

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL.....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN.....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>SARI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xxiii</b>
<b>BAB I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang Penelitian.....	1
1.2. Lokasi Penelitian.....	2
1.3. Ruang Lingkup .....	2
1.4. Rumusan Masalah.....	3
1.5. Tujuan Penelitian.....	3
1.6. Asumsi.....	4
1.7. Hipotesis.....	4
1.8. Hasil yang diharapkan.....	5
1.8.1. Kebaruan.....	5
1.8.2. Manfaat.....	5
<b>BAB II. DASAR TEORI.....</b>	<b>7</b>
2.1. Sistem Panas Bumi Vulkanik Hidrotermal.....	7
2.2. Manifestasi Panas bumi.....	8
2.3. Geokimia Panas Bumi.....	9
2.4. Tipe Fluida Panas Bumi.....	9
2.5. Ge indikator.....	10
2.5.1. Ge indikator Cl-SO <sub>4</sub> -HCO <sub>3</sub> .....	10
2.5.2. Ge indikator Na-K-Mg.....	12
2.5.3. Ge indikator Cl-Li-B.....	13

2.6. Sumber Air Panas Bumi Menggunakan Metode Geokimia Isotop Stabil....	14
2.7. Geotermometer Air.....	15
2.8. Klasifikasi Batuan Gunungapi .....	19
2.9. Petrogenesesa Batuan Beku .....	22
2.10. Unsur Kimia Major Element .....	23
2.11. Tektonik berdasarkan data Geokimia Batuan Beku .....	24
2.12. Unsur Kimia <i>Trace Element</i> dan REE .....	26
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>29</b>
3.1. Tahap persiapan.....	29
3.2. Tahap Penelitian Lapangan.....	29
3.3. Tahap Analisis Laboratorium.....	31
3.4. Interpretasi dan Penyusunan Laporan.....	33
3.5. Waktu Pelaksanaan.....	33
<b>BAB IV GEOLOGI REGIONAL JAWA TIMUR.....</b>	<b>35</b>
4.1. Fisiografi Daerah Jawa bagian tengah dan timur .....	35
4.2. Fisiografi Zona Solo.....	35
4.3. Stratigrafi Regional Jawa Timur.....	37
4.3.1. Stratigrafi Regional Pegunungan Selatan.....	37
4.3.2. Stratigrafi Regional Perbukitan Kendeng.....	38
4.3.3. Stratigrafi Regional Perbukitan Rembang.....	38
4.4. Tatanan Tektonik Pulau Jawa dan Zona Solo.....	39
<b>BAB V GEOLOGI DAN PANASBUMI GUNUNGAPI WILIS.....</b>	<b>43</b>
5.1. Geologi Regional Daerah Penelitian.....	43
5.2. Struktur Geologi Komplek Vulkanik Wilis.....	48
5.3. Sejarah Erupsi Komplek Vulkanik Wilis.....	49
5.4. Potensi Panasbumi Gunungapi Wilis.....	50
<b>BAB VI GEOLOGI KOMPLEK VULKANIK GUNUNG WILIS BAGIAN BARAT.....</b>	<b>52</b>

6.1. Geomorfologi Daerah Penelitian.....	52
6.1.1. Morfologi Umum.....	52
6.1.2. Geomorfologi.....	53
6.1.3. Pola Pengaliran.....	57
6.2. Stratigrafi.....	59
6.2.1. Gumuk Jeding.....	59
6.2.2. Gumuk Kemlandingan.....	67
6.2.3. Gumuk Manyutan.....	76
6.2.4. Gumuk Ngebel.....	85
6.3. Struktur Geologi.....	102

## **BAB VII PETROGENESA KOMPLEK VULKANIK GUNUNGAPI**

<b>NGEBEL.....</b>	<b>108</b>
7.1. Jenis Batuan.....	108
7.2. Diagram Harker .....	115
7.3. Karakteristik Geokimia <i>Trace Elemen</i> .....	118
7.4. Karakteristik Geokimia REE Batuan.....	120
7.5. Afinitas Magma.....	122
7.6. Kedalaman Magma Asal.....	124
7.7. Asal Magma dan Lingkungan Tektonik Berdasarkan Data Unsur Utama.	125
7.8. Asal Magma Berdasarkan <i>Trace Element</i> .....	127
7.9. Fase Evolusi Komplek Vulkanik Gunungapi Ngebel.....	128
7.9.1. Fase Jeding.....	129
7.9.2. Fase Kemlandingan.....	130
7.9.3. Fase Manyutan.....	132
7.9.4. Fase Ngebel.....	133

## **BAB VIII GEOKIMIA AIR DAN KARAKTERISTIK PANASBUMI..... 135**

8.1. Manifestasi Panasbumi .....	135
8.2. Geokimia Fluida.....	138
8.2.1. Karakteristik Geokimia Unsur Anion Kation Fluida.....	138
8.2.2. Karakteristik Geokimia Isotop Fluida .....	142

8.2.3. Karakteristik Geokimia REE Fluida.....	143
8.3. Tipe Fluida.....	145
8.4. Maturitas Fluida .....	147
8.5. Asal Fluida.....	148
<b>BAB IX MODEL KONSEPTUAL SISTEM PANASBUMI.....</b>	<b>150</b>
9.1. Sistem Panasbumi Daerah Telitian.....	150
9.2. Sumber Panas.....	151
9.3. Reservoir.....	153
9.4. Caprock.....	155
9.5. Karakteristik Fluida.....	155
9.6. Suhu Reservoir.....	155
9.7. Penentuan Upflow dan Outflow .....	156
9.8. Jalur Migrasi Fluida.....	157
<b>BAB X KESIMPULAN.....</b>	<b>159</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1.</b> Peta Lokasi Penelitian (Citra Google Earth, dan Bakosurtanal 1975).....	2
<b>Gambar 2.1.</b> Model Konseptual Sistem Panasbumi Vulkanik (Cumming, 2016).....	8
<b>Gambar 2.2.</b> Model Konseptual Sistem Panasbumi G.Kaba, Kepahiang, Provinsi Bengkulu contoh tipe sistem panasbumi gunung api strato (Badan Geologi, 2010).....	8
<b>Gambar 2.3.</b> Diagram Segitiga Cl-SO <sub>4</sub> -HCO <sub>3</sub> (Giggenbach 1991, dalam Cumming dan Powell, 2010).....	11
<b>Gambar 2.4.</b> Diagram segitiga Na-K-Mg (Giggenbach, 1988 dalam Powell dan Cumming, 2010).....	13
<b>Gambar 2.5.</b> Diagram Cl-Li-B (Giggenbach., 1991a dalam Powell dan Cumming.,2010).....	13
<b>Gambar 2.6.</b> Grafik isotop D-18O (Giggenbach, 1992 dalam Powell dan Cumming, 2010).....	14
<b>Gambar 2.7.</b> Diagram segitiga Na-K-Mg (Giggenbach, 1988 dalam Powell dan Cumming, 2010).....	17
<b>Gambar 2.8.</b> Diagram alir klasifikasi genetik batuan vulkanik (Mcphie, 1993).....	20
<b>Gambar 2.9.</b> Klasifikasi Batuan Vulkanik Berdasarkan Fenokris Modal (Streckheisen, dkk., 2002) .....	22
<b>Gambar 2.10.</b> Klasifikasi IUGS untuk tipe batuan afanitik dan gelas (Le Matire (1989), dalam Best (2003)) .....	23
<b>Gambar 2.11.</b> Klasifikasi Batuan Beku Peccerillo dan Taylor (1976) mengelompokkan jenis magma berdasarkan kandungan K <sub>2</sub> O dan SiO <sub>2</sub> .....	24
<b>Gambar 2.12.</b> Diagram TiO <sub>2</sub> -MnO-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (Mullen, 1983) untuk melakukan interpretasi tektonik pembentukan sebuah gunung api.....	25
<b>Gambar 2.13.</b> Pola spider diagram pada Mid Oceanic Ridge (MORB), Oceanic Island (OIB), dan Island Arc.....	28
<b>Gambar 3.1.</b> Diagram alir penelitian.....	30
<b>Gambar 4.1.</b> Zonasi fisiografi Pulau Jawa bagian tengah dan timur (Modifikasi, van Bemmelen, 1949).....	35

<b>Gambar 4.2.</b> Fisiografi Zona Solo, yang terbagi menjadi 3 sub-zona. Perhatikan Zona Blitar hanya berkembang di bagian selatan G. Kelud (Modifikasi, van Bemmelen, 1949).....	36
<b>Gambar 4.3.</b> Kolom stratigrafi komposit Jawa Timur (Husein, 2016).....	39
<b>Gambar 4.4.</b> Tatanan Tektonik Pulau Jawa (Martodjo dan Pulunggono, 1994).....	41
<b>Gambar 4.5.</b> Unsur-unsur tektonik Jawa Timur (Husein, 2015).....	42
<b>Gambar 5.1.</b> Modifikasi dari Peta Geologi Lembar Madiun (Hartono, dkk, 1992)....	44
<b>Gambar 5.2.</b> Korelasi Satuan Peta Geologi Lembar Madiun (Hartono, dkk, 1992)....	47
<b>Gambar 5.3.</b> Peta geologi regional Madiun Skala 1:100.000 yang disederhanakan (Hartono, dkk, 1992 dimodifikasi oleh Putra, dkk. 2014 ).....	49
<b>Gambar 5.4.</b> Model Konsep Panas Bumi Gunung Wilis (ESDM, 2017).....	51
<b>Gambar 6.1.</b> Peta topografi daerah penelitian.....	52
<b>Gambar 6.2.</b> Bentuk lahan kawah di LP W119 dengan Azimut N210'E.....	54
<b>Gambar 6.3.</b> Bentuk lahan lereng vulkanik di LP W110 dengan Azimut N277'E.....	55
<b>Gambar 6.4.</b> Bentuk lahan kubah vulkanik di LP W93 dengan Azimut N88'E.....	56
<b>Gambar 6.5.</b> Bentuk lahan lereng vulkanik di LP W139 dengan Azimut N30'E.....	56
<b>Gambar 6.6.</b> Peta pola pengaliran daerah telitian.....	57
<b>Gambar 6.7.</b> Diagram Roset pada pola pengaliran paralel 1, 2, 3, 4, 5, dan 6.....	58
<b>Gambar 6.8.</b> Diagram Roset pada pola pengaliran radial.....	58
<b>Gambar 6.9.</b> Litologi pada Satuan Piroklastik Aliran Jeding 1 (PAJ1), A) Foto close up singkapan breksi piroklastik aliran LP W54 dan (B) Foto singkapan breksi piroklastik aliran pada LP W54 dengan azimut foto N95'E. C) Foto close up singkapan LP W112 dan (D) singkapan lapili piroklastik aliran pada LP W112 dengan azimut foto N135'E.....	61
<b>Gambar 6.10.</b> Profil kasar Satuan Breksi Piroklastik Aliran Jeding 1 pada LP W54 .....	62
<b>Gambar 6.11.</b> Litologi pada Satuan Breksi Piroklastik Aliran Jeding 2 (PAJ2), A) Foto singkapan breksi piroklastik aliran pada LP W54 dengan azimut foto N95'E dan B) Foto close up singkapan breksi piroklastik aliran LP W243. C) singkapan lapili piroklastik aliran	

pada LP W15 dengan azimuth foto N135°E dan D) Foto close up singkapan LP W15.....	63
<b>Gambar 6.12.</b> Profil kasar Satuan Breksi Piroklastik Aliran Jeding 2 pada LP W243.....	63
<b>Gambar 6.13.</b> Litologi pada Satuan Lava Jeding (LJ), (A) Foto singkapan lava basalt andesitik memperlihatkan struktur sheeting joint pada LP W59 dengan azimuth foto N95°E dan B) Foto close up singkapan lava basalt andesitik LP W59. C) singkapan lapili piroklastik aliran pada LP W79 dengan azimuth foto N135°E dan D) Foto close up singkapan LP N79 memperlihatkan struktur autobreccia. ....	65
<b>Gambar 6.14.</b> Foto sayatan tipis satuan Lava Jeding (LJ) berupa Basalt (Strekeisen, 1978) perbesaran 4x. Mineral plagioklas (5L), massa dasar (5F), mineral opaq (1H), dan piroksen (2B).....	66
<b>Gambar 6.15.</b> Profil kasar Satuan Lava Jeding pada LP W59.....	67
<b>Gambar 6.16.</b> Litologi pada satuan Breksi Piroklastik Aliran Kemlandingan, A). Foto singkapan breksi piroklastik aliran pada LP W170 dengan azimuth foto N24°E, B). Foto close up kenampakan singkapan breksi piroklastik aliran memperlihatkan struktur masif pada LP W170.....	68
<b>Gambar 6.17.</b> Profil kasar Satuan Breksi Piroklastik Aliran Kemlandingan pada LP W170.....	69
<b>Gambar 6.18.</b> Litologi pada Satuan Lava Kemlandingan 1 (LK1) A). Singkapan andesit piroksen satuan Lava Kemlandingan 1 pada LP W108 dengan azimuth foto N342°E, B). Foto close up kenampakan singkapan LP W108 memperlihatkan struktur autobreccia, C). Singkapan andesit piroksen satuan Lava Kemlandingan 1 pada LP W132 dengan azimuth foto N320°E, D). Foto close up kenampakan singkapan LP W132 memperlihatkan struktur sheeting joint.....	71
<b>Gambar 6.19.</b> Foto sayatan tipis satuan Lava Kemlandingan 1 (LK1) berupa Andesit (Piroksen) (Strekeisen, 1978) perbesaran 4x. Mineral plagioklas (7H), Hornblenda (6L), massa dasar (3M), mineral opaq (5I), dan piroksen (10L).....	72
<b>Gambar 6.20.</b> Profil kasar Satuan Lava Kemlandingan 1 pada LP W108.....	73

<b>Gambar 6.21.</b> Litologi pada Satuan Lava Kemlandingan 2 (LK2), A). Singkapan andesit piroksen pada LP W174 memperlihatkan struktur masif dengan azimuth foto N283'E, B). Foto close up singkapan andesit piroksen LP W174.....	74
<b>Gambar 6.22.</b> Foto sayatan tipis satuan Lava Kemlandingan 2 (LK2) berupa Andesit (Piroksen) (Strekeisen, 1978) perbesaran 4x. Mineral plagioklas (6C), Hornblenda (10B), massa dasar (8H), mineral opa (9J), dan piroksen (2F).....	75
<b>Gambar 6.23.</b> Profil kasar Satuan Lava Kemlandingan 2 pada LP W174.....	76
<b>Gambar 6.24.</b> Litologi Satuan Breksi Piroklastik Aliran Manyutan (PAM), A). Singkapan Breksi Piroklastik Aliran pada LP W227 dengan azimuth foto N050'E, B). Foto close up singkapan Breksi Piroklastik Aliran LP W227, C). Singkapan litik tuf kontak dengan breksi piroklastik aliran pada LP W175 dengan azimuth foto N075'E, D). Foto close up singkapan litik tuf LP W175. E). Singkapan breksi laharik pada LP W089 dengan azimuth foto N200'E, F). Foto close up singkapan breksi laharik LP W089.....	78
<b>Gambar 6.25.</b> Profil kasar Satuan Breksi Piroklastik Aliran Manyutan pada LP N175.....	79
<b>Gambar 6.26.</b> Litologi pada Satuan Lava Manyutan 1 (LM1), A). Kenampakan satuan Lava Manyutan 1 pada LP W158 dengan azimuth foto N20'E, B). Foto close up kenampakan singkapan W158 memperlihatkan struktur sheeting joint.....	80
<b>Gambar 6.27.</b> Foto sayatan tipis satuan Lava Manyutan 1 (LM1) berupa Andesit (hornblenda) (Williams, 1982) perbesaran 4x. Mineral plagioklas (A9), hornblenda (H8), massa dasar (G10), mineral opa (G4), kuarsa (L4) dan piroksen (C3).....	81
<b>Gambar 6.28.</b> Profil kasar Satuan Lava Manyutan 1 pada LP W158.....	82
<b>Gambar 6.29.</b> Litologi pada Satuan Lava Manyutan 2 (LM2), A). Kenampakan satuan Lava Manyutan 2 pada LP W234 memperlihatkan struktur autobreccia dan spheroidal weathering dengan azimuth foto N20'E, B). Foto close up kenampakan singkapan W234.....	83



<b>Gambar 6.30.</b> Foto sayatan tipis satuan Lava Manyutan 2 (LM2) berupa Andesit (hornblenda) (Strekeisen, 1978) perbesaran 4x. Mineral plagioklas (3K), hornblenda (2F), massa dasar (8D), mineral opaq (5H), dan piroksen (2B).....	84
<b>Gambar 6.31.</b> Profil kasar Satuan Lava Manyutan 2 pada LP W234.....	85
<b>Gambar 6.32.</b> Litologi pada Satuan Breksi Piroklastik Jatuhan Ngebel (PJN), A). Kenampakan satuan Endapan Piroklastik Jatuhan Ngebel berupa kontak antara aglomerat dan akresionari lapili pada LP W5 dengan azimuth foto N55'E, B). Foto close up kenampakan singkapan akresi lapili LP W5. C). Singkapan aglomerat pada LP W48 dengan azimuth foto N35'E, D). Foto close up kenampakan singkapan aglomerat. E). Singkapan breksi piroklastik jatuhan pada LP W51 dengan azimuth foto N350'E, F). Foto close up kenampakan singkapan breksi piroklastik jatuhan LP W51.....	87
<b>Gambar 6.33.</b> Profil kasar Satuan Breksi Piroklastik Jatuhan Ngebel pada LP W5. ....	88
<b>Gambar 6.34.</b> Litologi pada Satuan Aglomerat Ngebel 1 (AGN1), (A) Foto singkapan aglomerat pada LP W1 dengan azimuth foto N258'E dan B) Foto close up singkapan aglomerat LP W1. C) singkapan lava dasit pada LP W6 dengan azimuth foto N135'E memperlihatkan struktur sheetig joint dan D) Foto close up singkapan LP W6. ....	89
<b>Gambar 6.35.</b> Profil kasar Satuan Aglomerat Ngebel pada LP W1.....	90
<b>Gambar 6.36.</b> Litologi pada Satuan Breksi Piroklastik Aliran Ngebel 1 (PAN1), A) Foto singkapan breksi piroklastik aliran pada LP W7 dengan azimuth foto N39'E dan B) Foto close up singkapan breksi piroklastik aliran LP W7. C) singkapan breksi laharik pada LP W44 dengan azimuth foto N135'E dan D) Foto close up singkapan LP W45.....	91
<b>Gambar 6.37.</b> Profil kasar Satuan Breksi Piroklastik Aliran Ngebel 1 pada LP W45.....	92
<b>Gambar 6.38.</b> Litologi pada Satuan Breksi Piroklastik Aliran Ngebel 2 (PAN2), A). Foto singkapan breksi piroklastik aliran pada LP W40 dengan	

azimut foto N350'E dan B). Foto close up singkapan breksi piroklastik aliran LP W40.....	93
<b>Gambar 6.39.</b> Profil kasar Satuan Breksi Piroklastik Aliran Ngebel 2 pada LP W40.....	93
<b>Gambar 6.40.</b> Litologi pada Satuan Lava Ngebel (LN1), (A) Foto singkapan lava dasit memperlihatkan struktur autobreccia pada LP W26 dengan azimut foto N257'E dan B) Foto close up singkapan lava basalt andesitik LP W26. ....	95
<b>Gambar 6.41.</b> Foto sayatan tipis satuan Lava Ngebel 1 (LN1) berupa andesit hornblende (Strekeisen, 1978) perbesaran 4x. Mineral plagioklas (9A), hornblenda (4I), massa dasar (4B), mineral opa (5H), kuarsa (K10) dan piroksen (9J).....	96
<b>Gambar 6.42.</b> Profil kasar Satuan Lava Ngebel 1 pada LP W26.....	97
<b>Gambar 6.43.</b> Litologi pada Satuan Aglomerat Ngebel 2 (AGN2), (A) Foto singkapan aglomerat pada LP W56 dengan azimut foto W195'E dan B) Foto close up singkapan aglomerat LP W56. C) singkapan lava dasit pada LP W111 dengan azimut foto N135'E memperlihatkan struktur autobreccia dan D) Foto close up singkapan LP W111. ....	98
<b>Gambar 6.44.</b> Profil kasar Satuan Aglomerat ngebel 2 pada LP W56.....	99
<b>Gambar 6.45.</b> Litologi pada Satuan Lava Ngebel (LN2), (A) Foto singkapan lava dasit memperlihatkan struktur joint pada LP W53 dengan azimut foto N168'E dan B) Foto close up singkapan lava basalt andesitik LP W53.....	100
<b>Gambar 6.46.</b> Foto sayatan tipis satuan Lava Ngebel 2 (LN1) berupa andesit hornblend (Strekeisen, 1978) perbesaran 4x. Mineral plagioklas (3K), hornblenda (4D), massa dasar (8F), mineral opa (9K), kuarsa (10F) dan piroksen (6G).....	101
<b>Gambar 6.47.</b> Profil kasar Satuan Lava Ngebel 2 pada LP W53.....	102
<b>Gambar 6.48.</b> Peta Geologi dan citra DEM yang memperlihatkan struktur geologi daerah penelitian.....	103

<b>Gambar 6.49.</b> Kenampakan kelurusan sesar mendatar kiri pada bentang alam pada LP W83 (A,B) dengan azimut kamera N194'E dan LP W70 (C) dengan azimut kamera N30'E.....	104
<b>Gambar 6.50.</b> A). Kenampakkan Sesar Mendatar Kiri Talun pada LP W59 dengan azimut N70'E, B). Kenampakan SF dan GF pada LP W59. C). Kenampakkan Sesar Mendatar Kiri Talun pada LP W55 dengan azimut N256'E, D). Kenampakan SF dan GF pada LP W55.....	105
<b>Gambar 6.51.</b> Analisis stereografis Sesar Mendatar Kiri Talun.....	106
<b>Gambar 6.52.</b> Kenampakkan Sesar Turun Ngebel di lapangan. Kamera menghadap N273'E.....	106
<b>Gambar 6.53.</b> Analisis stereografis Sesar Turun Ngebel.....	107
<b>Gambar 7.1.</b> Foto sayatan tipis W59 satuan Lava Jeding (LJ) berupa Basalt (Strekeisen, 1978) perbesaran 40x. Mineral plagioklas (5L), massa dasar (5F), mineral opaq (1H), dan piroksen (2B).....	110
<b>Gambar 7.2.</b> Foto sayatan tipis W108 satuan Lava Kemlandingan 1 (LK1) berupa Andesit (Piroksen) (Strekeisen, 1978) perbesaran 40x. Mineral plagioklas (7H), Hornblend (6L), massa dasar (3M), mineral opak (5I), dan piroksen (10L).....	111
<b>Gambar 7.3.</b> Foto sayatan tipis satuan Lava Manyutan 1 (LM1) berupa Andesit (hornblenda) (Strekeisen, 1978) perbesaran 40x. Mineral plagioklas (5I), hornblenda (5E), massa dasar (10G), mineral opaq (3F), kuarsa (4L) dan piroksen (10D).....	113
<b>Gambar 7.4.</b> Foto sayatan tipis W53 satuan Lava Ngebel 2 (LN2) berupa Andesit (Hornblenda)/Dasit (Strekeisen, 1978) perbesaran 40x. Mineral plagioklas 3K), hornblend (4D), massa dasar (8F), mineral opak (9K), kuarsa (10F) dan piroksen (6G).....	114
<b>Gambar 7.5.</b> Diagram Harker (Unsur Utama) memperlihatkan proses diferensiasi magma.....	117
<b>Gambar 7.6.</b> (A). Hasil plotting spider diagram Primitive Mantle (Thompson RN, 1982) daerah telitian, (B). Pola Umum spider diagram Primitive Mantle (Thompson RN, 1982).....	120

<b>Gambar 7.7.</b> Digram laba-laba normalisasi kondrit unsur tanah jarang dari Sun dan McDonough (1989) dari batuan vulkanik Komplek Gunungapi Ngebel (Gumuk Jeding, Gumuk Kemlandingan, Gumuk Manyutan, dan Gumuk Ngebel).....	121
<b>Gambar 7.8.</b> Grafik klasifikasi batuan beku berdasarkan TAS Diagram ( $\text{SiO}_2$ vs $(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$ , dalam % berat) didapatkan hasil Basaltic andesite, Andesite, dan Dacite (after LeBas et.al., 1986; IUGS, 1989).....	123
<b>Gambar 7.9.</b> Diagram afinitas magmatik menurut Peccerillo dan Taylor (1976).....	124
<b>Gambar 7.10.</b> Lingkungan tektonik sampel Daerah Wilis dan sekitarnya berdasarkan diagram $\text{TiO}_2\text{--MnO--P}_2\text{O}_5$ menurut Mullen, (1983).....	126
<b>Gambar 7.11.</b> Hubungan seri magma dan lingkungan tektoniknya (Wilson, 2007). karakter dari lingkungan tektonik daerah penelitian.....	127
<b>Gambar 7.12.</b> Hasil plotting asal magma berdasarkan unsur jejak $2x\text{Nb}$ , $\text{Zr}/4$ , dan Y (Meschede, 1986).....	128
<b>Gambar 7.13.</b> Urutan Stratigrafi dan Fase Evolusi Magmatisme Komplek Gunungapi Ngebel.....	129
<b>Gambar 7.14.</b> Ilustrasi diagram blok sejarah geologi Fase Jeding (tanpa skala).....	130
<b>Gambar 7.15.</b> Ilustrasi diagram blok sejarah geologi Fase Kemlandingan (tanpa skala).....	132
<b>Gambar 7.16.</b> Ilustrasi diagram blok sejarah geologi Fase Manyutan (tanpa skala).	133
<b>Gambar 7.17.</b> Ilustrasi diagram blok sejarah geologi Fase Ngebel (tanpa skala).....	134
<b>Gambar 8.1.</b> Manifestasi Mata air panas Padusan.....	135
<b>Gambar 8.2.</b> Manifestasi Mudpool Banyulirang.....	136
<b>Gambar 8.3.</b> A). Manifestasi Batuan Teralterasi Padusan, B). Manifestasi Batuan Teralterasi Banyulirang.....	137
<b>Gambar 8.4.</b> Diagram $\text{SiO}_2$ vs $\text{SO}_3$ memperlihatkan anomali $\text{SO}_3$ terhadap fragmen batuan di lokasi manifestasi panasbumi. ....	137
<b>Gambar 8.5.</b> Grafik $\delta^{18}\text{O}$ vs suhu .....	142
<b>Gambar 8.6.</b> Grafik $\delta\text{D}$ vs suhu.....	143
<b>Gambar 8.7.</b> Diagram laba-laba normalisasi kondrit dari Thompson (1982) dari sampel fluida dan batuan beku vulkanik didaerah penelitian.....	145

<b>Gambar 8.8.</b> Diagram segitiga HCO <sub>3</sub> -Cl-SO <sub>4</sub> menurut Giggenbach (1991) untuk penentuan tipe dan kematangan fluida.....	147
<b>Gambar 8.9.</b> Diagram segitiga Na-K-Mg (Giggenbach, 1988) untuk mengestimasi suhu reservoir panas bumi serta penentuan kematangan fluida.....	148
<b>Gambar 8.10.</b> Grafik isotop D-18O (Giggenbach, 1992 dalam Powell dan Cumming, 2010).....	149
<b>Gambar. 9.1.</b> Model Konseptual Sistem Panasbumi Komplek Gunungapi Ngebel .....	151
<b>Gambar. 9.2.</b> Fenomena Air Kawah Ngebel yang dicemari gas belerang.....	152
<b>Gambar 9.3.</b> Diagram segitiga Li-B-Cl menurut Giggenbach (1991) untuk penentuan sumber fluida panas bumi.....	153
<b>Gambar. 9.4.</b> Penampang Gaya Berat yang menampilkan kondisi bagian bawah permukaan Gunung Wilis bagian Timur dari Komplek Vulkanik Gunung Wilis Bagian Barat (ESDM, 2017).....	154
<b>Gambar. 9.5.</b> Hasil cross-plot Na-K/Mg-Ca menunjukkan temperatur reservoir berkisar 264°C - 304°C.....	156
<b>Gambar. 9.6.</b> Jalur Kelurusan Struktur Geologi yang berada disekitar manifestasi panasbumi daerah penelitian.....	158

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.1</b> Posisi peneliti terhadap hasil peneliti terdahulu.....	5
<b>Tabel 2.1.</b> Klasifikasi sistem panas bumi berdasarkan tempratur.....	19
<b>Tabel 2.2.</b> Tata nama endapan piroklastik berdasarkan ukuran butir dan genetik (Modifikasi Fisher (1961) & Schmidt (1981) dalam Mcphie (1993).....	21
<b>Tabel 2.3.</b> Karakteristik seri magma berasosiasi dengan kondisi spesifik kondisi tektonik (Wilson, 2007).....	26
<b>Tabel 2.4.</b> Ringkasan parameter kunci Trace Element yang berguna dalam evaluasi model petrogenetik (Green (1980), dalam Wilson (1989)).....	27
<b>Tabel 3.1.</b> Rincian Waktu Penelitian.....	34
<b>Tabel 6.1.</b> Klasifikasi lereng berdasarkan van Zuidam (1985) dalam Bermana (2006).....	53
<b>Tabel 7.1.</b> Tabel modal mineralogi lava pada daerah telitian.....	109
<b>Tabel 7.2.</b> Data analisis kimia unsur utama batuan beku vulkanik di daerah telitian.....	115
<b>Tabel 7.3.</b> Data analisis kandungan <i>Trace Element</i> batuan beku vulkanik di daeah telitian.....	119
<b>Tabel 7.4.</b> Data analisis kandungan REE batuan beku vulkanik di daeah telitian..	120
<b>Tabel 7.5.</b> Data analisis kedalaman pembentukan magma daerah penelitian berdasarkan kandungan SiO <sub>2</sub> dan K <sub>2</sub> O.....	125
<b>Tabel 8.1.</b> Hasil pengukuran tempratur terhadap sampel air dilapangan.....	138
<b>Tabel 8.2.</b> Hasil analisis anion kation sampel air di Sumber Mata Air Dingin.....	139
<b>Tabel 8.3.</b> Hasil analisis anion kation sampel air di Mata Air Panas Padusan.....	140
<b>Tabel 8.4.</b> Hasil analisis anion kation sampel air di Mud Pool Banyulirang.....	141
<b>Tabel 8.5.</b> Hasil analisis anion kation sampel air di Telaga Ngebel.....	141
<b>Tabel 8.6.</b> Hasil analisis kandungan REE sampel air dan batuan didaerah penelitian.....	143
<b>Tabel 9.1.</b> Estimasi temperatur dengan geotermometer Na/K, SiO <sub>2</sub> , K-Mg, dan Na-K-Ca.....	156
<b>Tabel 9.2.</b> Rasio Unsur Anion Kation air daerah telitian (Nicholson, 1993).....	157