

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>UCAPAN TERIMAKASIH</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>SARI</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang Penelitian .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Maksud dan Tujuan .....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	4
1.6 Hasil Penelitian.....	4
<b>BAB II METODOLOGI DASAR TEORI PENELITIAN</b> .....	5
2.1 Metode Penelitian.....	5
2.1.1 Tahap Persiapan .....	5
2.1.2 Tahap Analisis dan Pengolahan Data.....	5
2.1.3 Tahap Kesimpulan .....	5
2.1.4 Diagram Alir .....	6
2.2 Dasar Teori .....	6
2.2.1 Sistem Panas Bumi .....	6
2.2.2 Klasifikasi Panas Bumi .....	6
2.2.3 Manifestasi Panas Bumi.....	13
2.2.4 Sistem Hidrotermal .....	15
2.2.5 Alterasi Hidrotermal .....	16
2.2.6 Geokimia Panas Bumi.....	18
2.2.7 Power Density (Kerapatan Daya) .....	38
<b>BAB III GEOLOGI REGIONAL</b> .....	44
3.1 Fisiografi Regional .....	44
3.2 Geologi Regional.....	45
3.3 Stratigrafi Regional .....	46
3.4 Struktur Geologi Regional.....	48
<b>BAB IV GEOLOGI SISTEM PANAS BUMI</b> .....	51
4.1 Sumber Panas .....	51
4.2 Permeabilitas .....	51
4.3 Temperatur .....	52
4.4 Alterasi Hidrotermal.....	52
4.5 Geokimia .....	53
4.6 Zona Tudung .....	53
4.7 Zona Reservoir .....	54

4.8 Model Konseptual .....	54
<b>BAB V GEOLOGI DAERAH TELITIAN .....</b>	<b>56</b>
5.1 Geomorfologi .....	56
5.1.1 Dasar Pembagian Satuan Bentuk Lahan .....	56
5.1.2 Satuan Bentuklahan Kepundan (V1) .....	58
5.1.3 Satuan Bentuklahan Lereng Vulkanik (V2).....	59
5.1.4 Satuan Bentuklahan Kaki Vulkanik (V3).....	59
5.1.5 Satuan Bentuklahan Dataran Fluvio-Vulkanik (V4).....	59
5.1.6 Satuan Bentuklahan Perbukitan Struktural (S2) .....	59
5.2 Pola Pengaliran.....	60
5.3 Stratigrafi.....	61
5.3.1 Korelasi Stratigrafi.....	63
5.3.1.1 Satuan Tuff Andesitik-Basaltik Sibanggor.....	63
5.3.1.2 Satuan Tuff Andesitik-Dasitik Roburan .....	64
5.3.1.3 Satuan Lava Dasit Sorik Marapi.....	64
5.4 Struktur Geologi .....	65
5.5 Sejarah Geologi .....	67
<b>BAB VI GEOKIMIA FLUIDA PANAS BUMI DAERAH PENELITIAN ...</b>	<b>68</b>
6.1 Jenis Air Panasbumi Menggunakan Diagram Cl-SO <sub>4</sub> -HCO <sub>3</sub> .....	68
6.2 Asal Air Panasbumi Menggunakan Diagram Cl-B-Li .....	73
6.3 Keseimbangan Fluida Panasbumi Menggunakan Diagram Na-K-Mg.....	77
6.4 Proses Air Manifestasi terhadap Air Reservoir .....	78
6.5 Proses Isotop δ <sup>18</sup> O vs δ <sup>2</sup> H .....	79
6.6 Geoindikator Air.....	80
6.7 Penentuan Asal Gas Panasbumi dengan Diagram N <sub>2</sub> -He-Ar .....	82
6.8 Diagram N <sub>2</sub> -CO <sub>2</sub> -Ar .....	83
6.9 Diagram CO <sub>2</sub> -H <sub>2</sub> S-NH <sub>3</sub> .....	84
6.10 Geoindikator Gas.....	85
6.10.1 Geoindikator CO <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> .....	85
6.10.2 Geoindikator CO <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> S .....	86
6.11 Analisis Keseimbangan Ion.....	86
6.12 Geothermometer Na-K .....	89
6.13 Geothermometer Silika.....	90
6.14 Geotermometer Na-K-Mg .....	91
6.15 Geotermometer Gas Arnorsson dan Gunlaugsson .....	91
6.16 Cross-Plot CHCO-HAR .....	92
6.17 Evaluasi Temperatur Reservoir Lapangan Panas Bumi Sorik Marapi dan Sampuraga .....	93
<b>BAB VII PERHITUNGAN ESTIMASI CADANGAN MENGGUNAKAN METODE POWER DENSITY .....</b>	<b>94</b>
<b>BAB VIII MODEL KONSEPTUAL PANAS BUMI .....</b>	<b>99</b>
<b>BAB IX KESIMPULAN .....</b>	<b>104</b>

<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	106
<b>LAMPIRAN</b> .....	115

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Alir Penelitian .....	6
Gambar 2.2 Klasifikasi Sistem Panasbumi Berdasarkan Temperatur .....	7
Gambar 2.3 Klasifikasi Sistem Panasbumi menurut Nicholson (1993).....	7
Gambar 2.4 Model konseptual sistem panasbumi low relief (Nicholson, 1993)....	9
Gambar 2.5 Model konseptual sistem panasbumi High Relief (Nicholson, 1993)10	
Gambar 2.6 Model konseptual sistem panas bumi dominasi uap (Nicholson, 1993) .....	11
Gambar 2.7 Diagram segitiga Cl- SO <sub>4</sub> -HCO <sub>3</sub> (Giggenbach., 1991 dalam Powell dan Cumming, 2010).....	22
Gambar 2.8 Diagram Na-K-Mg (Giggenbach, 1991 dalam Powell dan Cumming, 2010) .....	24
Gambar 2.9 Diagram segitiga Cl-Li-B (Giggenbach, 1991 dalam Powell dan Cumming, 2010) .....	25
Gambar 2.10 Diagram Entalpi Klorida .....	26
Gambar 2.11 Diagram $\delta^{18}\text{O}$ vs $\delta^2\text{H}$ (Giggenbach, 1992 dalam Powel dan Cummings, 2010).....	27
Gambar 2.12 Grafik $\delta^{18}\text{O}$ vs $\delta^2\text{H}$ untuk interpretasi proses yang terjadi dalam siklus hidrologi (Modifikasi dari Geyh, 2000 dalam Prasetio, 2020).....	28
Gambar 2.13 Diagram N <sub>2</sub> -He-Ar .....	31
Gambar 2.14 Gambar Diagram N <sub>2</sub> - CO <sub>2</sub> - Ar.....	32
Gambar 2.15 Diagram CO <sub>2</sub> -H <sub>2</sub> S-NH <sub>3</sub> .....	32
Gambar 2.16 Cross-Plot CHCO-HAR .....	37
Gambar 2.17 Perbandingan Power Density vs Temperatur Reservoir Rata-Rata (Wilmarth dan Maxwell, 2015).....	39
Gambar 2.18 Perbandingan Pembaharuan Power Density vs Temperatur Reservoir Rata-Rata 103 Lapangan Panas Bumi di Dunia (Wilmarth dkk, 2020).....	40
Gambar 3.1 Peta Geologi Regional Lembar Lembar Lubuk Sikaping (Modifikasi dari D.T. Aldiss, dkk., 1983).....	46
Gambar 3.2 Model struktur regional pull apart basin daerah penelitian (Rock dkk., 1983 dalam Barber dkk., 2005).....	49
Gambar 3.3 Peta Penyebaran Struktur Geologi (Agastya dkk, 2018) .....	50
Gambar 3.4 Tektonik Regional dan Cekungan Pulau Sumatera (Bishop, 2000)..	44
Gambar 4.1 Model Konseptual Prospek Panasbumi Sorik Marapi-Roburan dan Sampuraga (Rezky dan Darmawan, 2015).....	55
Gambar 5.1 Peta Geomorfologi Daerah Penelitian.....	58
Gambar 5.2 Pola Pengaliran Daerah Penelitian .....	60
Gambar 5.3 Stratigrafi Lokal Daerah Penelitian.....	63
Gambar 5.4 Peta Geologi Daerah Penelitian.....	65
Gambar 5.5 Peta Lineament Density .....	66
Gambar 6.1 Diagram segitiga Cl-SO <sub>4</sub> -HCO <sub>3</sub> .....	68
Gambar 6.2 Peta lokasi persebaran manifestasi .....	72
Gambar 6.3 Peta Persebaran Jenis Air Manifestasi .....	73

Gambar 6.4 Diagram segitiga Cl-Li-B (Giggenbach, 1991 dalam Powell dan Cumming, 2010) .....	74
Gambar 6.5 Diagram Perbandingan Rasio Cl vs B dalam Penentuan Kesamaan Reservoir (Nicholson, 1993) .....	76
Gambar 6.6 Diagram Na-K-Mg Sistem Sibangor (kiri) dan Sistem Sampuraga (kanan) (Giggenbach, 1991 dalam Powell dan Cumming, 2010).....	77
Gambar 6.7 Diagram Entalpi Klorida Sistem Sorik Marapi (kiri) dan Sistem Sampuraga (kanan).....	78
Gambar 6.8 Proses Isotop $\delta^{18}\text{O}$ vs $\delta^2\text{H}$ Sistem Sorik Marapi (kiri) dan Sistem Sampuraga (kanan) (Powel dan Cumming, 2010) .....	79
Gambar 6.9 Peta Persebaran Rasio Na/K.....	80
Gambar 6.10 Peta persebaran manifestasi gas .....	81
Gambar 6.11 Diagram $\text{N}_2\text{-He-Ar}$ .....	82
Gambar 6.12 Diagram $\text{N}_2\text{-CO}_2\text{-Ar}$ .....	83
Gambar 6.13 Diagram $\text{CO}_2\text{-H}_2\text{S-NH}_3$ .....	84
Gambar 6.14 Peta Perbandingan Rasio $\text{CO}_2/\text{H}_2$ .....	85
Gambar 6.15 Peta Perbandingan Rasio $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{S}$ .....	86
Gambar 6.16 Diagram Na-K-Mg dalam Penentuan Temperatur .....	91
Gambar 6.17 Cross-Plot CHCO-HAR .....	93
Gambar 6.18 Referensi Power Density menurut Wilmarth dkk (2020) pada Reservoir Sistem Sorik Marapi (kiri) dan Reservoir Sistem Sampuraga (kanan)	95
Gambar 6.19 Grafik Distribusi Probabilitas Frekuensi dan Frekuensi Kumulatif Power Density Sistem Sorik Marapi (kiri) dan Sistem Sampuraga .....	95
Gambar 7.1 Plotting Lokasi Penelitian terhadap Power Density vs Temperatur Reservoir menurut Wilmarth dkk (2020).....	96
Gambar 7.2 Peta Probabilitas P10-P50-P90.....	98
Gambar 8.1 Model Konseptual Lapangan Panasbumi Sorik Marapi.....	103

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Waktu Penelitian Pelaksanaan Tugas Akhir .....	4
Tabel 2.1 Sistem Panasbumi Hidrotermal di Indonesia (Kasbini, 2010).....	16
Tabel 2.2 Tipe Fluida Panasbumi (Nicholson, 1993) .....	23
Tabel 2.3 Persamaan Geotermometer Na-K (Aribowo, 2011) .....	35
Tabel 2.4 Persamaan Geotermometer Gas (Aribowo, 2011) .....	37
Tabel 5.1 Klasifikasi Satuan Bentukasal menurut Van Zuidam (1983).....	57
Tabel 5.2 Klasifikasi Lereng menurut Van Zuidam (1983).....	57
Tabel 6.1 Jenis Air Manifestasi Daerah Penelitian .....	70
Tabel 6.2 Perbandingan Konsentrasi Cl/B .....	75
Tabel 6.3 Perbandingan Rasio Na/K.....	80
Tabel 6.4 Data Manifestasi Gas .....	81
Tabel 6.5 Perbandingan Rasio CO <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> .....	85
Tabel 6.6 Perbandingan Rasio CO <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> S .....	86
Tabel 6.7 Data Geokimia Air Manifestasi .....	88
Tabel 6.8 Hasil Perhitungan Geotermometer Na/K Fournier dan Giggenbach ..	90
Tabel 6.9 Hasil Perhitungan Geotermometer Silika .....	90
Tabel 6.10 Hasil perhitungan Geotermometer Gas (T dalam °C).....	92
Tabel 6.11 Hasil Perhitungan Temperatur dengan Metode Geotermometer Air ..	93
Tabel 6.12 Hasil Perhitungan Temperatur dengan Metode Geotermometer Gas .	93
Tabel 7.1 Hasil Perhitungan Power Density dan Estimasi Sumberdaya P10-P50- P90 Reservoir Sistem Sorik Marapi dan Sistem Sampuraga .....	97
Tabel 8.1 Tipe Aliran Tiap Manifestasi .....	100