

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
SARI.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang.....	1
I.2. Rumusan Masalah.....	3
I.3. Maksud dan Tujuan Penelitian	3
I.4. Manfaat Penelitian	3
I.5. Lokasi dan Kesampaian Lokasi Penelitian	4
I.6. Lingkup Penelitian.....	5
I.7. Keterbatasan Penelitian.....	6
I.8. Peneliti Terdahulu.....	6
I.9. Keaslian Penelitian	8
BAB II GEOLOGI REGIONAL	9
II.1. Geomorfologi Regional	9
II.2. Stratigrafi Regional	10
II.3. Struktur Geologi Regional.....	13
II.4. Potensi Kerentanan Gerakan Massa	13
II.5. Keterkaitan aspek geologi regional terhadap pembangunan jalan	14
BAB III DASAR TEORI DAN HIPOTESIS	16
III.1. Pemetaan Geologi Teknik.....	16
III.1.1. Karakteristik Pemetaan Geologi Teknik	16
III.1.1.1. Geomorfologi	16
III.1.1.2. Batuan dan Tanah.....	18
III.1.1.2.1. Sifat Fisik Batuan.....	19

III.1.1.2.2. Sifat Indeks Batuan	22
III.1.1.2.3. Sifat Mekanika Batuan	23
III.1.1.2.4. Klasifikasi Massa Batuan	29
III.1.1.2.5. Klasifikasi Batugamping	35
III.1.1.2.6. Sifat Fisik Tanah	36
III.1.1.2.7. Klasifikasi Tanah	40
III.1.1.3. Struktur Geologi.....	41
III.1.1.4. Air tanah.....	42
III.2. Kestabilan Lereng	42
III.2.1. Prinsip kestabilan lereng	43
III.2.2. Faktor yang mempengaruhi kestabilan lereng	44
III.2.3. Analisis Kestabilan Lereng	44
III.2.4. Kriteria pembebanan pada lereng jalan	48
III.3. Hipotesis Penelitian.....	49
BAB IV METODE PENELITIAN.....	50
IV.1. Alat dan Bahan.....	50
IV.2. Tahap Penelitian.....	51
IV.2.1. Tahap Pendahuluan.....	52
IV.2.2. Tahap Pengumpulan Data	53
IV.2.3. Tahap Pengujian Laboratorium.....	60
IV.2.4. Tahap Analisis Data	63
IV.2.5. Tahap Penyusunan Laporan	66
IV.3. Diagram Penelitian.....	67
BAB V ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	68
V.1 Karakteristik Geologi Teknik pada Daerah Penelitian.....	68
V.1.1. Geomorfologi	68
V.1.2. Batuan dan Tanah.....	74
V.1.2.1. Sifat Fisik Batuan	74
V.1.2.2. Sifat Indeks Batuan	85
V.1.2.3. Sifat Mekanika Batuan	86
V.1.2.4. Klasifikasi Massa Batuan	87

V.1.2.5. Sifat Fisik dan Klasifikasi Tanah	101
V.1.2.6. Klasifikasi dan Sifat Keteknikan Batuan dan Tanah.....	102
V.1.3. Struktur Geologi.....	104
V.1.4. Air tanah.....	109
V.2. Kondisi Kestabilan Lereng pada Trase Pembangunan Jalan	110
V.2.1. Titik Keruntuhan Lereng Batuan pada STA Trase 12+900 atau STA 95	110
V.2.2. Kondisi Kestabilan Lereng pada Trase STA 11+350 atau STA 90	111
V.2.3. Kondisi Kestabilan Lereng pada Trase STA 13+300 atau STA 97	114
V.2.4. Kondisi Kestabilan Lereng pada Trase STA 14+350 ata STA 110	117
V.2.5. Kondisi Kestabilan Lereng pada Trase STA 16+900 atau STA 135	120
V.3. Pembahasan.....	123
V.3.1 Karakteristik geologi teknik daerah penelitian.....	123
V.3.2 Kondisi kestabilan lereng pada beberapa lereng trase jalan.....	131
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	133
VI.1. Kesimpulan	133
VI.2. Saran	135
DAFTAR PUSTAKA	136
LAMPIRAN.....	140

DAFTAR GAMBAR

Gambar I. 1.	Lokasi dan kesampaian lokasi penelitian	4
Gambar II. 1.	Fisiografi Pulau Jawa bagian tengah dengan gambar ulang dari van Bemmelen (1949).....	9
Gambar II. 2.	Peta Geologi Regional Lembar Surakarta - Giritontro skala 1: 100.000 dengan gambar ulang dari Surono dkk. (1992)	12
Gambar II. 3.	Peta Geologi Regional Lembar Bantul - Pacitan skala 1: 50.000 dengan gambar ulang dari Margono dkk, 2009 dalam Surono, 2009.....	12
Gambar II. 4.	Peta Kerentanan Gerakan Massa Tanah Kabupaten Gunung Kidul dengan gambar ulang dari PVMBG (2009)	15
Gambar II. 5.	Peta Geomorfologi Regional Daerah Istimewa Yogyakarta skala 1: 50.000 dengan gambar ulang dari Husein dan Srijono (2010).....	15
Gambar III. 1.	Skema profil pelapukan batuan ideal (kiri) dan profil lebih kompleks (kanan) berdasarkan Dearman (1991).....	21
Gambar III. 2.	Konfigurasi sampel <i>point load</i> untuk: (a) diametral test, (b) axial test, (c) block test, (d) irregular lump test berdasarkan ASTM (2019)	24
Gambar III. 3.	Pecahan yang valid dari hasil uji <i>point load</i> kecuali (d) dan (e) termasuk hasil yang invalid berdasarkan ASTM (2019)	24
Gambar III. 4.	Klasifikasi GSI untuk batugamping berdasarkan Marinos (2010)	31
Gambar III. 5.	Klasifikasi GSI dengan tambahan parameter RQD dan kondisi kekar berdasarkan Hoek dkk. (2013)	32
Gambar III. 6.	Prosedur pengukuran panjang potongan dalam estimasi nilai RQD berdasarkan Deere dan Deere (1988).....	35
Gambar III. 7.	Model lereng dengan bidang runtuh berbentuk gabungan dari busur lingkaran dan bidang planar yang gaya bekerja pada irisan model lereng dari John Krahn (2004).....	46
Gambar IV. 1.	Peta lintasan daerah penelitian dengan skala 1: 25.000.....	54
Gambar IV. 2.	Peta lokasi titik pemboran dengan skala 1: 25.000	59
Gambar IV. 3.	Gambar desain lereng dari analisis data desain perencanaan jalan pada STA 135 atau 16 + 900 dari Satker P2JN DIY (2020)	66
Gambar IV. 4.	Alur Diagram Penelitian	67
Gambar V. 1.	Kenampakan morfologi dari perbukitan karst berlereng landai pada STA 25.....	69
Gambar V. 2.	Kenampakan morfologi dari perbukitan karst berlereng agak curam sampai curam pada STA 152.....	70
Gambar V. 3.	Peta kelurusan daerah penelitian	71

Gambar V. 4.	Peta geomorfologi daerah penelitian dengan skala 1: 25.000	72
Gambar V. 5.	Penampang geomorfologi daerah penelitian dengan H:V = 1:3 ...	73
Gambar V. 6.	Kenampakan megaskopis <i>rudstone</i>	77
Gambar V. 7.	Kenampakan mikroskopis <i>rudstone</i>	77
Gambar V. 8.	Kenampakan kondisi diskontinuitas dan tingkat pelapukan pada satuan <i>rudstone</i>	78
Gambar V. 9.	Kenampakan megaskopis <i>floatstone</i>	81
Gambar V. 10.	Kenampakan mikroskopis <i>floatstone</i>	81
Gambar V. 11.	Kenampakan kondisi diskontinuitas dan tingkat pelapukan pada satuan <i>floatstone</i>	82
Gambar V. 12.	Peta geologi daerah penelitian dengan skala 1: 25.000	83
Gambar V. 13.	Penampang geologi daerah penelitian dengan skala H:V = 1:1 ...	84
Gambar V. 14.	Kenampakan <i>rudstone</i> dengan nilai rentang GSI 50 - 60	89
Gambar V. 15.	<i>Plotting</i> nilai GSI di permukaan untuk batugamping dengan nilai GSI 50 - 60	90
Gambar V. 16.	Kenampakan <i>floatstone</i> dengan nilai rentang GSI 50 - 60	91
Gambar V. 17.	<i>Plotting</i> nilai GSI di permukaan untuk batugamping dengan nilai GSI 50 - 60	92
Gambar V. 18.	Kenampakan <i>floatstone</i> dengan nilai rentang GSI 60 - 70	93
Gambar V. 19.	<i>Plotting</i> nilai GSI di permukaan untuk batugamping dengan nilai GSI 60 - 70	94
Gambar V. 20.	Persebaran nilai GSI berdasarkan kedalaman pada borehole STA 13 + 300 CL (kiri) dan STA 13 + 300 (kanan)	96
Gambar V. 21.	Grafik penentuan nilai rentang GSI bawah permukaan pada borehole STA 13 + 300 CL (kiri) dan STA 13 + 300 (kanan)	96
Gambar V. 22.	Persebaran nilai GSI berdasarkan kedalaman pada borehole STA 14 + 350 CL (kiri) dan STA 14 + 350 (kanan)	98
Gambar V. 23.	Grafik penentuan nilai rentang GSI bawah permukaan pada borehole STA 14 + 350 CL (kiri) dan STA 14+350 (kanan)	98
Gambar V. 24.	Persebaran nilai GSI berdasarkan kedalaman pada borehole STA 16 + 900 CL (kiri) dan STA 16 + 900 (kanan)	100
Gambar V. 25.	Grafik penentuan nilai rentang GSI bawah permukaan pada borehole STA 16 + 900 CL (kiri) dan STA 16 + 900 (kanan) ...	100
Gambar V. 26.	Kenampakan fisik tanah <i>ex-situ</i> daerah penelitian pada STA 32	101
Gambar V. 27.	Kenampakan fisik tanah <i>in-situ</i> daerah penelitian pada STA 92	102
Gambar V. 28.	Orientasi kelurusan berdasarkan analisis citra DEM	105
Gambar V. 29.	Kenampakan sesar yang diperkirakan pada STA 96	106
Gambar V. 30.	Kenampakan sesar yang diperkirakan pada STA 71 dan STA 110	107
Gambar V. 31.	Kenampakan kekar gerus (kiri) dan kekar tarik (kanan)	108

Gambar V. 32.	Analisis kekar gerus pada daerah penelitian: Trend dari arah orientasi dari arah kekar gerus (kiri) dan konsentrasi dari orientasi kekar gerus (kanan)	108
Gambar V. 33.	Kenampakan telaga pada daerah penelitian.....	109
Gambar V. 34.	Kenampakan keruntuhan batuan pada STA Trase 12 + 900 atau STA 95	110
Gambar V. 35.	Kenampakan kondisi lereng pada STA 11 + 350 atau STA 90	112
Gambar V. 36.	Desain dan hasil analisis kestabilan lereng pada STA 11 + 350 atau STA 90 dengan metode <i>Bishop's simplified</i>	113
Gambar V. 37.	Desain dan hasil analisis kestabilan lereng pada STA 11 + 350 atau STA 90 dengan metode <i>Morgernstern and Price</i>	113
Gambar V. 38.	Kenampakan kondisi lereng pada STA 13 + 300 atau STA 97	115
Gambar V. 39.	Desain dan hasil analisis kestabilan lereng pada STA 13 + 300 atau STA 97 dengan metode <i>Bishop's simplified</i>	116
Gambar V. 40.	Desain dan hasil analisis kestabilan lereng pada STA 13 + 300 atau STA 97 dengan metode <i>Morgernstern and Price</i>	116
Gambar V. 41.	Kenampakan kondisi lereng pada STA 14 + 350 atau STA 110	118
Gambar V. 42.	Desain dan hasil analisis kestabilan lereng pada STA 14 + 350 atau STA 110 dengan metode <i>Bishop's simplified</i>	119
Gambar V. 43.	Desain dan hasil analisis kestabilan lereng pada STA 14 + 350 atau STA 110 dengan metode <i>Morgernstern and Price</i>	119
Gambar V. 44.	Kenampakan kondisi lereng pada STA 16 + 900 atau STA 135	121
Gambar V. 45.	Desain dan hasil analisis kestabilan lereng pada STA 16 + 900 atau STA 135 dengan metode <i>Bishop's simplified</i>	122
Gambar V. 46.	Desain dan hasil analisis kestabilan lereng pada STA 16 + 900 atau STA 135 dengan metode <i>Morgernstern and Price</i>	122

DAFTAR TABEL

Tabel I. 1.	Daftar peneliti terdahulu	7
Tabel III. 1.	Klasifikasi geomorfologi berdasarkan morfometri dari van Zuidam (1983).....	17
Tabel III. 2.	Klasifikasi geomorfologi berdasarkan morfografi dari van Zuidam (1979).....	18
Tabel III. 3.	Klasifikasi tingkat pelapukan batuan dari Anon, 1981 dalam Dearman, 1991	20
Tabel III. 4.	Kisaran nilai densitas pada batuan sedimen berdasarkan Telford (1990)	23
Tabel III. 5.	Hubungan panjang core dengan nilai K dari Bienawski 1975, dalam ASTM, 2019	26
Tabel III. 6.	Estimasi kekuatan batuan di lapangan berdasarkan nilai dari UCS dari Hoek dkk. (1998).....	26
Tabel III. 7.	Nilai konstanta mi untuk intact rock berdasarkan Marinos dan Hoek (2000).....	28
Tabel III. 8.	Estimasi nilai D pada massa batuan berdasarkan Hoek dan Brown (2018)	29
Tabel III. 9.	Kualitas massa batuan berdasarkan nilai GSI berdasarkan Sivakugan dkk. (2013)	32
Tabel III. 10.	Kondisi umum diskontinuitas batuan berdasarkan Bieniawski (1989)	33
Tabel III. 11.	Pembobotan dari tiap parameter diskontinuitas berdasarkan Bienawski (1989)	33
Tabel III. 12.	Klasifikasi batugamping berdasarkan Embry dan Klován (1971)	36
Tabel III. 13.	Kriteria kondisi kelembaban tanah berdasarkan ASTM (2016) ...	37
Tabel III. 14.	Kriteria reaksi terhadap larutan HCl berdasarkan ASTM (2016)	37
Tabel III. 15.	Kriteria kekompakan tanah berdasarkan ASTM (2016).....	38
Tabel III. 16.	Kriteria tingkat sementasi pada tanah berdasarkan ASTM (2016)	38
Tabel III. 17.	Kriteria struktur dari tanah berdasarkan ASTM (2016)	38
Tabel III. 18.	Kriteria <i>dry strength</i> dari tanah berdasarkan ASTM (2016)	39
Tabel III. 19.	Kriteria <i>dilatancy</i> pada tanah berdasarkan ASTM (2016).....	39
Tabel III. 20.	Kriteria kekerasan tanah berdasarkan ASTM (2016)	40
Tabel III. 21.	Kriteria <i>plasticity</i> pada tanah berdasarkan ASTM (2016)	40
Tabel III. 22.	Kriteria faktor keamanan lereng berdasarkan Hoek (1991)	43
Tabel III. 23.	Faktor yang mempengaruhi kestabilan lereng berdasarkan Gonzalez de Vallejo dan Ferrer (2011)	44
Tabel IV. 1.	Alat dan bahan dalam pengambilan data lapangan.....	50

Tabel IV. 2.	Alat dan bahan dalam uji laboratorium.....	51
Tabel V. 1.	Kolom geomorfologi daerah penelitian.....	73
Tabel V. 2.	Hasil pengujian sifat indeks batuan daerah penelitian	85
Tabel V. 3.	Hasil pengujian uji <i>point load</i> daerah penelitian.....	87
Tabel V. 4.	Kualitas massa batuan pada <i>rudstone</i> dengan nilai GSI 50 - 60 menggunakan klasifikasi dari Sivakugan dkk. (2013)	90
Tabel V. 5.	Kualitas massa batuan pada <i>floatstone</i> dengan nilai GSI 50 - 60 menggunakan klasifikasi dari Sivakugan dkk. (2013)	92
Tabel V. 6.	Kualitas massa batuan pada <i>floatstone</i> dengan nilai GSI 60 - 70 menggunakan klasifikasi dari Sivakugan dkk. (2013)	94
Tabel V. 7.	Tabulasi klasifikasi dan sifat keteknikan batuan dan tanah daerah penelitian.....	103
Tabel V. 8.	Input kriteria keruntuhan <i>Generalized Hoek - Brown</i> pada STA 11 + 350 atau STA 90.....	112
Tabel V. 9.	Input kriteria keruntuhan <i>Generalized Hoek - Brown</i> pada STA 13 + 300 atau STA 97.....	115
Tabel V. 10.	Input kriteria keruntuhan <i>Generalized Hoek - Brown</i> pada STA 14 + 350 atau STA 110.....	118
Tabel V. 11.	Input kriteria keruntuhan <i>Generalized Hoek - Brown</i> pada STA 16 + 900 atau STA 135	121

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I. 1.	Data pengukuran kekar gerus.....	141
Lampiran I. 2.	Data pengukuran kekar tarik	141
Lampiran II. 1.	Deskripsi petrografi pada STA 76.....	143
Lampiran II. 2.	Deskripsi petrografi pada STA 93	145
Lampiran II. 3.	Deskripsi petrografi pada STA 87	147
Lampiran II. 4.	Deskripsi petrografi pada STA 97	149
Lampiran III. 1.	Hasil uji sifat indeks batuan pada daerah penelitian.....	152
Lampiran III. 2.	Hasil uji <i>point load</i> batuan pada daerah penelitian	154
Lampiran III. 3.	Dokumentasi uji sifat indeks batuan dan uji <i>point load</i>	158
Lampiran III. 4.	Hasil dari sebelum dan sesudah uji <i>point load</i>	159
Lampiran IV. 1.	Sifat fisik tanah <i>ex-situ</i> pada daerah penelitian.....	161
Lampiran IV. 2.	Sifat fisik tanah <i>in-situ</i> pada daerah penelitian	162
Lampiran V. 1.	Penampang tingkat pelapukan dan GSI pada trase jalan di daerah penelitian.....	164
Lampiran VI. 1.	Log GSI bawah permukaan pada borehole 01 atau STA 13 + 300 CL.....	172
Lampiran VI. 2.	Log GSI bawah permukaan pada borehole 02 atau STA 13 + 300	173
Lampiran VI. 3.	Log GSI bawah permukaan pada borehole 03 atau STA 14 + 350 CL.....	174
Lampiran VI. 4.	Log GSI bawah permukaan pada borehole 04 atau STA 14 + 350	175
Lampiran VI. 5.	Log GSI bawah permukaan pada borehole 07 atau STA 16 + 900 CL.....	176
Lampiran VI. 6.	Log GSI bawah permukaan pada borehole 08 atau STA 16 + 900	177
Lampiran VII. 1.	Desain perencanaan jalan dan topografi skala horizontal 1: 200 dan skala vertikal 1: 1000 pada STA 13 + 300 (Satker P2JN DIY, 2020).....	179
Lampiran VII. 2.	Penampang desain jalan skala horizontal 1: 200 dan skala vertikal 1: 1000 pada STA 13 + 300 (Satker P2JN DIY, 2020)	180
Lampiran VII. 3.	Desain perencanaan jalan dan topografi skala horizontal 1: 200 dan skala vertikal 1: 1000 pada STA 14 + 350 (Satker P2JN DIY, 2020)	181
Lampiran VII. 4.	Penampang desain jalan skala horizontal 1: 200 dan skala vertikal 1: 1000 pada STA 14 + 350 (Satker P2JN DIY, 2020)	182

Lampiran VII. 5.	Desain perencanaan jalan dan topografi skala horizontal 1: 200 dan skala vertikal 1: 1000 pada STA 16 + 900 (Satker P2JN DIY, 2020)	183
Lampiran VII. 6.	Penampang desain jalan skala horizontal 1: 200 dan skala vertikal 1: 1000 pada STA 16 + 900 (Satker P2JN DIY, 2020)	184
Lampiran VII. 7.	Rekapitulasi hasil dari sifat indeks batuan dari sampel data bor (Satker P2JN DIY, 2020)	185
Lampiran VII. 8.	Rekapitulasi hasil sifat mekanika batuan berdasarkan nilai UCS pada batuan dari sampel data bor (Satker P2JN DIY, 2020)	186
Lampiran VII. 9.	Data batuan inti pemboran pada borehole 01 STA 13 + 300 CL (Satker P2JN DIY, 2020)	187
Lampiran VII. 10.	Data batuan inti pemboran pada borehole 02 STA 13 + 300 (Satker P2JN DIY, 2020)	188
Lampiran VII. 11.	Data batuan inti pemboran pada borehole 03 STA 14 + 350 CL (Satker P2JN DIY, 2020)	190
Lampiran VII. 12.	Data batuan inti pemboran pada borehole 04 STA 14 + 350 (Satker P2JN DIY, 2020)	192
Lampiran VII. 13.	Data batuan inti pemboran pada borehole 07 STA 16 + 900 CL (Satker P2JN DIY, 2020)	194
Lampiran VII. 14.	Data batuan inti pemboran pada borehole 08 STA 16 + 900 (Satker P2JN DIY, 2020)	195