

ABSTRAK

ANALISIS KANDUNGAN KIMIA MATA AIR PANAS DI DAERAH MAPOS KABUPATEN MANGGARAI TIMUR PROVINSI NUSA TENGGARA TIMUR UNTUK PENENTUAN KARAKTERISTIK RESERVOAR PANAS BUMI

Panas bumi merupakan salah satu energi alternatif yang dapat digunakan sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP). Penelitian geokimia panas bumi telah dilakukan di daerah Mapos, Kabupaten Manggarai Timur, Provinsi Nusa Tenggara Timur yang secara geografis terletak di 8° LU - 8.30° LS dan 119.30° - 12.30° BT. Gejala panas bumi di daerah Manggarai Timur dicirikan dengan adanya mata air panas yang berkisar antara $35 - 50^{\circ}\text{C}$ yang tersebar di 7 titik. Tujuan penelitian ini untuk menentukan karakteristik dan temperatur reservoir panas bumi berdasarkan kandungan kimia di 7 titik, yaitu mata air panas Mapos (APMP-1 dan APMP-2), Ranamasak (APRNM-1 dan APRNM-2) Ranaroko (APRNK), Compang Teber (APCT), dan Waelareng (APWL). Metode yang digunakan dalam penelitian ini ialah dengan metode titrasi untuk penentuan konsentrasi B, Cl^{-} , HCO_3^{-} , *Atomic Absorption Spectrofotometer* (AAS) untuk konsentrasi Na^{+} , K^{+} , Li^{+} , Ca^{+} , Mg^{+} , SiO_2 , serta konsentrasi anion seperti Cl^{-} , SO_4^{2-} dengan metode *Ion Chromatography* (IC). Penentuan temperatur reservoir di daerah Manggarai Timur dihitung dengan menggunakan geotermometer Na-K-Ca. Hasil analisis kandungan kimia mata air panas menunjukkan sampel APMP dan APCT termasuk ke dalam tipe air panas sulfat, APRNM dan APRNK termasuk ke dalam tipe air panas klorida, sedangkan APWL termasuk ke dalam tipe bikarbonat. Temperatur reservoir panas bumi Manggarai Timur didapat dari perhitungan geotermometer pada sampel mata air panas Ranamasak (APRNM-1) yaitu sekitar $251,97^{\circ}\text{C}$ dan termasuk sistem reservoir bertemperatur tinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa reservoir tersebut dapat dimanfaatkan untuk Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP).

Kata kunci : Panas bumi, reservoir, geotermometer, Pembangkit Listrik Tenaga Panas bumi.

ABSTRACT

CHEMICAL CONTENT ANALYSIS OF HOT SPRINGS IN MAPOS OF EAST MANGGARAI REGENCY OF EAST NUSA TENGGARA PROVINCE TO DETERMINED THE CHARACTERISTICS OF GEOTHERMAL RESERVOIR

Geothermal is one of alternative energy which can used as a Geothermal Power Plant. This geothermal geochemistry research has been done in Mapos, East Manggarai Regency, East Nusa Tenggara province which was geographically located at 8 – 8,30 South Latitude and 119,30 – 12,30 East Longitude. The indication of geothermal in East Manggarai area was characterized by the hot springs's temperature about 35-50 °C which spreaded in the 7 points. The purpose of this research was to determine the characteristics and temperature of geothermal reservoir based on chemical contents which spreaded in the 7 points. This ones were Mapos (APMP-1 and APMP-2), Ranamasak (APRNM-1 and APRNM-2), Ranaroko (APRNK), Compang Teber (APCT), and Waelareng (APWL) hot springs. The research methods which used were titration to determine B, Cl and HCO₃⁻ concentration, Atomic Absorbtion Specthrofotometer (AAS) to determine Na⁺, K⁺, Li⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, SiO₂ concentration and Ion Chromatography (IC) to determine anions Cl, SO₄²⁻. The reservoir temperature in East Manggarai area was calculated by using Na-K-Ca geothermometer. The analysis results of Mapos hot springs were included in the Sulfate type, Ranamasak and Ranaroko hot springs were included in the Chloride type, while Waelareng hot spring was included in the bicarbonate type. The reservoir temperature of East Manggarai was obtained from geothermometer calculation of Ranamasak hot spring sample (APRNM-1) was about 251,97 °C which was included in the high temperature system of reservoir. The results of this research described that reservoir in East Manggarai area can be used for Geothermal Power Plant.

Keywords : *Geothermal energy, reservoir, geothermometer, Geothermal Power Plant.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan *skripsi* yang merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana sains di jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah limpahkan kepada junjungan semesta alam Nabi Besar Muhammad SAW.

Skripsi yang berjudul “*Analisis Kandungan Kimia Mata Air Panas Di Daerah Mapos Kabupaten Manggarai Timur Provinsi Nusa Tenggara Timur Untuk Penentuan Karakteristik Reservoar Panas Bumi*” merupakan salah satu penelitian yang diaplikasikan untuk menunjang kebutuhan energi, khususnya di bidang listrik.

Dalam penyusunan laporan ini penulis banyak menemui kendala dan kesulitan. Namun kesulitan-kesulitan tersebut dapat dilewati berkat adanya motivasi, bantuan, petunjuk, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Tety Sudiarti, M.Si selaku pembimbing I yang telah meluangkan waktu, bimbingan serta motivasi selama penulis menyelesaikan tugas akhir.
2. Bapak Khoirun Nahar, S.Si selaku pembimbing II yang telah banyak membimbing dan mengarahkan selama penulis menyelesaikan tugas akhir.
3. Bapak Dr. Asep Supriadin M.Si, selaku Ketua Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung.
4. Seluruh jajaran Dosen Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang bermannfaat kepada penulis.
5. Bapak M. Nur Hadi, MT, kelompok keahlian panas bumi serta seluruh jajaran staf dan karyawan laboratorium Panas bumi di Pusat Sumber Daya Geologi.
6. Bapak, ibu dan keluarga besar atas doa dan segala pengorbanan yang telah diberikan kepada penyusun.
7. Rekan seperjuangan jurusan kimia angkatan 2010, dalam suka-duka, tawa, ceria gembira selalu bersama.

8. Sahabatku, Kurniadin sebagai partner selama tugas akhir yang selalu bersama dalam suka dan duka dalam menyelesaikan tugas akhir.
9. Seluruh Mahasiswa jurusan kimia yang telah memberikan motivasi, masukan, dan inspirasi.
10. Rekan-rekan di Himpunan Mahasiswa Sains Kimia (HIMASAKI) dan Ikatan Himpunan Mahasiswa Kimia Indonesia (Ikahimki) yang telah memberikan motivasi dan inspirasi.
11. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Tidak ada sesuatu yang sempurna, penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini dikarenakan keterbatasan wawasan dan ilmu pengetahuan, oleh karena itu adanya kritik dan saran yang membangun dari pembaca sangat diharapkan. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak kalangan civitas akademis maupun bagi masyarakat umum.

Bandung, Agustus 2014

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Panas Bumi	5
2.1.1 Perkembangan Panas Bumi	5
2.1.2 Energi Panas bumi di Indonesia	5
2.1.3 Sistem Panas Bumi	8
2.1.3.1 Sistem Hidrotermal Panas Bumi	8
2.1.3.2 Gas-gas dalam sistem panas bumi	10
2.2 Kandungan Kimia dalam Mata Air Panas	11
2.3 Indikator Kimia Terhadap Reservoar Panas Bumi	14
2.4 Reservoar Panas Bumi	15
2.5 Geokimia	16
2.5.1 Geoindikator	16
2.5.2 Geotermometer Air	19
2.5.3 Geotermometer Gas	22
2.5.4 Keseimbangan Ion (<i>Ion Balance</i>)	23

2.6	Tipe Air di Daerah Panas Bumi.....	23
2.6.1	Tipe klorida.....	24
2.6.2	Tipe Sulfat.....	24
2.6.3	Tipe Bikarbonat.....	24
2.6.4	Tipe Sulfat-Bikarbonat.....	24
2.6.5	Aplikasi Penentuan Mata Air Panas.....	25
2.7	Pemanfaatan Energi Panas Bumi.....	26
2.8	Spektrofotometri Serapan Atom	27
2.9	Ion Kromatografi	31
BAB III METODE PENELITIAN		33
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian.....	33
3.2	Alat, Bahan, dan Instrumentasi	33
3.3	Prosedur Penelitian	34
3.3.1	Preparasi Sampel.....	34
3.3.2	Analisis Kandungan Kimia	35
3.3.2.1	Penetapan Bicarbonat (HCO_3)	35
3.3.2.2	Penetapan Unsur Boron (B).....	35
3.3.2.3	Penetapan unsur (K^+ , Na^+ , Li^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Si) dengan AAS.....	36
3.3.2.4	Penetapan ion Cl^- dan F^- dan SO_4^{2-} dengan Ion Kromatografi	37
3.3.2.5	Penetapan unsur Cl^- Dengan Titrasi	37
3.3.3	Penentuan Tipe Mata Air Panas	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		39
4.1	Karakteristik Fisik Titik Pengambilan Sampel Mata Air Panas.....	39
4.1.1	Temperatur Mata Air Panas	40
4.1.2	Derajat Keasaman Mata Air Panas	41
4.1.3	Daya Hantar Listrik (DHL) Mata Air Panas	42
4.2	Hasil Analisis Kandungan Kimia	42
4.2.1	Hasil Analisis Kandungan Silika.....	43
4.2.2	Hasil Analisis Kandungan ion Sulfat, ion Klor dan ion Bikarbonat.....	44
4.2.3	Hasil Analisis Kandungan Kation.....	45
4.3	Karakteristik dan Tipe Air Panas.....	46
4.4	Perhitungan Temperatur Reservoir	49

4.5 Hubungan Kandungan Kimia Dengan Reservoar Panas Bumi	51
4.6 Pemanfaatan Reservoar Panas bumi.....	52
BAB V KESIMPULAN	53
5.1 Kesimpulan.....	53
5.2 Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA.....	54
LAMPIRAN	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Sejarah Perkembangan Panas Bumi Dunia.....	5
Gambar 2.2	Lokasi Tumbukan Lempeng di Indonesia.....	6
Gambar 2.3	Sejarah panas Bumi di Indonesia.....	7
Gambar 2.4	Sistem Panas Bumi.....	8
Gambar 2.5	Ciri-Ciri Geothermal Di Permukaan.....	8
Gambar 2.6	Sistem Hidrotermal Panas Bumi.....	9
Gambar 2.7	Diagram terner Cl-SO ₄ -HCO ₃	17
Gambar 2.8	Diagram terner Cl-Li-B	18
Gambar 2.9	Diagram terner Na-K-Mg	18
Gambar 2.10	Diagram terner N ₂ -CO ₂ -Ar.....	19
Gambar 2.11	Kelarutan Silika (SiO ₂) Dalam Air Pada Tekan Uap	20
Gambar 2.12	Diagram Terner Untuk Mengklasifikasi Air Panasbumi	25
Gambar 2.13	Skematik Spektrofotometer Serapan Atom.....	30
Gambar 2.14	Proses Atomisasi Atom.....	31
Gambar 2.15	Bagan komponen-komponen Ion Kromatografi.....	32
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian.....	34
Gambar 4.1	Temperatur Mata Air Panas Manggarai Timur	40
Gambar 4.2	Hasil Analisis pH Mata Air Panas	41
Gambar 4.3	Hasil Analisis DHL di Lapangan	42
Gambar 4.4	Hasil Analisis Kandungan Silika (SiO ₂).....	43
Gambar 4.5	Hasil Analisis Kandungan Anion.....	44
Gambar 4.6	Hasil analisis Kandungan Kation.....	45
Gambar 4.7	Tipe Mata Air Panas Daerah Manggarai Timur	47
Gambar 4.8	Diagram Segitiga Na-K-Mg.....	49

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Rasio Kandungan Kimia Mata Air Panas Daerah Manggarai Timur	51
Tabel 4.2 Perhitungan Temperatur Reservoar Dengan Geotermometer Na-K-Ca	51

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A Hasil Karakteristik Fisika Mata Air Panas Di Daerah Mapos	56
LAMPIRAN B Hasil Analisis Kandungan Kimia Mata Air Panas Mapos	58
LAMPIRAN C Perhitungan Persentase Anion dalam Penentuan Tipe Air	59
LAMPIRAN D Perhitungan Temperatur Reservoar Dengan Geotermometer Na-K-Ca...	64

DAFTAR ISTILAH

Absorpsi	=	Proses pengikatan/penyerapan molekul melalui proses kimia.
Anion	=	Unsur / senyawa yang bermuatan negative.
Diagram Cl-SO ₄ -HCO ₃	=	Diagram fasa yang menunjukkan perbandingan konsentrasi Cl, SO ₄ ²⁻ dan HCO ₃ ⁻ untuk penentuan temperatur reservoir panas bumi.
Energi panas bumi	=	Energi panas yang tersimpan di bawah permukaan beserta fluida yang terkandung didalamnya yang terjadi akibat adanya pemanasan oleh magma (gunung berapi).
Fluida Panas Bumi	=	Cairan / gas yang berada pada sistem panas bumi.
Fumarol	=	Lubang kecil yang memancarkan uap panas.
Geokimia	=	Metode penelitian panas bumi berdasarkan data kandungan kimia.
Geotermometer	=	Metode yang digunakan dalam perhitungan temperatur reservoir panas bumi berdasarkan kandungan kimia.
Kation	=	Unsur / senyawa yang bermuatan positif.
Kesetimbangan ion	=	Bilangan yang menyatakan perbandingan antara miliequivalen kation dan anion yang menunjukkan kualitas reservoir panas bumi.
Konduksi	=	Aliran/perambatan panas melalui medium padat.
Konveksi	=	Aliran/perambatan panas melalui medium cairan.
Mata air panas	=	Air panas di permukaan (kolam / sungai) yang memiliki temperatur diatas 30 °C
Permeabilitas	=	Bilangan yang menunjukkan batuan untuk mengalirkan fluida pada media berpori.
PLTP	=	Pembangkit Listrik Tenaga Panas bumi.
Porositas	=	Perbandingan volume pori-pori yang ditempati fluida terhadap volume total.
Reservoir panas bumi	=	Penyimpanan fluida panas bumi berupa uap dan air panas.
Zona <i>up flow</i>	=	Zona mata air panas secara vertikal tepat diatas reservoir panas bumi.
Zona <i>out flow</i>	=	Zona mata air panas secara vertikal jauh dari reservoir panas bumi.

*THE CHEMICAL CONSTITUENT OF HOT SPRINGS ANALYSIS
WHICH HAS BEEN DONE IN MAPOS
EAST MANGGARAI REGENCY EAST NUSA TENGGARA PROVINCE
TO DETERMINED THE CHARACTERISTICS GEOTHERMAL ENERGY
RESERVOIR*