

## KARAKTERISTIK KUALITAS SUMBERDAYA AIR KAWASAN PANAS BUMI STUDI KASUS DIENG DAN WINDU WAYANG

Igna Hadi S.<sup>1</sup>, Dyah Marganingrum<sup>1</sup>, Eko Tri Sumanardi<sup>1</sup>, Mutia Dewi Yuniati<sup>1</sup>,  
dan Andarta Khoir<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Pusat Penelitian Geoteknologi–LIPI, Jl. Sangkuriang Bandung 40135  
E-mail: ihadis@gmail.com

### Abstrak

*Seperti diketahui, adanya gejala panas bumi terkait dengan gejala aktivitas vulkanik yang relatif dangkal di permukaan. Hal tersebut tentunya sedikit banyak akan berpengaruh terhadap sistem sumberdaya air yang ada. Untuk itu perlu dilakukan penelitian kualitas sumberdaya air di kawasan panas bumi, terutama pada kawasan yang dekat pemukiman. Metodologi yang digunakan dalam studi kali ini adalah melakukan analisa kimia dari sejumlah contoh air yang di ambil dari lokasi panas bumi daerah Windu-Wayang dan Dieng. Hasil studi menunjukkan bahwa aktivitas kegiatan PLTP khususnya di daerah Windu Wayang, tidak menimbulkan pengaruh terhadap sistem tata air setempat, sedangkan di Dieng pengaruh PLTP lebih terlihat berpengaruh terhadap sumberdaya air setempat bersama-sama dengan faktor anthropogenic. Unsur kedekatan terhadap sumber fluida panas kemungkinan berperan. Hasil studi ini juga memberikan indikasi bahwa sumber air terpilih di sekitar lokasi PLTP baik di Dieng maupun Wayang Windu berkaitan erat atau mencerminkan karakteristik fluida geothermal yang ada. Secara umum, karakteristik fluida hidrothermal tidak aman untuk dikonsumsi. Strategi pemanfaatan air bersih di sekitar wilayah tersebut sebagai air minum dan untuk itu perlu dirumuskan dan demi kepentingan masyarakat setempat.*

**Kata kunci:** panas bumi, sumberdaya air, permukiman

### PENDAHULUAN

Dalam rangka pemenuhan kebutuhan energi nasional sejauh ini Indonesia ternyata masih menggantungkan pada minyak bumi, bahkan pada tahun 2015 diprediksi bahwa 41,7% kebutuhan energi masih dipasok oleh minyak bumi. Menyadari bahwa sebenarnya Indonesia kaya akan potensi panas bumi, melalui Perpres No. 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional, telah disusun Rencana Umum Ketenagalistrikan Nasional/RUKN), yang mana salah satu butirnya menyatakan bahwa tenaga panas bumi saat ini merupakan salah satu agenda utama pemerintah dalam rangka memenuhi kebutuhan Ketenagalistrikan Nasional. Kebijakan nasional ini dengan sendirinya telah menggalakkan pengembangan proyek pembangkit listrik tenaga panas bumi (PLTP) di berbagai daerah yang memiliki potensi tersebut.

Walaupun dikenal sebagai ‘clean energy’, seperti juga kegiatan pertambangan lainnya, PLTP dalam aktivitasnya terutama pada tahap eksploitasi ternyata memiliki potensi dampak lingkungan yang dapat menyangkut pada perubahan bentang alam, kebisingan, limbah panas, penggunaan air, limbah padat, limbah kimia, dan aspek sosial-ekonomi (Kubo, 2003). Dengan kata lain kegiatan PLTP dapat berpengaruh pada lingkungan yang meliputi: polusi udara, air, suara, dan penurunan permukaan tanah. Khususnya potensi gangguan terhadap sumber daya air, salah satu sumber utama adalah dengan adanya fluida panas bumi (*geothermal fluid*), yang memiliki kandungan kimia (mencakup unsur alkali/alkali tanah, logam berat, gas dan isotop) yang tinggi (Sagala, 2009). Adanya sebuah konsep pengelolaan lingkungan untuk kawasan di sekitar industri panas bumi menjadi kebutuhan, khususnya apabila lokasi industri tersebut berada di sekitar atau dekat wilayah pemukiman.

Penelitian terdahulu oleh Dyah Marganingrum dkk (2010) memperlihatkan bahwa sumber air (yang di dimanfaatkan penduduk) di sekitar lokasi PLTP Gunung Salak dan PLTP Windu Wayang berkaitan erat atau mencerminkan karakteristik fluida panas bumi. Secara umum, karakteristik *fluida hydrothermal* ini sebenarnya memang tidak aman untuk dikonsumsi sebagai air minum. Namun demikian, radius aman untuk hal tersebut belum dapat disampaikan dari hasil penelitian tsb. Perlu diketahui bahwa lokasi PLTP Gunung

Salak berada jauh dari wilayah pemukiman, sedangkan lokasi PLTP Windu Wayang relatif berada dekat wilayah pemukiman dibandingkan lokasi PLTP Salak.

Adapun penelitian kali ini masih melakukan karakterisasi lebih jauh mengenai pengaruh fluida panas bumi terhadap sumber air yang dimanfaatkan penduduk di daerah PLTP Windu Wayang, dan daerah PLTP Dieng, dimana lokasi PLTP Dieng ini berdampingan dengan wilayah pemukiman. .

## METODOLOGI

Metoda pendekatan yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan melakukan penafsiran citra dan analisis hidrokimia. Penafsiran citra meliputi tutupan lahan dan manifestasi panas bumi di permukaan. Sedang analisis hidrokimia dilakukan untuk dapat mengetahui pengaruh fluida panas bumi terhadap sumber-sumber air di sekitar lokasi PLTP Dieng dan PLTP Windu Wayang.

Menurut Sagala (2009) fluida panas bumi memiliki kandungan kimia yang tinggi dengan komponen utama seperti:

- Kation :Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Mg<sup>+</sup>, Ca<sup>+2</sup>
- Anion :Cl<sup>-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>-2</sup>, SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>
- None Elektrolit :SiO<sub>2</sub>
- Minor komponen :NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Li<sup>+</sup>, Fe<sup>+2</sup>, Mn<sup>+2</sup>, Al<sup>+3</sup>, F<sup>-</sup>, B<sup>-</sup>, I<sup>-</sup>, H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>. Rb, Cs
- Komponen gas (NCG) :CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>, Ar, He, N<sub>2</sub>.
- Isotop :<sup>2</sup>H, <sup>3</sup>H, <sup>17</sup>O, <sup>18</sup>O, <sup>33</sup>S, <sup>34</sup>S, <sup>13</sup>C, <sup>14</sup>C, <sup>3</sup>He, <sup>4</sup>He, <sup>38</sup>Ar.

Dengan melakukan analisis karakteristik hidrokimia pada suatu contoh air, dapat diperkirakan apakah contoh tersebut telah mendapat pengaruh dari fluida panas bumi (Ellis A. J. and Mahon W. A. J., 1964). Selanjutnya hasil analisis kimia dari contoh air yang terkumpul dibandingkan dengan dengan contoh air hujan sebagai acuan batas bawah, dan contoh air dari sumber fluida panas sebagai acuan batas atas. Selain itu hasil tersebut juga dibandingkan dengan batas-batas standar baku mutu air yang diizinkan (PerMenKes 416/1990, KepMenKes 907/2002, KepMenKes 492/2009, dan PerMenKes 82/2001).

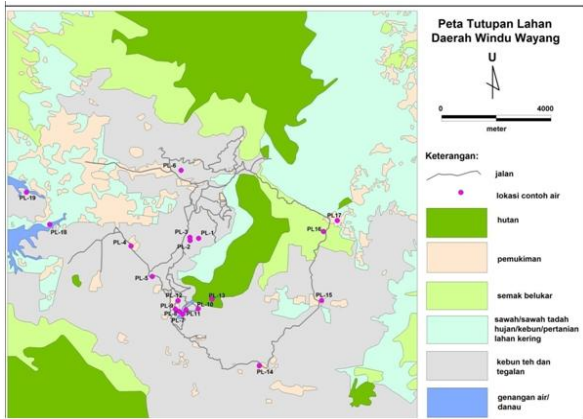
Tahap pelaksanaan kegiatan adalah sbb:

- Analisis tutupan lahan dan sebaran pemukiman kemudian digunakan untuk menentukan lokasi pengambilan contoh dengan menggunakan sejumlah citra.
- Penentuan lokasi-lokasi pengambilan contoh air untuk yang dekat dengan kegiatan PLTP ataupun manifestasi geothermal.
- Pengambilan contoh air tanah dangkal dan air permukaan, dari lokasi yang telah ditentukan sebelumnya. Semua contoh air diperoleh dari air tanah dangkal dan air permukaan tak tertutup, dan hanya satu yang dari airtanah dalam (DG-4, di Dieng).
- Melakukan analisis hidrokimia baik untuk parameter ion utama (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Mg<sup>+</sup>, Ca<sup>+2</sup>, Cl<sup>-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>) maupun untuk parameter lingkungan air seperti DO, BOD, dan COD, pada semua contoh air yang di ambil (Tabel 1).
- Membandingkan semua hasil analisis yang diperoleh dengan membandingkan nilai standar yang terdapat pada sejumlah peraturan pemerintah yang ada.

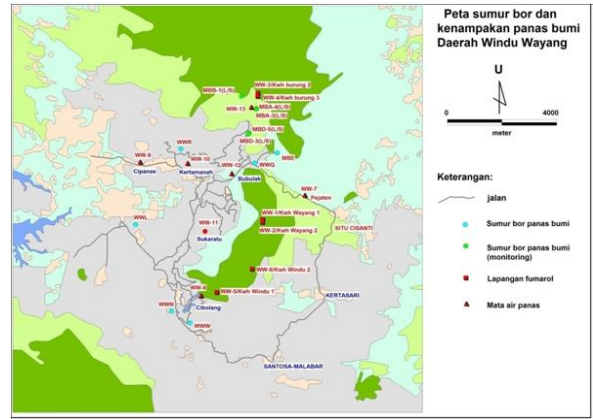
Dalam melakukan analisa, sebagai acuan digunakan batas bawah yaitu contoh air hujan DG-5 untuk daerah Dieng dan PL-7 untuk daerah Windu Wayang, sedang batas atas adalah DG-1 dan DG-2, yang merupakan fluida panas dan dapat mewakili fluida panas bumi. Diasumsikan semua nilai hasil analisis hidrokimia dari contoh air pada masing-masing tempat terletak diantara batas bawah dan batas atas.

## HASIL

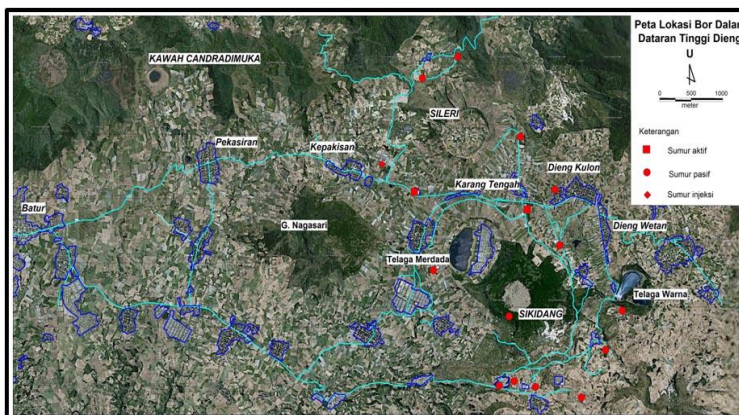
Hasil penafsiran citra untuk tutupan lahan, sebaran pemukiman, manifestasi geothermal, lokasi pengambilan contoh air dan sumur-sumur dalam PLTP ditunjukkan oleh Gambar 1, Gambar 2, Gambar 3 dan Gambar 4.



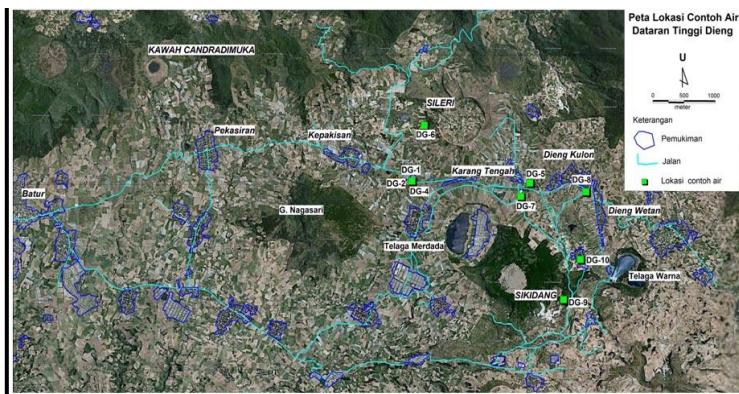
**Gambar 1.** Peta Tutupan Lahan



**Gambar 2.** Peta sebaran sumur bor dan kenampakan panas bumi



**Gambar 3.** Peta lokasi sumur



**Gambar 4.** Peta lokasi contoh air

Sementara itu hasil analisa kimia air ditunjukkan oleh Tabel 1.

**Tabel 1.** Data lokasi contoh dan analisis hidrokimia.

DATA LOKASI CONTOH KIMIA FISKA AIR PANGALANGAN 2011				DATA LOKASI CONTOH DIENG 2011 AIR, GEL, PADATAN				HASIL ANALISIS										NILAI STANDAR			
No	Parameter	Satuan	Hasil Analisis	DG-1	DG-2	DG-4	DG-5	DG-6	DG-7	DG-8	DG-9	DG-10	A	B	C	D					
1	Suhu (Temp.)	°C	26,00	24,60	20,20	23,50	24,20	17,30	19,40	17,80											
2	Derajat Keasaman (pH)		6,77	<b>4,72</b>	7,11	6,76	6,69	<b>5,68</b>	<b>5,45</b>	<b>6,10</b>	<b>6,22</b>										
3	Daya Hantar Listrik (DHL)	µS/cm	42,80	49,7	414	235	944	477	490	218	693										
4	Kalsium (Ca)	mg/l	412,80	478,40	42,40	159	65,50	67,44	60,16	24,00	57,44										
5	Magnesium (Mg)	mg/l	49,51	25,54	10,50	10,88	14,19	23,62	7,14	15,98											
6	Kesadahan (CaCO <sub>3</sub> )	mg/l	<b>1238,46</b>	<b>1302,95</b>	149,78	159	209,37	252,80	292,23	89,77	250,23	500	500,00	500,00							
7	Natrium (Na)	mg/l	<b>11000,00</b>	<b>12206,00</b>	84	84	65,80	9,16	11,36	10,26	14,11										
8	Kalium (K)	mg/l	2175,00	2880,00	3,44	0,83	22,65	7,76	1,99	5,13	10,84										
9	Sulfat (SO <sub>4</sub> )	mg/l	70,00	135,00	2,25	1,00	185,00	15,00	53,00	67,00	32,00	400	250,00	250,00	400,00						
10	Klorida (Cl)	mg/l	<b>2107,00</b>	<b>24221,00</b>	51,26	10,25	120,47	28,19	61,51	28,19	117,90	250	250,00	250,00	1,00						
11	Bikarbonat (HCO <sub>3</sub> )	mg/l	12,91	84	82,90	26,00	68,62	190,78	188,20	14,21	40,21										
12	Total Dissolve Solid (TDS)	mg/l	<b>3746</b>	<b>6966</b>	418	39	<b>746</b>	<b>556</b>	<b>602</b>	332	<b>634</b>	1000	1000,00	500,00	1000	50					
13	Total Suspended Solid (TSS)	mg/l	1292	494	22	214	350	28	24	132	16										

Hasil analisis dari parameter hidrokimia pada sejumlah contoh air tanah dangkal menunjukkan bahwa di daerah Windu Wayang pengaruh gejala geothermal hanya ditemukan pada lokasi PL-1 dan PL-13, dalam bentuk nilai pH 6,15 dan 5,77, yang mana nilai ini masih di bawah nilai standar yang berlaku. Sedangkan di daerah Dieng, nilai pH yang rendah dijumpai pada lokasi DG-7 (pH 5,68), DG-8 (pH 6,45), DG-9 (pH 6,10), DG-10 (pH 6,22). Sedangkan nilai TDS (dalam mg/L) untuk DG-7 adalah 556, DG-8 adalah 502, and DG-10 adalah 834. Secara keseluruhan lokasi ini terdapat di atau dekat pemukiman.

Selain itu di daerah Dieng, meskipun limbah cair dari pemboran di lokasi WP-7 (DG-1 dan DG-2) menunjukkan konsentrasi tinggi (dalam mg/L) untuk kesadahan (1238, 46 – 1302,95), Na (11000 – 12206,09), Kalium (2175 – 2880), Klorida (21017 – 24221), namun tampaknya untuk air tanah dalam pada lokasi WP-7 (kedalaman 100m) nilai yang diperoleh untuk parameter yang sama masih dibawah ambang batas.

**ANALISIS DAN DISKUSI**

Hasil analisa hidrokimia menunjukkan adanya sejumlah nilai parameter yang berada di bawah standar berdasarkan peraturan yang berlaku.

Untuk daerah Dieng:

- Nilai pH dibawah normal untuk contoh DG-7, DG-8, DG-9 dan DG-10.
- Nilai TDS dibawah normal (permenKes no. 492) untuk contoh DG-6, DG-7, DG-8, dan DG-10. Sedang contoh WP-7 (air tanah dalam), hasil analisa masih menunjukkan batas-batas normal.

Untuk daerah Windu Wayang:

- Nilai pH dibawah normal hanya terdapat pada PL-1 dan PL-13 yang semua itu adalah manifestasi panas bumi.
- Nilai DO rendah dijumpai pada sejumlah contoh, sedang nilai COD terdapat hampir disemua contoh menunjukkan nilai diatas standar yang diperbolehkan.

Hasil analisis di atas, dengan membandingkan hasil dari daerah Dieng dengan Windu Wayang, menunjukkan bahwa pengaruh adanya aktivitas panas bumi terhadap tata air yang ada hanya cenderung menurunkan nilai pH.

Pergeseran nilai DO dan COD dari nilai baku di daerah Windu Wayang menunjukkan bahwa di daerah ini mulai mendapat tekanan lingkungan. Tekanan lingkungan ini diperkirakan berasal dari aktivitas kegiatan perkebunan teh.

## KESIMPULAN

Hasil studi menunjukkan bahwa aktivitas kegiatan PLTP khususnya di daerah Windu Wayang, tidak menimbulkan pengaruh terhadap sistem tata air yang ada. Nilai pH dibawah normal yang terjadi tampaknya karena pengaruh gejala panas bumi yang terjadi secara alami. Untuk daerah ini tekanan lingkungan terhadap sumber daya air lebih banyak bersifat *anthropogenic*. Sedang pada daerah Dieng, mengingat jumlah contoh air yang diluar batas normal ternyata lebih banyak ditemukan (baik pada pH maupun TDS), keadaan tersebut menunjukkan bahwa aktivitas alami panas bumi dan juga faktor *anthropogenic* sama-sama berperan dalam mempengaruhi kondisi sumberdaya air setempat.

Hasil studi sementara memberikan indikasi bahwa sumber air terpilih pada sejumlah lokasi di sekitar lokasi PLTP baik di Dieng maupun Windu Wayang terkait erat bahkan dapat mencerminkan karakteritik fluida geothermal yang ada. Mengingat karakteristik fluida hidrothermal tidak aman untuk dikonsumsi sebagai air minum, demi kepentingan masyarakat yang tinggal di daerah tersebut, perlu dirumuskan kembali strategi pemanfaatan air bersih di sekitar wilayah tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1990, *Peraturan Menteri Kesehatan No 416 Tahun 1990*. Tentang Syarat-Syarat Dan Pengawasan Kualitas Air , 16 Hal.
- Anonim, 2001, *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 82 Tahun 2001*. Tentang Pengelolaan Kualitas Dan Pengendalian Pencemaran Air, 28 Hal.
- Anonim, 2002, *Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 907/MENKES/ SK/2002*. Tentang Syarat-Syarat Dan Pengawasan Kualitas Air Minum, 21 Hal.
- Anonim, 2006, *Peraturan Presiden No. 5 Tahun 2006*. Tentang Kebijakan Energi Nasional, 10 hal.
- Anonim, 2009, *Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 492/MENKES/ SK/2009*. Tentang Syarat-Syarat Dan Pengawasan Kualitas Air Minum, 20 Hal.
- Dyah Marganingrum, Eko Tri Sumarnadi, Anna Fadliah Rusydi, Wilda Naili, Aep Sopian, Wahyu Purwoko, 2010, *Konsep pengelolaan lingkungan Di kawasan industri panas bumi guna mendukung pembangunan (studi pencemaran, pengolahan dan pemanfaatan limbah)*, Puslit Geoteknologi- LIPI, laporan penelitian, tak diterbitkan, 75 hal.
- Ellis A. J. and Mahon W. A. J., 1964, Natural hydrothermal systems and experimental hotwater/rock interactions. *Geochemica et Cosmochimica Acta* **28**, p.1323-1357.
- Kubo, Benjamin M. 2003. Environmental management at Olkaria geothermal project, Kenya. *International Geothermal Conference*, Reykjavík, Sept. 2003 Session #12
- Sagala, Birean D. 2009. *Geochemistry. Materi hand-out* : Bahan Ajar Mahasiswa Tingkat Akhir. Jurusan Geologi Universitas Padjajaran-Bandung.