Tabel 6.2 Hasil maksimum total displacement yang aman di masing – masing metode perkuatan	154