

SKRIPSI

**KARAKTERISTIK FLUIDA MANIFESTASI PANAS BUMI
DAN PERKIRAAN TEMPERATUR BERDASARKAN
ANALISIS GEOKIMIA DAERAH DANAU RANAU DAN
SEKITARNYA, OGAN KOMERING ULU SELATAN,
SUMATERA SELATAN**



Pradana A. Arviano Zainal
03071381924042

**PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI
JURUSAN PERTAMBANGAN DAN GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2024**

**KARAKTERISTIK FLUIDA MANIFESTASI PANAS BUMI
DAN PERKIRAAN TEMPERATUR BERDASARKAN
ANALISIS GEOKIMIA DAERAH DANAU RANAU DAN
SEKITARNYA, OGAN KOMERING ULU SELATAN,
SUMATERA SELATAN**

Laporan ini sebagai bagian dari Tugas Akhir untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.)
pada Program Studi Teknik Geologi



Pradana A. Arviano Zainal
03071381924042

**PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI
JURUSAN PERTAMBANGAN DAN GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2024**

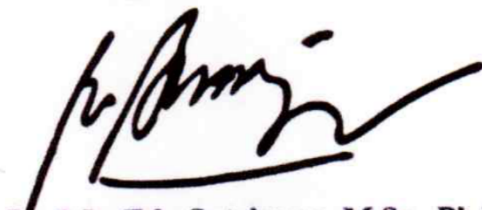
HALAMAN PENGESAHAN

KARAKTERISTIK FLUIDA MANIFESTASI PANAS BUMI DAN PERKIRAAN TEMPERATUR BERDASARKAN ANALISIS GEOKIMIA DAERAH DANAU RANAU DAN SEKITARNYA, OGAN KOMERING ULU SELATAN, SUMATERA SELATAN

Laporan ini sebagai bagian dari Tugas Akhir untuk memperoleh gelar Sarjana
Teknik (S.T.) pada Program Studi Teknik Geologi

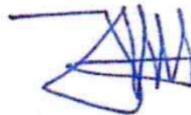
Palembang, 5 November 2024

Menyetujui,
Pembimbing I



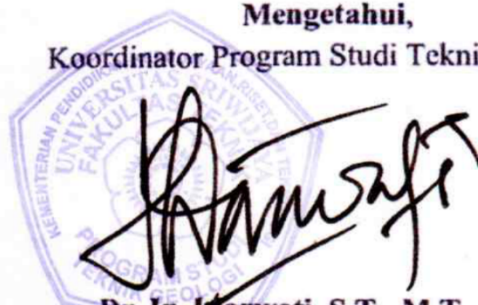
Prof. Ir. Edy Sutriyono, M.Sc., Ph.D.
NIP. 195812261988111001

Pembimbing II



M. Malik Ibrahim, S.Si., M.Eng.
NIP. 198807722019031007

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Teknik Geologi



Dr. Ir. Idarwati, S.T., M.T., IPM.
NIP. 198306262014042001

HALAMAN PERSERTUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir (Skripsi) ini dengan berjudul “Karakteristik Fluida Manifestasi Panas Bumi dan Perkiraan Temperatur Berdasarkan Analisis Geokimia Daerah Danau Ranau dan Sekitarnya, Ogan Komering Ulu Selatan, Sumatera Selatan” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Program Studi Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 28 Oktober 2024.

Palembang, 5 November 2024

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Tugas Akhir

Ketua: Dr. Ir. Idarwati, S.T., M.T., IPM

NIP. 198306262014042001

Anggota: Ir. Yogie Zulkurnia Rochmana, S.T, M.T

NIP. 198904222020121003

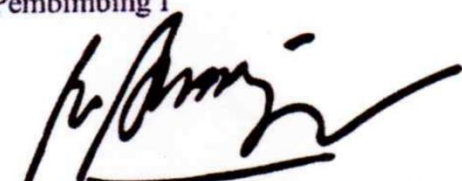
()
5 November 2024

()
5 November 2024

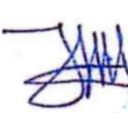
Palembang, 5 November 2024

Menyetujui,


Pembimbing I

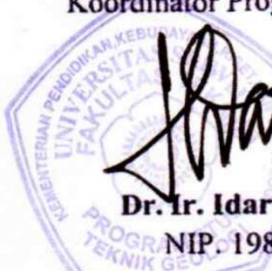

Prof. Ir. Edy Sutriyono, M.Sc., Ph.D.
NIP. 195812261988111001

Pembimbing II


M. Malik Ibrahim, S.Si., M.Eng.
NIP. 198807722019031007

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Teknik Geologi


Dr. Ir. Idarwati, S.T., M.T., IPM
NIP. 198306262014042001



HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Pradana Ahmad Arviano Zainal

NIM : 03071381924042

Judul : Karakteristik Fluida Manifestasi Panas Bumi dan Perkiraan Temperatur Berdasarkan Analisis Geokimia Daerah Danau Ranau dan Sekitarnya, Ogan Komering Ulu Selatan, Sumatera Selatan

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa dalam isi naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh pihak lain untuk mendapatkan karya atau pendapat yang telah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip (dalam naskah ini dan disebut dalam sumber kutipan dan daftar pustaka).

Apabila ternyata dalam naskah laporan ini dapat dibuktikan adanya unsur-unsur plagiat, saya bersedia laporan tugas akhir ini digugurkan dan gelar sarjana yang telah saya peroleh sarjana dibatalkan serta diproses sesuai peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 27 Tahun 2003 Pasal 25 Ayat 2 dan Pasal 70).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari siapapun.



Palembang, 28 Oktober 2024



Pradana A. Arviano Zainal
03071381924042

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, atas limpahan, rahmat dan karunia-Nya saya dapat menyelesaikan karya tulis berupa skripsi sebagai tugas akhir mahasiswa Program Studi Teknik Geologi Universitas Sriwijaya dengan judul “Karakteristik Fluida Manifestasi Panas Bumi dan Perkiraan Temperatur Berdasarkan Analisis Geokimia Daerah Danau Ranau dan Sekitarnya, Ogan Komering Ulu Selatan, Sumatera Selatan”. Pada kesempatan ini, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T., IPM. selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.
2. Dr. Ir. Idarwati, S.T., M.T., IPM. sebagai Koordinator Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.
3. Prof. Ir. Edy Sutriyono, M.Sc., Ph.D. sebagai dosen pembimbing I skripsi yang telah memberikan buah pikiran dan bantuan dalam penyusunan karya tulis ini.
4. Mochammad Malik Ibrahim, S.Si, M.Eng. selaku dosen pembimbing akademik dan pembimbing II skripsi yang telah membimbing dari awal perkuliahan.
5. Dr. Ir. Idarwati, S.T., M.T., IPM. dan Ir. Yogie Zulkurnia Rochmana, S.T, M.T. selaku dosen penguji sidang sarjana yang telah mengkritisi dan menambah pemahaman.
6. Seluruh Dosen dan Staf Program Studi Teknik Geologi yang telah memberikan ilmu yang berharga dan bermanfaat serta bantuan administratif selama berkuliah.
7. Kedua orang tua saya, Nida Marniawati, S.E. dan Hanafiah Putra Z., S.E., Adik (Pradnya Abhinaya Z.), serta seluruh keluarga besar yang selalu memberikan doa dan dukungan sehingga laporan ini dapat terselesaikan dengan baik.
8. Kakak dan adik keluarga besar HMTG “Sriwijaya”.
9. Rekan-rekan Mahasiswa Teknik Geologi Angkatan 2019.
10. M. Rizky Febrian, Jasmin Arya Alfalah, S.T, dan Rayhan Abiyyu yang telah banyak membantu dalam proses pengambilan data lapangan dalam penelitian Danau Ranau.
11. Teman-teman “Nuo Kost” yaitu M. Rizky Febrian, Bayu Adamsyah, Hanif Kurniadi, dan M. Rafly Susanto yang telah memberikan semangat, hiburan, dan bantuan dalam penyusunan laporan ini.
12. Chika Putri Annisa dan keluarga Boor yang telah memberikan motivasi tiada henti dalam penulisan laporan ini.

Semoga laporan yang telah dibuat dapat bermanfaat dan berguna bagi siapapun. Penulis mengharapkan kritik dan saran untuk memperbaiki laporan ini sehingga dapat bermanfaat bagi para pembaca. Akhir kata, penulis mengucapkan banyak terima kasih.

Palembang, 28 Oktober 2024
Penulis,



Pradana A. Arviano Z
NIM. 03071381924042

RINGKASAN

KARAKTERISTIK FLUIDA MANIFESTASI PANAS BUMI DAN PERKIRAAN TEMPERATUR BERDASARKAN ANALISIS GEOKIMIA DAERAH DANAU RANAU DAN SEKITARNYA, OGAN KOMERING ULU SELATAN, SUMATERA SELATAN.

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir, 28 Oktober 2024

Pradana A. Arviano Zainal, dibimbing oleh **Prof. Ir. Edy Sutriyono, M.Sc., Ph.D.** dan **Mochammad Malik Ibrahim, S.Si, M.Eng.**

xvi + 51 Halaman, 10 Tabel, 29 Gambar, 8 Lampiran

RINGKASAN

Karakterisasi fluida panas bumi dan sumber panas pada sistem panas bumi merupakan pertimbangan penting dalam studi kelayakan pemanfaatan sumberdaya panas bumi. Pertemuan lempeng Eurasia dan Indo-Australia di bagian baratdaya pulau Sumatera membentuk jalur orogenik Bukit Barisan dengan kemunculan manifestasi panas bumi. Daerah Danau Ranau merupakan sisa aktivitas Gunung purba Ranau dan terjadi *stratovolcano post-caldera* yang membentuk Gunung Seminung di bagian tenggara daerah penelitian. Penelitian ini dilakukan pada daerah Danau Ranau dan sekitarnya, Kabupaten Ogan Komering Ulu Selatan, Provinsi Sumatera Selatan yang memiliki potensi panas bumi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik fluida manifestasi dan perkiraan temperatur bawah permukaan sistem panas bumi dengan metode geokimia. Daerah penelitian secara geologi berada pada Formasi Gunung Api Muda (Qhvs) dengan produk piroklastik Gunung Seminung berupa breksi fragmen andesit dan tuf lapili. Penelitian ini menggunakan metode geoindikator dan geotermometer berdasarkan data komposisi unsur kimia yang dianalisis menggunakan *Atomic Absorption Spectrometer* (AAS) di laboratorium. Hasil analisis tersebut digunakan untuk menghitung persamaan geoindikator (Cl-SO₄-HCO₃, Cl-Li-B, dan Na-K-Mg) dan geotermometer (K/Mg, SiO₂, dan Na-K). Hasil perhitungan geoindikator Cl-SO₄-HCO₃ menunjukkan bahwa fluida termasuk kategori *immature water*. Geoindikator Cl-Li-B menunjukkan bahwa fluida terletak pada zona *Li loss or B* dan *Cl absorption*. Geoindikator Na-K-Mg menunjukkan bahwa fluida pada kondisi *immature equilibrium*. Perkiraan temperatur sistem panas bumi daerah penelitian dengan perhitungan geotermometer kimia K-Mg bernilai antara 70.9-86.3°C, silika *no-steam loss* bernilai antara 177.0-184.0°C, silika *max-steam loss* bernilai antara 165,7-171.5°C, dan Na/K bernilai antara 242.7-274.9°C.

Hasil perkiraan temperatur bawah permukaan dijadikan rujukan dalam pembuatan model tentatif bawah permukaan sistem panas bumi. Model tentatif bawah permukaan sistem panas bumi menunjukkan bahwa fluida manifestasi di seluruh lokasi pengambilan sampel berada pada zona *outflow*.

Kata Kunci: Geologi Daerah Danau Ranau, Geokimia, Geoindikator, Geotermometer, dan Model Tentatif Bawah Permukaan.

Palembang, 5 November 2024

Menyetujui,
Pembimbing I



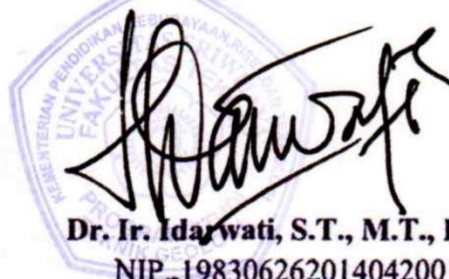
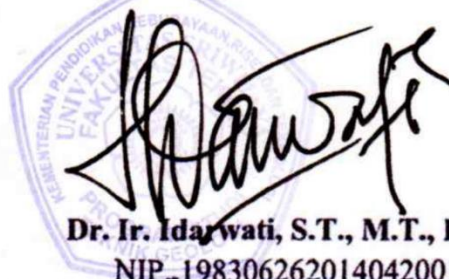
Prof. Ir. Edy Sutriyono, M.Sc., Ph.D.
NIP. 195812261988111001

Pembimbing II



M. Malik Ibrahim, S.Si., M.Eng.
NIP. 198807722019031007

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Teknik Geologi



Dr. Ir. Idarwati, S.T., M.T., IPM.
NIP. 198306262014042001

SUMMARY

CHARACTERISTICS OF GEOTHERMAL MANIFESTATION FLUIDS AND TEMPERATURE ESTIMATION BASED ON GEOCHEMICAL ANALYSIS IN THE LAKE RANAU AREA, OGAN KOMERING ULU SELATAN, SOUTH SUMATRA.

Scientific Paper written as a Final Project Report, October 28th, 2024

Pradana A. Arviano Zainal, supervised and guided by Prof. Ir. Edy Sutriyono, M.Sc., Ph.D. and Mochammad Malik Ibrahim, S.Si, M.Eng.

xvi + 51 pages, 10 Tables, 29 Figures, 8 appendices

SUMMARY

Geothermal manifestation fluid and heat source characterization are key considerations in feasibility study step towards the utilization of geothermal resource. The confluence of Eurasian and Indo-Australian plates along the southwestern edge of Sumatra formed Bukit Barisan as an orogenic belt, which contains geothermal manifestations. Lake Ranau is formed as a remnant of the ancient Mount Ranau's volcanic activity, which also configurates a post-caldera stratovolcano Mount Seminung on the southeast part of the study area. This research was done in Ranau Lake area, South Ogan Komering Ulu Regency, South Sumatra Province with significant geothermal potential. The research aims to determine the characteristics of the manifested fluids and estimate the subsurface temperature of the geothermal system using geochemical methods. Geologically, the study area is situated on Young Volcanic Rocks Formation (Qhvs), composed of pyroclastic rocks from Mount Seminung such as andesitic fragmented breccia and lapilli tuffs. This research utilizes geoinicator and geothermometer method using geochemistry composition data analyzed using Atomic Absorption Spectrometer (AAS) in a laboratory. The analysis results are then calculated using chemical geoinicator equations (Cl-SO₄-HCO₃, Cl-Li-B, and Na-K-Mg) and chemical geothermometers (K/Mg, SiO₂, and Na-K). The Cl-SO₄-HCO₃ geoinicator result indicates that the manifested fluid is classified as immature water. The Cl-Li-B geoinicator suggests that the geothermal manifestation fluid is in Li loss or B and Cl absorption category. The Na-K-Mg geoinicator indicates the fluid is in immature equilibrium condition. Estimated temperatures of the geothermal system in the study area calculated using the K-Mg chemical geothermometer is estimated to be ranged at 70.9-86.3°C. The no-steam loss silica geothermometer estimates a temperature range of 177.0-184.0°C, the max-steam loss silica geothermometer estimates a range of 165.7-171.5°C, and the Na/K geothermometer estimates a range of 242.7-274.9°C.

The tentative subsurface model is then constructed referring to the results of estimated subsurface temperature of the geothermal system. The model shows that the manifestation system in all sampling locations is on the outflow zone.

Keywords: Geology of Lake Ranau, Geochemistry, Geoindicator, Geothermometer, and Tentative Subsurface Model.

Palembang, November 5th, 2024

Agreed by,
Ist Supervisor



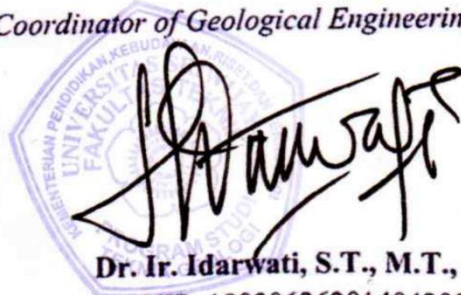

Prof. Ir. Edy Sutriyono, M.Sc., Ph.D.
NIP. 195812261988111001

IInd Supervisor



M. Malik Ibrahim, S.Si., M.Eng.
NIP. 198807722019031007

Acknowledged by,
Coordinator of Geological Engineering Department



Dr. Ir. Idarwati, S.T., M.T., IPM.
NIP. 198306262014042001

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSERTUJUAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS SKRIPSI Error! Bookmark not defined.	
KATA PENGANTAR	Error! Bookmark not defined.
RINGKASAN	vii
SUMMARY	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan.....	2
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Lokasi dan Kesampaian Daerah.....	3
BAB II GEOLOGI REGIONAL	4
2.1 Tatanan Tektonik Regional	4
2.2 Stratigrafi Regional	6
2.3 Struktur Geologi Regional	9
BAB III TINJAUAN PUSTAKA	12
3.1 Sistem Panas Bumi Sumatera.....	12
3.1.1. Sumber Panas (<i>Heat Source</i>).....	14
3.1.2. Fluida Panas Bumi.....	15
3.1.3. Reservoir.....	15
3.1.4. Batuan Penutup (<i>Caprock</i>)	15

3.2	Manifestasi Panas Bumi	16
3.3	Alterasi Hidrotermal dan Geokimia Fluida Panas Bumi.....	18
3.3.1	Temperatur Air Pada Sistem Panas Bumi	19
3.3.2	Tingkat Keasaman Air Manifestasi Panas Bumi	19
3.3.3	Geoindikator	19
3.3.4	Geotermometer	21
3.4	Pemodelan Bawah Permukaan	23
BAB IV METODE PENELITIAN		24
4.1	Tahap Pendahuluan	25
4.2	Pemetaan Geologi	25
4.3	Pengumpulan Data	25
4.3.1	Data Primer.....	25
4.3.2	Data Sekunder.....	28
4.4	Analisis dan Pengolahan Data.....	29
4.4.1.	Analisis <i>Studio</i>	29
4.4.2.	Analisis Data Geokimia.....	29
4.5	Model Tentatif Bawah Permukaan Sistem Panas Bumi.....	30
4.6	Penyusunan Laporan	30
4.7	Publikasi Hasil	30
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....		31
5.1	Geologi Lokal.....	31
5.1.1	Geomorfologi.....	31
5.1.2	Stratigrafi	33
5.1.3	Struktur Geologi	35
5.2	Deskripsi dan Pengamatan Titik Manifestasi Panas Bumi	36
5.3	Hasil Analisis Geokimia	38
5.3.1	Perhitungan dan Interpretasi Geoindikator	39

5.3.2 Perhitungan dan Interpretasi Geotermometer.....	43
5.4 Model Tentatif Bawah Permukaan.....	46
5.5 Pembahasan.....	49
BAB VI.....	51
KESIMPULAN	51
DAFTAR PUSTAKA.....	xiv

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Alur perjalanan dari Kota Palembang dan lokasi administratif daerah penelitian	3
Gambar 2. 1 Pembagian lempeng mikro pembentuk pulau Sumatera.....	5
Gambar 2. 2. Sayatan evolusi lempeng pulau Sumatera (Barber et al., 2005)	6
Gambar 2. 3 Korelasi Satuan Peta formasi pada peta geologi lembar Baturaja	6
Gambar 2. 4 Visualisasi Sistem Sesar Sumatera (Barber et al., 2005)	9
Gambar 2. 5 Kinetika Struktur menurut Pulunggono (1986)	10
Gambar 2. 6 Peta persebaran struktur geologi dan penampang pada daerah penelitian (Sugianto et al., 2011).....	11
Gambar 3. 1 Pengaruh Sistem Sesar Sumatera dalam sistem panas bumi pulau Sumatera	12
Gambar 3. 2 Persebaran sumber panas bumi di pulau Sumatera.....	13
Gambar 3. 3 Model perpindahan panas bumi busur vulkanik.	14
Gambar 3. 4 Diagram segitiga Cl-SO ₄ -HCO ₃ (Giggenbach, 1984).....	20
Gambar 3. 5 Diagram segitiga Cl-Li-B menurut Giggenbach (1984).....	20
Gambar 3. 6 Diagram segitiga Na-K-Mg menurut Giggenbach (1984).	21
Gambar 3. 7 Visualisasi gradien temperatur natural dan persebaran panas vertikal Gunung Seminung (Afiat et al., 2021)	23
Gambar 4. 1 Diagram alir penelitian.....	24
Gambar 4. 2 Konsep shearing fase 1 dan 2 konsep Harding (T. P. Harding, 1973).....	26
Gambar 4. 3 Konsep shearing fase 3 konsep Harding (T. P. Harding, 1973)	26
Gambar 4. 4 Alat dan bahan yang digunakan dalam pengambilan sampel air panas a.) pH meter, b.) thermometer, c.) botol HDPE, d.) asam nitrat, e.) kertas saring 0.45micron, f.) gayung dan g.) corong.	28
Gambar 5. 1 Longsor jenis <i>translational slide</i> di desa Heni Arong.....	32
Gambar 5. 2 Kolom stratigrafi daerah penelitian	33
Gambar 5. 3 Profil satuan batuan Breksi andesit dalam Formasi Batuan Gunungapi Kuarter Muda (Qhv)	34
Gambar 5. 4 Satuan batuan tuf pada Formasi Batuan Gunungapi Muda.....	34
Gambar 5. 5 Peta <i>Lineament</i> daerah penelitian	36
Gambar 5. 6 Diagram geoindikator Cl-SO ₄ - HCO ₃	40
Gambar 5. 7 Diagram geoindikator Cl-Li-B.....	42

Gambar 5. 8 Diagram geoindikator Na-K-Mg.....	43
Gambar 5. 9 Sayatan penampang A-B-C.....	47
Gambar 5. 10 Model tentatif bawah permukaan daerah Penelitian	48

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Perbandingan posisi topik penelitian dengan kajian terdahulu.....	2
Tabel 5. 1 Tabel karakteristik manifestasi.....	37
Tabel 5. 2 Persentase kandungan unsur kimia pada semua sampel	39
Tabel 5. 3 Persentase kandungan klorida, sulfat, dan bikarbonat dalam sampel.....	40
Tabel 5. 4 Persentase anion-kation Cl-Li-B yang terkandung dalam sampel.....	41
Tabel 5. 5 Persentase kandungan unsur kation Na-K-Mg dalam sampel	43
Tabel 5. 6 Tabel hasil perhitungan geotermometer K-Mg.....	44
Tabel 5. 7 Hasil geotermometer <i>Silika No-Steam Loss</i> dan <i>Max-Steam Loss</i>	45
Tabel 5. 8 Perhitungan geotermometer Na-K.....	45
Tabel 5. 9 Nilai keseluruhan perhitungan geotermometer.....	46

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A – Tabulasi

Lampiran B – Peta Lintasan

Lampiran C – Peta Sebaran Batuan

Lampiran D – Peta Kemiringan Lereng

Lampiran E – Peta Geomorfologi

Lampiran F – Peta *Montage*

Lampiran G – Perhitungan Metode Geoindikator

Lampiran H – Perhitungan Metode Geotermometer

BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan landasan peneliti dalam melakukan penelitian yang dijelaskan lebih rinci dalam sub-bab. Kegiatan penelitian dilakukan dengan menggambarkan masalah yang akan dibahas dan dibagi menjadi latar belakang, maksud dan tujuan, rumusan masalah, batasan masalah, lokasi, serta lokasi dan ketersediaan daerah.

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara kepulauan yang terletak di salah satu kerangka tektonik paling aktif di dunia. Terbentuk atas pertemuan lempeng Indo-Australia, Pasifik, dan Eurasia, menyebabkan terbentuknya jalur magmatisme berupa pegunungan berapi aktif di sepanjang bentangan pulau Indonesia sebagai produk subduksi dan asosiasi ketiga lempeng tektonik (El Fandari et al., 2014). Jajaran pegunungan berapi yang ada membuat Indonesia juga termasuk dalam rangkaian *Ring of Fire*. Jalur orogenik di Indonesia merupakan *hotspot* manifestasi panas bumi dengan potensi untuk dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik. Selain gunung api aktif, gunung api purba juga memiliki potensi panas bumi yang juga dapat dimanfaatkan. Salah satunya berada di area sekitar Danau Ranau di Ogan Komering Ulu Selatan, Sumatera Selatan.

Berdasarkan lingkungan keterbentukannya dengan pendekatan kegeologian, sistem panas bumi di Indonesia didominasi panas bumi tipe vulkanik yang bersumber dari aktivitas gunung api khususnya pada bentangan busur vulkanik kuartar Sumatera, Jawa, Bali, Nusa Tenggara, hingga sebagian Maluku dan Sulawesi Utara. Secara umum, persyaratan utama pembentukan panas bumi adalah sumber panas yang besar (*heat source*), reservoir untuk perpindahan energi panas, dan lapisan penutup tempat terakumulasinya panas (*caprock*) (Marliska, 2011). Secara karakteristik, manifestasi panas bumi di daerah Danau Ranau dan sekitarnya berbentuk mata air panas yang diperkirakan muncul melalui struktur dengan beberapa sinter karbonat dan gelembung-gelembung gas yang kemungkinan berasal dari *magmatic water*. Sumber panas diduga berasal dari sisa magma pembentukan kerucut gunungapi Seminung yang berada di bagian tengah daerah penelitian (Bumi & Pusat Sumber Daya Mineral dan Panas Bumi (Indonesia), 2017).

Penelitian ini dilakukan di daerah Danau Ranau atas keunikan fitur geologi yang terbentuk. Selain Danau Ranau yang merupakan danau terbesar kedua di pulau Sumatera, terdapat Gunung Seminung yang merupakan sisa aktivitas Gunung Ranau dengan bentuk *stratovolcano post-caldera* sebagai bukti aktifnya sistem vulkanik di bawah permukaan (Muraoka et al., 2010). Dalam pembahasan struktur geologi yang bekerja, diketahui bahwa arah tegasan utama berarah utara selatan dan sesar yang terbentuk sebagai bagian dari Sistem Sesar Sumatera yang ada di permukaan menjadi jalur keluaran dari fluida manifestasi menurut Immanuel et al., (2019) dan Frans et al., (2022). Titik manifestasi panas bumi berada dalam zona *outflow* dan memiliki suhu reservoir $>300^{\circ}\text{C}$ (Afiat et al., 2021). Secara karakteristik geokimia, manifestasi yang ditemukan di sekitar Danau Ranau merupakan hasil sistem panas bumi yang kestabilan kimiawinya *immature*, mengalami

pencampuran dari air permukaan, dan memiliki jenis alterasi hidrokimia berjenis argilik menurut Kusuma et al., (2005) dan Afiffah, H., (2021). Berdasarkan referensi dari penelitian terdahulu tersebut selanjutnya dilakukan pemetaan dan pengambilan sampel secara langsung sebagai tindak lanjut dari fitur dan gejala yang tampak dari penginderaan jarak jauh serta untuk mengetahui secara pasti penyebab dan karakteristik manifestasi panas bumi yang ada di daerah Danau ranau dan sekitarnya. Selain itu, penelitian ini juga dilakukan untuk dapat mengetahui bagaimana karakteristik sistem panas bumi yang ada dibawah permukaan seperti zonasi sistem panas bumi (*upflow* atau *outflow*), temperatur reservoir, dan tipe fluida reservoir.

Tabel 1. 1 Perbandingan posisi topik penelitian dengan kajian terdahulu

No	Peneliti, Tahun, Judul Penelitian	Geoindikator Cl-SO ₄ -HCO ₃	Geoindikator Cl-Li-B	Geoindikator Na-K-Mg	Geotermometer Na-K	Geotermometer SiO ₂	Geotermometer K-Mg	Analisis Struktur dan Lineament	Model Bawah Permukaan	Sintesa Geologi
1	Immanuel, Y., Meydi, B., Amin, M., & Kalidasa, F., 2019, Evaluation Geothermal Potential Using Fault and Fracture Density, Petrography, and Water Geochemistry Analysis; Case Study in Ranau Lake, Lampung									
2	Afiat, I.O., Rera, G.F., Wardoyo, G.K., Sutopo, Pratama, H.B., & Hamdani, M.R., 2021, Updated Conceptual Model and Resource Assessment Using Numerical Reservoir Simulation of Danau Ranau, Geothermal Field Indonesia									
3	Surbakti, A., F., H., Marbun, A., G., & Aditya, S., 2022, Kontrol Struktur Geologi Terhadap Potensi Panas Bumi Daerah Danau Ranau, Sumatera Selatan Dan Sekitarnya									
4	Afiffah, H., 2021, Identifikasi Daerah Prospek Reservoir Panas Bumi Danau Ranau Berdasarkan Analisa Data Gaya Berat Dan Kompilasi Dengan Data Geologi, Geokimia Serta Magnetotellurik									
5	Kusuma, D., S., Widodo, S., Bakrun, Suhanto, E., Mustang, A., Foe, I., M., Sulaeman B., 2005, Prospek Panas Bumi Di Daerah Danau Ranau, Lampung Dan Sumatera Selatan									
6	Zainal, P., A., A., 2024, Karakteristik Fluida Manifestasi Panas Bumi dan Perkiraan Temperatur Berdasarkan Analisis Geokimia Daerah Danau Ranau dan Sekitarnya, Ogan Komering Ulu Selatan, Sumatera Selatan									
Keterangan										
Objek Kajian Terdahulu										
Objek Kajian Terbaru										

1.2 Maksud dan Tujuan

Penelitian yang dilakukan di daerah Gunung Seminung dan sekitarnya dilakukan untuk mengetahui manifestasi panas bumi yang didasari oleh penelitian dan data terdahulu. Adapun tujuan dalam penelitian ini diantaranya:

1. Mengkaji kondisi geologi di daerah penelitian
2. Mengidentifikasi dan mendeskripsikan manifestasi berdasarkan pengamatan secara langsung
3. Menginterpretasi karakteristik fluida panas bumi berdasarkan hasil analisis geokimia dengan metode geoindikator Cl-SO₄-HCO₃, Cl-Li-B, dan Na-K-Mg
4. Memperkirakan temperatur sistem panas bumi daerah penelitian dengan perhitungan tiap-tiap geotermometer kimia
5. Menginterpretasikan model tentatif sistem panas bumi bawah permukaan di daerah penelitian

1.3 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini menyangkut beberapa hal yang diantaranya adalah:

1. Bagaimana kondisi manifestasi panas bumi di daerah penelitian
2. Bagaimana hasil analisis geoindikator dan geotermometer di daerah penelitian
3. Bagaimana penggambaran model tentatif sistem panas bumi bawah permukaan di daerah penelitian

1.4 Batasan Masalah

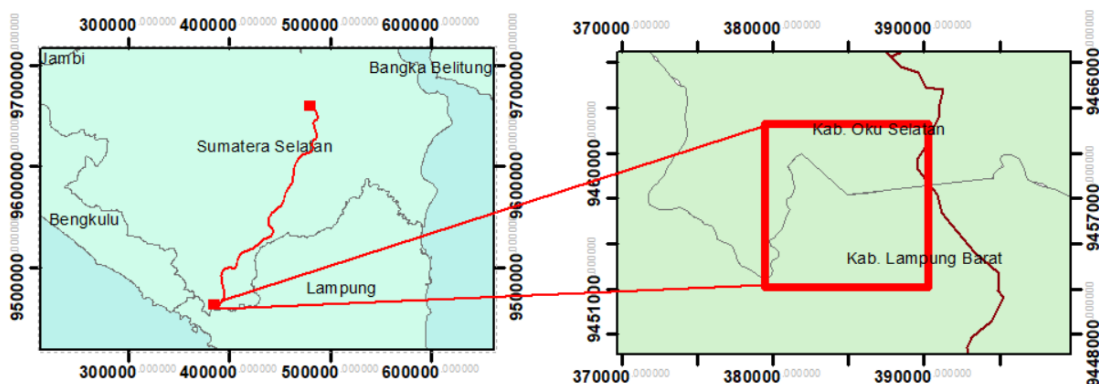
Untuk memfokuskan pembahasan yang dimaksudkan, penelitian yang dilakukan dibatasi oleh beberapa aspek yaitu:

1. Parameter geokimia hanya menggunakan data persentase anion-kation yang didapatkan dengan metode *Atomic Absorption Spectrometer* (AAS)
2. Jenis sampel yang digunakan diambil dari manifestasi panas bumi yang ada di daerah penelitian
3. Metode penentuan karakteristik panas bumi menggunakan formulasi geoindikator dan geotermometer air

1.5 Lokasi dan Kesampaian Daerah

Lokasi penelitian secara administratif berada di sekitar Danau Ranau Kabupaten Ogan Komering Ulu Selatan, Provinsi Sumatera Selatan. Dengan proyeksi UTM (*Universal Transverse Mercator*), daerah ini terletak pada koordinat 48M 380000 E – 392000 E dan 9462000 N - 9449200 N. Dalam geologi regional, daerah penelitian ini berada pada sisi barat daya dalam peta geologi lembar Baturaja (Gafoer et al., 1994) dengan skala 1:250.000.

Daerah penelitian terletak ± 336 km ke arah selatan dari kota Palembang. Sehingga, perjalanan menuju daerah penelitian memerlukan waktu ± 7 jam 30 menit dengan menggunakan transportasi darat. Alur perjalanan yang ditempuh dan letak daerah penelitian dapat dilihat pada gambar 1.1 dibawah ini.



Gambar 1. 1 Alur perjalanan dari Kota Palembang dan lokasi administratif daerah penelitian

DAFTAR PUSTAKA

- Afiat, I.O., Rera, G.F., Wardoyo, G.K., Sutopo, Pratama, H.B., & Hamdani, M.R., 2021, Updated Conceptual Model and Resource Assessment Using Numerical Reservoir Simulation of Danau Ranau, Geothermal Field Indonesia, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 732, <https://doi.org/10.1088/1755-1315/732/1/012027>
- Afiffah, H., 2021, Identifikasi Daerah Prospek Reservoir Panas Bumi Danauranau Berdasarkan Analisa Data Gaya Berat dan Kompilasi Dengan Data Geologi, Geokimia Serta Magnetotellurik, *Skripsi: Universitas Lampung*
- Aribowo, Y., 2011, Prediksi Temperatur Reservoir Panasbumi Dengan Menggunakan Metoda Geotermometer Kimia Fluida, *Jurnal Ilmiah Bidang Ilmu Kerekeyasaan "Teknik"*, vol. 32, <https://doi.org/10.14710/teknik.v32i3.1743>.
- Barber, A., J., Crow, M., J., & Milsom, J., 2005, *Sumatra: Geology, resources and tectonic evolution*, Geological Society Memoirs, London.
- Compton, R.R., 1985, *Geology in the Field*, John Wiley & Sons, Inc., New York, <https://books.google.co.id/books?id=pRwSAGAACAAJ>.
- Corbett, G., J., & Leach, T., M., 1998, Southwest Pacific Rim Gold-Copper Systems, *Society of Economic Geologists*, pp. 11-30, <https://doi.org/10.5382/SP.06>
- De Coster, G., L., 1974, The Geology of the Central and South Sumatra Basins, *IPA 3rd Ann Conv*, pp. 77–110, <https://doi.org/1029118/IPA67077110> .
- El Fandari, A., Daryanto, A., & Suprayitno, G., 2014, Pengembangan Energi Panas Bumi yang Berkelanjutan, *Semesta Teknika*, pp. 68–82.
- Ellis, A., J., 1977, Chemical and Isotopic Techniques in Geothermal Investigations, *Geothermics*, vol. 51, pp. 3–12, [https://doi.org/10.1016/0375-6505\(77\)90003-7](https://doi.org/10.1016/0375-6505(77)90003-7).
- Fournier, R., O., 1977, Chemical Geothermometers and Mixing Models for Geothermal Systems, *Geothermics*, vol. 51, pp. 41–50, [https://doi.org/10.1016/0375-6505\(77\)90007-4](https://doi.org/10.1016/0375-6505(77)90007-4).
- Francis, T., L., P., & Oppenheimer, C., 2003, *Volcanoes*, OUP Oxford, Oxvord, <https://books.google.co.id/books?id=EoG8QgAACAAJ>.
- Surbakti, A., F., H., Marbun, A., G., & Aditya, S., 2022, Kontrol Struktur Geologi Terhadap Potensi Panas Bumi Daerah Danau Ranau, Sumatera Selatan Dan Sekitarnya, *Jurnal Ilmah Dinamika Rekayasa*, vol.18, <http://dx.doi.org/10.20884/1.dr.2022.18.1.445>
- Gafoer, S., Amin, T., C., & Pardede, R., 1994, Peta Geologi Lembar Baturaja, Sumatera = Geological Map of The Baturaja Quadrangle, Sumatera, *Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi*.
- Giggenbach, W., F., 1984, Mass Transfer in Hydrothermal Alteration Systems—A Conceptual Approach, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, vol. 4812, pp. 2693–2711, [https://doi.org/10.1016/0016-7037\(84\)90317-X](https://doi.org/10.1016/0016-7037(84)90317-X).
- Giggenbach, W., F., 1988, Geothermal Solute Equilibria Derivation of Na-K-Mg-Ca Geoindicators, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, vol. 5212, pp. 2749–2765 [https://doi.org/10.1016/0016-7037\(88\)90143-3](https://doi.org/10.1016/0016-7037(88)90143-3).
- Guilbert, J., M., & Park Jr., C., F., 2007, *The Geology of Ore Deposits*. Waveland Press.

- Hall, R., 2013, Contraction and Extension in Northern Borneo Driven by Subduction Rollback, *Journal of Asian Earth Sciences*, vol. 76, pp. 399–411, <https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2013.04.010>.
- Harding, T., P., 1973, Newport-Inglewood Trend, California--An Example of Wrenching Style of Deformation, *AAPG Bulletin*, vol. 57, pp. 97-116, <https://doi.org/10.1306/819A424C-16C5-11D7-8645000102C1865D>.
- Hochstein, M., P., 1990, Classification and Assessment of Geothermal Resources, *UNITAR/UNDP Centre on Small Energy Sources*, Rome, <https://www.researchgate.net/publication/316876669>.
- Huggett, R., 2016, *Fundamentals of Geomorphology*, Taylor & Francis, Oxfordshire, <https://books.google.co.id/books?id=QQt6DQAAQBAJ>.
- Immanuel, Y., Meydi, B., Amin, M., & Kalidasa, F., 2019, Evaluation Geothermal Potential Using Fault and Fracture Density, Petrography, and Water Geochemistry Analysis; Case Study in Ranau Lake, Lampung, *Proceedings, 8th ITB International Geothermal Workshop*, <https://doi.org/10.5281/zenodo.3333743>.
- Kusuma, D., S., Widodo, S., Bakrun, Suhanto, E., Mustang, A., Foeh, I., M., & Sulaeman, B., 2005, Prospek Panas Bumi di Daerah Danau Ranau, Lampung dan Sumatera Selatan. *Kolokium Hasil Lapangan - SUBDIT PANAS BUMI ESDM*.
- Marliska, E., D., 2011, Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP), di Indonesia, *Buletin DJLPE Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral*, <http://www.djlpe.esdm.go.id/modules/news/mbldetail.Php>.
- Muraoka, H., Takahashi, M., Sundhoro, H., Dwipa, S., Soeda, Y., Momita, M., & Shimada, K., 2010, Geothermal Systems Constrained by The Sumatran Fault and Its Pull-Apart Basins in Sumatra, Western Indonesia, *Proceedings World Geothermal Congress*, pp. 1–9.
- Nicholson, K., 2012, *Geothermal Fluids: Chemistry and Exploration Techniques*, Springer, Berlin, <https://books.google.co.id/books?id=iVcICQAAQBAJ>.
- Pulunggono, A., 1986, Tertiary Structural Features Related to Extensional and Compressive Tectonics in the Palembang Basin, South Sumatra, *15th IPA Annual Convention Proceedings*, vol. 1, pp. 187-213, <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:140680461>.
- Potensi Panas Bumi Indonesia*, 2017, Direktorat Panas Bumi, Direktorat Jenderal Energi Baru, Terbarukan, Konservasi Energi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, <https://books.google.co.id/books?id=C9k3yAEACAAJ>.
- Saptadji, N., M., 2009, Karakterisasi Reservoir Panas Bumi, *Advanced Geothermal Engineering Training*, pp. 6–17.
- Goff, F., Janik C., J., 2010, Part VI - Geothermal Systems, in H. Sigurdsson, B. Houghton, H. Rymer, J. Stix & S. McNutt, *Encyclopedia of Volcanoes*, Academic Press, Cambridge, pp. 817-834, <https://books.google.co.id/books?id=02xTBVaPn50C>.
- Simmons, S., F., 2021, Geothermal Resources, in A. David & S., A., Elias (Eds), *Encyclopedia of Geology*, Elsevier Science, Amsterdam, pp. 708–722.
- Sugianto, A., Kholid, M., & Suhanto, E., 2011, Survei Magnetotelurik Daerah Panas Bumi Danau Ranau Lampung-Sumatera Selatan, *Buletin Pusat Sumber Daya Geologi*,

- Pemerintah Indonesia, 2014, *Undang-Undang Nomor 21 Tahun 2014 Tentang Panas Bumi*, Sekretariat Negara, Jakarta.
- White, T., L., 1996, Cryogenic Alteration of Clay and Silt Soil Microstructure Implications for Geotechnical Properties. *Carleton University*.
- Widyatmanti, W., Wicaksono, I., & Syam, P., D., R., 2016, Identification of Topographic Elements Composition Based on Landform Boundaries from Radar Interferometry Segmentation Preliminary Study on Digital Landform Mapping, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 37.