

ISSN 1978-1873

JURNAL
Sains MIPA

Volume 18, No. 3, Desember 2012



SISTEM PANAS BUMI DI INDONESIA: STUDI KASUS SISTEM PANAS BUMI AIRKLINSAR SUMATERA SELATAN DAN TANGKUBAN PERAHU JAWA BARAT

Suharno

Teknik Geofisika Universitas Lampung, Bandar Lampung 35145 Indonesia

E-mail: suharno_fisika@yahoo.co.id

ABSTRAK

Sistem Panas Bumi Airklinsar berada di deretan Bukit Barisan di Kabupaten Empat Lawang Provinsi Sumatera Selatan, sedangkan Sistem Panas Bumi Tangkuban Perahu berada di Kabupaten Bandung Provinsi Jawa Barat. Sistem panas bumi tersebut memiliki karakteristik yang berbeda satu sama lain. Sistem panas bumi tersebut mempunyai suhu yang cukup tinggi karena berkaitan dengan kegiatan gunung api muda. Prospek panas bumi Airklinsar berkaitan dengan gunung api muda yang sudah tidak aktif, berasosiasi dengan aktifitas vulkanik kuartar. Prospek kategori ini biasanya mempunyai hamparan prospek yang luas. Permeabilitas sistem reservoirnya biasanya cukup baik karena proses perkembangan struktur geologi yang cukup lama. Prospek panas bumi Tangkuban Perahu berkaitan dengan gunung api aktif biasanya memiliki suhu tinggi, kandungan gas magmatik tinggi dan permeabilitasnya relatif kecil. Daerah prospek tidak terhampar luas dan hanya terbatas di sekitar cerobong gunung api tersebut.

Kata kunci: sistem panas bumi, Airklinsar, Tangkuban Perahu, geologi, geokimia, suhu tinggi

ABSTRACT

Airklinsar geothermal systems is situated in Bukit Barisan Lawang Empat District South Sumatra while Tangkuban Perahu geothermal systems is in Bandung regency of West Java Province. These two geothermal systems have characteristic different from one to another. These geothermal systems have quite high temperature as they relate to young volcanic activity. Airklinsar geothermal prospects associated with young volcanoes which has no longer active, is associated with quarter volcanic activity. This prospect category usually has a wide expanse of prospect. Its permeability reservoir system is usually pretty good for the development of a long geological structure. Tangkuban Perahu geothermal prospects associated with active volcanoes usually have a high temperature, high magmatic gas content and permeability are relatively small. Regional prospects are not spread widely and only limited around the volcano chimney.

Keywords: geothermal systems, airklinsar, Tangkuban Perahu, geology, geochemistry, high temperature

1. PENDAHULUAN

Setiap sistem panas bumi memiliki karakteristik yang berbeda satu sama lain. Perbedaan tidak hanya terjadi pada manifestasi permukaannya saja melainkan juga terjadi pada karakteristik reservoirnya. Perbedaan pada masing-masing sistem merupakan hasil interaksi beberapa faktor seperti topografi hidrologi permukaan, struktur geologi, permeabilitas dan ukuran batuan sumber panas. Faktor-faktor tersebut di setiap Negara memiliki karakteristik yang berbeda-beda termasuk di Indonesia.

Sistem panas bumi di Indonesia umumnya mempunyai suhu yang cukup tinggi karena berkaitan dengan kegiatan gunung api muda. Pada daerah seperti ini, prospek panas bumi dapat diklasifikasikan menjadi dua kategori: (1) prospek panas bumi yang berkaitan dengan gunung api aktif, dan (2) prospek panas bumi yang berkaitan dengan gunung api berumur kuartar dan lebih tua (sudah tidak aktif).

Prospek panas bumi yang berkaitan dengan gunung api aktif biasanya memiliki suhu tinggi, kandungan gas magmatik tinggi dan permeabilitasnya relatif kecil. Daerah prospek tidak terhampar luas dan hanya terbatas di sekitar cerobong gunung api tersebut. Prospek panas bumi yang berkaitan dengan gunung api sudah tidak aktif biasanya berasosiasi dengan aktifitas vulkanik kuartar maupun yang lebih tua dari kuartar. Prospek kategori ini biasanya mempunyai hamparan prospek yang luas. Permeabilitas sistem reservoirnya cukup baik karena proses perkembangan struktur geologi yang cukup lama.

2. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini dilakukan analisis data geologi dan data geokimia. Analisis geologi meliputi geologi permukaan, alterasi geologi permukaan dan analisis manifestasi sistem panas bumi yang termasuk dalam pembahasan ini. Analisis geokimia meliputi analisis ion balance, analisis suhu bawah permukaan menggunakan geotermometer dan geo indikator, dan analisis karakteristik reservoir^{1,2)}. Sistem panas bumi sebagai contoh yang dilakukan analisis meliputi Sistem Panas Bumi Airklinsar di Sumatera Selatan, Sistem Panas Bumi Tangkuban Perahu Jawa Barat, Sistem Panas Bumi Ungaran Jawa Tengah dan Sistem Panas Bumi Tiris Jawa Timur^{3,4,5)}.

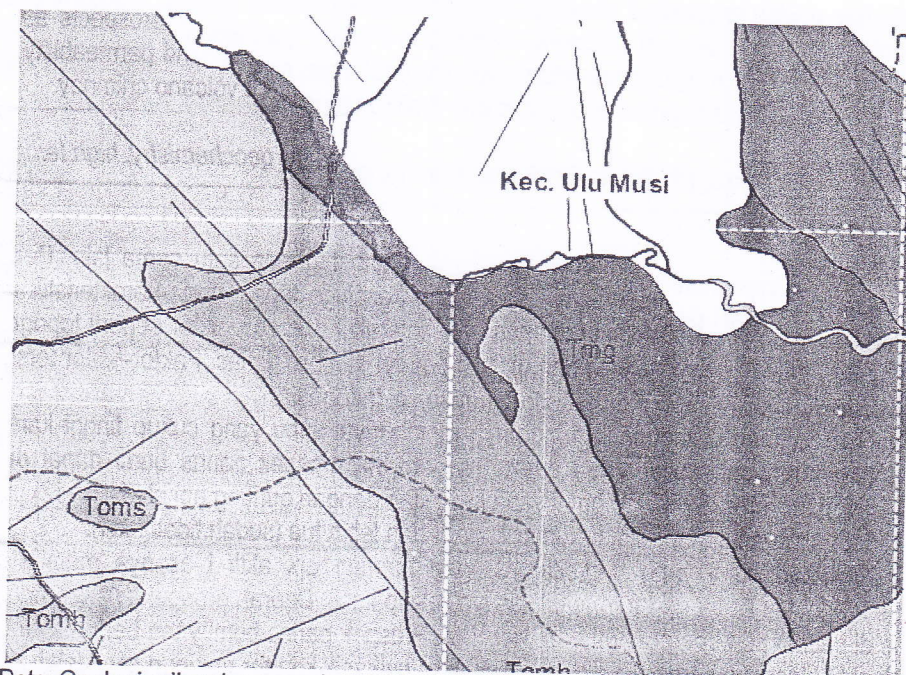
Studi geokimia berdasarkan sampel yang diambil dari tempat keluarnya air geothermal sumber mata air panas. kimia untuk mendapatkan kandungan unsur-unsur Na, K, Ca, Mg, B, Li, SO₄, HCO₃, SiO₂, Cl, dan B sebagai elemen yang terkandung dalam system panas bumi. Elemen-elemen konservatif akan sangat baik sebagai geoindikator pada system panas bumi yang origin. Diagram rasio B/Cl dan Cl-Li-B dapat digunakan untuk mengindikasikan sumber fluida. Sebuah plot segi tiga menggambarkan konsentrasi relatif Cl, Li dan B^{6,7)}.

Geotermometer kimia digunakan dalam rangka menentukan suhu reservoir. Silika dan kation geotermometer digunakan untuk mengevaluasi suhu di bawah permukaan. Sumber persamaan suhu berasal dari beberapa literatur yang digunakan: T: Na-K⁷⁾, T: Na-K^{8,9)}. Diagram segitiga Na-K-Mg menunjukkan ekuilibrium antara air geotermal dengan batuan dan suhu reservoir¹⁰⁾.

3. HASIL DAN PEMBAHAAN

3.1. Sistem Panas Bumi Airklinsar Sumatera Selatan

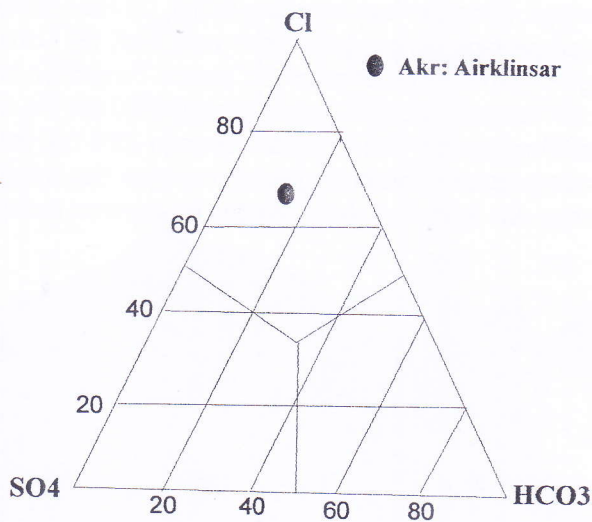
Lapangan panas bumi Airklinsar berada di Kabupaten Empat Lawang berasosiasi dengan tectonic Sistem Sesar Sumatera. Lebih dari itu, daerah ini berasosiasi dengan dengan deretan bukit barisan yang membentang antara Provinsi Bengkulu dan Sumatera Selatan. Daerah ini memiliki banyak mata air panas dengan variasi suhu antara 55°C s.d. 98°C. sumber air panas terutama ditemukan daerah retakan aktif dan daerah vulkanik di area Penantian and Airklinsar. Geologi daerah Airklinsar membentang berdampingan dengan Sesar Sumatera dan Sesar Musi. Lapangan Panas Bumi Airklinsar terletak dekat batuan masif Gunung Kasih, yang berumur Paleozoic. Batuan massif tersebut, terytam terdiri atasa batuan metamorphic schists, marble and granite, dan batuan dasar daerah panass bumi tertimbun oleh batuan vulkanik Tersier. Batuan penutup diperkirakan terdiri dari unit-unit sedimen³ (lihat Gambar 1).



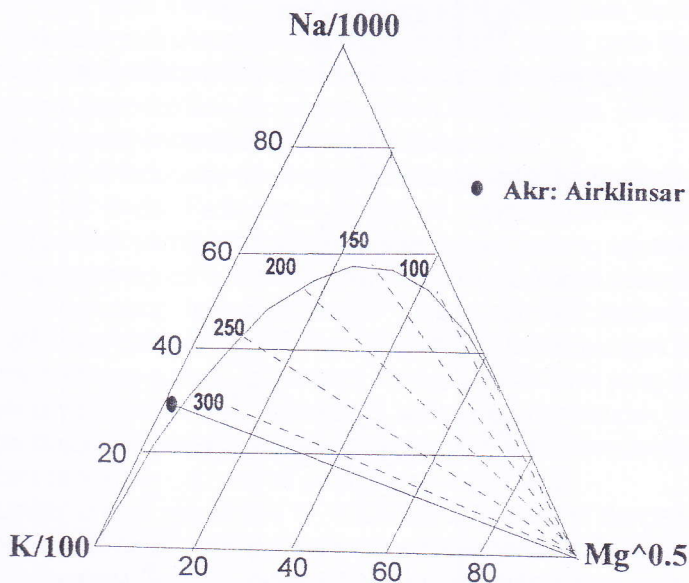
Gambar 1. Peta Geologi wilayah panas bumi Airklinsar Kecamatan Ulu Musi, Kabupaten Empat Lawang, Sumatera Selatan

Komposisi kimia air panas bumi dari mata air panas Airklinsar dianalisis yang hasilnya ditampilkan pada Gambar 2 yang menunjukkan kondisi reservoir Sistem Panas Bumi Airklinsar. Gambar 2 menunjukkan reservoir Sistem Panas Bumi Airklinsar memiliki tipe chlorite dengan pH (6-7) dan total padatan terlarut sekitar 400-700 mg/kg. kation Cl cukup dominan dengan konsentrasi lebih dari 600 mg/l, sedangkan Mg hanya ditemukan sekitar 2 mg/l. Klasifikasi komposisi kimia air menggunakan diagram ion mayor segi tiga Cl-SO₄-HCO₃ (Gambar 2). Dari sampel yang dianalisis diplot ke diagram segi tiga menunjukkan bahwa sumber air panas airklinsar merupakan air yang sudah matang dan dapat diklasifikasikan kaya leemen Cl yang terbentuk dari hasil interaksi air panas bumi dengan batuan induk dan larutan dengan salinitas rendah pada lokasi yang cukup dalam⁶⁾.

Berdasarkan segitiga Na-K-Mg (Gambar 3) menunjukkan kesetimbangan air geothermal dan batuan dengan temperatur mengesaratkan bahwa suhu di dalam reservoir memiliki nilai cukup tinggi (lebih tinggi dari 300°C).



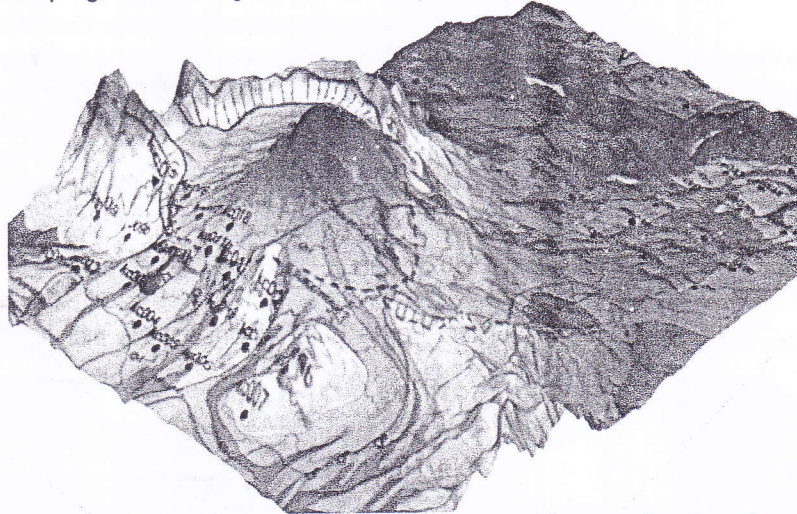
Gambar 2. Diagram karakteristik reservoir Sistem Panas Bumi Airklinsar yang menunjukkan tipe *chloride water*.



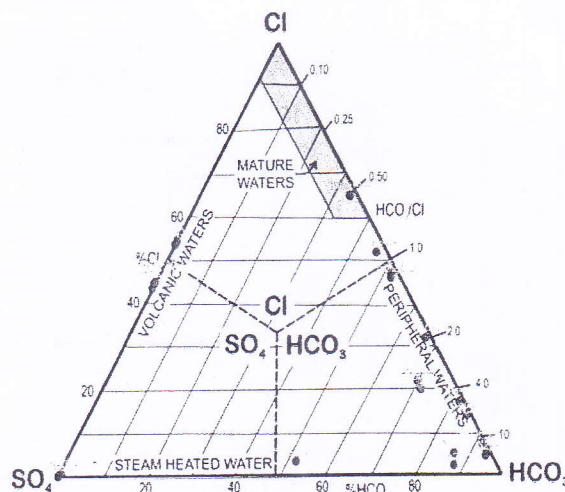
Gambar 3. Diagram segitiga penentuan suhu Sistem Panas Bumi Airklinsar yang menunjukkan suhu > 300°C.

3.2. Sistem Panas Bumi Tangkuban Perahu

Sistem Panas Bumi Tangkuban Perahu berada di sebelah utara Kota Bandung Jawa Barat. Kondisi geologi antara lain terdiri atas: (1) Aluvium, yang tersusun oleh lempung, lanau, pasir dan kerikil. Terutama endapan sungai sekarang, (2) Tuf Pasir, tuf berasal dari G.Dano dan G.Tangkubanparahu(erupsi "C", van Bemmelen, 1934). Tuf pasir coklat sangat sarang, mengandung kristal-kristal horenlenda yang kasar, lahan lapuk kemerah-merahan, lapisan-lapisan lapili dan breksi, (3) Breksi dan Anglomerat. breksi anglomerat tufan terdapat disebelah tenggara G. Tampomas. Keratan-keratannya terdiri dari batuan beku bersusun antara andesi dan basa, (4) Tuf Berbatu apung, pasir tufan, lapili, bom-bom, lava berongga dan kepingan-kepingan andesit basal padat yang bersudut dengan banyak bongkahan dan pecahan batupung. Berasal dari G. Tangkubanparahu dan G. Tampomas; (5) Hasil Gunung Api Muda Tak Teruraikan, pasir tufan, lapili, breksi, lava, aglomerat. Sebagian berasal dari G.tangkubanparahu dan sebagian dari G.Tampomas. Antara *Sumedang dan Bandung* batuan ini membentuk dataran-dataran kecil atau bagian-bagian rata dan bukit rendah yang tertutup oleh tanah yang berwarna abu-abu kuning dan kemerahan, (6) Hasil Gunung Api Tua Tak Teruraikan, breksi gunungapi, lahar dan lava berselang-seling, (7) Hasil Gunung Api Lebih Tua (600 m): Breksi, lahar dan pasir tuf berlapis-lapis dengan kemiringan yang kecil, (8) Kolovium, terutama berasal dari reruntuhan pegunungan-pegunungan hasil gunungaapi tua, berupa bongkahan batuan beku antara andesit-basal, breksi, batupasir tuf dan lempung tuf, (9) Formasi Citalang (500-600 m), lapisan-lapisan napal tufan, diselingi oleh batu pasir dan konglomerat, (10) Formasi Kaliwingu (600 m), batupasir tufan, konglomerat, batulempung dan kadang-kadang lapisan-lapisan batubasir gampingan dan batugamping. Selain itu terdapat juga lapisan-lapisan tipis gambut dan lignit. Pada batupasir dan konglomerat terdapat banyak fosil moluska.



Gambar 4. Peta Geologi wilayah panas bumi Tangkuban Perahu Kabupaten Bandung Jawa Barat.



Gambar 5. Diagram karakteristik reservoir Sistem Panas Bumi yang menunjukkan kondisi yang bervariasi dari *chloride water*, asam dan karbonat.

Komposisi kimia sampel dari Sistem Panas Bumi Tangkuban Perahu dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil analisis geokimia Sistem Panas Bumi Tangkuban Perahu dari Tabel 1, menunjukkan bahwa sampel yang bagus adalah sampel nomor 5, 8 dan 15 karena memiliki nilai ion balance lebih kecil atau sam dengan 5%. Berdasarkan analisis diagram segitiga pada Gambar 5, tampak bahwa karakteristik reservoir masih sangat bervariasi. Hal ini masih perlu analisis lebih lanjut atau pengambilan sampel yang lebih teliti, mengingat hasil analisisnya masih memberikan hasil yang belum mantap.

Tabel 1. Kondisi geokimia Sitem Panas Bumi Tangkuban Perahu

No	°C	pH	D (%)	%Cl	%SO4	%HCO3	Qtz1	Qtz2	Na-K(F)	Na-K(G)	Na-K-Ca
1	95	2.5	-69.3	9.7	90.3	0.0	198	259	341	345	204
2	44	2.6	-24.2	85.2	14.8	0.0	175	235	353	356	223
3	47	7.2	14.9	65.7	0.0	34.3	179	239	165	183	169
4	53	7.4	21.9	46.8	0.0	53.2	171	230	122	142	129
5		6.9	0.2	52.1	0.0	47.9	164	222	195	212	185
6	58	7.3	23.6	32.7	11.6	55.7	43	88	226	241	196
7	40	7.3	16.7	31.9	0.2	67.9	175	234	203	219	168
8		7.1	0.2	22.2	6.8	70.9	56	102	284	294	225
9	47	7.4	10.9	30.4	0.1	69.5	177	236	222	237	196
10	34	6.8	15.2	22.3	0.6	77.2	129	184	241	255	167
12	47	6.9	16.8	9.8	0.3	89.9	186	246	296	304	194
13	26	7.3	16.7	8.8	4.4	86.8	139	194	502	484	236
14	37	6.0	-22.1	41.0	59.0	0.0	153	210	512	492	286
15	30	3.1	5.0	85.8	14.2	0.0	155	212	407	403	238
16		2.8	-33.6	39.0	61.0	0.0	159	216	580	548	301
17	35	5.5	15.9	18.0	0.0	82.0	139	194	304	312	209
18	34	6.0	10.8	19.7	0.0	80.3	139	194	314	321	214

4. KESIMPULAN

Setiap sistim panas bumi memiliki karakteristik yang berbeda satu sama lain. Perbedaan tidak hanya terjadi pada manifestasi permukaannya saja melainkan juga terjadi pada karakteristik reservoirnya. Perbedaan pada masing-masing sistim merupakan hasil interaksi bberapa faktor seperti topograph hidrologi permukaan, struktur geologi, permeabilitas dan ukuran batuan sumber panas. Faktor-faktor tersebut di setiap Negara memiliki karakteristik yang berbeda-beda termasuk di Indonesia.

Sistem panas bumi di Indonesia umumnya mempunyai suhu yang cukup tinggi karena berkaitan dengan kegiatan gunung api muda. Pada daerah seperti ini, prospek panas bumi dapat diklasifikasikan menjadi dua katagori: (1) prospek panas bumi yang berkaitan dengan gunung api aktif, dan (2) prospek panas bumi yang berkaitan dengan gunung api berumur kuarter dan lebih tua (sudah tidak aktif).

Prospek panas bumi yang berkaitan dengan gunung api aktif biasanya memiliki suhu tinggi, kandungan gas magmatik tinggi dan permeabilitasnya relatip kecil. Daerah prospek tidak terhampar luas dan hanya terbatas di sekitar cerobong gunung api tersebut. Prospek panas bumi yang berkaitan dengan gunung api sudah tidak aktif biasanya berasosiasi dengan aktifitas vulkanik kuarter maupun yang lebih tua dari kuarter. Prospek kategori ini biasanya mempunyai hamparan prospek yang luas. Permeabilitas sistem reservoirnya cukup baik karena proses perkembangan struktur geologi yang cukup lama.

Terjadinya sumber energi panasbumi di Indonesia berhubungan dengan sistem gunung api di Indonesia. Terbentuknya sistem gunung api di Indonesia berhubungan erat dengan sistem tektonik lempeng yang aktif di wilayah Indonesia. System Panas Bumi Airklinsar merupakan jenis panas bumi kelompok Sumatera yang memiliki suhu tinggi dan reservoir relative dangkal. Sedangkan Sistem Panas Bumi Tangkuban Perahu merupakan system panas bumi di Jawa. Jenis Sistem Panas Bumi di Jawa memiliki suhu tinggi dan reservoir yang dalam, karena tumpukan produk gunung api yang lebih tebal dibanding produk

gunung api di Sumatera.

Penunjaman di bawah Pulau Sumatera mencapai kedalaman sekitar 100 km dan di bawah Pulau Jawa-Nusa Tenggara mencapai kedalaman antara 160 s.d. 210 km². Hal ini menyebabkan proses magmatisasi di bawah Pulau Sumatera lebih dangkal dibandingkan dengan di bawah Pulau Jawa - Nusatenggara. Perbedaan kedalaman menyebabkan jenis magma yang dihasilkannya juga berbeda. Magma yang dihasilkan di tempat yang lebih dalam akan lebih bersifat basa dan lebih cair dan mengandung gas magmatik yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Suharno, Aritonang, R.B., Zainudin, A. dan Rustadi. 2012. Sistem Panas Bumi Cisarua Natar Lampung Selatan. Proceedings The 12th Annual Indonesian Association Meeting & Conference, Bandung on 6-8 November, 2012.
2. Suharno. 2012. *Sistem Panas Bumi*. Penerbit Universitas Lampung.
3. Virgo, F., Wahyudi, Suharno, Zaenudin, A. dan Suryanto, W. 2012. Magnetic Gradient Temperature and Geochemistry Surveys Within Pasema Air Keruh Geothermal Area Empat Lawang District, South Sumatera Province Indonesia. 3rd Jogja International Conference on Physics 2012, Yogyakarta, 18-19 September 2012.
4. Karyanto, Wahyudi, Suharno dan Setiawan, A. 2012. Geochemical Reservoir Analysis of the Gunung Ungaran Geothermal Prospect, Semarang District, Jawa Tengah Province. 3rd Jogja International Conference on Physics 2012, Yogyakarta, 18-19 September 2012.
5. Suprianto, A., Wahyudi, Utama, W., Suharno. 2012. Analisis Tipe Reservoir dan Suhu Lapangan Panas Bumi Tiris Probolinggo Jawa Timur. 3rd Jogja International Conference on Physics 2012, Yogyakarta, 18-19 September 2012.
6. Giggenbach, W.F. 1991. Chemical Techniques in Geothermal Exploration. In: D'Amore, F.(coordinator), *Application of geochemistry in geothermal reservoir development*. UNITAR/UNDP publication, Rome, 119-142.
7. Fournier, R. O. and White, D. E. and Truesdell, A. H. 1977. Chemical Geothermometers and Mixing Models for Geothermal System, *Geothermics*, 5: 41-50.
8. Fournier, R., and Truesdell A. 1973. An Empirical Na-K-Ca Geothermometers, *Geochim. Cosmochim. Acta*, 37: 1255-1275.
9. Giggenbach, W. 1988. Geothermal Solute Equilibria. Derivation of Na-K-Mg-Ca Geothermometers, *Geochim. Cosmochim. Acta*, 52: 2749-2765.
10. Fournier, R.O., White, D. E., Truesdell, A.H. 1974. Geochimical indicators of subsurface temperature: Part I, Basic assumptions. USGS Numbered Series Open-File Report: 74-1032.