UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PENGARUH ALTERASI HIDROTERMAL TERHADAP SIFAT KETEKNIKAN DAN FAKTOR KEAMANAN LERENG BATUAN DI CANDI GEDONGSONGO
AFIFAH ANNIS T, I Gde Budi Indrawan, S.T., M.Eng., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

Halaman Sampul i

Lembar Pengesahan ii

Pernyataan iii

Sari iv

Abstract v

Kata Pengantar vi

Daftar Isi viii

Daftar Gambar xiii

Daftar Tabel xix

BAB I PENDAHULUAN 1

I.1. Latar Belakang 1

I.2. Tujuan Penelitian 2

I.3. Batasan Penelitian 2

I.3.1 Lokasi penelitian 2

I.3.2 Batasan masalah 3

I.4. Peneliti Terdahulu 4

BAB II GEOLOGI REGIONAL 8

II.1. Morfologi Regional 8

II.2. Stratigrafi Regional 8

II.3. Struktur Geologi Regional 10

II.4. Geologi Panas Bumi Daerah Penelitian 11

UNIVERSITAS GADJAH MADA
PENGARUH ALTERASI HIDROTERMAL TERHADAP SIFAT KETEKNIKAN DAN FAKTOR KEAMANAN LERENG BATUAN DI CANDI GEDONGSONGO
AFIFAH ANNIS T, I Gde Budi Indrawan, S.T., M.Eng., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB III LANDASAN TEORI 15
III.1. Alterasi Hidrotermal 15
III.1.1. Pengertian 15
III.1.2. Klasifikasi alterasi 16
III.1.2.1. Tipe alterasi 16
III.1.2.2. Intensitas alterasi 17
III.1.2.3. Indeks alterasi 18
III.2. Sifat Keteknikan Batuan 20
III.2.2. Sifat hidrolika 27
III.2.3. Sifat mekanika 28
III.2.4. Perbandingan sifat keteknikan pada batuan alterasi dan batuan non-alterasi 29
III.3. Analisis Kestabilan Lereng Batuan 32
III.3.1. Konsep kestabilan lereng 32
III.3.2. Faktor penyebab keruntuhan lereng 33
III.3.3. Metode analisis kestabilan batuan 36
III.3.3.1. *Rock Mass Quality – Rock Mass Rating* (RMR) 37
III.3.3.2. Analisis balik 43
III.3.3.3. Kesetimbangan batas 43
III.4. Studi Kasus Kestabilan Lereng di Daerah Alterasi 47
III.5. Hipotesis 50
BAB IV METODE PENELITIAN 51
IV.1. Tahapan Penelitian 51
IV.2. Jadwal Penelitian 72

UNIVERSITAS GADJAH MADA
PENGARUH ALTERASI HIDROTERMAL TERHADAP SIFAT KETEKNIKAN DAN FAKTOR KEAMANAN LERENG BATUAN DI CANDI GEDONGSONGO
AFIFAH ANNIS T, I Gde Budi Indrawan, S.T., M.Eng., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB V PENYAJIAN DAN ANALISIS DATA 73

V.1. Kondisi Geologi Daerah Penelitian 73

V.1.1. Litologi 73

V.1.2. Struktur geologi 77

V.1.3. Manifestasi panas bumi 79

V.2. Tipe Alterasi Batuan Daerah Penelitian 83

V.3. Intensitas Alterasi Batuan Daerah Penelitian 89

V.3.1. Intensitas alterasi sangat rendah 90

V.3.2. Intensitas alterasi rendah 91

V.3.3. Intensitas alterasi sedang 92

V.3.3. Intensitas alterasi tinggi 93

V.3.4. Intensitas alterasi intensif 95

V.4. Indeks Alterasi Batuan Daerah Penelitian 99

V.5. *Rock Mass Rating* Daerah Penelitian 102

V.5.1. Kelas massa batuan sangat baik 102

V.5.2. Kelas massa batuan baik 103

V.5.3. Kelas massa batuan sedang 104

V.5.4. Kelas massa batuan jelek 105

V.5.5. Kelas massa batuan sangat jelek 106

V.6. Karakterisasi Keteknikan Batuan Daerah Penelitian 110

V.6.1. Karakteristik keteknikan batuan berdasarkan tipe alterasi 113

V.6.2. Karakteristik keteknikan batuan berdasarkan intensitas dan indeks alterasi 119

V.6.3. Karakteristik keteknikan batuan berdasarkan kelas RMR 128

UNIVERSITAS GADJAH MADA
PENGARUH ALTERASI HIDROTERMAL TERHADAP SIFAT KETEKNIKAN DAN FAKTOR KEAMANAN LERENG BATUAN DI CANDI GEDONGSONGO
AFIFAH ANNIS T, I Gde Budi Indrawan, S.T., M.Eng., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

V.7. Kondisi Kemiringan Lereng Daerah Penelitian 131

V.7.1. Satuan kemiringan lereng datar-hampir datar (0°-2°) 133

V.7.2. Satuan kemiringan lereng landai (2°-4°) 133

V.7.3. Satuan kemiringan lereng miring (4°-8°)..... 133

V.7.4. Satuan kemiringan lereng agak curam (8°-16°) 134

V.7.5. Satuan kemiringan lereng curam (16°-35°) 135

V.7.6. Satuan kemiringan lereng sangat curam (35°-55°)..... 135

V.7.7. Satuan kemiringan lereng terjal (> 55°)..... 136

V.8. Analisis Kestabilan Lereng 138

V.8.1. Analisis kestabilan lereng dengan data intensitas alterasi 138

V.8.2. Analisis kestabilan lereng dengan data RMR 141

V.8.3. Pengaruh sudut kemiringan lereng terhadap kestabilan lereng batuan..... 143

V.8.4. Analisis balik..... 144

V.8.5. Perbandingan hasil analisis kestabilan lereng daerah penelitian 147

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 153

VI.1. Kesimpulan..... 153

VI.2. Saran..... 154

DAFTAR PUSTAKA xxii

LAMPIRAN xxvii

Lampiran 1. Deskripsi Petrografi

Lampiran 2. Analisis *X-Ray Diffraction*

Lampiran 3. Analisis *X-Ray Fluorescence*

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PENGARUH ALTERASI HIDROTERMAL TERHADAP SIFAT KETEKNIKAN DAN FAKTOR KEAMANAN LERENG BATUAN DI CANDI GEDONGSONGO
AFIFAH ANNIS T, I Gde Budi Indrawan, S.T., M.Eng., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Lampiran 4. Perhitungan *Rock Mass Rating*

Lampiran 5. Rangkuman Hasil Uji Sifat Keteknikan

Lampiran 6. Rangkuman Perhitungan Sifat Keteknikan

Lampiran 7. Hasil Uji Ukuran Butir

Lampiran 8. Hasil Uji Batas Konsistensi

Lampiran 9. Rangkuman

Lampiran 10. Analisis Kestabilan Lereng

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PENGARUH ALTERASI HIDROTERMAL TERHADAP SIFAT KETEKNIKAN DAN FAKTOR KEAMANAN LERENG BATUAN DI CANDI GEDONGSONGO
AFIFAH ANNIS T, I Gde Budi Indrawan, S.T., M.Eng., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Lokasi penelitian di sekitar daerah wisata Candi Gedongsongo 3

Gambar 2.1. Peta geologi daerah Gunung Ungaran dan sekitarnya (Budiardjo dkk., 1997) dalam Atmaja, 2011), daerah penelitian berada pada litologi lava andesitik II 10

Gambar 2.2. Lokasi manifestasi permukaan di sekitar candi Gedongsongo (Nukman, 2009) 12

Gambar 2.3. Lokasi penyebaran batuan di sekitar candi Gedongsongo (Indarto dkk., 2009) 12

Gambar 2.4. Peta Suhu (°C) daerah Gedongsongo dan sekitarnya (Aribowo dkk., 2003) 13

Gambar 3.1. Standar ukuran butir (ASTM, 1963) 20

Gambar 3.2. Konsistensi tanah berdasarkan *Atterberg limit* (Das, 2010) 24

Gambar 3.3. Diagram alir klasifikasi tanah ukuran butir halus (50% atau lebih melewati sieve no. 200) (ASTM, 2006) 26

Gambar 3.4. Diagram alir klasifikasi tanah ukuran butir kasar (lebih dari 50% tertahan di sieve no. 200) (ASTM, 2006) 26

Gambar 3.5. Kurva plastisitas (ASTM, 2006) 27

Gambar 3.6. Alat *Schmidt Rebound Hammer* (http://humboldtmfg.com) 28

Gambar 3.7. Sketsa lereng dan gaya yang bekerja berdasarkan Fellenius dalam Zakaria (2011) 37

Gambar 3.8. Sketsa karakteristik geometri dan diskontinuitas batuan (Priest, 1993) 41

Gambar 3.9. Metode pengukuran *volumetric joint* (Palmstorm, 2005) 42

Gambar 3.10. Gaya yang bekerja pada bidang gelincir lereng batuan (Gonz´alez de Vallejo dan Ferrer, 2011) 44

UNIVERSITAS GADJAH MADA
PENGARUH ALTERASI HIDROTERMAL TERHADAP SIFAT KETEKNIKAN DAN FAKTOR KEAMANAN LERENG BATUAN DI CANDI GEDONGSONGO
AFIFAH ANNIS T, I Gde Budi Indrawan, S.T., M.Eng., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 3.11. Pembagian massa tanah yang menggelincir (Abramson dkk, 2002)..... 45

Gambar 3.12. Gaya-gaya yang bekerja pada irisan (Abramson dkk, 2002)... 45

Gambar 3.13. Peta kerentanan longsor perkebunan teh Patuhawati (Wijaya, 2013) 48

Gambar 3.14. Verifikasi jumlah titik longsor pada masing-masing kelas parameter AHP (Wijaya, 2013) 49

Gambar 4.1. Peta stasiun titik amat geologi 55

Gambar 4.2. Peta stasiun titik amat RMR 58

Gambar 4.3. Peta stasiun titik amat tipe alterasi 60

Gambar 4.4. Peta stasiun titik amat intensitas alterasi 61

Gambar 4.5. Peta pengambilan sampel sayatan tipis 63

Gambar 4.6. Peta pengambilan sampel XRD 64

Gambar 4.7. Peta pengambilan sampel XRF 65

Gambar 4.8. Peta pengambilan sampel sifat keteknikan batuan..... 68

Gambar 4.9. Diagram alir penelitian 71

Gambar 5.1. Peta geologi 74

Gambar 5.2. Profil geologi A-B dan C-D..... 75

Gambar 5.3. Kenampakan singkapan fenokris breksi andesit berukuran bongkah pada STA 12 76

Gambar 5.4. Kenampakan singkapan breksi andesit yang memiliki kekar tarik di STA 1..... 76

Gambar 5.5. Kenampakan sampel petrografi intensitas alterasi sangat rendah (1,8%) kode GS 57 TS dari STA 57 di bawah mikroskop dengan kenampakan plagioklas yang telah mengalami sedikit perubahan menjadi mineral lempung 77

UNIVERSITAS GADJAH MADA
PENGARUH ALTERASI HIDROTERMAL TERHADAP SIFAT KETEKNIKAN DAN FAKTOR KEAMANAN LERENG BATUAN DI CANDI GEDONGSONGO
AFIFAH ANNIS T, I Gde Budi Indrawan, S.T., M.Eng., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 5.6. Kekar tarik pada breksi andesit STA 1 yang terbagi menjadi tiga set kekar dengan arah *strike/dip* rata-rata N336°E/75°, N220°E/83°, dan N71°E/80° (kamera mengharap ke barat) 78

Gambar 5.7. Kenampakan *slickenside* pada sesar minor di STA 15 dengan *trend* N 28° E dan *plunge* sebesar 85° (kamera menghadap arah timur)..... 79

Gambar 5.8. Fumarol di daerah penelitian pada STA 5 dengan diameter kurang lebih 0,5 meter dan mengeluarkan uap air dan gas sulfur monoksida dan karbon dioksida..... 80

Gambar 5.9. *Active steaming ground* di daerah penelitian pada STA 6 yang ditandai dengan permukaan batuan hangat, di beberapa celah keluar uap air dan gas serupa fumarol, dan tersusun oleh batuan alterasi 81

Gambar 5.10. Salah satu mataair panas di daerah penelitian pada *steaming ground* STA 4 dengan debit kecil namun konstan..... 83

Gambar 5.11. Contoh hasil identifikasi mineral dari uji XRD pada kode sampel GS 4.1 XRD..... 85

Gambar 5.12. Kenampakan singkapan tipe alterasi argilik lanjut di lapangan pada STA 4 dari beberapa LP 86

Gambar 5.13. Peta tipe alterasi 87

Gambar 5.14. Profil A-B dan C-D tipe alterasi 88

Gambar 5.15. Kenampakan sampel petrografi intensitas alterasi rendah (35,6%) kode GS 1 TS dari STA 1 di bawah mikroskop dengan kenampakan gelas vulkanik yang telah mengalami perubahan menjadi mineral sekunder..... 92

Gambar 5.16. Kenampakan sampel petrografi intensitas alterasi sedang kode GS 26 TS dari STA 26 di bawah mikroskop dengan kenampakan gelas vulkanik yang sebagian telah terubah menjadi mineral sekunder dan plagioklas, hornblenda dan piroksen yang sebagian terubah menjadi mineral lempung 93

Gambar 5.17. Kenampakan singkapan intensitas alterasi tinggi pada *relic steaming ground* di STA 23 yang baik fenokris maupun massa dasarnya telah mengalami alterasi..... 94

UNIVERSITAS GADJAH MADA
PENGARUH ALTERASI HIDROTERMAL TERHADAP SIFAT KETEKNIKAN DAN FAKTOR KEAMANAN LERENG BATUAN DI CANDI GEDONGSONGO
AFIFAH ANNIS T, I Gde Budi Indrawan, S.T., M.Eng., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 5.18. Kenampakan sampel petrografi intensitas alterasi tinggi (78,8%) kode GS 23.3 TS dari STA 23 LP 3 di bawah mikroskop dengan kenampakan plagioklas, hornblende, dan klinopiroksen yang telah mengalami perubahan menjadi mineral lempung 95

Gambar 5.19. Kenampakan singkapan dengan intensitas alterasi intensif di STA 5 yang baik fenokris maupun massa dasarnya telah mengalami alterasi total 96

Gambar 5.20. Kenampakan sampel petrografi intensitas alterasi intensif (90,2%) kode GS 5.11 TS dari STA 5 LP 11 di bawah mikroskop dengan kenampakan plagioklas yang telah terubah menjadi mineral lempung dan gelas vulkanik yang telah mengalami perubahan menjadi mineral sekunder 96

Gambar 5.21. Peta intensitas alterasi 97

Gambar 5.22. Profil A-B dan C-D intensitas alterasi..... 98

Gambar 5.23. Peta numerik intensitas alterasi dan CIA..... 101

Gambar 5.24. Peta kelas RMR..... 108

Gambar 5.25. Profil A-B dan C-D RMR..... 109

Gambar 5.26. Perbandingan nilai PI tipe alterasi argilik lanjut dengan batuan teralterasi rendah..... 115

Gambar 5.27. Perbandingan nilai kandungan air dan porositas tipe alterasi argilik lanjut dengan batuan teralterasi rendah..... 115

Gambar 5.28. Perbandingan nilai densitas, berat jenis, dan *specific gravity* tipe alterasi argilik lanjut dengan batuan teralterasi rendah..... 116

Gambar 5.29. Perbandingan nilai *fine grains* tipe alterasi argilik lanjut dengan batuan teralterasi rendah..... 117

Gambar 5.30. Perbandingan nilai sudut geser dalam tipe alterasi argilik lanjut dengan batuan teralterasi rendah..... 117

Gambar 5.31. Perbandingan nilai kohesi tipe alterasi argilik lanjut dengan batuan teralterasi rendah..... 118

PENGARUH ALTERASI HIDROTERMAL TERHADAP SIFAT KETEKNIKAN DAN FAKTOR KEAMANAN LERENG BATUAN DI CANDI GEDONGSONGO
AFIFAH ANNIS T, I Gde Budi Indrawan, S.T., M.Eng., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 5.32. Perbandingan nilai permeabilitas tipe alterasi argilik lanjut dengan batuan teralterasi rendah..... 118

Gambar 5.33. Perbandingan nilai indeks plastisitas intensitas alterasi sedang hingga intensif..... 121

Gambar 5.34. Perbandingan nilai porositas dan kandungan air intensitas alterasi sedang hingga intensif..... 122

Gambar 5.35. Perbandingan nilai densitas dan berat jenis kering intensitas Alterasi sedang hingga intensif..... 123

Gambar 5.36. Perbandingan nilai densitas total, berat jenis total dan *specific gravity* intensitas alterasi sedang hingga intensif 123

Gambar 5.37. Perbandingan nilai derajat kejenuhan intensitas alterasi sedang hingga intensif..... 124

Gambar 5.38. Perbandingan nilai ukuran butir halus intensitas alterasi sedang hingga intensif..... 125

Gambar 5.39. Perbandingan nilai sudut geser dalam intensitas alterasi sedang hingga intensif..... 126

Gambar 5.40. Perbandingan nilai kohesi intensitas alterasi sedang hingga intensif..... 126

Gambar 5.41. Perbandingan nilai permeabilitas intensitas alterasi sedang hingga intensif 127

Gambar 5.42. Peta kemiringan lereng..... 132

Gambar 5.43. Daerah dengan tingkat kemiringan lereng datar-hampir datar dan landau di sisi barat daerah penelitian..... 133

Gambar 5.44. Daerah dengan tingkat kemiringan lereng miring di sisi timur daerah penelitian..... 134

Gambar 5.45. Daerah dengan tingkat kemiringan lereng agak curam di sisi timur daerah penelitian..... 134

Gambar 5.46. Daerah dengan tingkat kemiringan lereng curam pada *steaming ground* di sisi utara daerah penelitian 135

PENGARUH ALTERASI HIDROTERMAL TERHADAP SIFAT KETEKNIKAN DAN FAKTOR KEAMANAN LERENG BATUAN DI CANDI GEDONGSONGO
AFIFAH ANNIS T, I Gde Budi Indrawan, S.T., M.Eng., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 5.47. Daerah dengan tingkat kemiringan lereng sangat curam pada lokasi ditemukannya fumarol di sisi utara daerah penelitian 136

Gambar 5.48. Keruntuhan lereng pada *steaming ground* STA 4 di daerah dengan tingkat kemiringan lereng sangat curam 136

Gambar 5.49. Daerah dengan tingkat kemiringan lereng terjal di sisi selatan daerah penelitian 137

Gambar 5.50. Peta sayatan analisis kestabilan lereng 139

Gambar 5.51. Sayatan 7 yang menunjukkan lereng dengan manifestasi panas bumi fumarol menghasilkan nilai Fk sebesar 2,026..... 141

Gambar 5.52. Profil keruntuhan lereng pada STA 4 sayatan 11 145

Gambar 5.53. Peta zonasi faktor keamanan lereng 150

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PENGARUH ALTERASI HIDROTERMAL TERHADAP SIFAT KETEKNIKAN DAN FAKTOR KEAMANAN LERENG BATUAN DI CANDI GEDONGSONGO
AFIFAH ANNIS T, I Gde Budi Indrawan, S.T., M.Eng., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Stratigrafi daerah Gunung Ungaran (Van Bemmelen, 1970 dengan modifikasi dalam Atmaja, 2011) 9

Tabel 3.1. Klasifikasi jenis alterasi aluminosilikat pada batuan volkanik, sedimen, dan metamorf (Meyer dan Hemley, 1967) 16

Tabel 3.2. Klasifikasi intensitas alterasi berdasarkan persentase perubahan mineral sekunder (Browne, 1978) 17

Tabel 3.3. Kategori plastisitas berdasarkan nilai PI (Das, 2010) 25

Tabel 3.4. Klasifikasi keteknikan batuan berdasarkan kekuatan batuan (ISRM, 1978) 29

Tabel 3.5. Pengaruh intensitas alterasi terhadap porositas total dan efektif batuan volkanik lava di solfatara Lapangan Phlegraean, Italia (Pola dkk., 2012) 31

Tabel 3.6. Pengaruh intensitas alterasi terhadap densitas dan berat jenis batuan volkanik lava di solfatara Lapangan Phlegraean, Italia (Pola dkk., 2012) 32

Tabel 3.7. Pengaruh intensitas alterasi terhadap nilai CIA dan sifat mekanika batuan volkanik lava di solfatara Lapangan Phlegraean, Italia (Pola dkk., 2012) 32

Tabel 3.8. Klasifikasi kemiringan lereng Van Zuidam (1985) 34

Tabel 3.9. Faktor keamanan dan intensitas longsornya (Bowles, 1989) 37

Tabel 3.10. Hubungan RQD dengan kualitas batuan (Deere, 1964) 39

Tabel 3.11. Perhitungan RQD untuk batuan terlapukkan (Deere dan Deere, 1988) 39

Tabel 3.12. Klasifikasi kekuatan batuan utuh berdasarkan nilai Is dan UCS (Bienawski, 1989; ISO 14689-1, 2003) 40

Tabel 3.13. Rating RQD (Bienawski, 1989) 41

Tabel 3.14. Klasifikasi spasi diskontinuitas batuan (Bienawski, 1989; ISO 14689-1, 2003) 41

UNIVERSITAS GADJAH MADA
PENGARUH ALTERASI HIDROTERMAL TERHADAP SIFAT KETEKNIKAN DAN FAKTOR KEAMANAN LERENG BATUAN DI CANDI GEDONGSONGO
AFIFAH ANNIS T, I Gde Budi Indrawan, S.T., M.Eng., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel 3.15. Klasifikasi kondisi diskontinuitas batuan (Bienawski, 1989) 42

Tabel 3.16. Kondisi airtanah (Bienawski, 1989) 42

Tabel 3.17. Kelas massa batuan, kohesi, dan sudut geser dalam berdasarkan nilai RMR (Bienawski, 1989) 43

Tabel 3.18. Kondisi keseimbangan statik yang dipenuhi metode kesetimbangan batas (Abramson dkk., 2002) 46

Tabel 4.1. Jadwal penelitian 72

Tabel 5.1. Stasiun titik amat ditemukannya *steaming ground* 81

Tabel 5.2. Hasil identifikasi mineral dari pengujian sampel XRD 83

Tabel 5.3. Hasil pengamatan dan *point counting* serta analisis XRD 89

Tabel 5.4. Rangkuman hasil pengamatan, *point counting* dan XRD berdasarkan intensitas alterasi 90

Tabel 5.5. Nilai CIA berdasarkan perhitungan konsentrasi senyawa dari pengujian XRF dan intensitas alterasi berdasarkan pengamatan petrografi 99

Tabel 5.6. Deskripsi parameter dan rating pada STA kelas massa batuan sangat baik 103

Tabel 5.7. Deskripsi parameter dan rating kelas massa batuan baik STA 1 104

Tabel 5.8. Deskripsi parameter dan rating pada STA kelas massa batuan sedang 105

Tabel 5.9. Deskripsi parameter dan rating pada STA kelas massa batuan jelek 106

Tabel 5.10. Deskripsi parameter dan rating pada STA kelas massa batuan sangat jelek 107

Tabel 5.11. Rangkuman data hasil pengujian sifat indeks pada 20 sampel sifat keteknikan 111

Tabel 5.12. Rangkuman data hasil pengujian batas konsistensi dari 17 sampel 112

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PENGARUH ALTERASI HIDROTERMAL TERHADAP SIFAT KETEKNIKAN DAN FAKTOR KEAMANAN LERENG BATUAN DI CANDI GEDONGSONGO
AFIFAH ANNIS T, I Gde Budi Indrawan, S.T., M.Eng., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel 5.13. Rangkuman data hasil pengujian sifat hidrolika dan sifat mekanika dari 15 sampel 112

Tabel 5.14. Karakteristik sifat keteknikan batuan berdasarkan tipe alterasi .. 114

Tabel 5.15. Karakteristik sifat keteknikan batuan berdasarkan intensitas alterasi 120

Tabel 5.16. Karakteristik sifat keteknikan batuan berdasarkan RMR 130

Tabel 5.17. Data yang digunakan dalam input software Slide 6.0 berdasarkan hasil intensitas alterasi 138

Tabel 5.18. Kondisi faktor keamanan pada berbagai intensitas alterasi dan kemiringan lereng 140

Tabel 5.20. Data yang digunakan dalam *input software Slide* 6.0 berdasarkan kelas RMR..... 141

Tabel 5.21. Kondisi faktor keamanan pada berbagai intensitas alterasi, RMR, dan kemiringan lereng 142

Tabel 5.22. Hasil nilai Fk dengan *range* berdasarkan data intensitas dan kemiringan lereng 143

Tabel 5.23. Hasil analisis kestabilan lereng masing-masing kelas RMR dan kemiringan lereng 144

Tabel 5.24. Perubahan nilai Fk dengan variasi nilai kohesi 146

Tabel 5.25. Perubahan nilai Fk dengan variasi nilai sudut geser dalam 146

Tabel 5.26. Hasil nilai Fk dengan nilai c dari analisis balik dibandingkan Fk intensitas alterasi 147