

GEOLOGI DAN STUDI ALTERASI HIDROTERMAL LAPANGAN PANASBUMI DARAJAT, DESA MEKARJAYA, KECAMATAN CISURUPAN, KABUPATEN GARUT, JAWA BARAT

Joandry Sandy, Agus Harjanto, Bambang Prastistho
Program Studi Teknik Geologi Fakultas Teknologi Mineral UPN “Veteran” Yogyakarta
JL. SWK 104 (Lingkar Utara) Condongcatur, Yogyakarta 55283
Telp. (0274) 486403, 486733 ; Fax. (0274) 487816 ; Email: geoupn@indosat.net.id

Sari - Lokasi penelitian termasuk ke dalam kawasan ijin usaha Chevron Geothermal Indonesia, Ltd, yang terletak di Kabupaten Garut, Provinsi Jawa Barat. Secara geografis, dengan menggunakan sistem *Universal Transverse Mercator* (UTM) Zona 48 S, daerah penelitian berada pada koordinat X 799.900-803.200 *meter East* (mE) dan Y 9.198.000-9.201.000 *meter North* (mN) berdasarkan peta Rupa Bumi Indonesia (RBI). Secara geomorfologi, daerah penelitian dibagi menjadi satu bentuk asal, yaitu bentuk asal vulkanik, dan dibagi lagi menjadi beberapa bentuk lahan, yaitu lereng vulkanik tengah (V1), lereng vulkanik bawah (V2), lapangan fumarol (V3), dan kawah vulkanik eksplosif (V4). Pola pengaliran yang berkembang pada daerah penelitian yaitu radial sentrifugal. Stratigrafi daerah penelitian dibagi menjadi enam satuan berumur Plistosen-Holosen, dengan urutan stratigrafi dari tua ke muda yaitu, litodem basalt Guha, litodem breksi-vulkanik Kendang, litodem basalt Cawene, litodem andesit-piroksen Mariuk, satuan tuf Kiamis, dan satuan endapan alluvial. Penamaan berdasarkan pada pembagian satuan stratigrafi untuk gunung api, berdasarkan Sandi Stratigrafi Indonesia. Struktur yang berkembang pada daerah penelitian adalah sesar mendatar mengiri (*Normal Left Slip Fault*) berarah Barat Daya-Timur Laut, dan kekar primer berupa kekar melembar (*sheeting joint*). Dari hasil analisis petrografi, tes *methylene blue*, dan pengamatan di lapangan didapatkan zona alterasi pada daerah penelitian yaitu Zona propilitik dan Zona argilik. Potensi geologi positif di daerah penelitian adalah sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Panasbumi, sebagai lahan perkebunan, dan mataair. Sedangkan potensi negatif daerah penelitian berupa daerah rawan longsor, berupa gempa bumi yang dapat memicu terjadinya letusan *freatic*, dan gas berbahaya seperti H₂S.

Kata – kata kunci : Geomorfologi, Stratigrafi, Struktur, Zona alterasi

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kegiatan Pemetaan yang penulis lakukan ini diharapkan dapat menjadi sarana mempraktekkan teori-teori maupun ilmu-ilmu berbasis geologi yang telah didapatkan dari semester awal hingga sekarang ini agar dapat menjadi *geologist* yang handal baik teori maupun prakteknya. Dalam Pemetaan Geologi ini penulis diharapkan dapat mengembangkan keilmuannya, sehingga dapat menerangkan atau menafsirkan lebih detail macam-macam batuan hasil erupsi, penyebaran batuan yang kemungkinan berasal dari beberapa pusat erupsi yang berbeda, morfologi, stratigrafi, struktur geologi, dan proses-proses geologi yang berkembang hingga saat ini. Penulis berusaha menjawab berbagai persoalan tersebut dengan menggunakan beberapa metode pendekatan berupa penelitian lapangan dengan peta lintasan, peta geomorfologi, dari data foto udara, dan penelitian laboratorium meliputi analisa petrografi dan analisa *Methalyn Blue*, analisa struktur, serta melakukan analisis serta sintesis dengan menggunakan model-model dan teori-teori dari para ahli geologi yang sesuai dengan daerah telitian. Penulis akan membahas alterasi hidrothermal sebagai studi khusus karena alterasi hidrothermal merupakan salah satu penciri manifestasi yang ada di permukaan dari suatu sistem panasbumi, disamping terdapatnya manifestasi-manifestasi lain seperti fumarol, solfatara, kolam lumpur, mata air panas, dan mata air mendidih.

Maksud dan Tujuan

Penelitian di Lapangan Panasbumi Darajat ini dilakukan dengan maksud dan tujuan untuk menyajikan hasil penelitian geologi dan alterasi, geomorfologi, serta manifestasi yang ada di Lapangan Panasbumi Darajat. Dan juga sebagai wujud kerjasama yang saling menguntungkan antara pihak penulis dengan PT. Chevron Pasific Indonesia selaku sponsor utama dalam menyediakan lapangan dalam melakukan Tugas Akhir ini. Sedangkan hasil penelitian ini untuk memenuhi salah satu kurikulum yang ada di Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta dalam menempuh ujian keserjanaan

Lokasi dan Aksesibilitas Daerah Penelitian

Lapangan Panasbumi Darajat terletak di bagian Timur Gunung Kendang dan merupakan bagian dari rangkaian pegunungan berumur Kuartar sepanjang 25 km, dimulai dari Gunung Papandayan di sebelah Baratdaya sampai Gunung Guntur di sebelah Timurlaut. Lapangan Panasbumi ini berada di Desa Padaawas, Kecamatan Samarang, Kabupaten Garut, Jawa Barat. Lapangan panas bumi Darajat, berlokasi sekitar 40 km sebelah tenggara kota Bandung, ibukota provinsi dan 150 km sebelah tenggara Jakarta, dan kurang lebih 22 km dari kota Garut ke arah Baratdaya. Data lokasi singkapan diambil dengan menggunakan alat GPS (*Global Positioning System*) jenis Garmin. Berdasarkan spheroid *bessel 1841* dengan menggunakan proyeksi UTM (*Universal Transversal Mercator*) zona 48⁰ daerah telitian terletak

pada koordinat X 799.900-803.200 *meter East* (mE) dan Y 9.198.000-9.201.000 *meter North* (mN). Daerah telitian termasuk dalam lembar peta 347/VII- (1,2,3,4,5,6) berskala 1 : 5.000. Luas daerah telitian adalah 9 km² meliputi sisi 3 km x 3 km, sebelah utara dibatasi oleh Gunung Cawene dan Sungai Cibeureum, sebelah timur oleh Sungai Cipandai, Sungai Cigaransing, dan Sungai Cigununggaul, sebelah barat oleh Gunung Batukareta, dan sebelah selatan oleh lereng Gunung Mariuk.

Hasil Penelitian

Hasil penelitian/keluaran yang ada berupa peta lintasan (Gambar 1), peta pola pengaliran (Gambar 2), peta geomorfologi (Gambar 3), peta geologi (Gambar 4), peta penyebaran alterasi (Gambar 5), peta penyebaran manifestasi (gambar 6), peta citra foto udara (Gambar 7), serta laporan akhir (Skripsi).

METODE

Metode yang digunakan dalam melakukan suatu penelitian ini dengan melakukan studi pustaka, pengumpulan data, analisis data, dan sintesis data.

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Untuk menentukan zona alterasi pada daerah penelitian, maka dilakukan analisa petrografi, *Methylene Blue*, serta bukti-bukti yang ada di lapangan.

Geomorfologi Daerah Penelitian

Geomorfologi di daerah telitian sangat dipengaruhi oleh proses geomorfologi baik secara eksogen maupun endogen. Proses eksogen berupa pelapukan dan erosi diakibatkan oleh kontak langsung batuan dengan panas matahari serta angin dan hujan. Dan proses endogen yang diakibatkan karena aktifitas vulkanisme yang masih berlangsung hingga saat ini, seperti kawah yang masih aktif dan gempa-gempa mikro yang masih sering tercatat. Berdasarkan aspek-aspek geomorfologi yang disebutkan oleh Van Zuidam (1983), maka bentuklahan yang terdapat di daerah penelitian dapat dibagi menjadi 1 bentukasal, yaitu bentukasal vulkanik, dan 4 bentuklahan (Gambar 8), yaitu Lereng Vulkanik Tengah (V1), Lereng Vulkanik Bawah (V2), Lapangan Fumarol (V3), dan Kawah Vulkanik Eksplosif (V4). Pola pengaliran di daerah penelitian termasuk ke dalam pola radial sentrifugal yaitu bentuk aliran yang memancar dari suatu titik pusat/puncak yang menyebar ke arah lereng dan berasosiasi dengan tubuh gunung-api atau kubah stadia muda. Sedangkan untuk genesanya, sungai-sungai di daerah telitian merupakan Sungai Konsekuen, karena arah alirannya searah dengan kemiringan awal daerahnya yang kebetulan berupa daerah vulkanik.

Stratigrafi Daerah Penelitian

Penyusunan stratigrafi daerah telitian didasarkan pada kesamaan ciri litologi yang ada di daerah telitian. Dimana daerah penelitian merupakan daerah vulkanik, maka penulis mengacu pada pembagian satuan stratigrafi untuk gunung-api, berdasarkan Sandi Stratigrafi Indonesia. Dalam Sandi Stratigrafi Indonesia, 1996, Bab III, Pasal 29, ayat 1, bahwa tingkatan satuan stratigrafi gunungapi masing-masing dari yang terkecil sampai yang terbesar adalah : Gumuk, Khuluk, Bregada, Manggala, dan Busur.

Penamaan satuan batuan mengikuti tata nama satuan litostatigrafi tidak resmi menurut Sandi Stratigrafi Indonesia (SSI, 1996), dengan urutan dari tua sampai muda (Gambar 9), sebagai berikut:

- Litodem basalt Guha (Gb)
- Satuan breksi-vulkanik Kendang (Kbv)
- Litodem basalt Cawene (Cb)
- Litodem andesit-piroksen Mariuk (Ma)
- Satuan endapan Alluvial

Litodem basalt Guha

Litodem basalt Guha ini tersusun atas litologi batuan beku Basa Vulkanik, yaitu *Vitrophyre Basalt* (Klasifikasi Williams, 1982), merupakan satuan tertua dalam stratigrafi di daerah penelitian, secara megaskopis berwarna abu-abu gelap, dengan komposisi tersusun oleh plagioklas, olivin, dan piroksen, dengan tekstur; DK : hipokristalin dan DG : Afanirik (Foto 1). Berdasarkan pengamatan petrografi, yang diambil dari Lp 36 mempunyai tekstur *Vitrophyre* (fenokris yang tertanam, dalam masa dasar gelas), berwarna abu-abu kecoklatan, dengan komposisi mineral terdiri dari plagioklas, piroksen, klorit, dan mineral opak. Litodem basalt Guha ini tersingkap pada bagian Barat Laut Gunung Cawene, dengan luas daerah penelitian sekitar 8% dari luas keseluruhan daerah penelitian. Lokasi singkapan basalt Guha ini dapat dijumpai di hulu sungai Cibeureum, sekitar Titik Pemantau Air Permukaan, berada di wilayah Desa Karyamekar, sepanjang lereng Gunung Guha menuju Gunung Cawene. Dengan mengetahui bahwa adanya *sheeting joint* di litodem basalt Guha ini, maka mengidentifikasi basalt Guha ini merupakan produk aliran lava, sehingga mengacu kepada identifikasi fasies gunungapi berdasarkan struktur geologi, lingkungan pengendapan litodem basalt Guha ini adalah proksimal (*Bogie & Mackenzie* 1998, dalam Sutikno Bronto 2006).



Foto 1. Lokasi Singkapan Basalt berkekar di sekitar air terjun, Lp 37, arah kamera N132°E

Satuan breksi-vulkanik Kendang

Satuan breksi-vulkanik Kendang ini didominasi oleh breksi vulkanik monomik (Foto 2) berfragmen basalt, dengan fragmen berbentuk menyudut, matrik lempung yang merupakan pelapukan atau ubahan dari tuf dengan sortasi buruk, dan semen silika. Berdasarkan hasil analisis petrografi (Lp 21, Lp34, dan Lp 55) pada fragmen breksi, fragmen tersebut berupa basalt yang kemungkinan berasal dari litodem basalt Kendang.

Satuan ini tersingkap di lereng vulkanik tengah Gunung Kendang, sebelah barat Gunung Batukareta, dengan luasan sekitar 30% dari luas keseluruhan daerah penelitian. Lokasi dari satuan breksi vulkanik ini terdapat di Desa Karyamekar, di sepanjang hulu Sungai Cipandai dan Cigagak. Merupakan daerah Cagar Alam (*Nature Reserve*) dan sebagian kecil sudah menjadi perkebunan warga.

Satuan breksi-vulkanik Kendang ini mempunyai ciri-ciri breksi vulkanik monomik dengan fragmen berukuran Bongkah (>256mm) sampai Kerakal (64-256 mm), yang artinya satuan ini diendapkan tidak terlalu jauh dari sumbernya. Mengacu kepada identifikasi fasies gunungapi berdasarkan satuan batuan dan terendapkan dekat dengan lokasi sumber atau fasies pusat, lingkungan pengendapan Satuan breksi-vulkanik Kendang ini adalah proksimal (*Bogie & Mackenzie* 1998, dalam Sutikno Bronto 2006).



Foto 2. (A) Adanya mata air di Lp 22, arah kamera N 128°E, (B) dan (C) Foto singkapan Breksi Vulkanik di Lp 56, dengan arah kamera N 289°E.

Litodem basalt Cawene

Litodem basalt Cawene ini didominasi oleh litologi basalt, yang secara megaskopis berwarna hitam gelap, DK : hipokristalin dan DG : afanirik, dengan komposisi mineral plagioklas, olivin, dan piroksen (Foto 3). Dan secara petrografi, yang diambil dari Lp 25, Lp 29, dan Lp 48, Litodem basalt Cawene ini memiliki tekstur *vitrophyre* (Fenokris yang tertanam dalam masa gelas), termasuk dalam batuan beku vulkanik basa, berwarna keabu-abuan, dengan komposisi mineral terdiri dari plagioklas, piroksen, olivin, mineral opak, dan hadir mineral sekunder yaitu klorit, sehingga, berdasarkan klasifikasi Williams, 1982, didapatkan nama batuan *Vitrophyre Basalt*. Litodem basalt Cawene tersebar di sepanjang Sungai Cigununggaul dan Sungai Cigaransing, memiliki luas kurang lebih 19% dari luas keseluruhan daerah penelitian.

Lokasi singkapan litodem ini terletak di sebelah timur-tenggara Gunung Cawene, di sepanjang hulu sungai Cigununggaul dan Sungai Cigaransing. Terletak di Desa Sarimukti, Kecamatan Cisarupan. Litodem basalt Cawene ini, dilihat dari petrografi, termasuk kedalam batuan beku Vulkanik (lava), sehingga pembagian fasies gunung-api menjadi fasies Proximal, berdasarkan batuan penyusunnya (Bogie & Mackenzie, 1998).



Foto 3. Foto Parameter dan (B) Foto Singkapan Basalt Cawene di Lp 26, dengan arah kamera N 86°E.

Litodem andesit-piroksen Mariuk

Litodem andesit-piroksen Mariuk tersusun dari litologi batuan beku intermediet, yaitu andesit piroksen berkekar melembar. Pengamatan di lapangan secara megaskopis mempunyai ciri-ciri berwarna abu-abu, dengan tekstur ; DK : hipokristalin dan DG : afanirik (Foto 4). Penulis juga melakukan analisa petrografi yang diambil dari beberapa lokasi, seperti Lp 6 dan Lp 12, dengan hasil analisa ; tekstur : aliran (*pilotaxitic*), bentuk kristal subhedral-anhedral, berwarna abu-abu kehijauan, dengan komposisi mineral plagioklas, piroksen, mineral opak, dan klorit. Sehingga, menurut klasifikasi Williams, 1982, didapatkan nama batuan Pilotaxitic Pyroxene Andesite.

Litodem andesit-piroksen Mariuk ini memiliki luas kurang lebih 24% dari luas keseluruhan daerah penelitian. Berada di sekitar pompa air Cipandai, tenggara-selatan dari Gunung Cawene. Lokasi Singkapan Litodem andesit-piroksen Mariuk ini tersebar disepanjang tubuh sungai utama Cipandai. Berada di Desa Sarimukti, Kecamatan Cisarupan. Litodem andesit-piroksen Mariuk ini mempunyai ciri-ciri struktur melembar di beberapa lokasi, seperti Lp 2 dan Lp 12. Penulis melakukan pengukuran kedudukan kekar tersebut dan mendapatkan kedudukan yang relatif kecil. Kekar melembar mencirikan endapan lava, sehingga dari kekar tersebut, ditambah litologi Andesit Piroksen dengan tekstur khusus aliran (*pilotaxitic*), maka mengacu kepada identifikasi fasies gunungapi, pengendapan Litodem andesit-piroksen Mariuk ini termasuk kedalam fasies Proximal (Bogie & Mackenzie, 1998).



Foto 4. (A) Foto Kekar melembar di Lp 2, dengan arah kamera N274°E. (B) Foto Parameter Andesit Piroksen di Lp 5, dengan arah kamera N 35°E.

Satuan tuf Kiamis

Satuan tuf Kiamis ini mempunyai ciri kenampakan di lapangan secara megaskopis yaitu berwarna putih, terkadang putih kebiruan, putih kemerahan, dan putih kecoklatan. Mempunyai ukuran butir >0,02 mm, berstruktur masif, dengan kandungan mineral feldspar, mineral opak, piroksen, dan lithic. Di beberapa lokasi menunjukkan singkapan tuf yang telah teralterasi dengan kenampakan di lapangan sangat lunak, berdasarkan pengamatan megaskopis di lapangan

mineral tersebut berupa kaolinit, yaitu jenis mineral lempung *non swelling*, yaitu sebagai penciri mineral alterasi pada kondisi asam di atas permukaan (Foto 5). Penulis juga menguji beberapa sampel dengan metode *Methylene Bluedi* beberapa lokasi, seperti di Lp 29, Lp 37, Lp 39, Lp 46, Lp 48, dan Lp 51. Dari hasil *Methylene Blue* menunjukkan kandungan mineral ubahan lempung *smectite* sangat tinggi pada beberapa lokasi pengamatan. Secara petrografis, menurut klasifikasi Williams, 1982, penulis menemukan 2 litologi tuf, yaitu *Lithic Tuff* yang diambil dari Lp 38 dan *Vitric Tuff* yang diambil dari Lp 47, dengan komposisi mineral terdiri dari feldspar, piroksen, lithic, mineral opak, dan debu.

Penyebaran Satuan tuf Kiamis ini tersebar di sekitar Gunung Cawene, dengan luas sekitar 15% dari luas keseluruhan daerah penelitian. Terletak di sepanjang utara peta daerah penelitian. Satuan tuf Kiamis ini tersingkap di Kawah Manuk dan Kawah Darajat, yang berasosiasi dengan daerah manifestasi. Berada di sekitar Gunung Cawene, Desa Karyamekar. Satuan tuf Kiamis ini terdiri dari litologi tuf masif, menurut klasifikasi *Bogie & Mackenzie* 1998, dalam Sutikno Bronto 2006, yang menjelaskan pembagian fasies gunungapi berdasarkan stratigrafi batuan vulkanik, maka satuan tuf Kiamis ini termasuk kedalam fasies medial. Pada Fasies medial, karena sudah lebih menjauhi lokasi sumber, aliran lava dan aglomerat sudah berkurang, bahkan tidak ditemukan, akan tetapi produk-produk piroklastik, seperti tuf, sangat dominan.



Foto 5. Kenampakan Singkapan Tuf teralterasi di Lp 38, dengan arah kamera N 87°E

Satuan endapan Alluvial

Satuan endapan alluvial ini mempunyai kenampakan secara megaskopis di lapangan berwarna coklat kemerahan, endapan alluvial ini merupakan hasil dari proses erosi dari sungai di sekitarnya, juga karena tingkat pelapukan yang tinggi di daerah penelitian, sehingga menunjukkan bahwa proses eksogen masih berjalan hingga saat ini. Satuan endapan alluvial ini (Foto 6) menempati luas kurang lebih 4% dari luas keseluruhan daerah penelitian.

Penyebaran satuan endapan alluvial ini terletak pada bagian lembah yang berbentuk V yang dilewati aliran sungai, terutama di sepanjang sungai utama, sebagai media pembawa endapannya.



Foto 6. Kenampakan endapan alluvial di sekitar Sungai Cipandai, dengan arah kamera N 197°E

MANIFESTASI DAERAH PENELITIAN

Mata Air Panas (*Hot Spring*)

Mata air panas merupakan aktifitas panasbumi yang paling umum dijumpai. Mata air panas berlokasi dimana air datang dari sebuah sistem geotermal yang mencapai permukaan, sehingga dengan menghitung / mengukur suhunya dapat diperkirakan besaran keluaran energi panas (*thermal energy output*) dari reservoir di bawah permukaan. Mata air panas di daerah penelitian ditemukan pada Lokasi Pengamatan (Lp) 39.

Mata Air Panas Yang Mendidih (*Boiling Pool*)

Boiling Pool layaknya seperti *Hot Spring*, akan tetapi mempunyai titik didih yang lebih tinggi, disertai dengan semburan dan letupan kecil yang disebabkan karena adanya *non.condensable gas* seperti CO₂.

Fumarol

Fumarol merupakan hembusan uap air (H₂O) melalui lubang atau celah, terkadang bisa *dry steam* maupun *wet steam*. Di daerah penelitian, karena merupakan sistem dominasi uap, maka dapat memancarkan uap panas basah (*wet steam*) juga uap panas kering (*wet steam*), memancarkan uap bertemperatur tinggi, yaitu sekitar 100°C - 150°C. Fumarol di temukan pada Lokasi Pengamatan (Lp) 16, 43, 52, dan 54.

Solfatara

Solfatara hampir sama dengan fumarol, akan tetapi yang menjadi pembeda adalah solfatara mengandung gas H₂S dan endapan belerang. Solfatara ini di temukan di Lp 50.

Kubangan Lumpur Panas (*Mud Pool*)

Kolam lumpur yang kenampakannya sedikit mengandung uap dan gas CO₂, tidak terkondensasi, umumnya fluida berasal dari kondensasi uap. Penambahan cairan lumpur uap menyebabkan gas CO₂ keluar, sehingga menghasilkan letupan-letupan. *Mud Pool* dapat ditemukan di Lp 17, Lp 18, Lp 40, dan Lp 45.

Struktur Geologi Daerah Penelitian

Struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian, dilihat dari citra landsat, pola kemenerusan sungai, serta data-data yang didapat dilapangan, menunjukkan bahwa arah umum struktur geologinya timur laut-barat daya. Ada pun struktur-struktur geologi yang terdapat di daerah telitian berupa :

Sheeting Joint 1

Peneliti menemukan adanya struktur *Sheeting Joint*, pada Lp 2 (X 801701, Y 9199453), dekat dengan pompa air Cipandai (Foto 7). Adapun data yang di peroleh yaitu :N50°E/28°, N76°E/30°, N40°E/37°, N80°E/26°, N94°E/19°, N102°E/17°, N83°E/24°, N78°E/28°, N86°E/20°, N83°E/21°, N81°E/23°, N84°E/19°, N49°E/25°, dan N91°E/32°



Foto 7. Penampakan Struktur *Sheeting Joint* pada Lp 2, arah kamera N 186°E

Sheeting Joint 2

Pencatatan data kekar ini dilakukan pada Lp 12, Foto 8 (X 802374, Y 9199889) dengan data yang diperoleh sebagai berikut :

N54°E/82°, N46°E/79°, N57°E/83°, N64°E/80°, N70°E/86°, N52°E/83°, N62°E/84°, N58°E/81°, N48°E/78°, dan N63°E/80°

Sheeting Joint 3

Dan kekar terakhir yang penulis jumpai berada di sekitar Titik Pemantau Air Permukaan (Foto 8), di Lp 37 (X 800594, Y 9201208) dengan data yang diperoleh sebagai berikut :

N154°E/35°, N135°E/42°, N145°E/46°, N142°E/38°, N146°E/45° N150°E/36°, N130°E/31°, N146°E/41°, N132°E/38°, N140°E/36°, N143°E/32°, N136°E/50°, N142°E/32°, N137°E/40°, N141°E/31°, N151°E/41°, N138°E/51°, N142°E/32°, N150°E/26°, dan N148°E/40°.



Foto 8. Penampakan Struktur *Sheeting Joint* pada Lp 37, arah kamera N 20°E

Sesar

Didapatkan sesar di lapangan berupa sesar mendatar mengiri (Normal Left Slip Fault), dengan nama lapangan adalah Sesar Cipandai. Terletak di dekat pompa air Cipandai.

PENYEBARAN ALTERASI DAERAH PENELITIAN

Sistem panasbumi di lapangan Darajat adalah sistem panasbumi dengan dominasi uap (*vapour dominated*). Sistem dominasi uap dicirikan oleh *recharge* yang kecil (permeabilitas batuan di sekitarnya kecil), dan permeabilitas batuan reservoir yang besar (*fracture permeability*). Proses pembentukan alterasi hidrotermal di daerah penelitian dimulai dari adanya interaksi *fluida* air yang masuk ke bawah permukaan secara infiltrasi melalui batuan berpori dan celah terbuka (sesar dan kekar) yang kemudian berinteraksi dengan sumber panas dari aktifitas vulkanik (batuan plutonik) menghasilkan fluida hidrotermal dan *steam*. Alterasi hidrotermal di Desa Mekarjaya dan sekitarnya berdasarkan kandungan mineralnya dibagi menjadi dua tipe alterasi yaitu alterasi argilik dan alterasi propilitik (Peta Alterasi terlampir).

ALTERASI ARGILIK

Singkapan batuan di daerah telitian menunjukkan tipe alterasi argilik (Foto 10) pada Lp 23, Lp 32, Lp 37, Lp 38, Lp 43, Lp 47, Lp 48, dan Lp 51. Pengamatan alterasi argilik secara megaskopis di lapangan memperlihatkan warna putih susu, putih kekuningan, putih kecoklatan, sampai putih kemerahan, dengan materi penyusun yang relatif lunak. Warna putih susu pada alterasi ini umumnya menunjukkan kehadiran mineral lempung, warna kecoklatan lebih diakibatkan oleh pelapukan, sedangkan warna kemerahan diakibatkan karena mineral oksida (Foto 9 dan 10). Di daerah penelitian secara megaskopis, didominasi oleh mineral lempung, dengan komposisi asam. Hal ini dapat terlihat dengan kemunculan mineral lempung kaolinit di beberapa tempat lokasi pengamatan.



Foto 9. Menunjukkan kenampakan mineral lempung kaolinit di Lp 44 (Foto A) dan di Lp 51 (foto B)

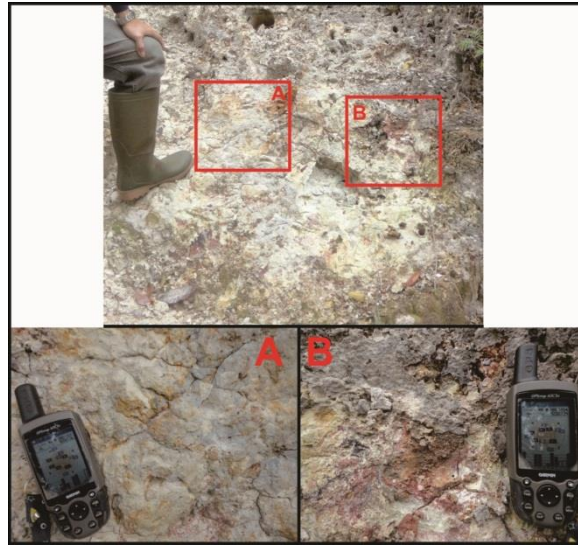


Foto 10. Kenampakan mineral hasil oksida (Hematit) foto B, dan kenampakan dari pelapukannya (Limonit) foto A pada Lp 38.

Proses dari alterasi berkomposisi asam ini terjadi akibat adanya interaksi dari *fluida* asam yang terbentuk akibat dari proses kondensasi uap (*steam*) bercampur dengan air permukaan/airtanah. Proses kondensasi ini terjadi di atas muka airtanah (*water table*), proses alterasi bersifat asam ini pada daerah penelitian terjadi pada permukaan, yang pada umumnya muncul di daerah dengan topografi tinggi. Berdasarkan hasil analisis dari *methylene blue* dan analisis petrografi di dapatkan beberapa kumpulan mineral seperti klorit, *smectite*, dan *illite*.

ALTERASI PROPILITIK

Singkapan batuan ini menunjukkan tipe alterasi propilitik (Foto 11) yang terdapat pada Lp 4, Lp 6, Lp 12, Lp 25, Lp 29, Lp 33, Lp 35, Lp 46, dan Lp 55. Tipe ini bersifat regional dan menempati sebagian besar luas dari daerah telitian yang hadir pada zona alterasi di Desa Mekarjaya. Namun demikian, kondisi di lapangan yang sulit untuk diteliti secara detail akibat medan yang cukup berat dan intensitas pelapukan yang tinggi di daerah telitian sehingga sulit pula untuk ditarik batas zona alterasi propilitik dengan zona alterasi argilik secara tegas. Alterasi propilitik ini terdapat di litologi basalt maupun andesit dimana penulis mengetahuinya berdasarkan pengamatan petrografis. Secara megaskopis di lapangan, alterasi propilitik ditandai dengan adanya mineral klorit dengan warna abu-abu kehijauan sampai hijau, akan tetapi kurang terlihat baik dan jelas dikarenakan tingginya pelapukan dan juga kelembababan di daerah telitian. Hasil pengamatan mikroskopis sayatan petrografi yang dilakukan, memperlihatkan kenampakan mineral klorit warna hijau yang mengidentifikasi batuan tersebut telah mengalami alterasi propilitik, hal ini yang menjadikan acuan penulis dalam membagi zona alterasi.



Foto 11. Kenampakan dari batuan ubahan tipe propilitik secara megaskopis, pada Lp 25 (Foto A) dan Lp 29 (Foto B)

Dari hasil pengamatan sayatan tipis batuan, analisis *methylene blue* dan pengamatan secara megaskopis di lapangan, maka dapat dikelompokkan bahwa alterasi pada daerah penelitian termasuk ke dalam tipe propilitik dan argilik (Creasey, 1995), dengan pola alterasi rata – rata *selectively pervasive* (Lowell dan Gilbert, 1970, dalam Harjanto, 2008), dengan intensitas alterasi Lemah (*weak*). Hasil dari analisis *methylene blue* dan petrografi dapat dilihat pada Tabel (1)

Methylene blue membantu penulis dalam melakukan analisis kandungan mineral lempung seperti *smectite* dan *illite* pada beberapa lokasi pengamatan, pengelompokan tipe alterasi berdasarkan hasil analisis *methylene blue* didasarkan pada kandungan mineral lempungnya, dengan nilai kandungan lempung yang sangat tinggi maka tipe ubahan batuan tersebut adalah argilik.

Kelompok mineral lempung ini diindikasikan sebagai ubahan dari batuan sampling, dalam hal ini yaitu Tuf, yang berasosiasi dengan fluida hidrotermal pada temperatur tertentu. Analisis temperatur mineral mengacu kepada Browne, (1998), sehingga berdasarkan hasil analisis tersebut, maka mineral kaolinit terbentuk pada temperatur 0 – 200°C, mineral *smectite* terbentuk pada temperatur 0 – 200°C, mineral *illite* pada temperatur 200°C -300°C. Untuk tipe propilitik, penulis menentukan berdasarkan hasil analisa petrografis, dengan kehadiran mineral ubahan seperti klorit di beberapa daerah. Kenampakan dari mineral klorit sendiri di sayatan tipis mempunyai relief sedang-tinggi, warna hijau kekuningan, merupakan ubahan dari mineral piroksen. Mineral klorit terbentuk pada suhu 120°-300° C. Hasil analisa Petrografis dan analisa *Methylene blue* terlampir.

Dari hasil analisa pada zona alterasi argilik, tersusun dari mineral lempung seperti *smectite-illite-kaolinit* yang diindikasikan sebagai *cap rock* pada sistem panasbumi daerah telitian. Sedangkan untuk zona propilitik tersusun atas mineral ubahan klorit yang terbentuk pada derajat tinggi. Penyebaran alterasi pada daerah penelitian ini berada disekitar kawah/manifestasi, yang dimana pada zona manifestasi merupakan zona rekahan-rekahan yang memungkinkan fluida panasbumi (uap dan air panas) mengalir ke permukaan, juga mengikuti pola kelurusan struktur sesar, sebagai media untuk keluarnya fluida yang berasal dari bawah permukaan. Fluida panasbumi yang mengalir dari bawah permukaan menuju ke permukaan akan melewati batuan sampling, sehingga akan mengubah mineral penyusun batuan yang dilewatinya. Setiap jenis mineral ubahan mempunyai temperatur masing-masing yang cukup untuk mengubah komposisi kimia mineral penyusun batuan. Dengan hadirnya mineral-mineral alterasi pada daerah telitian, ditambah dengan beberapa manifestasi panasbumi, maka dapat disimpulkan bahwa daerah telitian memiliki prospek panasbumi.

POTENSI GEOLOGI

Potensi Positif

Pembangkit Listrik Tenaga Panasbumi (PLTP)

Salah satu dari potensi geologi yang positif pada daerah penelitian yaitu adanya potensi dari energi panasbumi yang berpotensi tinggi di Darajat. Energi panasbumi ini digunakan sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Panasbumi (PLTP). Lapangan Panasbumi Darajat merupakan salah satu Pembangkit Listrik Tenaga Panasbumi (PLTP) penghasil energi listrik panasbumi terbesar yang berada di Indonesia di bawah kepemilikan Chevron Geothermal Indonesia Ltd

Sebagai lahan perkebunan warga

Daerah di sekitar gunungapi pada umumnya memiliki tanah yang subur dan cocok untuk dijadikan lahan perkebunan, sehingga apabila dikelola dengan serius, maka akan bermanfaat bagi masyarakat sekitar

Mata Air

Air sebagai sumber kehidupan banyak digunakan makhluk hidup untuk keperluan sehari. Seperti, mandi, minum, mencuci, berkebun, dan keperluan sehari-hari. Adanya mata air di daerah ini merupakan potensi tersendiri, mata air ini berdasarkan keterangan warga, keluar sendiri memancarkan airnya tanpa mesti digali. Hal ini dikarenakan karena daerah penelitian masih banyak hutan, baik hutan lindung (*protected forest*) dan cagar alam (*nature reserve*), yang berfungsi sebagai daerah tengkapan air hujan (*recharge area*) sehingga masyarakat sekitar dapat memanfaatkan sumber air dengan maksimal

Daerah Wisata Alam

Karena daerah penelitian merupakan daerah dataran tinggi dengan udara yang sejuk dan masih asri, ditambah dengan adanya sumber mataair panas yang oleh warga setempat dijadikan pemandian air panas. Hal ini menjadi salah satu daerah destinasi wisata alam oleh Pemerintah Garut, dengan pemandangan dan nuansa yang masih terjaga alami.

POTENSI NEGATIF

Potensi geologi negatif didaerah telitian adalah tanah longsor yang disebabkan penebangan pohon di daerah penelitian untuk kegiatan perkebunan atau untuk mendukung sarana dan prasarana kegiatan wisata serta proyek panasbumi, yang menyebabkan daerah tersebut menjadi gundul dan mudah terkena erosi. Faktor alam juga mendukung terjadinya gerakan tanah/longsor, faktor curah hujan yang tinggi, sungai-sungai muda dengan arus yang kuat yang menyebabkan abrasi pada lereng-lereng sungai, sehingga hal ini akan menyebabkan tingkat pelapukan pada daerah penelitian yang menyebabkan terjadinya longsor letusan *freatic*. Sebagai daerah panasbumi aktif, banyak daerah-daerah yang mengeluarkan gas berbahaya, yaitu H₂S, terutama pada daerah-daerah manifestasi. Untuk itu, baik masyarakat sekitar

atau para pekerja sebisa mungkin menjauhi daerah-daerah tersebut (Foto 28). Dan apabila pergi di sekitar kawah, dianjurkan membawa alat H₂S *Detector*. Potensi geologi negatif lainnya berupa gempa bumi yang dapat memicu terjadinya

KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan dan analisa data lapangan, maka pada daerah telitian dapat di himpun hasil penelitian dan kesimpulan sebagai berikut:

1. Geologi daerah penelitian dibagi menjadi empat bentuk lahan dari satu bentuk asal, yaitu bentuk asal vulkanik dengan bentuk lahan lereng vulkanik tengah (V1), lereng vulkanik bawah (V2), lapangan fumarol (V3), dan kawah vulkanik eksplosif (V4).
2. Stratigrafi daerah penelitian berumur Plistosen-Holosen, dibagi menjadi enam satuan batuan berdasarkan ciri fisik, litologi penyusun, dan umur batuan. Dalam penentuan umur dan penamaan satuan batuan berdasarakan peneliti terdahulu dan mengacu kepada Sandi Stratigrafi Indonesia (SSI). Urut – urutan batuan dari yang paling tua adalah litodem basalt Guha, satuan breksi-vulkanik Kendang, litodem basalt Cawene, litodem andesit-piroksen Mariuk, satuan tuf Kiamis, dan satuan endapan alluvial.
3. Struktur yang dijumpai dan berkembang di daerah penelitian adalah *Normal Left Slip Fault* (Rickard, 1972), yaitu Sesar Cipandai yang berada di sepanjang Sungai Cipandai, dengan pola kelurusan Timur laut – Barat daya. Selain itu juga dijumpai beberapa kekar di beberapa lokasi pengamatan berupa kekar melembar (*Sheeting joint*).
4. Penyebaran alterasi hidrotermal pada daerah penelitian berada di sekitar daerah manifestasi, yang dimana daerah manifestasi merupakan zona lemah sebagai media untuk keluarnya *fluida*. Alterasi pada daerah penelitian dibagi menjadi dua zona, yaitu Zona Propilitik yang dicirikan dengan kehadiran mineral ubahan derajat tinggi seperti epidot dan klorit, yang merupakan ubahan dari mineral piroksen. Lalu Zona Argilik yang dicirikan dengan hadirnya mineral – mineral lempung derajat rendah seperti smektit, kaolinit, yang terbentuk dari hasil proses kondensasi antara uap dengan air meteorik, juga mineral – mineral ini dapat diindikasikan sebagai *cap rock* dalam sistem panasbumi di daerah penelitian.
5. Potensi geologi di daerah penelitian dibagi menjadi dua, yaitu potensi positif dan potensi negatif. Potensi positif pada daerah telitian seperti Pembangkit Listrik Tenaga Panasbumi, sebagai area perkebunan dan daerah wisata alam, serta terdapat sumber mata air sebagai penyuplai kebutuhan air warga. Sementara potensi negatif berupa gerakan tanah yang berpotensi longsor dan aktifitas vulkanisme seperti letusan *freatic*, gas H₂S yang berbahaya, serta gempa bumi.

DAFTAR PUSTAKA

- Alzwar, M., Akbar, N. dan Bachri, S., 1992, *Peta Geologi Bersistem Indonesia, Lembar Garut & Pameungpeuk, Jawa Barat*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Bateman, A. M., 1981, *Economic Mineral Deposits*, John Wiley & Sons Inc; 3rd edition.
- Bogie, I. and Mackenzie, K. M., 1998, *The Application of a Colcanic Facies Models to an Andesite Stratovolcano Hosted Geothermal System at Wayang Windu, Java, Indonesia*, Proceedings of 20th NZ Geothermal Workshop.
- Bronto, S., 2006, Fasies Gunung Api dan Aplikasinya, *Jurnal Geologi Indonesia*, Vol 1 No. 2 Juni 2006; 59 – 71, Bandung.
- Browne, P. R. I., 1992, *Hydrothermal Alteration & Geothermal System*, Geology Course Outline.
- Corbet, G. J. and Leach, T. M., 1996, *Southwest Pasific Rim Gold/Copper System Structure, Alteration and Mineralitiation*, A workshop Presented Forthe Society of Eksplorasi Geochemist, Townsville.
- Corbet, G. J. and Leach, T. M., 1993, *A Guide to Pacific Rim Au/Cu Exploration*, Workshop Manual.
- Creasey, S. C., 1965, *Geology of the San Manuel area*, Pinal County, Arizona, U.S. Government Printing Office, 1965
- Djoko Santoso, 2008, *Eksplorasi Energi Geotermal*, Jurusan Teknik Geofisika, ITB
- Ellis, A.j. and Mahon, W. A. J., 1977, *Chemistry and Geothermal systems*, Academic Press, Inc, New York Sanfransisco London.
- Gunderson. R, R. and J. Moore, H. & Trant, T., 2007, *Static Model Update Final Report*, Vol 1 of 2, Darajat 2007 – 08.
- Hariono, D., 1980, *The Geology of Bandung Depression and The distribution of Aquifers*, Dept. Of Geology, ITB, Indonesia.
- Harjanto, A., 2008, *Magmatisme dan Mineralisasi Di Daerah Kulonprogo dan sekitarnya, Jawa Tengah*, Disertasi doktor, ITB, tidak dipublikasikan.
- Healy, J., 1975, *Geology of the kawah Manuk District West Java*, Enex of New Zealand, A Government of New Zealand Colombo Plan Project.
- Hedenquist, J. W. and Lindqvist, W. P., 1985, *Aspects of Gold Geology and Geochemistry*, James Cook University of North Queensland.
- Henley, A, R. W., Trudell, and Barton, Jr, P. B., *Fluid Mineral Equilibria In Hydrothermal System*, in Whitney, J. A., Vol 1.

- Hill, M. L., 1978, *Fault Tectonics*, Atlantic Richfield Company, ITB.
- Howard, A. D., 1976, *Principles of Geomorphology*, John Wiley & Sons Inc, New York.
- Lobeck, A. K., 1939, *Geomorphology. An Introduction to the Study of Landscape*, Mc Graw – Hill Book Company Inc, New York.
- Lowell, J. D. and J. M., Guilbert, 1970, *Lateral and vertical alteration-mineralization zoning in porphyry ore deposits*, *Economic Geology*, v. 65.
- Macdonald, G. A., 1972, *Volcanoes*, Prentice – Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Martodjojo, S., 2003, *Evolusi Cekungan Bogor Jawa Barat*, Penerbit ITB, Bandung.
- Martodjojo, S. dan Djuhaeni, 1996, *Sandi Stratigrafi Indonesia*, IAGI, Jakarta.
- Morrison, G., 1987, *Tekstural Zoning in Epithermal quartz veins*, GRG James Cock, University of North Queensland.
- Morrison, K., 1995, *Important Hydrothermal Minerals and Their Significance*, Geothermal and Mineral Service Division Kingstom Morrison Limited.
- Pirajno, F., 2009, *Hydrothermal Processes and Mineral Systems*, Geological Survey of Western Australia 100 Plain St, East Perth W. A. 6004.
- Rejeki, S., 1999, *Lithologi Corelation of the Wayang Windu – Darajat – Kamojang Geothermal Field Resource & Technology*, Departmen Amoesas Indonesia Inc, Jakarta.
- Rickard, W. H., 1972, *Physical Modelling of Stuctural*, pp. RH-1 – RH-9 In Federal Research Natural Areas in Oregon and Washington.
- Saptadji, N. M., 2001, *Teknik Panasbumi*, Departemen Teknik Perminyakan, Fakultas Ilmu Kebumian dan Teknologi Mineral, ITB, Bandung.
- Setiadji, L. D., 2010, *New K-Ar Age Volcanic Java*.
- Simon & Schuster's, 1977 – 1978, *Rocks and Minerals*, Artes Graficas Totedo, master of Science in Geology at the University of Aucland.
- The Wairakei Geothermal Area, North Island, *It's Subsurface Geology and Hydrothermal Rock Alteration*, New Zealand.
- Thompson, A. J. B., 1994, *Atlas of Alteration*, Geology Association of Canada.
- Van Bemmelen, R. W., 1949, *The Geological of Indonesi*, Vol 1 A, Martinus, Nijhoff, The Hangue.
- Van Zuidam, R. A., 1983, *Guide to Geomorphologic Aerial Photographys Interpretation and Mapping*, Enschede The Netherlands, h. 325.
- White, N. C. and Hedenquist, J. W., 1995, *Epithermal Gold Deposite Style Characteristics and Eksploration*, A Workshop For The Society of Economic Geologist.
- Widodo, B. E., 2001, *Geologi dan Studi Alterasi Daerah Lapangan Panasbumi Darajat dan Sekitarnya, Desa Padaawas, Kecamatan Samarang, Kabupaten Garut, Provinsi Jawa Barat*, Skripsi sarjana, UPN, tidak dipublikasikan.
- Wijayanti, A. D., 2001, *Geologi dan Studi Fasies Volkanik Daerah Lapangan Panasbumi Darajat dan Sekitarnya, Desa Padaawas, Kecamatan Samarang, Kabupaten Garut, Provinsi Jawa Barat*, Skripsi sarjana, UPN, tidak dipublikasikan.
- Williams, H., Turner, F. J., and Gilbert, C. M., 1982, *Petrography. An Introduction to the Study of Rocks In Thin Sections*, W. H. Freeman and Company, New York.
- Wohletz, K. and Heiken, G., 1992, *Volcanology and Geothermal Energy*, Regents of the University California.
- Wright, J. V. and Cas, R. A. F., 1988, *Volcanic Successions (Modern & Anclent) A geologycal Approachx to Processes, Product and Successions*, CHAPMAN & HALL, UK.