

Karakteristik Tipe Fluida Mata Air Panas Ranolewo di Desa Toraget Kecamatan Langowan Utara Kabupaten Minahasa Sulawesi Utara

Arfian Ronaldo Sinurat^{1)*}, Rolles Nixon Palilingan²⁾, Sixtus Iwan umboh³⁾

^{1,2,3}Program Studi Fisika, Universitas Negeri Manado, Kabupaten Minahasa, 95618, Indonesia

*E-mail: 18503014@unima.ac.id

Diterima 2 April 2024; Disetujui 30 April 2024

ABSTRAK

Ranolewo, yang terletak di Desa Toraget, Kecamatan Langowan Utara, Sulawesi Utara, dikenal dengan manifestasi panas bumi berupa mata air panasnya, yang menunjukkan potensi geotermal di daerah tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis fluida dari manifestasi mata air panas di Ranolewo dengan menggunakan metode geokimia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu di lokasi manifestasi mencapai 52°C, dengan tingkat keasaman air panas mencapai pH 5,6, yang menunjukkan sifat asam. Jenis fluida yang ditemukan di Ranolewo adalah air sulfat. Hal ini disebabkan oleh hasil analisis kimia yang menunjukkan dominasi unsur SO₄, serta keberadaan gas SO₄. Cairan asam sulfat biasanya terbentuk pada lapisan dangkal sebagai akibat pengumpulan gas panas bumi yang naik ke atas. Gas panas bumi, yang terdiri dari nitrogen dan metana, umumnya menyatu dalam larutan pada zona yang lebih dalam tetapi terpisah dari cairan klorida. Cairan asam sulfat biasanya ditemukan di pinggir daerah, dekat dengan zona aliran utama.

Kata kunci : Ranolewo, Mata Air Panas, Tipe Fluida

ABSTRACT

Ranolewo, located in the Toraget Village, North Langowan District, North Sulawesi, is recognized for its geothermal manifestation in the form of hot springs, indicating the area's geothermal potential. This study aims to characterize the fluid type of the hot spring manifestation in Ranolewo using geochemical methods. The findings reveal a temperature of 52°C at the manifestation site, with a pH level of 5.6, indicating acidic properties. The fluid type identified in the Ranolewo hot spring area is sulfate water. This is attributed to chemical analysis results showing sulfate as the dominant element, along with the presence of SO₄ gas. Sulfate water typically forms at shallow depths due to the condensation of geothermal gases near the surface. Geothermal gases, comprising air and carbon, are generally dissolved within fluid content in deeper zones but separated from chloride water. Sulfate water is commonly found at the boundary area, not far from the main flow zone.

Keywords : Ranolewo, Hot Springs, Fluid Type

1. PENDAHULUAN

Penjelajahan sumber panas bumi di Indonesia telah dilaksanakan secara komprehensif sejak tahun 1972. Lembaga Vulkanologi dan Pertamina, dengan sokongan dari pemerintahan Prancis dan Selandia Baru, melaksanakan survei awal di seluruh wilayah Indonesia. Data survei mengindikasikan keberadaan 217 sumber energi panas bumi di wilayah Indonesia, yang terletak berderet mengikuti jalur gunung berapi dari bagian barat Sumatera, melewati Pulau Jawa, Bali, Kepulauan Nusa Tenggara, dan berlanjut ke utara melalui Maluku hingga Sulawesi.

Umumnya, sistem geotermal di Indonesia termasuk kategori sistem hidrotermal dengan temperatur tinggi (<225 derajat Celcius), sementara sebagian kecil memiliki temperatur sedang (150 - 225 derajat Celcius). Jika energi

geotermal yang tersedia dapat dioptimalkan, maka permintaan energi yang terus bertambah dapat dipenuhi seiring dengan sumber energi lainnya.

Di Sulawesi, Terbentuk dari pola tektonik berbelit, sehingga memicu frekuensi erupsi gunung berapi di pulau tersebut. Fenomena ini tercermin dalam kemunculan gunung api yang tersebar di Sulawesi. Banyaknya aktivitas vulkanisme ini menunjukkan potensi besar untuk panas bumi di pulau tersebut, termasuk di Provinsi Sulawesi Utara.

Daerah Langowan Utara merupakan area berstruktur gunung api yang miring, dikelilingi oleh panorama menakjubkan dari barisan pegunungan dan gunung berapi yang masih aktif. Daerah ini juga diberkahi dengan aneka rupa bentuk ekspresi panas bumi yang khas. Ekspresi panas bumi yang terjadi di Distrik

Langowan Utara mencakup sekitar 50% dari seluruh ekspresi panas bumi di kawasan panas bumi Tompaso. Indikasi ini membuktikan bahwa Langowan Utara menyimpan kapabilitas mumpuni untuk dimajukan menjadi lokasi geowisata panas bumi, yang tak sekadar menyajikan bentang alam elok dan langka, namun juga mampu menguraikan jalannya proses panas bumi lewat pendidikan yang disediakan. Telaga Ranolewo ini terbentuk oleh proses alamiah. Air di telaga ini panas dan bernuansa kehijauan. Telaga ini memiliki 7 lokasi sumber air mendidih dengan kisaran temperatur antara 35-100°. Telaga Ranolewo terletak di Dusun Toraget, Distrik Langowan Barat yang diapit oleh hamparan padi, tumbuhan, dan kembang-kembang. Di tempat yang sama terdapat satu bendungan lain yang berbeda corak, yaitu biru. Kedua bendungan ini berdampingan (Febryani R Pesik, 2017)

Pada fase penyelidikan awal, penelitian aspek kimia bumi dilakukan dengan menganalisis unsur kimia dalam air dan udara, yang dikumpulkan dari penampakan panas bumi di permukaan. Pengelompokan macam air panas bumi menurut takaran anion klorida (Cl^-), sulfat (SO_4^{2-}), dan bikarbonat (HCO_3^-) yang digambar pada skema segitiga.

2. KAJIAN LITERATUR

Sistem Panas Bumi

Energi termal atau geotermal merupakan bentuk energi panas yang tersimpan dalam lapisan tanah permukaan, terkandung dalam uap air, air mendidih, dan bebatuan yang dibarengi dengan mineral serta gas lainnya. Pada dasarnya, seluruh komponen ini saling bergantung pada sistem panas bumi. Istilah "geotermal" berasal dari bahasa Yunani, di mana "Geo" berarti tanah dan "termal" berarti panas. Geotermal adalah cadangan alam yang mampu diperbarui dengan daya yang melimpah dan menjadi tulang punggung pembangkit tenaga yang dibutuhkan oleh publik.

Berdasarkan sumber dari Ronald Di Pippo (2005), klasifikasi sistem panas bumi dapat dibagi menjadi empat kategori, yakni: cekungan geopressur, batuan panas kering, reservoir magma, dan reservoir panas bumi.

A. Sistem Geopressured

Reservoir ini terletak pada kedalaman yang lebih besar daripada reservoir hidrotermal, yakni sekitar 2400 m-9100 m. Meski tingkat salinitasnya tinggi, lumbung ini

mempunyai suhu yang rendah. Struktur ini terhubung ke sistem lumbung gas dan minyak, di mana cairan berkalori tinggi di dalamnya mengandung banyak hidrokarbon metana. Akibatnya, tekanan lingkungannya lebih besar daripada tekanan hidrostatik.

B. Sistem hot dry rock

Pemurnian air sisa industri berupaya menetapkan kadar pencemaran air, salah satunya lewat penentuan daya hantar listriknya. Ukuran ketahanan dalam mengalirkan listrik adalah kebalikan dari resistansi (hambatan); jika resistansi memiliki unit dasar ohm, maka unit dasar ketahanan adalah "mho" atau dapat ditulis sebagai "Siemen/cm". Dalam penentuan daya hantar listrik air dan larutan kimiawi, satuan yang kerap digunakan adalah V atau milivolt. Pemeriksaan konduktivitas dijalankan dengan menyalurkan aliran listrik melewati dua penyalur yang direndam di dalam air atau larutan kimia, kemudian mengukur potensial beda (tegangan) yang terbentuk.

C. Sistem Magma

Penambangan pada cadangan ini sangat berbahaya sehingga minat penelitian masih minim. Salah satu metode yang disarankan adalah mengidentifikasi kantong yang menampung lava pada kedalaman yang agak dekat dengan permukaan, lalu mengekstrak lava tersebut melalui sebuah lubang untuk mengaliri penukar panas.

D. Sistem Hidrotermal

Tangki air ini memperoleh cairan dari permukaan bumi yang berasal dari presipitasi atmosfer (pengisian alami). Cairan tersebut menyusup ke dalam tangki air melalui celah-celah batu melalui lubang-lubang kecil di antara partikel-partikel batu. Setelah tertimbun hingga penuh di dalam penampungan, air itu dihangatkan oleh batu panas (inti magma). Ketika penampungan terisi penuh, muncul arus aliran yang menyebabkan pemanasan seluruh air di dalam penampungan tersebut.

Selain itu, sistem hidrotermal juga dapat diklasifikasikan berdasarkan suhu. Menurut Hochstein (1990), yang dikutip oleh Saptadji (2009:4), sistem panas bumi dibagi menjadi tiga bagian, yaitu:

- Sistem energi geotermal suhu rendah adalah sistem yang waduknya menyimpan cairan dengan suhu di bawah 125°C.

- Sistem penyimpanan cair dengan suhu moderat merupakan sistem yang penampungnya berisi cairan dengan suhu 125°C dan 225°C
- Sistem penampung suhu tinggi, adalah susunan tempat penampungan yang berisi zat cair bersuhu lebih tinggi dari 225°C.

Manifestasi Panas Bumi

A. Tanah hangat

Keberadaan energi panas bumi di lapisan bawah bumi dapat ditunjukkan oleh tanah yang memiliki suhu lebih tinggi ketimbang tanah di wilayah sekitarnya. Fenomena ini disebabkan oleh transfer panas melalui hantaran dari strata batuan yang berada di kedalaman ke lapisan batuan yang berada di atas.

B. Permukaan Tanah Beruap

Di beberapa wilayah, terdapat lokasi-lokasi di mana hembusan hangat (fumarol) tampak muncul ke permukaan bumi. Manifestasi aktivitas geotermal ini dikenal sebagai lahan uap. Perkiraan mengindikasikan bahwa emisi termal berasal dari stratum sempit di ambang permukaan yang meresap air mendidih dengan suhu yang setara atau lebih tinggi dari threshold perebusannya. Tingginya temperatur pada lapisan permukaan secara signifikan dipengaruhi oleh kecepatan pelepasan gas (fluks uap).

C. Mata Air Panas atau Hangat

Mata air geotermal atau suam-suam kuku menjadi indikasi hadirnya energi geotermal di bawah permukaan. Sumber air panas atau hangat terbentuk karena pergerakan panas dari lapisan bawah Bumi melalui celah-celah bebatuan. Istilah "hangat" digunakan apabila temperatur air kurang dari 50°C, sedangkan istilah "panas" digunakan apabila temperatur air lebih dari 50°C.

D. Kolam Air Panas

Sumber air panas ini terbentuk akibat pergerakan air panas yang mengalir dari lapisan bumi yang tersembunyi melalui lubang-lubang pada dinding batu. Di permukaan air, terjadi proses penguapan akibat perpindahan suhu dari permukaan air ke udara.

E. Fumarol

Lubang mini bernama fumarol mengeluarkan wap hangat serba kering (uap

kering) atau uap hangat yang membawa partikel-partikel air (uap basah).

F. Geyser

Geyser merupakan peristiwa di mana air mendidih menyembur ke angkasa pada tenggang waktu yang tak terduga. Jeda waktu semburan air berubah-ubah, berkisar dari beberapa detik hingga berhari-hari. Lama waktu air memancar ke atas juga sangat bervariasi, mulai dari beberapa detik hingga beberapa jam.

G. Kubangan Lumpur Panas

Lumpur panas adalah aliran cairan batu pijar yang sangat panas. Kolam lumpur panas biasanya mengeluarkan gas karbon dioksida dengan sedikit uap. Lumpur tetap cair karena pencairan uap panas, sementara ledakan terjadi akibat pelepasan karbon dioksida.

H. Silika Sinter

Sinter silika adalah endapan berkilauan berwarna perak yang terbentuk pada permukaan. Lazimnya terlihat di dekat sumber air panas dan geyser yang mengeluarkan air biasa. Formasi silika adalah tampilan luar dari sistem geothermal yang didominasi oleh air.

I. Batuan Yang Mengalami Alterasi

Alterasi hidrotermal adalah fenomena yang terdorong akibat interaksi antara batuan induk dengan larutan geotermal. Batuan yang bertransformasi melalui metamorfosis hidrotermal dipengaruhi oleh sejumlah variabel, termasuk temperatur, tekanan, sifat batuan induk, susunan larutan, dan jangka waktu interaksi.

J. Geomorfologi

Geomorfologi merupakan cabang keilmuan yang mendeskripsikan rupa bumi yang membentuk permukaan planet kita, baik yang tampak maupun tersembunyi di balik lautan. Bidang ini pula mendalami prosedur yang mengarah pada penciptaan formasi permukaan tanah, serta menelaah korelasi antara formasi permukaan tanah dan prosedur tersebut dalam batasannya.

Tipe Air Panas

Tipe fluida cairan yang terdapat pada kedalaman panas bumi berskala tinggi biasanya mempunyai derajat keasaman asam hingga normal, dengan klorin menjadi ion yang paling banyak. jenis fluida dapat diidentifikasi

berdasarkan komposisi unsur kimia paling melimpah yang ditemukan dalam air termal tersebut, dan mekanisme fisik yang bekerja. Ini adalah beberapa jenis fluida dari air termal (Ellis, J.A. & Mahon, J.A.W., 1977), yaitu:

A. Klorida

- Mengandung kation utam: Na, K, Ca, dan Mg
- Kaya SiO₂ dan sering terdapat HCO₃⁻
- Perbandingan Cl/SO₄ umumnya tinggi
- Berasosiasi dengan gas CO₂ dan H₂S
- Derajat keasaman (pH) mendekati netral, dapat sedikit masam dan berair tergantung karbon dioksida yang terlarut. Karbon dioksida mengakibatkan naiknya tingkat keasaman cairan.
- Sumber air termal umumnya berkilaunya jernih pada sumber alami
- Pengendapan terjadi di area seputar mata air panas, menghasilkan kerak silika (SiO₂).
- Bertindak sebagai zat cair yang sangat sempurna untuk dipakai sebagai penunjuk suhu panas bumi baik penunjuk suhu panas bumi alkali maupun silika (perhatikan untuk memeriksa hasil Analisis diagram garis lurus untuk hasil yang lebih tepat).

B. Sulfat

- Munculnya di area yang tidak dalam akibat pematatan zat mudah menguap dari magma menjadi bentuk cair.
- Tingkat sulfat tinggi (mencapai 1000ppm) karena perubahan hidrogen sulfida menjadi oksida di wilayah oksidasi dan menghasilkan H₂SO₄: $\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 = \text{H}_2\text{SO}_4$
- Bersifat begitu asam (pH mendekati 1-2)
- Lazimnya dijumpai oleh kehadiran aspek genangan lumpur dan disolusi bebatuan sekeliling.
- Juga terkandung Cl.
- Dianjurkan untuk tidak memakai cairan tipe ini dalam ukuran untuk menentukan suhu panas bumi.

C. Bikarbonat

- Terdapat area perifer dan dangkal dari suatu formasi geotermal
- Terbentuk karena penyerapan gas karbon dioksida dan pengembunan uap air ke dalam air bawah tanah (air panas bumi).
- Ion negatif utama bikarbonat dan ion positif utama adalah natrium.

- Konsentrasi Cl minim dan konsentrasi SO₄ fluktuatif.
- Di bawah kerak bumi, air tanah berwatak asam ringan, tetapi mengandung alkali akibat berkurangnya karbon dioksida cair di permukaan.
- Keberadaan batu kapur di lapisan dalam bumi mengendapkan batu endapan travertin (CaCO₃) di permukaan.
- Dianjurkan menghindari penggunaan fluida tipe ini untuk estimasi geotermal dengan geotermometer alkali karena dapat menghasilkan hasil yang terlalu berlebihan. Geotermometer yang direkomendasikan adalah geotermometer SiO₂ (yang memberikan hasil yang lebih moderat).

Sifat Geokimia Air Panas

Geokimia panas bumi, atau geothermal, adalah Disiplin ilmu yang menyelidiki susunan senyawa dalam cairan panas bumi (baik cair maupun gas) guna mengungkap sifat-sifat cairan tersebut dan kejadian yang mendasari sifat-sifat itu, baik ketika berada di sumber maupun saat mengalir ke permukaan.

Komposisi kimia air panas bumi mengungkap variasi yang mencerminkan keadaan geologi dan sistem geothermal di wilayah tersebut. Analisis kimiawi sangat penting untuk memahami sifat dan jenis medan panas bumi, sehingga membantu tahap prapengeboran yang direncanakan.

Geoindikator dan Tracer

Menurut Giggenbach (1988), Senyawa yang larut dalam air panas bumi dapat diklasifikasikan ke dalam dua kelompok, yakni penanda dan indikator geologi. Indikator geologi merupakan elemen sensitif yang bereaksi terhadap perubahan lingkungannya, sehingga merepresentasikan kondisi lingkungan yang dilaluinya. Komponen-komponen yang termasuk dalam kelompok penanda geografis diantaranya Sodium (Na), Potassium (K), Magnesium (Mg), Kalsium (Ca), dan Silikon Dioksida (SiO₂). Penanda geografis digunakan untuk menelusuri alur dan pola perjalanan fluida.

Selama ini, penelusur adalah zat yang tidak aktif atau tidak berinteraksi dengan lingkungannya, memungkinkan penggunaan untuk mengidentifikasi sumber fluida. Elemen yang termasuk dalam keluarga penelusur ialah He, Ar, Cl, B, Li, Rb, Cs, dan N₂.

Geoindikator Cl-SO₄-HCO₃

Pemanfaatan komponen penyusun negatif seperti Klorida, Sulfat, dan Bikarbonat bernilai dalam meneliti komposisi cairan bawah tanah panas karena penyusun negatif tersebut adalah bahan terlarut yang umumnya ditemukan dalam cairan bawah tanah panas. Keberadaan Klorida, Sulfat, dan Bikarbonat dapat mempermudah dalam menafsirkan keadaan dan fenomena yang berlangsung di wilayah dangkal (sedikit dari 1 km).

Sesuai dengan grafik tiga serangkai Cl-SO₄-HCO₃, jika titik konsentrasi Cl tinggi pada sumber air, itu menandakan bahwa air itu bersumber langsung dari waduk, dengan sedikit pelepasan atau pendinginan melalui hantaran. Kadar Cl yang minim pada air (yang tidak memperlihatkan sifat uap-panas) dari sumber air panas mencirikan pengenceran air tanah. Kisaran konsentrasi dapat berbeda dari <10 hingga >100.000 miligram per kilogram, namun nilai sekitar 100 miligram per kilogram adalah umum pada air dengan kadar klorida yang tinggi. Letak data pada diagram segitiga dapat diidentifikasi menggunakan rumus:

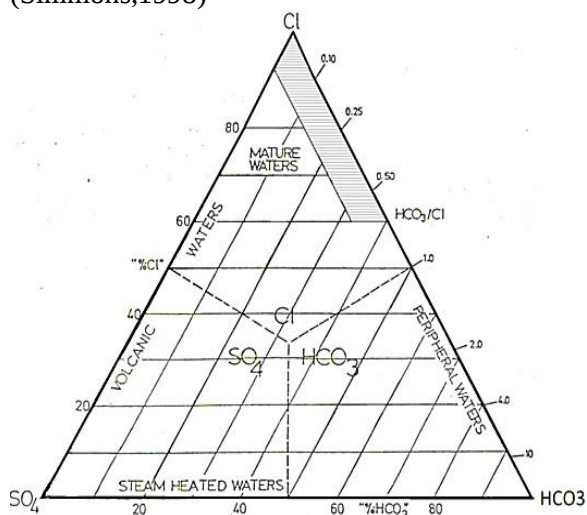
$$S = [Cl] + [SO_4] + [HCO_3]$$

$$\% Cl = (100[Cl])/S$$

$$\% SO_4 = (100[SO_4])/S$$

$$\% HCO_3 = (100[HCO_3])/S$$

dengan S adalah penjumlahan konsentrasi Cl, SO₄, dan HCO₃. Semua komponen dinyatakan dalam mg/kg atau ppm. Gambar 1 menunjukkan diagram ternary Cl-SO₄-HCO₃ (Simmons, 1998)



Gambar 1. Diagram Ternary Cl-SO₄-HCO₃ (Simmons, 1998)

Diagram Ternary Plot

Bagan Segitiga Plot dipakai untuk menjeniskan air tanah panas menurut persentase relatif ion klor, bikarbonat, dan sulfat (Nicholson, 1993).

Berikut adalah langkah-langkah dan persamaan yang dimanfaatkan dalam menentukan persentase setiap ion untuk kemudian digambarkan pada diagram Ternary Plot.

- Tingkat kadar klorida (ppm), sulfat (ppm), dan bikarbonat (ppm).

$$\sum \text{Konsentrasi} = Cl + SO_4 + HCO_3$$

- Tentukan persentase relatif dari tiap-tiap unsur total di atas.

$$\% Cl = (Cl / \sum \text{Konsentrasi}) \times 100$$

$$\% SO_4 = (SO_4 / \sum \text{Konsentrasi}) \times 100$$

$$\% HCO_3 = (HCO_3 / \sum \text{Konsentrasi}) \times 100$$

Tentukan letak mata air pada bagan Terneri. Bagan ini membantu mengidentifikasi mata air yang paling sesuai untuk analisis

3. METODE PENELITIAN

Lokasi studi dilakukan di Ranolewo Desa Toraget Kecamatan Langowan Utara Sulawesi Utara.

Alat dan Bahan Penelitian

- Gps; Digunakan sebagai patokan untuk mengidentifikasi lokasi persis dari area yang terlihat
- Thermometer: digunakan untuk mengatur dan mengukur temperatur manifestasi mata air panas
- pH Meter: digunakan untuk mengatur drajat keasaman manifestasi mata air panas
- Botol Sampel: Berfungsi sebagai penampung untuk mengoleksi air dari sumber mata air panas
- Box Sampel: digunakan untuk menampung sampel mata air panas

Variabel Penelitian

Dalam penelusuran ini, aspek yang dijadikan landasan untuk melukiskan penyelidikan adalah jenis cairan air bertemperatur tinggi. Aspek penting yang menjadi titik perhatian dalam aspek penyelidikan ini adalah suhu, tingkat keasaman, dan kepadatan bahan kimia dari sumber air bertemperatur tinggi.

Teknik Pengumpulan Data

Informasi yang dikumpulkan di lapangan berupa sampel kimiawi mata air

hangat dari titik munculnya mata air hangat. Sampel-sampel ini selanjutnya diperiksa di laboratorium air, terutama di PT. Laboratorium Air Nasional Manado, Untuk mengevaluasi komposisi kimia dalam contoh-contoh perairan termal tersebut.

Teknik Pengolahan Data dan Analisis Data

Tahap awal riset ini melibatkan pengambilan data langsung dari aspek fisik seperti suhu atmosfer, suhu perairan, titik geografis, dan kadar keasaman air di sekitar titik kemunculan mata air panas. Kemudian, dilakukan pengumpulan sampel air dari wilayah tersebut.

Informasi yang dikumpulkan selanjutnya diteliti di fasilitas ilmiah untuk menetapkan komposisi bahan kimia dalam contoh-contoh tersebut. Teknik spektroskopi ICP-OES dimanfaatkan untuk analisa kimiawi dari cairan yang memanaskan. Temuan kandungan senyawa negatif seperti Klor, Sulfat, dan Bikarbonat kemudian dikonversikan menjadi persentase.

Usai itu, dilakukan pengkajian terhadap jenis cairan penyimpanan dengan memanfaatkan bagan tiga unsur $\text{Cl-SO}_4\text{-HCO}_3$. Dari buah bagan ini, dapat ditetapkan jenis cairan yang beredar pada kemunculan sumber air panas di daerah itu.

Teknik Analisis Data

Data hasil penelitian dianalisis menggunakan statistik uji-t (uji beda dua rata-rata) pada taraf signifikan (α) = 0,05 yang sebelumnya dilakukan uji normalitas dan uji homogenitas terlebih dahulu untuk mengetahui apakah kemampuan awal siswa berdistribusi normal dan homogen (Sugiyono, 2016)."

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengukuran Temperatur dan pH Air Panas di Ranolewo

Sampel air panas diambil secara langsung di Mata Air Panas Ranolewo, yang terletak di Desa Toraget, Kecamatan Langowan Utara, Sulawesi Utara, Tomohon, pada hari Rabu, 29 November 2023 pukul 13.15. Pengujian suhu permukaan air panas dilakukan dengan mengukur temperaturnya, sementara tingkat

keasaman air panas diperiksa menggunakan kertas lakmus. Posisi air panas ditetapkan dengan alat GPS. Hasil pengukuran temperatur dan Ph air panas di Ranolewo ditunjukkan pada Tabel 1.

Munculnya sumber air bersuhu tinggi di kawasan Pemandian Air Panas Ranolewo berada pada titik 1,1666354 garis lintang dan 124,8207375 garis bujur. Suhu permukaan air panas yang diamati adalah 52 derajat Celsius, sementara suhu udara di sekitarnya berada pada 29 derajat Celsius. Keasaman (pH) air termal adalah 5,6, menunjukkan sifat keasaman air termal yang berkarakter asam. Berdasarkan pengukuran suhu air termal, area Mata Air Panas Ranolewo dikategorikan sebagai mata air panas bersuhu tinggi. Penampilan kasatmata dari perwujudan yang disaksikan di tempat pengamatan mencakup munculnya gelembung air yang menyembur, sifat keruh pada air, dan terciumnya aroma belerang pada mata air panas itu.

Tipe Fluida Mata Air Panas di Ranolewo

Pengujian sampel air termal di Ranolewo dilakukan dengan spektrofotometri untuk mengevaluasi dan memeriksa konsentrasi ion negatif dalam air termal tersebut. Tipe ion negatif yang digunakan untuk mengidentifikasi jenis cairan adalah Klor (Cl), Sulfat (SO_4), dan Bikarbonat (HCO_3).

Berdasarkan hasil analisa cairan air hangat di Rimba Pinus diperoleh kadar sampel SO_4 sebanyak 523 mg/L, diikuti oleh kadar Cl 0,09 mg/L, dan HCO_3 kurang dari 1 mg/L. Berdasarkan hasil analisa sampel, jenis cairan yang terdapat di sekitar munculnya air hangat di Ranolewo, Desa Toraget, adalah jenis cairan air sulfat. Kemungkinan besar kesimpulan ini diambil dari analisa kimiawi yang membuktikan bahwa unsur sulfur (SO_4) menjadi unsur dominan dan keberadaan sulfur dioksida (SO_4) dalam gas. Mata air panas jenis sulfat umumnya muncul di kedalaman yang tidak terlalu dalam, diakibatkan oleh proses pemadatan gas geotermal yang mendekati permukaan.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Temperatur dan pH Air Panas di Ranolewo

Titik Koordinat Lokasi		Temperatur ($^{\circ}\text{C}$)		Ph	Keterangan
X	Y	T_m	T_u		
1.1666354	1124.825	52 $^{\circ}\text{C}$	29 $^{\circ}\text{C}$	4	Adanya gelembung air yang keluar; airnya berkeru dan tercium belerang

Uap panas bumi, mengandung gas seperti uap air dan karbon dioksida, cenderung terlarut dalam cairan hidrotermal yang berada di kedalaman bumi, tetapi terisolasi dari larutan klorida. Lapisan sulfat biasanya ditemukan di batas wilayah dan berdekatan dengan daerah aliran naik utama.

Berdasarkan analisis contoh mata air panas yang diperoleh di laboratorium *PT. Water Laboratory Nusantara Indonesia*, dihasilkan data seperti yang tercantum dalam Tabel 2.

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Sampel Fluida Air Panas

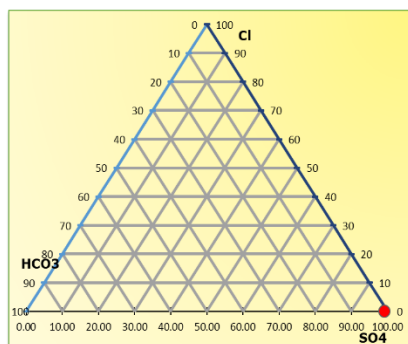
Sampel Fluida Air Panas (mg/L)			Total
Cl	SO ₄	HCO ₃	
0,09	523	< 1	524.09

Dalam menetapkan jenis fluida geotermal berdasarkan penguraian sifat kimiawi panas bumi, peneliti memanfaatkan skema kategori bagan terner Cl-SO₄-HCO₃ yang didasarkan pada komposisi relatif anion klor, sulfat, dan bikarbonat yang terdeteksi. Fase awal melibatkan kalkulasi proporsi cairan yang terkandung. Temuan persentase cairan yang terkandung ini kemudian digambarkan pada grafik tiga arah ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Hasil Persentase Kandungan Fluida Air Panas

Data Kandungan (mg/L)			Presentase Kandungan (%)		
Cl	SO ₄	HCO ₃	Cl	SO ₄	HCO ₃
0,09	523	< 1	0,01	99,7	0,02

Mengacu pada persentase yang diperoleh, dibuat diagram terner, yang menghasilkan plot yang ditampilkan pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram Ternary Cl-SO₄-HCO₃ Manifestasi Panas Bumi Hutan Pinus Lahendong

Berdasarkan perhitungan pemetaan pada bagan ternary Cl-SO₄-HCO₃ pada Gambar 2, Dapat ditilik bahwa golongan tipe lelehan air panas di mata air Hutan Pinus Lahendong merupakan golongan lelehan air sulfat. Terdapat kecenderungan yang jelas pada diagram terner yang ada, di mana konsentrasi ion sulfat (SO₄) menduduki posisi yang paling menonjol di sudut bawahnya. Selain itu, air dengan kandungan senyawa sulfat dapat diartikan sebagai air yang dipanaskan melalui proses uap. Mineral sulfat terbentuk melalui penguapan cairan yang sarat dengan unsur mineral dari batu sepanjang alirannya ke permukaan. Penting untuk dicatat bahwa air jenis sulfat ini tidak mencerminkan komposisi keseluruhan dari sumber air.

Kadar sulfat yang berlimpah dalam sampel air termal mengisyaratkan bahwa kadar klorida dan bikarbonat di sumber air panas itu rendah. Hal ini sejalan dengan temuan analisis sifat sampel yang menunjukkan kadar sulfat yang signifikan dalam sampel air termal tersebut, menandakan bahwa kadar sulfat lebih tinggi daripada klorida dan bikarbonat.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan observasi lapangan dan pemeriksaan kimiawi mata air panas di Ranolewo, Desa Toraget, dapat disimpulkan ciri-ciri umum dari cairan penanda panas bumi di wilayah penelitian yaitu;

1. Kemunculan sumber panas bumi seperti pemandian air panas di Ranolewo, Desa Toraget, Kecamatan Langowan Utara, diklasifikasikan sebagai pemandian air panas karena suhunya mencapai 52°. Pemandian air panas ini ditandai dengan karakteristik fisik yang keruh, sedikit kebiruan, dan memancarkan aroma belerang. Selain itu, derajat keasaman air mencapai 5,6 yang berarti tingkat keasamannya hampir mendekati netral.
2. Tipe mata air panas di Ranolewo, Desa Toraget, Kecamatan Langowan Utara, yaitu air bersulfat. Evidensi ini menegaskan bahwa konsentrasi sulfat yang terkandung dalam sumber air tersebut cukup besar.

6. REFERENSI

- Ronal Di Pippo (2005): Klasifikasi Sistem Geothermal.
Ellis, A.J. dan Mahon, W. A.J,(1977). Chemistry And Geothermal System.

- Academic Press. New York.
- Giggenbach, W.F. (1988). Geothermal Solute Equilibria. Derivtion of Na-K-Mg-Ca Geoindicators. *Geochemica Cosmochimica Acta*, 54(12), 2749-2765.
- Hocstein, M.P., & Browne, P.R.L. (2000). Surface Manifestation of Geothermal Systems with Volcanic Heat Sources. Academic Press
- Nicholson, K., (1993). Geothermal Fluids Chemistry and Exploration Techniques. Springer-Verlac Inc: Berlin.
- Saptadji, M.N. (2009). Karakterisasi Reservoir Panas Bumi. Bandung: Geothermal ITB, Institut Teknologi Bandung.
- Yufita, E., Isa, M., Vijaya, A.E. (2020). Kajian Senyawa Kimia Air Pada Kawasan Panas Bumi: Studi Kasus Fluida Panas Bumi Jaboi, Pulau Weh. *Journal of Aceh Physics Society*, Vol.9(1), e-ISSN: 2355-8229