

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>ABSTRAK</b> .....	xiv
<b>ABSTRACT</b> .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
1.5 Lingkup Penelitian .....	3
1.6 Batasan Masalah.....	5
1.7 Penelitian Terdahulu .....	5
1.8 Keaslian Penelitian.....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	7
2.1 Fisiografi .....	7
2.2 Stratigrafi.....	7
2.3 Struktur Geologi.....	9
2.4 Kerentanan Gerakan Tanah.....	9
2.5 Kegempaan.....	10
<b>BAB III DASAR TEORI</b> .....	14
3.1 Pemetaan Geologi Teknik .....	14
3.2 Sifat Batuan .....	16
3.2.1 Sifat Indeks Batuan .....	16
3.2.2 Sifat Keteknikan Batuan .....	17
3.3 Klasifikasi Batugamping.....	18
3.3.1 Pelapukan pada Batugamping .....	19
3.3.2 Kestabilan Lereng pada Batuan Lapuk .....	20
3.4 Klasifikasi Massa Batuan .....	20
3.4.1 <i>Rock Mass Rating</i> (RMR) .....	20
3.4.2 <i>Geological Strength Index</i> (GSI) .....	23

3.4.3. Hubungan RMR dengan GSI .....	26
3.5. Tipe Keruntuhan Lereng .....	26
3.6. Kriteria Keruntuhan Generalized Hoek-Brown .....	27
3.7. Analisis Kestabilan Lereng .....	30
3.7.1. Pembebanan pada Analisis Kestabilan Lereng .....	30
3.7.2. Metode Elemen Hingga/ <i>Finite Element Method</i> (FEM).....	32
3.7.3. Metode Keseimbangan Batas/ <i>Limite Equilibrium Method</i> (LEM).....	33
3.8. Hipotesis.....	37
<b>BAB IV METODE PENELITIAN .....</b>	<b>38</b>
4.1. Alat dan Bahan .....	38
4.2. Tahapan Penelitian .....	39
4.2.1. Tahapan Pendahuluan .....	39
4.2.2. Tahapan Pengumpulan Data .....	39
4.2.3. Tahapan Analisis Data .....	42
4.2.4. Tahapan Evaluasi Hasil .....	44
4.2.5. Tahap Pelaporan.....	44
<b>BAB V PENYAJIAN DATA DAN HASIL ANALISIS .....</b>	<b>46</b>
5.1. Karakteristik Geologi dan Geologi Teknik .....	46
5.1.1. Geomorfologi .....	46
5.1.2. Litologi.....	49
5.1.3. Struktur Geologi.....	54
5.1.4. Kedalaman Air Tanah .....	57
5.1.5. Kegempaan.....	57
5.1.6. Karakteristik Geologi Teknik Permukaan.....	58
5.1.7. Kualitas Massa Batuan .....	71
5.2. Analisis Kestabilan Lereng .....	91
5.2.1. Pemodelan Lereng.....	91
5.2.2. Metode Elemen Hingga (MEH) .....	94
5.2.3. Metode Keseimbangan Batas (MKB) .....	108
<b>BAB VI PEMBAHASAN .....</b>	<b>127</b>
6.1. Evaluasi Kondisi Geologi dan Geologi Teknik .....	127
6.1.1. Geomorfologi .....	127
6.1.2. Litologi.....	127

6.1.3. Struktur Geologi.....	127
6.1.4. Geologi Teknik dan Kualitas Massa Batuan.....	128
6.2. Evaluasi Kestabilan Lereng.....	129
6.2.1. Faktor Keamanan/Safety Factor.....	129
6.2.2. Slip Surface .....	132
6.2.3. Total Displacement .....	134
<b>BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>136</b>
7.1. Kesimpulan .....	136
7.2. Saran.....	137
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>139</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>143</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Fisiografi Pulau Jawa (modifikasi Van Bemmelen, 1949) .....	7
Gambar 2.2. Peta geologi regional daerah penelitian (modifikasi Surono et al., 1992) ...	8
Gambar 2.3. Stratigrafi regional daerah penelitian (Surono et al., 1992).....	9
Gambar 2.4 Peta geologi regional daerah penelitian (modifikasi Surono, 2009).....	8
Gambar 2.5 Peta zona kerentanan gerakan tanah pada daerah penelitian (modifikasi PVMBG, 2009).....	10
Gambar 2.6. Peta percepatan puncak di batuan dasar (SB) untuk probabilitas terlampaui 10% dalam 50 tahun di DI Yogyakarta tahun 2017 (modifikasi PUSGEN, 2017).....	11
Gambar 2.7. Peta kawasan rawan bencana gempabumi pada lokasi penelitian (modifikasi Robiana dan Indra, 2009).....	12
Gambar 3.1. Klasifikasi batugamping Dunham (1962) yang dimodifikasi oleh Embry & Klován (1971) serta James & Bourque (1992) dalam Nichols (2009)..	19
Gambar 3.2. Penentuan GSI pada massa batuan batugamping (Marinos, 2010).....	24
Gambar 3.3. Definisi RQD menurut Deere (1963) dalam Hoek et al. (2013).....	25
Gambar 3.4. Gaya-gaya yang bekerja pada irisan dengan metode Janbu Simplified.....	35
Gambar 3.5. Gaya-gaya yang bekerja pada irisan dengan metode Morgenstern-Price ..	36
Gambar 4.1. Bagan alir penelitian .....	45
Gambar 5.1. Satuan geomorfologi perbukitan karst berlereng agak curam hingga curam; (a) kenampakan lereng agak curam; (b) kenampakan lereng curam .....	47
Gambar 5.2. Peta geomorfologi lokasi penelitian.....	48
Gambar 5.3. Peta lintasan lokasi penelitian .....	50
Gambar 5.4. Singkapan batugamping rudstone pada STA 15+425; (a) kenampakan rudstone di lapangan; (b) sayatan tipis nikol sejajar (PPL); (c) sayatan tipis nikol bersilang (XPL) .....	51
Gambar 5.5. Singkapan batugamping floatstone pada STA 13+300; (a) kenampakan floatstone di lapangan; (b) sayatan tipis nikol sejajar (PPL); (c) sayatan tipis nikol bersilang (XPL) .....	52
Gambar 5.6. Singkapan batugamping kristalin pada STA 15+975; (a) kenampakan batugamping kristalin di lapangan; (b) sayatan tipis nikol sejajar (PPL); (c) sayatan tipis nikol bersilang (XPL).....	53
Gambar 5.7. Peta geologi lokasi penelitian .....	54
Gambar 5.8. Penampang geologi sayatan A-A' .....	54
Gambar 5.9. Penampang geologi sayatan B-B' .....	54
Gambar 5.10. Peta kelurusan daerah penelitian (modifikasi BIG, 2022) .....	55
Gambar 5.11. Hasil analisis kelurusan menggunakan Diagram Rose (garis warna merah menunjukkan arah kelurusan).....	55
Gambar 5.12. Kenampakan kekar gerus (garis merah) di STA 15+125 (singkapan menghadap selatan) .....	56

Gambar 5.13. Analisis gaya kekar gerus menggunakan Diagram Rose menunjukkan arah gaya timur laut - barat daya dan barat laut – tenggara (garis merah menunjukkan arah strike kekar hasil pengukuran di lapangan) .....	57
Gambar 5.14. Peta tingkat pelapukan batuan STA 13+100 sampai dengan STA 13+450 .....	62
Gambar 5.15. Peta tingkat pelapukan batuan STA 13+450 sampai dengan STA 13+800 .....	63
Gambar 5.16. Peta tingkat pelapukan batuan STA 13+800 sampai dengan STA 14+150 .....	64
Gambar 5.17. Peta tingkat pelapukan batuan STA 14+150 samapai dengan STA 14+450.....	65
Gambar 5.18. Peta tingkat pelapukan batuan STA 14+450 samapai dengan STA 14+850.....	66
Gambar 5.19. Peta tingkat pelapukan batuan STA 14+850 samapai dengan STA 15+200.....	67
Gambar 5.20. Peta tingkat pelapukan batuan STA 15+200 samapai dengan STA 15+550.....	68
Gambar 5.21. Peta tingkat pelapukan batuan STA 15+550 samapai dengan STA 15+800.....	69
Gambar 5.22. Peta tingkat pelapukan batuan STA 15+800 samapai dengan STA 16+000.....	70
Gambar 5.23. Kondisi massa batuan floatstone dengan kualitas baik ( tipe A, pelapukan good); (a) STA 13+300; (b) STA 14+125 .....	72
Gambar 5.24. Kondisi massa batuan floatstone dengan kualitas sedang (tipe A, pelapukan fair); (a) STA 13+850; (b) STA 14+025.....	73
Gambar 5.25. Kondisi massa batuan batugamping kristalin dengan kualitas sedang (a) tipe A, pelapukan fair pada STA 16+000; (b) tipe D, pelapukan fair pada STA 15+625 .....	74
Gambar 5.26. Kondisi massa batuan rudstone dengan kualitas sedang (tipe A, pelapukan fair); (a) STA 14+925; (b) STA 15+425.....	75
Gambar 5.27. Kondisi massa batuan rudstone dengan kualitas buruk (tipe D, pelapukan poor) pada STA 15+200 .....	76
Gambar 5.28. Analisis kualitas massa batuan dengan metode GSI pada ruas jalan Tepus-Jerukwudel STA 13+000 sampai dengan STA 16+000 .....	76
Gambar 5.29. Grafik korelasi nilai GSI dan RMR .....	81
Gambar 5.30. Peta kualitas massa batuan permukaan (GSI) STA 13+100 sampai dengan STA 13+450.....	82
Gambar 5.31. Peta kualitas massa batuan permukaan (GSI) STA 13+450 sampai dengan STA 13+800.....	83
Gambar 5.32. Peta kualitas massa batuan permukaan (GSI) STA 13+800 sampai dengan STA 14+150.....	84
Gambar 5.33. Peta kualitas massa batuan permukaan (GSI) STA 14+150 sampai dengan STA 14+450.....	85

Gambar 5.34. Peta kualitas massa batuan permukaan (GSI) STA 14+450 sampai dengan STA 14+850 .....	86
Gambar 5.35. Peta kualitas massa batuan permukaan (GSI) STA 14+850 sampai dengan STA 15+200 .....	87
Gambar 5.36. Peta kualitas massa batuan permukaan (GSI) STA 15+200 sampai dengan STA 15+550 .....	88
Gambar 5.37. Peta kualitas massa batuan permukaan (GSI) STA 15+550 sampai dengan STA 15+850 .....	89
Gambar 5.38. Peta kualitas massa batuan permukaan (GSI) STA 15+850 sampai dengan STA 16+000 .....	90
Gambar 5.39. Potongan melintang pada STA 13+300 .....	92
Gambar 5.40. Potongan melintang pada STA 14+350 .....	93
Gambar 5.41. Potongan melintang pada STA 15+200 .....	93
Gambar 5.42. Potongan melintang pada STA 16+000 .....	94

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Penelitian terdahulu .....	6
Tabel 3.1. Klasifikasi peta geologi teknik berdasarkan skala (Vallejo & Ferrer, 2011) .....	14
Tabel 3.2. Klasifikasi pelapukan batuan (ISRM, 1981) .....	19
Tabel 3.3. Estimasi nilai UCS di lapangan untuk batuan utuh (Hoek & Brown, 1997). .....	20
Tabel 3.4. Tabel klasifikasi RMR (Bieniawski, 1989) .....	21
Tabel 3.5. Penilaian klasifikasi massa batuan menggunakan RMR (Bieniawski, 1989) .....	22
Tabel 3.6. Kualitas massa batuan berdasarkan nilai GSI (Sivakugan et al., 2013) .....	24
Tabel 3.7. Definisi JCond89, menurut Bieniawski (1989) .....	25
Tabel 3.8. Klasifikasi kemiringan lereng Van Zuidam (1985) .....	26
Tabel 3.9. Klasifikasi kemiringan lereng Van Zuidam (1985) (lanjutan) .....	27
Tabel 3.10. Perkiraan nilai mi untuk berbagai jenis batuan (P. Marinos & Hoek, 2000) .....	28
Tabel 3.11. Disturbance factor (Hoek & Brown, 2019) .....	29
Tabel 3.12. Beban lalu lintas untuk analisis stabilitas dan beban di luar jalan ((DPU, 2001) dalam (BSN, 2017)).....	30
Tabel 3.13. Klasifikasi situs ((AASHTO, 2012) dalam (BSN, 2017)).....	31
Tabel 3.14. Faktor amplifikasi untuk PGA dan periode 0,2 detik (Fpga dan Fa) ((AASHTO, 2012) dalam (BSN, 2017)).....	32
Tabel 3.15. Ringkasan pemilihan dan asumsi metode kesetimbangan batas (Abramson et al. 2002, Nash, 1987 dalam Aryal et al., 2006).....	34
Tabel 4.1. Alat yang digunakan dalam penelitian .....	38
Tabel 5.1. Kolom geomorfologi lokasi penelitian .....	48
Tabel 5.2. Data kekar gerus pada lokasi penelitian .....	56
Tabel 5.3. Data muka air tanah pada bore hole .....	57
Tabel 5.4. Rekapitulasi nilai UCS laboratorium dan data bor .....	58
Tabel 5.5. Rekapitulasi hasil uji sifat fisik laboratorium.....	59
Tabel 5.6. Deskripsi data bor .....	60
Tabel 5.7. Deskripsi satuan geologi teknik batuan permukaan .....	60
Tabel 5.8. Penilaian GSI batuan bawah permukaan STA 13+300 center line (BH 01) .	77
Tabel 5.9. Penilaian GSI batuan bawah permukaan STA 13+300 kiri (BH 02).....	77
Tabel 5.10. Penilaian GSI batuan bawah permukaan STA 14+350 center line (BH 03) .....	78
Tabel 5.11. Penilaian GSI batuan bawah permukaan STA 14+350 center line (BH 04) .....	79
Tabel 5.12. Rekapitulasi nilai GSI batuan bawah permukaan berdasarkan data bor.....	79
Tabel 5.13. Hasil analisis kualitas massa batuan permukaan berdasarkan RMR .....	80
Tabel 5.14. Parameter analisis kestabilan lereng MEH pada STA 13+300.....	95
Tabel 5.15. Nilai critical SRF dan total displacement dengan MEH pada STA 13+300 .....	95
Tabel 5.16. Hasil analisis kestabilan lereng MEH pada STA 13+300 lereng kiri.....	96
Tabel 5.17. Hasil analisis kestabilan lereng MEH pada STA 13+300 lereng kanan.....	97

Tabel 5.18. Parameter analisis kestabilan lereng MEH pada STA 14+350.....	99
Tabel 5.19. Nilai critical dan total displacement dengan MEH pada STA 14+350 .....	100
Tabel 5.20. Hasil analisis kestabilan lereng MEH pada STA 14+350 lereng kiri.....	100
Tabel 5.21. Hasil analisis kestabilan lereng MEH pada STA 14+350 lereng kanan....	102
Tabel 5.22. Parameter analisis kestabilan lereng MEH pada STA 15+200.....	103
Tabel 5.23. Nilai critical SRF dan total displacement dengan MEH pada STA 15+200 .....	104
Tabel 5.24. Hasil analisis kestabilan lereng MEH pada STA 15+200 desain lereng ...	104
Tabel 5.25. Parameter analisis kestabilan lereng MEH pada STA 16+000.....	106
Tabel 5.26. Nilai critical SRF dan total displacement dengan MEH pada STA 16+000 .....	107
Tabel 5.27. Hasil analisis kestabilan lereng MEH pada STA 15+200 lereng alami.....	107
Tabel 5.28. Parameter analisis kestabilan lereng MKB pada STA 13+300 .....	109
Tabel 5.29. Nilai safety factor analisis kestabilan lereng MKB pada STA 13+300.....	110
Tabel 5.30. Hasil analisis kestabilan lereng MKB pada STA 13+300 lereng kiri.....	110
Tabel 5.31. Hasil analisis kestabilan lereng MKB pada STA 13+300 lereng kanan....	112
Tabel 5.32. Parameter analisis kestabilan lereng MKB pada STA 14+350 .....	115
Tabel 5.33. Nilai safety factor analisis kestabilan lereng MKB pada STA 14+350.....	115
Tabel 5.34. Hasil analisis kestabilan lereng MKB pada STA 14+350 lereng kiri.....	116
Tabel 5.35. Hasil analisis kestabilan lereng MKB pada STA 14+350 lereng kanan....	118
Tabel 5.36. Parameter analisis kestabilan lereng MEH pada STA 15+200.....	120
Tabel 5.37. Nilai safety factor analisis kestabilan lereng MKB pada STA 15+200.....	121
Tabel 5.38. Hasil analisis kestabilan lereng MKB pada STA 15+200 lereng kiri.....	121
Tabel 5.39. Parameter analisis kestabilan lereng MEH pada STA 16+000.....	123
Tabel 5.40. Nilai safety factor analisis kestabilan lereng MKB pada STA 16+000.....	124
Tabel 5.41. Hasil analisis kestabilan lereng MKB pada STA 16+000 lereng kiri.....	124
Tabel 6.1. Skala intensitas gempabumi BMKG (Muzli et al., 2016) .....	128
Tabel 6.2. Hubungan antara intensitas gempa dan Magtitud (Irawan et al., 2020) ....	128
Tabel 6.3. Nilai faktor kemanan lereng dengan MEH dan MKB .....	130
Tabel 6.4. Persentase selisih nilai faktor keamanan metode Janbu Corrected dengan metode Janbu Simplified.....	132
Tabel 6.5. Nilai total displacement dengan MEH.....	134