

Potensi sumber daya geologi di daerah Cekungan Bandung dan sekitarnya

SUTIKNO BRONTO DAN UDI HARTONO

Pusat Survei Geologi, Jln. Diponegoro 57 Bandung, Indonesia

SARI

Secara geologi, Cekungan Bandung dan sekitarnya tersusun oleh batuan gunung api, sehingga sumber daya geologinya yang berupa energi, lingkungan, dan mineral juga berasal dari kegiatan gunung api. Sumber daya energi yang sudah dimanfaatkan dan melewati tahap eksplorasi adalah energi air (PLTA Saguling) dan panas bumi (Lapangan Darajat, Kamojang, Wayang-Windu, dan Patuha). Berhubung secara stratigrafi di bawah batuan gunung api terdapat batuan sedimen, maka potensi sumber daya energi asal fosil patut pula dipertimbangkan. Sumber daya lingkungan, mulai dari air, tanah, lahan, dan keindahan alam sebagian besar sudah dipergunakan untuk sarana pemukiman, pariwisata, industri, dan kebutuhan hidup lainnya. Sumber daya mineral terdiri dari logam dan non logam. Kegiatan eksplorasi mineralisasi, terutama dalam rangka pencarian emas, di Bandung Selatan sudah dilaksanakan oleh beberapa Kuasa Pertambangan. Pusat Survei Geologi (dahulu Puslitbang Geologi) sendiri sudah menemukan sumber mineral baru di kawasan Bandung Utara, yakni di Desa Cupunagara, Kecamatan Cisalak, Kabupaten Subang - Jawa Barat.

Kata kunci: Cekungan Bandung, sumber daya geologi

ABSTRACT

Geologically, Bandung Basin and the surrounding area comprise volcanic rocks; therefore, originally the geological resources, such as energy, environmental geology and mineral were generated from past volcanic activities. Energy resources having been utilized or in the exploration stage are water energy (Saguling Electrical Hydro Power) and geothermal energy (Darajat, Kamojang, Wayang-Windu and Patuha Geothermal Fields). Potency of hydrocarbon energy is considered due to the presence of Tertiary sedimentary rocks under Bandung volcanic rocks. Environmental resources include water, soil, land, and natural panorama that mostly are already used for living, tourism, industry etc. Mineral resources cover metals and non metals. Mineral explorations, particularly for gold, have been conducted in the southern Bandung area. Recently, Center for Geological Survey itself has found a new mineral resource in the northern Bandung, i.e. Cupunagara Village, Cisalak Sub-Regency, Subang Regency - West Jawa.

Keywords: Bandung Basin, geological resources

PENDAHULUAN

Daerah Bandung merupakan dataran tinggi (+ 700 m dpl.) berhawa sejuk yang dahulu terkenal dengan sebutan *Paris van Java* yang dirancang sebagai kota pemerintahan dan pendidikan. Apabila dikaitkan dengan jajaran pegunungan di sekitarnya, maka dataran Bandung itu merupakan cekungan besar yang secara geologi lebih dikenal sebagai Cekungan Bandung (*Bandung Basin*). Pada masa kini kota Bandung juga

dikenal dengan nama Kota Kembang. Dengan berjalannya waktu, kondisi kota Bandung dan sekitarnya semakin memprihatinkan, terasa semakin panas dan pengap, terkesan kumuh dan kotor, penduduk berjubel, cadangan air bersih dan sehat semakin berkurang, dan tingkat pencemaran lingkungan hidup semakin tinggi. Keberadaan pusat-pusat penelitian dan lembaga pendidikan geologi yang tergolong tertua di Indonesia secara umum belum mampu tercermin di dalam wajah tataan kota Bandung dan sekitarnya.

Dalam rangka menciptakan lingkungan hidup yang lebih baik pada masa mendatang di daerah ini, agaknya perlu dilakukan introspeksi dan evaluasi terhadap daya dukung alam yang ada yang di dalamnya, termasuk sumber daya geologi. Makalah ini bertujuan untuk memaparkan berbagai macam sumber daya geologi secara umum. Isi makalah dimaksudkan sebagai sumbangan informasi dan pikiran dari segi sumber daya geologi agar menjadi bahan pertimbangan para pembuat kebijakan dalam menata kembali wilayah Bandung dan sekitarnya, sehingga menjadi lebih baik, nyaman, dan berkelanjutan.

TATAAN GEOLOGI

Fisiografi

Secara fisik, bentang alam wilayah Bandung dan sekitarnya yang termasuk ke dalam Cekungan Bandung, merupakan cekungan berbentuk lonjong (*elips*) memanjang berarah timur tenggara – barat barat laut. Cekungan Bandung ini dimulai dari daerah Nagreg di sebelah timur sampai ke Padalarang di sebelah barat dengan jarak horizontal lebih kurang 60 km. Sementara itu, jarak utara – selatan mempunyai lebar sekitar 40 km. Cekungan Bandung ini hampir dikelilingi oleh jajaran kerucut gunung api berumur Kuartar, di antaranya di sebelah utara terdiri atas kompleks Gunung Burangrang – Sunda – Tangkubanparahu, Gunung Bukittunggul, tinggian batuan gunung api Cupunagara, Gunung Manglayang, dan Gunung Tampomas. Batas timur berupa tinggian batuan gunung api Bukitjarian, Gunung Karengseng – Gunung Kareumbi, kompleks batuan gunung api Nagreg sampai dengan Gunung Mandalawangi. Batas selatan terdiri dari kompleks gunung api Kamojang, Gunung Malabar, Gunung Patuha dan Gunung Kendeng. Hanya di sebelah barat, Cekungan Bandung dibatasi oleh batuan gunung api berumur Tersier dan batugamping yang termasuk ke dalam Formasi Rajamandala (Sudjatmiko, 1972).

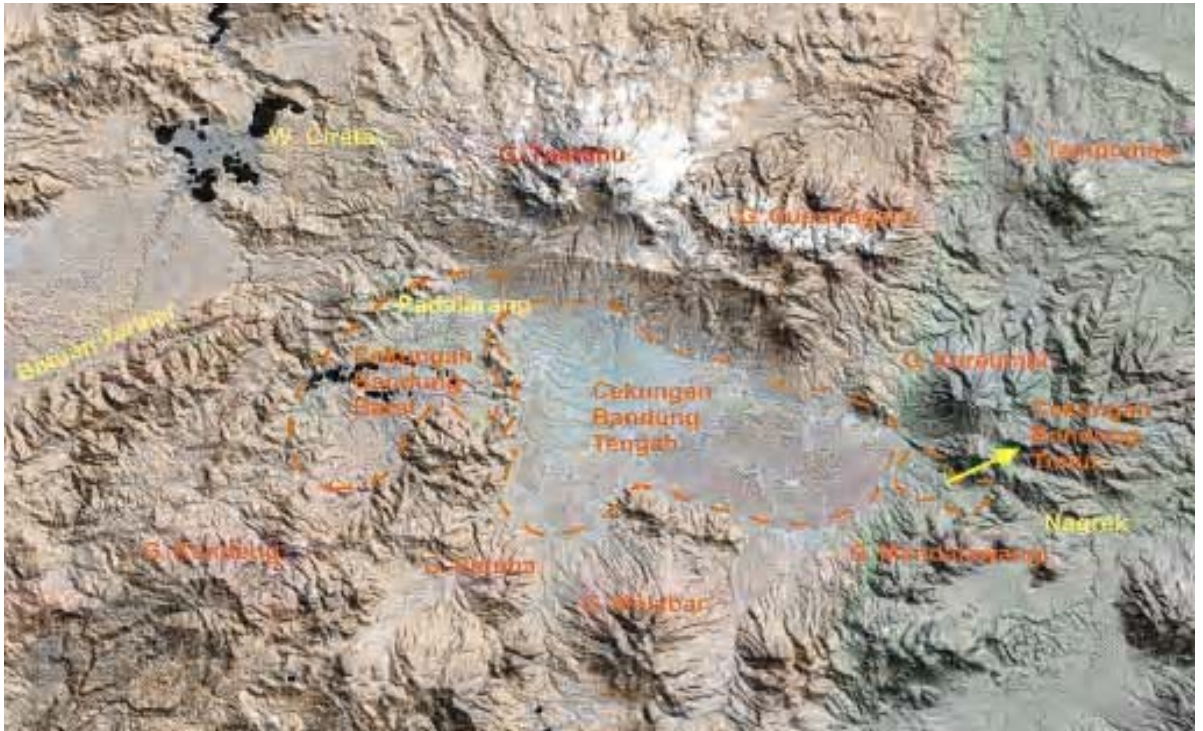
Cekungan Bandung sendiri dapat dibagi menjadi tiga bagian, yakni bagian timur, tengah, dan barat (Gambar 1). Cekungan Bandung bagian timur dimulai dari dataran Nagreg sampai dengan Cicalengka; bagian tengah membentang dari Cicalengka hingga Cimahi – kompleks perbukitan Gunung Lagadar, dan

cekungan bagian barat terletak di antara Cimahi – Batujajar hingga Cililin dan Waduk Saguling. Penelitian terdahulu (Dam, 1994) menyebut Cekungan Bandung hanya untuk kawasan bagian tengah.

Stratigrafi

Secara geologi, satu-satunya batuan sedimen non gunungapi yang tersingkap di sebelah barat Cekungan Bandung adalah Formasi Rajamandala (Sudjatmiko, 1972), yang tersusun atas batugamping, batulempung, napal, dan batupasir kuarsa yang berumur Oligosen. Selebihnya, mulai dari umur Tersier Awal hingga masa kini, seluruh formasi batuan tersusun atas hasil kegiatan gunung api. Secara geokronologi, batuan gunung api teridentifikasi sejak umur sekitar 59 juta tahun yang lalu ($58,999 \pm 1,94$ jtl., Paleosen Tengah) dan $36,9$ jtl. ($36,881 \pm 3,96$ jtl., Eosen Atas), yang ditemukan di daerah Cupunagara, sebelah timur Gunung Tangkubanparahu (Bronto dr., 2004a, b). Batuan gunung api berumur Miosen Tengah ($12,0 \pm 0,10$ jtl.) yang dijumpai dari data pemboran panas bumi, dipandang sebagai batuan dasar Gunung Wayang (Pertamina, 1988). Batuan gunung api berumur Neogen Awal ini secara geologi regional dapat dibandingkan dengan Formasi Jampang dan Formasi Citarum (Sudjatmiko, 1972). Selanjutnya batuan gunung api berumur Pliosen ($4,36 \pm 0,04$ jtl. – $2,62 \pm 0,03$ jtl.) dijumpai di kompleks Gunung Malabar – Papandayan (Katili & Sudradjat, 1984), Selacau dan Paseban di selatan Cimahi, Cipicung dan Kromong di Banjaran – Ciparay, Bandung Selatan (Sunardi & Koesoemadinata, 1999). Menurut Alzwar dr. (1992) batuan gunung api di Gunung Kromong dan Soreang tersebut termasuk Formasi Besar.

Dam (1994) berpendapat bahwa pengendapan di dalam Cekungan Bandung sendiri yang dimulai sekitar 126.000 tahun lalu, berupa batuan klastika gunung api dan sedimen danau. Analisis umur absolut paleosol di bawahnya yang diperkirakan sebagai batuan dasar Cekungan Bandung memberikan umur rata-rata 135.000 tahun yang lalu. Di antara paleosol dan batuan sedimen terbawah Cekungan Bandung terdapat banyak lapisan tefra atau abu gunung api. Hal itu mengindikasikan adanya kegiatan vulkanisme yang mengawali pembentukan Danau Bandung. Selanjutnya peneliti tersebut menyatakan bahwa Danau Bandung terbentuk hingga empat tahap. Danau Bandung tahap empat terbentuk sekitar 20.000 tahun yang lalu,



GAMBAR 1. FISIOGRAFI CEKUNGAN BANDUNG DAN KERUCUT GUNUNG API DI SEKELILINGNYA DILIHAT DARI CITRA LANDSAT. CEKUNGAN BANDUNG DIBAGI MENJADI CEKUNGAN BANDUNG TIMUR, CEKUNGAN BANDUNG TENGAH, DAN CEKUNGAN BANDUNG BARAT.

namun sisa-sisa cekungan masih ada hingga 16.000 tahun yang lalu. Pada saat ini daerah itu merupakan bagian terendah Cekungan Bandung dan sering terlanda banjir pada musim penghujan.

Di wilayah Bandung Utara, batuan gunung api berumur Kuartar dibagi menjadi batuan gunung api Kuartar Tua, batuan gunung api muda tak teruraikan dan batuan gunung api muda Tangkubanparahu (Silitonga, 1973). Endapan aliran piroklastika yang diperkirakan sebagai hasil letusan Kaldera Sunda dan dikenal umum sebagai bahan galian tras Lembang mempunyai umur 38.300 tahun (Hadisantono, 1988). Di Bandung Selatan, batuan gunung api Kuartar dibagi menjadi banyak satuan, antara lain batuan gunung api Guntur, Pangkalan dan Kendang, batuan gunung api Mandalawangi, dan batuan gunung api Malabar (Alzwar dr., 1992). Bandung timur, mulai dari daerah Sumedang, Nagreg hingga Garut, seluruhnya tersusun oleh batuan gunung api Kuartar (Silitonga, 1973; Alzwar dr., 1992). Bentuk kerucut gunung api yang masih cukup jelas antara lain Gunung Tampo-

Karenceng), dan Gunung Mandalawangi, sedangkan gunung api yang sudah tereosi lanjut termasuk tinggian batuan gunung api di sebelah timur Gunung Kareumbi sampai dengan Nagreg dimasukkan ke dalam satuan Batuan Gunung Api Tak Teruraikan.

Struktur Geologi

Penelitian struktur geologi sudah banyak dilakukan para ahli, antara lain Achnan (1998), dan Achnan dr. (2004). Pola kelurusan sesar umumnya berarah barat laut - tenggara, timur laut – barat daya dan sedikit yang berarah utara – selatan. Sesar-sesar berarah timur laut - barat daya mengikuti pola sesar arah Meratus, sesar berarah barat laut – tenggara mengikuti pola sesar arah Sumatera, sementara yang berarah utara – selatan dikontrol oleh sesar pada batuan dasar yang tersusun oleh pluton granit dan batuan malihan (Martodjojo, 2003). Penelitian struktur geologi tersebut tampaknya hanya ditinjau dari aspek tektonika, sehingga masih belum dikaitkan dengan bentuk fisiografi Cekungan Bandung dan jajaran kerucut gunung api yang muncul di tepi cekungan.

SUMBER DAYA GEOLOGI

Pengertian sumber daya geologi di sini adalah semua fenomena geologi yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber daya bagi kehidupan manusia. Sumber daya geologi ini tidak hanya diperuntukkan bagi kehidupan manusia pada masa lalu dan masa kini, tetapi yang lebih penting adalah untuk kelangsungan hidup manusia di masa mendatang. Dengan kata lain sumber daya geologi adalah sumber daya yang mampu mendukung kehidupan manusia secara berkelanjutan. Secara umum, sumber daya geologi dibagi menjadi tiga kelompok, yakni sumber daya energi, sumber daya lingkungan, dan sumber daya mineral. Di bawah ini diuraikan secara singkat masing-masing sumber daya geologi tersebut.

Sumber Daya Energi

Sumber daya energi yang bersumber dari fenomena geologi adalah air, panas bumi, dan bahan asal fosil. Di kawasan Bandung, energi air yang sudah dimanfaatkan sebagai pusat listrik tenaga air adalah seluruh aliran air dari daerah aliran Sungai Citarum, yang ditampung di dalam Waduk Saguling, sehingga pusat listrik tenaga air itu disebut PLTA Saguling. Namun, di bagian hulu sungai dimana banyak dijumpai air terjun dan aliran sungai sepanjang tahun yang kemungkinan dapat digunakan sebagai pembangkit tenaga listrik mikro hidro masih belum dimanfaatkan secara optimum (Gambar 2).

Dengan banyaknya gunung api di wilayah Bandung, maka secara kualitatif sumber daya energi panas bumi dapat dikatakan sangat melimpah. Pusat listrik tenaga panas bumi yang sudah mulai dikembangkan antara lain di lapangan panas bumi Darajat, Kamojang, dan Wayang-Windu di kawasan Bandung Selatan. Berdasarkan informasi dari Geotermal Pertamina, masing-masing lapangan panas bumi tersebut sudah menghasilkan energi sebesar 150 megawatt, 140 megawatt, dan 110 megawatt, dengan masa operasi paling tidak selama 30 tahun.

Pada saat ini, lapangan panas bumi Darajat dikelola oleh PT Amoseas (PT Chevron Texmaco), lapangan panas bumi Kamojang dikelola oleh Pertamina dan PLN, sedangkan lapangan panas bumi Wayang-Windu diakuisi oleh PT Star Energy. Sementara itu lapangan panas bumi Patuha sedang dalam proses pemboran eksplorasi, yang ditangani oleh PT Geodipa Energy.



GAMBAR 2. FOTO AIR TERJUN CILEAT DI HULU SUNGAI CIPUNAGARA, PERBATASAN KAWASAN BANDUNG UTARA SUBANG, SEBAGAI SALAH SATU CONTOH SUMBER DAYA AIR YANG DAPAT DIMANFAATKAN UNTUK ENERGI LISTRIK, PARIWISATA, IRIGASI PERTANIAN SERTA PERIKANAN AIR TAWAR.

Berdasarkan peta lokasi sebaran panas bumi Indonesia, lapangan panas bumi lainnya di sekitar Bandung yang baru pada tahap penyelidikan awal adalah Kawah Ciwidey, Maribaya, Gunung Tangkubanparahu, Sagalaherang, Ciarinem, Gunung Guntur-Masigit, Gunung Tampomas, dan Cipacing.

Secara stratigrafi, yang mengalasi batuan gunung api Kuarter di daerah Bandung ini adalah batuan sedimen berumur Tersier yang di permukaan terwakili oleh Formasi Rajamandala (Sudjatmiko, 1972). Formasi itu tersusun oleh batugamping, napal, batulempung, dan batupasir kuarsa. Data geologi ini memberikan indikasi bahwa keterdapatan energi asal fosil, apakah berbentuk minyak bumi, gas bumi atau batubara, perlu diperhatikan. Pernyataan ini lebih diperkuat oleh Sardjono (2004) yang memperkirakan bahwa berdasarkan data gaya berat, batuan sedimen di bawah Cekungan Bandung mempunyai ketebalan lebih dari 2000 m. Sumber daya energi tersebut boleh jadi lebih dimatangkan oleh kegiatan magmatisme dan vulkanisme di daerah Bandung ini. Namun kemungkinan lain adalah bahwa batuan gunung api sendiri dapat menjadi batuan reservoir minyak bumi. Hal itu sudah dibuktikan dengan adanya minyak bumi di dalam batuan gunung api pada Formasi Jatibarang di utara Cirebon yang berumur Paleosen-Eosen Awal (Gresko dr., 1995), dan juga di dalam Formasi Wunut di Mojokerto, Jawa Timur yang berumur sangat muda

yakni Plistosen (Darmoyo drr., 2001). Pendapat itu perlu didukung oleh pemahaman terhadap *genesis* dan penyusun batuan dasar dari Cekungan Bandung.

Sumber Daya Lingkungan

Sumber daya lingkungan di sini antara lain air, tanah, lahan, dan panorama atau keindahan alam. Selain dipergunakan untuk sumber daya energi, air juga sangat vital bagi kehidupan manusia sehari-hari, industri, dan pertanian, baik yang menyangkut air di permukaan maupun air tanah atau air bawah permukaan. Banyaknya mata air dan jeram di lereng pegunungan di sekeliling Cekungan Bandung, serta banyaknya aliran sungai sepanjang tahun di Cekungan Bandung itu sendiri menunjukkan betapa tinggi potensi sumber daya air di kawasan ini. Persoalan yang timbul biasanya terletak pada penataan ruang yang kurang tepat, pengambilan air tanah yang melebihi batas optimum, serta terjadinya pencemaran air permukaan akibat ulah manusia itu sendiri.

Seluruh tanah sebagai hasil pelapukan batuan gunung api di daerah tropis yang banyak turun hujan, seperti di wilayah Bandung ini, dapat dikatakan selalu subur. Tanaman pertanian, perkebunan, dan hutan selalu tumbuh dengan subur. Di Bandung Utara, tepatnya di daerah Lembang, tanah yang subur itu dikenal dengan nama Tanah Lembang yang sudah lama diperjualbelikan untuk menambah kesuburan tanah pertanian rakyat maupun wirausaha tanaman hias. Tanah Lembang ini sebenarnya berasal dari pelapukan endapan piroklastika Gunung Tangkubanparahu. Pada bagian atas lapisan tefra itu terdapat tumbuh-tumbuhan yang telah mati dan menjadi humus atau karbon akibat tertimbun oleh endapan piroklastika yang lebih muda dari gunung api aktif di Bandung Utara itu sendiri. Secara ilmiah, Tanah Lembang ini merupakan paleosol yang terbentuk di lingkungan darat kering ketika Gunung Tangkubanparahu sedang pada masa istirahat atau tidak meletus.

Sumber daya lahan di Cekungan Bandung dan sekitarnya sudah kita nikmati bersama selama ini, antara lain dalam bentuk pemukiman, prasarana transportasi, kota, industri, pertanian, perkebunan, dan pariwisata. Dengan semakin berkembangnya kegiatan manusia di daerah Cekungan Bandung dan sekitarnya, maka kebutuhan sumber daya lahan juga terus bertambah. Untuk itu, karena seluas apapun lahan tetap terbatas, maka pengaturan lahan dalam bentuk

tata ruang sangat disarankan agar lingkungan hidup di kawasan ini tetap nyaman dan berkesinambungan.

Potensi sumber daya lingkungan berupa keindahan alam daerah Bandung juga sudah tidak perlu diperdebatkan lagi. Itulah sebabnya pada masa penjajahan Belanda dahulu kota Bandung lebih dikenal sebagai *Paris van Java* dan sekarang sering disebut Kota Kembang. Keindahan alam Gunung Tangkubanparahu beserta kawah di puncaknya, pemandian mata air panas Ciater dan Air Terjun (Curug) Cisarua di Bandung Utara sudah menjadi kawasan pariwisata yang terkenal selama ini. Kawah Putih dari Gunung Patuha beserta pemandian air panas dan Situ Patenggang, daerah lapangan panas bumi Wayang Windu di Pangalengan dengan Situ Cileunca, keduanya di kawasan Bandung Selatan, juga merupakan aset sumber daya geologi yang sangat penting. Bahkan data dan informasi yang dipaparkan di Museum Geologi juga dapat dipandang sebagai sumber daya geologi lingkungan yang sangat menarik.

Untuk lebih meningkatkan pemanfaatan sumber daya keindahan alam daerah Bandung, maka potensi geologi lainnya masih banyak yang harus ditangani, sebagai contoh ditemukannya manusia Gua Pawon di daerah Padalarang dan candi terkubur di daerah Rancaekek. Sumber daya geologi yang murni bentukan alam seperti gunung api purba Cupunagara (Gambar 3), Situ Lembang, Sesar Lembang, Air terjun Cileat, Kubah Nagreg, Gunung Malabar dan lain-lain juga masih menunggu untuk dipercantik oleh tangan-tangan terampil sehingga menarik bagi para wisatawan.



GAMBAR 3. FOTO BENTANG ALAM GUNUNG API PURBA CUPUNAGARA SEBAGAI SUMBER DAYA PANORAMA YANG DAPAT MENAMBAH OBYEK WISATA KEINDAHAN ALAM DI KAWASAN BANDUNG UTARA – SUBANG.

Sumber Daya Mineral

Sumber daya mineral dibagi menjadi dua golongan, yaitu sumber daya mineral logam dan non logam. Sumber daya mineral non logam sering disebut sebagai bahan galian golongan C atau bahan galian industri. Kelompok sumber daya mineral ini antara lain pasir, batu kali, batu gunung, tras, kaolin, belerang, sinabar dan lain-lain yang kesemuanya itu sangat erat hubungannya dengan kegiatan gunung api pada masa lalu.

Bahan bangunan yang dikenal dengan nama pasir Cimalaka berasal dari batuan klastika Gunung Tampomas. Batu kali dan batu gunung yang berkomposisi basal dan andesit juga dihasilkan oleh erupsi atau letusan gunung api, baik dari Bandung Utara, Bandung Timur maupun Bandung Selatan. Tanah tras Lembang merupakan endapan piroklastika hasil letusan Gunung Sunda yang sebarannya sangat luas hampir ke segala arah. Tras atau kaolin di Nagreg merupakan hasil proses ubahan hidrotermal pada gunung api purba di daerah itu. Belerang, selain di Kawah Tangkubanparahu, juga dijumpai di Kawah Putih dari Gunung Patuha dan diperkirakan juga masih banyak tersimpan di dalam kawah-kawah gunung api lainnya. Sinabar sebagai bahan oker atau pewarna pada industri cat, banyak dijumpai di dalam batuan gunung api yang sudah teroksidasi kuat, antara lain dijumpai di sekitar pemandian mata air panas Ciater, sebelah timur laut Gunung Tangkubanparahu.

Satu-satunya sumber daya mineral non logam yang tidak secara langsung terkait dengan kegiatan vulkanisme adalah batugamping atau batukapur yang pada saat ini penambangannya masih terus berlangsung di daerah Padalarang. Banyaknya kegiatan gunung api pada masa lalu telah memberikan potensi sumber daya mineral non logam yang sangat tinggi di kawasan Cekungan Bandung dan sekitarnya. Tidak dapat dibantah bahwa pembangunan lingkungan hidup di daerah Bandung selama ini sangat didukung oleh melimpahnya sumber daya mineral non logam asal gunung api.

Sumber daya mineral logam, khususnya emas, sudah mulai dieksplorasi oleh beberapa Kuasa Pertambangan di Kawasan Bandung Selatan, antara lain oleh PT Aneka Tambang Tbk dan PT Pancaraksa Abadi. Daerah mineralisasi ini antara lain terdapat di Soreang, Ciwidey dan Gunung Kuda, sebelah barat Pangalengan. Agak lebih ke barat laut, beberapa Kuasa

Pertambangan juga melakukan kegiatan di daerah Purwakarta dan Waduk Jatiluhur. Daerah ini juga merupakan bekas gunung api purba yang dinamakan Gunung Sanggabuana dan Gunung Jatiluhur (Bronto, 2003) yang masing-masing berumur 5,35 juta tahun yang lalu (Pertamina, 1988) dan 2 juta tahun yang lalu (Soeria-Atmadja dr., 1994).

Dalam Rencana Strategis tahun 2003 – 2006, Puslitbang Geologi (sekarang Pusat Survei Geologi) juga mencanangkan pencarian sumber-sumber baru mineral logam sulfida di busur magma yang salah satu programnya berada di daerah Cekungan Bandung dan sekitarnya. Pada tahap pertama dilakukan penelitian di daerah Cupunagara, Kabupaten Subang, yang merupakan bagian tepi utara – timur laut Cekungan Bandung. Berdasarkan pemikiran lama (van Bemelen, 1949; Silitonga, 1973), gawir-gawir berbentuk tapal kuda yang membuka ke utara di daerah ini terbentuk akibat sesar normal yang melengser ke utara pada saat terjadi letusan besar Gunung Sunda. Gerak turun melengser ke utara dari batuan tersebut mendesak batuan sedimen di sebelah utaranya sehingga terbentuk struktur antiklin Tambakan. Pendapat ini mengisyaratkan bahwa di daerah antara Gunung Tangkubanparahu dengan Gunung Tampomas tersebut tidak ada mineralisasi. Itulah sebabnya selama ini belum ada penyelidikan, apalagi Kuasa Pertambangan yang melakukan eksplorasi di daerah Cupunagara.

Dari penelitian awal mineralisasi, Bronto dr. (2004a) melaporkan bahwa gawir berbentuk tapal kuda yang membuka ke utara tersebut adalah bekas kaldera gunung api yang di dalamnya terdapat batuan gunung api berumur 59 dan 37 juta tahun yang lalu. Pendapat ini dan dilandasi dengan Konsep Pusat Gunung api untuk Strategi Pencarian Emas (Bronto & Hartono, 2003) dijadikan dasar untuk menemukan sumber baru mineralisasi di daerah Cupunagara (Bronto dr., 2004b). Data lapangan (Gambar 4) menunjukkan bahwa batuan gunung api di dalam kaldera gunung api tua Cupunagara mengalami ubahan hidrotermal yang zonasinya dapat dibagi menjadi argilit-silika, argilit, propilit – pirit dan propilit (Gambar 5). Analisis awal terhadap konsentrat dulang memberikan nilai tertinggi masing-masing untuk Au: 0,5–21,4 ppm, Ag: 10-19 ppm, Cu: 10-36 ppm, Pb: 70-90 ppm, dan Zn: 300-400 ppm. Daerah penemuan sumber baru mineralisasi pada tingkat penelitian awal

di Cupunagara ini diusulkan sebagai Laboratorium Alam untuk kepentingan penelitian dan pendidikan geologi, terutama bagi institusi geologi yang berada di Bandung (Bronto drr., 2004b).

PEMBAHASAN

Potensi sumber daya geologi di Cekungan Bandung dan sekitarnya sangat dipengaruhi oleh kondisi geologi di daerah tersebut. Persoalan geologi yang paling mendasar di sini adalah asal usul atau *genesis* terbentuknya Cekungan Bandung. Litologi penyusun wadah dan isi cekungan terutama adalah batuan gunung api, yang secara stratigrafi kegiatan vulkanismenya sudah dimulai sejak Kala Paleosen. Secara tektonika, daerah ini dipengaruhi oleh sesar-sesar berarah barat laut – tenggara, timur laut – barat daya serta utara – selatan. Data tersebut masih membuka adanya empat kemungkinan penyebab terjadinya Cekungan Bandung, yaitu: (1) Merupakan cekungan antargunung (*intra-mountain basin*), sebagai bentukan utamanya proses eksogen, seperti dikemukakan oleh Dam (1994), (2) Merupakan graben, sebagai bentukan murni deformasi tektonika, (3) Merupakan kaldera, sebagai bentukan murni letusan gunung api, atau (4) Merupakan *volcano-tectonic calderas*, sebagai hasil perpaduan proses tektonika dan vulkanisme.

Apakah sumber daya geologi yang dapat dipetik jika Cekungan Bandung merupakan graben yang terbentuk semata-mata akibat kegiatan tektonika, atau hanya sebagai cekungan antargunung? Kemungkinan ini, ditambah dengan adanya batuan sedimen Formasi Rajamandala yang dapat dipandang sebagai anggota batuan wadah, memberikan indikasi awal adanya potensi sumber daya energi asal fosil di bawah Cekungan Bandung. Sumber daya tersebut dapat berupa minyak bumi, gas bumi, atau batubara. Akan tetapi, jika Cekungan Bandung merupakan sebuah kaldera gunung api, atau bahkan multikaldera dan *volcano-tectonic calderas*, maka berdasarkan Konsep Pusat Erupsi Gunung api untuk Penelitian Emas (Bronto & Hartono, 2003), diharapkan adanya sumber daya mineral khususnya logam.

Untuk menjawab masalah *genesis* Cekungan Bandung tersebut, masih diperlukan penelitian geologi bawah permukaan terutama terhadap batuan dasarnya,

apakah tersusun oleh batuan kristalin (batuan malihan) dan batuan sedimen non gunung api, atau terdiri atas batuan gunung api dan batuan beku terobosan. Sebagai bahan pertimbangan, secara stratigrafi, daerah Cekungan Bandung hampir seluruhnya tersusun oleh batuan gunung api, yang kegiatannya sudah dimulai sejak 59 juta tahun yang lalu. Sementara itu asosiasi batuan beku terobosan dangkal dengan batuan esktrusi gunung api di selatan Cimahi (Silitonga, 1973) dan Waduk Saguling (Sudjtmiko, 1972) yang berumur 3–4 juta tahun yang lalu (Sunardi & Koesoemadinata, 1999) sudah diargumentasikan sebagai bekas gunung api purba, dan dinamakan Gunung api Saguling (Bronto, 2003 & 2004).

Penelitian awal sumber daya energi panas bumi di sekitar Cekungan Bandung juga sebaiknya dilanjutkan. Bahkan dalam banyak hal, penelitian lanjutan ini akan memberikan masukan apakah energi panas bumi tersebut sudah dapat dikendalikan dan dimanfaatkan sebagai sumber daya, atau mengarah ke letusan gunung api yang dapat menimbulkan bencana bagi lingkungan hidup di sekitarnya. Hal kedua itu tidak tertutup kemungkinannya, karena beberapa lapangan panas bumi terletak dekat dengan gunung api aktif seperti halnya Gunung Tangkuban-parahu, Gunung Patuha, Gunung Malabar, serta mungkin Gunung Tampomas.

Sumber daya air sebenarnya multi guna, karena dapat dimasukkan ke dalam sumber daya energi dan sumber daya lingkungan. Dengan semakin meningkatnya kebutuhan air bagi kelangsungan hidup manusia di daerah Bandung, maka pengaturan air tanah dan air permukaan, baik sebagai sumber daya energi maupun sumber daya lingkungan, sangat disarankan. Di daerah hulu sungai, pemanfaatan air terjun dan pembuatan bendungan atau waduk-waduk kecil seyogyanya lebih dioptimumkan. Di daerah hilir, kota, industri, dan pemukiman agar dibuatkan sumur-sumur resapan, baik untuk kepentingan umum maupun individu, atau keluarga. Tidak kalah penting, penataan ruang atau sumber daya lahan juga harus benar-benar dilandasi oleh kondisi geologi setempat.

Sampurno (2004) berpendapat bahwa Kawasan antara Ciumbuleuit ke utara sampai Lembang dan ke timur hingga Gunung Manglayang tersusun oleh batuan gunung api yang dinamakan Formasi Cikapundung yang miring ke selatan sekitar 20°. Berdasarkan prinsip stratigrafi kue lapis (*layered-cake*



GAMBAR 4. FOTO URUT-URAT KUARSA (K) YANG MENGISI BIDANG REKAHAN DAN SESAR DI DALAM BATUAN UBAHAN ARGALIT (A) TERSINGKAP DI CIGAROK, ANAK SUNGAI CIKARUNCANG, DUSUN BUKANAGARA, DESA CUPUNAGARA.



GAMBAR 5. FOTO SINGKAPAN URAT KUARSA SEBAGAI INDIKASI MINERALISASI DI DAERAH CUPUNAGARA, KECAMATAN CISARAK, KABUPATEN SUBANG.

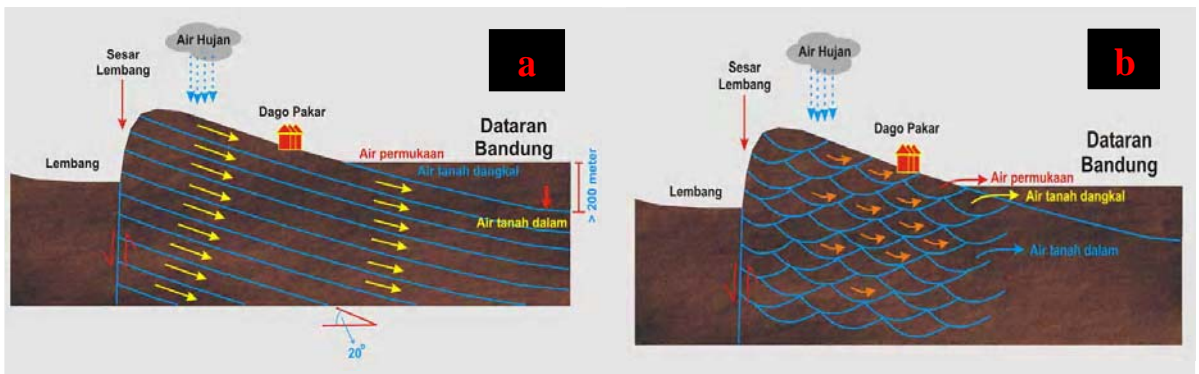
geology) formasi batuan itu akan berada di kedalaman 200 m ke bawah dari permukaan dataran Bandung (Gambar 6a). Air hujan yang jatuh di daerah Cipaganti ke timur akan mengikuti lapisan batuan itu dan pembukaan lahan di kawasan Cipaganti – Gunung Manglayang (termasuk pemukiman Dago Pakar dan Punclut) tidak menyebabkan kekurangan air di dataran Bandung. Persoalannya, batuan gunung api tidak sepenuhnya mengikuti prinsip stratigrafi kue lapis, tetapi dapat saja perlapisannya saling potong-memotong, sesuai karakter sedimentasinya, apalagi terendapkan di lingkungan darat (Gambar 6b). Dengan demikian pembukaan lahan di kawasan Cipaganti-Gunung Manglayang dapat ikut menjadi penyebab berkurangnya pasokan air di dataran Bandung. Persoalan dasar stratigrafi batuan gunung api ini agar lebih diperhatikan sebelum membuat kebijakan untuk memanfaatkan sumber daya lahan.

Pembentukan mineralisasi di daerah Cekungan Bandung dan sekitarnya yang merupakan bagian dari busur magma atau busur gunung api tidak lepas dari proses-proses magmatisme dan vulkanisme setempat (Corbett & Leach, 1995; Sillitoe, 1999). Pendapat itu diperkuat dari hasil penelitian Sukarna dr. (2004) yang menunjukkan bahwa umur magmatisme dan mineralisasi sangat berdekatan. Mineralisasi lebih dimungkinkan terbentuk pada magma bertemperatur tinggi tetapi mengalami pembekuan secara cepat. Pada umumnya kondisi ini terjadi pada intrusi dangkal yang berasosiasi dengan batuan gunung api sebagai hasil

vulkanisme di daerah itu.

Lebih lanjut, dari pengalaman penulis pertama, analisis sublimat dari dalam kawah Gunung Merapi yang masih aktif sekarang juga sudah mengandung unsur emas. Dengan demikian mengingat kegiatan vulkanisme di daerah Cekungan Bandung sudah terjadi berulang-ulang, sejak Tersier Awal, maka diperkirakan telah terjadi pengayaan mineralisasi di daerah itu. Pada saat ini potensi sumber daya mineral tersebut sebagian tertutup oleh endapan gunung api muda yang cukup tebal. Keadaan ini memberikan dampak negatif dan positif. Dampak negatifnya adalah bahwa untuk menambang sumber daya mineral itu memerlukan teknologi eksplorasi dan penambangan tinggi yang biayanya sangat mahal. Namun dampak positifnya adalah tidak mengganggu lingkungan hidup di atasnya, serta tidak diganggu oleh penambang tanpa ijin seperti terjadi sekarang ini.

Di sini dapat ditegaskan bahwa untuk menggali potensi sumber daya geologi di daerah Cekungan Bandung dan sekitarnya secara khusus dan di Indonesia pada umumnya, maka pada tahap awal dan mendasar diperlukan pencerminan dalam penggunaan konsep-konsep geologi yang lebih sesuai dengan kondisi geologi setempat. Berhubung kondisi geologinya banyak dipengaruhi oleh kegiatan vulkanisme, maka konsep-konsep dasar geologi gunung api agar lebih dikembangkan.



GAMBAR 6. SKETSA MODEL STRATIGRAFI KUE LAPIS (A) DAN STRATIGRAFI BATUAN GUNUNG API PADA UMUMNYA SERTA DIENDAPKAN DI DARAT (B). STRUKTUR PERLAPISAN BATUAN DI MASING-MASING MODEL TERSEBUT BERDAMPAK TERHADAP KEBERADAAN DAN SEBARAN AIR. PADA MODEL PERTAMA AIR HUJAN MERESAP KE DALAM TANAH, MEMBENTUK AIR TANAH DALAM. MODEL KEDUA MEMUNGKINKAN AIR HUJAN MENJADI AIR PERMUKAAN, AIR TANAH DANGKAL, DAN AIR TANAH DALAM.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah dipaparkan di atas, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggalian potensi sumber daya geologi di daerah Cekungan Bandung dan sekitarnya perlu dilandasi oleh konsep-konsep geologi gunung api.
2. Masih perlu dilakukan penelitian geologi lebih rinci untuk mengetahui *genesis* Cekungan Bandung dan potensi sumber daya geologi yang terpendam di dalamnya.
3. Potensi sumber daya geologi meliputi sumber daya energi (air, panas bumi, dan asal fosil), sumber daya lingkungan (air, tanah, lahan, panorama), serta sumber daya mineral, baik logam maupun non logam cukup melimpah di dalam Cekungan Bandung dan sekitarnya.
4. Pada tingkat penelitian, Puslitbang Geologi (sekarang Pusat Survei geologi) sudah menemukan sumber baru mineralisasi di daerah Cupunagara, Kecamatan Cisalak, Kabupaten Subang – Jawa Barat. Lokasi penemuan sumber baru mineralisasi ini diusulkan sebagai Laboratorium Alam untuk kepentingan Penelitian dan Pendidikan Geologi di Bandung dan sekitarnya.

Ucapan Terima Kasih—Dengan tersusunnya makalah ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Restu dari Geotermal Pertamina yang telah banyak membantu dalam memberikan informasi mengenai potensi sumber daya energi

panas bumi. Penghargaan juga ditujukan kepada Sdr. Aji Sopandi, staf Museum Geologi, Puslitbang Geologi (sekarang Pusat Survei Geologi) yang sangat membantu dalam penyiapan komputerisasi gambar. Kepada Sdr. Wawan Gunawan juga disampaikan terimakasih atas tambahan informasi mengenai sumber daya panorama.

ACUAN

- Achnan, K., 1998. Hubungan antara struktur geologi dan lokasi geowisata di wilayah Bandung dan sekitarnya *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, v. VIII, h.8-14.
- Achnan, K., Bronto, S. dan Kartawa, W., 2004. Analisis struktur geologi daerah Cupunagara dan sekitarnya, Kabupaten Subang, Jawa Barat. *Publikasi Khusus*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, no. 29, 13.
- Alzwar, M., Akbar, N. dan Bachri, S., 1992. Peta Geologi Lembar Garut dan Pameungpeuk, Jawa, skala 1:100.000. *Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi*, Bandung.
- Bronto, S., 2003. Gunungapi Tersier Jawa Barat: Identifikasi dan Implikasinya. *Majalah Geologi Indonesia*, v. 18, no. 2, h.111 – 135.
- Bronto, S., 2004. Masalah Stratigrafi dalam Kaitannya dengan Sedimen Kuarter, Batuan Gunungapi dan Intrusi: Studi Kasus di Jawa Barat. *Dalam*: B.H. Harahap, Djuhaeni & D. Pribadi (Penyunting), *Stratigrafi Pulau Jawa*, Publikasi Khusus, Lokakarya Stratigrafi Pulau Jawa, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung, h.37-49.
- Bronto, S. dan Hartono, U., 2003. Strategi Penelitian Emas Berdasarkan Konsep Pusat Gunungapi. *Prosiding Kolokium Energi dan Sumber Daya Mineral 2003, Balitbang ESDM*, Bandung, h.172-189.

- Bronto, S., Achnan K., Kartawa, W., Dirk, M.H., Utoyo, H., Subandrio, J. dan Lumbanbatu, K., 2004a. Penelitian Awal Mineralisasi di Daerah Cupunagara, Kabupaten Subang – Jawa Barat. *Majalah Geologi Indonesia*, v. 19, no. 1, h.12-30.
- Bronto, S., Achnan K. dan Utoyo, H., 2004b. Penemuan Sumber Baru Mineralisasi di Daerah Cupunagara, Kecamatan Cisalak, Kabupaten Subang – Jawa Barat. The 33rd Convention & Exhibition 2004, IAGI, Bandung (in press.).
- Corbett, G.J. and Leach, T.M., 1995. *S.W. Pacific Rim Au/Cu Systems: Structure, Alteration and Mineralization*, Short Course number 17, 6-7 April 1995, Vancouver, Canada, 150 hal.
- Dam, M.A.C., 1994. *The Late Quaternary Evolution of the Bandung Basin, West-Java, Indonesia*, Thesis Vrije Universiteit, Amsterdam, 252 hal.
- Darmoyo, A.B., Sosromihardjo, S.P.C. and Satyamurti, B., 2001. The Sedimentology Pleistocene Volcaniclastic in the Lapindo Brantas Block, East Java. *Majalah Geologi Indonesia*, v. 16, no. 1, h.15-38.
- Gresko, M., C., Suria and Sinclair, S., 1995. Basin Evolution of the Arjuna Rift System and its Implications for Hydrocarbon Exploration, Offshore Northwest Java, Indonesia. *Proceedings of the 24th Annual Convention of Indonesian Petroleum Association*, h.147-161.
- Hadisantono, R.D., 1988. *Some aspects of the nature and origin of the widespread pyroclastic flow deposits surrounding Tangkubanparahu, Bandung, West Java*. MSc Thesis, Victoria Univ. of Wellington, New Zealand (unpub. rep.).
- Katili, J.A. and Sudradjat, A., 1984. Galunggung, the 1982-1983 Eruption. *Volcanological Survey of Indonesia*, 102 hal.
- Martodjojo, S., 2003. *Evolusi Cekungan Bogor, Jawa Barat*, Disertasi S3, Fak. Pasca Sarjana, Penerbit ITB, Bandung, 238 hal.
- Pertamina, 1988. *Geokronologi dan Evolusi Volkanik Daerah Wayang-Windu, Jawa Barat*, Geothermal Division, 81, Laporan tak terbit.
- Sampurno, 2004. *Jejak Langkah Geologi Dari Borobudur Hingga Punclut*, Kumpulan Karya Tulis Purnabakti 70 Tahun Sampurno, ITB, Bandung, 217 hal.
- Sardjono, 2004. Anomali Gaya Berat dan Arsitektur Cekungan di Wilayah Barat Pulau Jawa, Lokakarya Cekungan Bandung, Puslitbang Geologi, Bandung, 21-22 Desember 2004
- Silitonga, P.H., 1973. Peta Geologi Lembar Bandung, Jawa, skala 1:100.000. *Direktorat Geologi*, Bandung.
- Sillitoe, R.H., 1999. *Styles of High-Sulphidation Gold, Silver and Copper Mineralisation in Porphyry and Epithermal Environments*, the Pacific Rim Congress on Mineralisation, Bali – Indonesia, 10-13 October 1999, h.29-44.
- Soeria-Atmadja, R., Maury, R.C., Bellon, H., Pringgoprawiro, H., Polve, M. and Priadi, B., 1994. Tertiary magmatic belts in Java. *Journal of SE Asian Earth Science*, v. 9, no. 1-2, h.13-27.
- Sukarna, D., McInnes, B.I.A., Evans, N.J., Permanadewi, S., Garwin, S., E. Belasouva, E., Griffin, B. and Fu, F., 2004. Thermal Histories of Indonesian Porphyry Cu-Au Deposits Determined by U-Pb-He and K-Ar Methods. *The 33rd Snn. Convention and Exhibition 2004, IAGI*, 29-30 November – 1 December, Bandung (in press.).
- Sunardi, E. and Koesoemadinata, R.P., 1999. New K-Ar Ages and The Magmatic Evolution of the Sunda-Tangkuban Perahu Volcano Complex Formations, West Java, Indonesia. *Proceedings of the 28th Annual Convention, IAGI*, Jakarta, h.63-71.
- Sudjatmiko, 1972. Peta Geologi Lembar Cianjur, Jawa, skala 1:100.000. *Direktorat Geologi*, Bandung.
- Bemmelen, R.W. van, 1949. *The geology of Indonesia*. Government Printing Office, The Hague, Netherland.