

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	xv
SARI	xvii
ABSTRACT	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	3
I.3 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	3
I.4 Daerah Penelitian	4
I.5 Batasan Masalah.....	6
I.6 Manfaat Penelitian	7
I.7 Peneliti Terdahulu	8
I.8 Keaslian Penelitian.....	9
BAB II GEOLOGI REGIONAL DAERAH PENELITIAN	10
II.1 Fisiografi Regional.....	10
II.2 Stratigrafi Regional	13
II.3 Struktur Regional	16
BAB III LANDASAN TEORI DAN HIPOTESIS	18
III.1 Pengertian Geokonservasi.....	18
III.2 Jenis-Jenis Geokonservasi.....	21
III.2.1 Geopark	21
III.2.2 Cagar Alam Geologi	23
III.3 Situs Geologi.....	25
III.4 Inventarisasi dan Penyelidikan <i>Geosite</i>	28

III.4.1	Ketentuan Inventarisasi <i>Geosite</i>	28
III.4.2	Komponen Inventarisasi <i>Geosite</i>	30
III.4.3	Tata Cara Inventarisasi <i>Geosite</i>	32
III.5	Identifikasi Keragaman <i>Geosite</i>	37
III.5.1	Dasar Ketentuan Identifikasi <i>Geosite</i>	37
III.5.2	Tata Cara Identifikasi <i>Geosite</i>	38
III.5.3	Klasifikasi <i>Geosite</i>	40
III.6	Metode Analytical Hierarchy Process (AHP)	40
III.6.1	Pembuatan Hierarki.....	41
III.6.2	Pengolahan Matriks Perbandingan.....	42
III.7	Hipotesis.....	43
BAB IV	METODOLOGI PENELITIAN	44
IV.1	Bahan dan Peralatan Penelitian	44
IV.1.1	Bahan atau Materi Penelitian	44
IV.1.2	Peralatan Penelitian	44
IV.2	Waktu Penelitian	45
IV.3	Tahapan Penelitian	46
IV.3.1	Tahap pendahuluan	46
IV.3.2	Tahap pengambilan data	47
IV.3.3	Tahap analisis data	48
IV.3.4	Tahap Penarikan Kesimpulan	54
BAB V	KONDISI GEOLOGI DAERAH PENELITIAN.....	56
V.1	Geomorfologi Daerah Penelitian.....	58
V.1.1	Satuan Kerucut Gunungapi Penanggungan.....	62
V.1.2	Satuan Punggungan Gunungapi Penanggungan.....	63
V.1.3	Satuan Kerucut Gunungapi Bekel.....	64
V.1.4	Satuan Kerucut Gunungapi Gajahmungkur	66
V.1.5	Satuan Punggungan Aliran Piroklastik Jembe	67
V.1.6	Satuan Dataran Kaki Gunungapi Penanggungan	68
V.2	Stratigrafi Daerah Penelitian	69
V.2.1	Satuan Breksi Lahar Penanggungan.....	73

V.2.2	Satuan Breksi Piroklastik Jembe	75
V.2.3	Satuan Aliran Lava Andesit Bekel 1	78
V.2.4	Satuan Aliran Lava Andesit Gajahmungkur	80
V.2.5	Satuan Aliran Lava Andesit Bekel 2	82
V.2.6	Satuan Aliran Lava Andesit Penanggungan	84
V.2.7	Satuan Breksi Piroklastik Penanggungan	86
BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN		88
VI.1	Inventarisasi <i>Geosite</i>	88
VI.1.1	Lokasi <i>Geosite</i>	93
VI.1.2	Karakterisasi Keragaman Geologi <i>Geosite</i>	191
VI.2	Analisis Potensi <i>Geosite</i> Kawasan Gunung Penanggungan	206
VI.2.1	Analisis Kelayakan <i>Geosite</i> Gunung Penanggungan	206
VI.2.2	Analisis Data Kelayakan Menggunakan AHP	215
VI.3	Analisis dan Pembahasan	223
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN		239
VII.1	Kesimpulan	239
VII.2	Saran	241
DAFTAR PUSTAKA		242
LAMPIRAN		247
LAMPIRAN PETA		248
LAMPIRAN PETROGRAFI SATUAN LITOLOGI		254
LAMPIRAN PETROGRAFI TAPAK <i>GEOSITE</i>		262
KERUCUT GUNUNGAPI PENANGGUNGAN		263
KERUCUT GUNUNGAPI BEKEL		267
KERUCUT GUNUNGAPI GAJAHMUNGKUR		272

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Peta Indeks Daerah Penelitian	5
Gambar 2.1. Peta Fisiografi Jawa Timur (van Bemmelen, 1949 digambar oleh Setyawan, 2018)	10
Gambar 2.2. Peta Geologi dan Stratigrafi Lembar Malang (Santosa dan Suwarti, 1992).....	15
Gambar 2.3. Pola Struktur Geologi Jawa Timur (modifikasi Sribudiyani, dkk., 2003).....	17
Gambar 3.1. Kerangka konseptual antara <i>geodiversity</i> , <i>geosites</i> , <i>geoheritage</i> dan geokonservasi (Brilha, 2016).....	19
Gambar 4.1. Bagan Alur Penelitian.....	55
Gambar 5.1 Peta lintasan daerah penelitian.....	57
Gambar 5.2. Peta penyaluran daerah penelitian	59
Gambar 5.3 Peta geomorfologi daerah penelitian	60
Gambar 5.4 Profil sayatan geomorfologi daerah penelitian	61
Gambar 5.5. Kenampakan satuan geomorfologi kerucut Gunungapi Penanggungan diantara kerucut gunungapi Bekel dan Gajahmungkur.....	63
Gambar 5.6. Kenampakan kerucut gunungapi Bekel	65
Gambar 5.7. Kenampakan lapangan kerucut gunungapi Gajahmungkur.	66
Gambar 5.8. Kenampakan lapangan punggungan aliran piroklastik Jembe.....	67
Gambar 5.9. Kenampakan dataran kaki Gunungapi Penanggungan.	68
Gambar 5.10. Peta geologi daerah penelitian	71
Gambar 5.11 Penampang geologi daerah penelitian	72
Gambar 5.12. Singkapan breksi lahar dengan fragmen berukuran lapili-blok pada STA 49.....	74
Gambar 5.13. Kenampakan sayatan tipis matriks breksi lahar pada STA 49	74
Gambar 5.14. Singkapan bongkah andesit pada STA 28	76
Gambar 5.15. Kenampakan sayatan tipis bongkah andesit STA 60.....	76
Gambar 5.16. Singkapan lava andesit pada sungai STA 12.....	78

Gambar 5.17. Kenampakan sayatan tipis lava andesit piroksen pada STA 12 sisi utara Gunung Bekel.....	79
Gambar 5.18. Singkapan lava andesit pada STA 48 Gunung Gajahmungkur ...	80
Gambar 5.19. Kenampakan sayatan tipis sampel andesit hornblenda STA 48 Gunung Gajahmungkur	81
Gambar 5.20. Singkapan lava andesit STA 30 sisi baratdaya Gunung Bekel....	82
Gambar 5.21. Kenampakan sayatan tipis lava andesit hornblend pada STA 35 Gunung Bekel.....	83
Gambar 5.22. Singkapan lava andesit sisi utara Gunung Penanggungan.....	84
Gambar 5.23. Kenampakan sayatan tipis lava andesit STA 16.....	85
Gambar 5.24. Singkapan breksi piroklastik pada STA 40	86
Gambar 5.25. Kenampakan sayatan tipis matriks breksi piroklastik Penanggungan pada STA 41	87
Gambar 6.1. Peta persebaran <i>geosite</i> pada Kawasan Gunung Penanggungan	89
Gambar 6.2. Peta persebaran <i>geosite</i> pada satuan geomorfologi kawasan Gunung Penanggungan.....	90
Gambar 6.3. Peta persebaran <i>geosite</i> pada satuan geologi kawasan Gunung Penanggungan.....	91
Gambar 6.4. Kenampakan candi dan kolam pada <i>geosite</i> Petirtaan Jolotundo ...	94
Gambar 6.5. Kenampakan singkapan batuan pada (A) sisi candi dan (B) dasar kolam <i>geosite</i> Petirtaan Jolotundo.....	94
Gambar 6.6. Kenampakan (A). Sampel setangan dan (B). Sayatan tipis batuan andesit hornblend <i>geosite</i> Petirtaan Jolotundo	95
Gambar 6.7. Kenampakan makroskopis batuan candi pada <i>geosite</i> Petirtaan Jolotundo	96
Gambar 6.8. Kenampakan (A). Gua pertapaan dan (B). Candi pada <i>geosite</i> Gua dan Candi Kursi.....	98
Gambar 6.9. Kenampakan (A). Sampel setangan dan (B). Sayatan tipis batuan andesit hornblend <i>geosite</i> Gua dan Candi Kursi	99
Gambar 6.10. Kenampakan makroskopis batuan candi pada <i>geosite</i> Gua dan Candi Kursi	100

Gambar 6.11. Kenampakan (A) gua pertapaan dan (B) altar pada <i>geosite</i> Gua Buyung	102
Gambar 6.12. Kenampakan (A). Sampel setangan dan (B). Sayatan tipis batuan andesit hornblend <i>geosite</i> Gua Buyung.....	103
Gambar 6.13. Kenampakan makroskopis batuan gua <i>geosite</i> Gua Buyung.....	104
Gambar 6.14. Kenampakan candi pada <i>geosite</i> Candi Kama III. Terlihat pada bagian belakang candi terdapat singkapan andesit.	106
Gambar 6.15. Kenampakan makroskopis batuan <i>geosite</i> Candi Kama III.....	107
Gambar 6.16. Kenampakan singkapan andesit, candi dan gua pertapaan pada <i>geosite</i> Candi Kendalisodo	108
Gambar 6.17. Kenampakan (A). Sampel setangan dan (B). Sayatan tipis batuan andesit hornblend <i>geosite</i> Candi Kendalisodo	109
Gambar 6.18. Kenampakan makroskopis batuan candi pada <i>geosite</i> Candi Kendalisodo	110
Gambar 6.19. Kenampakan salah satu panel relief <i>geosite</i> Candi Kendalisodo yang menceritakan Kisah Panji	111
Gambar 6.20. Kenampakan (A) candi dan (B) singkapan andesit di bagian atas <i>geosite</i> Candi Naga.....	112
Gambar 6.21. Kenampakan (A). Sampel setangan dan (B). Sayatan tipis batuan andesit hornblend <i>geosite</i> Candi Naga	113
Gambar 6.22. Kenampakan makroskopis batuan candi <i>geosite</i> Candi Naga	114
Gambar 6.23. Kenampakan candi berundak pada <i>geosite</i> Candi Pandawa.....	116
Gambar 6.24. Kenampakan makroskopis batuan <i>geosite</i> Candi Pandawa.....	117
Gambar 6.25. Kenampakan candi berundak pada <i>geosite</i> Candi Yudha.....	119
Gambar 6.26. Kenampakan makroskopis batuan candi <i>geosite</i> Candi Yudha..	120
Gambar 6.27. Kenampakan candi berundak pada <i>geosite</i> Candi Lemari.....	122
Gambar 6.28. Kenampakan makroskopis batuan candi <i>geosite</i> Candi Lemari .	123
Gambar 6.29. Kenampakan candi berundak pada <i>geosite</i> Candi Merak.....	125
Gambar 6.30. Kenampakan batuan andesit penyusun candi pada <i>geosite</i> Candi Merak.....	126
Gambar 6.31. Kenampakan bangunan candi pada <i>geosite</i> Candi Pura	128

Gambar 6.32. Kenampakan makroskopis batuan andesit candi pada <i>geosite</i> Candi Pura.....	129
Gambar 6.33. Kenampakan gentong batu pada sisi utara dan meja altar pada sisi selatan <i>geosite</i> Candi Gentong	130
Gambar 6.34. Kenampakan makroskopi batuan andesit (A) gentong batu dan (B) batu penyusun meja altar pada <i>geosite</i> Candi Gentong.....	131
Gambar 6.35. Bentuk candi berundak pada <i>geosite</i> Candi Shinta	132
Gambar 6.36. Kenampakan makroskopis batuan penyusun candi pada <i>geosite</i> Candi Shinta	133
Gambar 6.37. Kenampakan (A) singkapan batuan andesit dan (B) mulut gua pertapaan <i>geosite</i> Gua Pertapaan 1	135
Gambar 6.38. Kenampakan (A). Sampel setangan dan (B). Sayatan tipis batuan andesit piroksen <i>geosite</i> Gua Pertapaan 1	136
Gambar 6.39. Kenampakan batuan penyusun <i>geosite</i> Gua Pertapaan 1	137
Gambar 6.40. Kenampakan bangunan berundak pada <i>geosite</i> Candi Siwa	138
Gambar 6.41. Kenampakan makroskopis batuan candi <i>geosite</i> Candi Siwa.....	139
Gambar 6.42. Kenampakan bangunan berundak <i>geosite</i> Candi Guru.....	141
Gambar 6.43. Kenampakan makroskopis batuan andesit <i>geosite</i> Candi Guru..	142
Gambar 6.44. Kenampakan mulut gua pertapaan dengan ambang pintu singkapan andesit <i>geosite</i> Gua Pertapaan 2	144
Gambar 6.45. Kenampakan (A) sampel setangan dan (B) ayatan tipis batuan andesit piroksen <i>geosite</i> Gua Pertapaan 2	145
Gambar 6.46. Kenampakan batuan andesit pada ambang pintu <i>geosite</i> Gua Pertapaan 2	145
Gambar 6.47. Kenampakan bangunan berundak pada <i>geosite</i> Candi Wisnu....	147
Gambar 6.48. Kenampakan makroskopis batuan andesit penyusun candi <i>geosite</i> Candi Wisnu	148
Gambar 6.49. Kenampakan candi berundak dengan kondisi baik pada <i>geosite</i> Candi Lurah.....	150
Gambar 6.50. Kenampakan batuan andesit candi <i>geosite</i> Candi Lurah	151
Gambar 6.51. Kenampakan bangunan berundak pada <i>geosite</i> Candi Carik	153

Gambar 6.52. Kenampakan batuan candi penyusun bangunan candi <i>geosite</i> Candi Carik	154
Gambar 6.53. Kenampakan bangunan berundak berteras 4 pada <i>geosite</i> Candi Putri	156
Gambar 6.54. Kenampakan makroskopis batuan andesit penyusun candi <i>geosite</i> Candi Putri.....	157
Gambar 6.55. Kenampakan tumpukan batuan candi dari candi yang telah rusak pada <i>geosite</i> Candi Bayi	158
Gambar 6.56. Kenampakan makroskopis batuan candi <i>geosite</i> Candi Bayi	159
Gambar 6.57. Kenampakan bangunan berundak pada <i>geosite</i> Candi Selokelir	161
Gambar 6.58. Kenampakan makroskopis batuan penyusun candi pada <i>geosite</i> Candi Selokelir	161
Gambar 6.59. Kenampakan (A) bagian depan <i>geosite</i> Candi Wayang dengan relief bergambar; (B) <i>monolith</i> candi dengan xenolith batuan andesit pada <i>geosite</i> Candi Wayang	163
Gambar 6.60. Kenampakan (A). Sampel setangan dan (B). Sayatan tipis batuan andesit hornblend <i>geosite</i> Candi Wayang	164
Gambar 6.61. Kenampakan makroskopis <i>monolith geosite</i> Candi Wayang	165
Gambar 6.62. (A) Kenampakan bangunan berundak 2 teras pada <i>geosite</i> candi Gajah; (B) Tampak samping <i>geosite</i> Candi Gajah	167
Gambar 6.63. Kenampakan makroskopis batuan meja altar pada <i>geosite</i> Candi Wayang.....	168
Gambar 6.64. Kenampakan gua pertapaan dengan susunan batuan pada mulut gua dan singkapan andesit pada <i>geosite</i> Candi Kama IV.....	170
Gambar 6.65. Kenampakan (A). Sampel setangan dan (B). Sayatan tipis batuan andesit hornblend <i>geosite</i> Candi Kama IV	170
Gambar 6.66. Kenampakan makroskopis batuan <i>geosite</i> Candi Kama IV dengan kondisi cukup lapuk.....	171
Gambar 6.67. Kenampakan tumpukan batu pada <i>geosite</i> Candi Griya.....	173
Gambar 6.68. Kenampakan makroskopis batuan andesit penyusun candi <i>geosite</i> Candi Griya	174

Gambar 6.69. Kenampakan punden berundak pada <i>geosite</i> Candi Kerajaan dengan susunan yang cukup lengkap dan kondisi cukup baik.....	175
Gambar 6.70. Kenampakan Makroskopis batuan andesit penyusun <i>geosite</i> Candi Kerajaan.....	176
Gambar 6.71. Kenampakan gapura <i>geosite</i> Gapura Jedong yang tersusun oleh batuan andesit	178
Gambar 6.72. Kenampakan makroskopis batuan andesit penyusun gapura <i>geosite</i> Gapura Jedong	179
Gambar 6.73. Perbandingan kenampakan (A) <i>Geosite</i> Gua Kursi Kawasan Gunung Penanggungan dan (B) Gua Onto Boego, gua pertapaan pada lereng Gunung Arjuno.	228
Gambar 6.74. Kenampakan struktur berundak pada (A) <i>geosite</i> Candi Kendalisodo dan (B) Situs Mangkoetoromo lereng Gunung Arjuno	229
Gambar 6.75. (A). Kenampakan situs Lembah Petra Yordania dengan bangunan yang di pahat pada batuan, (B). Kenampakan Kota Ubar di Oman yang terkenal sebagai <i>the lost city</i>	232
Gambar 6.76. Perbandingan luasan area galian c pada kaki Gunung Penanggungan sisi utara (A). Citra tahun 2010 dengan area galian c ditunjukkan dengan garis warna kuning (B). Citra tahun 2020 dengan area galian c ditunjukkan dengan warna merah.	235
Gambar 6.77. Perbandingan area pabrik ditandai dengan (A) Deliniasi garis kuning tahun 2010 dan (B) Deliniasi garis merah tahun 2020, berdasarkan citra <i>google earth</i> sisi utara kawasan Gunung Penanggungan. ...	236
Gambar 6.78. Peta cekungan airtanah Provinsi Jawa Timur (Sudadi, 2004 dengan modifikasi).....	238

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Tabulasi dan Perbandingan Definisi Istilah Dalam Geokonservasi	27
Tabel 3.2. Tabel Penilaian dalam Metode AHP (Saaty, 1990)	41
Tabel 3.3. Matriks perbandingan parameter penilaian yang mempertimbangkan tujuan utama (Saaty, 1990).....	42
Tabel 3.4. Nilai Indeks Konsistensi Acak (Saaty, 1990).....	43
Tabel 4.1. Alokasi Waktu Penelitian	46
Tabel 4.2. Parameter Penilaian Kelayakan <i>Geosite</i> untuk geokonservasi (Reynald dkk, 2007; Kubalikova, 2013; Badan Geologi, 2017 dengan modifikasi)	51
Tabel 4.3. Klasifikasi Nilai Potensi kelayakan <i>Geosite</i>	54
Tabel 5.1. Kolom Stratigrafi daerah penelitian	73
Tabel 6.1. Tabulasi Daftar Lokasi <i>Geosite</i>	180
Tabel 6.2. Klasifikasi keragaman <i>geosite</i> Kawasan Gunung Penanggungan.....	192
Tabel 6.3. Peringkat keragaman <i>geosite</i> Kawasan Gunung Penanggungan.....	197
Tabel 6.4. Penilaian keragaman <i>geosite</i> Kawasan Gunung Penanggungan	199
Tabel 6.5. Pemaknaan keragaman <i>geosite</i> Kawasan Gunung Penanggungan.....	203
Tabel 6.6. Klaster keragaman <i>geosite</i> Kawasan Gunung Penanggungan	205
Tabel 6.7. Parameter penilaian kelayakan <i>geosite</i> untuk geokonservasi.....	207
Tabel 6.8. Hasil pembobotan masing-masing parameter nilai saintifik pada <i>geosite</i> Kawasan Gunung Penanggungan.....	210
Tabel 6.9. Hasil pembobotan masing-masing parameter nilai edukasi pada <i>geosite</i> Kawasan Gunung Penanggungan.....	211
Tabel 6.10. Hasil pembobotan masing-masing parameter nilai ekonomi pada <i>geosite</i> Kawasan Gunung Penanggungan	212
Tabel 6.11. Hasil pembobotan masing-masing parameter nilai konservasi pada <i>geosite</i> Kawasan Gunung Penanggungan	213
Tabel 6.12. Hasil pembobotan masing-masing parameter nilai kebudayaan pada <i>geosite</i> Kawasan Gunung Penanggungan	214

Tabel 6.13. Skala perbandingan parameter kelayakan <i>geosite</i>	215
Tabel 6.14. Normalisasi skala perbandingan kelayakan <i>geosite</i>	215
Tabel 6.15. Perhitungan metode AHP kelayakan <i>geosite</i> Kawasan Gunung Penanggungan	218
Tabel 6.16. Klasifikasi kelayakan dan tingkat potensi <i>geosite</i> Kawasan Gunung Penanggungan sebagai landasan kawasan geokonservasi.....	221