

“Tema: 4 (energi baru dan terbarukan)”

ANALISIS RESERVOIR SISTEM HIDROTERMAL GUNUNG SLAMET - BANTARKAWUNG- CIPARIBERDASARKAN DATA GEOKIMIA AIR PANASBUMI

Oleh

**Sachrul Iswahyudi¹, Sukmaji Anom Raharjo²,
Indra Permanajati¹, Rachmad Setijadi¹**
¹Teknik Geologi, Universitas Jenderal Soedirman
²Fisika, Universitas Jenderal Soedirman
sachrul@gmail.com

ABSTRAK

Kemunculan beberapa mata air panasbumi di lokasi antara Gunung Slamet, Bantarkawung sampai Cipari memunculkan pertanyaan terkait karakteristik sistem hidrotermal yang berkembang di lokasi tersebut. Beberapa penelitian telah dilakukan terkait sistem hidrotermal di lokasi tersebut. Penelitian-penelitian selanjutnya diperlukan untuk memahami lebih jauh mengenai sistem hidrotermal di lokasi penelitian untuk kesinambungan dan konservasi sumberdaya alam panasbumi. Penelitian yang dilakukan ini mengkaji ulang beberapa penelitian terdahulu ditambah informasi terbaru analisis geokimia tipe air dan geoindikator air panasbumi untuk mendapatkan model tentatif sistem panasbumi. Tipe air hidrotermal panasbumi lokasi penelitian terdiri atas tiga jenis, yaitu Tipe Air Klorida, Klorida-Sulfat-Bikarbonat, dan Bikarbonat. Terdapat lebih dari satu reservoir hidrotermal panasbumi di antara Daerah Gunung Slamet, Bantarkawung dan Cipari.
Kata kunci: Gunung Slamet, Bantarkawung, Cipari, Geokimia Air Panasbumi

ABSTRACT

The existences of several geothermal springs at a location between Mount Slamet, Bantarkawung and Cipari raised questions regarding the characteristics of the hydrothermal system that developed at the location. Several studies have been conducted related to the hydrothermal system at the location. Subsequent studies are needed to further understand the hydrothermal system at the research site for the sustainability and conservation of geothermal natural resources. This research has reviewed several previous studies plus the latest information on water type geochemical analysis and geothermal water geoindicators to obtain a tentative model of geothermal systems. The geothermal hydrothermal water type of the study site consists of three types, namely Type of Chloride Water, Chloride-Sulfate-Bicarbonate, and Bicarbonate. There are more than one hydrothermal geothermal reservoir between the Slamet, Bantarkawung and Cipari regions.

Keyword: Gunung Slamet, Bantarkawung, Cipari, Hotspring Geochemistry

PENDAHULUAN

Keberadaan dan distribusi beberapa manifestasi hidrotermal berupa mata air panas di lokasi penelitian membentuk kelompok-kelompok kecil. Kelompok-kelompok manifestasi mata air panas tersebut mulai dari yang paling dekat dengan Gunungapi Slamet sampai yang paling jauh

dari Gunungapi Slamet, yaitu di Daerah Bantarkawung dan Cipari. Kondisi tersebut menarik untuk dikaji terkait karakteristik sistem hidrotermal yang membentuk kelompok-kelompok tersebut. Beberapa penelitian telah dilakukan terkait sistem hidrotermal di sekitar lokasi penelitian. Penelitian-penelitian tersebut antara lain terkait karakteristik air hidrotermal panasbumi untuk memahami sistem hidrotermal yang ada.

Penelitian-penelitian lebih lanjut perlu dilakukan secara terus menerus untuk mendapatkan pemahaman yang lebih akurat dan menyeluruh mengenai sistem hidrotermal yang berkembang di lokasi penelitian. Melalui pemahaman yang lebih akurat dan menyeluruh tersebut diharapkan dapat memberikan informasi yang lebih bermanfaat untuk pengelolaan dan pengembangan energi baru dan terbarukan panasbumi baik untuk penggunaan langsung ataupun tidak langsung di masa yang akan datang demi pemenuhan energi yang semakin besar dan menjamin keberlangsungan pembangunan daerah dan nasional.

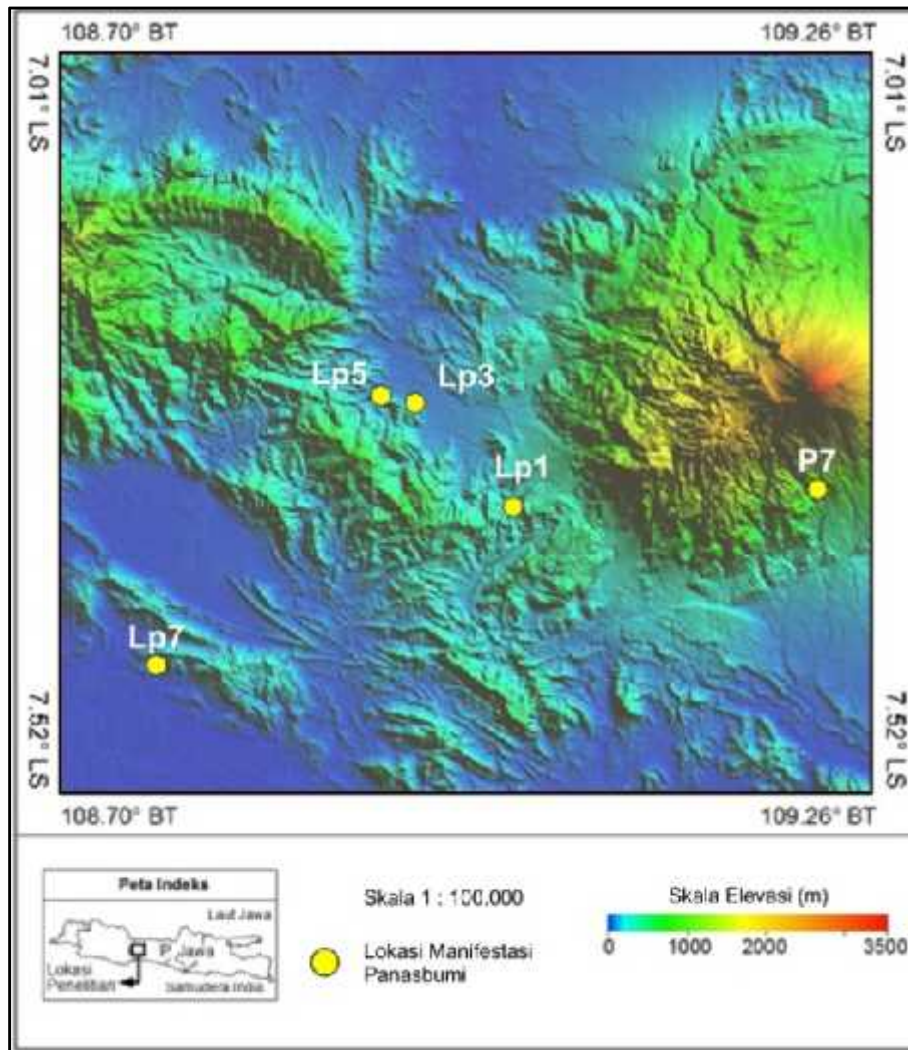
METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian terletak di daerah sekitar Gunungapi Slamet, Bantarkawung dan Cipari, Jawa Tengah. Lokasi dibatasi oleh koordinat geografis $108,70^{\circ}$ - $109,26^{\circ}$ Bujur Timur dan $7,01^{\circ}$ - $7,52^{\circ}$ Lintang Selatan, yang dapat dicapai dari kota-kota terdekat dengan menggunakan kendaraan roda dua atau roda empat. Lokasi terletak sekitar 50 km atau 2-3 jam perjalanan darat dari Kampus Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman. Dalam cakupan daerah penelitian ini terdapat beberapa manifestasi air panasbumi yang tersebar antara Gunung Slamet, Bantarkawung dan Cipari. Di sekitar Gunung Slamet sendiri terdapat beberapa manifestasi mata air panas, antara lain Mata Air Panas Pancuran-3, 7 dan 13, Saketi, Sigedong, dan Cahaya (Iswahyudi dkk, 2014). Dari sekian banyak hanya lima mata air panas saja yang dijadikan obyek penelitian ini, yaitu Mata Air Panas Pancuran-7, Paguyangan, Buaran, Bantarkawung dan Cipari (Gambar 1).

Penelitian dilakukan dengan beberapa metode penelitian seperti diuraikan sebagai berikut:

- Studi pustaka lokasi penelitian yang pernah dilakukan oleh peneliti terdahulu. Kajian tersebut terkait geokimia air panasbumi yang meliputi data *major element* untuk analisis tipe air dan geoindikator air panasbumi. Informasi dari penelitian terdahulu yang digunakan adalah data geokimia air panasbumi dari Mata air Pancuran-7 Baturraden (P7), Paguyangan (Lp1), Buaran (LP3) (Juhri dan Harijoko, 2016), dan Cipari (LP7) (Permana dan Mulyadi, 2018).
- Analisis geokimia air panasbumi dilakukan dengan pengamatan dan observasi manifestasi mata air panasbumi. Pekerjaan kemudian dilanjutkan dengan pengambilan sampel air panas mata air panasbumi. Metode pengambilan sampel air dan gas merujuk pada prosedur Nicholson (1993). Kemudian sampel air yang telah diperoleh dianalisis di laboratorium untuk mendapatkan informasi *major element* air panasbumi. Analisis laboratorium tersebut dilakukan untuk

interpretasi tipe air dan geoindikator. Analisis geokimia air panasbumi dilakukan terhadap sampel dari mata air dari lokasi sampel yang di Bantarkawung (LP5). Sampel air panasbumi tersebut dikirim untuk dianalisis di Laboratorium PSDMBP (Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi), Bandung Jl. Soekarno Hatta No.444, Pasirluyu, Regol, Kota Bandung, Jawa Barat 40254.



Gambar 1: Lokasi penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Manifestasi Sistem Hidrotermal Daerah antara Gunungapi Slamet, Bantarkawung dan Cipari tersebar dalam rentang lebih dari 50 kilometer dari kawah Gunung Slamet. Di bagian timur terdapat kumpulan manifestasi mata air panas di sekitar Gunungapi Slamet, yaitu mata air panas Pancuran-3, Pancuran-7, Guci, Cahaya, Sigedong, dan Saketi. Di bagian tengah lokasi penelitian terdapat beberapa mata air panas, yaitu mata air panas Paguyangan (Pakujati), Buaran dan Bantarkawung. Sedangkan di bagian barat-selatan terdapat mata air panas Cipari (Gambar 1). Hasil

observasi sebagian manifestasi panasbumi di lokasi penelitian seperti terlihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1: Hasil observasi sebagian manifestasi hidrotermal panasbumi lokasi penelitian.

No.	Koordinat		Nama daerah	Kode	Deskripsi
	Bujur	Lintang			
1	109,577	7,52111	Pancuran-7	P-7	Manifestasi berupa tujuh mata air panas, ditampung dalam kolam air panas berdimensi 5x5 meter. Air panas jernih, tanpa gelembung di dasar kolam, tapi banyak gelembung gas saat air didiamkan, terdapat endapan berwarna jingga (orange), keluar dari rekahan batuan, debit relatif besar.
2	109.0095	7.322	Paguyangan	Lp-1	lokasi 1 merupakan tempat wisata pemandian air panas. terdapat 3 titik keluaran air panas. titik terpanas memiliki temperatur 70 derajat celcius dengan pH 7, dimensi kolam keluaran air panas 2x1 meter. pada keluaran air panas tersebut terdapat penguapan di permukaan, berbau belerang, terdapat papan pengumuman hasil analisis yang dilakukan oleh ugm
3	108.9430	7.2524	Buaran	Lp-3	lokasi 3 merupakan tempat wisata pemandian air panas buaran indah bantarkawung, terdata 3 titik keluaran mata air panas, yang terpanas bersuhu 44 derajat celcius, dan pH 7-8. Dimensi keluaran berupa kolam dengan ukuran 2x2 meter, tidak ada penguapan di permukaan kolam dan tidak berbau belerang.
4	108.9201	7.2475	Bantarkawung	Lp-5	Lokasi 5 terletak pada aliran sungai (bantarkawung?) dengan lebar 5 meter, aliran sungai hanya ada ditengah, sebagian badan sungai tidak terisi air, debit kecil, Batuan dasar batupasir/batulempung warna hijau-kuning(formasi halang?). suhu air dari mata air panas 54degC, pH 7. terdapat manifestasi air panas sepanjang 200 meter
5	108.7659	7.4308	Cipari	Lp-7	lokasi 7 merupakan tempat wisata pemandian air panas cipari, kedalaman 8 meter dan dijadikan pemandian air panas. suhu air panas 44 derajat celcius, pH 8

a. Analisis Laboratorium Sampel Air Panasbumi

Setelah melakukan pengamatan dan observasi manifestasi hidrotermal panasbumi, dilanjutkan dengan pengambilan sampel untuk analisis laboratorium *major element* air terhadap air panasbumi Bantarkawung (LP5). Hasil analisis laboratorium tersebut dan hasil penelitian terdahulu dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini.

b. Tipe Air Panasbumi

Penentuan tipe air panas di lokasi penelitian dilakukan dengan melihat kandungan relatif anion Cl, SO₄ dan HCO₃ dari hasil analisis laboratorium *major element*. *Plotting* ketiga komponen tersebut pada Diagram segitiga Cl, SO₄ dan HCO₃ akan memperlihatkan tipe air dan interpretasi

genesia air hidrotermal lokasi penelitian. Berdasarkan *plotting* Diagram Cl-SO₄-HCO₃, secara umum tipe air panasbumi lokasi penelitian dapat digolongkan menjadi tiga, yaitu tipe air klorida (1), klorida-sulfat-bikarbonat (2), dan bikarbonat (3), yaitu:

Tabel 2: Hasil analisis lab *major element* sampel air panasbumi dan data penelitian terdahulu.

No.	Mata Air Panas Bumi				
	1	2	3	4	5
Lokasi	Pancuran 7*	Paguyangan*	Buaran*	Bantarkawung**	Cipari***
Kode	P7	LP1	LP3	LP5	LP7
T° C	59	70	44	54	44
pH	7,2	7,0	8,0	8,8	6,8
Li	0,7	0,2	0,0	0,0	0,0
Na	389,0	193,0	50,9	75,5	902,0
K	76,0	2,9	0,3	0,6	6,5
Ca	193,5	63,4	2,2	5,0	714,5
Mg	185,0	0,2	0,0	0,0	0,4
SiO ₂	79,1	27,0	17,9	58,6	17,5
B	4,4	3,7	3,4	5,3	8,5
Cl	754,0	414,0	43,7	30,0	2469,4
F	0,2	0,5	1,2	0,2	1,1
SO ₄	609,0	8,5	3,6	30,0	6,0
HCO ₃	687,3	20,3	54,9	85,3	26,4
NH ₄	-	0,0	0,0	1,4	2,5
Fe	-	0,0	0,0	0,0	0,0
sum cations	43,8	11,7	2,3	3,6	75,2
sum anions	45,4	12,2	2,3	3,2	70,3
Charge Balance	-1,7%	-2,20%	1,50%	6,00%	3,40%

Keterangan:

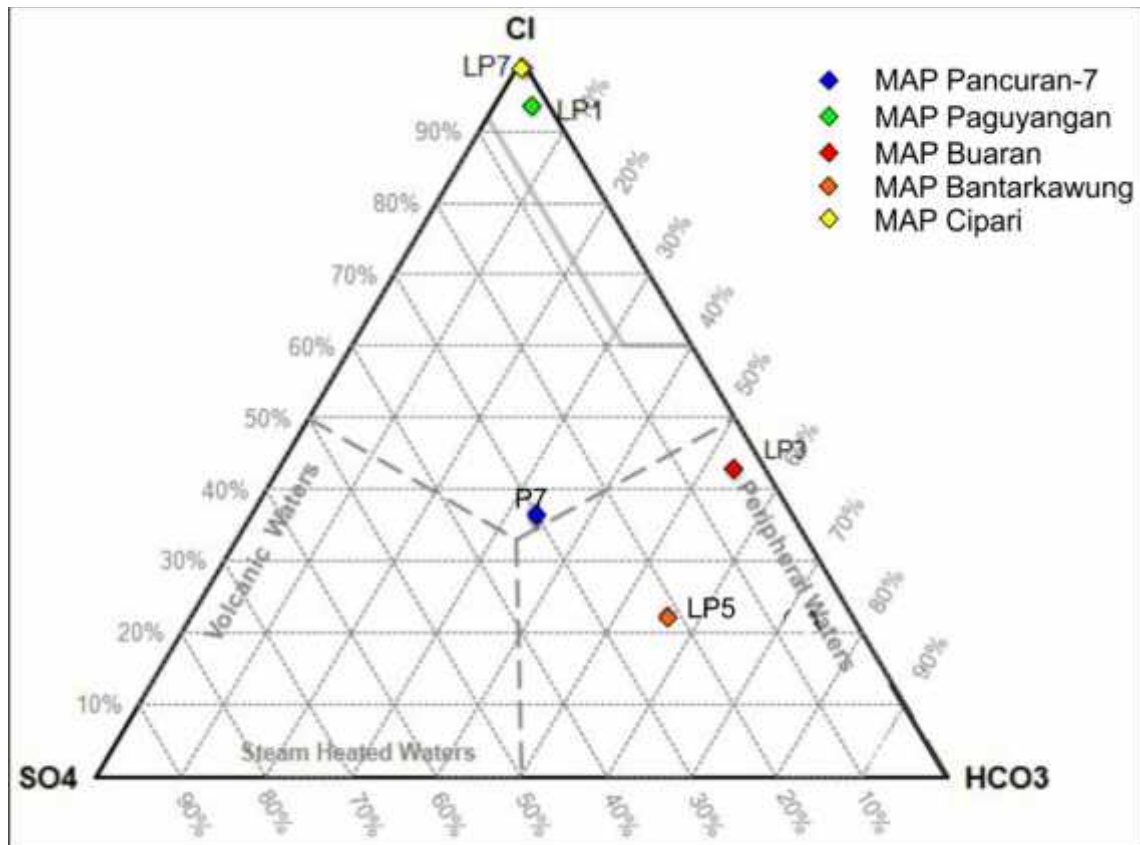
* Juhri dan Harijoko (2016)

** Uji laboratorium *major element* (2018)

*** Permana dan Mulyadi (2018)

1. Air klorida (Cl) mencakup air panasbumi Paguyangan (LP1), dan Cipari (LP7). Air klorida jenis ini diinterpretasikan terbentuk dan berasal dari reservoir panasbumi bawah permukaan. Air jenis ini juga diduga terbentuk pada zona *upflow* pada sistem panasbumi dimana air reservoir langsung naik ke atas permukaan langsung dari reservoir. Hal yang perlu dicermati, adalah, air klorida juga dapat terbentuk pada zona *outflow* sistem panasbumi *high terrain* karena topografi terlalu tinggi sehingga air melampar secara horisontal mengikuti kelerengan dan muncul pada topografi yang lebih rendah.
2. Tipe air klorida-sulfat-bikarbonat (Cl-SO₄-HCO₃) terdiri atas air dari sampel mata air panas Pancuran-7 (P7). Mekanisme pembentukan air jenis ini diperkirakan merupakan kombinasi dari keluaran langsung dari reservoir, kondensasi fluida magmatik dan sedikit pencampuran dengan air tanah dangkal. Tipe air jenis ini diinterpretasikan terbentuk pada zona *upflow* sistem panasbumi *tipe high terrain* dengan sumber panas berupa intrusi magma Gunungapi Slamet.
3. Tipe air Bikarbonat (HCO₃) terdapat di lokasi mata air panas Buaran (LP3) dan Bantarkawung (LP5). Kemunculan air panas tipe ini diinterpretasikan dari pengenceran air reservoir

hidrotermal panasbumi oleh air meteorik. Pengenceran air reservoir terjadi karena adanya aliran lateral atau interaksi yang lebih intensi air reservoir dengan air meteorik dangkal. Ketiga tipe air panasbumi lokasi penelitian seperti terlihat pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2: Tipe air panasbumi lokasi penelitian.

c. Geoindikator

Kandungan relatif unsur-unsur konservatif Cl, Li, dan B dapat memberi petunjuk asal reservoir air hidrotermal panasbumi dari beberapa reservoir yang berbeda di lokasi penelitian. Penggunaan konsep geoindikator perlu dikombinasikan dengan kondisi geologi yang ada untuk memberi hasil interpretasi yang lebih akurat.

Reservoir jenis pertama adalah reservoir panasbumi yang memiliki komposisi klorida (Cl) terlarut dan rasio Cl/B relatif tinggi, yaitu yang memunculkan mata air panas: Pancuran-7 (P7), Paguyangan (LP1), dan Cipari (LP7). Reservoir jenis ini memiliki rasio konsentrasi Cl/B antara 111-292 dan diinterpretasikan memiliki keluaran mata air panas langsung dari reservoir hidrotermal yang ditandai sebagai Reservoir A.

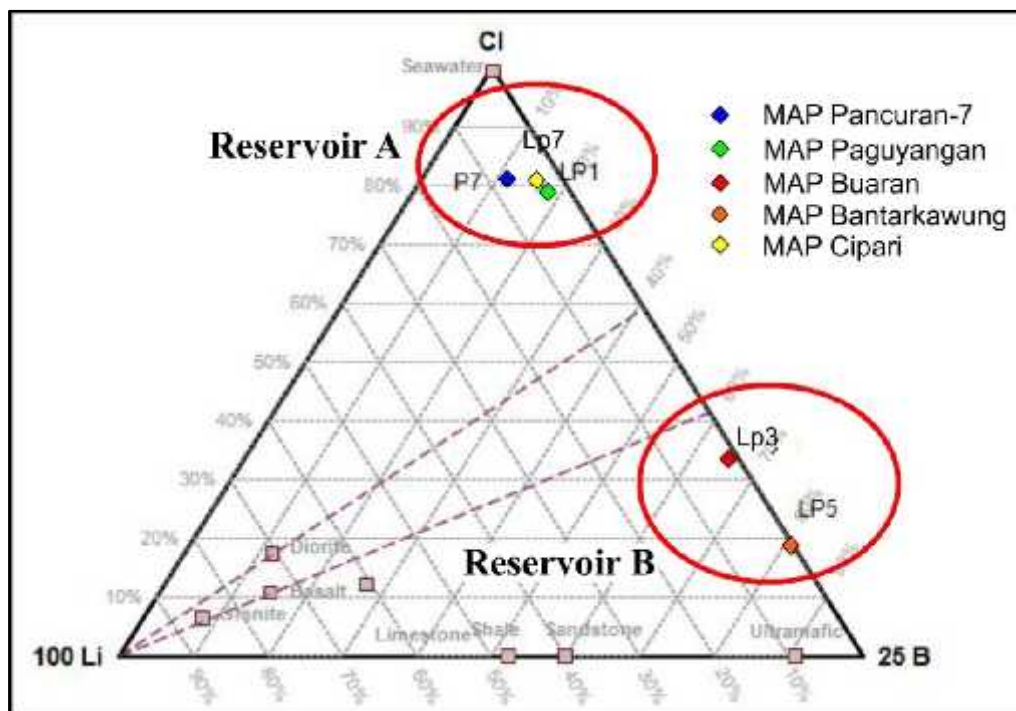
Reservoir jenis kedua (ditandai sebagai Reservoir B) merupakan reservoir panasbumi yang memiliki komposisi klorida relatif lebih minim dan komposisi boron dan litium yang lebih tinggi daripada komposisi serupa yang dimiliki oleh Reservoir A. Rasio konsentrasi Cl/B pada Reservoir B ini antara 6 - 13 dan memunculkan mata air panasbumi Bantarkawung (LP5) dan

Buaran (LP3). Reservoir Jenis B ini diinterpretasikan memiliki interaksi air panas bumi dengan batuan dan yang lebih intensif daripada yang dialami oleh Reservoir yang lain (Reservoir A).

Dari *plotting* data komposisi *major element* pada segitiga geoindikator Cl-Li-B dan kondisi geologi terlihat bahwa lokasi penelitian memiliki lebih dari satu jenis reservoir panas bumi yang berbeda. Perbedaan asal reservoir panas bumi di lokasi penelitian juga dapat diidentifikasi dari perbedaan rasio unsur konservatif Cl dan B seperti terlihat pada Tabel 3 berikut ini. Hal ini juga dapat ditunjukkan pada Gambar 3 yang memperlihatkan adanya dua *cluster* reservoir yang berbeda.

Tabel 3: Rasio unsur konservatif Cl/B untuk identifikasi reservoir panas bumi

No.	Lokasi	Kode	B	Cl	Cl/B	Reservoir
Mata Air Panas bumi						
1	Pancuran 7	P7	4,40	754,00	171,4	A
2	Paguyangan	LP1	3,72	414	111,3	A
3	Buaran	LP3	3,37	43,7	13,0	B
4	Bantarkawung	LP5	5,3	30	5,7	B
5	Cipari	LP7	8,45	2469,4	292,2	A

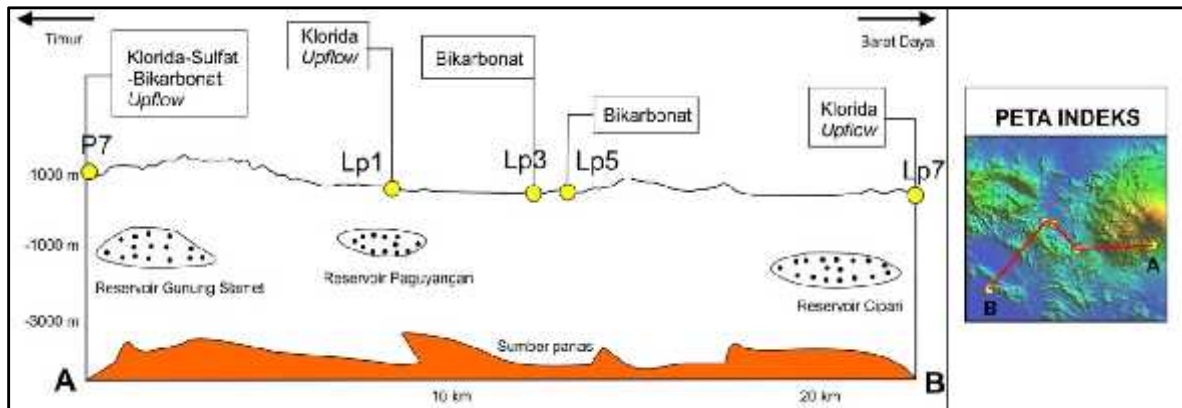


Gambar 3: Geoindikator air panas bumi lokasi penelitian.

d. Model Tentatif Sistem Hidrotermal Gunung Slamet – Bantarkawung

Dari data tipe air dan geoindikator dapat digambarkan model sementara sistem panas bumi yang ada di daerah sekitar Gunung Slamet - Bantarkawung sampai Cipari. Model tentatif (sementara) ini memerlukan kajian dan data yang lebih banyak untuk menghasilkan model sistem hidrotermal yang lebih baik. Terdapat lebih dari satu reservoir hidrotermal lokasi penelitian. Analisis geoindikator air panas bumi dan sayatan geologi memperlihatkan tiga reservoir sistem

hidrotermal panasbumi, yaitu Reservoir Gunung Slamet, Paguyangan, dan Cipari. Hal ini seperti digambarkan sebagai berikut.



Gambar 4: Model tentatif sistem hidrotermal Gunung Slamet - Bantarkawung - Cipari.

KESIMPULAN

- Tipe air hidrotermal panasbumi lokasi antar Gunung Slamet, Bantarkawung dan Cipari terdiri atas tiga, yaitu Tipe Klorida, Klorida-Sulfat-Bikarbonat dan Bikarbonat.
- Terdapat lebih dari satu reservoir hidrotermal panasbumi di lokasi penelitian yang membentuk sistem panasbumi yang berbeda.
- Kompilasi data geokimia dan geologi memperlihatkan keterdapatan tiga reservoir hidrotermal di lokasi penelitian, yaitu: Reservoir Gunung Slamet, Paguyangan, dan Cipari

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kami sampai kepada LPPM (Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat) UNSOED, rekan-rekan staf pengajar di Teknik Geologi UNSOED, Panitia Acara Seminar Nasional UNSOED 2018 dan pihak-pihak yang memungkinkan tulisan ilmiah ini terbit.

DAFTAR PUSTAKA

- Iswahyudi, S., Saepuloh, A., dan Widagdo, A. 2014 Delineating Outflow Zone Using Linear Features Density (LFD) Derived From Landsat Imagery at Paguyangan, Brebes, Central Java, Proceeding 3rd ITB Geothermal Workshop March 3-7, 2014, Bandung.
- Juhri, S., dan Harijoko, A. 2016, Karakteristik geokimia sekitar gunung slamet, Proceeding Seminar Nasional Kebumihan Ke-9, 6-7 Oktober 2016, Graha Sabha Pramana, Yogyakarta.
- Nicholson, K. 1993. Geothermal Fluids, Chemistry and Exploration Techniques, Springer Verlag, Berlin.
- Permana, L.A. dan Mulyadi, E. 2018. Studi Geokimia panasbumi jawa tengah bagian selatan, Provinsi Jawa Tengah, Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi, versi online: <http://psdg.bgl.esdm.go.id/kolokium/2015/pabum/4.pdf>, diakses Tanggal 4/9/2018.