

# PENYELIDIKAN GEOKIMIA PANAS BUMI DAERAH SIPOHOLON KABUPATEN TAPANULI UTARA-SUMATERA UTARA

Oleh :

Nuryasin Ardiwinata, Setiawan, Asngari, Entik Supardjo, Sutisna Kurniawan

## SUBDIT PANAS BUMI

### S A R I

Daerah panas bumi Sipoholon – Tarutung secara administratif berada di wilayah Kecamatan Sipoholon dan Tarutung, Kabupaten Tapanuli Utara, Propinsi Sumatera Utara, pada posisi geografis antara 98° 54' 00" - 99° 01' 30" BT dan 1° 56' 30" - 2° 06' 00" LU. Luas daerah yang dilakukan penyelidikan berkisar 16 x 16 km<sup>2</sup>, dengan posisi geografis antara 1° 56' 00" - 2° 06' 00" lintang utara dan 98° 54' 00" - 99° 01' 30" bujur timur atau 488.000 mT -504.000 mT dan 215.600 mU – 232.100 mU pada sistem UTM zone 47, belahan bumi utara.

Manifestasi Panasbumi daerah Sipoholon-Tarutung berupa pemunculan mata air panas dengan temperatur antara 39.2 - 64.2 °C, debit 0.05 ltr/detik sampai 25 ltr/detik dan pH netral rata rata 6.43 , alterasi, sinter karbonat dan hembusan gas dengan komposisi H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub> dan CO. Mata air panas daerah Sipoholon-Tarutung terbagi tiga kelompok yaitu tipe Khlorida (air panas Ria-Ria dan Tapanauli), tipe karbonat (air panas Simamora, Saitnihuta dan Sitompul), tipe sulfat (air panas Hutabarat dan Panabungan).

Air panas Ria-Ria dan Penabungan, menunjukkan indikasi telah terjadinya interaksi fluida panas dengan batuan sebelum muncul ke permukaan berupa mata air panas. Sedangkan mata air panas Tapanauli, Simamora, Lehu dan air dingin Sidari terletak pada garis *meteoric water line*, sebagai indikasi air permukaan.

Perkiraan temperatur bawah permukaan dengan menggunakan persamaan geotermometer diperoleh kisaran temperatur antara 142 - 230° C. Hasil perhitungan temperature berdasarkan Geotermometer gas dengan rumus Nehring & D'Amore diperoleh temperatur = 189 °C.

Kandungan Hg tinggi terdapat berupa kantung-kantung di sekitar Sipoholon, Hutatonga, Dolok Sitare, Ugan dan Saitnihuta. pH tanah di daerah penyelidikan sebagian besar normal dan sebagian kecil

bersifat basa dengan nilai berkisar antara 4.20 - 7.80. Kandungan CO<sub>2</sub> tinggi terdapat berupa kantung-kantung kecil di Hutabarat, Dolok Sitare dan Sitompul. Dengan daerah prospek seluas kurang lebih 12 km<sup>2</sup>.

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Penyelidikan

Panas bumi sebagai salah satu energi alternatif yang memiliki banyak kelebihan untuk dikembangkan. Selain cadangan yang sangat besar di Indonesia panas bumi merupakan energi yang ramah lingkungan dan relatif murah untuk dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik. Apalagi bagi daerah yang memiliki keterbatasan sarana dalam pemenuhan kebutuhan energi listrik.

Daerah Tarutung dan Sipoholon berdasarkan manifestasi panas buminya merupakan daerah yang cukup kaya akan sumberdaya panas bumi. Tetapi sampai saat ini energi tersebut belum dimanfaatkan secara maksimal terbukti bahwa potensi panas bumi daerah ini baru digunakan untuk obyek wisata pemandian air panas. Mengacu pada Instruksi Presiden tentang penggunaan energi panas bumi untuk pemenuhan kebutuhan listrik di Indonesia, maka daerah ini dapat menjadi salah satu pemasok energi yang cukup besar bila sudah dieksploitasi dan dimanfaatkan.

### 1.2 Maksud dan Tujuan

Penyelidikan tahap rinci dengan metode geokimia oleh Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral di daerah panas bumi Sipaholon merupakan realisasi dari program kerja Sub Direktorat Panas Bumi, Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral tahun anggaran 2005.

Tujuan kegiatan penyelidikan ini adalah untuk mengetahui potensi panas bumi di daerah ini dengan disiplin ilmu geokimia.

### 1.3 Ruang Lingkup

Metoda penyelidikan di lapangan meliputi pengamatan langsung terhadap kondisi kenampakan panas bumi seperti mata airpanas, air rembesan, fumarola, tanah panas serta mencatat/mengukur sifat fisik diantaranya luas daerah manifestasi, temperatur udara dan airpanas, pH, debit, kondisi geologi sekitar manifestasi, dokumentasi foto serta memploting data ke dalam peta dasar.

#### 1.4 Letak/posisi Daerah Penyelidikan

Daerah penyelidikan geologi berlokasi di wilayah desa Habinsaran, kecamatan Sipoholon yang jaraknya  $\pm$  8 Km di sebelah utara Kota Tarutung. Pada penyelidikan ini lebih diarahkan pada daerah pemunculan manifestasi panas bumi Ria-Ria, Hutabarat dan Tapanauli. yang secara administratif berada di dalam 2 wilayah kecamatan yaitu Sipoholon dan Tarutung, Kabupaten Tapanuli Utara, Sumatera Utara. Luas daerah yang dilakukan penyelidikan berkisar  $16 \times 16 \text{ km}^2$ , dengan posisi geografis antara  $1^{\circ} 56' 00'' - 2^{\circ} 06' 00''$  lintang utara dan  $98^{\circ} 54' 00'' - 99^{\circ} 01' 30''$  bujur timur atau  $488.000 \text{ mT} - 504.000 \text{ mT}$  dan  $215.600 \text{ mU} - 232.100 \text{ mU}$  pada sistem UTM zone 47.

#### 1.5 Pencapaian Lokasi

Daerah penyelidikan dapat dicapai dari Bandung dengan menggunakan pesawat udara Jakarta-Medan atau melalui jalan darat Bandung – Merak – Lampung - Bukittinggi-Tarutung. Dari Tarutung ke lokasi kerja juga dapat dicapai dengan menggunakan kendaraan roda empat (4) melalui jalan raya lintas Sumatera hingga di desa Habinsaran Kecamatan Sipoholon.

## II. HASIL PENYELIDIKAN

### 2.1 Pengambilan sampel air

Analisis kimia air lengkap dilakukan terhadap sampel dari mata air panas Ria-Ria (APSRI-1), mata air panas Tapanauli (APSTPN), mata air panas sumur bor Simamora (APDSM), mata air panas Hutabarat (APHBT), mata air panas sumur bor Sait Nihuta (APSHT), mata air panas Ugan (APUGN), mata air panas Suitompul

(APSTPL), mata air panas Penabungan (APPBN) dan sampel air dingin sungai Tapanauli (ADSTPN) (Tabel 3-1). Mata air panas Ugan (APUGN), mata air panas Sitompul (APSTPL) dan mata air panas Penabungan (APPBN) diambil sebagai bahan penyelidikan inventarisasi panas bumi. Ketiga air panas tersebut berada di luar daerah penyelidikan.

### 2.2 Karakteristik kimia dan tipe air panas

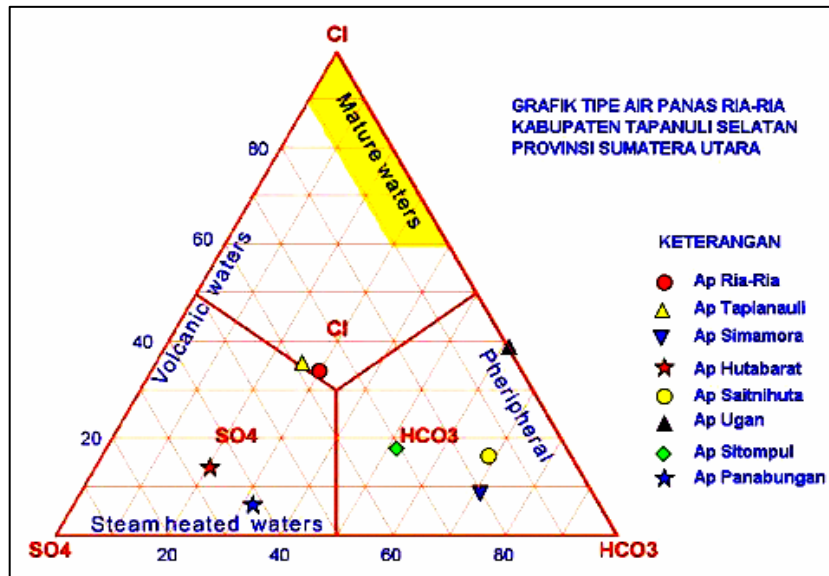
Hasil analisis kimia air panas pada 8 lokasi antara lain sebagai berikut:

Dalam diagram segitiga Cl - SO<sub>4</sub> - HCO<sub>3</sub> Giggensbach (1988), tampak bahwa mata air panas Ria-Ria (APSRI-1) dan Tapanauli (APSTPN), termasuk kedalam tipe air panas klorida, sedangkan mata air panas Simamora, Sait Nihuta, Ugan dan Sitompul termasuk ke dalam tipe air panas bikarbonat, mata air panas Hutabarat dan Penabungan termasuk ke dalam tipe air panas sulfat (Gambar 3-8).

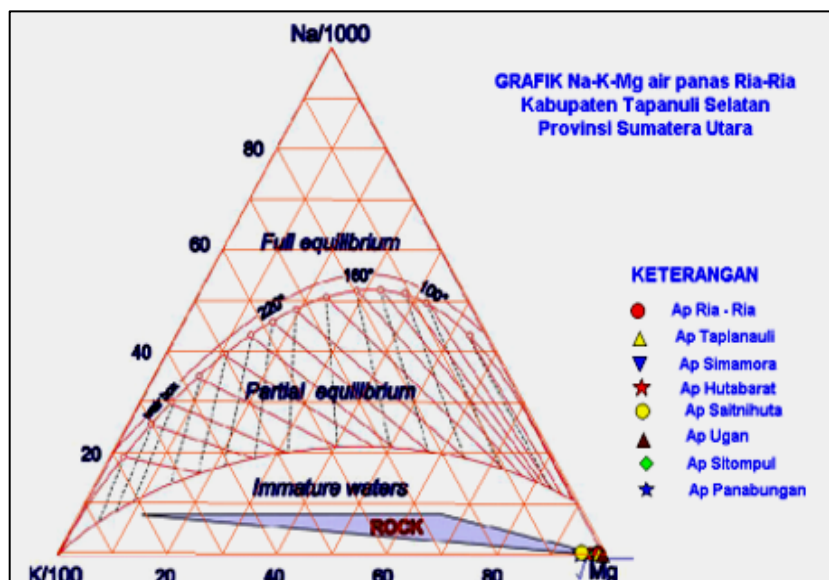
Pada hasil ploting unsur kimia Na/1000 - K/100 -  $\sqrt{\text{Mg}}$ , terlihat bahwa semua mata air panas yang tercantum di atas berada pada bidang  $\sqrt{\text{Mg}}$ , yang termasuk pada *immature water*, hal ini memberikan indikasi bahwa manifestasi yang muncul ke permukaan didominasi oleh air permukaan (Gambar 3-9).

Konsentrasi Isotop <sup>18</sup>O dan <sup>2</sup>H (D) dari lima contoh air panas (Ap. TPN5, Ap. Siria, Ap. Simamora, Ap. Lehu, dan Ap. Penabungan) serta satu contoh air dingin (Ad. Sidari), analisisnya menggunakan metode spektrometri massa, dilakukan di Laboratorium Kimia Badan Tenaga Nuklir Nasional, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Isotop Dan Radiasi (PPPTIR), Jl. Cinere Pasar Jum'at, Jakarta.

Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi <sup>18</sup>O dan D dinyatakan dalam satuan o/oo = per mil. Nilai  $\delta^{18}\text{O}$  berkisar  $-9,26$  sampai  $-8,19$  o/oo sedangkan nilai  $\delta\text{D}$  berkisar  $-66,48$  sampai  $-57,61$  o/oo. Posisi contoh air panas Siria dan Penabungan, terletak pada posisi sebelah kanan dari garis *meteoric water line* (<sup>18</sup>O *shift*), merupakan indikasi telah terjadinya pengkayaan oksigen 18 dari contoh air panas tersebut, akibat



Gambar 3-8. Segitiga Cl-SO<sub>4</sub>-HCO<sub>3</sub>



Gambar 3-9. Segitiga Na-K-Mg

Sedangkan mata air panas TPN5, Simamora, Lehu dan air dingin Sidari terletak pada garis *meteoric water line*, sebagai indikasi air permukaan.

### 2.3 Pendugaan Suhu Bawah Permukaan

Geotermometer tergantung pada keseimbangan antara mineral batuan dan cairan yang dipengaruhi oleh suhu dan lingkungan keberadaannya. Air panas tipe klorida dengan pH netral merupakan tipe yang paling cocok untuk metode penghitungan geotermometri, dan perkiraan suhu bawah permukaan dihitung

berdasarkan unsur- unsur kimia terlarut dalam air panas daerah tersebut.

Hasil penghitungan dengan menggunakan rumus-rumus geotermometri, pendugaan temperatur bawah permukaan minimum adalah geotermometer SiO<sub>2</sub> (*adiabatic cooling*) dan maximum Na/K Giggenbach, 1988 yang menunjukkan kisaran temperatur antara 142° C – 230° C (lihat Table 3-2), untuk air panas tipe Klorida Ria-Ria (APSRI-1).

### 2.4 Hasil Analisis Tanah dan Udara Tanah

**a. Sebaran Temperatur Udara Tanah**

Temperatur udara tanah yang diukur pada kedalaman zona B berkisar antara 21 - 29°C dengan temperatur >27°C terkonsentrasi di sekitar mata air panas Ria-Ria dan mata air panas Hutabarat. Lokasi lain dijumpai nilai temperatur yang lebih rendah, hal ini diduga berkaitan dengan zona lemah yang terdapat pada kedua mata air tersebut lebih bersifat permeabel. Lihat Gambar 3-10.

Amore, 1981 diperoleh suhu bawah permukaan :

$$T (^{\circ}C) = 194.3 + 56.44 \log H_2S + 1/6 \log CO_2$$

$$T (^{\circ}C) = 194.3 + 56.44 \log 0.78 + 1/6 \log 88.85$$

$$T (^{\circ}C) = 189 ^{\circ}C.$$

**b. Sebaran pH**

Hasil pengukuran pH di daerah penyelidikan panas bumi Sipoholon – Tarutung ini memperlihatkan bahwa sebagian besar lokasi mempunyai pH normal < 7.5. Anomali pH > 7.5 lebih terkonsentrasi di sekitar air panas Ria-Ria dan Hutatonga di bagian utara serta Dolok Sitare dan Ugan di bagian selatan daerah penyelidikan.

**c. Sebaran CO<sub>2</sub>**

Sampel tanah dan udara tanah daerah penyelidikan yang diambil pada kedalaman kurang lebih 1 meter memperlihatkan hasil berikut ini. Kandungan CO<sub>2</sub> dalam udara tanah di daerah ini berkisar antara 0.07 – 4.05 %, berdasarkan nilai *background* 1.27 % dan nilai *threshold* 1.86 %.

Kandungan CO<sub>2</sub> tinggi terdapat di sekitar Hutabarat, Dolok Sitare dan Sitompul.

**d. Sebaran Hg**

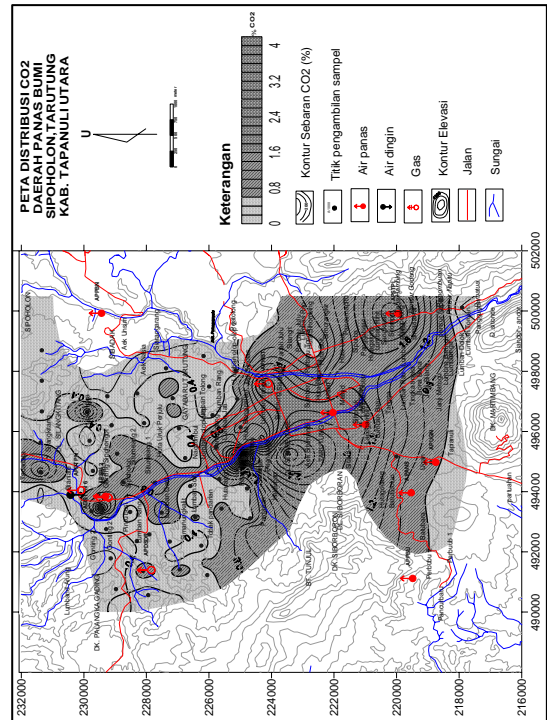
Kandungan unsur Hg tanah antara : 3 – 1121 ppb, dengan nilai back ground value 389 ppb, dan treshhold value 598 ppb, sehingga nilai yang berada diatas nilai background dan threshold merupakan indikasi adanya anomali didaerah prnyelidikan. Kandungan Hg tinggi terdapat berupa paket-paket di sekitar Sipoholon, Hutatonga, Dolok Sitare, Ugan dan Sait Nihuta.

**2.5 Hasil Analisis Gas**

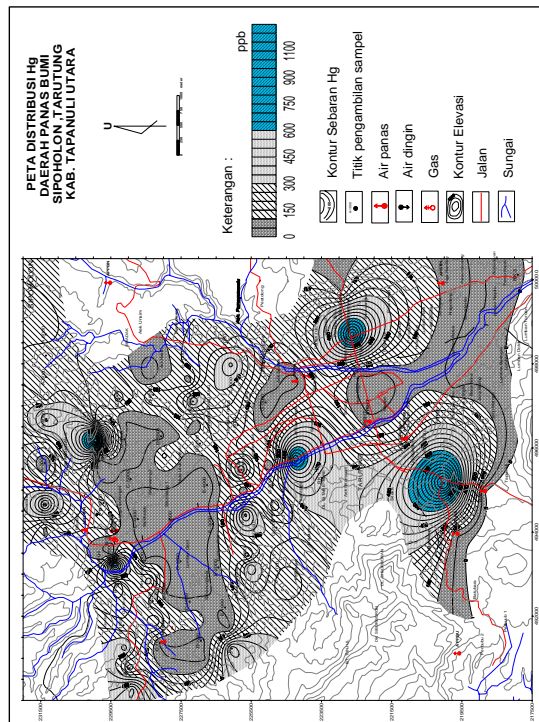
Geotermometer Gas mengacu kepada Nehring dan D'Amore diaplikasikan terhadap fumarola APSRI yang bertemperatur 65 °C dalam kondisi netral dengan komposisi gas yang terdeteksi diantaranya CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> dan NH<sub>3</sub>.

Konsentrasi gas dari fumarola APSRI (Ria-ria) telah terdeteksi dengan cukup signifikan dari senyawa CO<sub>2</sub> (88,85 %), H<sub>2</sub>S (0,76 %), N<sub>2</sub> (8,68 %), (O<sub>2</sub> + Ar) (1,91 %) dan NH<sub>3</sub> (0,004 %).

Dengan menggunakan formula geotermometer Gas dari Nehring dan D,



Gb.3-10 Peta sebaran CO<sub>2</sub>



Gb. 3-12 Peta sebaran Hg

### 3. PEMBAHASAN

Hasil pendugaan temperatur bawah permukaan (reservoir) dengan geothermometer  $\text{SiO}_2$  *adiabatic cooling* dan maximum Na/K Giggenbach, 1988 yang menunjukkan kisaran temperatur antara 142 – 230 °C. Berdasarkan analisis gas didapatkan nilai temperatur sebesar 189 °C dari sampel gas di manifestasi panas bumi Ria-ria.

### 4. SIMPULAN DAN SARAN

#### 4.1 SIMPULAN

Hasil Penyelidikan Geokimia Panas Bumi di daerah Sipoholon meliputi :

- Mata air panas daerah Sipoholon-Tarutung berupa pemunculan mata air panas dengan temperatur antara 39.2 – 64.2 °C, debit 0.05 ltr/detik sampai 25 ltr/detik dan pH netral rata-rata 6.43, alterasi, sinter karbonat dan hembusan gas dengan komposisi  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CO}_2$  dan  $\text{CO}$ .
- Mata air panas daerah Sipoholon-Tarutung terbagi tiga kelompok yaitu tipe Klorida (air panas Ria-Ria dan Tapanauli), tipe karbonat (air panas Simamora, Saitnihuta dan Sitompul), tipe sulfat (air panas Hutabarat dan Panabungan).
- Perkiraan temperatur bawah permukaan dengan menggunakan persamaan

geothermometer Silika (minimum) dan Giggenbach ( $T_{\text{Na/K-G}}$ ) (maksimum) diperoleh kisaran temperatur antara 142 – 230°C.

- Hasil perhitungan temperature berdasarkan Geothermometri gas dengan rumus Nehring & D'Amore diperoleh temperatur = 189 °C.
- Kandungan unsur Hg tanah antara : 3 – 1121 ppb, dengan nilai *background* 389 ppb, dan nilai *threshold* 598 ppb, sehingga nilai ppb yang berada diatas nilai *background* dan *threshold* merupakan indikasi adanya anomali di daerah prnyelidikan. pH tanah di daerah penyelidikan sebagian besar normal dan sebagian kecil bersifat basa dengan nilai berkisar antara 4.20 – 7.80.
- Kandungan  $\text{CO}_2$  dalam udara tanah berkisar antara : 0.07- 4.05 (%), nilai *background* 1.27%, *threshold value* 1.86%. Kandungan  $\text{CO}_2$  tinggi terdapat berupa kantung-kantung kecil di Hutabarat, Dolok Sitare dan Sitompul.

#### 4.2 SARAN

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pengembangan panas bumi daerah Sipoholon – Tarutung, Kabupaten Tapanuli Utara.

- Perlu dilanjutkan penyelidikan geokimia dengan memperluas daerah penyelidikan ke arah selatan, sehingga di dapat data yang lebih lengkap,
- Perlu dilanjutkan penyelidikan geokimia dengan memperluas daerah penyelidikan ke arah Sipahutar serta ke arah Siborong-borong, untuk mendapatkan data yang lebih lengkap di bagian utara,
- Daerah (Propinsi dan atau Kabupaten) perlu proaktif untuk pengembangan energi panas bumi ini agar secepatnya tersedia pasokan energi alternatif selain energi fosil (minyak tanah, solar).

#### DAFTAR PUSTAKA

- Fournier, R.O., 1981. *Application of Water Geochemistry Geothermal Exploration and Reser Engineering, "Geothermal System: Principles and Case Histories"*. John Willey & Sons, New York.
- Giggenbach, W.F., 1988. *Geothermal Solute Equilibria Derivation of Na – K - Mg – Ca Equilibria Derivation of Na – K - Mg – Ca Geoindicators*, *Geochemica et Cosmochemica*, Acta 52, 2749 – 2765.

