

MANIFESTASI PANAS BUMI SERTA REKOMENDASI PEMANFAATANNYA DI DESA KOTO SANI DAN SEKITARNYA, KECAMATAN X KOTO SINGKARAK, KABUPATEN SOLOK, PROVINSI SUMATRA BARAT

Bagus Adhitya^{1*}, Yunior Ryandri Putra¹, Arsyad Ar²

¹ Teknik Geologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi, Jl. Lintas Sumatra Jl. Jambi - Muara Bulian No.Km. 15, Mendalo Darat, Kec. Jambi Luar Kota, Kabupaten Muaro Jambi, Jambi 36122, Indonesia

² Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jambi, Jl. Lintas Sumatra Jl. Jambi - Muara Bulian No.Km. 15, Mendalo Darat, Kec. Jambi Luar Kota, Kabupaten Muaro Jambi, Jambi 36122, Indonesia

*email: bagusadhitya@unja.ac.id

ABSTRAK

Busur vulkanik atau volcanic arc yang memanjang di sisi Barat Pulau Sumatra. Desa Koto Sani, Kecamatan X Koto Singkarak, Kabupaten Solok, Provinsi Sumatra Barat merupakan salah satu daerah di Pulau Sumatra yang memiliki potensi panas bumi. Secara tatanan tektonik yang berkembang yaitu berupa struktur geologi berupa Sesar Sumatra segmen Sumani yang bergerak secara strike slip ke kanan atau dekstral. Struktur geologi inilah sebagai salah satu komponen utama pembentuk sistem panas bumi selain dari sumber panas, batuan reservoir, karakteristik stratigrafi dan lapisan penudung. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tatanan geologi, manifestasi panas bumi apa saja yang terdapat pada daerah penelitian dan estimasi suhu di bawah permukaan untuk rekomendasi pemanfaatannya. Metode penelitian yang dilakukan berupa interpretasi citra satelit peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) skala 1:25.000, pemetaan geologi permukaan, pengukuran karakteristik fisik fluida panas bumi, analisis geokimia fluida panas bumi (anion-kation) kemudian dilakukan plotting diagram segitiga Giggenbach dan perhitungan geotermometer panas bumi, serta analisis isotop ¹⁸O dan ²H. Daerah penelitian secara umum membentuk bentang alam perbukitan yang memanjang dengan lembah yang cukup curam sebagai hasil dari aktivitas tektonik berupa struktur geologi sebagai jalur migrasi fluida panas dari dalam reservoir keatas permukaan. Hal ini diperkuat dengan hasil interpretasi pola aliran sungai yaitu berkelok atau sub-dendritik dan memanjang atau disebut paralel sebagai indikasi adanya gangguan dari patahan atau sesar. Manifestasi panas bumi yang ditemukan berupa mata air panas atau hotspring, silika sinter dan batuan alterasi hidrotermal. Estimasi suhu di bawah permukaan yaitu 407,64°C dengan kategori bersuhu tinggi dan direkomendasikan untuk pemanfaatannya baik secara langsung seperti sektor pariwisata dan perikanan, serta pemanfaatan tidak langsung seperti pembangkit listrik energi panas bumi.

Kata Kunci: *Geokimia Fluida; Manifestasi Panas Bumi; Pemanfaatan Langsung dan Tidak Langsung*

ABSTRACT

[Geothermal Manifestations and Recommendations for Use in Koto Sani Village and Surrounding Area, District X Koto Singkarak, Solok District, West Sumatra Province] *The volcanic arc or volcanic arc that extends along the western side of Sumatra Island. Koto Sani Village, Kec. X Koto Singkarak, Solok Regency, West Sumatra Province is one of the areas on Sumatra Island that has geothermal potential. In terms of the developing tectonic order, namely in the form of a geological structure in the form of the Sumani segment of the Sumatra Fault which moves in a strike slip to the right or dextral. This geological structure is one of the main components forming the geothermal system apart from the heat source, reservoir rock, stratigraphic characteristics and the cap layer. This study aims to determine the geological setting, any geothermal manifestations found in the study area and estimate the temperature below the surface for recommendations for its use. The research method used was the interpretation of satellite imagery on the 1:25,000 scale of the Indonesian Rupa Bumi map (RBI), surface geological mapping, measurement of the physical characteristics of geothermal fluids, geochemical analysis of geothermal fluids (anion-cation) and then plotting Giggenbach's triangle diagram and geothermal geothermal calculations, as well as analysis of ¹⁸O and ²H isotopes. The research area generally forms a landscape of elongated hills with quite steep valleys as a result of tectonic activity in the form of geological structures as migration routes of hot fluids from the reservoir to the surface. This is reinforced by the results of the interpretation of river flow patterns, namely meandering or sub-dendritic and elongated or called parallel as an indication of disturbance from faults or faults. Geothermal manifestations found are hot springs, sintered silica and hydrothermal alteration rocks. The estimated temperature below the surface is 407.64°C with a high temperature category and is recommended for direct use, such as the tourism and fisheries sector, as well as indirect use, such as geothermal energy power plants.*

Keywords: *Fluid Geochemistry; Geothermal Manifestations; Direct Use and Indirect Use*

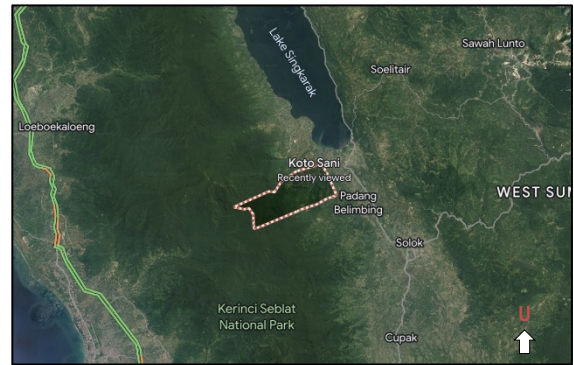
PENDAHULUAN

Busur vulkanik atau *volcanic arc* yang memanjang di sisi Barat Pulau Sumatra merupakan hasil dari zona subduksi antara lempeng Indo-Australia terhadap lempeng Eurasia sehingga membentuk perbukitan atau dikenal sebagai Zona Perbukitan Barisan yang berarah Baratlaut-Tenggara (Van Bemmelen, 1949) dan dilewati oleh jalur segmentasi Zona Sesar Sumatra dengan jumlah 19 segmentasi sesar (Natawidjaja, 2018) mengikuti searah orientasi busur vulkanik sebagai bentuk respon aktivitas tektonik yang berkembang.

Lokasi penelitian berada di Kabupaten Solok, Desa Koto Sani, Kecamatan X Koto Singkarak (Gambar 1). Menurut Van Bemmelen (1949) secara Fisiografis lokasi penelitian berada pada Zona Perbukitan Barisan dan segmentasi Zona Sesar Sumatra, salah satunya yaitu segmen Sumani yang membentuk struktur *horst graben* dengan posisi memanjang dipengaruhi oleh sesar mendatar (*transform*) menganan atau dekstral (Oktariadi, 2017).

Menurut Kasbani (2009) syarat utama pembentuk sistem panas bumi adalah sumber panas, batuan *reservoir* yang memiliki permeabilitas tinggi sebagai hasil struktur geologi, karakteristik stratigrafi dan lapisan penudung. Berdasarkan penelitian dari Ditjen EBTKE Dinas ESDM (2017) daerah penelitian termasuk kedalam area potensi panas bumi Sumani, dimana pada umumnya berada di zona perpotongan sesar berarah Baratlaut - Tenggara dan sesar berarah Baratdaya - Timurlaut. Hasil perpotongan struktur sesar ini menyebabkan terjadinya pengangkatan yang diinterpretasikan sebagai jalur migrasi fluida hidrotermal menuju rekahan maupun pori-pori batuan sehingga bisa terperangkap dalam reservoir panas bumi. Hal ini dibuktikan ketika melakukan pemetaan pada daerah penelitian ditemukannya manifestasi panas bumi berupa mata air panas, silika sinter, dan batuan alterasi hidrotermal.

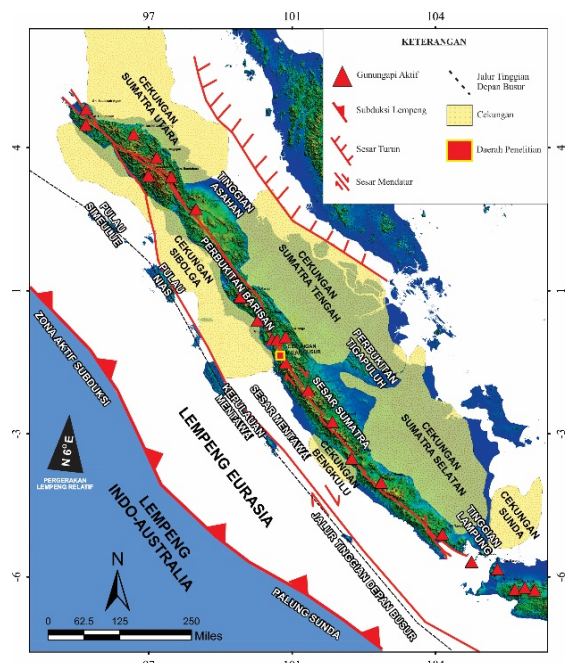
Rekomendasi pemanfaatan panas bumi pada lokasi penelitian diketahui dari hasil analisis geokimia dan analisis fisik mata air panas bumi. Pemanfaatan manifestasi pada lokasi penelitian dapat dilakukan secara langsung (*direct use*) pada sektor pariwisata, perkebunan, dan perikanan, serta pemanfaatan tidak langsung (*indirect use*) seperti pembangkit listrik energi panas bumi.



Gambar 1. Peta daerah penelitian Desa Koto Sani, Kecamatan X Koto Singkarak, Kabupaten Solok

Geologi Regional

Tektonik. Pulau Sumatra berada di bagian Baratdaya Sundaland yang tersusun atas 3 blok batuan dasar yaitu blok Sibumasu, Sumatra Barat dan busur Woyla (Metcalf, 2017). Serta merupakan zona konvergensi lempeng Indo-Australia yang menunjam di bagian Barat dari lempeng Eurasia (Hamilton, 1979) dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Peta tatanan tektonik Pulau Sumatra (Hamilton, 1979) dengan modifikasi

Periode tektonik pembentukan *basement* Pulau Sumatra dapat dibagi 3 yaitu:

1. Permian Awal-Permian Akhir (290-250 juta tahun lalu) ditandai dengan kolisi blok Sibumasu dengan Malaya Timur, sehingga membentuk zona tinggian yang menyingkap batuan berumur tua.
2. Jura-Trias (250-130 juta tahun lalu) ditandai dengan pergerakan *strike slip* antara blok Sumatra Barat terhadap blok Sibumasu.
3. Kapur Akhir (130-66,5 juta tahun lalu) ditandai dengan obduksi busur Woyla dengan blok Sumatra Barat, sehingga membentuk Perbukitan Barisan.

Stratigrafi. Berdasarkan peta geologi regional daerah penelitian tersusun oleh beberapa formasi batuan dari tua ke muda yaitu Anggota Batugamping Formasi Kuantan (PCkl) terdiri dari beberapa satuan batuan yaitu batugamping, batusabak, filit, serpih, serpih terkarsikkan dan kuarsit. Bahan Vulkanik Yang Tak Dipisah (QTau) terdiri dari lahar, fanglomerat dan endapan kolovium lainnya. Serta Aluvium Sungai (Qal) terdiri dari lempung, pasir, kerikil, bongkah batuan beku dan kuarsit (Silitonga dan Kastowo, 1995).

METODE

Metode yang digunakan pada penelitian ini secara umum berupa interpretasi citra satelit peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) skala 1:25.000 dan pemetaan geologi permukaan berupa pengamatan morfologi, batuan, dan manifestasi panas bumi. Sedangkan untuk manifestasi mata air panas dilakukan pengukuran karakteristik fisik fluida panas bumi meliputi suhu udara, suhu fluida, pH, debit, TDS, dan DHL. Analisis geokimia fluida panas bumi (anion-kation) kemudian dilakukan *plotting* diagram segitiga menurut Giggenbach (1991) dan perhitungan geotermometer panas bumi untuk mengetahui estimasi suhu reservoir, serta analisis isotop ^{18}O dan ^2H fluida panas bumi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Morfologi

Hasil dari pengamatan langsung di lapangan, bahwa daerah penelitian secara umum membentuk bentang alam perbukitan yang memanjang dengan lembah yang cukup curam (Gambar 3). Bentuk ini mencerminkan sebagai hasil dari aktivitas tektonik berupa struktur geologi yang mempengaruhi. Hal ini diperkuat dengan hasil interpretasi pola aliran sungai yaitu berkelok atau sub-dendritik dan memanjang atau disebut paralel sebagai indikasi adanya gangguan dari patahan atau sesar. Patahan inilah merupakan komponen penting dalam sistem panas bumi sebagai

jalur migrasi fluida panas dari dalam reservoir ke atas permukaan.



Gambar 3. Bentang alam daerah penelitian

Manifestasi Panas Bumi. Setelah dilakukannya pemetaan geologi permukaan, maka didapatkan hasil sebaran berserta tipe manifestasi panas bumi yang ada di daerah penelitian (Lampiran 1) dan petanya dapat dilihat pada (Lampiran 2) meliputi:

1. Mata air panas, manifestasi ini ditemukan sebanyak 18 titik dari 13 lokasi yang tersebar di sepanjang aliran Sungai Imanggadang Desa Koto Sani Diatas satuan batuan Endapan Kolovium Andesit dari Formasi Bahan Vulkanik Yang Tak Dipisah (QTau). Suhu fluida panas bumi yang telah diukur bervariasi dan tertinggi pada titik 1 LP-69 yaitu mencapai rata-rata $63,8^{\circ}\text{C}$ dengan karakteristik fisik berwarna jernih, rasa asin dan berbau sulfur, nilai pH rata-rata 5,63 yang tergolong asam, nilai TDS 5578 (ppm) dan DHL 1454 ($\mu\text{m}/\text{cm}$).
2. Silika sinter, manifestasi ini di temukan hampir semua di sekitar mata air panas berupa endapan silika (SiO_2) dengan membentuk pola *layering* dan teras.
3. Batuan alterasi hidrotermal, manifestasi ini merupakan dampak dari interaksi fluida panas terhadap batuan, yang mana mineral pada batuan mengalami perubahan. Tipe alterasi yang ditemukan yaitu sub-propilitik dan argilik.

Analisis Geokimia Fluida Panas Bumi

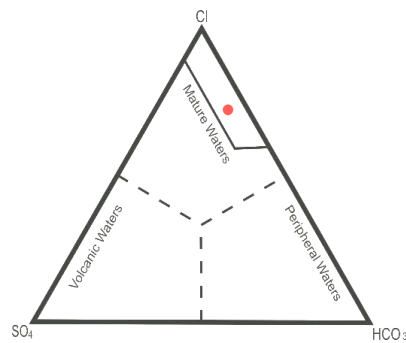
Analisis geokimia fluida mata air panas bumi dilakukan pada titik 1 LP-69 karena memiliki suhu yang paling tinggi dan diinterpretasikan telah mewakili seluruh mata air panas karena berada di sepanjang aliran Sungai Imanggadang dan dilalui oleh struktur sesar Koto Sani.

Kandungan unsur dari analisis geokimia digunakan sebagai acuan dalam analisis karakteristik fluida panas bumi dan geotermometer untuk estimasi suhu reservoir panas bumi.

Tabel 1. Kandungan unsur hasil analisis geokimia

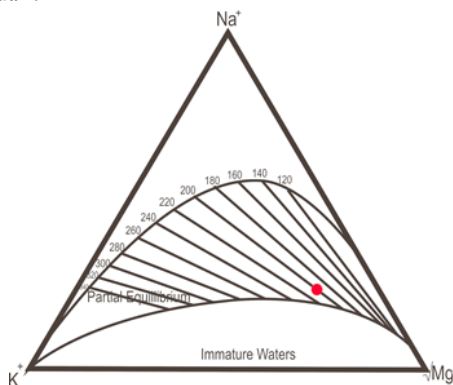
Titik	Kode Sampel	Parameter							
		Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	B	Li ⁺
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
1	LP-69	1557,4	152,44	788,10	1258	80	10,43	39,80	8,20

Berdasarkan hasil analisis geokimia fluida panas dan dilakukan *plotting* diagram segitiga Cl-SO₄-HCO₃, maka didapatkan hasil bahwa fluida panas termasuk dalam bagian *mature waters* yang merupakan tipe air klorida dengan unsur klorin (Cl) sekitar 73,2% (Gambar 4). *Mature waters* juga diartikan bahwa mata air panas memiliki suhu tinggi dan berasal dari reservoir yang sangat jauh dari gunungapi serta berada pada zona *outflow* karena tingkat permeabilitas tinggi.



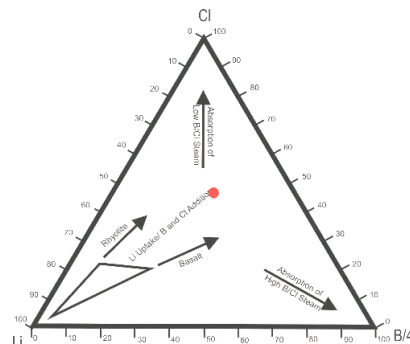
Gambar 4. Hasil *plotting* kandungan unsur diagram segitiga Cl-SO₄-HCO₃ (Giggenbach, 1991)

Berdasarkan hasil *plotting* pada diagram segitiga Na/100-K/100-√Mg didapatkan hasil bahwa fluida panas bumi masuk kedalam bagian *partial equilibrium* dengan tingginya kandungan unsur magnesium (Mg) sekitar 61,07%. *Partial equilibrium* diartikan bahwa mata air panas memiliki kesetimbangan parsial dan rendahnya hasil pelarutan batuan.



Gambar 5. Hasil *plotting* kandungan unsur diagram segitiga Na/100-K/100-√Mg

Berdasarkan hasil dari analisis geokimia fluida panas dan dilakukan *plotting* pada diagram segitiga Cl/100-B/4-Li menurut Giggenbach (1991). Diamati dari *plotting* (Gambar 6) mendekati ke dalam bagian *Li less or Cl absorption* dengan tingginya kandungan unsur klorin (Cl) dan boron (B) sekitar 46,2% dan 29,5% dari kandungan unsur litium (Li). Hal ini diartikan bahwa fluida panas berada sangat dekat dari sistem panas bumi serta proses pengenceran tidak terlalu banyak. Kandungan unsur litium (Li) yang sedikit diartikan bahwa fluida panas bergerak secara lambat menuju permukaan serta diperkirakan reservoir tersusun oleh batuan beku vulkanik.



Gambar 6. Hasil *plotting* kandungan unsur diagram segitiga Cl/100-B/4-Li.

Pada penelitian ini juga dilakukan perhitungan geotermometer untuk mengetahui estimasi suhu reservoir dengan mempertimbangkan kandungan unsur kimia fluida panas bumi. Seperti yang telah dijelaskan, bahwa geotermometer yang digunakan yaitu Na-K, dengan menggunakan rumus:

Rumus:

$$t^{\circ}C = \frac{1217}{\left(\frac{\log Na}{K}\right) + 1,75} - 273 \quad (1)$$

Hasil:

$$t^{\circ}C = \frac{1217}{\left(\frac{3,09}{80}\right) + 1,75} - 273$$

$$t^{\circ}C = \frac{1217}{0,038 + 1,75} - 273$$

$$t^{\circ}C = \frac{1217}{1,788} - 273$$

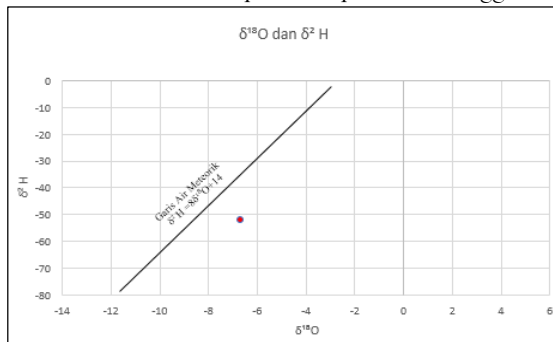
$$t^{\circ}\text{C} = 680,64 - 273$$

$$t^{\circ}\text{C} = 407,64$$

Berdasarkan dari hasil perhitungan geotermometer Na-K di atas, maka estimasi suhu reservoir sistem panas bumi berkisar $407,64^{\circ}\text{C}$ dan termasuk kedalam kategori bersuhu tinggi sesuai SNI 2018.

Isotop ^{18}O dan ^2H

Analisis isotop ^{18}O dan ^2H digunakan untuk mengetahui pengaruh air meteorik terhadap fluida panas bumi dengan memperhatikan nilai $\delta^{18}\text{O}$ dan $\delta^2\text{H}$, kemudian nilai tersebut diplot sesuai pada grafik $\delta^{18}\text{O}$ terhadap $\delta^2\text{H}$ dengan garis meteoric $\delta^2\text{H}=8\delta^{18}\text{O}+14$. Berdasarkan hasil analisis geokimia isotop fluida panas bumi (Gambar 7), didapat nilai $\delta^{18}\text{O}$ ($-6,68\text{‰}$) dan nilai $\delta^2\text{H}$ ($-52,11\text{‰}$). Hasil plotting menunjukkan titik fluida panas bumi berada dekat pada garis air meteoric atau *meteoric water line*. Hal ini diartikan bahwa mata air panas sumber fluida berasal dari air meteorik, hanya saja telah terjadi interaksi fluida terhadap batuan pada suhu tinggi.



Gambar 7. Grafik isotop ^{18}O dan ^2H

Rekomendasi Pemanfaatan Manifestasi Mata Air Panas

Pemanfaatan manifestasi mata air panas diketahui berdasarkan pengamatan karakteristik fisik fluida panas bumi dan hasil analisis geokimia panas bumi, dengan mempertimbangkan potensi yang ada dilapangan. Manifestasi mata air panas dapat dimanfaatkan secara langsung dan tidak langsung sesuai parameter SNI 6482:2018.

1. Pemanfaatan langsung, manifestasi mata air panas dapat dimanfaatkan dalam kebutuhan sehari-hari baik dari sektor pariwisata berupa kolam pemandian air panas yang dilengkapi dengan fasilitas serta untuk kesehatan kulit. Ada juga dimanfaatkan dalam sektor budidaya perikanan untuk menjaga kestabilan suhu kolam dengan tujuan pertumbuhan ikan dapat secara optimal. Hal ini didasarkan pada hasil pengukuran

karakteristik fisik mata air panas dengan suhu sekitar $42,8^{\circ}\text{C}$ - $59,5^{\circ}\text{C}$.

2. Pemanfaatan tidak langsung, manifestasi mata air panas dapat dimanfaatkan untuk energi listrik. Hal ini menimbang reservoir sistem panas bumi pada daerah penelitian termasuk kategori bersuhu tinggi. Berdasarkan SNI 6482:2018 metode perbandingan rapat daya yang dihasilkan yaitu 13-15 (MWe/km²), sedangkan berdasarkan metode volumetrik konversi listrik yang dihasilkan mencapai 10%.

KESIMPULAN DAN SARAN

Daerah penelitian secara umum membentuk bentang alam perbukitan yang memanjang dengan lembah yang cukup curam sebagai hasil dari aktivitas tektonik berupa struktur geologi sebagai jalur migrasi fluida panas dari dalam reservoir keatas permukaan. Hal ini diperkuat dengan hasil interpretasi pola aliran sungai yaitu berkelok atau sub-dendritik dan memanjang atau disebut paralel sebagai indikasi adanya gangguan dari patahan atau sesar

Manifestasi panas bumi pada daerah penelitian meliputi mata air panas atau *hot spring* sebanyak 13 lokasi pengamatan dan 18 titik mata air panas. Selain itu terdapat manifestasi silika sinter yang ditemukan hampir di semua mata air panas, silika sinter terbentuk dari fluida hidrotermal yang mengalami penurunan suhu. Batuan alterasi hidrotermal sebagai batuan yang mengalami perubahan komposisi kimia mineral sebagai dampak larutan fluida hidrotermal, terdapat dua jenis alterasi yang ditemukan yaitu sub-propilitik dan argilik.

Estimasi suhu bawah permukaan bumi pada daerah penelitian diketahui dari beberapa tahap yaitu hasil *plotting* diagram segitiga Cl-SO₄-HCO₃ menunjukkan tipe fluida termasuk ke dalam tipe klorida yang memiliki suhu tinggi dan masuk ke dalam bagian *mature water*. Hasil *plotting* diagram segitiga Na/100-K/100-√Mg menunjukkan kesetimbangan fluida termasuk kedalam kesetimbangan sebagian secara langsung dari dalam reservoir panas bumi dan hasil dari pelarutan litologi sangat rendah. Karena mata air panas dalam kondisi setimbang sebagian, maka perhitungan geotermometer Na/K dapat dilakukan. Diagram segitiga Cl/100-B/4-Li menunjukkan mata air panas tersebut berada sangat dekat dari sistem panas bumi serta proses pengenceran tidak terlalu banyak. Dari perhitungan geotermometer Na-K didapatkan hasil $407,64^{\circ}\text{C}$ dengan kategori bersuhu tinggi. Selain itu melakukan *plotting* Isotop ^{18}O dan ^2H menunjukkan fluida panas berasal dari air meteorik, hanya saja telah terjadi interaksi fluida terhadap batuan pada suhu

yang tinggi. Adapun rekomendasi pemanfaatan manifestasi panas bumi didasarkan standar SNI 6482:2018 dibagi dua yaitu secara langsung seperti sektor pariwisata dan sektor budidaya perikanan, serta pemanfaatan secara tidak langsung untuk energi pembangkit listrik.

DAFTAR PUSTAKA

- Ditjen EBTKE dan Badan Geologi Kementerian ESDM. 2017. Buku Potensi Panas Bumi Jilid 1. Jl. Pegangsaan Timur No.1 Menteng, Jakarta, 10320: Direktorat Jenderal Panas Bumi Energi Baru Terbarukan dan Konservasi, Kementerian Energi Sumber Daya Mineral.
- Giggenbach, W. F. 1991. Chemical Techniques in Geothermal Exploration. Application of Geochemistry in Geothermal Reservoir Development, F. D'Amore (Ed.), UNITAR-UNDP, Rome, 252-270.
- Hamilton, W. 1979. Tectonic of Indonesian Region. US Geological Survey Professional Paper, 345-459.
- Kasbani. (2009). Tipe Sistem Panas Bumi di Indonesia dan Estimasi Potensi Energinya. Buletin Sumber Daya Geologi, 4 (3), 19-26.
- Metcalfe, I. 2017. Tectonic Evolutions of Sundaland. Bulletin of The Geological Society of Malaysia, 63, 27-60.
- Natawidjaja, D. H. 2018. Updating active fault maps and slip rates along the Sumatran fault zone Indonesia. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, 188, 1-10. doi :10.1088/1755-1315/118/1/012001.
- Oktariadi, O. 2017. Warisan Geologi Ranah Minang, Panduan Menuju Geopark Global. Bandung: Pusat Air Tanah dan Geologi Tata Lingkungan Badan Geologi KESDM.
- Silitonga, P. H., dan Kastowo. 1995. Peta Geologi Regional Lembar Solok Skala 1:250.000 Edisi 2. Bandung, Indonesia: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Van Bemmelen, R. W. 1949. The Geology of Indonesia. Government Printing Office.

Lampiran 1. Data manifestasi panas bumi permukaan

No.	Lokasi Pengamatan	Waktu	Koordinat		Tipe Manifestasi	Titik Mata Air Panas	T. Udara (°C)	T. Air (°C)	pH	TDS (ppm) dan DHL (µm/cm)	Litologi
			mT	mU							
1.	LP-23	Rabu/ 11 Mei 2022	675710	9915743	Batuan Alterasi Hidrotermal Tipe Argilik	-	-	-	-	-	Breksi Tuff
2.	LP-24	Rabu/ 11 Mei 2022	675467	9915965	Batuan Alterasi Hidrotermal Tipe Argilik	-	-	-	-	-	Breksi Tuff
3.	LP-26	Rabu/ 11 Mei 2022	676346	9916812	Batuan Alterasi Hidrotermal Tipe Argilik	-	-	-	-	-	Breksi Tuff
4.	LP-59	Kamis/ 19 Mei 2022	677956	9915386	Mata air panas (<i>hot spring</i>), silika sinter dan batuan alterasi hidrotermal tipe sub-propilitik	Titik 1	29	53,2	5,8	8769 dan 1523	Endapan Kolovium Andesit
								53,0	5,5	8783 dan 1552	
								52,8	5,6	8794 dan 1563	
						Titik 2	29	55,4	6,0	8321 dan 1447	
	55,3	5,9	8329 dan 1475								
	54,3	6,0	8345 dan 1491								
5.	LP-60	Kamis/ 19 Mei 2022	677942	9915378	Mata air panas (<i>hot spring</i>)	Titik 1	30	43,4	5,6	7238 dan 1326	Endapan Kolovium Andesit
								43,7	5,4	7235 dan 1322	
								42,8	5,8	7241 dan 1329	

6.	LP-62	Kamis/ 19 Mei 2022	677925	9915392	Mata air panas (<i>hot spring</i>) dan silika sinter	Titik 1	31	52,2 51,5 51,6	5,9 6,0 6,0	7205 dan 1299 7196 dan 1291 7206 dan 1301	Endapan Kolovium Andesit
7.	LP-63	Kamis/ 19 Mei 2022	677916	9915386	Mata air panas (<i>hot spring</i>) dan silika sinter	Titik 1	31	49,6 49,6 47,8	6,1 5,9 5,6	6328 dan 1118 6326 dan 1116 6312 dan 1100	Endapan Kolovium Andesit
8.	LP-64	Jumat/ 20 Mei 2022	677916	9915389	Mata air panas (<i>hot spring</i>) dan silika sinter	Titik 1	28	54,5 54,5 54,9	6,3 6,4 6,1	6655 dan 1120 6643 dan 1114 6616 dan 1107	Endapan Kolovium Andesit
9.	LP-65	Jumat/ 20 Mei 2022	677894	9915392	Mata air panas (<i>hot spring</i>) dan silika sinter	Titik 1	28	56,8 56,3 56,9	6,0 5,9 6,2	6370 dan 1119 6366 dan 1117 6378 dan 1120	Endapan Kolovium Andesit
10.	LP-66	Jumat/ 20 Mei 2022	677897	9915386	Mata air panas (<i>hot spring</i>) dan silika sinter	Titik 1	29	49,6 50,2 49,1	6,2 6,0 6,3	6325 dan 1278 6319 dan 1270 6324 dan 1273	Endapan Kolovium Andesit

11.	LP-67	Jumat/ 20 Mei 2022	677897	9915392	Mata air panas (<i>hot spring</i>) dan silika sinter	Titik 1	29	55,9 55,3 54,8	5,9 5,8 5,9	6374 dan 1274 6356 dan 1265 6349 dan 1261	Endapan Kolovium Andesit
12.	LP-68	Jumat/ 20 Mei 2022	677876	9915383	Mata air panas (<i>hot spring</i>)	Titik 1	30	48,1 49,6 49,3	5,9 5,7 5,7	5576 dan 1118 5590 dan 1124 5587 dan 1124	Endapan Kolovium Andesit
13.	LP-69	Jumat/ 20 Mei 2022	677869	9915401	Mata air panas (<i>hot spring</i>) dan silika sinter	Titik 1	32	61,9 64,5 65,0	5,7 5,6 5,6	5565 dan 1449 5581 dan 1455 5588 dan 1458	Endapan Kolovium Andesit
						Titik 2	32	59,5 58,8 58,1	6,0 6,0 6,1	5603 dan 1120 5598 dan 1119 5595 dan 1115	Endapan Kolovium Andesit
						Titik 3	32	56,1 58,1 57,4	5,8 5,8 5,8	6333 dan 1263 6349 dan 1275 6340 dan 1269	Endapan Kolovium Andesit

						Titik 4	32	58,0 57,8 58,2	6,1 6,0 5,9	6343 dan 1267 6323 dan 1255 6349 dan 1273	Endapan Kolovium Andesit
14.	LP-70	Jumat/ 20 Mei 2022	677829	9915378	Mata air panas (<i>hot spring</i>) dan silika sinter	Titik 1	30	57,1 56,8 57,4	6,0 5,9 5,9	5840 dan 1020 5812 dan 1011 5851 dan 1024	Endapan Kolovium Andesit
						Titik 2	30	56,1 56,7 57,2	5,7 5,9 5,9	5603 dan 1120 5623 dan 1118 5631 dan 1120	Endapan Kolovium Andesit
15.	LP-71	Jumat/ 20 Mei 2022	677817	9915351	Mata air panas (<i>hot spring</i>)	Titik 1	29	54,9 55,3 56,1	5,8 6,0 5,9	5569 dan 1107 5581 dan 1110 5589 dan 1112	Endapan Kolovium Andesit
16.	LP-72	Jumat/ 20 Mei 2022	677805	9915354	Mata air panas (<i>hot spring</i>) dan silika sinter	Titik 1	29	58,1 58,2 57,7	6,1 6,0 5,9	6333 dan 1120 6340 dan 1125 6339 dan 1116	Endapan Kolovium Andesit

Lampiran 2. Peta sebaran manifestasi panas bumi

