

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL

HALAMAN PENGESAHAN

KATA PENGANTAR

DAFTAR ISI

INTISARI

KATA PENGANTAR

BAB I	PENDAHULUAN	1
I.1	Latar Belakang.....	1
I.2	Rumusan Masalah.....	3
I.3	Tujuan Penelitian.....	3
I.4	Manfaat Penelitian	4
I.5	Lingkup Penelitian.....	4
1.5.1	Lokasi Penelitian.....	4
1.5.2	Lingkup Kegiatan Penelitian.....	5
I.6	Batasan Penelitian.....	6
I.7	Penelitian Terdahulu.....	7
I.8	Keaslian Penelitian	8
BAB II	GEOLOGI REGIONAL.....	9
II.1	Fisiografi	9
II.2	Stratigrafi Regional.....	9
II.3	Struktur Geologi Regional	12
II.4	Geologi Teknik Lokasi Studi	12
II.5	Kegempaan.....	13

BAB III DASAR TEORI	16
III.1 Penyelidikan dan Pemetaan Geologi Teknik	16
III.2 Klasifikasi Tanah	20
III.3 Klasifikasi Batuan.....	24
III.3.1 <i>Rock Quality Designation</i> (RQD)	24
III.3.2 <i>Rock Mass Rating</i> (RMR).....	25
III.3.3 <i>Q-System</i>	31
III.3.4 Geological Strength Index (GSI).....	31
III.4 Hubungan RMR, GSI dan Qsystem.....	38
III.5 Metode Ekskavasi Terowongan	39
III.6 Kestabilan Sistem Penyangga Terowongan	41
III.7 Kestabilan Lereng Portal Terowongan	46
III.8 Tegangan In-Situ	48
III.9 Koefisien Gempa	49
III.10 Hipotesis.....	52
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN.....	53
IV.1 Peralatan dan Bahan Penelitian	53
IV.2 Tahapan Penelitian.....	53
IV.2.1 Tahapan Persiapan.....	54
IV.2.2 Tahapan Pengumpulan Data	56
IV.2.3 Analisis Data	62
IV.2.4 Evaluasi Hasil.....	66
IV.2.5 Pelaporan	67
BAB V PENYAJIAN DAN HASIL ANALISIS	68
V.1 Karakteristik Kondisi Geologi Teknik.....	68

V.1.1	Aspek Geomorfologi	68
V.1.2	Aspek Batuan dan Tanah	72
V.1.3	Aspek Struktur Geologi	81
V.1.4	Kedalaman Muka Air Tanah	83
V.1.5	Kualitas Massa Batuan	84
V.1.6	Karakteristik Geologi Teknik Batuan Permukaan	96
V.2	Koefisien Gempa	99
V.3	Kestabilan Lereng	100
V.4	Evaluasi Metode Ekskavasi Pada Terowongan	106
V.5	Analisis Sistem Penyangga dan Kestabilan Terowongan	108
BAB VI PEMBAHASAN.....		119
VI.1	Evaluasi Kondisi Geologi Teknik	119
VI.2	Evaluasi Kemiringan Lereng Pada Portal Terowongan	121
VI.3	Evaluasi Metode Ekskavasi Terowongan	125
VI.4	Evaluasi Kestabilan Sistem Penyangga Terowongan	126
BAB VII KESIMPULAN.....		130
VII.1	Kesimpulan	130
VII.2	Saran	132
DAFTAR PUSTAKA.....		134

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Klasifikasi kemiringan lereng (van Zuidam, 1983).....	19
Tabel 3.2	Klasifikasi tanah berdasarkan sistem USCS (Das, 1998).....	21
Tabel 3.3	Nilai perkiraan modulus young tanah (Bowless, 1996).....	23
Tabel 3.4	Hubungan antara jenis tanah dan <i>poisson ratio</i> (Das, 1998).....	23
Tabel 3.5	Hubungan antara RQD dengan kualitas batuan (Deere, 1967).....	25
Tabel 3.6	Rerata <i>Uniaxial Compressive Strength</i> (qc) untuk berbagai jenis batuan dengan ukuran sampel 50 mm (Palmstrom, 2000 dalam Singh dan Goel, 2011).....	28
Tabel 3.7	<i>Rock Mass Rating</i> (Bieniawski, 1989).....	29
Tabel 3.8	Estimasi nilai <i>Uniaxial Compressive Strength</i> di lapangan untuk batuan utuh (Hoek, 1998).....	35
Tabel 3.9	Klasifikasi tingkat pelapukan pada massa batuan (ISRM, 1978).....	35
Tabel 3.10	Penentuan kondisi kekar (<i>joint condition</i>) jika terdapat infilling (Bieniawski, 1989).....	36
Tabel 3.11	Penentuan kondisi kekar (<i>joint condition</i>) tanpa infilling (Bieniawski, 1989).....	36
Tabel 3.12	Petunjuk estimasi nilai D (<i>disturbance factor</i>) (Hoek dkk., 2002).....	37
Tabel 3.13	Kualitas massa batuan berdasarkan GSI (Sivakugan, 2013).....	38
Tabel 3.14	Nilai <i>Excavation Support Ratio</i> (ESR) Untuk Variasi Struktur bawah tanah (Barton dkk., 1974).....	42
Tabel 3.15	Panduan metode penggalian dan perkuatan untuk terowongan batuan berdasarkan <i>Rock Mass Rating</i> (Bieniawski, 1984).....	43
Tabel 3.16	Klasifikasi situs (AASHTO, 2012 dalam SNI 8640-2017).....	50
Tabel 3.17	Faktor amplifikasi untuk PGA dan periode 0,2 detik (Fpga dan Fa) (SNI, 2012).....	51
Tabel 3.18	Besarnya nilai faktor amplifikasi untuk periode 1 detik (Fv) (SNI, 2012).....	51
Tabel 4.1	Data Sekunder.....	59
Tabel 5.1	Kolom stratigrafi.....	74
Tabel 5.2	Sifat indeks tanah.....	90
Tabel 5.3	Sifat indeks batuan permukaan.....	91

Tabel 5.4	Hasil pengujian sifat indeks dan mekanika pada sampel batuan (<i>intack rock</i>) bawah permukaan (Data Sekunder dari BBWS Pemali-Juana).....	95
Tabel 5.5	Hasil pengujian sifat indeks dan mekanika pada sampel batuan (<i>intack rock</i>) bawah permukaan.....	95
Tabel 5.6	Penentuan koefesian gempa.....	99
Tabel 5.7	Parameter masukan analisis kestabilan lereng <i>inlet</i> dan <i>outlet</i>	102
Tabel 5.8	<i>Properties of Rockbolt</i>	110
Tabel 5.9	<i>Properties of Shotcrete</i>	110
Tabel 5.10	<i>Properties of Stell Arch/Steel Rib</i>	111
Tabel 5.11	<i>Properties of Wire Mesh</i>	111
Tabel 5.12	Penentuan nilai stress ratio (K) di daerah penelitian.....	111
Tabel 5.13	Sistem penyangga berdasarkan desain rencana	112
Tabel 5.14	Sistem penyangga berdasarkan RMR	114
Tabel 5.15	Sistem penyangga berdasarkan <i>Q-System</i>	114
Tabel 5.16	Hasil analisis kestabilan terowongan tanpa beban gempa	118
Tabel 5.17	Hasil analisis kestabilan terowongan dengan beban gempa	118
Tabel 6.1	Nilai FS hasil analisis kestabilan lereng	122
Tabel 6.2	Nilai FS hasil analisis kestabilan lereng modifikasi	123
Tabel 6.3	Perbandingan nilai <i>displacement</i> berdasarkan desain rencana sebelum dan setelah dilakukan modifikasi	129
Tabel 6.4	Perbandingan <i>yielded element</i> berdasarkan desain rencana sebelum dan setelah dilakukan modifikasi.....	129

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta lokasi penelitian.	5
Gambar 2.1	Zona fisiografi Jawa Tengah dan Jawa Timur (van Bemmelen, 1949) lokasi penelitian pada kotak merah	10
Gambar 2.2	Geologi regional lokasi penelitian bagian dari geologi regional lembar Salatiga (Sukardi dan Budhitisna, 1992)	11
Gambar 2.3	Peta Seismisitas Sunda Timur periode 2009 – 2018 (BMKG, 2019)	14
Gambar 2.4	Peta percepatan puncak di batuan dasar (SB) untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun (PUSGEN, 2017) (lokasi penelitian ditunjukkan oleh kotak warna merah).....	15
Gambar 2.4	Peta percepatan puncak di batuan dasar (SB) untuk probabilitas terlampaui 10% dalam 50 tahun (PUSGEN, 2017) (lokasi penelitian ditunjukkan oleh kotak warna merah)	15
Gambar 3.1	Grafik GSI pada jenis batuan yang Heterogen (Marinos, 2017)	33
Gambar 3.2	Grafik GSI pada jenis batuan yang homogen (Marinos dan Hoek, 2000).....	34
Gambar 3.3	Penilaian metode ekskavasi berdasarkan nilai indeks point load dan spasi diskontinuitas (Pettifer dan Fookes, 1994).....	41
Gambar 3.4	Persyaratan penyangga batuan menggunakan Q System (Barton dkk., 1974).....	44
Gambar 3.5	Tipe elemen dua dimensi dalam FEM (Suhendro, 2000)	45
Gambar 4.1	Diagram alir penelitian.....	54
Gambar 4.2	Peta lintasan dan STA pengamatan	57
Gambar 4.3	Peta titik pengambilan sampel batuan dan tanah.....	58
Gambar 4.4	Geometri Terowongan Saluran Pengelak Bendungan Jragung (BBWS Pemali - Juana)	64
Gambar 5.1	Peta geomorfologi	70

Gambar 5.2	Profil Geomorfologi	70
Gambar 5.3	Satuan dataran rendah berlereng landai – curam ditandai dengan huruf A pada foto (kamera menghadap Barat laut).....	71
Gambar 5.4	Satuan perbukitan berlereng landai - curam (kamera menghadap barat).....	72
Gambar 5.5	Peta geologi	73
Gambar 5.6	Profil penampang geologi A - B.....	73
Gambar 5.7	Kenampakan endapan pasir-kerakalan pada titik pengamatan STA. 7 (kamera menghadap timurlaut)	75
Gambar 5.8	Satuan batulempung sisipan batupasir pada titik pengamatan STA. 30 (kamera menghadap NW)	79
Gambar 5.9	Kenampakan batupasir pada titik pengamatan (a) STA. 21 (kamera menghadap tenggara), (b) STA. 48 (kamera menghadap barat laut).....	80
Gambar 5.10	Profil geologi sepanjang jalur terowongan	81
Gambar 5.11	Kenampakan sumbu sinklin pada titik pengamatan (a) sta. 70 (kamera menghadap selatan), (b) sta. 98 (kamera menghadap utara)	82
Gambar 5.12	Peta kelurusan.....	82
Gambar 5.13	<i>Diagram rose</i>	83
Gambar 5.14	Kedalaman muka air tanah.....	84
Gambar 5.15	Peta kualitas massa batuan (GSI)	86
Gambar 5.16	Kenampakan massa batuan <i>very poor rock</i> dan <i>poor rock</i> pada STA 2.....	87
Gambar 5.17	Kenampakan massa batuan <i>poor rock</i> pada STA 30.....	88
Gambar 5.18	Kenampakan massa batuan <i>poor rock</i> dan <i>fair rock</i> pada STA 20.	89
Gambar 5.19	Profil kualitas massa batuan sepanjang jalur terowongan	94
Gambar 5.20	Peta geologi teknik	98
Gambar 5.21	Peta lokasi portal terowongan	100
Gambar 5.22	Model perlapisan portal terowongan pada sisi <i>inlet</i>	101

Gambar 5.23	Model perlapisan portal terowongan pada sisi <i>outlet</i>	101
Gambar 5.24	Hasil analisis kestabilan lereng pada lereng alamiah pada portal bagian <i>inlet</i> dan <i>outlet</i>	103
Gambar 5.25	Hasil analisis kestabilan lereng pada lereng desain rencana pada portal bagian inlet dan outlet.....	104
Gambar 5.26	Hasil analisis kestabilan lereng pada lereng desain rencana diperkuat pada portal bagian inlet dan outlet	105
Gambar 5.27	Titik plot penentuan metode ekskavasi di daerah penelitian...	107
Gambar 5.28	Titik plot penentuan sistem penyangga berdasarkan <i>Q-system</i> di daerah penelitian.....	113
Gambar 5.29	Pemodelan analisis numerik pada zona 1	115
Gambar 5.30	Hasil analisis numerik pada zona 1 untuk kondisi tanpa sistem penyangga dan sistem penyangga berdasarkan desain rencana	116
Gambar 5.31	Hasil analisis numerik pada zona 1 untuk sistem penyangga berdasarkan RMR dan <i>Q-system</i>	117
Gambar 6.1	Hasil analisis kestabilan lereng pada lereng alamiah pada portal bagian <i>inlet</i> dan <i>outlet</i>	124
Gambar 6.2	Hasil analisis nilai <i>displacement</i> pada setiap zona untuk setiap sistem penyangga tanpa memperhitungkan pengaruh gempa.....	126
Gambar 6.3	Hasil analisis nilai <i>displacement</i> pada setiap zona untuk setiap sistem penyangga dengan memperhitungkan pengaruh gempa.....	127
Gambar 6.4	Perbandingan <i>Yielded element</i>	128

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I.	Petrografi.....	140
Lampiran II.	Sifat Indeks Tanah.....	151
Lampiran III.	Sifat Index Batuan	154
Lampiran IV.	Distribusi Ukuran Butir Tanah.....	177
Lampiran V.	Hidrometer	180
Lampiran VI.	<i>Atteberg Limit</i>	183
Lampiran VII.	<i>Point Load Index</i>	186
Lampiran VIII.	Uji <i>Uniaxial Compressive Strength</i> (UCS).....	188
Lampiran IX.	Log GSI titik bor	191
Lampiran X.	Pengukuran GSI Lapangan	198
Lampiran XI.	Hasil Pemodelan Numerik menggunakan PHASE2	199
Lampiran XII.	Data Sekunder	210