

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
STATEMENT/PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
UCAPAN TERIMAKASIH.....	vi
ABSTRAK	viii
ABSTACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latarbelakang.....	1
1.2 Lokasi Penelitian.....	3
1.3 Rumusan Masalah.....	4
1.4 Asumsi	4
1.5 Hipotesis	5
1.6 Maksud dan Tujuan.....	6
1.7 Manfaat Penelitian	6
1.8 Kondisi Daerah Penelitian	7
1.8.1 Topografi	7
1.8.2 Iklim	8
1.8.3 Kependudukan	10
1.8.4 Pertanian dan Perkebunan	10
1.8.5 Kelistrikan	11
1.8.6 Tata Guna Lahan	13
1.9 Sistematika Penulisan	14
BAB 2. KAJIAN PUSTAKA	16
2.1 Geologi Regional	16
2.1.1 Fisiografi Jawa Timur.....	16
2.2 Stratigrafi Regional Jawa Timur (Lembar Malang).....	20
2.3 Struktur dan Tektonika	25
2.3.1 Struktur Geologi	25
2.3.2 Tektonika.....	25
2.4 Kajian Pustaka Hidrografi dan Hidrogeologi Regional	27
2.4.1 Hidrografi	27
2.4.2 Hidrogeologi Regional	27
2.4.2.1 Kondisi Muka Air Tanah Bebas	28
2.4.2.2 Kondisi Muka Air Tanah Tertekan.....	28
2.4.2.2 Kondisi Muka Air	28
2.5 Penelitian Terdahulu	29
2.5.1 Penelitian Geologi	29
2.5.2 Penelitian Geokimia	30
2.5.3 Penelitian Geofisika	31
2.5.4 Model Konseptual terdahulu.....	31

2.6	Dasar Teori.....	32
2.6.1	Sistem Panasbumi.....	32
2.6.2	Manifestasi Geotermal.....	34
2.6.3	Geokimia Geotermal.....	37
2.6.3.1	Komponen Fluida Geotermal.....	38
2.6.3.2	Tipe Fluida Geotermal.....	39
2.6.3.3	Lingkungan Asal Fluida Geotermal.....	42
2.6.3.4	<i>Geothermometer</i>	43
2.7	Penerapan Ilmu Statistika dalam Pengolahan Data Geokimia.....	46
2.7.1	Distribusi Frekuensi Tunggal.....	46
2.7.2	Distribusi Frekuensi Kelompok.....	47
2.8	Struktur Geologi.....	49
2.8.1	Kawah.....	49
2.8.2	Kaldera.....	50
2.8.3	Graben dan Horst.....	51
2.8.4	Kekar.....	51
2.8.5	Sesar.....	53
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN.....		55
3.1	Tahapan Kajian.....	55
3.2	Tahapan Persiapan Lapangan.....	55
3.3	Tahapan Penelitian Lapangan.....	56
3.4	Geologi.....	56
3.4.1	Metode Penyelidikan.....	56
3.4.2	Teori Dasar.....	57
3.4.3	Cara Kerja Lapangan.....	58
3.4.4	Analisis Laboratorium.....	58
3.4.5	Analisis Data Lapangan.....	59
3.4.6	Peralatan.....	60
3.4.7	Data yang Dihasilkan.....	60
3.5	Geokimia.....	61
3.5.1	Metode Penyelidikan.....	61
3.5.2	Teori Dasar.....	62
3.5.3	Cara Kerja Lapangan.....	62
3.5.4	Analisis Laboratorium.....	63
3.5.5	Peralatan.....	63
3.5.6	Data yang Dihasilkan.....	64
3.6	Pembuatan Laporan dan Penyajian Data.....	64
3.7	Diagram Alir.....	65
BAB 4. GEOLOGI DAERAH SONGGORITI.....		66
4.1	Geomorfologi Daerah Songgoriti.....	66
4.1.1	Dasar Pembagian Satuan Bentuk Lahan.....	66
4.1.2	Relief.....	66
4.1.3	Pola Pengaliran.....	66
4.1.4	Satuan Bentuklahan.....	68
4.1.4.1	Satuan Geomorfik Kawah Vulkanik.....	70
4.1.4.2	Satuan Geomorfik Lereng Vulkanik Atas.....	71
4.1.4.3	Satuan Geomorfik Lereng Vulkanik Tengah.....	72

4.1.4.4	Satuan Geomorfik Kaki Vulkanik Gunung Panderman...	73
4.1.4.5	Satuan Geomorfik Kaki Vulkanik Gunung Arjuna	74
4.1.4.6	Satuan Geomorfik Dataran antar Vulkanik.....	75
4.2	Stratigrafi daerah Songgoriti.....	76
4.2.1	Satuan Breksi Laharik Anjasmara Tua (Qpat)	77
4.2.2	Satuan Breksi Vulkanik Anjasmara Muda (Qpva).....	78
4.2.3	Satuan Tuf, Batuan Gunungapi Kawi-Butak (Qpkb)	80
4.2.4	Satuan Tuf, Batuan Gunungapi Arjuna-Welirang (Qvaw).....	81
4.2.5	Satuan Breksi Vulkanik, Batuan Gunungapi Panderman (Qvp) .	83
4.2.6	Endapan Aluvial (Qa).....	84
4.3	Struktur Geologi.....	86
4.3.1	Tektonik Regional	86
4.3.2	Struktur Geologi daerah Penelitian	86
4.3.3	Alterasi Batuan	89
BAB 5.	PEMBAHASAN SISTEM PANASBUMI SONGGORITI	92
5.1	Lapangan Panasbumi Songgoriti-Gunung Kawi	92
5.2	Manifestasi Panasbumi Daerah Telitian	92
5.2.1	Manifestasi Songgoriti.....	93
5.2.1.1	Mata Air Panas Santrean.....	93
5.2.1.2	Mata Air Panas Songgoriti 1	94
5.2.1.3	Mata Air Panas Songgoriti 2.....	95
5.2.1.4	Mata Air Panas Gang Macan	95
5.2.1.5	Mata Air Panas Srebet	96
5.2.1.6	Sampel Air Dingin	97
5.3	Geokimia Panas Bumi Daerah Songgoriti	98
5.3.1	Data Hasil Pengukuran	98
5.4	Tipe Air Panas Daerah Songgoriti	102
5.4.1	Diagram Segitiga CL-SO-HCO	102
5.5	keseimbangan Florida (Air Panas) Daerah Songgoriti.....	104
5.5.1	Diagram Segitiga Na-K-Mg	104
5.6	Lingkungan Pembentuk Air Panas Daerah Songgoriti.....	106
5.6.1	Diagram Segitiga CI-Li-B	106
5.7	Diagram Segitiga Piper.....	108
5.7.1	Proses Air Manifestasi terhadap Air Reservoir.....	109
5.8	Interpretasi Temperatur Bawah Permukaan	110
5.8.1	Geotermometer Sio ₂	112
5.8.2	Geotermometer Na-K	113
5.9	Panas Bumi Songgoriti.....	114
5.9.1	Hidrogeologi Panas Bumi.....	115
5.9.2	Perkiraan Sumber Panas	116
5.9.3	Zona Reservoir	117
5.9.4	Zona Penudung	118
5.9.5	Fluida Panasbumi	119
5.9.6	Sejarah Geologi	121
5.10	Hubungan Studi Geokimia dengan Geologi dan Geomorfologi Daerah penelitian.....	121
5.11	Model Konseptual Sistem Panas Bumi Daerah Penelitian.....	122

5.12 Aspek Lingkungan	123
5.13.1 Peluang dan kendala pengembangan Panasbumi Songgoriti ...	124
BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN.....	126
6.1 Kesimpulan	126
6.4 Saran... ..	127
DAFTAR PUSTAKA	128

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Distribusi lokasi daerah panas bumi di Indonesia (Badan Geologi, 2016)	1
Gambar 1.2	Peta daerah penelitian lapangan daerah Songgoriti, Kota Batu, Kabupaten Malang, Provinsi Jawa Timur	3
Gambar 1.3	Peta kemiringan lereng Provinsi Jawa Timur (RTRW Provinsi Jawa Timur, 2015)	7
Gambar 1.4	Rata-rata Curah Hujan (mm) Menurut Bulan di Kota batu. (http://id.climate-data.org , online, diakses tahun 2018)	9
Gambar 1.5	Rata-rata Suhu Udara dan Kelembaban Udara (mm) Menurut Bulan di Kota Batu. (http://id.climate-data.org , online, diakses tahun 2018)	9
Gambar 1.6	Prosentase Pemakaian Listrik Menurut Jenis Pelanggan Tahun 2015. (Badan Pusat Statistik Kota Batu, 2016)	12
Gambar 2.1	Peta fisiografi pulau jawa bagian timur (Bemmelen, 1949). Kotak merah pada gambar menunjukkan lokasi daerah penelitian	16
Gambar 2.2	Fisiografi dan geologi sederhana Pulau Jawa bagian Timur, menunjukkan empat zona fisiografi dan unit-unit stratigrafi (Smyth, dkk., 2008). Kotak merah menandakan daerah penelitian.	17
Gambar 2.3	Stratigrafi Lembar Malang (penamaan diacu dari Schmid, 1981). Kotak berwarna merah menunjukkan stratigrafi daerah penelitian.	20
Gambar 2.4	Kolom kesebandingan stratigrafi Lembar Malang dan sekitarnya, menurut beberapa peneliti terdahulu. Kotak berwarna merah menunjukkan stratigrafi daerah penelitian.	21
Gambar 2.5	Peta Geologi Regional Lembar Kediri dan Lembar Malang, Jawa Timur (S. Atmawinata dan S. Santosa, 1992), skala 1:100.000. Kotak merah menandakan daerah penelitian.	24
Gambar 2.6	Peta sebaran cekungan air tanah provinsi Jawa Timur (ESDM, 2003). Kotak merah menandakan daerah penelitian.	29
Gambar 2.7	Tipe Fluida berdasarkan Diagram Trilinier Piper (Bisri, M., 2016)	30
Gambar 2.8	Model Konseptual sistem panasbumi daerah Songgoriti-Gunung Kawi (ESDM, 2012). Kotak merah menandakan daerah penelitian.	32
Gambar 2.9	Model konseptual sistem panas bumi yang dipicu oleh stratovolkano andesitik. Temperatur reservoir umumnya $\geq 200^{\circ}\text{C}$. Kedalaman reservoir $\leq 1,5$ km dengan kedalaman intrusi berkisar 2-10 km. Dimensi lateral dan outflow minimal 20 km. (Hochstein dan Browne, 2000)	33
Gambar 2.10	Model Sistem Konveksi Hidrotermal yang Dipengaruhi oleh Intrusi Magmatik Muda (Anderson & Lund, 1980)	34
Gambar 2.11	Diagram Segitiga Cl-SO ₄ -HCO ₃ (Giggenbach, 1988)	39
Gambar 2.12	Diagram Segitiga Cl-Li-B (Giggenbach, 1988)	43
Gambar 2.13	Diagram Segitiga Na-K-Mg (Giggenbach, 1988)	45

Gambar 2.14	Skema Tahapan Pembentukan Kaldera	50
Gambar 2.15	Struktur Graben dan Horst	51
Gambar 2.16	Pergeseran Kekar Menjadi Sesar	53
Gambar 4.1	Pola Pengaliran Daerah Penelitian (Howard, 1966)	67
Gambar 4.2	Pola Pengaliran Daerah Penelitian	67
Gambar 4.3	(A) Satuan Geomorfik Kawah Kaldera (V1) dan (B) earth.google.com, dengan arah kamera relatif ke timurlaut.	70
Gambar 4.4	Satuan Geomorfik Lereng Vulkanik Atas (V2), dengan arah kamera relative ke tenggara	71
Gambar 4.5	Satuan Geomorfik Lereng Vulkanik Tengah (V5), dengan arah kamera relative ke selatan	72
Gambar 4.6	Satuan Geomorfik Kaki Gunung Panderman (V6), dengan arah kamera relatif ke selatan	73
Gambar 4.7	Satuan Geomorfik Kaki Gunung Arjuno-Welirang (V7), dengan arah kamera relatif ke utara	74
Gambar 4.8	Satuan Geomorfik Dataran Antar Gunungapi (V12), dengan arah kamera relatif ke utara-selatan	75
Gambar 4.9	Stratigrafi Daerah Telitian	76
Gambar 4.10	Singkapan pada LP 24/MAPSA 4 Satuan Breksi Laharik dan sisa tumbuhan	77
Gambar 4.11	Singkapan pada LP 63, dengan Satuan Breksi Vulkanik	79
Gambar 4.12	Singkapan pada LP 9, Satuan Tuf Butak dengan arah kamera relatif ke timurlaut	80
Gambar 4.13	Singkapan pada LP 70, Satuan Tuf Arjuna-Welirang dengan arah kamera relatif ke utara	82
Gambar 4.14	Singkapan pada LP 45, Satuan Breksi Panderman dengan arah kamera relatif ke tenggara	83
Gambar 4.15	Endapan aluvium di pedataran di bagian timur daerah penelitian, dengan arah kamera relatif ke barat	85
Gambar 4.16	Peta interpretasi kelurusan berdasarkan citra SRTM daerah Malang dan sekitarnya. Kotak hitam pada gambar menunjukkan lokasi daerah penelitian.	87
Gambar 4.17	Kenampakan struktur sesar normal pada wisata air terjun Coban Rondo	88
Gambar 4.18	Peta interpretasi struktur kawah dan sesar berdasarkan daerah penelitian.	89
Gambar 5.1	Peta Lokasi Pengambilan Sampel Air Panas	93
Gambar 5.2	Mata air hangat Santrean yang muncul dari rekahan batuan breksi, adanya oksida besi, sedikit berbau (A), litologi disekitar mata air hangat (B), arah kamera 105E dan cuaca cerah	93
Gambar 5.3	Mata air panas songgoriti 1 keluar melalui litologi breksi, adanya oksida besi, sedikit berbau, air keruh kekuningan (A), dan kemunculan mata air panas pada alur liar dengan arah azimuth N 085E9B)	94
Gambar 5.4	Mata Air Panas Songgoriti 2 berada pada utara Candi Supo Songgoriti (A), arah kamera N 015E dan cuaca cerah	95
Gambar 5.5	Mata Air Panas Gang Macan ditampung melalui kolam penampungan (A), keluaran pada tepi sungai dan terdapat	96

	oksida besi (B)	
Gambar 5.6	Kenampakan mata air panas Kasinan dimaterial lepas hasil dari longsoran berada di Desa Sumber Rejo, arah kamera N 045E dan cuaca cerah	97
Gambar 5.7	Lokasi Sampel air dingin WCSR,Arah kamera N 170 E,cuaca cerah	97
Gambar 5.8	Diagram segitiga Cl-SO-HCO air panas (A), dan air dingin (B) panasbumi Songgiriti (Giggenbach, 1988)	103
Gambar 5.9	Diagram segitiga Na-K-Mg air panas (A), dan air dingin (B) panasbumi Songgiriti (Giggenbach, 1988)	105
Gambar 5.10	Diagram Segitiga Cl-B-Li air panas bumi Songgoriti (Giggenbach, 1988)	107
Gambar 5.11	Diagram Diagram segitiga piper air panas dan air dingin daerah penelitian (Giggenbach, 1988)	108
Gambar 5.12	Plot diagram entalpi-klorida dalam Powell dan Cumming(2010) menunjukkan bahwa fluida manifestasi mengalami proses dilution	110
Gambar 5.13	Model Konseptual untuk sistem panas bumi liquid dominated berrelief tinggi (Hochs dan Browne,2000)	114
Gambar 5.14	Sistem Heat Sweep pada zone rekahan (Hochstein dan Browne,2000)	116
Gambar 5.15	Model Konseptual Panasbumi daerah Songgoriti	123
Gambar 5.16	Peta Kerentanan Gerakan Tanah Provinsi Jawa Timur (Badan Geologi,2010)	125

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Iklim kota batu, Presipitasi bervariasi 204 mm antara bulan terkering dan bulan terbasah dan suhu rata-rata bervariasi menurut 0.8 °C. (http://id.climate-data.org , online, diakses tahun 2018)	8
Tabel 1.2	Indikator Penduduk di Kota Batu 2013-2015 (BPS Provinsi Jawa Timur, 2015)	10
Tabel 1.3	Produksi Tanaman Hortikultura (Dinas Pertanian dan Kehutanan Kota Batu, 2015) 2016))	11
Tabel 1.4	Proyeksi Kebutuhan Listrik Kota Batu Tahun 2030 (RTRW Kota Batu, 2010-2030)	12
Tabel 1.5	Distribusi Tata Guna Lahan Daerah Panasbumi Songgoriti-Gunung Kawi, Provinsi Jawa Timur (RT/RW Provinsi Jawa Timur tahun 2011-2031).	14
Tabel 1.6	Distribusi Tata Guna Lahan Daerah Panasbumi Songgoriti-Gunung Kawi, Provinsi Jawa Timur	15
Tabel 2.1	Secara umum, hasil kegiatan gunungapi daerah Malang, Jawa Timur.	24
Tabel 2.2	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Penentuan Status Mutu Air dengan Metode Indeks Pencemaran (Bisri, M., 2016).	30
Tabel 2.3	Komposisi Unsur Kimia Fluida Geotermal (Nicholson, 1993)	38
Tabel 2.4	Rumus <i>Geothermometer</i> SiO ₂	44
Tabel 2.5	Rumus <i>Geothermometer</i> Na-K	44
Tabel 3.1	Diagram Alir Penelitian	65
Tabel 4.1	Pembagian unit relief (Van Zuidam, 1983)	66
Tabel 4.2	Pemerian Satuan Bentuklahan Daerah Penelitian, Modifikasi Van Zuidam, 1983.	69
Tabel 4.3	Hasil Analisa Petrografi daerah Songgoriti (ESDM,2012)	
Tabel 5.1	Data manifestasi permukaan daerah panasbumi Songgoriti,Kecamatan Batu,Kota Batu,Kabupaten Malang,Provinsi Jawa Timur	
Tabel 5.2	Data hasil analisis air daerah panasbumi Songgoriti,Kecamatan Batu,Kota Batu,Kabupaten Malang,Provinsi Jawa Timur	
Tabel 5.3	Total prosentase CI SO HCO	
Tabel 5.4	Total prosentase Na K Mg	
Tabel 5.5	Total Prosentase CI B Li	
Tabel 5.6	Nilai D dan O air panas bumi Songgoriti	
Tabel 5.7	Perhitungan Ca ^{1/2} /Na mata air panas daerah Songgoriti	
Tabel 5.8	Perhitungan Ca ^{1/2} /Na mata air dingin daerah Songgoriti	
Tabel 5.9	Perhitungan metode geothermometer silica dan Na-K mata air panas daerah Songgoriti	
Tabel5.10	Tabel nilai resistivasi batuan (Kebede, 2001)	

