

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiv
ABSTRAK.....	xvii
<i>ABSTRACT</i>	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan Masalah	3
I.3 Tujuan Penelitian.....	4
I.4 Manfaat Penelitian.....	4
I.5 Lingkup Penelitian.....	5
I.5.1 Lingkup Daerah Penelitian.....	5
I.5.2 Lingkup Pekerjaan.....	5
I.6 Batasan Penelitian.....	6

I.7	Penelitian Terdahulu	8
I.8	Keaslian Penelitian.....	9
BAB II	TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	10
II.A	<i>Tinjauan Pustaka.....</i>	10
II.A.1	Stratigrafi Regional Desa Karangsari Kabupaten Karanganyar.....	10
II.A.2	Kondisi Geologi Teknik Daerah Penelitian	11
II.A.3	Geometri Terowongan	17
II.B	<i>Landasan Teori</i>	18
II.B.1	Pengertian Terowongan.....	18
II.B.2	Penyelidikan Geologi Teknik	19
II.B.3	Pemetaan Geologi Teknik Permukaan.....	20
II.B.4	Klasifikasi Kualitas Massa Batuan.....	24
II.B.5	Mekanika Teknik Tanah dan Batuan	30
II.B.6	Pengaruh Kestabilan Lereng terhadap Portal Terowongan.	42
II.B.7	Metode Ekskavasi Bukaan Terowongan.....	43
II.B.8	Kestabilan Sistem Penyangga Terowongan.....	44
II.B.9	Pengaruh Gempa terhadap Terowongan.....	46
II.B.10	<i>Software RS2 (Rocscience, Inc)</i>	47
II.C	<i>Hipotesis</i>	51
BAB III	METODE PENELITIAN	53
III.1	Alat dan Bahan Penelitian.....	53

III.2 Tahapan Penelitian	53
III.2.1 Pekerjaan Pendahuluan.....	53
III.2.2 Pekerjaan Pengumpulan Data	54
III.2.3 Pekerjaan Penyelidikan Laboratorium.....	58
III.2.4 Pekerjaan Analisis Data	59
III.2.5 Pekerjaan Evaluasi Hasil.....	65
III.2.6 Pekerjaan Pelaporan.....	66
BAB IV PENYAJIAN DATA DAN HASIL ANALISIS.....	68
IV.1 Karakteristik Geologi Teknik Daerah Penelitian	68
IV.1.1 Morfologi.....	68
IV.1.2 Aspek Batuan dan Tanah	70
IV.1.3 Struktur Geologi.....	79
IV.1.4 Air Tanah.....	81
IV.1.5 Kegempaan	82
IV.2 Analisis Parameter Kualitas Massa Batuan	83
IV.3 Satuan Karakteristik Geologi Teknik Batuan	92
IV.4 Analisis Kestabilan Lereng Portal Terowongan	97
IV.5 Analisis Metode Ekskavasi Bukaan Terowongan	111
IV.6 Analisis Kestabilan Terowongan	113
IV.6.1 Penentuan Sistem Penyangga Terowongan	113
IV.6.2 Data Masukan Pemodelan.....	114
IV.6.3 Hasil Pemodelan Analisis Kestabilan Terowongan	119

BAB V PEMBAHASAN	128
V.1 Evaluasi Kondisi Geologi Teknik	128
V.2 Evaluasi Kestabilan Lereng Pada Portal Terowongan	130
V.3 Evaluasi Metode Ekskavasi Terowongan	132
V.4 Evaluasi Kestabilan Terowongan	133
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	144
VI.1 Kesimpulan.....	144
VI.2 Saran	146
DAFTAR PUSTAKA	147
DAFTAR LAMPIRAN	152
I. Denah Terowongan Pengelak Bendungan Jlantah.....	153
II. Lokasi Bor Inti Bendungan Jlantah.....	154
III. Data Bor Inti	155
IV. Perhitungan Koefisien Gempa	178
V. Hasil Uji Laboratorium	180
VI. Hasil Pemodelan Numerik Kestabilan Terowongan.....	207

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1	Lokasi daerah penelitian	6
Gambar 2. 1	Kondisi geologi regional daerah penelitian menurut peta geologi regional Lembar Ponorogo 1508-1(Sampurna dkk., 1997)	11
Gambar 2. 2	Zona kerentanan gerakan tanah daerah penelitian menurut peta zona kerentanan gerakan tanah Kabupaten Karanganyar Provinsi Jawa Tengah (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2018)	14
Gambar 2. 3	Kondisi muka air tanah pada rencana lokasi bendungan (PT. Aditya Engineering Consultant, 2017)	16
Gambar 2. 4	Zona kawasan rawan gempa bumi daerah penelitian menurut peta kawasan rawan bencana gempa bumi Provinsi Jawa Tengah (Robiana dkk., 2010)	17
Gambar 2. 5	Chart estimasi nilai GSI (Hoek dkk., 2013)	26
Gambar 2. 6	Persyaratan penyangga batuan menggunakan RMR dan Q Sistem (Lwin, 2009)	45
Gambar 2. 7	Tipe elemen dua dimensi dalam FEM (Suhendro, 2000)	47
Gambar 3. 1	Diagram alir penelitian	67
Gambar 4. 1	Kondisi kemiringan lereng daerah penelitian (a) bagian utara; (b) bagian timur; (c) bagian selatan; (d) bagian barat lokasi rencana Bendungan Jlantah	69
Gambar 4. 2	Peta kemiringan lereng daerah penelitian	70

Gambar 4. 3	Peta lintasan STA pengamatan daerah penelitian (Triatmojo, 2019)	76
Gambar 4. 4	Peta geologi daerah penelitian (Triatmojo, 2019)	77
Gambar 4. 5	Kenampakan litologi sepanjang trase terowongan (Triatmojo, 2019)	78
Gambar 4. 6	Peta kelurusan daerah penelitian (Triatmojo, 2019)	80
Gambar 4. 7	Hasil analisis kelurusan dengan diagram mawar daerah penelitian (Triatmojo, 2019)	81
Gambar 4. 8	Posisi kedalaman muka air tanah pada trase terowongan (BBWS Bengawan Solo, 2017)	82
Gambar 4. 9	Peta sebaran kualitas massa batuan permukaan daerah penelitian berdasarkan nilai GSI (Triatmojo, 2019)	85
Gambar 4. 10	Kualitas massa batuan berdasarkan penilaian GSI pada trase terowongan	89
Gambar 4. 11	Kondisi geologi teknik batuan bawah permukaan rencana lokasi trase terowongan	93
Gambar 4. 12	Peta geologi teknik batuan permukaan pada lokasi penelitian .	94
Gambar 4. 13	Hasil analisis pemodelan pada inlet portal terowongan kondisi kemiringan lereng sesuai desain rencana tanpa pengaruh gempa	99
Gambar 4. 14	Hasil analisis pemodelan pada inlet portal terowongan kondisi kemiringan lereng sesuai desain rencana dengan pengaruh gempa	100

Gambar 4. 15	Hasil analisis pemodelan pada inlet portal terowongan alternatif 1 (1V:1,5H) tanpa pengaruh gempa.....	101
Gambar 4. 16	Hasil analisis pemodelan pada inlet portal terowongan alternatif 1 (1V:1,5H) dengan pengaruh gempa.....	102
Gambar 4. 17	Hasil analisis pemodelan pada inlet portal terowongan alternatif 2 (1V:2H) tanpa pengaruh gempa.....	103
Gambar 4. 18	Hasil analisis pemodelan pada inlet portal terowongan alternatif 2 (1V:2H) dengan pengaruh gempa.....	104
Gambar 4. 19	Hasil analisis pemodelan pada outlet portal terowongan kondisi kemiringan lereng sesuai desain rencana tanpa pengaruh gempa	105
Gambar 4. 20	Hasil analisis pemodelan pada outlet portal terowongan kondisi kemiringan lereng sesuai desain rencana dengan pengaruh gempa	106
Gambar 4. 21	Hasil analisis pemodelan pada outlet portal terowongan alternatif 1 (1V:1,5H) tanpa pengaruh gempa.....	107
Gambar 4. 22	Hasil analisis pemodelan pada outlet portal terowongan alternatif 1 (1V:1,5H) dengan pengaruh gempa.....	108
Gambar 4. 23	Hasil analisis pemodelan pada outlet portal terowongan alternatif 2 (1V:2H) tanpa pengaruh gempa.....	109
Gambar 4. 24	Hasil analisis pemodelan pada outlet portal terowongan alternatif 2 (1V:2H) dengan pengaruh gempa.....	110

Gambar 4. 25	Posisi tinjauan/section analisis metode ekskavasi dan kestabilan terowongan.....	112
Gambar 4. 26	Penentuan sistem penyangga terowongan menggunakan Q sistem	114
Gambar 4. 27	Sketsa lapisan tanah dan batuan pada tiap section sepanjang trase terowongan.....	117
Gambar 4. 28	Hasil nilai displacement pemodelan kestabilan terowongan pada tinjauan section S1 tanpa perkuatan.....	125
Gambar 4. 29	Hasil nilai displacement pemodelan kestabilan terowongan pada tinjauan section S1 dengan perkuatan berdasarkan klasifikasi RMR.....	126
Gambar 4. 30	Hasil nilai displacement pemodelan kestabilan terowongan pada tinjauan section S1 dengan perkuatan berdasarkan klasifikasi Q sistem	127
Gambar 5. 1	Hasil analisis kestabilan terowongan tahap penggalian top heading.....	139
Gambar 5. 2	Hasil analisis kestabilan terowongan tahap penggalian bench	140
Gambar 5. 3	Perbandingan nilai displacement bagian atap pada pemodelan kestabilan terowongan berdasarkan metode RMR dan Q sistem	141

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1	Penelitian terdahulu	8
Tabel 2. 1	Hubungan kelas lereng dengan sifat - sifat proses dan kondisi lahan (Van Zuidam, 1983)	21
Tabel 2. 2	Skala tingkat pelapukan massa batuan (ISRM, 1978 dalam Dearman, 1991)	23
Tabel 2. 3	Penentuan kondisi kekar (joint condition) jika terdapat infilling (Bieniawski, 1989)	28
Tabel 2. 4	Penentuan kondisi kekar (joint condition) tanpa infilling (Bieniawski, 1989)	28
Tabel 2. 5	Kualitas GSI massa batuan (Sivakugan, 2013)	28
Tabel 2. 6	Angka Poisson Tanah (Das, 1995)	35
Tabel 2. 7	Modulus Elastisitas pada Tanah (Das, 1995)	35
Tabel 2. 8	Petunjuk estimasi nilai D (disturbance factor) (Hoek dan Brown, 2002)	38
Tabel 2. 9	Panduan nilai modulus ratio (MR) (Deere dkk., 1968)	39
Tabel 2. 10	Sistem Klasifikasi Tanah Unified (Das, 1995)	41
Tabel 2. 11	Panduan penggalian dan sistem penyangga terowongan dengan rentang 10 meter dengan sistem RMR (Bieniawski, 1989)	43
Tabel 2. 12	Nilai Excavation Support Ratio (ESR) untuk variasi struktur underground (Barton dkk., 1974)	46

Tabel 3. 1	Data penyangga terowongan.....	64
Tabel 4. 1	Hasil pengujian sifat indeks dan mekanika pada sampel batuan (intack rock) permukaan	86
Tabel 4. 2	Hasil pengujian sifat indeks pada sampel tanah (soil).....	86
Tabel 4. 3	Hasil pengujian sifat mekanika pada sampel tanah (soil).....	87
Tabel 4. 4	Penilaian GSI batuan bawah permukaan pada trase terowongan	90
Tabel 4. 5	Hasil pengujian sifat indeks sampel batuan bawah permukaan .	91
Tabel 4. 6	Hasil pengujian sifat mekanika sampel batuan bawah permukaan	91
Tabel 4. 7	Deskripsi kondisi batuan dan tanah lokasi penelitian.....	95
Tabel 4. 8	Parameter input pemodelan kestabilan lereng portal	97
Tabel 4. 9	Hasil perhitungan analisis kestabilan lereng portal	98
Tabel 4. 10	Hasil analisis metode ekskavasi bukaan terowongan	112
Tabel 4. 11	Hasil analisis sistem penyangga yang disarankan	115
Tabel 4. 12	Parameter generalized Hoek-Brown criterion untuk pemodelan	118
Tabel 4. 13	Hasil perhitungan nilai Eh	118
Tabel 4. 14	Hasil pemodelan nilai displacement tahap penggalian top heading	121

Tabel 4. 15	Hasil analisis nilai displacement pada atap, dinding dan lantai terowongan setelah seluruh proses penggalian dilakukan (tanpa pengaruh gempa).....	121
Tabel 4. 16	Hasil analisis nilai displacement pada atap, dinding dan lantai terowongan setelah seluruh proses penggalian dilakukan (dengan pengaruh gempa).....	122
Tabel 4. 17	Hasil analisis kestabilan terowongan tanpa pengaruh gempa.	123
Tabel 4. 18	Hasil kestabilan terowongan dengan pengaruh gempa.....	124
Tabel 5. 1	Nilai displacement pada atap akibat pengaruh beban gempa dan tanpa beban gempa.....	142