

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
UCAPAN TERIMAKASIH	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
SARI.....	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latarbelakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Maksud dan Tujuan.....	3
1.4 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	3
1.5 Hasil Penelitian	4
1.6 Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2 METODOLOGI PENELITIAN	6
2.1 Metode Penelitian.....	6
2.1.1 Tahap Pendahuluan	6
2.1.2 Tahap Pengumpulan Data	6
2.1.3 Tahap Analisis dan Pengolahan Data.....	7
2.1.4 Tahap Penyusunan Laporan dan Penyajian Data	8

BAB 3	DASAR TEORI	10
3.1	Panas Bumi.....	10
3.1.1	Sistem Panas Bumi.....	10
3.1.2	Komponen Panas Bumi	11
3.1.3	Klasifikasi Sistem Panas Bumi	20
3.1.4	Manifestasi Panas Bumi Dipermukaan	36
3.2	Hidrotermal	39
3.2.1	Endapan Hidrotermal	39
3.2.2	Alterasi Hidrotermal.....	40
3.2.3	Kontrol Temperatur dan pH terhadap alterasi-mineralisasi	41
BAB 4	GEOLOGI REGIONAL SULAWESI UTARA	46
4.1	Fisiografi Regional.....	46
4.2	Stratigrafi Regional	48
4.3	Struktur Geologi Regional	53
BAB 5	GEOLOGI DAERAH TOMOHON SELATAN.....	56
5.1	Geomorfologi Daerah Penelitian.....	56
5.1.1	Pola Pengaliran.....	56
5.1.2	Dasar Pembagian Satuan Bentuklahan.....	57
5.2	Vulkanistratigrafi	61
5.3	Struktur Geologi.....	72
5.3.1	Pola Kelurusan	72
5.3.2	Sesar	73
BAB 6	KARAKTERISTIK SISTEM PANAS BUMI BERDASARKAN ALTERASI HIDROTERMAL	75
6.1	Alterasi Hidrotermal.....	75
6.1.1	Alterasi Hidrotermal Bawah Permukaan.....	75

6.1.2	Distribusi Mineral Hidrotermal.....	75
6.1.3	Sumur GTA-32.....	81
6.1.3.1	Gambaran Umum sumur GTA-32.....	81
6.1.3.2	Litolgi sumur GTA-32	81
6.1.3.3	Vulkanostratigrafi GTA-32	82
6.1.3.4	Alterasi mineral sumur GTA-32	82
6.1.3.5	Zona alterasi sumur GTA-32.....	82
6.1.3.6	Temperatur mineral yang hadir sumur GTA-32	85
6.1.4	Sumur GTA-42.....	87
6.1.4.1	Gambaran Umum sumur GTA-42.....	87
6.1.4.2	Litolgi sumur GTA-42	87
6.1.4.3	Vulkanostratigrafi GTA-42	88
6.1.4.4	Alterasi mineral sumur GTA-42	88
6.1.4.5	Zona alterasi sumur GTA-42.....	88
6.1.4.6	Temperatur mineral yang hadir sumur GTA-42	91
6.1.5	Sumur GTA-82.....	93
6.1.5.1	Gambaran Umum sumur GTA-82.....	93
6.1.5.2	Litolgi sumur GTA-82	93
6.1.5.3	Vulkanostratigrafi GTA-82	94
6.1.5.4	Alterasi mineral sumur GTA-82	94
6.1.5.5	Zona alterasi sumur GTA-82.....	94
6.1.5.6	Temperatur mineral yang hadir sumur GTA-82	97
6.1.6	Kesebandingan Khuluk	7
6.2	Geokimia Fluida Panas Bumi.....	100
6.2.1	Geokimia Fluida Sumur Panasbumi GTA-32	100
6.2.2	Geokimia Fluida Sumur Panasbumi GTA-82	104
6.3	Manifestasi Panas Bumi Daerah Penelitian	107
6.3.1	Fumarol <i>Linau (GTA-1)</i>	107

6.3.2	<i>Mata air panas Linau (GTA-2)</i>	108
6.3.3	<i>Mata air panas hangat (GTA-5)</i>	108
6.3.4	<i>Mudpool Leilem (GTA-6)</i>	109
6.3.5	Steamground <i>Pekuburan(GTA-7)</i>	110
6.3.6	Fumarol <i>Kasuratan (GTA-8)</i>	110
6.3.7	<i>Mata air panas Leilem (GTA-9)</i>	111
6.3.8	<i>Mata air hangat Tondangow (GTA-10)</i>	112
6.4	Hubungan Studi Alterasi terhadap Konseptual Permodelan Panasbumi daerah penelitian.....	112
6.5	Konseptual Panas Bumi	115
BAB 7	KESIMPULAN	118
	DAFTAR PUSTAKA	120

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Jadwal perencanaan tugas akhir	4
Tabel 3.1	Tabel klasifikasi sistem panasbumi berdasarkan temperatur	31
Tabel 6.1	Tabel distribusi mineral sumur GTA-32	83
Tabel 6.2	Geothermometer mineral (Reyes,1998) GTA-32.....	86
Tabel 6.3	Distribusi mineral sumur GTA-42	89
Tabel 6.4	Geothermometer mineral (Reyes,1998) sumur GTA-42.....	92
Tabel 6.5	Distribusi mineral sumur GTA-82	95
Tabel 6.6	Geothermometer mineral (Reyes,1998) sumur GTA-82.....	98
Tabel 6.7	Data anion dan kation sampel air sumur GTA-32.....	101
Tabel 6.8	Data anion dan kation sampel air sumur GTA-82.....	104

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Diagram alir pnelitian	9
Gambar 3.1	Distribusi kehadiran geothermal dari tektonik lempeng Rybach and Muffler, 1981.	13
Gambar 3.2	10 Negara penghasil geothermal.....	14
Gambar 3.3	Model konseptual dari sistem panasbumi batuan beku muda yang berada pada andesitic stratovolcano.....	17
Gambar 3.4	Konseptual model sistem tektonik geothermal.....	18
Gambar 3.5	Skema Tekanan dan temperatur pada sistem dominasi uap (Rybach and Muffler, 1981).	19
Gambar 3.6	Skema Tekanan dan temperatur pada sistem dominasi air (Rybach and Muffler, 1981).	20
Gambar 3.7	Klasifikasi Sistem Panasbumi (Nicholson,1993).....	20
Gambar 3.8	Konsep stuktur sistem panasbumi dominasi air pada low relief (Nicholson,1993).	22
Gambar 3.9	Konsep stuktur sistem panasbumi dominasi air pada high relief (Nicholson,1993).	23
Gambar 3.10	Konsep stuktur sistem panasbumi dominasi uap (Nicholson,1993).	24
Gambar 3.11	Sistem Panasbumi Geopressure (Bebout, dkk.,1978 Dalam Lund, 2007).....	25
Gambar 3.12	Model konseptual untuk sistem panasbumi liquid dominated berrelief tinggi menurut Hochstein & Browne (2000).....	27
Gambar 3.13	Model konseptual yang sudah disederhanakan untuk sistem panasbumi yang memiliki dua fase fluida pada reservoarnya (natural two-phase system) menurut Hochstein & Browne (2000).....	28
Gambar 3.14	Model konseptual untuk sistem panasbumi yang fluidanya didominasi oleh fase gas (vapor dominated system) di kompleks gunungapi relief tinggi, dimana terdapat lapisan kondensat pada bagian atas dari reservoir menurut Hochstein & Browne (2000).	28

Gambar 3.15	Model konseptual untuk sistem panasbumi di daerah rifting kerak benua. Model dibuat berdasarkan pada sistem danau di Tanzania utara, Kenya dan Ethiopia (Hochstein & Browne, 2000).....	29
Gambar 3.16	Model konseptual untuk sistem panasbumi yang berkaitan dengan batuan beku intrusif pada zona fracture menurut Hochstein & Browne (2000).....	30
Gambar 3.17	Kumpulan himpunan mineral berdasarkan pH dan suhu Mineral Alterasi (Corbett and Leach, 1998).....	43
Gambar 3.18	Temperatur mineral (Reyes,1990).	44
Gambar 4.1	Zona Batas Lempeng Indonesia (Hall and Smyth, 2008).....	46
Gambar 4.2	Pembagian jalur fisiografi Sulawesi (Smith, 1983).	48
Gambar 4.3	Stratigrafi daerah Sulawesi utara (A.C Effendi dan S. S Bawono, 1997) edisi kedua.....	51
Gambar 4.4	Stratigrafi Daerah Sulawesi Utara.	52
Gambar 4.5	Struktur utama di sulawesi (Hamilton, 1979).....	54
Gambar 4.6	Model simple shear.....	55
Gambar 5.1	Pola Pengaliran dan diagram roset.....	57
Gambar 5.2	Peta Geomorfologi daerah penelitian.	59
Gambar 5.3	a). Kerucut Gunungapi Tampusu dan Danau Vulkanik, b) Kerucut Gunungapi Kasuratan.....	61
Gambar 5.4	Kolom stratigrafi daerah Penelitian (Modifikasi, Pertamina 2011).....	62
Gambar 5.5	Singkapan Breksi Piroklastik Lengkoan.....	64
Gambar 5.6	Sayatan tipis Lava andesit Lengkoan.....	65
Gambar 5.7	a) Singkapan Breksi Piroklastik Pangalombian, b) Khuluk Pangalombian.....	66
Gambar 5.8	Sayatan tipis Lava andesit Pangalombian.....	66
Gambar 5.9	Singkapan Lava andesit Kasuratan.....	67

Gambar 5.10	Sayatan tipis andesit Kasuratan.	68
Gambar 5.11	Singkapan Lava andesit Tampusu.	69
Gambar 5.12	Sayatan tipis lava andesit Tampusu.	69
Gambar 5.13	Singkapan Breksi piroklastik Linau.	70
Gambar 5.14	Sayatan tipis Lava andesit Linau.	71
Gambar 5.15	Kelurusan SRTM.	72
Gambar 5.16	Struktur Geologi pada daerah telitian.	74
Gambar 6.1	Kesebandingan litologi Sumur.	99
Gambar 6.2	Hasil Ternary Diagram Cl-SO ₄ -HCO ₃ (Giggenbach, 1988) sumur GTA-32.	102
Gambar 6.3	Hasil Ternary Diagram Na – K – Mg (Giggenbach, 1988) sumur GTA-32.	103
Gambar 6.4	Hasil Ternary Diagram Cl-100/Li-25/B (Giggenbach, 1988) sumur GTA-32.	103
Gambar 6.5	Hasil Ternary Diagram Cl-SO ₄ -HCO ₃ (Giggenbach, 1988) sumur GTA-82.	105
Gambar 6.6	Hasil Ternary Diagram Na – K – Mg (Giggenbach, 1988) sumur GTA-82.	106
Gambar 6.7	Ternary Diagram Cl-100/Li-25/B (Giggenbach, 1988) sumur GTA-82.	106
Gambar 6.8	Manifestasi panasbumi berupa fumarol.	107
Gambar 6.9	Manifestasi panasbumi berupa mata air panas.	108
Gambar 6.10	Manifestasi panasbumi berupa mata air hangat.	109
Gambar 6.11	Manifestasi panasbumi berupa mudpool.	109
Gambar 6.12	Manifestasi panasbumi berupa Steamground.	110
Gambar 6.13	Manifestasi panasbumi berupa fumarol.	111
Gambar 6.14	Manifestasi panasbumi berupa mata air panas.	111
Gambar 6.15	Manifestasi panasbumi berupa mata air hangat.	112

Gambar 6.16 Persebaran zona alterasi pada sumur daerah penelitian.....	114
Gambar 6.17 Penentuan zona Cap rock dan reservoir.....	115
Gambar 6.18 Konseptual model sistem panasbumi daerah penelitian.	117

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran Dalam Draft

Lampiran 1 Analisis Petrografi

Lampiran 2 Analisis XRD

Lampiran Dalam Kantong

Lampiran 3 Peta Pola Pengaliran

Lampiran 4 Peta Geomorfologi

Lampiran 5 Peta Vulkanostratigrafi

Lampiran 6 Penampang Kesebandingan vulkanostratigrafi Sumur 42, 82, dan 32

Lampiran 7 Penampang Persebaran Zona Alterasi pada Sumur Daerah Penelitian

Lampiran 8 Penampang Zona Cap Rock dan Reservoir Rock

Lampiran 9 Konseptual model sistem panasbumi daerah penelitian