

**GEOLOGI DAN GEOKIMIA PANAS BUMI
DAERAH POHON BATU, PROVINSI MALUKU**

Dudi Hermawan, Anna Yushantarti

Kelompok Penyelidikan Panas Bumi

Pusat Sumber Daya Geologi

SARI

Daerah panas bumi Pohon Batu secara fisiografi termasuk pada Busur Banda Dalam tak bergunungapi yang disusun oleh kompleks batuan malihan berumur Perm-Trias. Manifestasi panas bumi yang muncul berupa mata air panas dengan temperatur antara 40 - 60 °C yang pemunculannya sangat dipengaruhi oleh pola struktur geologi yang berarah relatif utara-selatan. Fluida pada sistem panas bumi daerah Pohon Batu berasal dari air meteorik yang meresap ke bawah permukaan dari daerah resapan kemudian mengalami kontak dengan batuan panas di kedalaman. Adanya pengaruh fluida magmatik, sebagaimana terindikasi dari kandungan Cl⁻ dan SO₄, diperkirakan turut merubah sifat fluida. Dalam pemunculannya menuju permukaan fluida panas tersebut mengalami pencampuran dengan air permukaan. Temperatur reservoir diperkirakan sebesar 175°C, yang termasuk ke dalam temperatur sedang.

Pembentukan sistem panas bumi daerah Pohon Batu diperkirakan berhubungan dengan aktivitas tektonik kuat akibat dari tumbukan lempeng Pulau Seram dengan lempeng Benua Australia (plate collision) yang memicu pembentukan batuan intrusi di kedalaman sebagai sumber panas (*heat sources*) pada sistem panas bumi Pohon Batu. Sehingga sistem panas bumi daerah Banda Baru dapat digolongkan ke dalam sistem *heat sweep* pada setting tabrakan lempeng yang berasosiasi dengan pembentukan batuan intrusi muda.

Hasil kompilasi data terpadu memperlihatkan zona prospek panas bumi daerah Pohon Batu diperkirakan berada di sekitar manifestasi mata air panas Pohon Batu dengan luas kurang lebih 3 km². Dengan asumsi tebal reservoir 1 km, temperatur reservoir 175°C dan temperatur cut off 120°C, potensi sumber daya hipotetik daerah panas bumi Pohon Batu adalah sekitar 13 MWe

Kata kunci : Manifestasi panas bumi, fluida, zona prospek, sumber daya hipotetik.

PENDAHULUAN

Energi listrik menjadi salah satu kebutuhan utama untuk mendukung berbagai macam aktivitas manusia. Panas bumi menjadi salah satu alternatif energi yang bisa digunakan sebagai sumber listrik pada pemanfaatan tidak langsung. Pusat

Sumber Daya Geologi, Badan Geologi pada tahun anggaran 2014 melakukan penyelidikan terpadu di daerah Pohon Batu, Provinsi Maluku. Kegiatan ini dilakukan untuk melengkapi data kepanasbumian sehingga dapat digunakan sebagai dasar data geosain bagi pemerintah dalam mengambil keputusan, para pengembang maupun

sebagai bahan pertimbangan pada tahap penyelidikan lebih detail. Maksud penyelidikan terpadu panas bumi di daerah Pohon Batu adalah untuk menindaklanjuti usulan rencana kerja Kelompok Penyelidikan Panas Bumi, Pusat Sumber Daya Geologi, Badan Geologi tahun anggaran 2014 dengan tujuan untuk mendapatkan data geologi dan geokimia yang berkaitan dengan aspek kepanasbumian, mengetahui karakteristik batuan dan fluida dalam sistem panas bumi, serta sebaran prospek panas bumi di daerah Pohon Batu

Secara geografis daerah panas Pohon Batu terletak pada koordinat 128°39'41"-128°49'23"BT dan 3°10'58"-3°19'23"LS serta 462.397–480.367 mE dan 9.632.675 – 9.648.193 mN dengan luas sekitar 18 km X 16 km. Secara administratif termasuk kedalam wilayah Kabupaten Maluku Tengah, dan Kabupaten Seram Bagian Barat, Provinsi Maluku (Gambar 1).

Tataguna lahan daerah penyelidikan menurut data Departemen Kehutanan, yaitu Tataguna Hutan Kesepakatan, 1999, terbagi menjadi Hutan Produksi Konversi, Hutan Produksi Terbatas dan Hutan Lindung.

GEOLOGI

Geologi Regional

Dari peta Geologi Lembar Ambon dan Masohi, Maluku (skala 1 : 250.000) yang ditulis oleh S.Tjokrosapoetra,dkk (1993). Pulau Seram, pulau Boano, pulau Kelang dan pulau Manipa terletak dalam Busur Banda Luar, sedangkan pulau Ambon dan pulau Haruku termasuk Busur Banda Dalam, dan termasuk ke dalam Orogen Maluku. Pulau Seram dimasukkan ke dalam lajur imbrikasi Neogen (Audley-Charles drr, 1981). Batuan yang ada di daerah penyelidikan terdiri dari batuan – batuan non gunungapi yang berumur berumur Perem (Paleozoikum) sampai Holosen.

Aktivitas tektonik yang berkembang di daerah penyelidikan berupa sesar normal, sesar mendatar dan sesar naik. Sesar turun di Pulau Seram umumnya berarah baratlaut-tenggara dan timurlaut-baratdaya. Sesar mendatar berarah baratlaut-tenggara umumnya mengangan sedangkan yang berarah timurlaut-baratdaya umumnya mengiri. Sesar-sesar tersebut memotong batuan yang berumur lebih tua.

Geomorfologi

Berdasarkan pengamatan pada peta topografi, peta DEM (*Digital Elevation Mode*) dan pengamatan di lapangan, satuan geomorfologi daerah Pohon

Batu dapat dibagi menjadi 3 satuan, yaitu: Satuan Perbukitan Curam, Satuan Perbukitan Bergelombang, dan satuan geomorfologi pedataran.

Satuan Perbukitan Curam ditunjukkan oleh pola kontur yang relatif rapat dan bentukan morfologi yang berupa punggung panjang berlereng sangat terjal dengan banyak puncak. Lembah sungai pada satuan perbukitan bergelombang umumnya berbentuk U tajam hingga V. Satuan ini memiliki kemiringan lereng antara 7 – 140% dengan ketinggian antara 75 – 850 m. Satuan Perbukitan Bergelombang ditunjukkan oleh pola kontur yang renggang hingga agak rapat dan bentukan morfologi yang berupa puncak-puncak terisolir serta punggung pendek dengan banyak puncak. Lembah sungai pada satuan perbukitan bergelombang umumnya berbentuk U tajam hingga V. Satuan ini memiliki kemiringan lereng antara 7 – 55% dengan ketinggian antara 10 – 600 m.

Satuan Pedataran dicirikan oleh pola kontur yang renggang dan memiliki kemiringan lereng antara 0 – 2% dengan ketinggian antara 0 – 25 m. Satuan ini tersebar pada sepanjang sungai dan pesisir pantai. Lembah sungai pada satuan dataran umumnya lebar dan berbentuk U. Aliran sungai

menunjukkan sistem meander dan *braided-stream*.

Stratigrafi

Berdasarkan hasil penyelidikan di lapangan, jenis batuan di daerah survei dapat dikelompokkan ke dalam lima satuan batuan. Urutan satuan batuan atau stratigrafi dari tua ke muda (Gambar 2) adalah satuan filit, (Pf), sekis (PTs), konglomerat (TQk), batugamping (Qbt), dan aluvium (Qa).

Satuan Filit (Pf), tersebar di bagian selatan, barat dan tengah daerah penyelidikan, terdiri dari dominan filit yang berselingan dengan sekis. Menurut kesebandingan dengan peta geologi regional Lembar Ambon dan Masohi, Maluku (S.Tjokrosapoetra, dkk 1993), batuan ini merupakan batuan malihan bagian dari Formasi Taunusa yang berumur Perm.

Satuan Sekis (PTs), tersebar di bagian utara dan barat laut daerah survei. Menurut kesebandingan dengan peta geologi regional Lembar Ambon dan Masohi, Maluku (S.Tjokrosapoetra, dkk 1993), batuan ini merupakan batuan malihan bagian dari Formasi Tehoru yang berumur Perm-Trias.

Satuan Konglomerat (TQk), tersebar di sebelah utara, timurlaut dan tenggara membentuk morfologi perbukitan bergelombang. Batuan ini merupakan sedimentasi dari hasil rombakan batuan

terbentuk sebelumnya. Menurut kesebandingan dengan peta geologi regional Lembar Ambon dan Masohi, Maluku (S.Tjokrosapoetra, dkk 1993), batuan ini merupakan bagian dari Formasi Fufa yang berumur Pliosen-Plistosen.

Satuan Batugamping (Qgt), tersebar di sebelah selatan dan tengah. Menurut kesebandingan dengan peta geologi regional Lembar Ambon dan Masohi, Maluku (S.Tjokrosapoetra, dkk 1993), batuan ini dapat dibandingkan dengan batugamping koral yang berumur Holosen.

Aluvium (Qa) merupakan endapan sekunder hasil rombakan batuan di permukaan yang telah terbentuk sebelumnya. Penyebarannya di sepanjang muara sungai dan pedataran di pinggir pantai. Proses pengendapan material-material tersebut masih berlangsung sampai sekarang.

Struktur Geologi

Hasil rekonstruksi struktur geologi menunjukkan bahwa struktur patahan yang pertama terbentuk adalah sesar naik yang berarah baratdaya-timurlaut. Struktur ini diperkirakan terbentuk akibat aktivitas tektonik pada Zaman Pra-Tersier yang mengontrol pemunculan satuan batuan filit ke permukaan. Kemudian aktivitas tektonik selanjutnya mengakibatkan

terbentuknya sesar-sesar mendatar mengiri berarah baratdaya-timurlaut. Setelah itu terjadi lagi aktivitas tektonik yang mengakibatkan terbentuknya sesar-sesar obliq berarah baratlaut-tenggara yang memotong struktur-struktur yang lebih tua dan mengontrol pemunculan manifestasi panas bumi di daerah Pohon Batu.

Manifestasi Panas Bumi

Kenampakan manifestasi panas bumi di daerah Pohon Batu berupa mata air panas yang muncul di beberapa lokasi terutama sepanjang sungai Wai Pupukula yang terdiri dari :

Mata Air Panas Pohon Batu-1, 2, dan 3, di lokasi ini terdapat sekitar 3 mata air panas dengan temperatur air panas berkisar dari 50-57,2°C, pH 6,13-6,95, debit 0,1-0,5 liter/detik, daya hantar listrik 7890-9760 $\mu\text{S/cm}$. Air panasnya berwarna jernih, berasa asin, terdapat endapan oksida besi.

Mata Air Panas Pohon Batu-4, memiliki temperatur 57°C, pH 6,34, daya hantar listrik 9040 $\mu\text{S/cm}$, dan debit sebesar 0,1 liter/detik. Air panasnya berwarna jernih, berasa asin, terdapat endapan oksida besi.

Mata Air Panas Pohon Batu-5, memiliki temperatur 49,7°C, pH 6,34, daya hantar listrik 5640 $\mu\text{S/cm}$, dan debit sebesar 0,1 liter/detik. Air

panasnya berwarna jernih, berasa asin, terdapat endapan oksida besi.

Mata Air Panas Pohon Batu-6, muncul di pinggir sungai dengan gelembung kontinyu. Temperatur air panas Pohon Batu-6 40,5°C, pH 5,63, daya hantar listrik 3280 $\mu\text{S}/\text{cm}$, dan debit sebesar 0,1 liter/detik. Air panasnya berwarna jernih, berasa asin.

Heat Loss

Nilai *heat loss* atau hilang panas adalah suatu nilai yang menyatakan jumlah energi panas yang dilepaskan secara alami. Dari hasil perhitungan pada manifestasi yang ada di daerah penyelidikan didapat nilai *heat loss* 107,03 kWth, atau 0,1 mWth (mega Watt thermal).

GEOKIMIA

Hasil analisis air

Diagram segitiga Cl-SO₄-HCO₃ (Gambar 3), menunjukkan bahwa air panas di Pohon Batu bertipe klorida-bikarbonat. Pada kondisi *high terrain* merupakan fluida panas bumi yang mengalir secara lateral (*outflow*) dan terencerkan dengan air permukaan, sedangkan untuk *low terrain* merupakan fluida panas bumi yang langsung mengalir dari reservoir (*upflow*).

Berdasarkan diagram segi tiga Cl-Li-B (Gambar 4) air panas Pohon Batu mengelompok pada zona Cl, yang

mengindikasikan air panas tersebut bisa berasal dari proses magmatik yang membawa gas HCl dan H₂S terlarut. Pada temperatur yang tinggi Cl berada sebagai HCl dan B sebagai H₃BO₃, keduanya bersifat volatil dan bisa dipindahkan oleh uap temperatur tinggi. Ada kemungkinan air panas Pohon Batu terbentuk melalui absorpsi uap magmatik dengan rasio B/Cl yang rendah, yang mencirikan air panas tersebut berasal dari lingkungan magmatik yang membawa gas HCl dan H₂S terlarut.

Berdasarkan diagram segi tiga Na/1000-K/100-Mg^{0,5} (Gambar 5), mata air panas Pohon Batu-1-6 berada pada zona *partial equilibrium*, yang mengindikasikan bahwa reaksi antara fluida dengan batuan reservoir telah tercampur oleh air dingin di permukaan. Akan tetapi ada kemungkinan bahwa kesetimbangan Na-K-feldspar dalam fluida Pohon Batu telah terganggu adanya konsentrasi unsur lain yang cukup tinggi di lingkungan tersebut. Sementara air panas Pohon Batu-7 yang terkontaminasi air laut berada pada posisi yang segaris dengan air laut Pohon Batu.

Kimia Gas

Hasil analisis kimia gas menunjukkan bahwa komposisi gas yang keluar dari mata air panas Pohon Batu sangat

kecil, didominasi oleh gas CH₄ (4,8 % mol), N₂ (57,69 % mol), dan CO₂ (32,77 % mol), sementara gas H₂S tidak terdeteksi. Kandungan gas H₂S dalam sistem panas bumi berasal dari magmatik atau alterasi dari batuan reservoir, (Nicholson, 1993). Kandungan gas metan dimungkinkan dihasilkan dari alterasi batuan sedimen dari batuan di kedalaman. Gas N₂ dalam sistem panas bumi berasal dari gas yang terlarutkan dalam *recharge* air meteorik meskipun juga bisa berasal dari gas magmatik.

Analisis isotop

Hasil analisis konsentrasi Isotop ¹⁸O dan ²H (D) dari sampel air panas Pohon Batu (Gambar 6) cenderung menjauhi *meteoric water line*, hal ini mencerminkan bahwa mata air panas tersebut berasal dari kedalaman (*deep water*)

Pendugaan temperatur bawah permukaan

Hasil perhitungan dengan geotermometer silika pada kondisi *conductive cooling (cc)* dan *adiabatic cooling (ac)* menunjukkan bahwa temperatur reservoir daerah panas bumi Pohon Batu berkisar 90 - 127°C. Hasil perhitungan tersebut menunjukkan temperatur reservoir yang relatif rendah.

Perhitungan temperatur reservoir dari Na/K Giggensbach geotermometer pada umumnya terlalu tinggi untuk diaplikasikan pada fluida dengan lingkungan non vulkanik. Ada kemungkinan adalah pada kondisi ini ion-ion lain seperti Ca, Na, dan K akan berkompetisi dalam reaksi pertukaran ion dengan mineral-mineral silikat, oleh karena itu penerapan geotermometer Na/K akan tidak sesuai dengan kondisi reservoir.

Sedangkan dari perhitungan dengan menggunakan geotermometer Na-K (Truesdell), suhu reservoir untuk daerah Pohon Batu diperkirakan sekitar **175°C**.

Sampel tanah dan udara tanah

Peta distribusi nilai Hg tanah (Gambar 7) memperlihatkan anomali relatif tinggi >4000 ppb terletak di sekitar pemunculan mata air panas Pohon Batu. Melihat kondisi lingkungan geologi di daerah Pohon Batu yang telah terjadi mineralisasi, maka anomali Hg ini sangat besar kemungkinannya selain berhubungan dengan daerah panas bumi juga terpengaruh oleh proses mineralisasi di daerah tersebut. Sedangkan peta distribusi nilai CO₂ udara tanah (Gambar 8) memperlihatkan anomali tinggi >4% di sekitar air panas Pohon Batu. CO₂ mengindikasikan adanya bocoran fluida

panas bumi yang keluar melalui sesar. Selain itu anomali CO₂ bisa pula dipengaruhi oleh materi organik yang lain.

PEMBAHASAN

Batuan penyusun yang membentuk daerah panas bumi Pohon Batu merupakan kompleks batuan malihan yang terdiri dari filit dan sekis berumur Perm-Trias. Kompleks batuan malihan ini telah mengalami aktivitas tektonik berulang kali sehingga telah tersesarkan kuat. Aktivitas tektonik ini juga mengontrol pengendapan batuan konglomerat berumur Pliosen-Plistosen yang fragmen-fragmennya tersusun oleh batuan malihan. Pada Kala Holosen sedimentasi bawah laut di daerah penyelidikan mengakibatkan tumbuhnya batugamping terumbu yang membentuk perbukitan-perbukitan sendiri (*solitaire*). Di bagian muara sungai-sungai besar, batuan-batuan yang lebih tua ini tertutupi oleh endapan permukaan berupa aluvium yang proses pengendapannya masih berlangsung hingga sekarang.

Aktivitas tektonik daerah survei diperkirakan telah terjadi sejak Trias Tengah yang didominasi oleh gerakan menurun akibat tarikan (*rifting*) yang terus berlangsung sampai Oligosen. Pada Kala Miosen sampai Pliosen terjadi proses tektonik yang sangat kuat

sebagai akibat dari pembenturan kerak samudera laut Seram dengan Pulau Seram. Aktivitas tektonik ini menyebabkan terjadinya kegiatan gunungapi pada Jalur Magma Uliaser (Haruku, Saparua, Nusalaut) di atas zona Benioff. Pada kala Pliosen Atas kegiatan tektonik akibat subduksi tersebut berkurang secara drastis sehingga kegiatan vulkanisme terhenti. Berkurangnya kegiatan ini kemungkinan disebabkan oleh pengaruh sesar Tarera-Aiduna yang memanjang berarah timur-barat dari Papua sampai tenggara Pulau Seram dan mulainya pembenturan antara Pulau Seram dengan kerak Benua Australia (*plate collision*). Kegiatan *collision* ini juga diperkirakan memicu terjadinya terobosan batuan beku (intrusi) pada zona lemah. Sisa panas dari dapur magma yang berasosiasi dengan aktivitas plutonik atau intrusi inilah yang berperan sebagai sumber panas yang memanasi air bawah permukaan yang kemudian naik melalui celah-celah/rekahan dan terperangkap dalam reservoir panas bumi. Sehingga sistem panas bumi daerah Pohon Batu dapat digolongkan ke dalam sistem *heat sweep* pada *setting* tabrakan lempeng yang berasosiasi dengan pembentukan batuan intrusi muda (Gambar 9).

Daerah Pohon Batu yang berada pada zona struktur yang kompleks menjadikan daerah ini memiliki kemampuan untuk meloloskan air permukaan (*meteoric water*) ke bawah permukaan. Sebagian air meteorik tersebut kemudian berinteraksi dengan fluida magmatik dan gas-gas vulkanik yang berasal dari magmatisme dan terjadi rambatan panas yang menghasilkan fluida panas. Fluida panas yang terbentuk kemudian terakumulasi dalam lapisan reservoir yang *permeable*.

Lapisan reservoir di daerah panas bumi Pohon Batu diduga terdapat pada batuan malihan Formasi Taunusa yang terdiri dari sekis, genes, amfibolit, kuarsit, filit dan pualam yang kaya akan rekahan dan bersifat permeabel. Sifat permeabel itu sendiri diakibatkan oleh rekahan-rekahan yang terbentuk akibat aktivitas struktur sesar yang ada.

Fluida pada sistem panas bumi daerah Pohon Batu berasal dari air meteorik yang meresap ke bawah permukaan dari daerah resapan kemudian mengalami kontak dengan batuan panas di kedalaman. Adanya pengaruh fluida magmatik, sebagaimana terindikasi dari kandungan Cl^- , dan SO_4^{2-} , diperkirakan turut merubah sifat fluida. Dalam pemunculannya menuju permukaan diperkirakan fluida panas tersebut mengalami pencampuran

dengan air permukaan. Temperatur reservoir diperkirakan sebesar 175°C , yang termasuk ke dalam temperatur sedang.

Sebaran area prospek panas bumi Pohon Batu berdasarkan hasil penyelidikan metode geologi dan geokimia terdapat di daerah sekitar manifestasi mata air panas Pohon Batu tersebar sepanjang struktur berarah utara-selatan. Area prospek ini didukung oleh hasil metode geokimia (anomali Hg dan CO_2 tinggi) dan geologi seperti munculnya manifestasi panas bumi dan pola struktur geologi. Dari hasil kompilasi metode tersebut didapat luas zona prospek panas bumi Pohon Batu sekitar 3 km^2 (Gambar 10). Dengan asumsi tebal reservoir 1 km, temperatur *cut off* 120°C , diperoleh potensi energi panas bumi pada kelas sumber daya hipotetik sebesar 13 Mwe.

KESIMPULAN

Sistem panas bumi di daerah panas bumi Pohon Batu terbentuk dengan adanya panas dari sisa panas dari dapur magma yang berasosiasi dengan aktivitas plutonik muda. Aktivitas ini mengakibatkan terjadinya terobosan batuan beku berupa batuan intrusi pada rekahan-rekahan (zona lemah). Batuan ini di daerah survei tidak tersingkap ke permukaan, namun diperkirakan terbentuk akibat dari

terjadinya benturan antara Pulau Seram dengan kerak Benua Australia (*plate collision*) yang menyebabkan naiknya magma pada zona lemah. Sisa panas dari aktivitas plutonik ini memanasi fluida sehingga membentuk reservoir pada sistem panas bumi Pohon Batu. Sistem panas bumi daerah Pohon Batu termasuk ke dalam tipe sistem *heat sweep* pada *setting* tabrakan lempeng yang berasosiasi dengan pembentukan batuan intrusi.

Temperatur bawah permukaan yang berhubungan dengan reservoir panas bumi di daerah Pohon Batu diperkirakan sekitar 175 °C yang termasuk ke dalam temperatur sedang. Pola struktur geologi dan konsentrasi tinggi Hg serta CO₂ udara tanah menunjukkan zona *upflow* terdapat di sekitar manifestasi mata air panas Pohon Batu.

Area prospek panas bumi di daerah Pohon Batu tersebar di sekitar daerah manifestasi mata air panas Pohon Batu dengan luas kurang lebih 3 km².

Dengan temperatur bawah permukaan sekitar 175 °C, potensi energi panas bumi di daerah Pohon Batu adalah sebesar 13 Mwe pada kelas sumber daya hipotetis, memungkinkan untuk pemanfaatan langsung misalnya untuk pariwisata dan pengeringan hasil perkebunan, dengan mempertimbangkan peluang dan

hambatan pengembangan di daerah tersebut..

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami ucapkan kepada para Pejabat Pusat Sumber Daya Geologi dan semua pihak yang membantu dalam pembuatan tulisan ini, yang telah memberi kemudahan dalam mengakses data yang diperlukan.

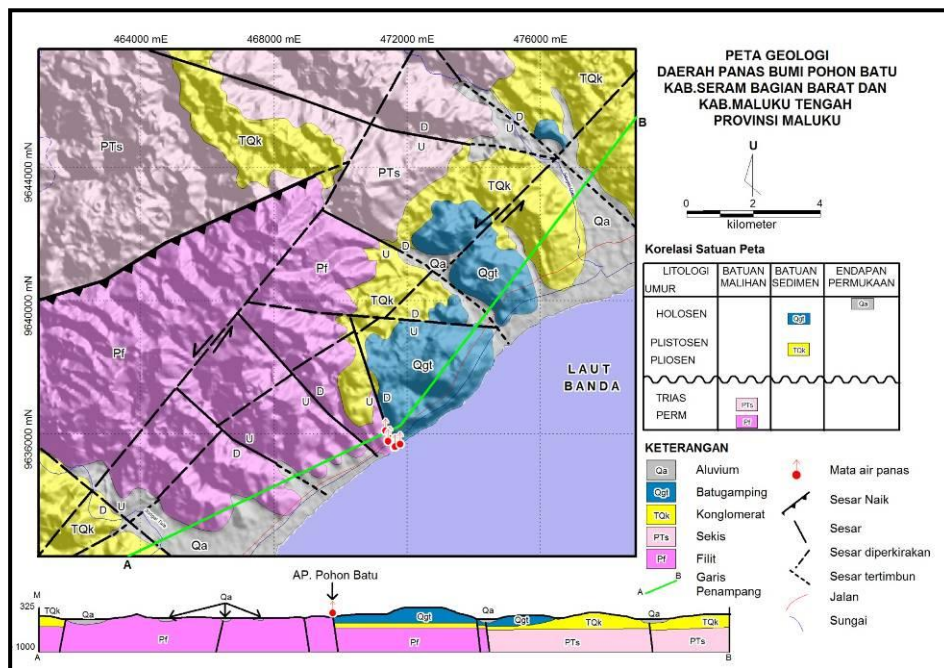
DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Kabupaten Karanganyar, 2008, Karanganyar dalam Angka 2008.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Maluku Tengah, 2009, Maluku Tengah dalam Angka 2009.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Seram Bagian Barat, 2013, Seram Bagian Barat dalam Angka 2009.
- Bemmelen, R.W. Van (1949), *The Geology of Indonesia*.
- Browne, P.R.L., 1989, *Investigation at The Rotokawa Geothermal Field Taupo Volcanic Zone*, Journal of Geothermal Research Society, New Zealand.
- Chazin.,M, 1977. Laporan Inventarisasi Kenampakan Gejala Panas Bumi di daerah Pulau Haruku, Saparua, Nusalaut dan Seram, Maluku Tengah.

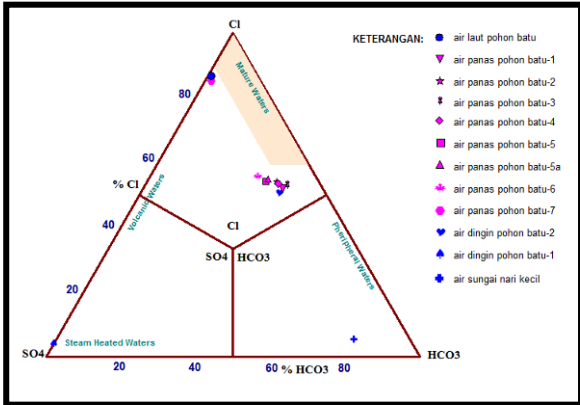
- Fournier, R.O., 1981. *Application of Water Geochemistry Geothermal Exploration and Reservoir Engineering, Geothermal System: Principles and Case Histories*. John Willey & Sons. New York.
- Giggenbach, W.F., 1988, *Geothermal Solute Equilibria Deviation of Na-K-Mg – Ca Geo-Indicators*, *Geochemica Acta* 52. pp. 2749 – 2765.
- Lawless, J., 1995. *Guidebook : An Introduction to Geothermal System*. Short Course. Unocal Ltd. Jakarta



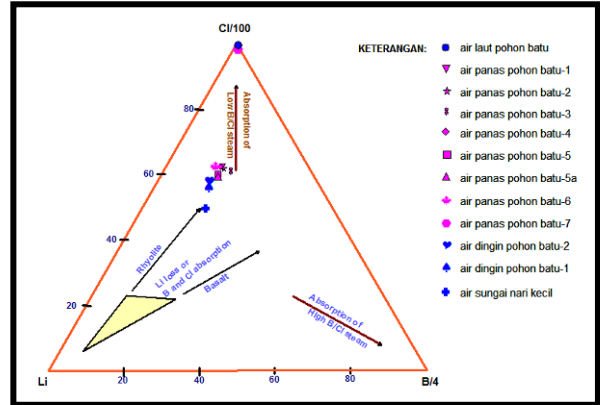
Gambar 1. Peta indeks daerah panas bumi Pohon Batu



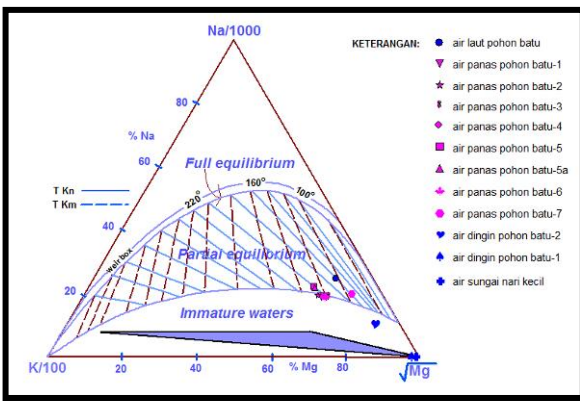
Gambar 2. Peta geologi daerah panas bumi Pohon Batu, Provinsi Maluku



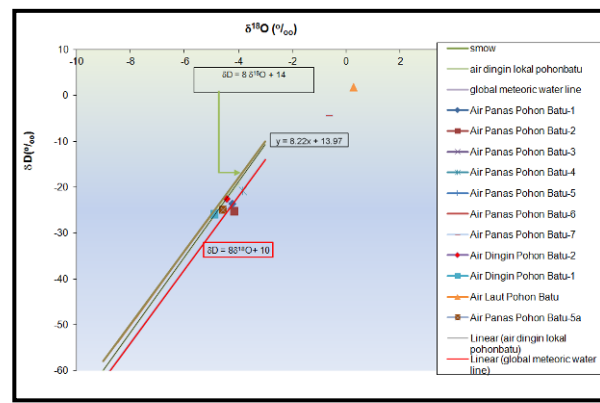
Gambar 3. Diagram segitiga Cl-SO₄-HCO₃



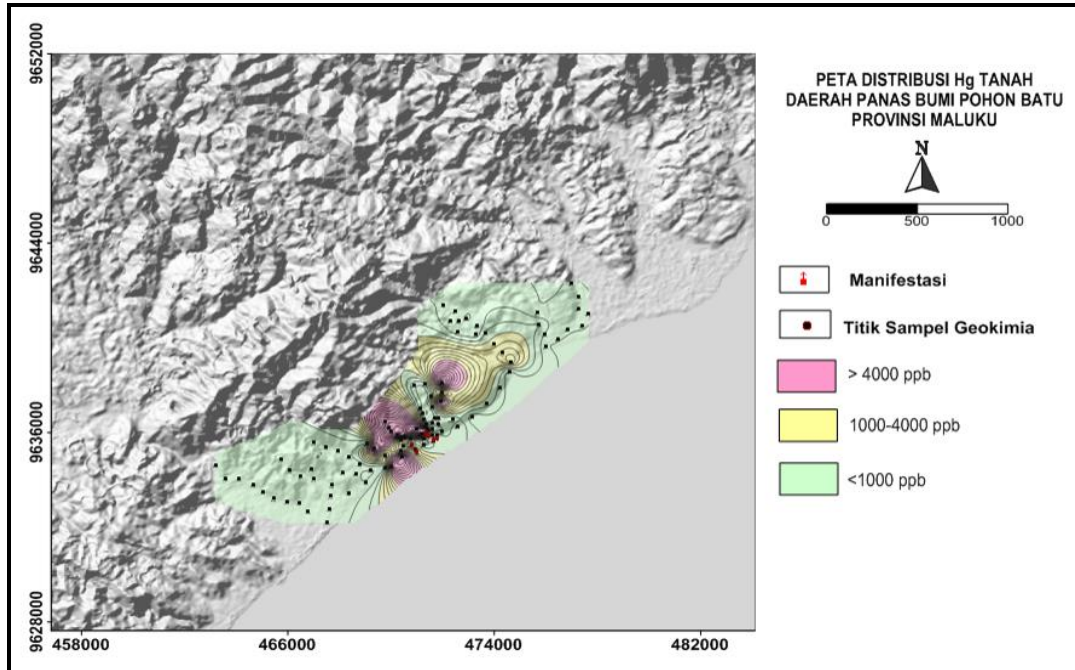
Gambar 4. Diagram segitiga Cl-Li-B



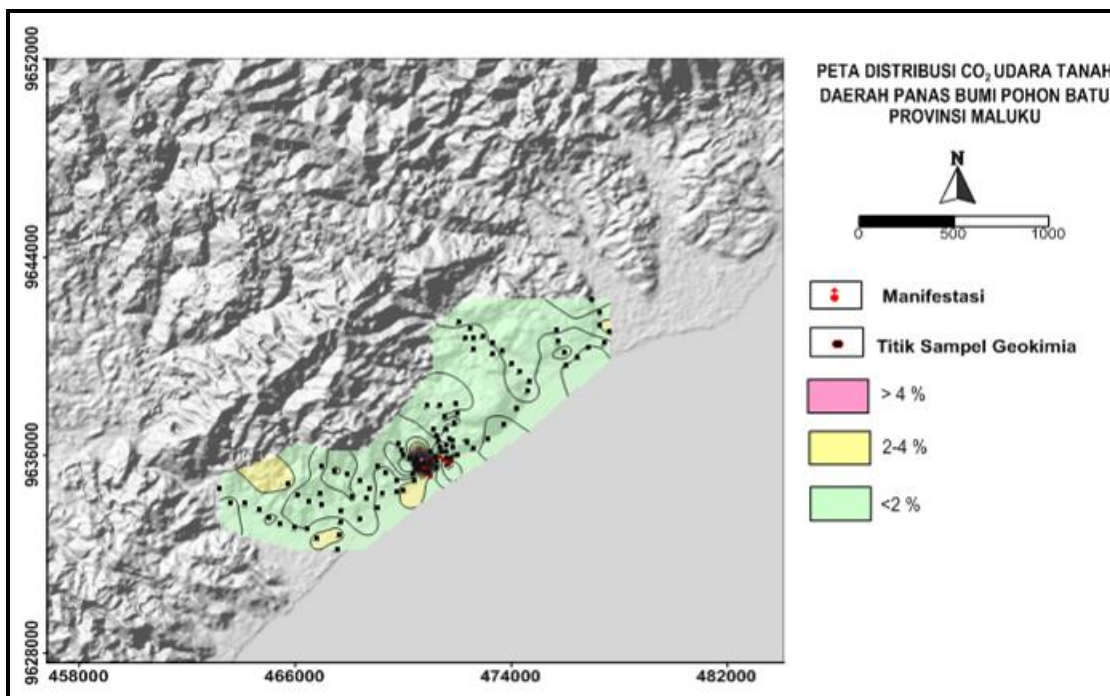
Gambar 5. Diagram segitiga Na-K-Mg



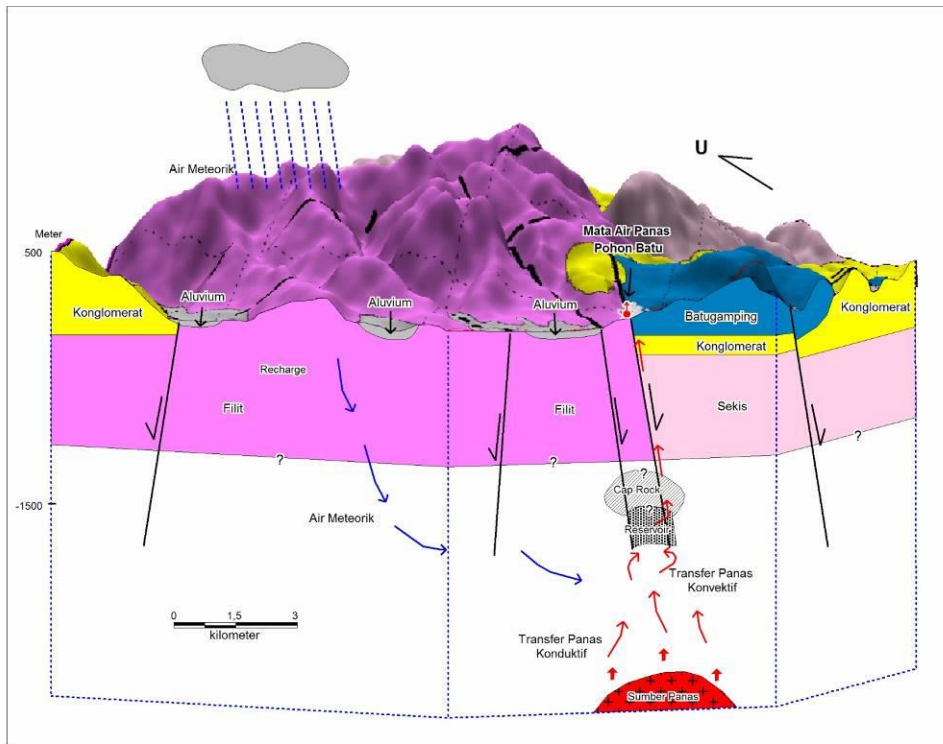
Gambar 6. Grafik isotop ¹⁸O vs Deteurium



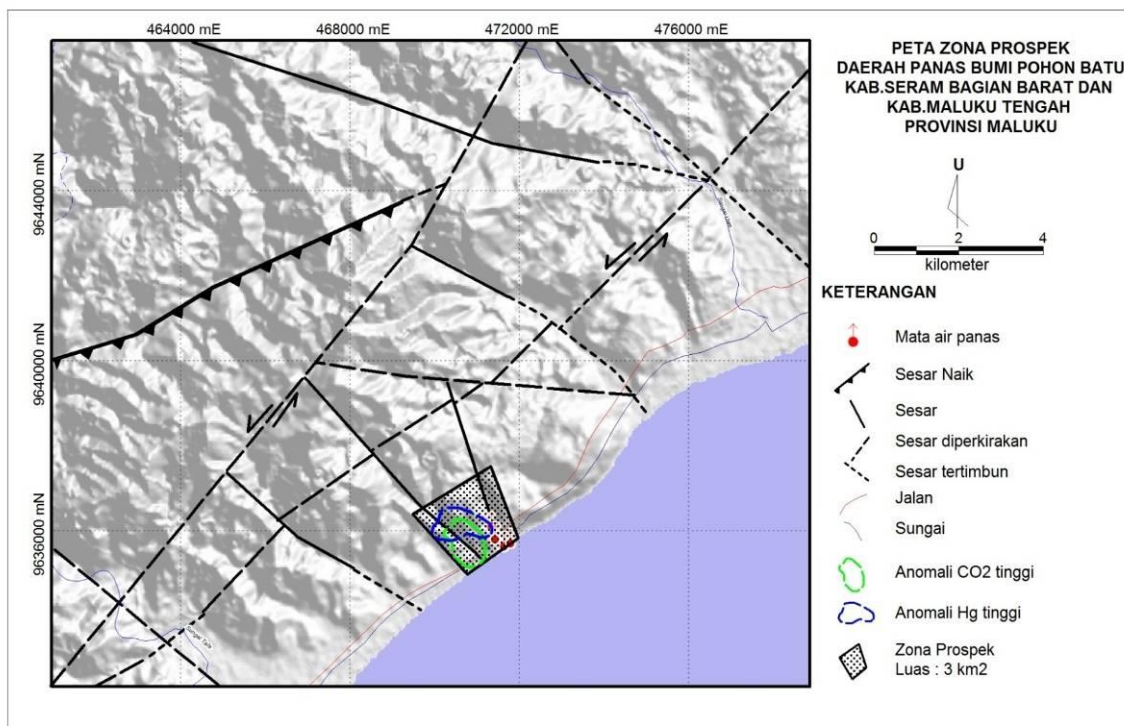
Gambar 7. Peta kontur sebaran Hg tanah daerah Pohon Batu



Gambar 8. Peta kontur sebaran CO₂ udara tanah daerah Pohon Batu



Gambar 9. Model sistem panas bumi tentatif daerah panas bumi Pohon Batu



Gambar 10. Peta kompilasi geologi dan geokimia daerah panas bumi Pohon Batu