

STUDI GEOKIMIA FLUIDA PANAS BUMI DAERAH JAWA TENGAH BAGIAN SELATAN PROVINSI JAWA TENGAH

Lano Adhitya Permana, Eddy Mulyadi

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

SARI

Manifestasi panas bumi permukaan di daerah Jawa Tengah bagian selatan dicirikan oleh kehadiran mata air panas pada lima lokasi berbeda dengan temperatur berkisar 36° – 50,8°C. Fluida panas yang muncul pada mata air panas Cipari, Krakal dan Panulisan merupakan air bertipe klorida, sedangkan mata air panas Wadas Malang dan Wadas Lintang termasuk dalam tipe air bikarbonat. Mata air panas yang berada di Wadas Malang, Wadas Lintang dan Panulisan memiliki karakteristik tipe air yang terletak pada zona *immature waters*, sedangkan karakteristik mata air panas Cipari dan Krakal terletak pada zona *partial equilibrium* menuju kearah zona *full equilibrium*. Pendugaan temperatur reservoir sistem panas bumi di daerah Jawa Tengah bagian selatan menunjukkan rentang temperatur 70° – 160°C yang termasuk dalam entalpi rendah hingga sedang.

Kata kunci: panas bumi, Jawa Tengah bagian selatan, mata air panas.

ABSTRACT

Surface manifestation in the southern part of Central Java region is shown as appearances of hot spring at five different location with temperature from 36° to 50.8°C. Thermal water that appear in the hot spring of Cipari, Krakal and Panulisan is chloride type, whereas hot spring of Wadas Malang dan Wadas Lintang is bicarbonate water. Hot spring of Wadas Malang, Wadas Lintang dan Panulisan located in immature waters zone, meanwhile Cipari dan Krakal hot spring located in the zone of partial equilibrium toward full equilibrium zone. Estimated subsurface reservoir temperature in the southern part of Central Java region is between 70° to 160°C are included in the low to medium enthalpy.

Keywords : *geothermal, southern part of Central Java region, hot spring.*

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki sumber daya panas bumi yang besar, tercatat hingga tahun 2014, total potensi panas bumi di Indonesia sebesar 28,9 Gwe (Badan Geologi, 2013). Salah satu wilayah yang memiliki potensi panas bumi yaitu wilayah Jawa Tengah bagian selatan, Provinsi Jawa Tengah. Keberadaan potensi panas bumi di daerah ini ditandai dengan kehadiran manifestasi panas bumi permukaan berupa mata air panas di Kabupaten Cilacap, Kebumen dan Wonosobo yang belum diteliti lebih lanjut. Untuk mendapatkan informasi awal mengenai aspek kepanasbumian di

wilayah tersebut, diperlukan data geosain seperti data geologi dan geokimia.

Kegiatan penelitian dikonsentrasikan di sekitar pemunculan manifestasi air panas di Jawa Tengah bagian selatan (Gambar 1).

METODOLOGI

Metodologi yang digunakan dalam penelitian 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, sedangkan pengambilan

contoh yang dilakukan berupa contoh batuan dan air, untuk selanjutnya dilakukan analisis petrografi dan geokimia air di laboratorium. Seluruh hasil analisis laboratorium diinterpretasi, agar pembentukan sistem panas bumi daerah Jawa Tengah bagian selatan dapat diketahui secara jelas.

HASIL PENELITIAN

Geologi

Pulau Jawa memiliki rangkaian gunungapi yang berumur Oligosen-Miosen Tengah dan Pliosen-Kuarter. Pembentukan deretan gunungapi di Pulau Jawa berkaitan erat dengan penunjaman lempeng samudra Hindia pada akhir Paleogen. Berdasarkan peta Geologi Lembar Kebumen, Majenang, Pangandaran dan Banyumas (Kastowo, 1975; Simandjuntak dan Surono, 1992; Asikin, dkk., 1992, a, b), batuan yang ada di daerah penelitian terdiri dari batuan sedimen, batuan terobosan, batuan hasil kegiatan tektonik dan endapan permukaan yang berumur mulai dari Pra-Tersier sampai Kuarter (Gambar 2).

Wilayah Jawa Tengah Bagian Selatan tepatnya pada bagian selatan wilayah tersebut, terdapat aktifitas vulkanisme berumur Tersier yang dikenal sebagai *old andesite formation* (Yuwono dkk., 2012). Salah satu produk kegiatan vulkanisme tersebut menghasilkan satuan breksi (Formasi Waturanda) yang ditemukan di daerah penelitian dan diperkirakan pengendapannya berada di lingkungan laut pada Miosen Awal. Manifestasi produk-produk *old andesite formation* ini sering kali ditemukan berasosiasi dengan sedimentasi karbonat. Hal ini dikarenakan pada Kala Oligosen-Miosen Tengah, gunung-gunung api merupakan gunung api bawah laut (Yuwono dkk., 2012). Kondisi morfologi gunung api bawah laut dapat berperan menjadi tempat yang ideal bagi pertumbuhan terumbu. Hal ini tercermin pada Kala Miosen Tengah, ketika vulkanisme regional mengalami penurunan aktivitas yang diikuti oleh peningkatan pertumbuhan terumbu (karbonat), diduga faktor tersebut yang

mempengaruhi pengendapan satuan batulempung-batupasir dan satuan batupasir-batugamping di daerah penelitian, dimana kedua satuan tersebut merupakan bagian dari Formasi Panosogan yang bersifat karbonatan.

Di Pulau Jawa, pada umur Tersier bagian akhir aktivitas vulkanisme berlangsung kembali secara intensif (Soeria-Atmadja, 1994). Hal tersebut tercermin dengan diendapkannya satuan batupasir di daerah Cipari dan satuan breksi di daerah Krakal, yang memiliki karakteristik material-material yang bersifat vulkanik, seperti ditemukannya batupasir tuffaan di daerah Cipari. Satuan batupasir di daerah Cipari dan satuan breksi di daerah Krakal merupakan bagian dari Formasi Halang yang diduga diendapkan pada lingkungan laut. Aktivitas vulkanisme Pulau Jawa pada Kala Miosen Akhir-Pliosen, diperkirakan bergeser secara berangsur ke utara sehingga busur magma tersier atas berada disebelah utara dari jalur magmatisme periode Oligosen-Miosen Tengah. Pada masa tersebut, di daerah penelitian diendapkan satuan breksi di daerah Cipari yang merupakan bagian dari Formasi Kumbang. Pada Kala Miosen Akhir-Pliosen, aktivitas magmatisme tidak terekspresikan dalam bentuk munculnya gunungapi, tetapi berupa intrusi-intrusi seperti *dyke*, *sill* dan *volkanik neck*, seperti yang dijumpai pada satuan kubah lava di daerah Panulisan.

Proses tektonik pada Kala Plio-Plistosen di Pulau Jawa, menyebabkan terjadinya pengangkatan sekaligus menghasilkan deformasi pada satuan batuan di daerah penelitian yang berupa struktur perlipatan dan sesar-sesar. Proses tektonik tersebut menyebabkan pola struktur tua kembali aktif (reaktivasi), sehingga menimbulkan pola-pola struktur tua pada satuan yang lebih muda. Keberadaan struktur geologi terutama sesar berperan dalam keluaran manifestasi air panas di daerah penelitian.

Pada zaman Kuarter, aktivitas magmatisme muncul sebagai kerucut-kerucut gunung api seperti yang terjadi di daerah penelitian tepatnya di daerah Panulisan, dimana dijumpai material

breksi andesitis yang diperkirakan merupakan produk gunung api Sawal. Gunung api tersebut terletak diluar daerah penelitian. Pada periode Holosen-Resen telah terjadi ekspos batuan ke permukaan yang mengakibatkan proses erosi dan pengendapan endapan aluvial.

Struktur geologi yang terdapat di daerah penelitian berupa sesar normal dengan arah utara - selatan dan sesar mendatar yang berarah hampir baratdaya – timurlaut serta antklin.

Manifestasi

Manifestasi panas bumi permukaan di daerah penelitian berupa mata air panas yang tersebar di lima lokasi yang berbeda dengan temperatur antara 36°C – 50,8°C, pada daerah Cipari, Krakal, Panulisan, Wadas Malang dan Wadas Lintang. Secara lengkap karakteristik mata air panas dan dingin serta hasil analisis kimia air yang terdapat di daerah penelitian ditampilkan dalam tabel 1 dan 2.

Kimia Air

Fluida panas yang berasal dari mata air panas Cipari-1, Cipari-2, Panulisan, Krakal-1 dan Krakal-2 mengandung konsentrasi ion Cl yang relatif tinggi (2100-7802,40mg/l) dan dikategorikan sebagai tipe air klorida (Gambar 3). Air panas Wadasmalang, Wadaslintang-1 dan Wadaslintang-2 merupakan tipe air bikarbonat dengan dominasi ion HCO₃ sekitar 93,50-111,07mg/l. Tipe air bikarbonat ini diduga berasosiasi dengan naiknya fluida panas bumi yang mengandung gas terutama CO₂ kemudian mengalami kondensasi di dalam akuifer dangkal (Gambar 3).

Air panas Cipari-1, Cipari -2, Krakal-1 dan Krakal-2 terletak pada zona *partial equilibrium* menuju kearah zona *full equilibrium*, diperkirakan keempat air panas tersebut telah mengalami kesetimbangan sebagian ketika terjadi interaksi antara fluida panas dengan batuan, meskipun air panasnya di permukaan hanya memiliki temperatur kurang dari 50°C (Gambar 4). Sementara itu, air panas Wadaslintang-1, Wadaslintang-2, Wadasmalang dan

Panulisan berada pada daerah *immature water* (Gambar 4). Hal ini mengindikasikan adanya pengaruh air meteorik atau air permukaan yang cukup dominan sekaligus memperkuat dugaan bahwa adanya manifestasi yang muncul ke permukaan selain dipengaruhi oleh interaksi antara fluida dengan batuan dalam keadaan panas, ternyata telah terjadi pencampuran dengan air permukaan (*meteoric water*).

Hasil *plotting* pada diagram Cl-Li-B (Gambar 5) menunjukkan bahwa mata air panas Cipari-1, Cipari-2, Krakal-1, Krakal-2, Wadasmalang, Wadaslintang-1, Wadaslintang-2 dan Panulisan telah mengalami pencampuran dan didominasi oleh air tanah permukaan. Hal ini didukung oleh nilai konsentrasi Li relatif kecil yang mengindikasikan adanya reaksi di dekat permukaan. Selain itu, conto air pada masing-masing daerah tersebut menunjukkan adanya kemiripan karakter yang berasal dari suatu reservoir yang sama. Kehadiran konsentrasi Cl yang tinggi, kemungkinan berasal dari kehadiran intrusi air laut atau kehadiran air formasi (*connate water*) pada sistem ini.

Isotop

Hasil analisis konsentrasi isotop Oksigen-18 (¹⁸O) dan Deuterium (²H) conto air panas di wilayah Jawa Tengah Bagian Selatan (Tabel 3) cenderung mendekati garis air meteorik lokal (*meteoric water line*), seperti yang ditunjukkan oleh air panas Cipari-2, Krakal -2, Wadasmalang, Wadaslintang-1, Wadaslintang-2 pada gambar 6. Hal ini mencerminkan bahwa kelima mata air panas tersebut kemungkinan telah terjadi pengenceran oleh air meteorik di permukaan. Sementara itu, mata air panas Cipari-1, Krakal-1 dan Panulisan relatif menjauhi garis meteorik, hal ini menunjukkan bahwa diperkirakan telah terjadi pengkayaan ¹⁸O di kedalaman, akibat adanya kontak batuan di kedalaman yang kaya akan silika dengan fluida panas.

Geotermometri

Manifestasi panas bumi di daerah Cipari, Krakal dan Panulisan berupa mata air dengan temperatur 36 – 50,8°C. Air panas di daerah Cipari, Krakal dan Panulisan umumnya termasuk tipe air klorida, sedangkan air panas di daerah Wadas Malang dan Wadas Lintang bertipe air bikarbonat dan dengan konsentrasi HCO₃ cukup tinggi. Adanya pengaruh pencampuran dengan air permukaan yang sangat dominan, mengindikasikan bahwa pembentukan air panas di daerah penelitian terjadi pada temperatur tidak begitu tinggi. Oleh karena itu, penggunaan geotermometer air panas yang mungkin dapat diaplikasikan yaitu geotermometer silika. Hasil perhitungan dengan menggunakan geotermometer silika (Fournier, 1977 dalam Nicholson, 1993) menunjukkan rentang temperatur 70⁰ – 160⁰C yang termasuk dalam entalpi rendah hingga sedang.

PEMBAHASAN

Daerah penelitian didominasi oleh kehadiran batuan sedimen kecuali di daerah panulisan yang tersusun atas batuan vulkanik. Pembentukan sistem panas bumi di daerah Cipari, Krakal, Wadas Malang dan Wadas Lintang diperkirakan berkaitan dengan cekungan sedimen. Anderson dan Lund, 1979 menyebutkan bahwa pembentukan sistem panas bumi di cekungan sedimen berkaitan dengan sistem sirkulasi dalam (*extention-driven*) yang merupakan hasil dari sirkulasi dalam air meteorik di sepanjang zona sesar atau zona rekahan pada daerah yang memiliki *heat flow* yang tinggi. Pembentukan sistem ini berasosiasi dengan aktivitas sesar dimana panas yang ditimbulkan diperkirakan berhubungan dengan peningkatan gradien termal dikedalaman. Keempat lokasi daerah penelitian (Cipari, Krakal, Wadas Malang dan Wadas Lintang), cenderung tidak menunjukkan adanya jejak-jejak aktivitas magmatisme yang berperan sebagai sumber panas (*heat source*), sehingga kemungkinan petunjuk yang menyatakan adanya sumber panas diduga berasal dari terpendamnya material sedimen yang tebal dan telah mengalami

pembebanan. Sementara itu, di daerah Panulisan terdapat aktivitas penerobosan batuan beku berupa kubah lava yang terjadi sekitar Pliosen. Hal tersebut memberikan harapan adanya sumber panas bagi sistem panas bumi di daerah Panulisan. Adanya aktivitas tektonik yang terjadi pada Kala Plio-Plistosen menghasilkan sesar-sesar berarah timurlaut-baratdaya yang berperan sebagai media keluarnya fluida panas menuju ke permukaan.

Fluida panas yang muncul pada mata air panas Cipari, Krakal dan Panulisan merupakan air bertipe klorida, sedangkan mata air panas Wadas Malang dan Wadas Lintang termasuk dalam tipe air bikarbonat. Mata air panas yang berada di Wadas Malang, Wadas Lintang dan Panulisan memiliki karakteristik tipe air yang terletak pada zona *immature waters*, diperkirakan merupakan fluida panas bumi yang banyak tercampur air permukaan atau air permukaan yang terpanaskan. Sementara itu, karakteristik mata air panas Cipari dan Krakal terletak pada zona *partial equilibrium* menuju kearah zona *full equilibrium* merupakan hal yang menarik, karena umumnya manifestasi berupa air hangat tidak mencapai fase *fully equilibrium*. Oleh karena itu, perlu diperhatikan kandungan natrium yang kemungkinan merupakan anomali pada manifestasi tersebut.

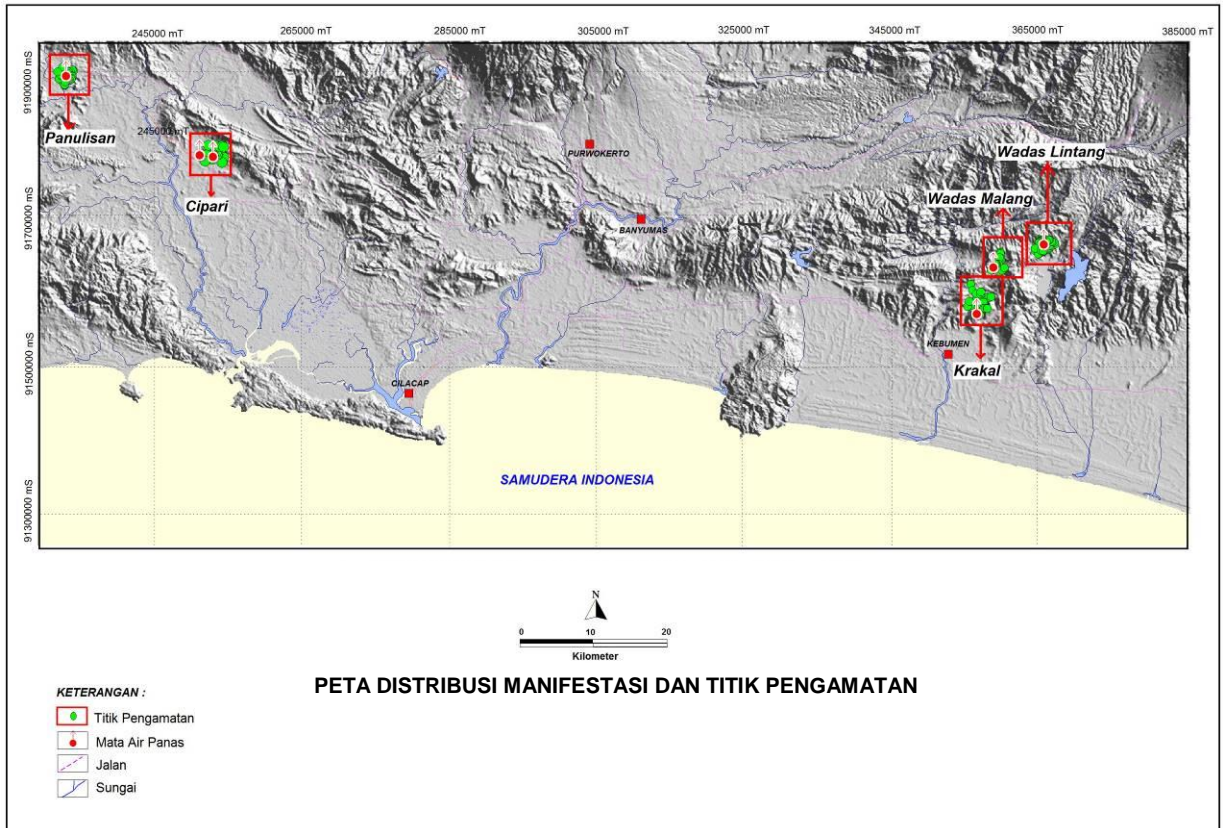
Mata air panas di daerah Cipari dan Krakal diduga merupakan *upflow* suatu sistem panasbumi. Sementara itu, mata air panas Wadaslintang-1 dan Wadaslintang-2 diperkirakan merupakan daerah *outflow* suatu sistem panasbumi. Hasil isotop menunjukkan bahwa fluida panas bumi daerah Wadas Lintang-1 dan Wadas Malang memiliki keterkaitan dengan pengaruh air meteorik, sedangkan mata air panas Cipari-1, Krakal-1 dan Panulisan memperlihatkan adanya pengkayaan isotop Oksigen-18 dan Deuterium yang cukup signifikan, terlihat air panasnya relatif menjauh ke arah kanan garis air meteorik (*meteoric water line*).

KESIMPULAN

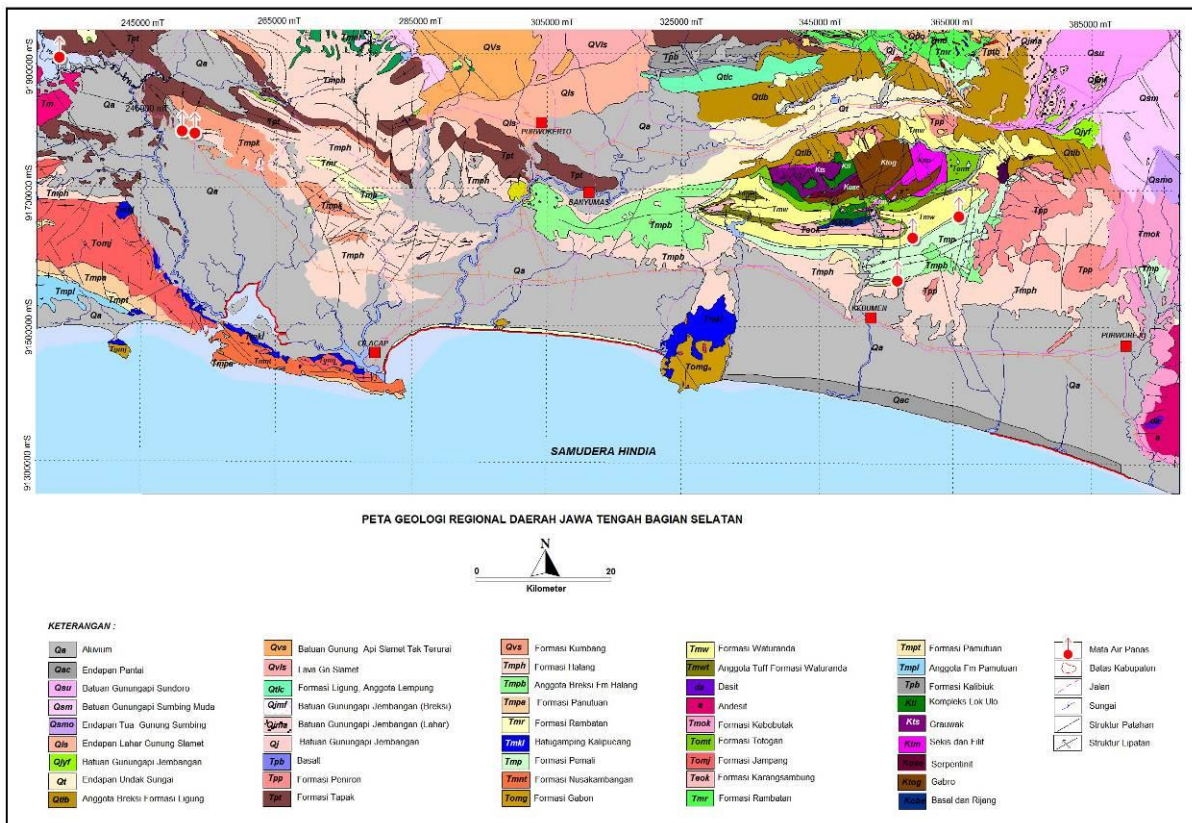
Sistem panas bumi di daerah Cipari, Krakal, Wadas Malang dan Wadas Lintang diperkirakan berkaitan dengan cekungan sedimen dan cenderung tidak ditemukan adanya jejak-jejak kegiatan magmatisme. Sedangkan daerah Panulisan, merupakan daerah yang berasosiasi dengan kegiatan magmatisme dan vulkanisme Kuartar. Geotermometer larutan menunjukkan rentang temperatur 70 – 160°C yang termasuk dalam entalpi rendah hingga sedang. Mata air panas di daerah Cipari dan Krakal diduga merupakan *upflow* suatu sistem panasbumi. Sementara itu, mata air panas Wadaslintang-1 dan Wadaslintang-2 diperkirakan merupakan daerah *outflow* suatu sistem panasbumi. Namun demikian, masih diperlukan penelitian yang lebih rinci untuk mengkonfirmasi reservoir dan model hidrologi yang terdapat di daerah Jawa Tengah bagian selatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson & Lund, 1979. Direct Utilization of Geothermal Energy : A Layman's Guide. Geothermal Resources Council. Special Report.
- Asikin,S., Handoyo,A., Busono,H., dan Gafoer,S., 1992. Peta Geologi Lembar Kebumen, Jawa. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Asikin,S., Handoyo,A., Prastitho,B., dan Gafoer,S., 1992. Peta Geologi Lembar Banyumas, Jawa. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Badan Geologi, 2013. Peta Potensi Panas Bumi Indonesia. Badan Geologi - Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung.
- Kastowo, 1975. Peta Geologi Lembar Majenang, Jawa. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Nicholson, Keith, 1993. Geothermal Fluids, Chemistry and Exploration Techniques, Springer Verlag Inc.
- Simandjuntak, T.O. dan Surono, 1992. Peta Geologi Lembar Pangndaran, Jawa. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Soeria-Atmadja, R.; Maury, R.C., Bellon, H., Pringgoprawiro, H., Polves, M., Priadi, B., 1994. Tertiary Magmatic Belts in Java, Journal of Southeast Asia Earth Science, Vol. 9, No. ½, pp. 13-27.
- Yuwono, Y.S., Suparka, E., Sumintadireja, P., 2012. Petrologi dan Magmatisme di Sulawesi Selatan dan Jawa serta Implikasi Tektoniknya, Memoir Purnabakti Dr. Ir. Yustinus Suyatno Yuwono, Teknik Geologi-ITB, Bandung.



Gambar 1. Peta distribusi manifestasi dan titik pengamatan



Gambar 2. Peta Geologi Regional Daerah Jawa Tengah Bagian Selatan, Provinsi Jawa Tengah (Kastowo,1975; Simandjuntak dan Surono,1992; Asikin,dkk.,1992a,b)

Tabel 1. Karakteristik manifestasi mata air panas dan air dingin di daerah penelitian

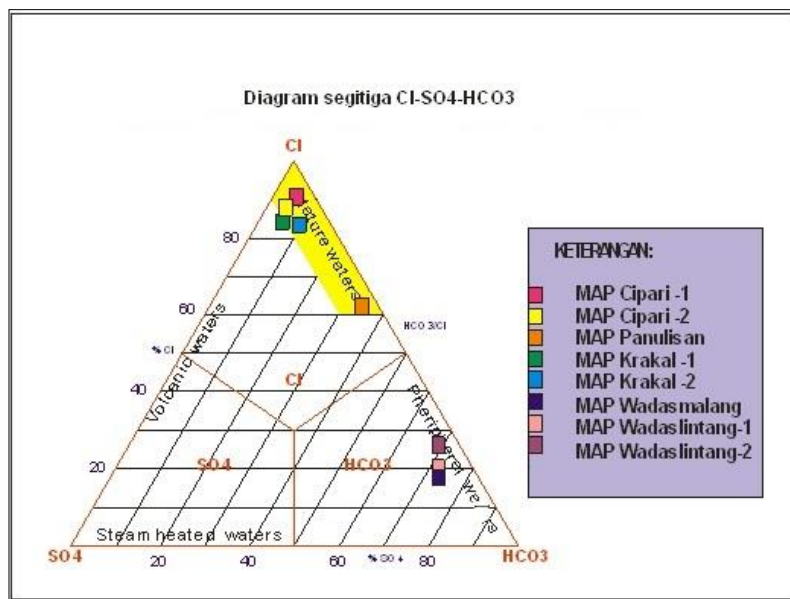
Nama/Lokasi	Koordinat (UTM)		Elev (m)	Temperatur manifestasi (°C)	Temperatur udara (°C)	pH	debit (L/detik)	Daya Hantar Listrik (µS/cm)	Keterangan
	X (m)	Y (m)							
Air Panas Cipari-1(CPR-01) Desa Cipari,Kecamatan Cipari,Kabupaten Cilacap	253422	9178006	34	44,9	26,9	6,78	2,0	8270	Air panas luas sekitar (1,5x2)m, warna jernih, tidak berbau,berada di dalam sumur keluar melalui celah batuan
Air Panas Cipari-2(CPR-02) Desa Cipari,Kecamatan Cipari,Kabupaten Cilacap	253051	9177577	34	36,0	34,2	6,84	0,8	6730	Air panas luas sekitar (3x4)m, warna jernih, tidak berbau,berupa kolam, keluar melalui celah batuan
Air Panas Panulisan (PLS) Desa Panulisan Tengah,Kecamatan Dayeuh Luhur,Kabupaten Cilacap	233479	9188968	44	48,7	29,7	7,36	1,0	15840	Air panas luas sekitar (1,5x2)m, warna sedikit jernih, tidak berbau, berada dipinggir sungai
Air Panas Krakal ((KRL-01) Desa Krakal,Kecamatan Alian,Kabupaten Kebumen	356558	9158126	51	40,5	31,5	6,24	2,5	8900	Air panas luas sekitar (3x5)m, warna jernih,berupa kolam dialirkan untuk pemandian
Air Panas Krakal ((KRL-02) Desa Krakal,Kecamatan Alian,Kabupaten Kebumen	356558	9158126	51	38,0	31,5	6,17	0,5	3100	Air panas luas sekitar (2x2)m, warna jernih,berupa sumur dan dialirkan untuk pemandian
Air Panas Wadas Malang ((WDL) Desa Wadas Malang, Kecamatan Alian, Kabupaten Kebumen	359198	9163019	113	38,2	27,8	7,19	0,8	470	berupa kolam mata air panas (2 x3)m, jernih, tidak berbau, keluar melalui celah batuan
Air Panas Wadaslintang(WLT-01) Desa Somogede, Kecamatan Wadaslintang, Kabupaten Wonosobo	365988	9166127	211	50,1	27,6	7,81	2,0	490	berupa mata air panas yang ditampung dalam kolam pemandian,tidak berbau, keluar melalui celah batuan
Air Panas Wadaslintang(WLT-02) Desa Somogede, Kecamatan Wadaslintang, Kabupaten Wonosobo	365988	9166103	212	50,8	27,2	7,81	2,0	664	berupa mata air panas berupa kolam ,tidak berbau, keluar melalui celah batuan
Air Dingin Pedurenan(PDR) Desa Krakal,Kecamatan Alian,Kabupaten Kebumen	355745	9158480	95	27,1	28,2	6,84	0,8	280	Air dingin berupa mata air ,warna jernih, tidak berbau,berupa bak penampungan, keluar melalui celah batuan

Tabel 2. Hasil analisis anion dan kation air panas dan air dingin di daerah penelitian

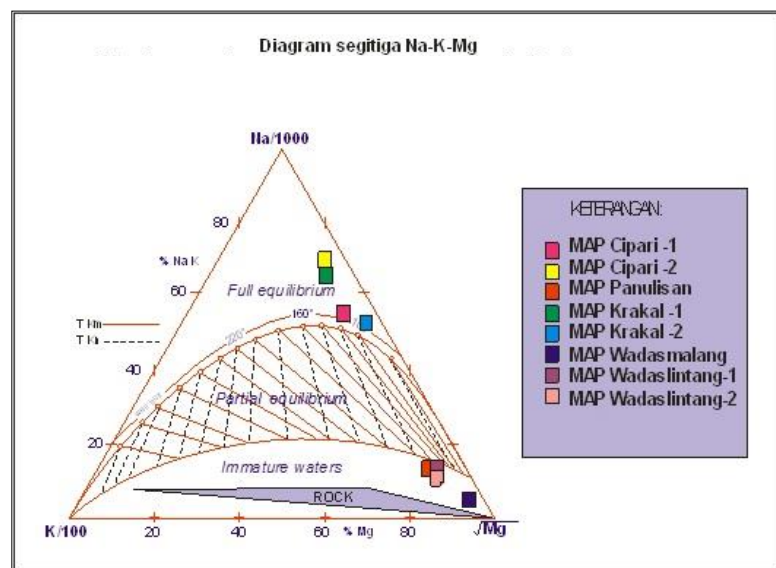
No.Analisa	5877	5878	5879	5880	5881	5882	5883	5884	5886
LOKASI	MAP CPR-1	MAP CPR-2	MAP KRL-1	MAP KRL-2	MAPWLG	MAD PDR	MAP WDL-1	MAP WDL-2	MAP PLS
T(°C) air	44,6	36,0	40,5	38,0	38,2	27,1	50,1	50,8	48,7
pH	6,78	6,84	6,24	6,17	7,19	7,81	7,24	7,68	7,46
EC(µS/cm)	8270	6730	8900	3100	470	490	280	664	15840
SiO ₂ (mg/L)	17,54	15,25	30,47	33,01	42,94	39,44	37,57	38,72	186,41
Al	0,03	0,03	0,08	0,08	0,04	0,02	0,04	0,03	0,04
Fe	0,05	0,04	0,19	0,14	0,02	0,01	0,01	0,01	0,14
Ca	714,47	510,30	2806,80	2585,40	7,07	133,13	1,14	1,29	220,45
Mg	0,35	0,11	0,76	4,00	0,55	4,07	0,13	0,15	286,13
Na	901,99	880,96	2195,00	2293,40	56,10	5,50	60,93	59,55	2758,71
K	6,50	5,68	10,54	0,78	0,67	1,27	0,39	0,50	149,34
Li	0,01	0,01	0,27	0,28	0,00	0,01	0,01	0,01	4,87
As	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NH ₄	2,50	1,70	6,00	8,00	0,30	0,30	0,20	0,04	12,4
B	8,45	15,01	11,94	11,67	0,12	0,12	0,46	0,50	54,87
F	1,05	1,15	1,80	1,20	0,14	0,17	0,15	0,16	0,80
Cl	2469,35	2100,00	7742,60	7802,40	27,85	6,36	33,01	34,11	3951,61
SO ₄	5,95	9,00	6,00	6,80	8,11	14,15	6,08	6,39	24,26
HCO ₃	26,42	25,11	26,60	3,82	111,07	403,16	99,59	93,50	2242,47
Meq cation	75,23	64,04	236,26	229,62	2,88	7,27	2,75	2,69	159,75
Meq anion	70,21	59,84	219,06	220,59	2,78	7,09	2,70	2,64	148,77
Ion Balance	3,45	3,39	3,78	2,01	1,69	1,26	0,87	0,96	3,56

Tabel 3. Data Isotop $\delta^{18}\text{O}$ dan δD di daerah penelitian

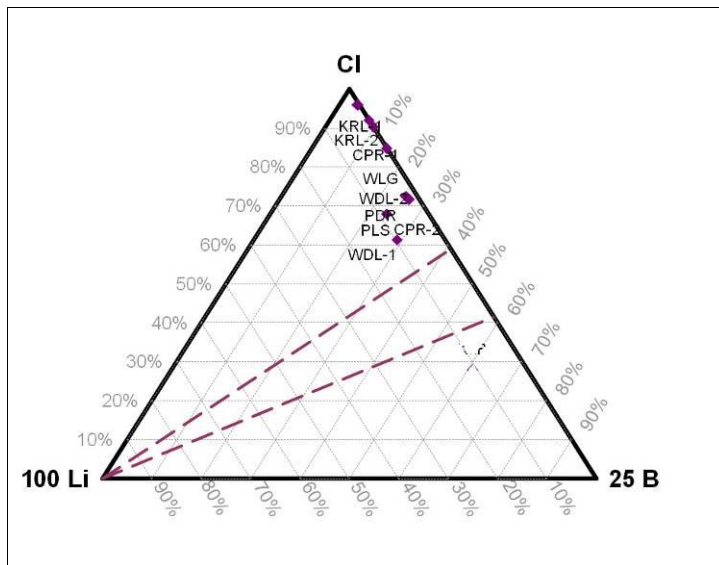
Nomor	Nomor Analisis	KODE CONTOH	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	δD (‰)
1	5886A	MAP CPR-1	-3,44	-22,27
2	5887A	MAP CPR-2	-3,42	-21,81
3	5886A	MAP KRL-1	-3,27	-21,00
4	5886A	MAP KRL-2	-3,31	-21,18
5	5886A	MAPWLG	-5,63	-30,89
6	5886A	MAP WDL-1	-5,99	-33,65
7	5886A	MAD PDR -1	-5,67	-32,68
8	5886A	MAP WDL-2	-6,02	-34,32
9	5886A	MAPPLS	-1,54	-27,19



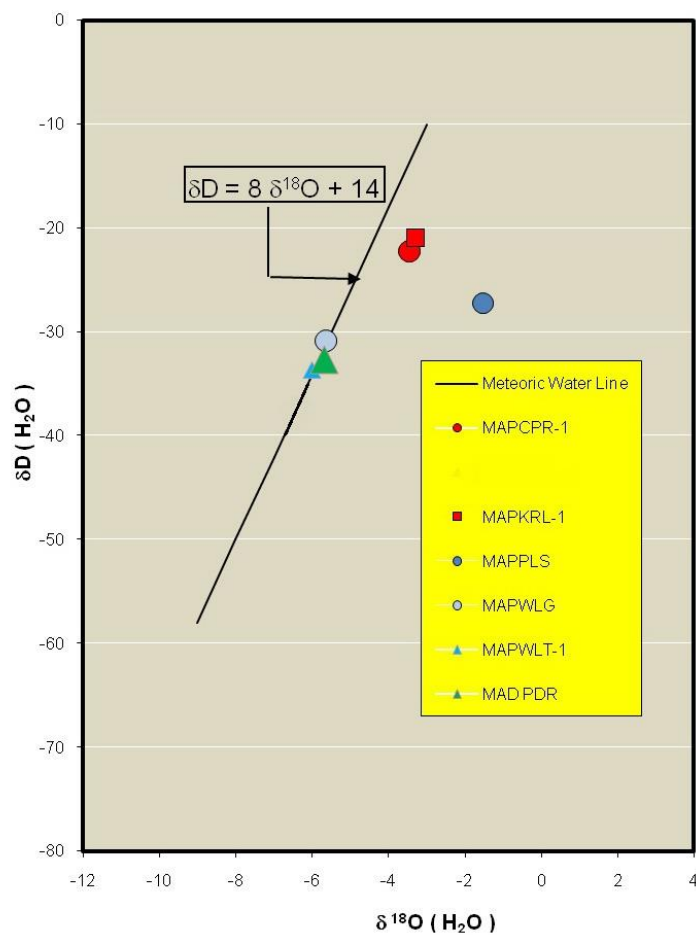
Gambar 3. Diagram segitiga Cl-SO₄-HCO₃ air panas



Gambar 4. Diagram segitiga Na-K-Mg air panas



Gambar 5. Diagram segitiga CI-Li-B air panas



Gambar 6. Diagram isotop air di daerah penelitian