

**PENYELIDIKAN TERPADU GEOLOGI DAN GEOKIMIA
DAERAH PANAS BUMI MAPOS, KABUPATEN MANGGARAI TIMUR,
PROVINSI NUSA TENGGARA TIMUR**

Lano Adhitya Permana, Dede Iim Setiawan

Kelompok Penyelidikan Panas Bumi, Pusat Sumber Daya Geologi, Badan Geologi

SARI

Kegiatan penyelidikan panas bumi daerah Mapos dilakukan untuk mengetahui karakteristik batuan dan fluida panas bumi, daerah prospek, potensi panas bumi serta hubungan antara semua parameter geologi dan geokimia yang berperan dalam pembentukan sistem panas bumi daerah Mapos. Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi pengamatan dan pengambilan contoh dilapangan, analisis laboratorium serta interpretasi data. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat enam lokasi air panas di daerah penyelidikan yang dapat diklasifikasikan ke dalam tipe air panas klorida, klorida-bikarbonat, sulfat, sulfat-bikarbonat dan bikarbonat. Seluruh air panas di daerah penelitian terletak di zona *immature waters* dengan jenis pola aliran air panas berupa *outflow* dan perkiraan temperatur reservoir sekitar 200⁰C. Luas daerah prospek diperkirakan berada di selatan Gunung Anak Ranakah seluas 6 km² dengan potensi sebesar 25 MWe pada kelas sumber daya hipotetis.

Kata kunci: *panas bumi, Mapos, potensi.*

PENDAHULUAN

Keberadaan jalur vulkanisme yang terdapat di Pulau Flores memberikan harapan adanya daerah prospek panas bumi di Pulau tersebut. Gunung Anak Ranakah yang terletak di bagian barat laut daerah penyelidikan (Gambar 1), merupakan salah satu gunung api muda di Indonesia yang dikategorikan sebagai gunung api tipe A. Keberadaan Gunung Anak Ranakah diduga memiliki keterkaitan dengan pembentukan sistem panas bumi daerah Mapos. Hal ini tercermin dari munculnya mata air panas di daerah

Mapos, Ranamasak, Ranaroko dan Waelareng, dengan karakteristik manifestasi yang berbeda-beda (Anonim, 2013), sehingga melalui penyelidikan terpadu geologi dan geokimia daerah panas bumi Mapos dan sekitarnya yang dilakukan pada tahun 2014, dapat diketahui karakteristik batuan dan fluida panas bumi, daerah prospek, potensi panas bumi serta hubungan antara semua parameter geologi dan geokimia yang berperan dalam pembentukan sistem panas bumi daerah Mapos. Secara administratif, daerah penyelidikan terletak di daerah

Mapos dan sekitarnya, mencakup wilayah Kecamatan Borong dan Kecamatan Ranamese, Kabupaten Manggarai Timur, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Lokasi penyelidikan terletak antara 9.021.000 – 9.046.000 mU dan 226.000 – 242.000 mT pada sistem koordinat UTM, zona 51 belahan bumi selatan dengan luas wilayah sekitar 17 X 18 km² (Gambar 1).

METODOLOGI

Metodologi yang digunakan dalam penyelidikan ini berupa pengamatan dilapangan, pengambilan conto, analisis laboratorium dan interpretasi data. Pengamatan dilapangan dilakukan untuk mengetahui sebaran batuan, gejala struktur, dan karakteristik fisik manifestasi panas bumi. Pemetaan morfologi, satuan batuan, struktur geologi dan manifestasi panas bumi, dimaksudkan untuk lebih mengetahui hubungan antara semua parameter geologi yang berperan dalam pembentukan sistem panas bumi di daerah tersebut. Pengambilan conto yang dilakukan berupa conto batuan, air dan batuan ubahan, untuk selanjutnya dilakukan analisis mineral ubahan dan geokimia air seperti anion, kation dan isotop di laboratorium. Mineralogi penyusun batuan ubahan dideskripsi dengan menggunakan analisis petrografi yang didukung dengan analisis *Infrared Spectrometer*

hasil analisis laboratorium untuk kemudian diinterpretasi, sehingga pembentukan sistem panas bumi daerah Mapos dapat diketahui secara jelas.

GEOLOGI

Morfologi yang terdapat di daerah penyelidikan, secara umum terbagi menjadi lima satuan morfologi, yaitu Satuan Perbukitan Bergelombang, Kerucut Gunung Api, Lereng Gunung Api, Kubah Lava, dan Pedataran.

Secara umum geologi daerah penyelidikan tersusun oleh vulkanik Kuartar dan batuan sedimen Tersier. Keberadaan batuan sedimen Tersier sebagai batuan tertua, ditemukan dalam bentuk jendela-jendela singkapan tuf, perselingan batupasir dan lempung serta dapat dibandingkan dengan Formasi Kiro yang berumur Miosen (Koesoemadinata, dkk.,1994). Batuan vulkanik mendominasi penyebaran litologi daerah penelitian, terdiri dari lava, aliran piroklastik dan breksi vulkanik. Lava memiliki komposisi andesitik sampai basaltik, bertekstur pofiritik hingga afanitik dan di beberapa tempat dijumpai struktur kekar kolom dan kekar berlembar. Breksi vulkanik merupakan hasil dari aliran massa yang dihasilkan dari aktivitas vulkanisme dan tersusun oleh fragmen serta massa dasar. Fragmen batuan didominasi oleh batuan beku berkomposisi andesitik

hingga basaltik, menyudut hingga menyudut tanggung, berukuran hingga mencapai 50 cm, tertanam dalam massa dasar yang berukuran pasir halus hingga kasar serta tufaan. Pola distribusi lava dan breksi vulkanik sebagian besar mengikuti morfologi kerucut gunung api, sedangkan sebaran aliran piroklastik ditemukan pada bagian utara hingga barat daya daerah penelitian yang merupakan produk erupsi dari Gunung Poco Rii dan Danau Kawah Ranamese.

Selain batuan sedimen dan vulkanik, dijumpai juga batuan ubahan yang terbentuk akibat adanya interaksi antara batuan dengan fluida hidrothermal. Batuan umumnya telah mengalami ubahan dengan intensitas rendah hingga kuat.

Aktivitas vulkanisme paling muda yang telah terjadi di daerah penyelidikan berupa erupsi Gunung Anak Ranakah pada Tahun 1987 (Katili dan Sudrajat, 1988) menghasilkan lava yang membentuk morfologi kubah lava. Sjarifudin dan Rakimin (1989) menyebutkan bahwa lava tersebut termasuk dalam jenis andesit piroksen s.d. hornblende. Penyebaran batuan pada daerah penelitian dapat dilihat pada gambar 2.

Struktur geologi yang terdapat di daerah penyelidikan berupa sesar normal dan sesar geser yang berarah utara-selatan dan timurlaut-tenggara, serta ditemukan

beberapa struktur depresi di sekitar tubuh kerucut gunung api, diduga keberadaan struktur-struktur tersebut mempengaruhi kemunculan manifestasi panas bumi di daerah penyelidikan.

HASIL ANALISIS

Manifestasi Panas Bumi

Manifestasi panas bumi di daerah penyelidikan berupa pemunculan mata air panas yang tersebar di enam lokasi, meliputi Mapos, Ranamasak, Ranaroko, Compang Teber, Waelareng dan Nceang. Secara umum, karakteristik manifestasi mata air panas berupa temperatur air panas berkisar 34-51 °C, pH 5,9-6,1 dan debit 0,4-1,4 liter/detik. Manifestasi lainnya yaitu berupa batuan ubahan yang berada di sekitar mata air panas Mapos dan Ranamasak serta Gunung Ajang. Hasil analisis batuan ubahan dengan menggunakan *Infrared Spectrometer* menunjukkan batuan telah mengalami ubahan hidrotermal menjadi smektit, kaolin, dikit dan pirofilit. Kehadiran mineral-mineral ubahan tersebut, dapat menunjukkan bahwa batuan ubahan berada pada lingkungan yang dipengaruhi oleh pH fluida yang bersifat asam dengan kisaran temperatur pembentukan antara 100 s.d. 250°C, sehingga dapat dikelompokkan ke dalam tipe ubahan argilik s.d. argilik lanjut.

Total energi panas yang hilang secara alamiah dari mata air panas yang

terdapat di daerah Mapos sebesar 60 kW_{th}.

Kimia Air

Hasil analisis kimia pada tabel 1 menunjukkan bahwa air panas dan air dingin di daerah penyelidikan mempunyai kesetimbangan ion (*ion balance*) kurang dari 5%. Hal ini mengindikasikan bahwa hasil analisis kimia tersebut layak untuk digunakan dalam interpretasi geokimia selanjutnya, terutama dalam mempelajari karakteristik sistem panas bumi di daerah Mapos. Untuk mengetahui karakteristik dan tipe air panas berdasarkan data yang diperoleh pada tabel 1, dilakukan *plotting* komposisi kimia dari mata air panas pada diagram segitiga Cl-SO₄ - HCO₃, Na-K-Mg dan Cl-Li-B yang mengacu pada Giggenbach (1988).

Diagram segi tiga Cl-SO₄-HCO₃ (Gambar 3), menunjukkan bahwa tipe air panas Ranamasak I dan II merupakan air panas klorida, sedangkan air panas Ranaroko bertipe klorida-bikarbonat. Kedua jenis mata air panas tersebut, diduga berasal dari air formasi pada batuan sedimen laut yang merupakan batuan dasar di daerah penelitian. Hal ini didukung oleh tingginya kandungan Na dan Cl yang mengindikasikan bahwa air panas

tersebut mengandung garam (NaCl), tercermin dari rasanya yang asin dan ditemukannya endapan kristal garam yang tersebar dipermukaan sekitar mata air panas. Kandungan Cl pada air panas Ranaroko yang lebih rendah dari air panas Ranamasak diperkirakan sebagai akibat dari proses pengenceran fluida panas Ranaroko oleh air permukaan. Air panas Waelareng mempunyai tipe air bikarbonat. Tipe air ini terbentuk di dekat permukaan akibat kondensasi uap ke dalam air permukaan. Air panas Mapos dan air panas Compang Teber merupakan air panas sulfat yang mengalami sedikit pencampuran dengan air HCO₃. Air panas tersebut merupakan hasil kondensasi uap ke dalam air permukaan dan umumnya terbentuk pada bagian paling dangkal dari sistem panas bumi.

Berdasarkan diagram segi tiga Cl-Li-B (Gambar 4), air panas di daerah penelitian terutama air panas Ranamasak 1 dan 2 serta air panas Ranaroko memiliki kandungan Cl relatif lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan Li dan B. Namun karena konsentrasi Cl yang sangat tinggi tersebut diduga sebagai pengaruh kandungan garam pada fluida panasnya yang berasal dari formasi batuan sedimen laut, maka konsentrasi Cl pada kedua air panas tersebut tidak dapat

merepresentasikan kehadiran gas magmatik berupa HCl. Air panas Mapos-1 dan 2 serta air panas Compang Teber diperkirakan berasal dari satu sumber fluida yang sama, terlihat pada rasio Cl/B yang menunjukkan harga relatif sama (Tabel 2). Air panas Waelareng kemungkinan terbentuk melalui proses absorpsi uap magmatik dengan rasio B/Cl yang tinggi (Tabel 2), diduga berhubungan erat dengan hadirnya batuan sedimen yang menjadi batuan dasar di daerah ini.

Berdasarkan diagram segi tiga Na/1000-K/100-Mg^{0.5} (Gambar 5), kandungan Mg yang relatif lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan K dan Na mengakibatkan seluruh air panas berada pada zona *immature waters* (Gambar 5). Hal ini menunjukkan bahwa air panas di daerah penelitian dipengaruhi oleh pencampuran dengan air permukaan yang cukup dominan.

Truesdell (1991) menyebutkan bahwa salah satu parameter untuk melihat pencampuran dengan berbagai macam air dapat digunakan diagram Schoeller. Air panas pada umumnya mempunyai konsentrasi Mg dan Ca yang rendah, dan konsentrasi yang tinggi untuk Li, Na, K, F, Cl, B, dan SO₄. Berdasarkan diagram Schoeller daerah Mapos (Gambar 6) terlihat bahwa pola grafik air panas Ranamasak dan Ranaroko

berbeda dengan pola grafik air dinginnya, unsur Li, Na, K, Cl, dan B memiliki konsentrasi relatif tinggi, sementara konsentrasi Ca dan Mg relatif rendah dan hampir sama dengan air dingin dan air panas lainnya. Hal ini mengindikasikan bahwa kedua air panas tersebut diperkirakan berhubungan erat dengan fluida panas dari reservoir panas bumi. Sementara air panas lainnya diperkirakan lebih banyak dipengaruhi oleh air permukaan. Hal yang berbeda terlihat pada *plotting* konsentrasi sulfat (SO₄) air panas Mapos dan Compang Teber yang secara signifikan lebih besar dari air panas lainnya. Hal ini diperkirakan berhubungan dengan kondisi air panas di kedua daerah tersebut yang memiliki rasa sedikit asam dan sedikit kesat, bahkan di mata air panas Mapos memperlihatkan endapan sulfur tipis pada aliran air panasnya.

Kimia Gas

Hasil analisa kimia gas (Tabel 3) menunjukkan bahwa gas panas bumi yang terdapat dalam conto gas Mapos dan Ranamasak telah dipengaruhi oleh proses pencampuran oleh air permukaan atau air meteorik. Gas panas bumi yang telah bercampur dengan air meteorik, diwakili oleh udara yang jenuh dalam air tanah (*air saturated groundwater*), diindikasikan oleh rasio N₂/Ar lebih tinggi dari 38 dan

rasio He/Ar < 0,001. Rasio He/Ar > 0,001 pada kedua conto gas tersebut memperlihatkan bahwa gas dari air panas Mapos sedikit dipengaruhi air meteorik pada kedalaman tertentu, sedangkan gas pada air panas Ranamasak relatif tidak dipengaruhi oleh air meteorik, gas Ranamasak keluar langsung dari reservoir panas bumi (*upflow*) (?). Kandungan gas NH₃ yang terdapat pada air panas Mapos juga diperkirakan bersumber dari gas panas bumi. Sementara air panas Ranamasak tidak memiliki kandungan gas H₂S maupun NH₃. Oleh karena itu, semakin jelas bahwa fluida panas Mapos merupakan air permukaan yang terpanaskan oleh uap panas dari reservoir panas bumi membentuk *steam heated waters*, kemudian mengalami aliran secara lateral dan mengalami pengenceran oleh air permukaan atau air tanah dangkal (*shallow meteoric waters*).

Isotop

Pada umumnya fluida geotermal akan mengalami proses penambahan isotop oksigen-18 ($\delta^{18}\text{O}$ *shifting*) dari air asalnya, dalam hal ini adalah air meteorik (Craig, 1963 dalam Nicholson, 1993). Perubahan isotop deuterium tidak akan terjadi karena batuan pada umumnya memiliki konsentrasi hidrogen yang rendah. Data isotop diplot dengan persamaan air meteorik lokal (*meteoric*

water line) $\delta\text{D} = 8 \delta^{18}\text{O} + 14$. Tabel 4 menunjukkan, bahwa air panas dan air dingin di daerah penyelidikan mempunyai nilai kandungan isotop deuterium berkisar -34,5 s.d. -45,10 ‰ dan nilai oksigen 18 antara -5,50 s.d. -7,44 ‰. Nilai rasio dari conto air tersebut diplot pada grafik isotop stabil deuterium dan Oksigen 18 (Craig, 1961 dalam Nicholson, 1993) seperti pada gambar 7 yang memperlihatkan bahwa hampir seluruh air panas di daerah Mapos mendekati garis air meteorik lokal (kecuali air panas Waelareng, Mapos-1 dan 2 serta Ranamasak-1). Hal ini menunjukkan bahwa di daerah penelitian, telah terjadi pemanasan oleh uap air secara dominan di dekat permukaan atau kemungkinan berhubungan dengan reaksi antara batuan dengan air formasi pada temperatur rendah hingga sedang (Nicholson, 1993). Air panas Mapos 1 dan 2 serta air panas Waelareng terletak pada garis air meteorik lokal, mengindikasikan bahwa air panasnya berasal dari air permukaan atau air meteorik. Air panas Ranamasak-1 berada agak menjauhi garis air meteorik lokal yang mencirikan ciri telah terjadi pengkayaan isotop oksigen-18 ($\delta^{18}\text{O}$ *shifting*) dari air panas, akibat adanya reaksi antara fluida panas dengan batuan sebelum muncul ke permukaan.

Kimia Tanah

Konsentrasi Hg tanah pada umumnya rendah setelah dikoreksi oleh nilai konsentrasi H_2O dan bervariasi mulai dari konsentrasi 7 ppb sampai dengan konsentrasi 338 ppb. Konsentrasi tertinggi umumnya berada di bagian utara dari mata air panas Mapos dan Compang Teber. Peta distribusi nilai Hg tanah (Gambar 8) memperlihatkan anomali relatif tinggi >169 ppb di bagian utara dari mata air panas Mapos dan Compang Teber, masih membuka ke arah utara, diperkirakan menyebar ke arah Gunung Anak Ranakah dengan kontrol sepanjang struktur relatif berarah utara-selatan. Anomali Hg bisa mengindikasikan permeabilitas suatu zona atau daerah *upflow* suatu sistem, karena spesies Hg yang volatil akan terkonsentrasi pada mineral sekunder di atas zona steam dengan kondisi ideal bisa mengindikasikan *upflow* dan zona *boiling* yang menjadi target eksplorasi (Nicholson, 1993).

Geotermometri

Untuk mengetahui temperatur bawah permukaan yang berkaitan dengan temperatur reservoir dilakukan perhitungan geotermometer. Adanya kandungan silika yang cukup signifikan dan kondisi daerah penelitian yang berhubungan dengan aktivitas gunung api, merupakan dasar pemilihan penggunaan geotermometer silika

(konduktif) dan Na-K di daerah penelitian. Hasil perhitungan dengan geotermometer Na-K temperatur reservoir panas bumi Mapos diperoleh sekitar $200^{\circ}C$, sedangkan dengan menggunakan geotermometer silika (konduktif) menghasilkan nilai temperatur reservoir sebesar $150^{\circ}C$. Berdasarkan perhitungan kedua geotermometer tersebut, diperkirakan temperatur reservoir pada sistem panas bumi Daerah Mapos berkisar $200^{\circ}C$.

PEMBAHASAN

Sumber panas yang terdapat di daerah penelitian, diduga berasal dari sisa panas tubuh-tubuh kerucut vulkanik muda Gunung Anak Ranakah. Hal ini didukung oleh kehadiran kandungan F dan SO_4^{2-} yang cukup signifikan mengindikasikan adanya pengaruh gas-gas vulkanik seperti HF dan H_2S yang terdapat di bawah permukaan.

Batuan yang diperkirakan berperan sebagai reservoir panas bumi di daerah Mapos yaitu batuan sedimen, dengan kedalaman puncak reservoir yang belum diketahui secara pasti. Batuan ini diperkirakan kaya akan rekahan dan bersifat permeabel. Permeabilitas itu sendiri diakibatkan oleh rekahan yang terbentuk akibat aktifitas struktur sesar yang ada atau akibat sifat fisik batuan itu sendiri yang banyak mengandung

pori (*porous*) terutama pada batuan sedimen klastik.

Kehadiran batuan ubahan berupa mineral lempung memungkinkan adanya lapisan penudung dalam sistem panas bumi daerah Mapos. Namun ketebalan zona konduktif yang diduga sebagai lapisan penudung ini sendiri belum bisa ditentukan secara pasti, sehingga kedalaman puncak reservoirnya juga belum dapat diketahui secara pasti. Oleh karena itu, masih diperlukan konfirmasi data bawah permukaan terutama dari data magnetotelurik.

Berdasarkan analisis beberapa karakteristik fluida panasnya, air panas di daerah Mapos bisa diindikasikan berada pada zona *outflow* dari sistem panas bumi Mapos. Hal ini dilihat dari beberapa indikator perbandingan zat-zat terlarut dalam air panas (Nicholson, 1993), seperti dari rasio perbandingan antara Na/K dan Na/Li yang tinggi serta Na/Ca yang rendah (Tabel 2), menunjukkan bahwa air panas Mapos, Compang Teber, Ranaroko, dan air panas Waelareng merupakan manifestasi panas bumi yang muncul di permukaan secara tidak langsung dari reservoir panas bumi, melainkan telah mengalami perjalanan panjang secara lateral (*outflow*). Sebaran area prospek panas bumi dalam sistem panas bumi Sulili

berdasarkan hasil survei metode geologi dan geokimia terdapat di sebelah selatan lereng kompleks Gunung Anak Ranakah. (Gambar 9).

Dengan asumsi bahwa luas prospek 6 km², temperatur reservoir diperkirakan sebesar 200 °C dan temperature *cut off* adalah 150 °C, tebal reservoir 1000 m, maka didapatkan besarnya sumber daya panas bumi daerah ini sekitar 25 MWe dan termasuk dalam kelas sumber daya Hipotetis.

KESIMPULAN

Sistem panas bumi daerah Mapos mempunyai keterkaitan dengan aktivitas vulkanik Gunung Anak Ranakah. Zona reservoir diduga berupa batuan sedimen sedangkan lapisan penudung berupa batuan ubahan yang bertipe argilik-argilik lanjut. Manifestasi air panas Mapos, Compang Teber, Ranaroko, Waelareng dan Ranamasak merupakan daerah *outflow*. Temperatur reservoir diperkirakan sebesar 200°C (dari geotermometer Na-K) dengan luas daerah prospek diperkirakan berada di sebelah selatan lereng kompleks Gunung Anak Ranakah seluas 6 km² dengan potensi sebesar 25 MWe pada kelas sumber daya hipotetis.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 2013. Survei Pendahuluan Geologi dan Geokimia Daerah Panas Bumi Kabupaten Manggarai Timur,

Provinsi Nusa Tenggara Timur. Pusat Sumber Daya Geologi - Badan Geologi, Bandung.

Giggenbach, W.F., 1988. Geothermal Solute Equilibria. Derivation of Na-Mg-Ca Geoinicator. *Geochemica Acta*, 52.

Katili, J.A dan Sudrajat, A., 1987. Lahirnya Bayi Gunung Api di Kompleks Vulkanik Tua Mandosawu – Ranakah – Flores. Direktorat Vulkanologi, 16 hal.

Koesoemadinata, S., Noya, Y., dan Kadarusman, D., 1994. Peta Geologi Lembar Ruteng. Nusa Tenggara. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.

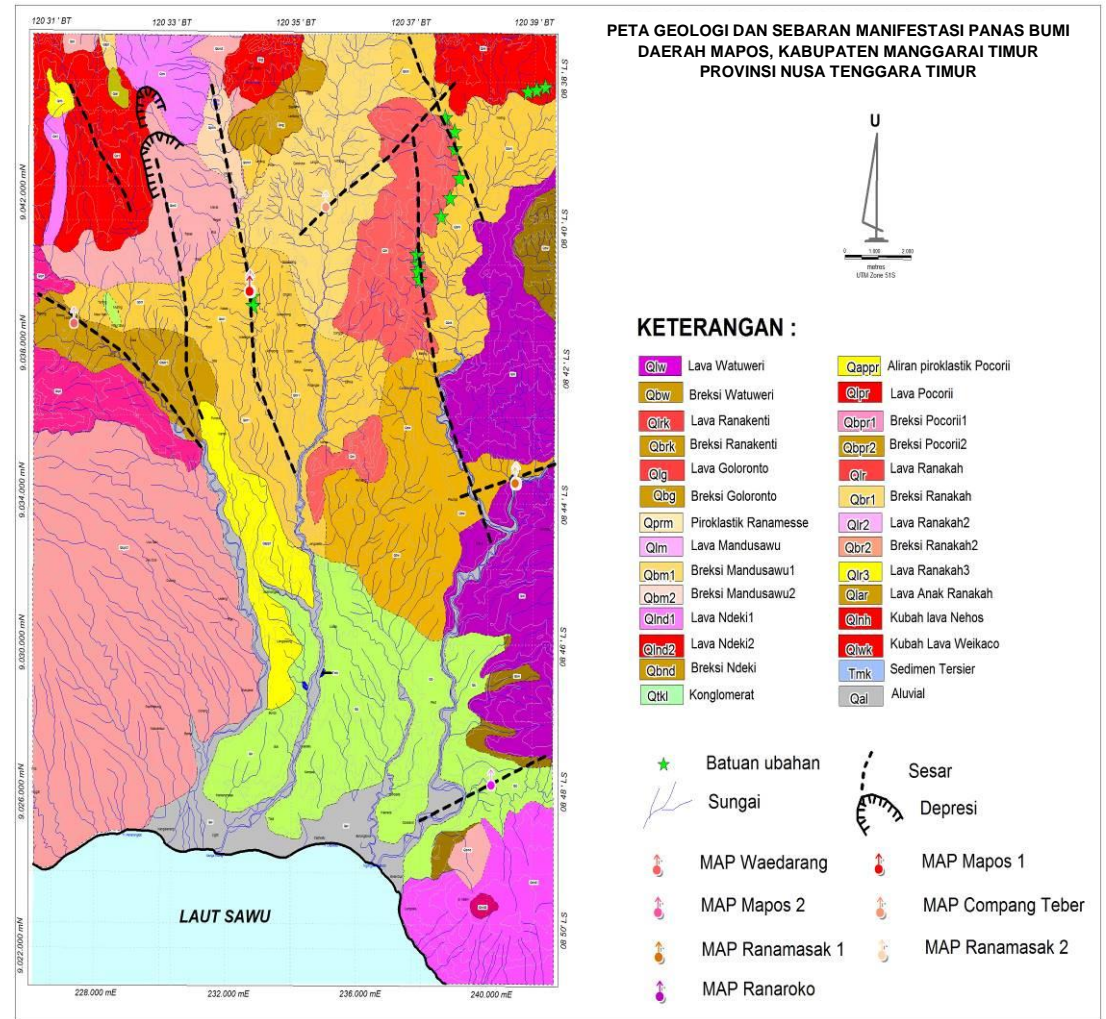
Nicholson, K., 1993, *Geothermal Fluids-chemistry and exploration technique*, Springer Verlag, Inc. Berlin, ISBN: 3540560173

Syarifudin, M.Z. dan Rakimin, 1989, *Petrokimia batuan kompleks Gunung Mandosawu (Letusan Anak Ranakah 28-12-1987 s.d. 19-1-1988)*, Flores, Nusa Tenggara Timur, Direktorat Vulkanologi, 34 hal.

Truesdell, A.H., 1991, *Effects of physical processes on geothermal fluids*, In: In: D'Amore, F. (coordinator), *Application of geochemistry in geothermal reservoir development*, UNITAR/UNDP, Rome, 71-92



Gambar 1. Peta lokasi penyelidikan



Gambar 2. Peta geologi dan sebaran manifestasi panas bumi daerah Mapos

Tabel 1. Hasil analisis anion dan kation air panas dan air dingin

KONSENTRASI	KODE CONTO								
	APMP -1	APMP -2	APRNM-1	APRNM-2	APRNMK	APCT	APWL	ADNH	
SiO ₂ (mg/L)	27,55	26,75	29,99	31,21	136,66	61,52	135,22	60,61	
B (mg/L)	1,27	1,49	103,97	92,07	10,79	0,57	0,66	0,09	
Al ³⁺ (mg/L)	0,03	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	
Fe ³⁺ (mg/L)	0,13	0,12	0,00	7,59	2,16	1,08	0,00	0,00	
Ca ²⁺ (mg/L)	152,50	161,00	547,10	486,10	360,90	322,10	71,80	7,67	
Mg ²⁺ (mg/L)	31,85	32,94	118,83	115,46	96,69	11,68	34,46	6,37	
Na ⁺ (mg/L)	127,60	128,70	2311,20	1995,30	466,20	117,80	66,90	5,52	
K ⁺ (mg/L)	11,15	10,58	308,41	264,64	11,52	5,97	9,32	2,86	
Li ⁺ (mg/L)	0,10	0,10	8,38	7,76	0,13	0,13	0,02	0,04	
As ³⁺ (mg/L)	0,05	0,05	0,76	1,37	0,00	0,01	0,01	0,00	
NH ₄ ⁺ (mg/L)	1,16	1,14	5,58	6,86	1,65	2,17	0,98	0,89	
F ⁻ (mg/L)	0,19	0,12	1,00	0,10	0,44	0,14	0,00	0,01	
Cl ⁻ (mg/L)	18,26	20,47	4562,40	4169,30	1050,44	8,76	2,40	1,17	
SO ₄ ²⁻ (mg/L)	470,50	492,75	282,70	272,70	306,53	942,44	32,80	1,70	
HCO ₃ ⁻ (mg/L)	299,70	297,98	683,17	924,20	544,72	189,56	503,11	68,63	
CO ₃ ⁼ (mg/L)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Meq. Cation	16,16	16,70	147,04	129,27	46,76	22,51	9,63	1,28	
Meq. Anion	15,23	15,73	145,83	138,44	44,96	22,98	9,00	1,19	
Ion Balance (%)	2,94	3,01	0,41	-3,42	1,96	-1,04	3,39	3,42	
Geotermometer									
Kuarsa (konduktf)	76	75	80	81	156	112	155	-	
Na-K (Fournier,1979)	206	201	243	243	121	165	247	-	

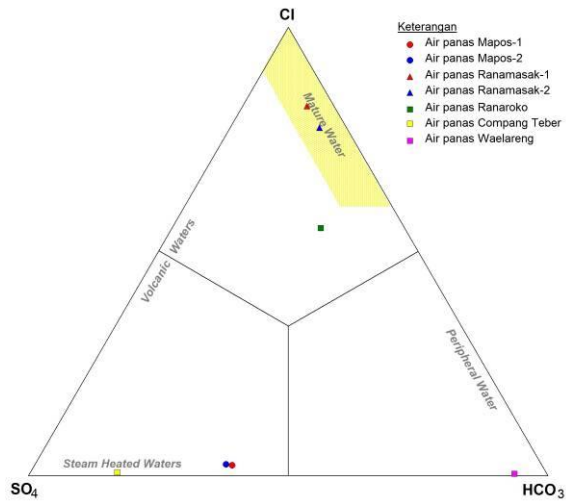
Tabel 2. Perbandingan beberapa zat terlarut dalam conto air panas

Conto Air	Nilai Rasio								
	K/Na	Mg/Ca	Na/K	Na/Li	Li/Cl	Li/B	Cl/B	B/Cl	NH ₄ /B
Air Panas Mapos-1	0.052	0.348	19.405	388.348	0.028	0.124	4.455	0.224	0.558
Air Panas Mapos-2	0.048	0.341	20.627	391.696	0.025	0.105	4.257	0.235	0.468
Air Panas Ranamasak-1	0.079	0.362	12.707	83.939	0.009	0.127	13.597	0.074	0.033
Air Panas Ranamasak-2	0.078	0.396	12.785	78.256	0.009	0.132	14.032	0.071	0.046
Air Panas Ranaroko	0.015	0.447	68.621	1091.438	0.001	0.019	30.166	0.033	0.093
Air Panas Compang Teber	0.030	0.060	33.459	275.786	0.075	0.358	4.762	0.210	2.327
Air Panas Waelareng	0.082	0.800	12.172	1018.043	0.042	0.048	1.127	0.888	0.907

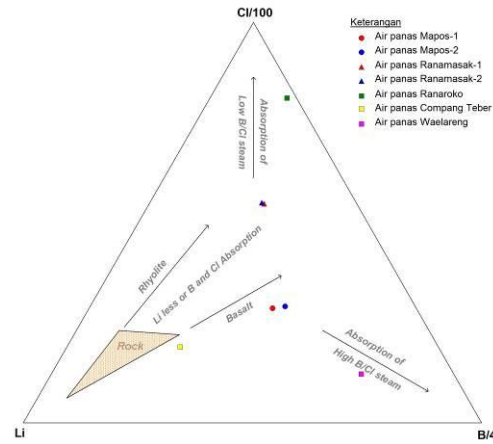
Tabel 3. Hasil analisis conto gas mata air panas Mapos dan Ranamasak

Gas (%mol)	Mapos-1	Mapos-2	Ranamasak
He	tt	0,062	0,005
H ₂	tt	0,033	tt
O ₂	14,824	2,790	0,599
Ar	0,681	1,528	0,041
N ₂	55,824	92,751	1,886
CH ₄	tt	0,275	tt
CO	tt	tt	tt
CO ₂	28,177	2,521	97,002
H ₂ S	0,143	0,040	tt
HCl	0,341	0,030	0,464
NH ₃	0,011	0,002	tt
Rasio Kandungan Gas			
N ₂ /Ar	82	61	45
He/Ar	-	0,041	0,125
CH ₄ /Ar	-	0,180	-
CO ₂ /H ₂	-	75,408	-

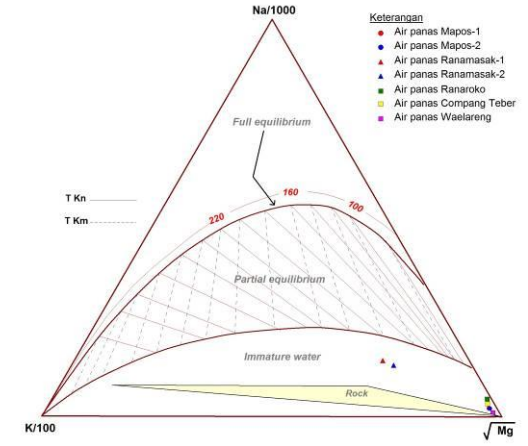
tt: tidak terdeteksi



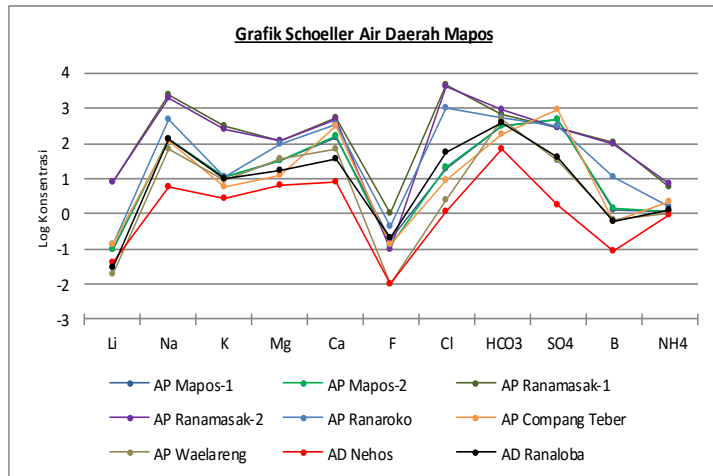
Gambar 3. Diagram Segitiga Kandungan Cl, SO₄ dan HCO₃



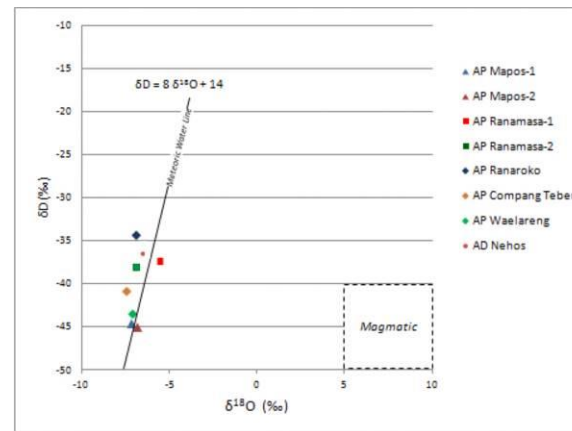
Gambar 4. Diagram Segitiga Kandungan Cl, Li dan B



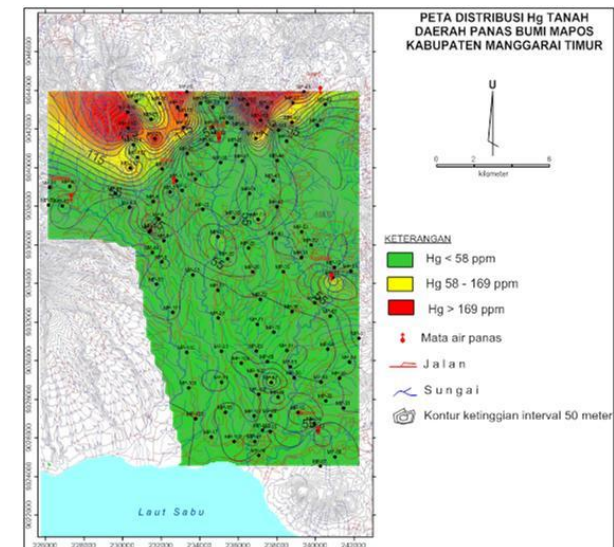
Gambar 5. Diagram Segitiga Kandungan Na, K dan Mg



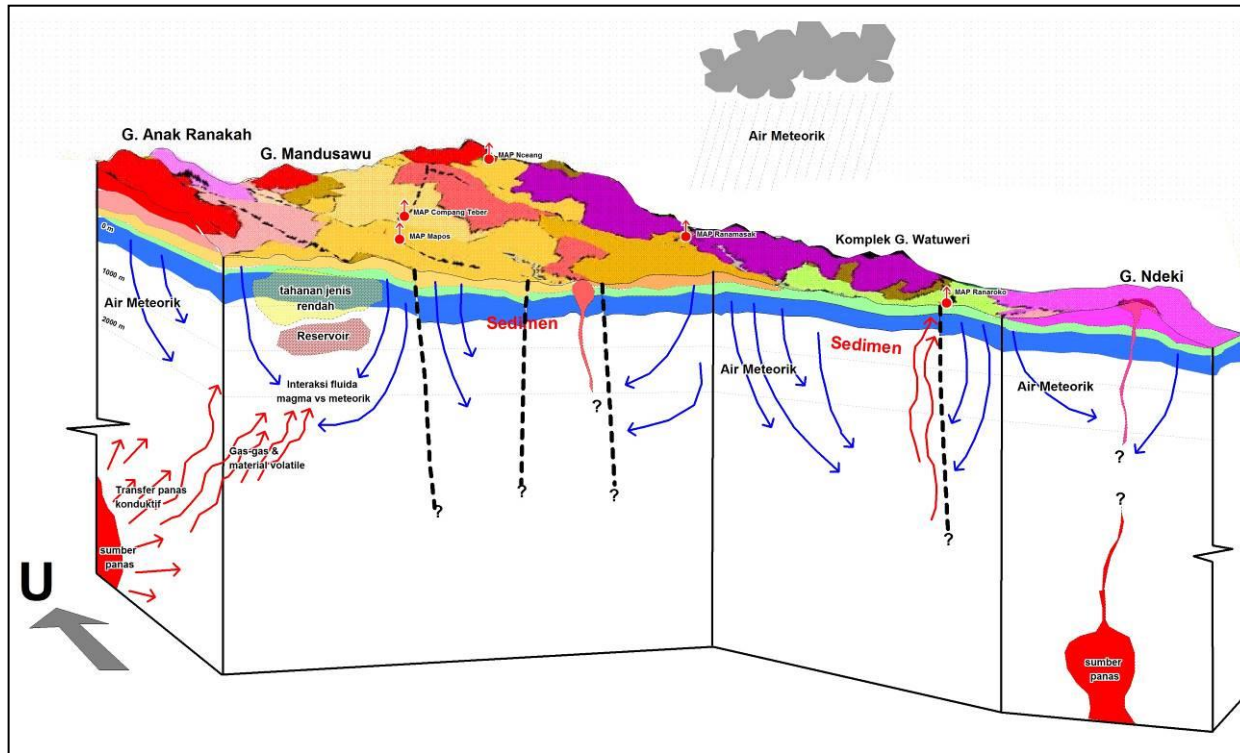
Gambar 6. Pola grafik Schoeller air daerah Mapos



Gambar 7. Grafik isotop daerah Mapos



Gambar 8. Peta Hg tanah daerah Mapos



Gambar 9. Model panas bumi tentatif daerah Mapos