



**LAPORAN AKHIR PENELITIAN
HIBAH PENELITIAN STRATEGIS NASIONAL**

**POTENSI PANASBUMI
SEBAGAI SUMBERDAYA ENERGI TERBARUKAN
DI KECAMATAN TANGGEUNG, KABUPATEN CIANJUR**

Oleh :

Ir. Agus Didit Haryanto, M.T.

(Ketua)

Ir. Mega Fatimah Rosana, M.Sc., Ph.D.

(Anggota)

Cecep Yandri Sunarie, ST.

(Anggota)

DIBIYAI OLEH DANA DIPA UNIVERSITAS PADJADJARAN
SESUAI DENGAN SURAT KEPUTUSAN REKTOR UNIVERSITAS PADJADJARAN
NO: 1159/H6.1/Kep/HK/2009
Tanggal 14 April 2009

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS PADJADJARAN
FAKULTAS TEKNIK GEOLOGI
NOVEMBER 2009**

**LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN
LAPORAN AKHIR PENELITIAN
HIBAH PENELITIAN STRATEGIS NASIONAL**

-
- 1.a. Judul Penelitian : Potensi panasbumi Sebagai Sumberdaya Energi
Terbarukan di Kecamatan Tanggeung, Kabupaten
Cianjur
- b. Katagori Penelitian : I / II / III
-
2. Ketua Peneliti
- a. Nama Lengkap dan Gelar : Ir. Agus Didit Haryanto, MT.
- b. Jenis Kelamin : L / P
- c. Pangkat/Gol./NIP : Penata /III-c/19661003 199403 1 003
- d. Jabatan Fungsional : Lektor
- e. Fakultas/Jurusan/Puslit : Teknik Geologi/Prodi Teknik Geologi
- f. Univ/Inst/Akademi : Universitas Padjadjaran
- g. Bidang Ilmu Yang diteliti : Geologi dan Geokimia
-
3. Jumlah Tim Peneliti : 3 orang
-
4. Lokasi Penelitian : Kabupaten Cianjur, Jawa Barat
-
5. Bila Penelitian ini merupakan peningkatan kerjasama kelembagaan, sebutkan:
- a. Nama Instansi : ----
- b. Alamat : ----
-
6. Jangka Waktu Penelitian : 7 Bulan
-
7. Biaya Yang Diperlukan : Rp. 76,875,000,-
(Tujuh puluh enam juta delapan ratus tujuh
puluh lima ribu rupiah)
-

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik Geologi

Ketua Peneliti,

(Dr. Ir. Hendarmawan, MSc.)
NIP. 19670118 199601 1 001

(Ir. Agus Didit Haryanto, MT.)
NIP. 19660310 199403 1 003

Menyetujui,
Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat
Universitas Padjadjaran

(Prof. Oekan S. Abdoellah, M.A., Ph.D.)
NIP. 19540506 198103 1 002

RINGKASAN

SUMMARY

PRAKATA

Laporan ini merupakan Laporan Akhir Potensi Panasbumi Energi Terbarukan di Kecamatan Tanggeung Kabupaten Cianjur, yang berisi uraian hasil kegiatan telaahan literatur, penelitian langsung di lapangan maupun di studio, analisis dan integrasi data sekunder dengan primer.

Keberadaan manifestasi airpanas dan batuan terubah yang ditemukan di Kecamatan Tanggeung dan Kecamatan di sekitarnya sebagai suatu indikasi keberadaan potensi panasbumi. Dengan dicapainya hasil akhir penelitian ini, kami mengucapkan terima kasih yang tiada terhingga kepada Universitas Padjadjaran yang telah mendanai penelitian ini melalui Hibah Penelitian Strategis DIPA UNPAD No: 1159/H6.1/Kep/HK/2009 Tanggal 14 April 2009.

Kami menyadari bahwa penelitian ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu berbagai masukan sangatlah kami harapkan sebagai bahan pengembangan lebih lanjut. Akhir kata semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa meridhoi segala upaya yang kita laksanakan.

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN	ii
RINGKASAN DAN SUMMARY	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	xii
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Permasalahan.....	2
1.4. Lokasi daerah penelitian	3
1.5. Sistematika Pembahasan	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Fisiografi Regional.....	
2.2. Geologi Regional	
2.2.1. Fisiografi Regional	
2.2.2. Stratigrafi Regional	
2.2.3. Struktur Geologi Regional	
III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	
IV. METODE PENELITIAN.....	
V. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASANNYA.....	
4.1. Manifestasi Panasbumi di Permukaan.....	
4.1. Cibungur	
4.2. Panyindangan.....	
4.3. Cijati	
4.4. Leuwilutung	
4.2. Komposisi kimia air panas	
4.2.1. Karakteristik umum air panas	
4.2.2. Tipe airpanas	

4.2.3. Reservoir dan asal airpanas.....

4.2.4. Geotermometer kimia

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR LAMPIRAN

I PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Panasbumi merupakan sumber daya alam yang mempunyai peranan penting sebagai salah satu sumber energi pilihan dalam keanekaragaman energi nasional untuk menunjang pembangunan nasional yang berkelanjutan demi terwujudnya kesejahteraan rakyat. Sumber daya alam ini dapat diperbarui dan pemanfaatannya relatif ramah lingkungan dan dapat mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar minyak bumi. Indonesia mempunyai total potensi sumberdaya dan cadangan panasbumi sebesar 27.189 MW (yaitu potensi sebesar 14.244 MW, cadangan terduga 9.912 MW, mungkin 728 MW, dan terbukti 2.305 MW) atau sekitar 40% potensi dunia. Meskipun demikian baru 807 MW dari total potensi tersebut yang dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan listrik Indonesia. Jawa Barat dan Banten merupakan daerah yang mempunyai banyak prospek panasbumi yang ditunjukkan dengan kehadiran manifestasi panasbumi di permukaan, seperti mataair panas, fumarol, solfatara, steaming ground, dan kolam lumpur. Potensi panasbumi Jawa Barat dan Banten terhitung tinggi, yaitu 6101 MW, atau sekitar 22% potensi panasbumi total Indonesia (Ibrahim et al., 2005). Meskipun demikian, baru sekitar 12% potensinya (725 MW) dikembangkan dan menghasilkan energi listrik sebagai pengganti energi utama minyak dan gas bumi. Lapangan panasbumi yang dikembangkan hingga saat ini adalah Lapangan Panasbumi : Kamojang, Darajat, Wayang Windu dan Awibengkok-Gunung Salak. Lapangan panasbumi lain yang akan dikembangkan meliputi Lapangan Panasbumi : Patuha, Karaha Bodas dan Cibuni.

Salah satu penyebab belum maksimum pemanfaatan potensi panasbumi Jawa Barat dan Banten adalah karena ketidakpahaman mengenai sistem panasbumi dan pola hidrogeokimia fluida panasbumi di bawah permukaan. Sebenarnya hal ini dapat dipelajari berdasarkan manifestasi panasbumi di permukaan, yaitu karakteristik mataair panas dan pola alterasi hidrotermal di permukaan (Hochstein and Browne, 2000). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui manifestasi permukaan di daerah Tanggeung dan sekitarnya, yaitu dengan memetakan kemunculan mataair panas sehingga akan diketahui sistem panasbumi, termasuk reservoir, upflow/ outflow-nya.

1.2 Permasalahan

Penelitian ini akan menginvestigasi sistem panasbumi di daerah Tanggeung dan sekitarnya, dan hanya dilakukan pada kondisi permukaan. Selanjutnya, melalui manifestasi yang muncul di permukaan maka akan diinterpretasikan kondisi sistem panasbumi di bawah permukaan. Secara umum, masalah yang akan diteliti adalah karakteristik manifestasi panasbumi di permukaan berupa mataair panas dan alterasi batuan. Secara detil, masalah yang akan diteliti adalah :

1. Karakteristik mataair panas meliputi tipe dan asal fluida panasbumi, komposisi kimia air panas, dan penyebarannya. Fluida panasbumi mengalir dari reservoir, berinteraksi dengan batuan sekitar dan muncul di permukaan melalui zona permeabel. Dengan mengetahui karakteristik mataair panas akan dapat diketahui juga karakteristik fluida panasbumi di reservoir dan proses yang terjadi saat fluida tersebut mengalir ke permukaan.
2. Asal fluida panasbumi, yaitu dari air meteorik yang mengalami pemanasan atau terdapat input dari air magmatik. Sehingga nantinya dapat diketahui kegiatan volkanisme yang mempengaruhinya.
3. Mineralogi alterasi batuan yang terbentuk di sekitar mataair panas.

Bila hal ini dapat dipelajari, karakteristik fluida panasbumi yang pernah muncul di daerah penelitian dapat diketahui. Asumsi yang digunakan pada penelitian ini adalah bahwa sistem panasbumi di daerah penelitian, seperti sistem panasbumi lain di Jawa Barat, merupakan sistem panasbumi yang dipengaruhi oleh aktivitas volkanisme. Pola hidrogeologinya akan mengikuti topografi tinggian atau gunung api.

1.3 Lokasi daerah penelitian

Daerah penelitian adalah di Kecamatan Tanggeung dan beberapa kecamatan di sekitarnya yang terletak di Kabupaten Cianjur, Provinsi Jawa Barat. Daerah ini terletak di sekitar 30 km selatan Cianjur, atau sekitar 240 km dari Bandung (Gambar 1.1). Daerah penelitian dapat dicapai dengan kendaraan roda empat melalui jalan yang menghubungkan Bandung – Cianjur. Perjalanan bisa ditempuh dalam waktu 4 jam dari kota Bandung. Meskipun demikian, beberapa

lokasi manifestasi panasbumi di daerah penelitian hanya dapat dicapai dengan menggunakan kendaraan bermotor roda dua dan berjalan kaki.



Gambar 1.1 Lokasi daerah penelitian

1.4 Sistematika Pembahasan

Laporan penelitian ini disusun menjadi 5 bagian yaitu :

1. Pendahuluan yang memberikan latar belakang permasalahan dan lokasi penelitian
2. Tinjauan Pustaka.
3. Tujuan dan Manfaat Penelitian
4. Metode Penelitian.
5. Hasil dan Pembahasan.
6. Kesimpulan dan Saran

II TINJAUAN PUSTAKA

Suatu sumber daya panasbumi di bawah permukaan sering kali ditunjukkan oleh adanya manifestasi panasbumi di permukaan (*geothermal surface manifestation*), seperti mata air panas, kubangan lumpur panas (*mud pools*), geyser dan manifestasi panasbumi lainnya, dimana beberapa diantaranya, yaitu mata air panas, kolam air panas sering dimanfaatkan oleh masyarakat setempat untuk mandi, berendam, mencuci, masak dll. Manifestasi panasbumi di permukaan diperkirakan terjadi karena adanya perambatan panas dari bawah permukaan atau karena adanya rekahan-rekahan yang memungkinkan fluida panasbumi (uap dan air panas) mengalir ke permukaan.

Daerah dimana terdapat manifestasi panasbumi di permukaan biasanya merupakan daerah yang pertama kali dicari dan dikunjungi pada tahap eksplorasi. Dari karakterisasi manifestasi panasbumi di permukaan serta kandungan kimia air kita dapat membuat berbagai perkiraan mengenai sistim panasbumi di bawah permukaan, misalnya mengenai jenis dan temperatur reservoir.

Mata air panas/hangat juga merupakan salah satu petunjuk adanya sumber daya panasbumi di bawah permukaan. Mata air panas/hangat ini terbentuk karena adanya aliran air panas/hangat dari bawah permukaan melalui rekahan-rekahan batuan.

Istilah “hangat” digunakan bila temperatur air lebih kecil dari 50 C dan istilah “panas” digunakan bila temperatur air lebih besar dari 50oC. Sifat air permukaan seringkali digunakan untuk memperkirakan jenis reservoir di bawah permukaan. Mata air panas yang bersifat asam biasanya merupakan manifestasi permukaan dari suatu sistim panasbumi yang didominasi uap. Sedangkan mata air panas yang bersifat netral biasanya merupakan manifestasi permukaan dari suatu sistim panasbumi yang didominasi air. Mata air panas yang bersifat netral, yang merupakan manifestasi permukaan dari sistim dominasi air, umumnya jenuh dengan silika. Apabila laju aliran air panas tidak terlalu besar umumnya di sekitar mata air panas tersebut terbentuk teras-teras silika yang berwarna keperakan (*silica sinter terraces* atau *sinter platforms*). Bila air panas banyak mengandung Carbonate maka akan terbentuk teras-teras travertine (*travertine terrace*). Namun di beberapa daerah, yaitu di kaki gunung, terdapat mata air panas yang bersifat

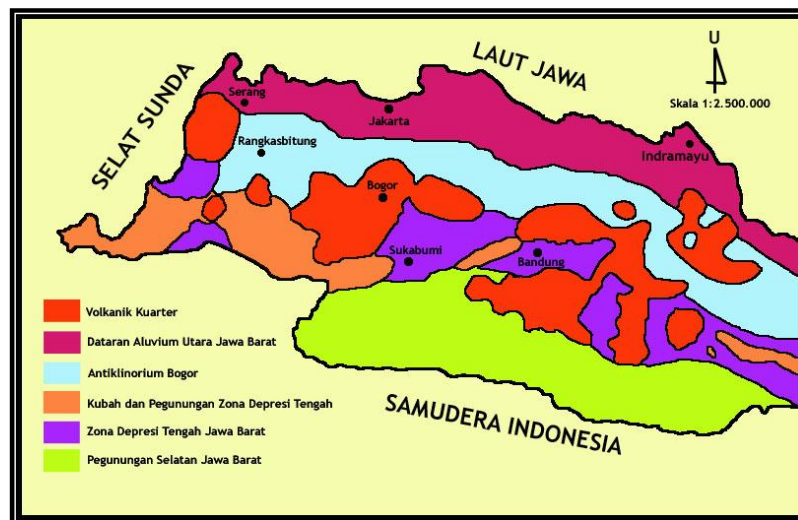
netral yang merupakan manifestasi permukaan dari suatu sistim panasbumi dominasi uap.

Alterasi hidrothermal merupakan proses yang terjadi akibat adanya reaksi antara batuan asal dengan fluida panasbumi. Batuan hasil alterasi hidrothermal tergantung pada beberapa faktor, tetapi yang utama adalah temperatur, tekanan, jenis batuan asal, komposisi fluida (hususnya pH) dan lamanya reaksi (Browne, 1984). Proses alterasi hidrothermal yang terjadi akibat adanya reaksi antara batuan dengan air jenis klorida yang berasal dari reservoir panasbumi yang terdapat jauh dibawah permukaan (*deep chloride water*) dapat menyebabkan terjadinya pengendapan (misalnya kwarsa) dan pertukaran elemen-elemen batuan dengan fluida, menghasilkan mineral-mineral seperti Chlorite, adularia, epidote. Air yang bersifat asam, yang terdapat pada kedalaman yang relatif dangkal dan elevasi yang relative tinggi mengubah batuan asal menjadi mineral clay dan mineral-mineral lainnya terlepas. Mineral hidrothermal yang dihasilkan di zona permukaan biasanya adalah kaolin, alunite, sulphur, residu silika dan gypsum.

2.1 Geologi Regional

2.1.1 Fisiografi

Van Bemmelen (1949) membagi Jawa Barat menjadi beberapa zona fisiografi, yaitu :



Gambar 2.1 Pembagian zona fisiografi Jawa Barat menurut van Bemmelen (1949).

1. Zona Dataran Pantai Utara (Zona Dataran Jakarta)
Zona Dataran Pantai Utara ini sebagian besar ditutupi oleh endapan aluvial sungai dan lahar dari gunungapi yang terdapat di bagian pedalaman, setempat – setempat ditemukan perlipatan – perlipatan rendah dari batuan sedimen laut yang berumur Tersier. Ke arah Selatan merupakan kumpulan sabuk perbukitan dan pegunungan yang memiliki lebar 40 Km dan menyebar dari Jasinga, dekat perbatasan Banten sampai ke Sungai Pemali dan Bumiayu di Jawa Tengah.
2. Zona Bogor
Sabuk Zona Bogor merupakan sabuk perbukitan lapisan Neogen yang terlipat kuat mulai dari Bogor di bagian Barat dengan beberapa intrusi leher gunungapi (*volcanic necks*) hipabisal, *stock*, *boss* dan sebagainya (misalnya kumpulan intrusi Gunung Sanggabuana, di bagian Timur Purwakarta). Ke arah Timur diduga memiliki arah sedikit bergeser menjadi Baratlaut – Tenggara, sedangkan di bagian Utara sedikit cembung. Di bagian Timur, puncak – puncak dari sabuk zona Bogor ditutupi oleh gunungapi muda, seperti kumpulan gunungapi Sunda, di Utara Bandung (puncak tertingginya Bukit Tunggul, 2.209 meter, Gunung Tampomas, 1.684 meter dan Gunung Ciremai, 3.078 meter).
3. Zona Bandung
Zona Bandung merupakan sabuk depresi intermontan yang memanjang, seperti punggung lapisan Tersier yang bermunculan sementara pada bagian puncaknya merupakan struktur geantiklin Jawa yang hancur ketika atau setelah pengangkatan Tersier Akhir.
4. Zona Pegunungan Selatan
Satuan ke empat fisiografi Jawa Barat disusun oleh pegunungan Periangnan Selatan yang disebut sebagai Pegunungan Selatan. Zona Pegunungan Selatan melampar dari Teluk Pelabuhan ratu sampai Pulau Nusakambangan di Selatan Segara Anakan, dekat Cilacap. Secara

keseluruhan zona Pegunungan Selatan merupakan sayap Selatan dari geantiklin Jawa, merupakan blok kerak yang miring ke arah Selatan beberapa derajat. Fisiografi zona Pegunungan Selatan dibedakan menjadi tiga bagian, yaitu bagian Barat disebut sebagai bagian Jampang, bagian tengah disebut sebagai bagian Pangalengan dan bagian Timur disebut sebagai bagian Karangnunggal.

5. Zona Pegunungan Bayah

Zona ini terletak di Pantai Selatan Jawa Barat sebelah barat yang berbatasan dengan Zona Bandung dan Zona Pegunungan Selatan.

Berdasarkan pembagian fisiografi di atas maka daerah penelitian termasuk ke dalam Zona Pegunungan Selatan Jawa Barat.

2.1.2 Stratigrafi regional

M. Koesmono, Kusnama dan N. Suwarna (1996) membagi daerah penelitian dari tua ke muda yaitu :

1. Formasi Rajamandala, tersusun dari lempung, lempung napalan, napal globigerina, batupasir kuarsa dan konglomerat aneka bahan; batubara, damar. Umur Oligosen – Miosen Awal.
2. Formasi Jampang, diendapkan menjari dengan Formasi Rajamandala dan tersusun oleh breksi andesit yang tersemen baik. Umur Oligosen – Miosen Awal.
3. Formasi Cimandiri, diendapkan di atas Formasi Rajamandala dan tersusun oleh perselingan batulempung dan batulanau kelabu muda sampai menengah dan batupasir coklat kekuning-kuningan setempat gampingan, secara setempat meliputi endapan lahar yang tersusun dari tuf, breksi andesit dan breksi tuf. Globigerina, butir-butir damar yang lembut dan sisa-sisa tumbuhan terdapat jarang-jarang di dalam sisipan batulanau atau batupasir mengandung glokonit di lembah Cibodas. Lapisan-lapisan yang kaya akan moluska laut di lembah Cilang, mengandung 33 % bentuk-bentuk resen (Marks, 1957) dan menunjukkan umur Miosen Tengah, dengan lingkungan pengendapan fluvil-peralihan. Struktur sedimen

melensa dan flaser. Anggota Sindangkerta merupakan anggota dari Formasi Cimandiri, tersusun oleh tuf batuapungan yang berwarna kelabu kekuning-kuningan, batupasir tuf dan breksi tuf. Pada Anggota Sindangkerta biasa terdapat kepingan batuapung sebesar 2,5 cm.

4. Formasi Bojonglopang, diendapkan menjari dengan Formasi Cimandiri dan tersusun dari batugamping terumbu, berupa perulangan lapisan batugamping pejal yang kaya akan moluska dan alga dengan batugamping berlapis yang tersusun dari hasil rombakan koral tersemen kuat. Di bagian bawah terdapat lapisan napal tufan mengandung fosil foraminifera kecil, besar dan juga moluska. Kumpulan fosil *Lepidocyclina omphalus* Tan Sin Hok, *L. Verbeeki* Newton dan Holland, *L. Sumatrensis* (Brady), *Cycloclipeus* (*Katacycloclipeus*) sp., *Operculina* sp., bersama dengan ganggang gampingan. Tebal lapisan mencapai 50 m dan setempat mencapai 400 m. Lingkungan pengendapan laut dangkal. Umur satuan Miosen Tengah (D. Kadar, 1972).
5. Formasi Nyalindung, diendapkan secara selaras di atas Formasi Bojonglopang dan tersusun oleh batupasir glukonit gampingan, batulempung, napal, napal pasiran, konglomerat breksi dan batugamping, napal tufan, moluska. Diendapkan pada lingkungan laut dangkal. Umur Miosen Akhir.
6. Formasi Bentang, diendapkan selaras di atas Formasi Nyalindung. Terdiri dari 2 anggota, yaitu :
 - a. Anggota Kadupandak, tersusun oleh Batulempung kenyal, batulanau dan batulempung tufan, umumnya kelabu sampai hitam, secara setempat kehitam-hitaman bersisipan dengan tuf batuapungan, lapili dan breksi andesit. Tebal satuan 80 m. Umur diperkirakan Miosen Akhir.
 - b. Anggota Batugamping, diendapkan selaras di atas Anggota Kadupandak, Formasi Bentang dan tersusun oleh batugamping melensa, berpori dan mengandung fosil foraminifera. Diendapkan pada lingkungan laut dangkal terbuka. Umur satuan Miosen Akhir.

7. Formasi Koleberes, tersusun oleh batupasir berlapis baik, kurang mampat dan tuf kristal dengan sisipan tuf, breksi tuf batuapung dan breksi bersusunan andesit. Batupasir kelabu kecoklatan, terutama terdiri dari batuan andesitan dengan sejumlah batuapung. Moluska, gastropoda, ekhinoida, koral dan foraminifera ditemukan terutama di lapisan – lapisan bagian atas dari satuan ini. Beberapa fosil yang dapat ditemukan pada formasi ini adalah *Globigerina nephentes* (Todd), *Globigerinoides trilobus* (Reuss), *G. Immaturus* (Leroy) dan *Orbulina universa* (D'orbigny). Tebal formasi kira-kira 350 m, diendapkan dalam lingkungan laut terbuka. Umur Miosen Akhir. Satuan ini diendapkan selaras di atas Formasi Bentang.
8. Formasi Besar, tersusun terutama dari breksi andesit dan juga breksi tuf, tuf kristal dan batulempung. Matriks breksi terdiri dari tuf Kristal pejal atau batupasir tuf. Tebal satuan kira-kira 750 m dengan bagian bawah runtunan ini diduga menjari dengan Formasi Koleberes. Formasi Besar terdiri dari 2 anggota, yaitu :
 - a. Anggota Batulempung, disusun oleh batulempung, kelabu gelap, berlapis kurang baik, sebagai lensa.
 - b. Anggota Cikondang, diendapkan selaras di atas Anggota Batulempung, Formasi Besar, disusun oleh andesit piroksen berwarna kelabu menengah sampai gelap.
9. Aluvium dan Endapan Vulkanik. Aluvium, terdiri dari lempung, lanau, pasir dan kerikil yang menempati lembah-lembah setebal lebih kurang 5 m. Berumur Resen sedangkan endapan vulkanik berupa breksi andesit, breksi tuf, lava berumur dari Pliosen sampai Resen.

Tabel 2.1 Stratigrafi regional daerah penelitian menurut Koesmono,dkk., 1996

UMUR		NOTASI	KETERANGAN		
KUARTER	HOLOSEN	Qht, Qha, Qv	Qht : Talus dan endapan longсорan. Qha : Aluvium dan endapan pantai, lempung, lanau, pasir dan kerikil. Qv : Lava dan lahar G. Patuha, lava dan lahar andesit piroksen yang pejal.		
	PLISTOSEN	Qt, Ql	Qt : Endapan undak dan danau, pasir kelabu dan coklat, tidak mampat, bersisipan lanau dan lempung. Ql : Lava dan lahar G. Kendeng, Aliran lava berselingan dengan endapan lahar berupa breksi andesit dan breksi tuf.		
TERSIER	PLIOSEN	QTv, pa, ha	QTv : Endapan-endapan piroklastika yang tak terpisahkan, breksi andesit, breksi tuf dan tuf lapili. pa : andesit piroksen. ha : andesit horenblenda.		
		MIOSEN	Akhir	Tmbe, Tmbec, Tmk, Tmbel, Tmbi, Tmbk, Tmb	Tmbe : Formasi Besar, breksi andesit, breksi tuf, tuf kristal dan batulempung. Tmbec : Anggota Cikondang, F. Besar, andesit piroksen berwarna kelabu menengah sampai gelap. Tmbel : Anggota Batulempung, F. Besar, batulempung, kelabu, kelabu gelap, berlapis kurang baik. Tmb : Formasi Bentang, batupasir tuf berlapis baik, kurang mampat, tuf kristal dan tuf batuapungan dengan sisipan globigerina, batulanau, batulempung napalan dan breksi andesit, konglomerat, tuf lapili dan breksi tuf.
	Tengah			Tmcs, Tmbo, Tmc	Tmbi : Anggota Batugamping, F. Bentang, batugamping melensa, berpori. Tmbk : Anggota Kadupandak, F. Bentang, batulempung kenyal, batulanau dan batulempung tufan. Tmn : Formasi Nyalindung, batupasir glokonit, gampingan, batulempung, napal pasiran, konglomerat dan batugamping, napal tufan, moluska.
				Awal	Tomr, Tomj
	OLIGOSEN		Tmcs : Anggota Sindangkerta, F. Cimandiri, tuf batuapungan yang berwarna kelabu kekuning-kuningan, batupasir tuf dan breksi tuf.		
	EOSEN		Tmbo : Formasi Bojonglopang, batugamping terumbu.		
	PALEOSEN		Tomr : Formasi Rajamandala, lempug, lempung napalan, napal globigerina, batupasir kuarsa dan konglomerat aneka bahan, batubara, damar. Tomj : Formasi Jampang, breksi andesit yang tersemen baik.		

2.1.3 Struktur Geologi Regional

Struktur geologi yang berkembang berupa sesar, lipatan, kelurusan dan kekar yang dijumpai pada batuan berumur Oligo – Miosen sampai Kuartar. Sesar terdiri dari sesar geser yang umumnya berarah utara baratlaut-selatan tenggara serta utara selatan dan sesar normal berarah utara-selatan/tenggara. Pola lipatan yang dijumpai berupa antiklin yang berarah baratdaya-timurlaut dan barat-timur dan sinklin yang berarah baratdaya-timurlaut serta flektur yang berarah barat-timur. Kelurusan yang dijumpai diduga merupakan sesar berarah baratlaut-tenggara dan baratdaya-timurlaut, umumnya melibatkan batuan berumur Kuartar.

Kekar umumnya dijumpai dan berkembang baik pada batuan andesit yang berumur Oligo Miosen-Kuarter.

Tektonika yang terjadi menghasilkan dua pola struktur yang berbeda. Yang melibatkan batuan berumur Miosen Akhir menghasilkan suatu pengangkatan dan kemudian diikuti oleh terobosan batuan andesit berumur Pliosen terhadap Formasi Bentang. Formasi Cimandiri terlipatkan dan membentuk suatu antiklin dan sinklin berarah, sedangkan Formasi Besar, Bentang dan Formasi Koleberes tersesarkan yang membentuk sesar normal dan sesar geser.

2.1.4 Geologi sejarah regional

Sejarah geologi regional dimulai pada Kala Oligosen dan berlangsung hingga Holosen. Peristiwa-peristiwa yang berlangsung selama kurun waktu tersebut meliputi proses sedimentasi, tektonik dan vulkanisme. Pada Kala Oligosen Zona Bogor merupakan cekungan laut dalam dan pada Kala itu terjadi proses sedimentasi dimana diendapkannya satuan-satuan batuan yang merupakan penyusun Formasi Rajamandala.

Setelah peristiwa evolusi jalur non-vulkanisme berlangsung maka pada Miosen Awal dilanjutkan dengan adanya aktifitas vulkanisme yang disertai dengan gejala penurunan dan pembentukan gunungapi bawah laut dengan diendapkannya endapan bersifat andesitis dan basaltis. Aktivitas vulkanik mulai berkurang pada Kala Miosen Tengah, endapan yang dihasilkan adalah lempung, napal dan gamping terumbu yang mencirikan laut dalam. Akhir Miosen Tengah terbentuk geantiklin di Pegunungan Selatan yang disusul dengan peluncuran puncaknya kearah Cekungan Jawa Barat Utara. Aktivitas volkanik bergeser ke Zona Bandung pada Akhir Miosen Atas.

Pada Akhir Miosen bagian atas proses sedimentasi berlangsung terus dimana diendapkannya satuan-satuan batuan yang termasuk ke dalam Formasi Cilang dan Formasi Subang, yang diendapkannya pada zona neritik sampai batial. Kemudian secara bersamaan diikuti oleh kegiatan vulkanisme dengan diendapkannya sedimen volkanik klastik. Selanjutnya pada Kala Pliosen – Plistosen secara regional terjadi aktivitas vulkanik yang terlihat jelas pada jalur transisi antara Zona Bogor dengan Zona Bandung.

Selanjutnya pada Kala Holosen terbentuk endapan aluvium yang merupakan hasil rombakan batuan-batuan yang telah terbentuk sebelumnya.

III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

Tujuan utama penelitian ini adalah pemetaan dan identifikasi manifestasi panasbumi di permukaan, yaitu tipe air panas dan alterasi permukaan, di daerah Tanggeung dan sekitarnya Kabupaten Cianjur, Provinsi Jabar. Selanjutnya, penelitian ini juga bertujuan untuk :

1. Mengetahui asal fluida panasbumi dan proses yang terjadi di bawah permukaan, misalnya kemungkinan adanya pelarutan atau mixing dengan fluida lain.
2. Mengetahui karakteristik fluida panasbumi di reservoir.
3. Mengetahui karakteristik batuan alterasi yang terbentuk di permukaan.
4. Menduga hubungan antara sistem panasbumi di daerah penelitian dengan aktivitas volkanisme di sekitarnya.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tahapan penelitian

Berikut ini adalah tahapan penelitian yang dilakukan:

1. Tahap Persiapan meliputi studi pustaka dan persiapan survey lapangan. Studi pustaka bertujuan untuk mengetahui kondisi geologi regional dan sistem panasbumi yang terkait. Persiapan survey lapangan meliputi persiapan peralatan survey, seperti GPS, kompas, peralatan untuk pengambilan sampel, seperti kantong sampel, botol sampel air, tabung gas *giggenbach*, *coolbox*, dll. Peralatan untuk survey geofisika juga disiapkan dalam tahap ini sesuai dengan metode yang akan dipakai (resistivity).
2. Observasi geomorfologi dilakukan sebelum pekerjaan lapangan dimulai. Tahap ini juga termasuk penyiapan peta topografi sebagai peta dasar dengan bantuan program Mapinfo serta peta roman muka bumi.

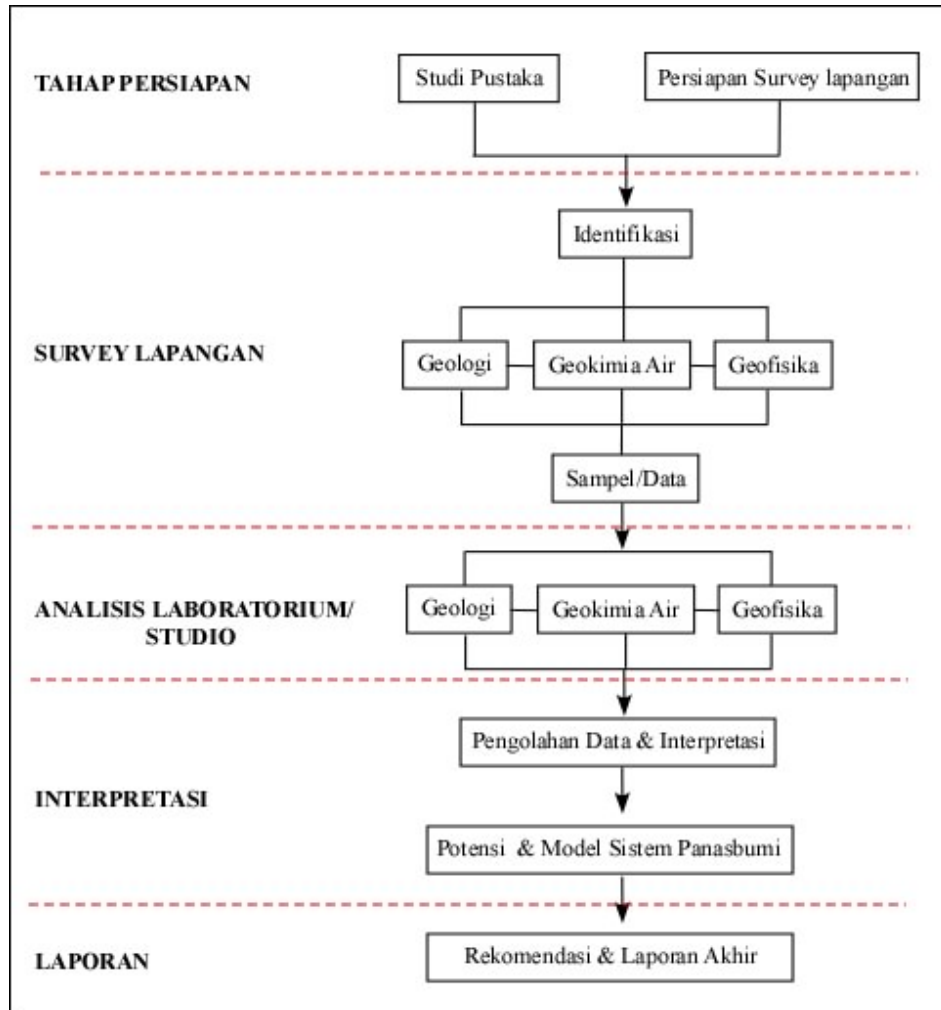
3. Tahap Survey Lapangan meliputi survey geologi, geokimia dan geofisika. Survey geologi regional dan geokimia akan dilakukan lebih dahulu untuk mendeliniasi daerah survey, sehingga luas untuk survey lanjutan dapat terfokus. Survey geologi dan geokimia termasuk pengambilan sampel batuan dan airpanas.
4. Analisa laboratorium/studio meliputi analisa geologi, geokimia dan geofisika. Analisa geologi meliputi analisa batuan/mineralogi. Analisa geokimia dilakukan di laboratorium untuk mengetahui komposisi kimia dari sampel airpanas yang diuji di laboratorium Panasbumi Pusat Survey Geologi Bandung. Unsur-unsur kimia airpanas yang diuji antara lain seperti ; SiO_2 , Boron, Al^{3+} , Fe^{3+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Li^+ , NH_4F^- , Cl^- , dan juga pH. Data geofisika yang didapat dari lapangan diolah dan diinterpretasikan pada tahap ini.
5. Pengolahan Data dan Interpretasi, termasuk di dalamnya adalah mengkompilasi data geologi, geokimia dan geofisika. Hasil pada tahap ini juga dibandingkan dengan hasil penelitian terdahulu, sehingga hasil interpretasi akan lebih baik.
6. Tahap kompilasi data dilakukan terhadap data hasil survey lapangan (geologi, geokimia dan geofisika).
7. Pengambilan kesimpulan merupakan tahap analisa data yang terakhir, yaitu dengan menyimpulkan kondisi sistem panasbumi daerah Tanggeung dan sekitarnya. Tahap ini akan memahami karakteristik sistem panasbumi, perkiraan besar cadangan, dan memberikan saran.
8. Tahap Penyusunan Laporan; terdiri atas Laporan pendahuluan, Laporan Antara yang berisi tinjauan Pustaka dan hasil tinjauan lapangan dan Laporan Akhir.

3.2 Peralatan penelitian

Peralatan lapangan yang digunakan selama penyelidikan sbb :

- Peta Roman Muka Bumi skala 1 : 25.000
- Kompas Geologi

- Altimeter dan GPS
- Palu Geologi
- Loupe (perbesaran 20 x)
- Pita Ukur
- Termometer Maximum dan pH meter
- Kamera Digital
- Larutan HCL
- Buku Catatan Lapangan, alat tulis dan gambar
- Kantong sampel batuan dan air panas
- pH Meter Digital
- Termometer Digital
- Kertas pH Universal
- Tabung dan botol untuk sampel air, tanah/batuan



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Menurut Prihadi (2005) manifestasi permukaan panasbumi adalah segala bentuk gejala sebagai hasil proses sistem panasbumi tersebut. Manifestasi panasbumi di permukaan antara lain berupa fumarol, solfatara, tanah beruap, tanah hangat, mata airpanas asam, mataair panas netral dan alterasi hidrotermal permukaan. Namun juga sering ditemui manifestasi panasbumi yang ditandai dengan kondisi vegetasi/biologis yang mengalami anomali. Mata air panas/hangat juga merupakan salah satu petunjuk adanya sumber daya panasbumi di bawah permukaan. Mata air panas/hangat ini terbentuk karena adanya aliran air panas/hangat dari bawah permukaan melalui rekahan-rekahan batuan. Istilah “hangat” digunakan bila temperatur air lebih kecil dari 50⁰C dan istilah “panas” digunakan bila temperatur air lebih besar dari 50⁰C. Sifat air permukaan seringkali digunakan untuk memperkirakan jenis reservoir di bawah permukaan. Mata air panas yang bersifat asam biasanya merupakan manifestasi permukaan dari suatu sistim panasbumi yang didominasi uap.

Sedangkan mata air panas yang bersifat netral biasanya merupakan manifestasi permukaan dari suatu sistim panasbumi yang didominasi air. Mata air panas yang bersifat netral, yang merupakan manifestasi permukaan dari sistim dominasi air.

Alterasi hidrotermal sendiri merupakan proses perubahan dan atau penggantian suatu mineral oleh mineral lain ataupun terbentuknya mineral baru disebabkan reaksi antara fluida hidrotermal dengan batuan induk, yang bisa terjadi dalam pori ataupun rekahan/patahan dalam batuan. Dalam batuan alterasi dikenal istilah intensitas dan derajat alterasi.

4.1 Litologi dan Mineral Ubahan

Litologi

Daerah manifestasi permukaan panasbumi umumnya menempati morfologi bergelombang lemah dan didominasi oleh batuan berumur Tersier, bagian dari Formasi Bentang dan Anggota Kadupandak Formasi Bentang serta

Formasi Koleberes (Koesmono, dkk 1996). Sementara bagian timur dan utaranya lebih menunjukkan morfologi bergelombang kuat, dengan kemiringan berkisar antara 20 – 35 °. Perbukitan bergelombang landai menempati bagian tengah dengan kemiringan antara 5 - 15°; serta pedataran menempati daerah Kadupandak.

Prospek panasbumi yang ditemukan berjarak sekitar 20-30 km baratdaya dari prospek panasbumi di Gunung Patuha. Manifestasi panasbumi di sekitar lokasi dicirikan oleh munculnya mataair panas di sekitar aliran Sungai dijumpai di 4 titik lokasi dengan jarak cukup jauh satu dengan lainnya, yang secara tidak langsung mempunyai hulu sungai yang berada di bagian selatan G. Patuha. Mataair panas yang ada terletak pada ketinggian elevasi yang cukup rendah, berkisar antara 100 – 240 m di atas permukaan laut, dengan maksimum temperatur airpanas, <75⁰ C.

Di daerah penelitian tidak dijumpai adanya aktivitas gunungapi yang berumur Kuartar. Sementara litologi disekitar daerah prospek lebih didominasi oleh batuan sedimen dan batuan vulkanik yang berumur Tersier, yaitu: Breksi Polimik, Batupasir sisipan Batulempung, Breksi Vulkanik, Intrusi Andesit, dan Tuf.

Breksi polimik; litologi ini ditemukan tersebar cukup luas, singkapan yang baik dijumpai di dasar sungai. Satuan ini terdiri atas breksi dengan komponen beragam terdiri atas andesitik, batupasir dan batulempung, dalam matrik batupasir tufan. Batuan ini diperkirakan merupakan bagian dari Formasi Bentang

Batupasir; batuan ini tersebar terbatas setempat daerah penyelidikan. Satuan ini terdiri atas batupasir dengan sisipan batulempung. Batuan ini diperkirakan merupakan bagian dari Anggota Kadupandak Formasi Bentang.

Breksi monomik; batuan ini lebih didominasi oleh breksi vulkanik dengan komponen andesitik. Penyebarannya terbatas di bagian baratdaya dan diperkirakan masih merupakan bagian dari Formasi Bentang (Gambar 4.1).

Andesit; penyebarannya di bagian utara Sungai Cibuni, dan tersebar mengikuti pola sungainya. Berupa andesit hornblende, yang secara mikroskopis telah berubah menjadi klorit. Batuan ini berupa intrusi dike yang menerobos Formasi Bentang.

Breksi tuf; Satuan ini cukup mendominasi daerah penyelidikan. Batuan ini terdiri atas dominasi tuf yang berukuran halus, lapili hingga berukuran breksi. Batuan ini diperkirakan merupakan bagian dari Formasi Koleberes.



Gambar 4.1 Kenampakan batuan breksi monomik dan breksi tuf yang berada di sekitar lokasi mata airpanas. Lokasi dekat airpanas Cibungur.



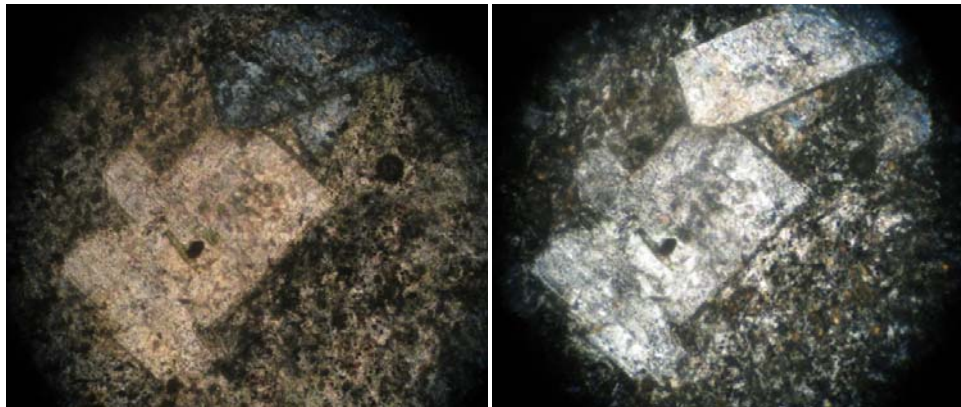
Gambar 4.2 Kenampakan batuan breksi monomik yang terubah disekitar mata airpanas. Lokasi dekat airpanas Leuwilutung, S Cibuni

Mineral Ubahan

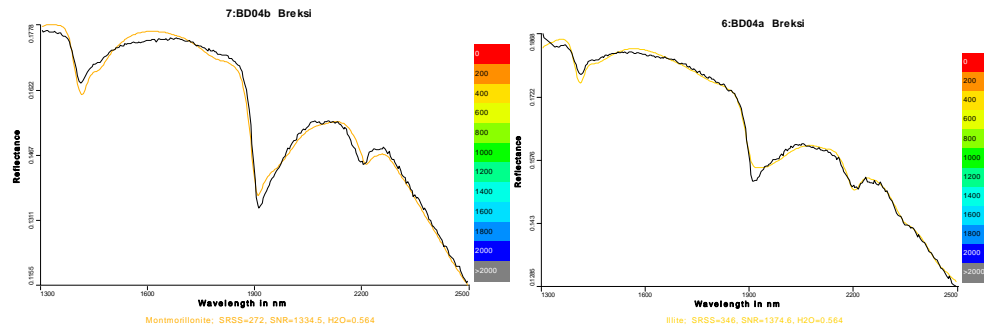
Manifestasi panasbumi lainnya yang dijumpai adalah berupa alterasi batuan, terutama pada batuan yang berada di sekitar mataair panas. Alterasi yang dijumpai berupa alterasi argilik yang cirikan oleh warna kecoklatan pada batuan dengan dominasi kehadiran mineral lempung seperti montmorilonit dan Illite,

hasil analisis menggunakan PIMA (spectra selengkapnya pada lampiran). Penyebaran tipe alterasi ini terbatas dan setempat-setempat. Alterasi silisifikasi juga dijumpai dalam jumlah relatif kecil, khususnya pada tuf dengan penyebaran yang tidak luas dan bersifat setempat-setempat. Intensitas batuan yang berubah lemah.

Petrografis pada batuan yang teralterasi di sekitar mataair panas dari sampel terpilih menunjukkan intensitas alterasi lemah sampai sedang. Mineral ubahan yang hadir umumnya didominasi oleh kehadiran lempung, klorit yang umumnya ubahan dari kelompok mineral amfibol dan piroksen, serta sebagian kelompok feldspar. Karbonat dan serisit yang menggantikan kelompok mineral feldspar. Kuarsa sekunder kadang mengisi diantara rongga mineral, menggantikan matriks atau terdapat sebagai urat halus dengan arah tak beraturan dan lebar kurang dari 1 mm. Sebagian rongga pada batuan atau urat diisi oleh oksida besi dan sedikit mineral opak. Sebagian kecil dari kelompok feldspar mineral juga telah berubah menjadi mineral lempung.



Gambar 4.3 Fotomikrograph sayatan breksi yang telah mengalami ubahan lemah. Nampak fragmen Kristal yang sebagian berubah menjadi mineral lempung. Contoh batuan berasal dari lokasi airpanas Lueuwilutung, S. Cibuni.



Gambar 4.4 Spektra dari mineral ubahan montmorilonit (kiri) dan Illite (kanan) pada batuan breksi di Leuwilutung.

4.2 Manifestasi Airpanas

A. Mataair Panas Cibungur

Lokasi mata airpanas ini terletak di anak Sungai Cibuni bagian hilir dengan koordinat GPS menunjukkan S 07⁰17'11.7" E 106⁰58'24.6" secara administrasi termasuk ke dalam Kecamatan Cijati. Aliran air panas bersuhu 50⁰ C - 52.7⁰ C, debit aliran terukur sekitar 0.1 – 0.3 liter/detik, meskipun pada musim kemarau mata airpanas ini tetap mengalir namun debitnya berkurang. Hasil pengukuran pH meter menunjukkan keasaman netral sekitar 7,42. Di sekitar kemunculan mata airpanas batuan menunjukkan ubahan berupa kloritisasi pada batuan breksi monomik. Kenampakan sifat fisik air bening dengan sedikit bau belerang.



Gambar 4.5 Kenampakan mata airpanas di Cibungur

B. Mataair Panas Leles

Lokasi berada di kampung Sindang Rama, Desa Sukasirna, Kecamatan Leles dengan kordinat GPS S 07⁰21'46.6" E 107⁰01'17.1". Hasil pengukuran menunjukkan pH 6 – 6.75 pada suhu 66.4⁰ – 66.6⁰ C. kemunculan airpanas ini berasosiasi dengan batupasir yang menunjukkan ubahan kloritisasi berwarna abu-abu kehijauan. Sifat fisik airpanas jernih, sedikit berbau belerang, keluar dengan debit sekitar 0,5 – 1 liter/detik. Airpanas ini telah dimanfaatkan penduduk sekitar untuk pemandian dengan dialirkannya ke dalam bak-bak yang dibangun.



Gambar 4.6 Manifestasi Airpanas di kampung Sindang Rama, Leles

C. Mataair Hangat Panyindangan

Lokasi mataair hangat di Desa Panyindangan, Kampung Bojonghawu, Kecamatan Cibinong. Suhu airpanas tercatat 38.7⁰ C, hasil pengukuran pH meter menunjukkan nilai 6,80. Koordinat pada GPS tercatat S 07⁰23'21.4" E 107⁰05'58.4". Airpanas ini terletak di pinggiran sawah berupa genangan kecil berukuran 1 m², debit air yang keluar sekitar 0,1 - 0,3 liter/detik. Kenampakan air bening dan tidak berbau dengan banyak endapan organik seperti alga dan lumut.



Gambar 4.7 Lokasi mataair panas panyindangan Kecamatan Cibinong

D. Mataair Panas Leuwilutung

Airpanas ini bersuhu 69.8°C - 70°C pada suhu udara sekitar 26°C , terletak di desa Margaluyu, Kecamatan Tanggeung di tepi sungai Cibuni pada posisi GPS S $07^{\circ}15'28.4''$ E $107^{\circ}06'38.6''$. Hasil pengukuran pH meter menunjukkan angka 7,56. Secara fisik airpanas tersebut tidak memiliki rasa kelat, sedikit berbau belerang, dengan kenampakan air bening sekali, serta debit airnya diperkirakan 0.3-0.6 l/detik. Pemunculan mataair panas ini berasosiasi dengan batuan breksi dan andesit.



Gambar 4.8 Manifestasi Airpanas Cibuni di Desa Margaluyu, Tanggeung

4.3 Geokimia Airpanas

Analisis kimia dilakukan terhadap contoh airpanas yang diambil dari empat titik lokasi mataair panas berada yang telah dilakukan di laboratorium Panasbumi Pusat Survey Geologi, Bandung dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 4.1 Komposisi kimia dari mataair daerah penelitian

Unsur Kation dan Anion		Lokasi Mataair Panas			
		Cibungur	Leles	Panyindangan	Tanggeung
pH		8.3	7.7	7.7	8.3
SiO ₂	(mg/L)	87.98	44.07	29.90	92.05
B	(mg/L)	6.42	10.76	24.46	28.84
Al ³⁺	(mg/L)	0.00	0.00	0.00	10.00
Fe ³⁺	(mg/L)	0.01	0.00	0.01	0.02
Ca ²⁺	(mg/L)	56.60	374.38	503.61	321.58
Mg ²⁺	(mg/L)	0.09	1.06	4.71	8.66
Na ⁺	(mg/L)	277.30	455.50	980.90	698.31
K ⁺	(mg/L)	5.09	8.72	17.43	17.38
Li ⁺	(mg/L)	0.01	0.04	0.06	0.18
As ³⁺	(mg/L)	0.00	0.00	0.00	0.00
NH ₄ ⁺	(mg/L)	0.00	0.00	2.62	0.00
F ⁻	(mg/L)	0.00	0.00	0.50	1.00
Cl ⁻	(mg/L)	320.93	608.71	1606.09	874.47
SO ₄ ²⁻	(mg/L)	248.55	1008.99	1012.29	954.68
HCO ₃ ⁻	(mg/L)	24.69	17.25	24.64	101.66

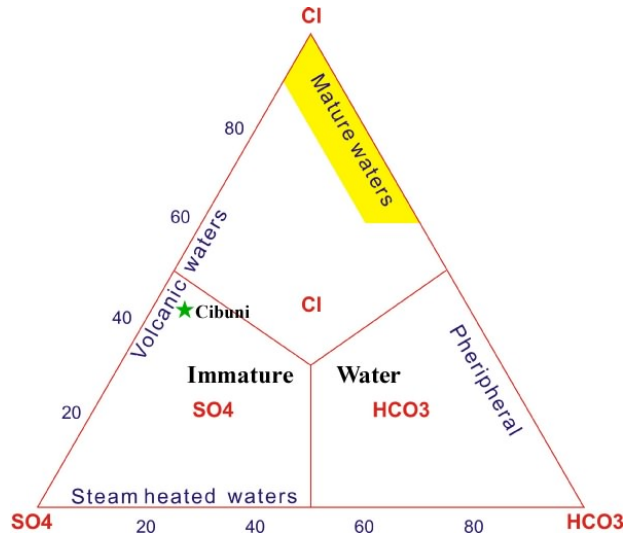
Karakteristik spesies unsur-unsurnya geokimia dari ke empat lokasi mataair panas tidak signifikan adanya perbedaannya. Kecuali pada airpanas Cibungur, kandungan unsur Boron umumnya memperlihatkan hubungan yang erat dengan fluida geothermal demikian juga dengan kandungan Na⁺. Perbandingan Na/K yang tinggi (> 15) mengindikasikan adanya zona permeabilitas yang rendah, fluida tertransport cukup jauh mencapai dekat permukaan, lateral outflow. Hal ini di dukungoleh kandungan Mg pada airpanas Cibungur namun tidak pada ke tiga

lokasi lainnya. Untuk HCO_3/SO_4 karakteristik semua lokasi adalah lateral outflow.

Tipe Air Panas

Mengacu kepada plotting diagram segitiga $\text{Cl} - \text{SO}_4 - \text{CO}_3$ (Giggenbach, 1991) untuk mengetahui tipe airpanas maka daerah penelitian secara keseluruhan masuk ke dalam tipe air vulkanik (*Volcanic waters*) atau dapat juga dikatakan sebagai tipe Air Asam Sulfat-Klorida, hal ini terjadi karena adanya pencampuran air alkali klorida dengan air asam sulfat, juga bisa disebabkan oleh adanya ion sulfida (H_2S) dalam air alkali klorida teroksidasi menjadi SO_4^- . Selain itu bisa juga terjadi karena air alkali klorida pada saat muncul kepermukaan melewati dan bereaksi dengan batuan yang mengandung sulfur.

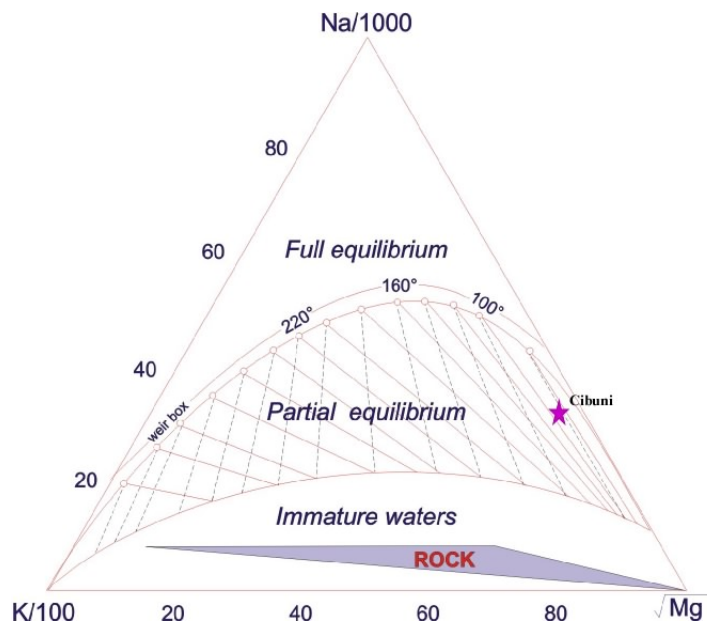
Bila kandungan relatif Cl , SO_4 dan HCO_3 dapat digunakan untuk menginterpretasi kondisi dan proses yang berlangsung di dekat permukaan (kurang dari 1 km), kandungan relatif Cl , Li dan B dapat memberikan informasi mengenai kondisi di bawah permukaan hingga kedalaman sekitar 5 km. Dominasi sulfat menunjukkan jenis air-nya yang terbentuk di bagian paling dangkal pada sistem panasbumi. Air ini terbentuk akibat kondensasi uap air ke dalam permukaan, atau akibat oksidasi H_2S pada zona oksidasi dan membentuk H_2SO_4 . Kandungan Cl yang relatif lebih tinggi dibanding B dan Li menunjukkan, bahwa air panas di daerah Tanggeung dan sekitarnya berasal dari proses vulkanik - magmatik yang membawa gas HCl dan H_2S terlarut (eg. Simmons *et al.*, 1994). Dalam hal ini, klorida akan terbawa sebagai HCl pada temperatur sangat tinggi dan berubah menjadi ion Cl pada temperatur lebih rendah atau di dekat permukaan. Gas H_2S yang terlarut dalam air panas menyebabkan air panas Cibuni sedikit berbau sulfur.



Gambar 4.9 Ploting hasil kimia air panas daerah penelitian pada diagram Segitiga Cl-SO₄-HCO₃

Gambar 4.10 Menunjukkan kandungan relative Cl, Li dan B pada air panas Cibuni dan memperlihatkan bahwa kandungan Cl jauh lebih tinggi dibandingkan kandungan Li dan B. Nilai ratio B/Cl adalah 0.0344, sedangkan rasion Li/Cl adalah 0.00025, dan ratio Li/B adalah 0.0073. Kandungan Cl yang tinggi menunjukkan bahwa air panas telah mengalami *partial equilibrium* yang lama dengan batuan disekitarnya.

Perbandingan relative kandungan Na, Mg dan K, menunjukkan bahwa air panas Cibuni merupakan “*partial equilibrium*”, hal ini kemungkinan disebabkan oleh adanya interaksi antara fluida hidrotermal dengan unsure-unsur seperti silika, Na dan K dari batuan reservoir pada kondisi temperature dan tekanan yang tinggi sebelum mencapai permukaan dan kemudian mengalami pengenceran oleh air meteoric terhadap fluida panas di kedalaman (Gambar 23).



Gambar 1. Ploting kandungan relative Na-K-Mg mataair panas Cibuni.

Geotermometer

Pendugaan temperature bawah permukaan panasbumi didapat dari hasil perhitungan geotermometer Na/K menurut metode Fourier, 1976b, dengan menggunakan persamaan : $t^{\circ}\text{C} = 1217/[\log(\text{Na}/\text{K}) + 1.483] - 273$ dan metoda Giggenbach (1988): $t^{\circ}\text{C} = 1390/[\log(\text{Na}/\text{K}) + 1.750] - 273$, yakni:

Tabel 4.3 Geotermometer Na/K dari mataair panas daerah penelitian

Metoda\Lokasi	Cibungur	Leles	Panyindangan	Tanggeung
Fourier, 1976b	105,1	107,2	103,4	121,2
Giggenbach, 1988	126,4	127,6	124,1	141,9

Mengacu pada hasil temperatur reservoir tersebut di atas maka secara keseluruhan sistem geothermal daerah penelitian termasuk ke dalam model panasbumi temperatur rendah sampai temperatur sedang, model dua fasa yang akan menghasilkan dominasi air (Hochstein dan Browne, 2000). Pada sistem ini akan menghasilkan energi dari air meteorik yang masuk sangat dalam ke bawah permukaan kemudian terpanaskan dan dibawa kepermukaan melalui rekahan-rekahan. Pada awalnya bertemperatur tinggi namun dalam perjalanan waktu mengalami pendinginan.

Pada sistem panabumi ini fluida dari daerah recharge masuk ke dalam reservoir kemudian keluar menuju permukaan melalui daerah outflow melalui rekahan-rekahan. Fluida tersebut bereaksi dengan batuan sekitarnya menghasilkan mineral ubahan seperti illit dan montmorilonit.

Reservoir dan sumber air panas.

Dari data analisa di atas kita dapat memperkirakan sumber air panas dan kondisi reservoirnya. Rasio dari unsur Cl/B ataupun Na/B dapat memberikan gambaran seperti dalam tabel di bawah ini :

Lokasi	Cibungur	Leles	Panyindangan	Leuwilutung
Na/B	43,19	42,33	40,10	24,21
Cl/B	49,98	56,57	65,66	30,32
	Reservoir B	Reservoir B	Reservoir B	Reservoir A

Dari tabel diatas dengan perhitungan rasio unsur Na/B dan Cl/B terdapat kemungkinan bahwa hanya air panas Leuwilutung yang menunjukkan sumber airpanas yang berbeda dengan 3 (tiga) lokasi air panas yang lain.

Sedangkan dari perbandingan unsur Na/Mg dan Cl/F bisa digunakan untuk mengetahui sumber reservoir yang bersuhu tinggi seperti ditunjukkan dalam tabel berikut :

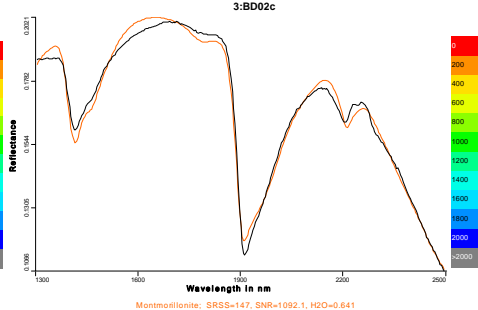
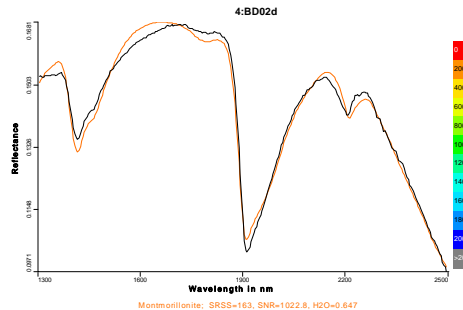
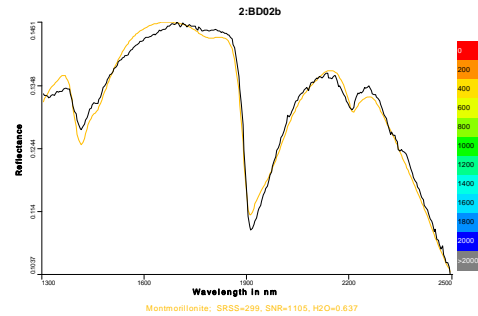
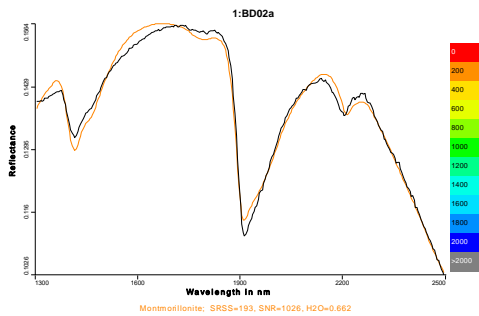
unsur	Cibungur	Leles	Panyindangan	Leuwilutung
Na/Mg	3081,1	429,71	208,25	80,63
Cl/F	-	-	3212,18	874,47

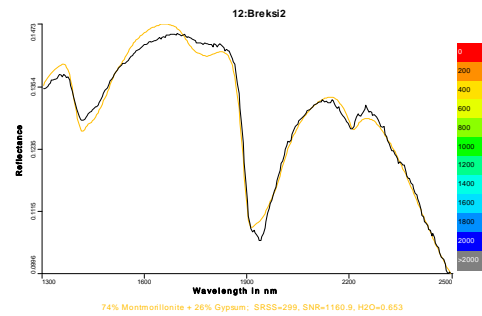
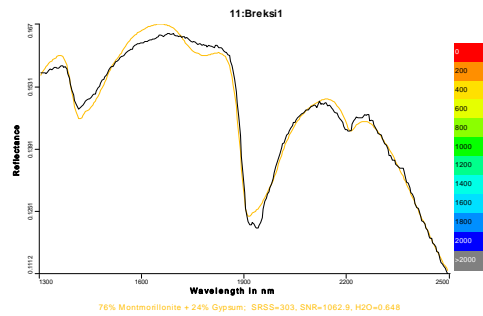
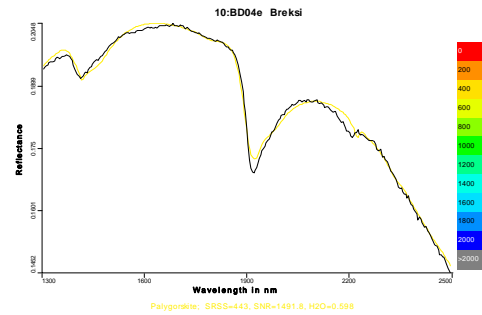
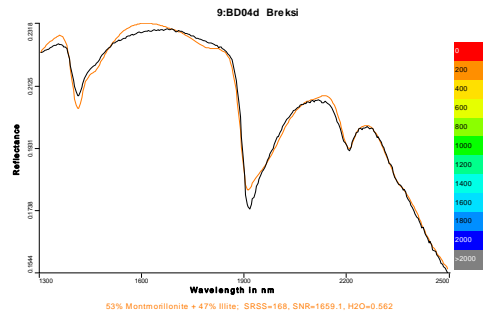
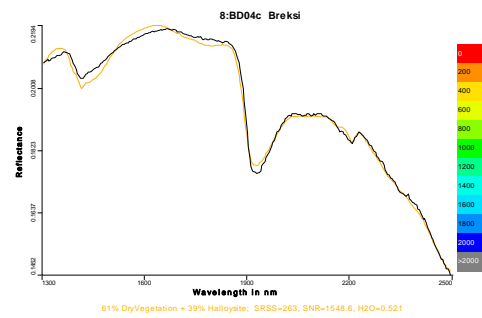
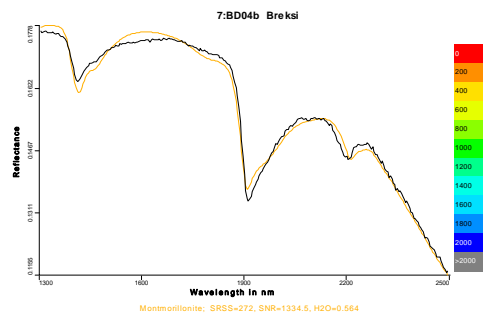
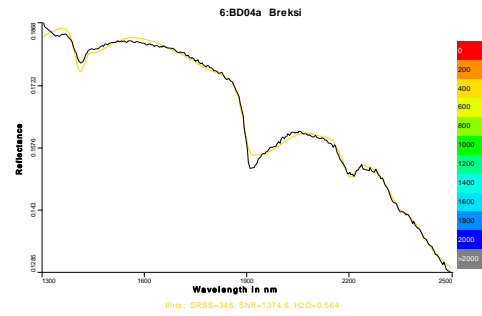
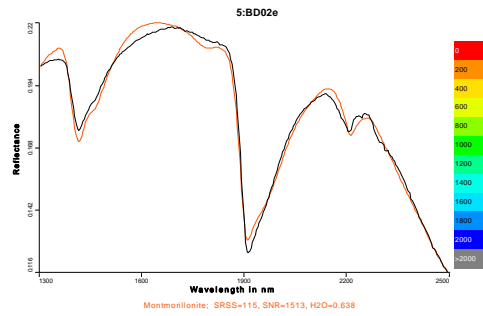
DAFTAR PUSTAKA

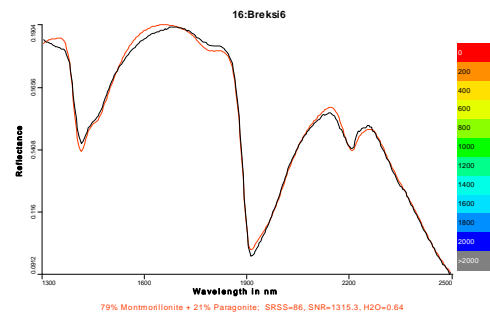
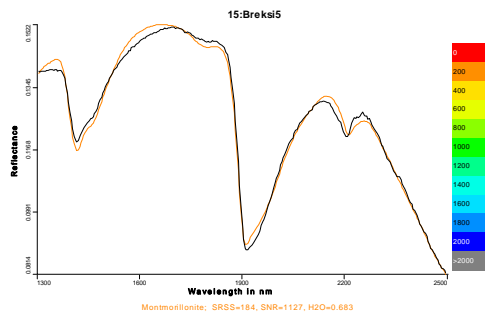
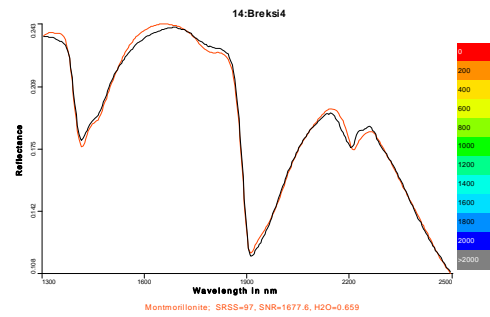
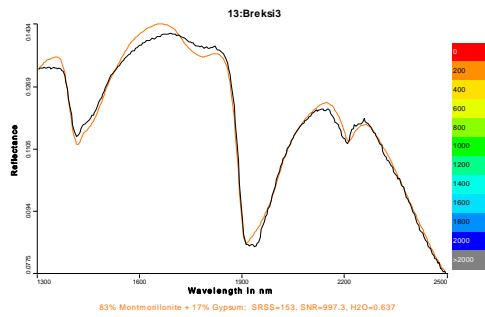
- Bemmelen, van R.W., 1949; *The Geology of Indonesia*. Vol. I A.732 p. Government Printing Office. The Hague. Netherlands.
- Fournier, R.O., 1981. *Application of Water Geochemistry Geothermal Exploration and Reservoir Engineering*, "Geothermal System: Principles and Case Histories". John Willey & Sons. New York.
- Giggenbach, W.F., 1980, Geothermal gas equilibria, *Geochimica et cosmochimica Acta*, Vol 44, pp 2021-2032
- , 1988. *Geothermal Solute Equilibria Deviation of Na-K-Mg - Ca Geo- Indicators*. *Geochemica Acta* 52. pp. 2749 - 2765.
- Giggenbach, W.F. and Goguel, 1988, Methods for the collection and analysis of geothermal and volcanic water and gas samples, *Petone New Zealand*
- Giggenbach, W., Gonviantini, R., and Panichi, C., 1983, *Geothermal Systems*, "Guidebook on Nuclear Techniques in Hydrology", Technical Reports Series No. 91. International Atomic Energy Agency, Vienna
- Hochstein, M.P. dan P.R.L. Browne, 2000, *Surface Manifestations of Geothermal System with Volcanic Heat Sources*, in *Encyclopedia of Volcanoes*.
- Kooten, V, and Gerald, K., 1987, Geothermal Exploration Using Surface Mercury Geochemistry, *Journal of volcanology and Geothermal Research* , 31, 269-280.
- Mahon K., Ellis, A.J., 1977. *Chemistry and Geothermal System*. Academic Press Inc. Orlando.
- Telford and Sheriff, 1990, *Applied Geophysics*, Cambridge University.
- Wohletz, K., and Heiken, G., 1992, *Volcanology and Geothermal Energy*, The Regents of The University of California., Printed in The United States of America

Tabel L-1 Hasil analisis Mineral Ubaan menggunakan PIMA TSG 4.0

No.	Lokasi	Sampel	Mineral1	Mineral2	Asosiasi Mineral
1	Leles	BD02a	Montmorillonite	NULL	Montmorillonite
2	Leles	BD02b	Montmorillonite	NULL	
3	Leles	BD02c	Montmorillonite	NULL	
4	Leles	BD02d	Montmorillonite	NULL	
5	Leles	BD02e	Montmorillonite	NULL	
6	Leuwilutung	BD04a	Illite	NULL	Illite + Montmorillonite + Halloysite + Palygorskite
7	Leuwilutung	BD04b	Montmorillonite	NULL	
8	Leuwilutung	BD04c	DryVegetation	Halloysite	
9	Leuwilutung	BD04d	Montmorillonite	Illite	
10	Leuwilutung	BD04e	Palygorskite	NULL	
11	Cibungur	Breksi1	Montmorillonite	Gypsum	Montmorillonite + Gypsum + Paragonite
12	Cibungur	Breksi2	Montmorillonite	Gypsum	
13	Cibungur	Breksi3	Montmorillonite	Gypsum	
14	Cibungur	Breksi4	Montmorillonite	NULL	
15	Cibungur	Breksi5	Montmorillonite	NULL	
16	Cibungur	Breksi6	Montmorillonite	Paragonite	







Gambar L-2. Spektrografi mineral ubahan dari beberapa contoh batuan