

LAPORAN TEKNIS 2015

07.e/AIR 2/OT 02 02/01/2016

**ISOTOP ALAM DAN GEOKIMIA UNTUK STUDI FLUIDA
PANAS BUMI SERTA ASAL USULNYA**

**Neneng Laksminingpuri, Rasi Prasetyo, Nurfadhlini,
Bungkus Pratikno**



**PUSAT APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI
BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL
2016**

LAPORAN TEKNIS 2015

07.e/AIR 2/OT 02 02/01/2016

ISOTOP ALAM DAN GEOKIMIA UNTUK STUDI FLUIDA
PANAS BUMI SERTA ASAL USULNYA

Neneng Laksminingpuri, Rasi Prasetio, Nurfadhlini,
Bungkus Pratikno

Mengetahui/Menyetujui

Kepala Bidang Industri dan Lingkungan



Dr. Sugiharto, MT
NIP. 19620705 198510 1 002

Kepala Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi



Dr. Hendig Winarno, M.Sc
NIP. 19600524 198801 1 001

ABSTRAK

ISOTOP ALAM DAN GEOKIMIA UNTUK STUDI FLUIDA PANAS BUMI SERTA ASAL-USULNYA. Danau Toba merupakan danau vulkanik terbesar dan berhubungan dengan aktivitas panas bumi. Terdapat dua wilayah di Toba dengan manifestasi panas bumi berupa mata air panas, fumarol dan *steaming ground*, yaitu di daerah Simbolon dan Pusuk Buhit. Penelitian isotop dan geokimia terhadap fluida manifestasi lapangan panas bumi telah dilakukan. Pengambilan sampel fluida yang berasal dari Danau Toba berupa mata air panas dan gas dari fumarol dilakukan untuk dianalisis kandungan kimia, isotop ^{18}O dan deuterium air serta isotop ^{222}Rn . Interpretasi hasil analisis tersebut dimaksudkan untuk mengetahui karakteristik reservoir seperti asal-usul fluida, temperatur reservoir hingga model konseptual reservoir Danau Toba. Hasil analisis data menunjukkan bahwa daerah panas bumi Danau Toba memiliki estimasi potensi panas bumi dengan temperatur berkisar 265°C di Pusuk Buhit dan 235°C di Simbolon. Berdasarkan data isotop stabil (^{18}O dan ^2H) dan gas, fluida panas bumi Toba merupakan fluida meteorik dengan sedikit kontribusi sumber magmatik. Namun demikian, fluida panas bumi yang muncul di Pusuk Buhit telah mengalami pergeseran isotop akibat interaksi air-batuan.

Kata kunci: panas bumi, isotop, geokimia, gas, reservoir

ABSTRACT

NATURAL ISOTOPES AND GEOCHEMICAL FOR STUDIES GEOTHERMAL FLUID AND ITS ORIGIN. Lake Toba is the largest volcanic lake and associated with geothermal activity. There are two areas in Toba with geothermal manifestations such as hot springs, fumaroles and steaming ground, namely in the area Simbolon and Pusuk Buhit. Research of isotope and geochemical against fluid manifestation geothermal field has been done. Sampling the fluid coming from the Lake Toba in the form of hot springs and gas from fumaroles carried out to be analyzed its chemical content, ^{18}O and deuterium and isotope ^{222}Rn . Interpretation of the analysis results is meant to determine the reservoir characteristics such as the origin of the fluid, temperature reservoir and also the conceptual model of the reservoir of Lake Toba. The result showed that the geothermal area of Lake Toba has an estimated geothermal potential with temperatures ranging from 265°C in Pusuk Buhit and 235°C in Simbolon. Based on data from stable isotopes (^{18}O and ^2H) and gas, geothermal fluid of Toba is a meteoric fluid with little contribution magmatic source. However, the geothermal fluid that appears in Pusuk Buhit has undergone isotope shift due to water-rock interactions.

Keywords: geothermal, isotope, geochemistry, gas, reservoir

PENDAHULUAN

Propinsi Sumatera Utara merupakan salah satu propinsi yang memiliki potensi panas bumi yang cukup besar. Sumatera Utara diperkirakan memiliki potensi panas bumi entalpi tinggi sebesar 2253 MWe dan entalpi rendah sekitar 170 MWe (A. Fauzi, 2015). Dari potensi tersebut, yang telah terpasang sebagai pembangkit listrik sebesar 12 MW di

Sibayak dan direncanakan juga akan terpasang pembangkit 330 MW di daerah Sarulla (Darma et al, 2015). Selain kedua tempat tersebut, salah satu tempat dengan potensi panas bumi adalah daerah danau Toba, yang merupakan danau vulkanik terbesar di dunia (Chesner, 2012). Daerah dengan manifestasi panas bumi di Toba berupa mata air panas dan fumarol, terdapat di daerah Pusuk Buhit dan Simbolon.

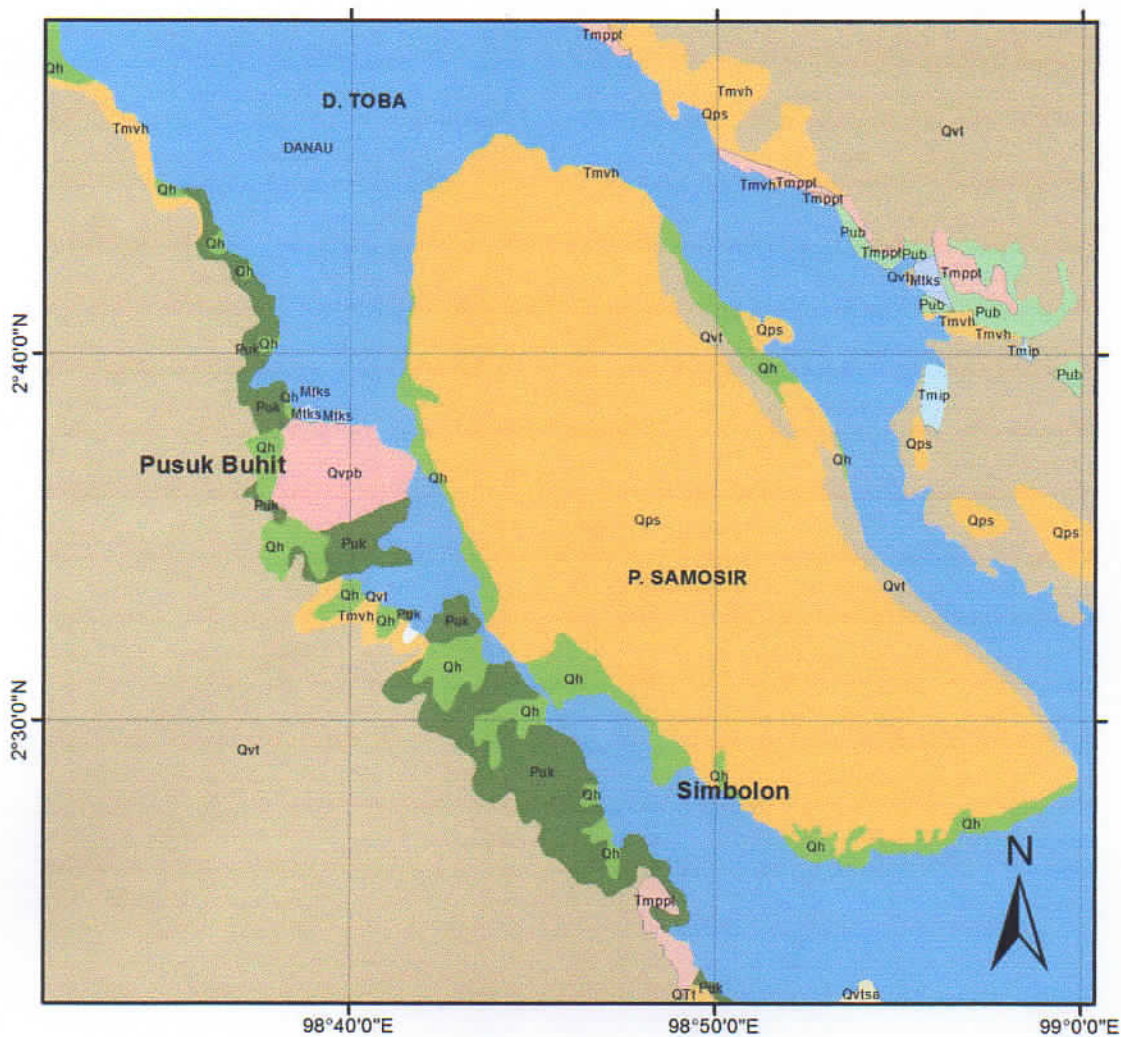
Metode geokimia isotop telah banyak diaplikasikan pada berbagai kegiatan eksplorasi panas bumi di dunia untuk beberapa karakteristik reservoir panas bumi seperti: temperatur bawah permukaan, jenis fluida panasbumi, kondisi hidrogeologi. Komponen geokimia yang digunakan adalah kimia air dan gas, sementara untuk isotop adalah isotop alam ^{18}O dan ^2H dari molekul air dan radon-222 dalam air.

Radon-222 merupakan produk peluruhan radium-226 dalam deret peluruhan uranium-238 yang terdapat secara alami. Sebagai pemancar partikel α , ^{222}Rn dapat menimbulkan bahaya kesehatan sehingga keberadaannya sering disurvei. Di sisi lain, ^{222}Rn juga dapat dimanfaatkan sebagai indikasi adanya suatu patahan dalam suatu sistem panas bumi (de la Cruz et al, 1986), maupun untuk mempelajari dinamika air tanah dan air permukaan (Dimova, et al, 2013).

Pengambilan sampel fluida panas bumi dari berbagai mata air panas di kedua lokasi tersebut (Pusuk Buhit dan Simbolon) dilakukan untuk mengetahui karakteristik reservoir panas bumi seperti temperatur bawah permukaan, tipe dan evolusi fluida melalui komposisi kimia, gas dan isotop alam.

Geologi Danau Toba

Danau Toba merupakan danau vulkanik bagian dari kompleks kaldera Toba yang terbentuk dan berevolusi sejak 1,3 juta tahun yang lalu (Chesner, 2012). Berdasarkan formasi batuan, kaldera Toba tersusun di atas formasi Tufa Toba Tua yang tersingkap di selatan Toba. Sementara di utara Toba terdapat singkapan Tufa Toba Tengah dengan litologi tufa riolit. Tufa Toba Muda merupakan produk erupsi vulkanik Toba termuda dengan komposisi litologi riolit dan riodasit. Pulau Samosir di tengah danau Toba merupakan pulau baru yang terbentuk setelah erupsi gunung Toba purba (Kusumasari et al, 2013).



Gambar 1. Geologi danau Toba, Sumatera Utara (Silitonga, 2003)

METODE

Pengambilan sampel

Pengambilan sampel dilakukan terhadap beberapa manifestasi panas bumi seperti mata air panas dan bualan gas. Pengambilan sampel gas dilakukan dengan menggunakan botol khusus yang berisi larutan NaOH 6 N dalam keadaan vakum. Fluida yang mengandung uap air (*condensable gas*) dan *non condensable gases* yang reaktif yaitu CO₂ dan H₂S akan larut dalam NaOH, sedangkan *non condensable gases* yang tidak reaktif yaitu H₂, He, Ar, N₂, O₂ dan CH₄ menempati ruang vakum di atas larutan NaOH. Pengambilan sampel dilakukan dengan cara menghubungkan botol sampel dengan

keluaran gas melalui selang silikon dan corong atau pipa stainless dengan meminimalisir kontaminasi dari udara luar (Arnorsson et al, 2006; Giggenbach and Goguel, 1989):

Pengambilan sampel mata air

Pengambilan sampel mata air panas dilakukan dengan pencidukan biasa, tetapi tepat pada lubang keluaran (sumber) mata air. Untuk sampel isotop ^{18}O dan ^2H (deuterium), digunakan botol sampel 20 mL yang harus terisi penuh sampel tanpa ada gelembung udara untuk meminimalisir fraksinasi isotop. Untuk sampel kation dilakukan penambahan asam hingga pH 2 – 3, untuk mencegah pengendapan oksida logam, sedangkan untuk sampel anion tidak diperlukan perlakuan khusus (Clark and Fritz, 1997). Sampel air untuk analisis ^{222}Rn ditampung dalam botol khusus dan langsung dicacah mengingat waktu paro ^{222}Rn hanya 3,8 hari.

Analisis sampel

Analisis sampel gas dan cair dilakukan di laboratorium isotop dan kimia, Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi, BATAN – Pasar Jumat, Jakarta. Analisis gas dilakukan dengan dua metode, yaitu metode titrasi untuk gas reaktif (CO_2 dan H_2S) dan metode kromatografi gas untuk gas non reaktif (H_2 , He, Ar, N_2 dan CH_4). Analisis kimia yang meliputi kation dan anion dilakukan dengan menggunakan berbagai metode. Metode titrasi digunakan untuk analisis HCO_3^- , sebagai titran digunakan HCl dan NaOH. Metode ion kromatografi digunakan untuk analisis Cl^- , SO_4^{2-} , F^- dengan kolom resin penukar ion. Sedangkan untuk semua analisis kation (Na, Mg, Ca dan Li) juga digunakan metode ion kromatografi dengan kolom penukar kation.

Analisis isotop ^{18}O dilakukan dengan metode spektroskopi laser menggunakan alat *Liquid-Water Isotope Analyser* yang dilengkapi dengan auto injector. Analisis menggunakan 3 buah standar kerja. Sementara analisis ^{222}Rn dalam air dilakukan in situ menggunakan peralatan portabel DurrIDGE RAD7.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi lokasi pengambilan sampel

Lokasi pengambilan sampel terfokus pada dua daerah dengan manifestasi panas bumi yaitu Pusuk Buhit dan Simbolon (gambar 1), masing-masing lokasi terdapat dua titik pengambilan sampel. Data dan parameter fisik dari lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Ringkasan data pengambilan sampel dan parameter fisiknya

No	Kode	Lokasi	Elev (m)	Koordinat	T (°C)	pH	Cond. (mS)
1	SB01	Simbolon	923	98.73433 E 2.50789 S	89.9	0.97	4.74
2	SB02	Simbolon	930		37.9	1.72	1.04
3	PB01	Pusuk Buhit	942	98.67295 E 2.51929 S	56.8	1.06	4.38
4	PB02	Pusuk Buhit	949		52.0		

1. Simbolon

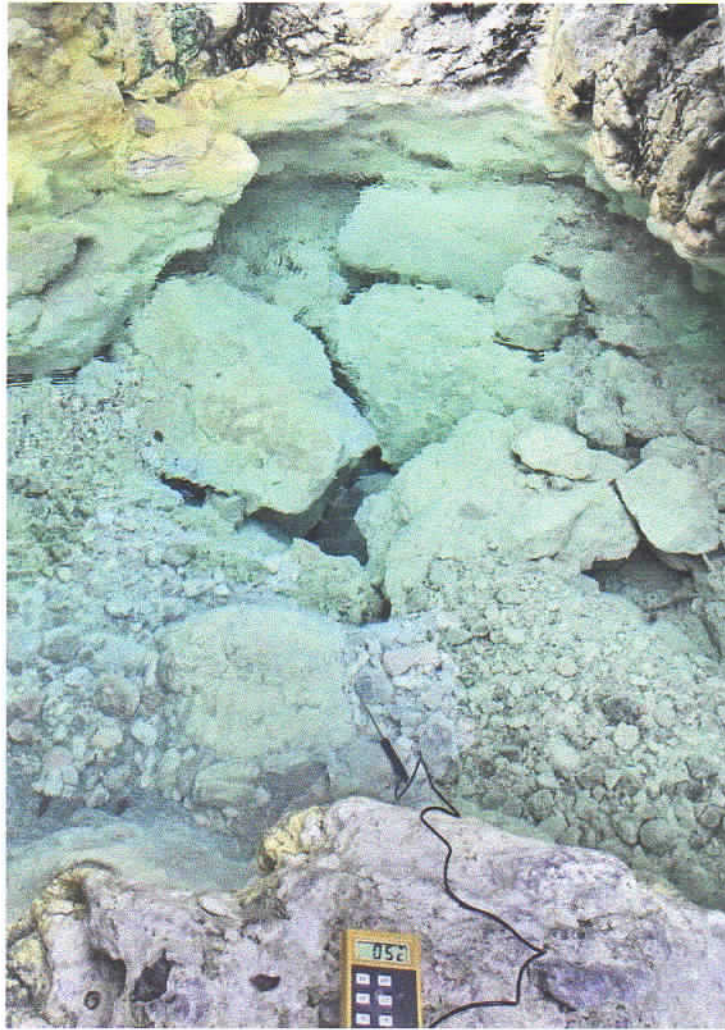
Mata air panas Simbolon terdapat dua lokasi yaitu mata air panas Simbolon-1 dan pemandian Simbolon-2. Mata air panas dan fumarol Simbolon-1 terletak pada ketinggian 923 m di atas permukaan laut, dengan koordinat S 2.50789, E 98.73433, mempunyai temperatur 89,9°C dan pH yang sangat asam yaitu sebesar 0,97. Sedangkan mata air panas pemandian Simbolon terletak di atas fumarol Simbolon-1 pada ketinggian 930 m. Mata air panas pemandian ini mempunyai temperatur 37,9°C dan pH sebesar 1,72. Lokasi ini digunakan sebagai tempat pemandian umum oleh penduduk sekitar.



Gambar 2. Manifestasi panas bumi berupa fumarol dan *steaming ground* di Simbolon.

2. Pusuk Buhit

Manifestasi panas bumi Pusuk Bukit berada pada ketinggian 942 m dengan koordinat S 2.51929, E 98.67295, mempunyai temperatur $56,8^{\circ}\text{C}$ serta pH sebesar 1,06. Aliran mata air panas ini digunakan sebagai pemandian oleh penduduk sekitar.



Gambar 3.Mata air panas di Pusuk Buhit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis

Analisis sampel meliputi kimia terlarut dan gas maupun isotop ^{18}O dan deuterium dilakukan di laboratorium hidrologi PAIR-BATAN. Keseluruhan hasil analisis isotop, gas dan kimia dapat dilihat dalam tabel terlampir. Hasil analisis kimia terlihat bahwa *charge balance* lebih besar dari -10% bahkan mencapai -20% yang menunjukkan kelebihan anion. Hal ini bukan berarti analisis yang tidak bagus, melainkan karena pH sampel yang terlalu rendah. pH rendah menunjukkan konsentrasi H^+ yang tinggi namun tidak terhitung dalam *charge balance*.

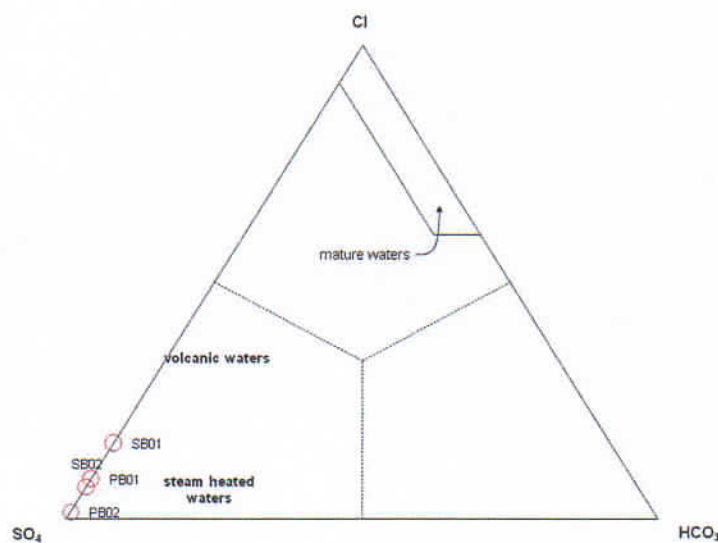
Hasil analisis isotop alam menunjukkan perbedaan komposisi isotop antara daerah Simbolon dan Pusuk Buhit. Daerah Simbolon memiliki nilai berkisar -10‰ dan -62‰ untuk $\delta^{18}\text{O}$ dan $\delta^2\text{H}$. Sementara untuk daerah Pusuk Buhit komposisi isotop memiliki nilai berkisar -8‰ dan -62‰ untuk $\delta^{18}\text{O}$ dan $\delta^2\text{H}$. Analisis ^{222}Rn terlarut dalam air menunjukkan nilai yang tidak terlalu besar yaitu sekitar 184 hingga 369 Bq/m^3 .

Sampel gas memperlihatkan bahwa kedua daerah memiliki kandungan NCG yang berbeda yaitu sekitar 10% di Pusuk Buhit dan 21% di Simbolon. Komposisi gas yang paling dominan adalah gas CO_2 , yaitu mencapai 97% hingga 99%.

Kimia air

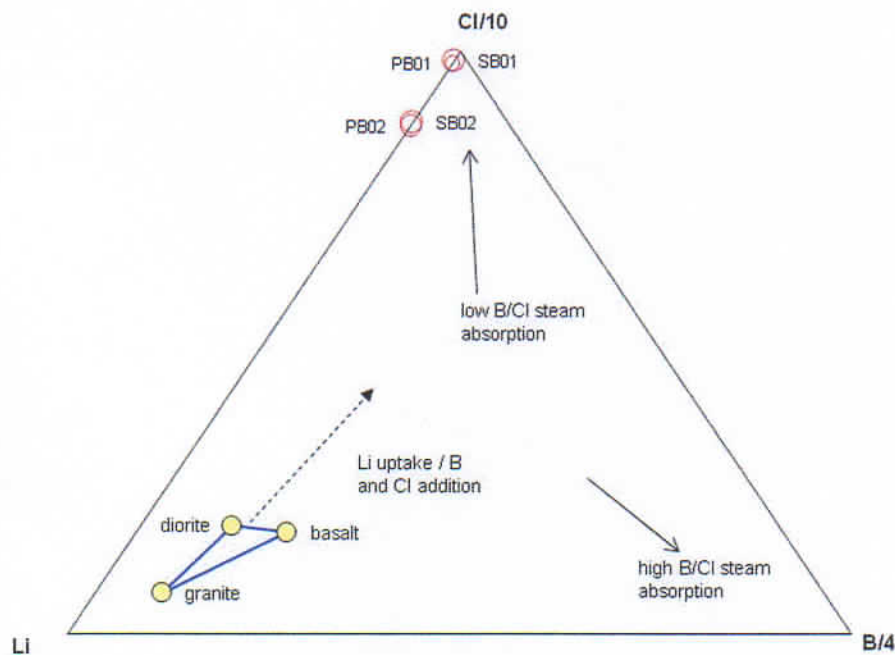
Berdasarkan plot $\text{SO}_4\text{-HCO}_3\text{-Cl}$, terlihat bahwa fluida air panas di Pusuk Buhit dan Simbolon sama-sama merupakan *steam heated waters*, bukan *mature waters* (gambar 4) sehingga tidak dapat digunakan untuk perhitungan geotermometer. Fluida tipe ini umumnya terbentuk akibat pemanasan air tanah oleh uap panas bumi sehingga muncul kembali ke permukaan. Keasaman terjadi karena H_2S yang terlarut dalam uap teroksidasi di dekat permukaan membentuk asam sulfat.

Namun demikian hal ini perlu dikonfirmasi dengan data lain apakah memang kedua mata air ini merupakan *mature waters* yang berasal langsung dari reservoir atau fluida yang berasal dari sumber lainnya.



Gambar 4. Diagram trilinear $\text{SO}_4\text{-HCO}_3\text{-Cl}$ fluida panas bumi Simbolon dan Pusuk Buhit.

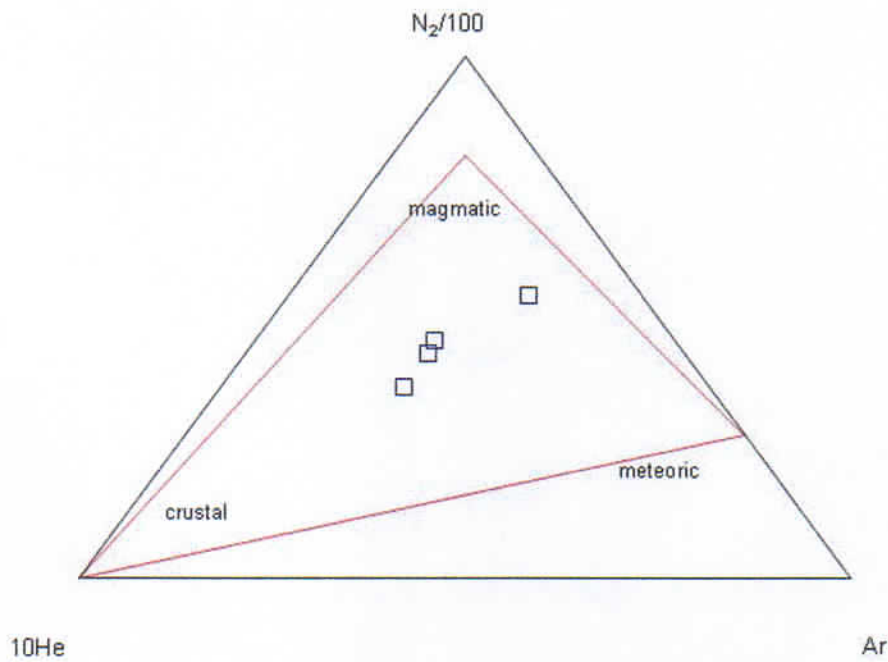
Proses terbentuknya mata air panas tersebut juga dapat terlihat dari diagram komposisi Li, B dan Cl di bawah ini (gambar 5) dimana semua sampel diplot di sudut klorida. Hal ini mengindikasikan bahwa komposisi kimia fluida Simbolon dan Pusuk Buhit bukan hanya terjadi akibat pelarutan batuan saja tetapi juga adanya penyerapan uap panas bumi dengan rasio B/Cl yang rendah ke dalam air tanah dangkal.



Gambar 5. Diagram Li - Cl - B.

Geokimia gas

Komposisi gas panas bumi di Simbolon dan Pusuk Buhit menunjukkan dominasi CO_2 sebagai non-condensable gas dan beberapa spesi gas lain yang terdeteksi seperti N_2 dan CH_4 menunjukkan adanya temperatur tinggi di bawah permukaan. Sementara adanya kandungan HF dan HCl dalam gas fumarol menunjukkan adanya kontribusi magmatik dalam sistem panas bumi tersebut. Hal ini diperjelas melalui diagram He- N_2 -Ar (gambar 6) yang menunjukkan bahwa fluida Simbolon dan Pusuk Buhit merupakan fluida meteorik yang dipengaruhi kontribusi fluida magmatik.



Gambar 6. Diagram trilinear He-N₂-Ar gas Simbolon dan Pusuk Buhit.

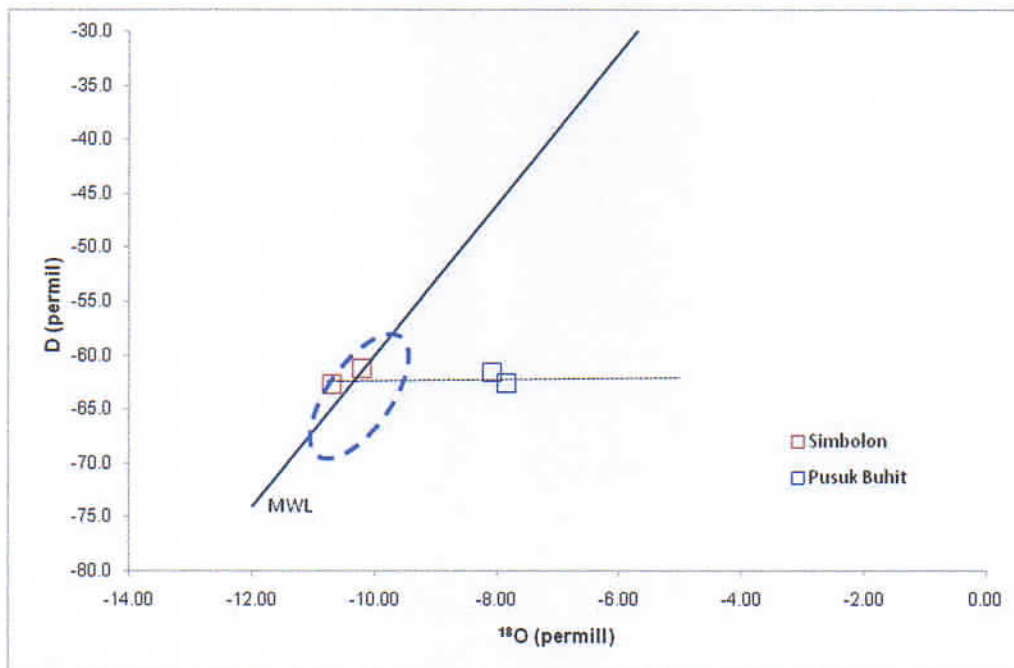
Estimasi temperatur reservoir dilakukan menggunakan perhitungan beberapa geotermometer gas seperti terlihat dalam tabel 2 di bawah. Dalam tabel tersebut terlihat bahwa sebagian geotermometer menghasilkan perkiraan temperatur yang terlalu tinggi seperti geotermometer CO₂, H₂/Ar dan CH₄/CO₂ sementara perhitungan geotermometer lain menghasilkan temperatur yang rasional. Rata-rata estimasi temperatur reservoir hasil perhitungan untuk daerah Pusuk Buhit adalah 265°C sementara untuk Simbolon lebih rendah yaitu 235°C.

Tabel 2.Perhitungan geotermometer gas.

GEOTERMOMETER(°C)							
Sampel	T _{DAP}	T _{H₂S}	T _{CO₂}	T _{H₂/Ar}	T _{CO₂/H₂}	T _{H₂S/H₂}	T _{CH₄/CO₂}
PB-01	228	283	389	356	242	305	320
PB-02	230	294	394	350	238	298	331
SB-01	168	283	436	323	193	286	325
SB-02	174	302	434	325	190	272	330

Isotop ^{18}O , deuterium

Berdasarkan data hasil analisis isotop, terlihat bahwa mata air panas Simbolon memiliki komposisi yang serupa dengan tipikal komposisi isotop mata air dingin dan air permukaan di Toba dan sekitarnya, menandakan bahwa asal fluida merupakan meteorik. Demikian juga dengan mata air panas di Pusuk Buhit. Meskipun terlihat mengalami pergeseran komposisi ^{18}O akibat interaksi air-batuan pada temperatur tinggi, asal fluida tersebut juga merupakan komponen meteorik.



Gambar 21. Grafik isotop $\delta^{18}\text{O}$ terhadap $\delta^2\text{H}$ mata air panas Toba. Lingkaran biru merupakan sebaran komposisi isotop mata air dingin dan air permukaan daerah Toba.

Pencacahan ^{222}Rn menunjukkan konsentrasi yang tidak terlalu tinggi baik di Pusuk Buhit maupun Simbolon yaitu berkisar $180\text{-}370\text{ Bq/m}^3$, jauh lebih rendah dibandingkan tipikal fluida di daerah panas bumi dan vulkanik yang mencapai orde ribuan hingga puluhan ribu Bq/m^3 (Mismanos dan Vasquez, 2015; Zimmer dan Erzinger, 2003). Hal ini menunjukkan kemungkinan adanya pengenceran dengan air tanah dangkal yang tidak mengandung ^{222}Rn , sebagaimana juga diindikasikan dari komposisi kimia mata air panas.

KESIMPULAN

- Berdasarkan data isotop stabil (^{18}O dan ^2H) dan gas, fluida panas bumi Toba merupakan fluida meteorik dengan sedikit kontribusi sumber magmatik. Namun demikian, fluida panas bumi yang muncul di Pusuk Buhit telah mengalami pergeseran isotop akibat interaksi air-batuan.
- Fluida panas bumi Toba, baik di Pusuk Buhit maupun Simbolon telah mengalami pencampuran dengan air tanah dangkal sehingga tidak dapat digunakan untuk perhitungan geotermometer kimia. Hasil pencacahan ^{222}Rn yang rendah juga menunjukkan adanya pencampuran fluida panas bumi dengan air tanah/air permukaan.
- Estimasi temperatur reservoir berdasarkan geotermometer gas berkisar 265°C untuk Pusuk Buhit dan 235°C di Simbolon.

Referensi

- A. Fauzi, 2015, Geothermal resources and reserves in Indonesia: an updated revision, *Geoth. Energy. Sci.*, 3, 1-6
- Arnorsson, S., Bjarnasson, J.O., Giroud, N., Gunnarsson, I., Stefansson, A., 2006, *Sampling and analysis of geothermal fluids*, *Geofluids* vol. 6, pp. 203 – 216
- Clark, I., Fritz, P., 1997, *Environmental isotopes in hydrogeology*, Lewis Publisher, New York
- Chesner, C.A., 2012, The Toba caldera complex, *Quaternary International*, vol. 258, pp. 5-18
- Darma, S., Tisnaldi, Gunawan, R., 2015, Country update: Geothermal energy use and development in Indonesia, *Proceedings World Geothermal Congress, Melbourne 2015*
- de La Cruz, Isabelle, D.B., Mena, M., Monnin, M., Romero, M., Segovia, N., Seidel, J.L., Pialoux, P., Armienta, M.A., 1986, Radon emanation related to geothermal field, *Nuclear Tracks* vol. 12, pp. 875-878, *Int. J. Radiat. Appl. Instrum., Part D*

- Dimova, N.T., Burnett, W.C., Chanton, J.P., Corbett, J.E., 2013, Application of radon-222 to investigate groundwater discharge into small shallow lakes, *Journal of Hydrology* 486 (2013) 112-122
- Giggenbach, W.F., 1988, *Geothermal solute equilibria. Derivation of Na-K-Mg-Ca geoindicators*, *Geochim. Et Cosmochim. Acta* 52, pp- 2749 – 2765
- Giggenbach W.F., 1997, *The origin and evolution of fluids in magmatic-hydrothermal systems*. In: *Geochemistry of hydrothermal ore deposits*. 3d Edition (H. L. Barnes, Ed.), Wiley, 737-796.
- Giggenbach, W.F., and Goguel, R.L., 1989, *Collection and Analysis of Geothermal and Volcanic Water and Gas Discharge*, Chemistry Division, Departement of Sciences and Industrial Research, New Zealand
- Kusumasari, B.A., Yonezu, K., Herdianita, N.R., Taguchi, S., Watanabe, K., 2013, *Fluid geochemistry characteristics of Simbolon and Pusuk Bukit geothermal area in Toba caldera, North Sumatera province, Indonesia*, 35th New Zealand Geothermal Workshop : 2013 Proceedings, Rotorua, New Zealand
- Mismanos, J.W., Vasquez, A.A., 2015, Scouting for permeable structures in geothermal systems using soil gas radon, *Proceedings World Geothermal Congress 2015*, Melbourne, Australia
- Zimmer, M., Erzinger, J., 2003, Continuous H₂O, CO₂, ²²²Rn and temperature measurements on Merapi volcano, Indonesia, *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 124 (2003), pp. 25-38

LAMPIRAN

Hasil analisis kimia. Konsentrasi dalam mg/L.

No.	Kode Sampel	Lokasi	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Fe ³⁺	K ⁺	Na ⁺	Li ⁺	NH ₄ ⁺	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	SiO ₂	B
1	KW1 PB	Pitu Batu	105.79	63.48	16.80	22.85	7.59	0.01	26.60	0	0	59.24	212.0	0	50.59	<0.001
2	SB	Simbolon	3.62	6.01	9.50	16.08	9.07	0.01	0.70	0	0	7.19	97.70	0	59.48	<0.001
3	KW2 PB	Pusuk Buhit	66.82	55.12	7.37	27.77	17.17	0.01	12.10	0	0	46.55	509.00	0	55.26	0.19
4	PB-2	Pusuk Buhit	25.5	32.2	4.70	6.90	85.9	0.01	7.20	0	0	6.80	456.90	0	51.80	-

Hasil analisis gas dalam mmol/kg steam

No.	Kode Sampel	Lokasi	CO ₂	H ₂ S	He	H ₂	N ₂	O ₂	Ar	CH ₄
1	PB-01	Pusuk Buhit	5956.17	48.61	0.0064	51.95	23.66	0.37	0.14	15.09
2	PB-02	Pusuk Buhit	6750.09	72.93	0.0258	49.87	23.89	0.15	0.16	12.02
3	SB-01	Simbolon	15867.57	49.5	0.0179	16.34	23.31	0.71	0.13	34.33
4	SB-02	Simbolon	15359.82	97.07	0.01	14.16	20.4	0.3	0.1	28.51

No.	KodeSampel	Lokasi	NH ₃	HCl	HF
1	PB-01	Pusuk Buhit	3.56	1.84	0.34
2	PB-02	Pusuk Buhit	0.85	2.75	0.37
3	SB-01	Simbolon	3.21	3.80	0.08
4	SB-02	Simbolon	0.62	2.59	0.27

Hasil analisis $\delta^{18}\text{O}$ dan $\delta^2\text{H}$

No	Kode	Lokasi	^{18}O (‰)	^2H (‰)
1	SB-01	Simbolon	-10.19	-61.3
2	SB-02	Simbolon	-10.68	-62.8
3	PB-01	Pusuk Buhit	-7.83	-62.7
4	PB-02	Pusuk Buhit	-8.06	-61.7

Hasil analisis ^{222}Rn

No.	Kode	Lokasi	^{222}Rn (Bq/m ³)		
			Terendah	Rerata	Tertinggi
1	SB-01	Simbolon	0	369	589
2	SB-02	Simbolon	147	184	195
3	PB-02	Pusuk Buhit	0	221	589