

**PENYELIDIKAN GEOLOGI DAN GEOKIMIA PANAS BUMI
DAERAH GUNUNG ENDUT
KABUPATEN LEBAK, BANTEN**

Dedi Kusnadi, Yuanno Rezky, Supeno dan Budi Raharja

Kelompok Program Penelitian Panas Bumi

ABSTRAK

Geologi daerah penyelidikan didominasi oleh batuan vulkanik Kuartar produk G. Endut yang menerobos batuan dasar sedimen Tersier. Pada bagian selatan daerah penyelidikan banyak ditempati oleh produk batuan intrusif yang diduga terbentuk sebelum kegiatan vulkanisme G. Endut. Sesar mendatar dan peremajaan normal yang berarah timurlaut – barat daya mengakibatkan munculnya manifestasi deretan mata air panas Cikawah. Aliran fluida yang bersifat asam mengakibatkan terbentuknya batuan ubahan/alterasi diantaranya *silicified brecciated andesite*, sedangkan sesar mendatar berarah barat laut – tenggara diduga sebagai media yang memunculkan manifestasi mata air panas Handeuleum.

Manifestasi panas bumi berupa mata air panas, tersebar pada dua lokasi, yaitu mata air panas Cikawah berada di sekitar 6 km di kaki barat Gunung Endut dengan temperatur 88 °C, pH netral, debit 5 L/detik, bertipe klorida, dan mata air panas Handeuleum disekitar 8 km kaki barat G. Endut dengan temperatur 57 °C, pH netral, tipe bikarbonat, dengan konsentrasi sulfat dan klorida sebanding. Kedua air panas terletak pada *partial equilibrium*, dan konsentrasi Cl, Li, dan B sebanding. Temperatur bawah permukaan sekitar 180°C diestimasi dari geotermometer SiO₂ dan NaK. Peta geokimia memperlihatkan anomali Hg tanah tinggi yang bertepatan dengan anomali CO₂ udara tanah tinggi berada sekitar lokasi mata air panas Cikawah.

1. Pendahuluan

Penyelidikan geologi dan geokimia panas bumi di daerah Gunung Endut dan sekitarnya adalah bagian dari kegiatan penyelidikan panas bumi terpadu. Secara administratif daerah panas bumi Gunung Endut, termasuk ke dalam wilayah Kabupaten Lebak Provinsi Banten, sekitar 40 km di selatan Kota Rangkasbitung (gambar 1). Luas daerah penyelidikan sekitar (13 x 13) km². Posisi geografis UTM antara 9261000–9274000 N dan 639000–652000E.

Metode geologi dalam kegiatan eksplorasi panas bumi, dimaksudkan untuk mengetahui bentuk bentang alam, penyebaran lithologi, struktur geologi, penyebaran batuan ubahan, dan hubungannya dengan sistem panas bumi. Pengambilan contoh untuk petrografi dan analisis PIMA untuk batuan ubahan dilakukan untuk mendapatkan informasi kepanas-bumian.

Metode geokimia, dimaksudkan untuk mengetahui jenis manifestasi, dan karakteristik

kimia dari manifestasi dan perkiraan temperatur bawah permukaan. Distribusi anomali senyawa kimia secara lateral seperti Hg tanah dan CO₂ udara tanah, dilakukan pada kedalaman satu meter dengan jarak antar titik sekitar 500 meter, dan diperapat untuk lokasi dekat manifestasi di daerah penyelidikan.

2. Metode Penyelidikan

Penyelidikan geologi panas bumi bertujuan mengumpulkan data hasil pengamatan dan pengukuran langsung di lapangan terhadap gejala-gejala geologi, seperti geomorfologi: bentang alam, pola aliran sungai dan tahapan geomorfologi; stratigrafi: penyebaran dan hubungan satuan batuan, profil singkapan batuan; struktur geologi; manifestasi dan gejala-gejala panas bumi di permukaan baik yang masih aktif maupun yang memfosil, penelitian geologi ini menghasilkan peta geologi.

Pengambilan contoh batuan dari lava, aliran piroklastik atau jatuhan piroklastik dilakukan

untuk mengetahui tarikh umur absolut dengan metode jejak belah (*fission track*).

Metode geokimia meliputi: pengamatan jenis manifestasi panas bumi (mata air panas, air rembesan, tanah panas), temperatur manifestasi dan udara lokasi, pH, debit, plotting pada peta serta mengambil sampel air, Hg tanah dan CO₂ udara tanah. Di daerah penyelidikan tidak mendapatkan manifestasi hembusan gas, sehingga tidak diperoleh contoh gas.

Analisis kimia di laboratorium dengan metode titrimetri, flamfotometri, spektrofotometri, spektrofometer serapan atom dan mercury analyzer, klasifikasi air panas, serta latar belakang air panas yang erat hubungannya dengan daerah tersebut menggunakan diagram segitiga (Giggenbach, 1988).

Analisis konsentrasi Hg dalam tanah dilakukan menggunakan metode mercury analyzer, untuk mengetahui konsentrasi Hg tanah, dan peta distribusi konsentrasi Hg.

Pengolahan data berupa plotting data pada diagram segi tiga: klasifikasi air panas Cl-SO₄ - HCO₃, kandungan relatif Na/1000-K/100-vMg, Cl/100-Li-B/4, hasil analisis Hg dan CO₂ serta pembuatan peta distribusinya. Pendugaan temperatur bawah permukaan berdasarkan perhitungan geotermometri.

3. Hasil analisis

Berdasarkan bentuk bentang alam, pola aliran sungai, tingkat/stadium erosi, jenis batuan, kemiringan lereng dan struktur geologi daerah penyelidikan dikelompokkan menjadi 4 (empat) satuan morfologi yaitu: satuan Kerucut Kompleks, satuan Kerucut Gunungapi, satuan Perbukitan Bergelombang Lemah dan satuan Pedataran.

Stratigrafi daerah Gunung Endut di susun berdasarkan hubungan relatif antara masing-masing satuan/unit batuan. Penamaannya didasarkan kepada pusat erupsi, mekanisme dan genesa pembentukan batuan.

Hasil penyelidikan lapangan (gambar 2) memperlihatkan batuan di daerah Gunung Endut dikelompokkan menjadi 16 satuan. Urutan dari tua ke muda adalah Satuan Anggota Sedimen Badui (Tmd), Anggota Sedimen Bojongmanik

(Tmb), Intrusi Andesitik (Ta), Batuan Vulkanik Pra-Endut (Tlpe), Breksi lava G. Kendeng (Tbr), Lava G. Pilangranal (Tlr), Diorit (Td), Granodiorit (Tgr), Breksi Lava G. Pilar (Qbp), Lava G. Pilar (Qlp), lava G. Endut-1 (Qle1), Aliran Piroklastik G. Endut (Qae), Lava G. Endut-2 (Qle2), Breksi lava G. Endut (Qbe), Lava G. Endut-3 (Qle3) dan Aluvium (Qal).

Struktur Geologi daerah Gunung Endut dicerminkan oleh bentuk kelurusan bukit (*lineament*), kerucut gunungapi, kelurusan topografi, paset segitiga, gawir sesar, kekar (*joint*), *off-set* batuan, cermin sesar (*slicken-side*), munculan manifestasi panas dan batuan ubahan (*alterasi*).

Batuan ubahan/ alterasi ditemukan di sekitar manifestasi Cikawah terdiri dari *silicified brecciated andesite*, lempung argilik (*argilic clay*) yang kaya mineral opal (*opaline silica*), dan setempat ditemukan chlorite dominan. Batuan ubahan tersebut berwarna abu - abu keputih - putihan, merah dan kekuningan. Warna - warna tersebut umumnya dipengaruhi oleh proses oksidasi, hematisasi dan sulfida yang terkandung di dalam batuan ubahan tersebut. Di daerah Handeuleum umumnya berupa lempung argilik (*argilic clay*), sementara didaerah Citoko dan Cibarani diduga sebagai fosil hidrotermal berupa ubahan argilik.

Manifestasi panas bumi di daerah penyelidikan terdiri dari mata air panas Cikawah 1, Cikawah 2, Handeuleum dan air panas Gajrug. tidak ada hembusan uap panas ataupun hembusan gas.

Diambil 2 sampel mata air panas Cikawah 1 dan Cikawah 2 yang lokasinya berdekatan, satu sampel air panas Handeuleum dan satu sample air panas Gajrug yang terletak di luar lokasi penyelidikan, serta satu sampel mata air dingin Cibunar. Seratus empat belas sampel tanah dan udara tanah pada lintasan A, B, C, D, E, F, dan G serta beberapa titik amat yang dilakukan secara random dibagian utara pada peta daerah penyelidikan.

Air panas di bagian barat kaki G. endut, muncul di tengah daerah penyelidikan, yaitu air panas Cikawah 1 dan Cikawah 2 yang lokasinya berdekatan di desa Sobang, Temperatur air panas 53-88°C, dengan pH netral (7.74-7.98). Debit air 5 L/detik, daya hantar listrik 510-860µS/cm. Di

sebelah barat muncul air panas Handeuleum, Temperatur air panas 57°C, dengan pH netral (7.70). Debit air 3 L/detik, daya hantar listrik 585 μ S/cm. Di sebelah utara di luar lokasi penyelidikan muncul air panas Gajrug, Temperatur air panas 61.5 °C, dengan pH netral (6.74). Debit air 5 L/detik, daya hantar listrik 515 μ S/cm Air dingin Cibunar di desa Cikarang, temperatur hanya 25 °C pada temperatur udara 25 °C . debit air 5 L/detik, tak berwarna dan tak berbau. Daya hantar listrik 40 μ S/cm.

Berdasarkan plotting pada diagram segitiga Cl-SO₄-HCO₃ (gambar 3) Air panas Cikawah 1 termasuk tipe klorida, sedangkan air panas lainnya adalah tipe bikarbonat, dengan konsentrasi Sulfat dan klorida tidak jauh berbeda dengan konsentrasi bikarbonatnya.

Berdasarkan diagram segitiga Na-K-Mg (gambar 4), mata air panas terletak pada *partial equilibrium*.

Berdasarkan diagram segitiga Cl-Li-B (gambar 5), posisi semua mata air panas terletak di tengah-tengah diagram. Penggunaan persamaan geotermometer SiO₂ menghasilkan temperatur 162°C sedangkan dari persamaan geotermometer NaK diperoleh 181°C.

Temperatur tanah bervariasi dengan nilai terendah 24.3°C (C500) sampai tertinggi 36.6°C (kode sampel TAC). Distribusi temperatur nilai lebih dari 28 °C terletak di sekitar lokasi air panas Cikawah memanjang kearah timur laut pada daerah penyelidikan. Nilai *background* temperatur diperoleh 28.35 °C.

pH tanah didominasi oleh nilai kurang dari 6, dengan nilai terendah 2.90 (CD2) sampai tertinggi 6.92 (E5500). Distribusi pH nilai terendah kurang dari 5.0 (agak asam) mengarah ke lokasi mata air panas Cikawah memanjang kearah timur . Nilai *Background* pH diperoleh 6.07.

Konsentrasi Hg tanah setelah dikoreksi dengan konsentrasi H₂O⁻, diperoleh distribusi seperti pada gambar 6. Konsentrasi terendah 7 ppb (E1500) sampai dengan konsentrasi tertinggi 395 ppb (TAC). Nilai *background* diperoleh 149 ppb. Nilai Hg yang cukup signifikan diindikasikan oleh nilai yang lebih dari 150 ppb, terletak di sekitar lokasi manifestasi Cikawah.

Konsentrasi CO₂ tanah terendah 0.13 % (E0) sampai konsentrasi tertinggi 1.73 % (E5000).

Nilai *background* diperoleh 1.26 %. Nilai CO₂ yang tinggi, lebih dari 1.5 %, terletak disekitar air panas Cikawah yang memanjang kearah timur laut daerah penyelidikan.

4. Pembahasan

Berdasarkan cerminan struktur geologi dan *citra landsat*, maka struktur geologi daerah Gunung Endut terdiri dari:

Sesar normal, berarah baratbaratlaut – timurtenggara (N 280-300°E) yang membentuk pemunculan daerah intrusi dan vulkanik Gunung Endut.

Sesar mendatar dan peremajaan normal, berarah timurlaut – barat daya (N 15-25° E) yang memotong formasi hingga ke batuan dasar (*basement*) dan pada peremajaannya mengakibatkan munculnya manifestasi deretan mata air panas Cikawah. dan struktur dinding kawah Gunung Endut. Aliran fluida yang bersifat asam Batuan ubahan/alterasi terdiri dari *silicified brecciated andesite* Sesar mendatar dan peremajaan normal, berarah timurtimurlaut – baratbarat daya (N 60-80° E) yang memotong formasi hingga ke batuan dasar (*basement*) dan pada peremajaannya mengakibatkan *sealing* pada manifestai deretan mata air panas Cikawah.

Kelurusan berarah hampir utara - selatan (N 350-10° E) yang memotong struktur yang terbentuk sebelumnya

Sesar mendatar berarah baratlaut – tenggara (N 320-340° E) yang memotong batuan dan struktur yang terbentuk sebelumnya. Struktur Ini diduga sebagai media yang memunculkan manifestasi mata air panas Handeuleum.

Mata air panas Cikawah bertemperatur tinggi (88°C), pH netral (7.98), debit air cukup tinggi (5 L/detik), daya hantar listrik 860 μ S/cm. Merupakan produk kontak antara fluida asam yang berhubungan dengan sistem panas bumi dengan batuan sedimen, yang sehingga terjadi netralisasi membentuk mata air panas Cikawah bersifat netral. Kontak fluida dengan batuan sedimen pada temperatur cukup tinggi tersebut diindikasikan oleh tingginya konsentrasi Boron (8.97 mg/L), Sedangkan konsentrasi lainnya rendah seperti klorida, sulfat, dan bikarbonat berturut-turut: 115, 95 dan 90 mg/L). Indikasi pembentukan air panas berhubungan dengan sistem panas bumi, didukung oleh konsentrasi SiO₂ yang cukup tinggi (150 mg/L). Aliran fluida

panas tersebut, yang tercampur dengan besarnya air permukaan menyebabkan terjadinya batuan ubahan di sekitar air panas pada temperatur dingin, yang didukung oleh rendahnya pH tanah dan batuan ubahan yang tersilisifikasi. dalam air panas Sedangkan Di sebelah barat muncul air panas Handeuleum, Temperatur air panas 57°C, dengan pH netral (7.70). Debit air 3 L/detik, daya hantar listrik 585µS/cm. Di sebelah utara di luar lokasi penyelidikan muncul air panas Gajrug, Temperatur air panas 61.5 °C, dengan pH netral (6.74). Debit air 5 L/detik, daya hantar listrik 515µS/cm Air dingin Cibunar di desa Cikarang, temperatur hanya 25 °C pada temperatur udara 25 °C . debit air 5 L/detik, tak berwarna dan tak berbau. Daya hantar listrik 40 µS/cm.

Tipe air panas klorida dari air panas Cikawah disebabkan oleh lebih tingginya konsentrasi Cl dalam air panas pada temperatur tinggi yang memungkinkan berhubungan dengan *deep water*. Sedangkan air panas Handeuleum dan Gajrug termasuk tipe bikarbonat, karena temperatur air panas tidak terlalu tinggi (sekitar 60°C), namun konsentrasi Sulfat dan klorida tidak jauh berbeda dengan konsentrasi bikarbonatnya.

Posisi air panas terletak pada *partial equilibrium*, adalah sebagai indikasi telah terjadinya interaksi fluida panas dengan batuan tersebut sebelum terbentuknya mata air panas di permukaan, didukung oleh posisi pada keseimbangan konsentrasi diagram Cl-Li-B. Kemungkinan telah terjadinya interaksi fluida panas dengan batuan tersebut, mendukung untuk aplikasi persamaan geotermometri air yang mengacu kepada Fournier, 1981 dan Giggenbach, 1988 yaitu geotermometer SiO₂ (162°C) temperatur minimum, dimana konsentrasi SiO₂ pada manifestasi merupakan produk dari SiO₂ pada reservoir. Fluida panas yang mengalir ke permukaan akan mengalami pelepasan panas dan penurunan temperatur, sehingga sebagian konsentrasi SiO₂ akan terendapkan sedangkan SiO₂ yang tetap terlarut dalam air panas akan terencerkan dan mengalami penurunan konsentrasi, dan temperatur yang diperoleh dari persamaan geotermometer tersebut akan lebih kecil dari yang sebenarnya. Dari geotermometer NaK (180°C) temperatur maksimum, temperatur bawah permukaan di daerah penyelidikan adalah 180 °C, yang diambil dari nilai 162-181°C.

Temperatur tanah bervariasi dengan nilai terendah 24.3°C (C500) sampai tertinggi 36.6°C (kode sampel TAC). Distribusi temperatur nilai lebih dari 28 °C terletak di sekitar lokasi air panas Cikawah memanjang ke arah timur laut pada daerah penyelidikan. Nilai *background* temperatur diperoleh 28.35 °C.

pH tanah didominasi oleh nilai kurang dari 6, dengan nilai terendah 2.90 (CD2) sampai tertinggi 6.92 (E5500). Distribusi pH nilai terendah kurang dari 5.0 (agak asam) mengarah ke lokasi mata air panas Cikawah memanjang ke arah timur . Nilai *Background* pH diperoleh 6.07.

Konsentrasi Hg tanah setelah dikoreksi dengan konsentrasi H₂O⁻, diperoleh distribusi seperti pada gambar 6. Konsentrasi terendah 7 ppb (E1500) sampai dengan konsentrasi tertinggi 395 ppb (TAC). Nilai *background* diperoleh 149 ppb. Nilai Hg yang cukup signifikan diindikasikan oleh nilai yang lebih dari 150 ppb, terletak di sekitar lokasi manifestasi Cikawah.

Konsentrasi CO₂ tanah terendah 0.13 % (E0) sampai konsentrasi tertinggi 1.73 % (E5000). Nilai *background* diperoleh 1.26 %. Nilai CO₂ yang tinggi, lebih dari 1.5 %, terletak disekitar air panas Cikawah yang memanjang ke arah timur laut daerah penyelidikan.

5. Simpulan

Daerah panas bumi Gunung Endut terdiri dari 4 (empat) satuan morfologi yaitu: satuan Kerucut Kompleks, satuan Kerucut Gunungapi, satuan Perbukitan Bergelombang Lemah dan satuan Pedataran.

Stratigrafi daerah Gunung Endut dikelompokkan menjadi 16 satuan. Urutan dari tua ke muda adalah Satuan Anggota Sedimen Badui (Tmd), Anggota Sedimen Bojongmanik (Tmb), Intrusi Andesitik (Ta), Batuan Vulkanik Pra-Endut (Tlpe), Breksi lava G. Kendeng (Tbr), Lava G. Pilangranal (Tlr), Diorit (Td), Granodiorit (Tgr), Breksi Lava G. Pilar (Qbp), Lava G. Pilar (Qlp), lava G. Endut-1 (Qle1), Aliran Piroklastik G. Endut (Qae), Lava G. Endut-2 (Qle2), Breksi lava G. Endut (Qbe), Lava G. Endut-3 (Qle3) dan Aluvium (Qal).

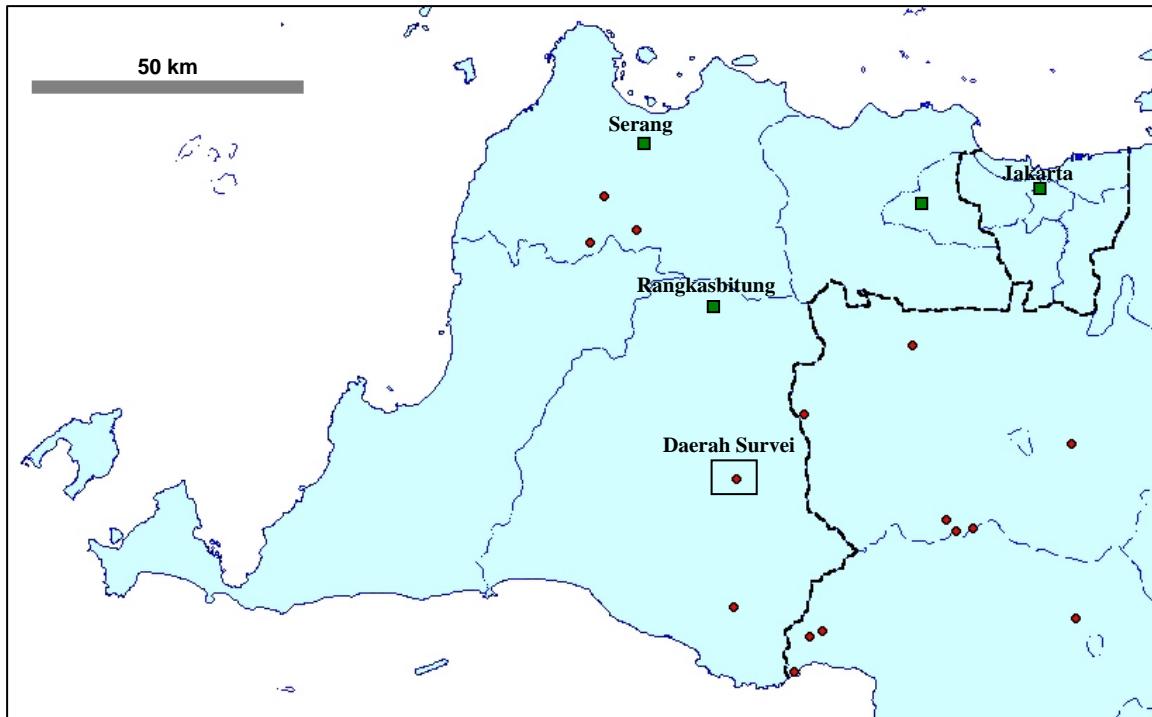
Struktur Geologi yang mendukung terbentuknya manifestasi panas bumi berupa air panas Cikawah dan adanya batuan ubahan tersilisifikasi adalah, sesar mendatar dan peremajaan normal, berarah timurlaut – barat daya (N 15-25° E).

Manifestasi panas bumi berupa air panas Cikawah bertemperatur paling tinggi (88 °C), debit air panas 5 L/detik, pH netral, tipe klorida, pada *partial equilibrium*, dan di tengah-tengah keseimbangan Cl-Li-B. Sebagai indikasi bahwa air panas muncul berhubungan dengan aliran fluida dari bawah yang telah berinteraksi dengan batuan yang dilaluinya, dengan temperatur reservoir sekitar 180 °C, berdasarkan geotermometer Silika dan NaK.

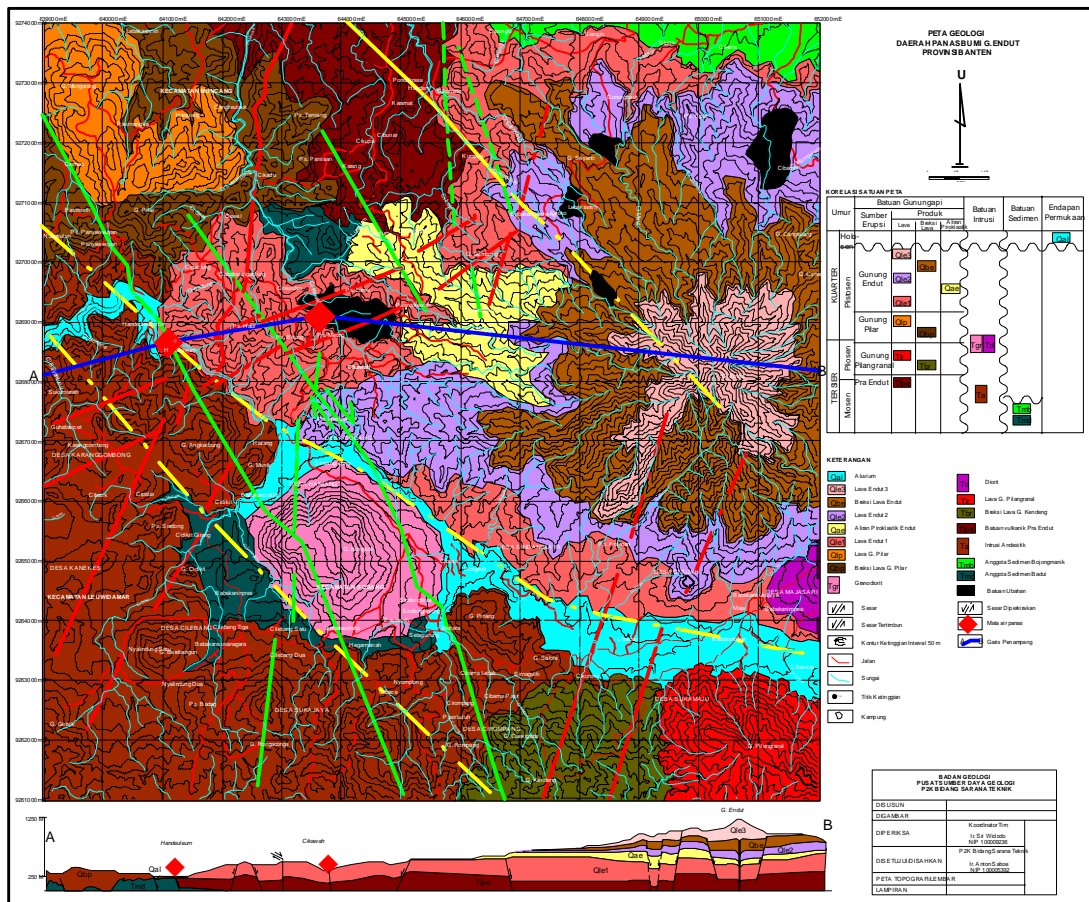
Distribusi konsentrasi anomali tinggi pada tanah yang ditunjukkan oleh konsentrasi Hg dan CO₂ diperkirakan berhubungan dengan sistem panas bumi di daerah penyelidikan, ditunjukkan oleh konsentrasi Hg lebih dari 150 ppb dan CO₂ lebih dari 1.5 %, terletak di sekitar manifestasi air panas Cikawah yang memanjang ke arah timur laut.

DAFTAR PUSTAKA

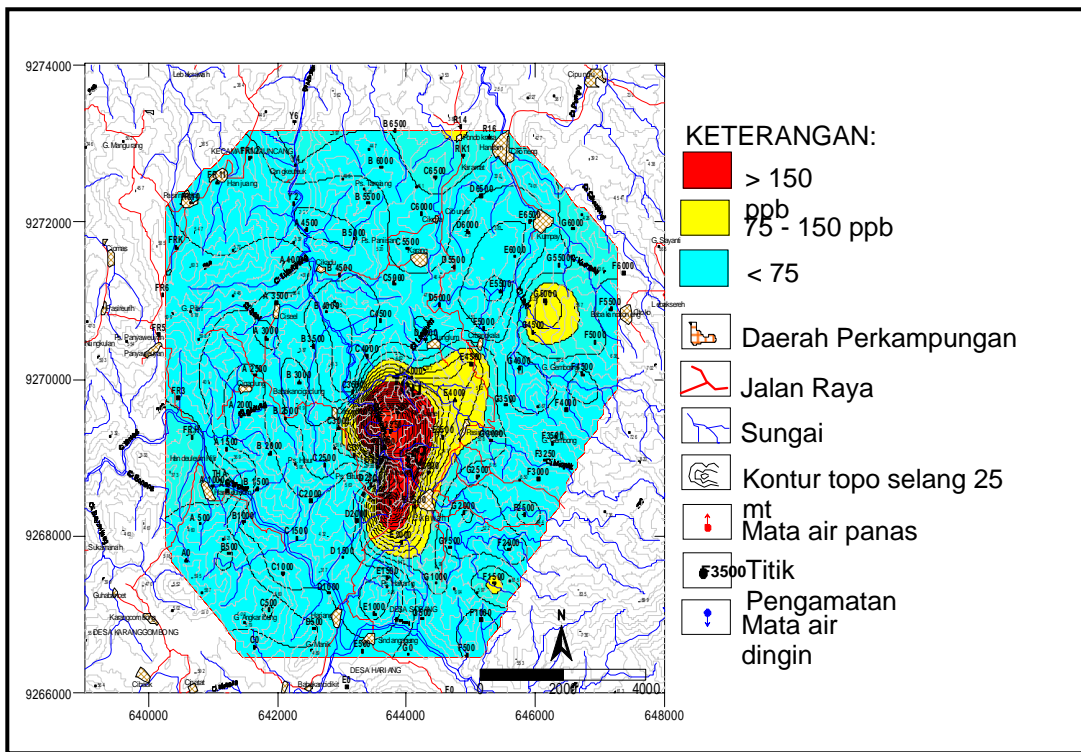
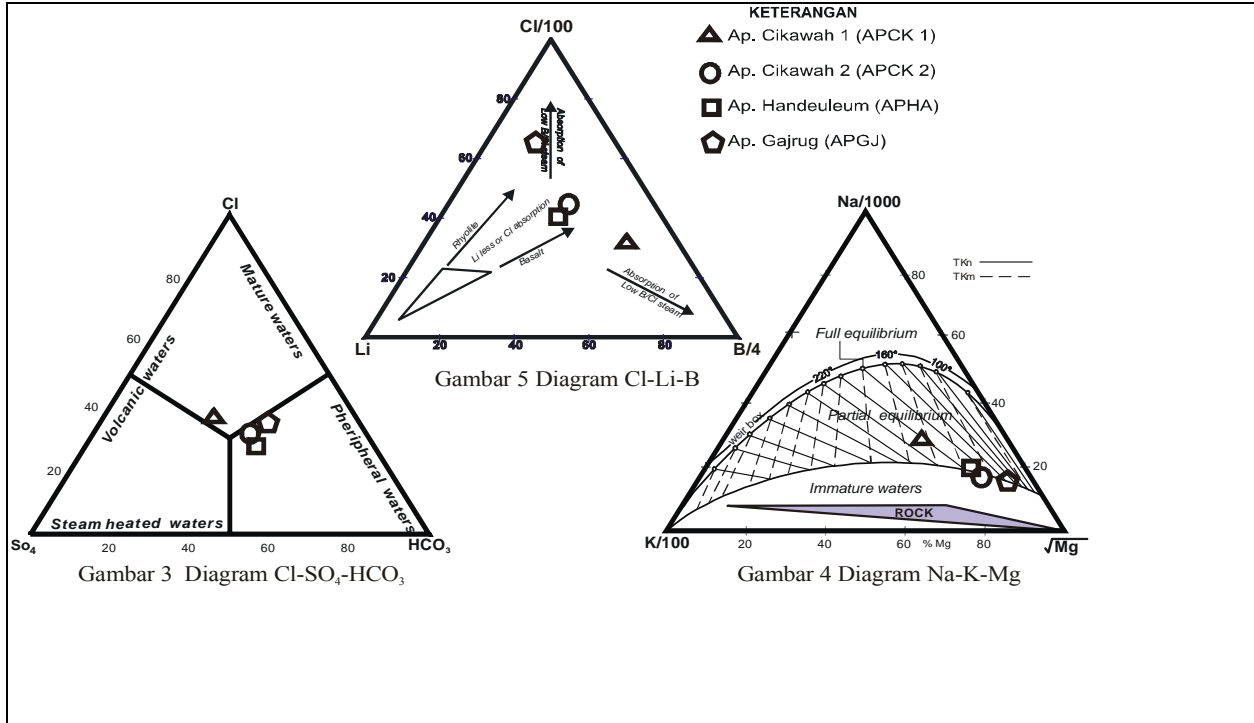
- Bemmelen, van R.W., 1949. *The Geology of Indonesia*. Vol. I A. *General Geology Of Indonesia And Adjacent Archipelagoes*. Government Printing Office. The Hague. Netherlands.
- Fournier, R.O., 1981, Application of Water Geochemistry Geothermal Exploration and Reservoir Engineering, "Geothermal System: Principles and case Histories". John Willey & Sons, New York.
- Giggenbach, W.F., and Goguel, 1988, Methods for the collection and analysis of geothermal and volcanic water and gas samples, *Petone New Zealand*
- Kooten, V., and Gerald, K., 1987, Geothermal Exploration Using Surface Mercury Geochemistry, *Journal of volcanology and Geothermal Research*, 31, 269-280.
- Prasetyo, 1979 "Geologi daerah Cikadondong dan sekitarnya, Kab. Lebak, Jawa Barat".
- Saefudin, I., 1987. "Komplek Batuan Busur Vulkanik Daerah Cihara, Kabupaten Lebak, Jawa Barat"
- Wohletz, K., and Heiken, G., 1992, *Volcanology and Geothermal Energy*, The Regents of The University of California., Printed in The United States of America



Gambar 1 Peta Lokasi Penyelidikan daerah Panas bumi G. Endut, Banten



Gambar 2. Peta Geologi G. Endut dan sekitarnya, Kabupaten Lebak, Banten



Gambar 6 Peta Distribusi Konsentrasi Hg tanah, Daerah Panas Bumi G. Endut