

## Introduction to Geothermal System of Way Ratai

Medi Kurnia Putri, Suharno, Akroma Hidayatika

University of Lampung

Medi\_kurnia@yahoo.co.id

**Keywords:** Geothermal, Manifestasi, Way Ratai

## ABSTRACT

Telah dilakukan studi pendahuluan mengenai manifestasi panasbumi di daerah Way Ratai Kabupaten Pesawaran. Metode yang dilakukan untuk mengidentifikasi adanya sumber panasbumi ini dengan menggunakan pemetaan geologi permukaan yang terdiri dari penemuan silika sinter dan beberapa titik sumber mata air panas. Pemetaan geologi dan pengkajian struktur geologi dalam survei awal bertujuan sebagai pendugaan adanya prospek panas bumi di bawah permukaan yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi. Dalam pola aliran fluida panasbumi di bawah permukaan dapat diketahui berdasarkan manifestasi panasbumi yang muncul di permukaan berupa gunungapi, mata air panas, dan geyser, serta ditemukannya *teracing* silika sinter yang merupakan karakteristik lain dari deposit sistem panasbumi. Adanya uap dan air panas yang muncul di permukaan melalui struktur-struktur seperti sesar dan rekahan berkaitan dengan keadaan geologis Way Ratai yang berada di zona sesar utama Sumatera. Dari hasil studi disimpulkan bahwa Way Ratai termasuk lapangan yang berpotensi untuk pengembangan panasbumi.

## PENDAHULUAN

Panasbumi merupakan salah satu sumber energi yang cukup potensial dikembangkan. Indonesia termasuk salah satu Negara yang kaya akan energi panas bumi. Hal ini dikarenakan, Indonesia terletak pada jalur vulkanik memiliki sekitar 200 gunungapi yang dapat berpotensi menjadi sumber energi panas bumi. Prinsip dasar dari suatu sistem panasbumi adalah suatu daur hidrologi air (air tanah dan hujan) dimana dalam perjalanannya berhubungan dengan sumber panas (heat source) yang bertemperatur tinggi, sehingga terbentuk air panas atau uap panas yang terperangkap dalam batuan yang berporous dan mempunyai permeabilitas yang tinggi. Uap dan air panas tersebut akan

muncul ke permukaan melalui struktur-struktur seperti sesar dan rekahan (kekar).

Struktur ini berpotensi sebagai zona permeabel yang dapat berperan sebagai media fluida panas mengalir dari reservoir di kedalaman dangkal. Telah terbukti dalam eksplorasi panas bumi dan eksploitasi bahwa zona permeabel adalah target pemboran yang signifikan untuk menemukan sumur produktif (Soengkono, 1999a dan 1999b).

Lampung merupakan provinsi yang berpotensi memiliki cadangan energi panasbumi di Indonesia. Hal ini karena Lampung dilalui oleh jalur gunung api yang merupakan bagian dari jalur pegunungan sirkum Mediterania. Potensi panasbumi Way Ratai yang terletak di Propinsi Lampung adalah salah satu potensi panasbumi yang belum dieksplorasi secara terpadu. Daerah yang berada di kabupaten pesawaran ini dapat dijangkau dengan mudah dengan kendaraan. Potensi ini diketahui dengan peninjauan langsung pada lapangan *geothermal* Way Ratai dan ditemukannya manifestasi-manifestasi yang tampak dipermukaan serta bagaimana gejala dan dampaknya bagi biota yang tumbuh disekitarnya.

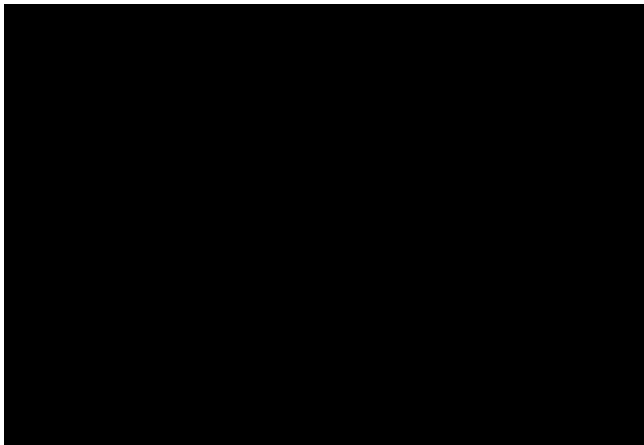
## TATANAN GEOLOGI

Provinsi Lampung terletak di bagian ujung tenggara Pulau Sumatera pada Posisi  $103^{\circ}40'-105^{\circ}50'$  Bujur Timur dan  $3^{\circ}45'-6^{\circ}45'$  Lintang Selatan. Batas-batas wilayah administratif Provinsi Lampung di Sebelah Utara berbatasan dengan Provinsi Bengkulu dan Provinsi Sumatra Selatan, sebelah Selatan berbatasan dengan Selat Sunda dan di sebelah Timur berbatasan dengan Samudra Hindia. Pada penelitian kali ini dikhususkan pada daerah Lampung Selatan, tepatnya di daerah-daerah Padang Cermin, Way Ratai, Margodadi. Ketiga daerah tersebut masuk ke dalam wilayah Lampung Selatan. Seperti tampak pada peta berikut ini.

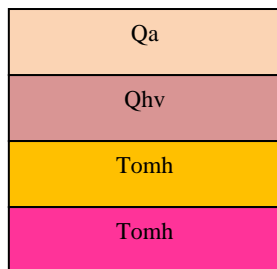


**Gambar 1. Peta Provinsi Lampung**

Stratigrafi regional di daerah ini disusun oleh batuan-batuan dari runtunan Pra-Tersier, Runtunan Tersier, Runtunan Kuartar dan Batuan Terobosan. Runtunan tersier terdiri dari batuan tertua adalah runtuhan malihan derajat rendah-sedang, yang terdiri dari sekis, genis, pualam dan kuarsit, yang termasuk Kompleks Gunungkasih, Kompleks Gunungkasih terdiri dari sekis, kuarsa pelitik grafitik, pualam dan sekis gampingan, kuarsit serisit, suntikan migmatit, sekis amfibol dan ortogenes. Dengan asumsi bahwa penyebaran litologi ini mencerminkan keadaan geologi kompleks tersebut, memberikan dugaan kuat bahwa runtunan batuan beku malihan (Pzgs) merupakan sisa-sisa busur magma Paleozoikum serta sisa-sisa runtunan sediment malih parit atau tanah muka yang berhubungan dengan busur tersebut.



**Gambar 2. Geologi daerah penelitian**



**Gambar 3. Stratigrafi Daerah Penelitian**

Deskripsi litologi masing-masing formasi yang berkaitan dengan daerah penelitian.

Qa: Aluvium ; kerakal, kerikil, pasir, lempung dan gambut.

Qhv: Endapan gunung Api Muda; Lava (Andesit, basal) Breksi dan Tuff Hasil erupsi Gunung Ratai, Gunung Betung, Gunung Pesawaran dan Gunung Rajabasa.

Tomh: Formasi Hulusimpang; lava andesit basal, tuff, dan breksi gunung api terubah dengan lensa batu gamping.

Tmda: Dasit Piabung ; Dasit.

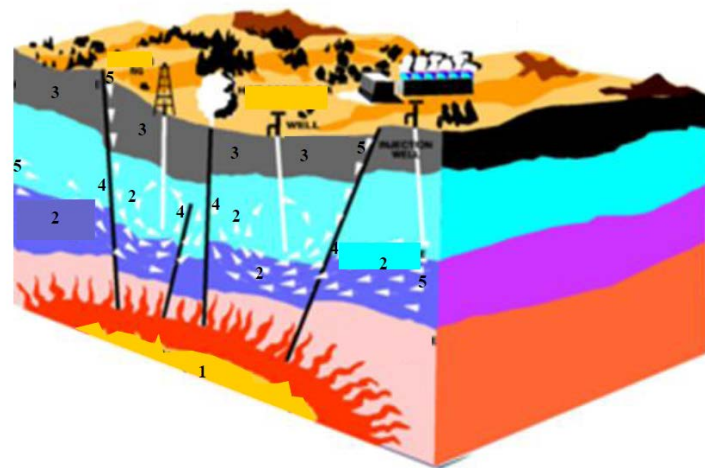
## SISTEM PANAS BUMI

Sumber panasbumi berasal dari distribusi suhu dan energi panas di bawah permukaan bumi. Suhu di permukaan ditentukan oleh konduksi panas melalui batuan padat dan

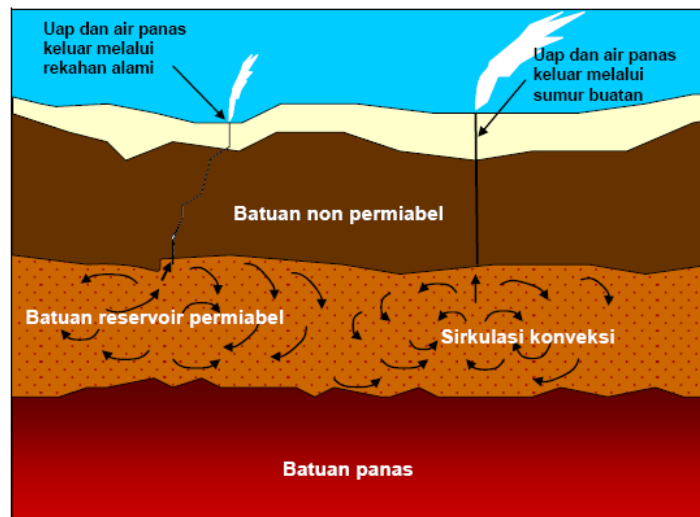
konveksi di dalam radiasi sirkulasi fluida. Suhu bumi bertambah besar secara konstan selaras dengan bertambahnya kedalaman pada sistem panasbumi. Suhu bumi yang berubah tergantung dari kedalamannya yang disebut "*gradient geothermal*". Pada kedalaman tertentu akibat tumbukan lempengan samudra dan benua yang disebut sebagai proses Subduksi seperti tampak pada Gambar 2, suhu bumi akan menjadi sangat tinggi sehingga batuan padat akan menjadi magma cair, disebabkan oleh suatu kondisi geologi tertentu maka magma cair akan menerobos ke permukaan dan membentuk intrusi batuan beku atau kegiatan gunung api.

Sistem panasbumi tersusun oleh beberapa parameter kebumian seperti sumber panas, reservoir, batuan penutup, sumber fluida dan siklus hidrologi, yang diperlihatkan Gambar 3. air hujan (*rain water*) akan merembes ke dalam tanah melalui saluran pori-pori atau rongga-rongga diantara butir-butir batuan, sehingga air dengan luasa menerobos turun ke batuan panas (*hot rock*). Air tersebut terakumulasi dan terpanaskan oleh batuan panas (*hot rock*), akibatnya suhu air meningkat, volume bertambah dan tekanan menjadi naik. Tekanan yang terus meningkat menyebabkan air panas naik ke atas melalui celah, retakan dan pori-pori yang berhubungan di dalam permukaan.

Lapisan litosfera (*lithosphere*) adalah lapisan yang memiliki ketebalan yang tidak sama di setiap tempat, di bawah benua memiliki ketebalan 100 km dan di bawah samudera memiliki ketebalan sekitar 50 km (Stacey, 1977). Lapisan di bawah litosfera adalah astenosfera (*asthenosphere*) merupakan lapisan plastis yang mencapai kedalaman 500 km di dalam selubung. Tumbukan (*subduction*) kerak benua dan kerak samudera menyebabkan litosfera akan menyusup masuk keastenosfer yang bersuhu tinggi, sehingga dapat meleburkan kerak samudera yang berada di atas litosfera. Hasil peleburan kerak samudera akan menghasilkan magma.



**Gambar 4.** Model sistem panas bumi secara umum (dimodifikasi dari *geothermal figure* google 18 Agustus 2010). (1) sumber panas, (2) reservoir, (3) lapisan penutup, (4) patahan, (5) daerah resapan (*recharge area*) (google *geothwrmal*, 1020).



**Gambar 5. Sketsa Sistem Panas Bumi**

Magma merupakan lelehan material yang bercampur mineral-mineral dan gas-gas tertentu terjadi ketika suhu naik cukup tinggi. Ketika magma mencapai permukaan bumi melalui pipa-pipa gunung api, maka hancuran batuan dan mineral serta gas akan disebarkan keluar. Magma yang keluar dan meleleh di permukaan bumi disebut lava. Di permukaan bumi lava tersebut akan mengalami proses pendinginan dengan cepat, sehingga membentuk kerak batuan di permukaan, sedangkan di bawah yang tetap cair panas akan tertahan di bawah permukaan jika tidak memiliki tekanan yang cukup untuk menerobos. Magma yang terperangkap di bawah permukaan ini akan mengalami pendinginan dengan lambat, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai sumber panas bumi (Skinner, 1989).

Sistem panas bumi dikontrol oleh adanya:

1. Sumber panas (*heat source*) berupa plutonik,
2. Batuan berporos atau reservoir (*reservoir*) tempat uap panas terjebak di dalamnya,
3. Lapisan penutup, berupa batu lempung,
4. Keberadaan struktur geologi (patahan, perlipatan, *collapse*, rekahan dan ketakselarasan),
5. Daerah resapan air atau aliran air bawah permukaan (*recharge area*).

### MANIFESTASI PANAS BUMI

Manifestasi panas bumi di daerah Way Ratai berupa sumur air panas, undukan silika sinter, dan perbedaan vegetasi yang mencolok. Keberadaan suatu sistem panas bumi dicirikan oleh adanya manifestasi lainnya di permukaan, yaitu berupa:

Mata air panas (*hot spring*), batuan dalam dapur magma dapat menyimpan panas sampai ribuan tahun. Air tanah yang turun dan bersentuhan dengan magma akan terpanaskan dan cenderung naik ke permukaan melalui rekahan-rekahan pada batuan dan membentuk sumber mata air panas

Fumarola dan solfatara merupakan “lubang asap” tempat dikeluarkannya gas-gas yang dihasilkan oleh gunung api. Umumnya fumarola terletak di sekitar gunung api atau pada terobosan melalui rekahan-rekahan. Sedangkan solfatara merupakan fumarola yang mengeluarkan gas belerang (*sulfur*), seperti  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , dan  $\text{S}$ . Sering juga dijumpai belerang yang mengendap sebagai kristal dan melapisi rekahan-rekahan pada batuan yang dilaluinya.

Geyser adalah air tanah yang tersembur keluar sebagai kolom uap dan air panas, terbentuk oleh adanya celah yang terisi air dari kawah. Semakin besar akumulasi

air dalam celah, maka makin tinggi tekanan uap air yang menekan air di atasnya, sehingga air akan tersembur keluar.

Uap Tanah (*Steaming Ground*), di beberapa daerah lapangan panas bumi sering ditemukan tempat-tempat yang mengeluarkan uap panas (steam) Nampak keluar dari permukaan tanah. Manifestasi seperti ini biasa disebut steaming ground (uap tanah). Diperkirakan uap panas tersebut berasal dari suatu lapisan tipis dekat permukaan yang mengandung air panas yang mempunyai suhu mendekati titik didihnya (boiling point).

Lumpur panas merupakan manifestasi panasbumi di permukaan, umumnya mengandung uap panas yang tidak terlalu banyak dan gas  $\text{CO}_2$  yang tidak mudah menjadi cair (mengembun). Lumpur panas ditemukan dalam keadaan cair karena kondensasi uap panas. Sedangkan gelembung-gelembung yang terjadi disebabkan oleh keluarnya gas  $\text{CO}_2$ .

Kawah (*crater*), pada puncak atau daerah sekitar puncak gunung api terdapat kawah, yaitu suatu bentuk depresi berbentuk corong terbuka ke atas yang merupakan tempat disebarkan tepa gas-gas, lava dan gas-gas, contoh Gambar 13, kawah (*crater*) Waimangu, New Zealand.

Batuan alterasi merupakan tanda-tanda penting suatu lapangan panas bumi. Batuan alterasi terjadi karena proses interaksi antara batuan asal dengan fluida panasbumi. Batuan alterasi terjadi karena beberapa faktor, antara lain suhu, tekanan, jenis batuan, komposisi fluida, pH dan lamanya interaksi (Browne, 1998).

Interaksi batuan dengan *deep chloride water* (air klorida yang berasal dari reservoir dalam) akan menghasilkan mineral-mineral hidrotermal biasa disebut mineral sekunder. Mineral-mineral yang terbentuk pada kondisi suhu tinggi seperti epidote, chlorite, wairakite. Mineral lain seperti adularia dan albit memiliki karakter terbentuk di tempat yang memiliki permeabilitas tinggi. Interaksi batuan dengan air yang bersifat asam akan menghasilkan mineral hidrotermal lempung seperti kaolinite.

## METODOLOGI

Penelitian ini meliputi survey geologi, analisis geokimia, dan survey manifestasi di sekitar lokasi prospek geothermal Way Ratai. Dengan survei geologi regional dapat menunjukkan adanya sesar yang melintas di daerah Way Ratai yang berperan sebagai media aliran fluida. Manifestasi yang muncul dipermukaan mencirikan adanya sumber panas bumi, dengan sampel air panas dan silika sinter yang diuji secara kimia memperkuat identifikasi sumber panasbumi di Way Ratai dan data geokimia tersebut digunakan untuk menghitung temperatur pada reservoir geothermal.

## HASIL DAN DISKUSI

Kondisi di lokasi sistem panas bumi Way ratai terdeteksi oleh keadaan alterasi di permukaan. secara hidrologi ditunjukkan oleh mineral hidrotermal dan *fluids inclusions*. Dilihat dari kondisi lingkungan dan vegetasi tumbuhan yang terlihat sangat berbeda pertumbuhan dari biasanya pada daerah prospek. Terdapat beberapa sumur air panas yang muncul di permukaan sebagai bentuk manifestasi yang menunjukkan adanya sumber panas bumi. Beberapa manifestasi berupa sumur air panas yang ditemukan berada pada lokasi sebagai berikut:

**Tabel 1. Data Sumur pada Prospek panas Bumi Way Ratai**

No	Lokasi	X	Y	Elevasi (m)	Diameter (cm)	Per
2	Sumur 1	517722	9383456	18	± 350	
3	Sumur 2	517387	9383524	37	± 250	
4	Sumur 3	517402	9383542	33	± 100	
5	Sumur 4	517419	9383526	29	± 370	
6	Sumur 5	517526	9383566	20	± 10	

Proses daur hidrologi dan aliran fluida pada sistem panasbumi berawal dari adanya air hujan (*rain water*) turun dan ketika tiba di permukaan bumi air hujan akan merembes ke dalam tanah melalui saluran pori-pori atau rongga-rongga diantara butir-butir batuan. Bila jumlah air hujan yang turun cukup deras, maka air tersebut akan mengisi rongga-rongga antar butiran sampai penuh atau jenuh. Kalau sudah tidak tertampung lagi, maka air hujan yang masih dipermukaan akan mengalir ke tempat yang lebih rendah. Daya serap (permeabilitas) masing-masing batuan atau lapisan batuan bervariasi tergantung jenis batuannya.

Di daerah gunungapi, dimana terdapat potensi panas bumi, seringkali ditemukan struktur sesar (*fault*) dan kaldera (*caldera*) sebagai akibat dari letusan gunung maupun aktifitas tektonik lainnya. Keberadaan struktur tersebut tidak sekedar membuka pori-pori atau rongga-rongga antar butiran menjadi lebih terbuka, bahkan lebih dari itu mereka

menciptakan zona rekahan (*fracture zone*) yang cukup lebar dan memanjang secara vertikal atau hampir vertikal dimana air tanah dengan luasa menerobos turun ke tempat yang lebih dalam lagi sampai akhirnya dia berjumpa dengan batuan panas (*hot rock*). Air tersebut tidak lagi turun ke bawah melainkan mencari jalan dalam arah horizontal ke lapisan batuan yang masih bisa diisi oleh air. Dalam tempo tertentu, air tersebut terakumulasi dan terpanaskan oleh batuan panas (*hot rock*). Akibatnya temperatur air meningkat, volume bertambah dan tekanan naik. Sebagiannya masih tetap berwujud air panas, namun sebagian lainnya telah berubah menjadi uap panas. Tekanan yang terus meningkat, membuat fluida panas tersebut menekan batuan panas yang melingkupinya seraya mencari jalan terobosan untuk melepaskan tekanan tinggi. Ketika fluida tersebut menemukan celah yang bisa mengantarnya menuju permukaan bumi, maka akan dijumpai sejumlah manifestasi. Namun bila celah itu tidak tersedia, maka fluida panas itu akan tetap terperangkap disana selamanya. Lokasi tempat fluida panas tersebut merupakan reservoir panas bumi (*geothermal reservoir*). Sementara lapisan batuan dibagian atasnya dinamakan *cap rock* yang bersifat impermeabel.



**Gambar 12. Kumpulan Titik-titik Manifestasi**

Dari manifestasi yang muncul dipermukaan dapat diambil sampel sebagai data geokimia sebagai berikut:

**Tabel 1. Pengujian sampel air**

No	Parameter	Hasil		Satuan
1	Derajat Keasaman	7,40	4,44	
2	Chlor Bebas	0,1	0,1	Mg/l
3	Silika (SiO <sub>2</sub> )	92,8	97,3	Mg/l

Kemudian dilakukan analisis kimia dengan menggunakan persamaan untuk menghitung temperature pada reservoir geothermal dengan menggunakan persamaan Quart-max, steam loss (Simmons, 1998).

$$t^{\circ}C = \frac{1522}{5,75 - \log SiO_2} - 273$$

$$t = 50 - 250^{\circ}C \quad (1)$$

Dengan t adalah temperatur, dengan range antara 50-250 derajat Celsius. Maka didapatkan hasil bahwa suhu

reservoir geothermal Wayratai adalah  $131,8^{\circ}\text{C}$ , sesuai dengan zona steam loss yaitu  $100 - 250^{\circ}\text{C}$ .

### KESIMPULAN

Dilihat dari kondisi geologinya sumber air resapan pada lapangan panas bumi tersebut kemungkinan berasal dari dataran tinggi yang mengelilinginya maupun air laut yang letaknya tak jauh dari lokasi lapangan panas bumi.

Dari hasil perhitungan sampel  $\text{SiO}_2$  untuk mencari suhu reservoir didapatkan hasil bahwa suhu reservoir geothermal Wayratai adalah  $131,8^{\circ}\text{C}$ , sesuai dengan zona steam loss yaitu  $100 - 250^{\circ}\text{C}$ .

Sistem geothermal wayratai didominasi oleh air maka dapat disimpulkan bahwa sistem geothermal wayratai termasuk dalam kategori *liquid dominated system*.

### DAFTAR PUSTAKA

- Browne, P.R.L. (1978) Hydrothermal Alteration In Active Geothermal Field. *Annual Reviews of Earth and Planetary Science*, 6, 299-250
- Simons, F.S (1998) *Geochemistry Lecture*, Geothermal Institute University Of Auckland
- Soengkono, S., Te Kopia geothermal system (New Zealand)- the relationship between its structure and extent, *Geothermics* 28 (1999a)