

Bayat sebagai Kaldera purba : Sebuah gagasan konsep untuk mencari mineralisasi daerah Pegunungan Selatan

Okki Verdiansyah¹, Hill gendoet Hartono¹

*Jurusan Teknik Geologi STTNAS
okki.verdiansyah@sttnas.ac.id*

Abstrak

Penelitian berada pada daerah Bayat, dan Gunungkidul yang merupakan pusat studi geologi yang menarik. Kehadiran batuan beku, metamorf, dan karakter dari sebaran serta bentuk morfologi yang unik menjadikan ketertarikan peneliti untuk mengkaji Bayat dengan konsep diluar pakemnya, yaitu kaldera, magmatisme dan mineralisasi secara regional. Metode penelitian bersifat kualitatif, dengan tahapan analisis studio, analisis dan interpretasi data, observasi data lapangan, analisis laboratorium, analisis dan evaluasi data. Penelitian berfokus pada fisiografi Pegunungan Jiwo dan subzona Baturagung, untuk melihat fisiografi bentukan batuan Tersier atau yang lebih tua. Kajian Bayat sebagai Kaldera didasarkan pada konsep present is the key to the past yang mengacu pada bentukan kaldera di Indonesia seperti Gunung Batur, Gunung Brayan, dan Gunung Bromo serta pendekatan geologi Kaldera di luar Indonesia seperti Valles, Rorotua, Cheonji, dan Santorini. Mineralisasi logam umumnya berasosiasi dengan gunung api strato berdasarkan model endapan mineral sabuk pasifik. Hasil kajian berupa adanya anomali morfologi pada daerah Bayat dan pegunungan Baturagung terlihat melensa, dengan bagian sisi utara berupa gawir terjal yang relatif berarah Barat-Timur. Pola batas fisiografi selatan, memperlihatkan adanya bentukan antara dataran dan perbukitan Baturagung ditandai tebing terjal ini, ketika diikuti pola sebarannya akan membentuk beberapa segmentasi yang terlihat sebagai 3 bentukan gawir berbentuk setengah lingkaran, yang diikuti sebaran vulkanisme dan batuan beku andesitik-basaltik mengikuti koridor Timurlaut-Baratdaya. Magmatisme daerah Bayat terlihat memiliki dua pola yaitu tholeiitik dan kapur alkali, bahkan terdapat high-K Alkali dan batuan tidak jenuh silika, yang membuktikan adanya perkembangan magmatisme cukup fluktuatif. Vulkanisme yang terbentuk akibat Kaldera Bayat, menyebar mengikuti koridor yang dibentuk oleh proses tectono-volcanic yang menyebarkan vulkanisme stratovulkanik yang lebih muda, yang memungkinkan terbentuk sebagai sistem mineralisasi berasosiasi dengan hidrotermal. Mineralisasi yang terbentuk mengikuti pola Timurlaut - Baratdaya, yang pada perbukitan Jiwo dijumpai sebagai basemetal related yang berasosiasi dengan intrusi diorit di daerah perbukitan Jiwo, pada bagian selatannya terlihat adanya mineralisasi epitermal pada daerah Watukelir, Gn. Nglanggran, Piyungan, dan Pathok. Mineralisasi pada Pengkor - Pathuk, berupa vuggy quartz, diikuti argilik lanjut dan sulfida pirit-enargit (?) dengan kadar 0.03 - 0.23 ppm Au, 10.1 - 15.7 ppm Ag, 22 - 453 ppm As, 147 ppm Cudan pada Piyungan, terdapat lapisan-lapisan tuf dengan silika amorf dominan, diikuti adanya mineral lempung sebagai endapan diantara tuf dengan anomali geokimia 0.02 ppm Au, 12.9 - 17.3 ppm Ag, 21 - 33 ppm As. Konsep kaldera, dapat kami gunakan untuk melihat sebaran gunungapi yang diharapkan dapat menjadi tempat berkembangnya mineralisasi yang berhubungan dengan sistem hidroterma. Penelitian detail pada pusat-pusat erupsi purba, diperlukan untuk memahami sebaran sistem hidrotermal yang ada, baik penelitian kegeologian, geofisika, atau kegunungapian secara khusus.

Kata Kunci: Bayat, gunungapi, kaldera, magma, mineralisasi, pegunungan selatan.

1. Pendahuluan

Lokasi penelitian berada pada daerah Bayat, Kabupaten Klaten (Jawa Tengah) sampai daerah Pathuk, Wonosari (Yogyakarta).

Daerah Bayat merupakan pusat studi kegeologian yang selalu menarik untuk dikaji lebih lanjut, baik pada konsep tektonik, sejarah geologi, metamorfisme, magmatisme, sedimentologi dan stratigrafi, paleontologi dan beberapa keilmuan terkait.

Geologi daerah Bayat, terutama Pegunungan Jiwo diinterpretasi sebagai Oliston sebagai hasil proses delapsi (Sartono, 1986), dan dianggap sebagai olistolit sebagai bagian dari olistostrom, yang berhubungan dengan jalur subduksi yang melibatkan *microcontinent* Gondwanan (Satyana, 2014) dan membentuk batuan metamorfisme dengan derajat sangat rendah (Setiawan, et. al., 2013).

Pada bagian selatan dijumpai fisiografi pegunungan selatan, yang terbentuk perlapisan batuan sedimen, vulkaniklastik dan piroklastika yang didefinisikan sebagai Formasi Kebo-butak, Formasi Semilir dan Nglanggran. Satuan batuan "sedimen" ini, telah didefinisikan sebagai endapan lingkungan laut pada Miosen (Rahardjo, 1983; Smyth et al., 2008) yang diikuti aktivitas vulkanik pada Eosen tengah (Soeria-Atmadja et al., 1994) sampai awal Miosen (Smyth et al., 2008).

Bayat sebagai bagian dari vulkanik purba telah didefinisikan oleh Bronto (2013) yang menyebutkan Gunung Pendul sebagai vulkanik purba.

Terlepas dari kontroversi hipotesa Bayat sendiri, terdapat banyaknya analisa yang dilakukan secara lokal dan kasuistik membuat daerah ini selalu menimbulkan "masalah".

Kehadiran batuan beku, metamorf, dan karakter dari sebaran serta bentukan morfologi yang unik menjadikan ketertarikan peneliti untuk mengkaji Bayat dengan konsep diluar pakemnya, yaitu kaldera, magmatisme dan mineralisasi secara regional.

Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi acuan awal penelitian serupa, dan menghasilkan kesimpulan geologi yang lebih pas terhadap perembangan data yang ada.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

2. Metode

Metode penelitian bersifat kualitatif, dengan tahapan analisis studio, analisis dan interpretasi data, observasi data lapangan, analisis laboratorium, analisis dan evaluasi data.

Analisis laboratorium dilakukan di Laboratorium Kimia PT. Antam (persero) Tbk, Unit Geomin, dengan metode ICP-OES.

Analisis studio yang dilakukan dengan menggunakan perangkat Sistem Informasi Geografi (SIG) untuk menganalisa pola kelurusan dan densitasnya, pola khusus yang berhubungan dengan vulkanisme, sebaran batuan, dan hubungannya secara spasial.

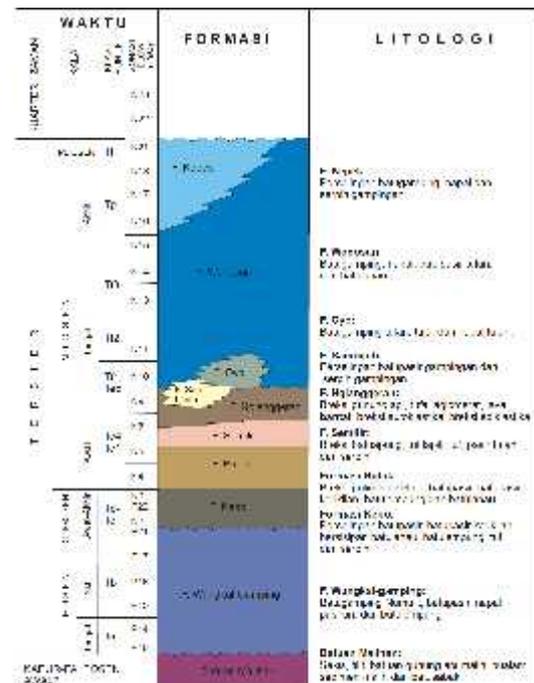
Data lapangan yang dipakai sebagai penunjang kajian geologi ini bersifat setempat, dan diusahakan bersifat representatif.

3. Kajian Pustaka

3.1. Geologi daerah Bayat dan sekitarnya

Fisiografi daerah penelitian berada pada tiga zona, yaitu Zona Solo yang tersusun atas endapan kuartar dan endapan fluvio-vulkanik membentuk dataran rendah, Zona Perbukitan Jiwo tersusun atas batuan beku dan metamorfik berumur Pra-Tersier hingga Tersier membentuk kelompok perbukitan terisolir, dan subzona Baturagung yang merupakan bagian dari zona Pegunungan Selatan yang tersusun atas satuan batuan sedimen dan vulkanik berlapis dengan jurus perlapisan dominan relatif barat-timur diikuti kemiringan ke arah selatan (Van Bemmelen, 1949).

Penelitian berfokus pada fisiografi Pegunungan Jiwo dan subzona Baturagung, untuk melihat fisiografi bentukan batuan Tersier atau yang lebih tua.



Gambar 2. Kolom stratigrafi Pegunungan Baturagung dan Perbukitan Jiwo (Sudarno, 1997 dalam Surono, 2008)

Geologi Pegunungan Jiwo

Pegunungan Jiwo, terdiri dari batuan metamorf berumur Pra Tersier (Kapur) yang terdiri dari filit, sekis, batusabak, marmar, gneis, metagamping orbitulina (Suro, 1992) dengan tingkatan metamorfisme sangat rendah dan diikuti kehadiran skarn sebagai produk metamorfisme kontak (Setiawan, dkk., 2013) dan masih banyaknya terdapat batuan metasedimen seperti metagamping, fossiliferous marble (Widyastuti, dkk., 2016). Terdapat juga batuan sedimen berumur Eosen berupa batugamping foraminifera besar, batunapal yang berada tidak selaras diatas metamorf, baik sebagai klastika/olistolit (Rahardjo, 1980) ataupun sebagai kontak ketidakselarasan sebagai alas cekungan pengendapan. Formasi sedimen ini diterobos oleh beberapa batuan beku.

Batuan beku pada pegunungan Jiwo umumnya terdiri atas diabas dan mikrodiabas, namun setempat akan dijumpai dioritik sampai andesit dan basalt.

Batuan beku diabasik tersingkap sebagian dipermukaan dengan jenis gabro olivin dengan afinitas tholeitik, yang diinterpretasi sebagai bagian magma primitif pulau Jawa, yang kemudian membentuk busur kepulauan (Aditya, 2017).

Pada pegunungan Jiwo bagian Timur, Bukit Pendul, diinterpretasi sebagai bentukan sisa vulkanik purba yang terlihat dari adanya intrusi dioritik dan aliran lava basalt yang kaya gelas diikuti diagenesis sferulitik (Bronto, 2010), dengan perkiraan umur 33,2 - 24,3 juta tahun lalu.

Geologi Pegunungan subzona Baturagung

Pada sisi selatan, terdapat morfologi yang kontras, berupa kelurusan tebing membentuk fisiografi pegunungan selatan, sub zona Baturagung. Pada zona ini, terdapat 4 formasi utama yaitu Formasi Kebo-Butak, Formasi Semilir, Formasi Nglanggran dan Formasi Sambipitu. Samodra dan Sutisna (1997), menyebut Formasi Kebo - Butak dengan tiga anggota: Anggota Mangli, Anggota Nampurejo, dan Anggota Belang. Anggota Mangli terdiri atas perulangan batupasir, batulanau, batupasir kerikilan, batu-lempung, serpih, dan tuf; setempat disisipi aglomerat dan konglomerat. Anggota Nampurejo tersusun oleh lava bantal bersusunan basal. Sementara Anggota Belang disusun oleh perulangan grewak dan batulanau dengan sisipan tuf. Kenyataan di lapangan, pemisahan Formasi Kebo-Butak sendiri dengan Anggota Mangli dan Anggota Belang sulit dilakukan.

Umur dari Formasi Kebo-Butak bervariasi, Raharjo, 1997 menyebutkan pada Gunung Pegat, Watugajah dan Pututputri menunjukkan umur Oligosen Akhir – Miosen Awal (P22 - N4). Suro

dr. (2006) menganalisis kandungan fosil nanno dalam contoh dari Perbukitan Jiwo Timur menunjukkan umur Miosen Awal (NN3).

Formasi Kebo dan Formasi Butak umumnya menunjukkan kisaran umur 21,0 – 26,55 juta tahun atau Oligosen Akhir – Miosen Awal Soeria-Atmadja dr,1994), dan Lava Bantal Nampurejo, menunjukkan umur 33,15 – 31,29 juta tahun atau Oligosen Awal, jauh lebih tua dari umur kedua formasi (Susilo, 2003 dalam Suro, 2008). Pada formasi Kebo-Butak terdapat sisipan tuf kristal, sebagai produk piroklastika masa lampau yang berumur $24,7 \pm 1,0$ juta tahun atau Oligosen Akhir (Smyth, 2005).

Mulyaningsih (2016), menganalisis mengenai vulkanikstratigrafi Formasi Kebo-butak dan membagi menjadi dua sisi, yaitu Bagian Timur terdiri dari (1) lava bantal basaltik, tuf basaltik dan pumis, (2) tuf feldspar dan pumis, (3) tuf kaya kuarsa dan pumis. Pada bagian Barat terdiri dari (1) sekuen basaltik (sill, lava bantal, pumis kasar basaltik), (2) tuf andesitik dan pumis dasitik). Hal ini menandakan bahwa pembentukan Formasi Kebo-butak tidak terlepas dari proses vulkanik.

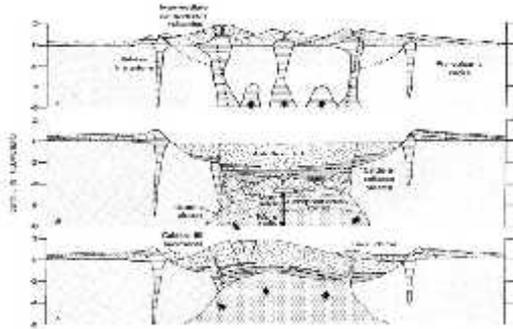
Formasi Semilir terdiri atas tuf, lapili., breksi piroklastika, breksi pumis (Suro, dkk., 1992), yang terendapkan pada lingkungan darat dan laut, berumur Miosen awal atau 20,4 jtl (Smyth, 2005). Formasi ini menjemari terhadap Formasi Nglanggran dan Sambipitu.

Formasi Nglanggran tersusun atas breksi aliran, breksi vulkanik, batupasir vulkanik, lava andesit-basal, serta aglomerat (Suro, dkk., 1992), yang berumur Miosen Awal.

3.2. Konsep dan karakter Kaldera

Kaldera adalah depresi vulkanik yang sangat luas, berbentuk melingkar atau mendekati lingkaran yang terbentuk dari roof collapse pada magma reservoir dan mengalami peningkatan diameter akibat erupsi lebih lanjut.

Kaldera berukuran < 5km disebut kaldera kecil yang berkomposisi basaltik sampai andesitik, sedangkan yang luas mencapai 75 km pada magma komposisi asam yang diikuti pembentukan letusan pembentuk ignimbrit (Gambar 3; Lipman, 2000).



Gambar 3. Evolusi kaldera (Lipman, 2000)

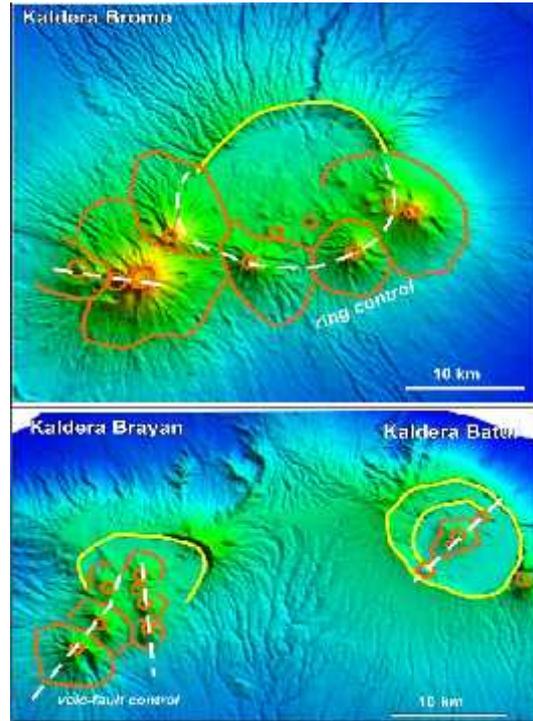
Fisiografi dan litologi berasosiasi dengan kaldera

Konsep *the present is key to the past* sangat penting dan pas digunakan dalam evaluasi ini.

Lipman (2000), menyebutkan bentuk utama kaldera adalah *topographic rim, inner topographic wall, bounding faults, structural caldera floor, intra caldera fill, underlying magma chamber* atau *pluton*.

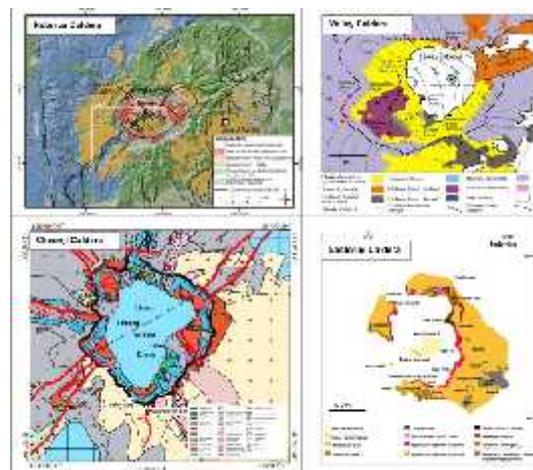
Fisiografi kaldera secara umum membentuk bentuk melingkar, sebagai indikasi adanya runtuh. Bentuk - bentuk lingkaran baik utuh maupun sebagian membentuk seperti tapal kuda, selain runtuh juga dipengaruhi oleh faktor tektonik ataupun *volcanotectonic* yang akan diikuti oleh beragam litologi yang menyertainya bersamaan dengan munculnya pusat-pusat erupsi monogenetik baru baik berupa lava-lava basaltik, lava dasitik, kubah dan krusut pumisan.

Jika melihat bentuk kaldera di Indonesia, maka akan terlihat karakter bahwa pada daerah sekitar kaldera akan dijumpai gunungapi stratovulkanik yang berkembang baik dipusat kaldera, seperti di Gunung Batur, Bali atau sebagai *ring volcano* seperti di Gunung Bromo, Jawa Timur, atau yang mengikuti pola koridor tertentu seperti Kompleks Gunung Brayon, Bali (Gambar 4).



Gambar 4. Pola bentuk dan sebaran gunungapi berasosiasi dengan Kaldera kuartir di Indonesia, dengan studi kasus Kompleks Gunungapi Bromo (Jawa Timur), Kompleks Gunungapi Brayon dan Batur (Bali).

Pada kaldera di luar Indonesia, dapat dilihat bahwa litologi dan morfologi khas bentuk kaldera sangat unik yaitu dengan bentuk stratigrafi batuan piroklastika yang cukup tebal, dan berulang dari basaltik sampai pumisan seperti di Santorini, dengan bagian tengah masih terbentuk genang laut dengan litologi terlihat dipermukaan mulai dari metamorfik, lava basaltik, lava dasitik, dan perulangan sekuen piroklastika yang cukup tebal. Bentuk kaldera juga dapat membentuk *ring* seperti di kaldera Valles/Rotorua atau *radiactive fault* seperti di kaldera Cheonji, (China-Korean) dan Taupo (New Zealand).

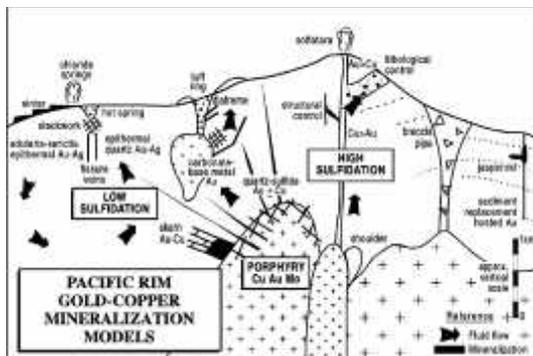


Gambar 5. Pola bentuk dan litologi yang berkembang pada Kaldera.

3.3. Konsep hidrotermal dan gunungapi

Sistem hidrotermal tidak terlepas dari adanya proses magmatisme, baik dikedalaman maupun yang mendekati permukaan yang diikuti sirkulasi air meteorik.

Konsep pencarian mineralisasi diprinsipkan dari kriteria petrologi dan struktur terkait, dimana petrologi atau lingkungan geologi gunungapi memegang peranan penting dalam sistem mineralisasi baik mekanisme fluida dan karakteristiknya sebagaimana tertuang dalam model konseptual eksplorasi di sabuk pasifik (Corbett & Leach, 1997; Gambar 6). Konsep ini pada prinsipnya terdapat tiga komponen dasar yaitu : Kontrol Litologi, Kontrol breksi hidrotermal, dan kontrol sesar (Sillitoe, 1999).



Gambar 6. Model endapan mineral yang berasosiasi dengan kompleks magmatisme dan gunungapi (Corbett & Leach, 1997)

Pencarian mineralisasi tergantung dari *crustal level* dan *degree of sulfidation* (Corbett & Leach, 1997), dan pada permukaan akan tergantung dari fasies gunungapi serta tipe yang terbentuk.

Oleh karena itu, secara umum sistem mineralisasi akan berhubungan dengan vulkanisme lokal yang terbentuk.

4. Hasil Penelitian

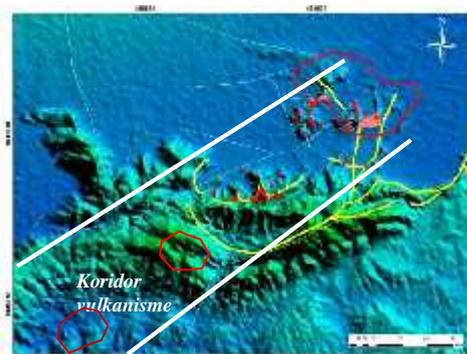
Konsep kaldera ini, tentunya masih sangat membutuhkan data penunjang yang banyak dan penelitian ini tidak mengarah langsung ke hal tersebut.

Gejala geologi yang ada di Bayat dan sekitarnya, dilihat oleh penulis tidak dapat dijelaskan dengan konsep sedimentasi klasik, dan berdasarkan pola litologi yang cukup kompleks dan sebaran sistem hidrotermal yang terbentuk, diikuti data interpretasi struktur geologi, maka konsep Kaldera dalam penelitian akan dipakai untuk memudahkan penjelasan dalam hasil penelitian.

4.1. Anomali morfologi

Morfologi merupakan bentukan hasil dari proses geologi, yang terkontrol oleh litologi, struktur dan atau erosional.

Daerah Bayat dan pegunungan Baturagung terlihat melensa, dengan bagian sisi utara berupa gawir terjal yang relatif berarah Barat-Timur. Pola batas fisiografi selatan, memperlihatkan adanya bentukan antara dataran dan perbukitan Baturagung ditandai tebing terjal ini, ketika diikuti pola sebarannya akan membentuk beberapa segmentasi bentukan setengah lingkaran (Gambar 7), yang terlihat sebagai 3 bentukan gawir berbentuk setengah lingkaran. Pada pola tersebut juga didukung adanya arah perlapisan yang seolah-olah melingkar sebagaimana yang terlihat jelas pada daerah perbatasan Burikan (Cawas) dan Tancep Ngawen (Gunungkidul).



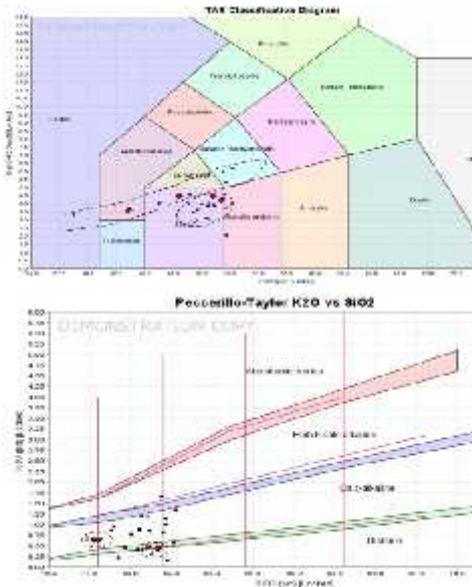
Gambar 7. Intepretasi batas anomali morfologi bentukan kaldera / gunungapi di daerah Bayat dan sekitarnya. Terplotkan sebaran batuan beku berupa diabas sebagai batuan plutonik, dan intrusi serta beberapa lava andesit-basaltik yang muncul pada koridor tertentu (garis putih) dan periode tertentu.

4.2. Magmatisme, Vulkanisme dan sebaran batuan beku

Hipotesa kaldera didasarkan beberapa fakta yaitu adanya pola tektonik tertentu yang biasa terbentuk pada daerah gunung api, pola sebaran litologi, dan tipe batuan beku yang cukup kompleks dan unik. Kehadiran batuan beku berafinitas toleitik sebagai magma primitif di perbukitan Jiwo, menandakan adanya proses magmatisme yang diduga sebagai bagian dari hadirnya vulkanisme besar masa lampau.

Analisis geokimia dari 24 batuan beku menunjukkan batuan dioritik mempunyai dua tipe afinitas magma yaitu tholeiitik dan kapur alkali (Gambar 8), yang diikuti oleh batuan vulkanik berafinitas dominan kapur alkali, dengan beberapa batuan terlihat mempunyai tipe high-K alkali, yang pada diagram TAS terlihat 2 pola yaitu kelompok A sebagai Tholeiitik menuju kapur-alkali dan kelompok B sebagai kapur alkali menuju high-K alkali dengan sifat trakitik, dimana terdapat 2 batuan yang mempunyai silika rendah (38 - 43%) SiO₂ dan cenderung tidakjenuh dengan kehadiran 5.7% Nefelin-normatif, pada daerah Jokotuo, Bayat.

Kejadian seperti ini merupakan kondisi umum pada magmatisme berasosiasi dengan Kaldera, diakibatkan fluktuasi magma.



Gambar 8. Geokimia batuan beku pada daerah Bayat, (a) pada TAS Diagram, (b) pada diagram afinitas magma K₂O - SiO₂. bulatan merah adalah batuan dioritik, sedangkan lainnya adalah batuan andesitik-basaltik. Kompilasi data dari Idrus, dkk (2013) dan Bronto, dkk. (2004).

Intrusi diorit piroksen di Pendul sangat elas memperlihatkan adanya magmatisme pembentuk gunungapi yang hadir di perbukitan Jiwo, serta diikuti adanya intrusi baik *dike* atau *sill* yang banyak berkembang di perbukitan Jiwo Barat serta pada daerah Tegalrejo, menandakan adanya koridor pengrusakan yang cukup besar berarah Timurlaut-baratdaya pada periode setelah pembentukan Kebo-butak (lihat Gambar 7).

Peneliti juga menjumpai adanya 3 lapisan masif pada daerah Kalinampu (1- 4 m) berupa *medium-welded ignimbrite breccia-tuff* (Gambar 9), yang merupakan bukti adanya proses vulkanisme letusan besar daerah ini.



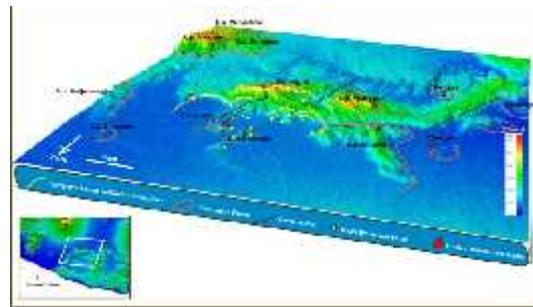
Gambar 9. Singkapan ignimbrite pada daerah Tegalrejo, dekat Kalinampu. Litologi yang berkembang berupa tuf kristal, welded-pumiceous tuff, fiammea rich lithic tuff.

Vulkanisme yang terbentuk akibat Kaldera Bayat, menyebar mengikuti koridor yang dibentuk oleh proses *tectono-volcanic* yang menyebarkan vulkanisme stratovulkanik yang lebih muda, yang

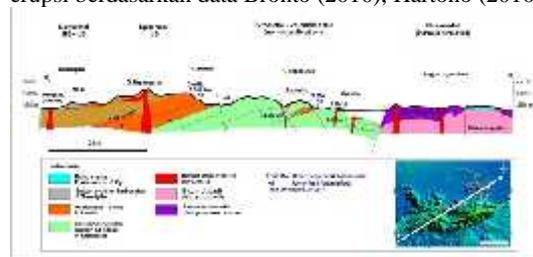
memungkinkan terbentuk sebagai sistem mineralisasi berasosiasi dengan hidrotermal.

4.3. Mineralisasi regional

Sebaran vulkanisme pada daerah Bayat dan sekitarnya diduga dipengaruhi adanya sistem kaldera, yang membuka dan menyebarkan magma, serta diikuti beberapa mineralisasi mengikuti koridor tertentu (Gambar 10 dan 11). Mineralisasi yang terbentuk mengikuti pola Timurlaut - Baratdaya, yang pada perbukitan Jiwo dijumpai sebagai *basemetal related* (Idrus, dkk, 2013) yang berasosiasi dengan intrusi diorit di daerah Pendul, pada bagian selatannya terlihat adanya mineralisasi epitermal pada daerah Watukelir, Piyungan, dan Pathok.



Gambar 10. Intepretasi pengaruh kaldera Bayat terhadap vulkanisme dan sebaran mineralisasi yang ada. Pusat erupsi berdasarkan data Bronto (2010), Hartono (2010).



Gambar 11. Profil Timurlaut-Baratdaya untuk memperlihatkan asosisasi batuan dan vulkanisme yang ada, disertai perkiraan umur berdasarkan data Surono (2008); Akmaludin, (2011) serta tipe mineralisasinya.

4.4. Kehadiran mineralisasi epitermal

Kehadiran mineralisasi dan sistem hidrotermal, tentunya harus dibuktikan dengan proses penelitian yang cukup panjang, meliputi pola, litologi, sebaran, dimensi dan kadar.

Pada *reconnaissance* yang peneliti lakukan pada sekitar 4 lokasi menunjukkan kehadiran sistem hidrotermal dengan posisi epitermal, yang secara singkat dapat dijelaskan sebagai berikut

- a) Perbukitan Jiwo, Pendul : daerah ini terlihat dari adanya urutan halus oksida besi, diikuti veinlet logamdasar pada batuan diorit/diabas. Alterasi yang terjadi pada daerah penelitian berupa alterasi propolitik yaitu alterasi yang terjadi pada suhu <200-260°C dan ditandai dengan adanya

mineral penciri berupa klorit, epidot dan karbonat, alterasi propilitik juga berasosiasi dengan mineral bijih berupa pirit, kalkopirit dan sphalerit (Idrus, dkk., 2013).

- b) Gunung Glanggran, terdapat informasi alterasi argilik luas, namun belum dikonfirmasi sebaran dan polanya
- c) Piyungan, terdapat lapisan-lapisan tuf dengan silika amorf dominan, diikuti adanya mineral lempung sebagai endapan diantara tuf. Satuan ini tertutup endapan breksi pumis Semilir. Sistem hidrotermal diindikasikan dari adanya anomali geokimia 0.02 ppm Au, 12.9 - 17.3 ppm Ag, 21 - 33 ppm As. (Gambar 11a)
- d) Pengkor - Pathuk, terlihat singkapan *vuggy quartz*, diikuti argilik lanjut dan sulfida pirit-enargit (?) pada satuan andesit yang tertutup oleh litologi batulempung - napal - tuf lempungan Formasi Sambipitu (Gambar 11). Analisa pada batuan ini menunjukkan kadar 0.03 - 0.23 ppm Au, 10.1 - 15.7 ppm Ag, 22 - 453 ppm As, 147 ppm Cu. (Gambr 11b)



Gambar 11. (a) Singkapan dan conto batuan mengindikasikan mineralisasi tipe epitermal bagian atas (hotspring) di Piyungan, (b) Singkapan dan conto batuan yang mengindikasikan tipe epitermal sulfidasi tinggi.

5. Kesimpulan dan diskusi

Konsep kaldera, dapat kami gunakan untuk melihat sebaran gunungapi yang diharapkan dapat menjadi tempat berkembangnya mineralisasi yang berhubungan dengan sistem hidrotermal, sebagaimana telah terbukti kehadirannya di beberapa tempat. Permasalahan utama pada daerah pegunungan selatan adalah, kemungkinan vulkanisme tertutupi oleh sistem sedimentasi berikutnya sehingga sulit mencari singkapan yang terkait.

Penelitian detil pada pusat-pusat erupsi purba, diperlukan untuk memahami sebaran sistem hidrotermal yang ada, baik penelitian kegeologian, geofisika, atau kegunungapian secara khusus.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada STTNAS, atas pembiayaan penelitian yang penulis lakukan.

Daftar Pustaka

- Aditya, A., M, 2017, Studi Petrologi Batuan Beku Dan Hubungannya Dengan Proses Magmatisme Di Daerah Perbukitan Jiwo, Kecamatan Bayat, Provinsi Jawa Tengah. Skripsi S1 (tidak dipublikasikan)
- Akmaluddin, 2011, Cenozoic Chronostratigraphy And Paleooceanography Of Southern Mountains Central Java, Indonesia, Department of Earth Resource Engineering, Graduate School of Engineering, Kyushu University, Fukuoka, Japan, Thesis. (tidak dipublikasikan)
- Bronto, S., 2010, Identifikasi Gunung Api Purba Pendul Di Perbukitan Jiwo, Kecamatan Bayat, Kabupaten Klaten – Jawa Tengah, Jurnal Sumber Daya Geologi, Vol. 20 No. 1.
- Bronto, S., Hartono, G., dan Astuti. B., 2004, Hubungan genesa antara batuan beku intrusi dan ekstrusi di Perbukitan Jiwo, Kecamatan Bayat. Klaten, Jawa Tengah, Majalah Geologi Indonesia, h. 147-163.
- Idrus, A., Warmada, W., Junitin, B., M., 2013, Mineralisasi Dan Alterasi Hidrotermal Di Gunung Pendul Dan Sekitarnya, Bayat, Klaten, Jawa Tengah, Prosiding Seminar Nasional Kebumihan Ke-6, Teknik Geologi Universitas Gadjah Mada,
- Mulyaningsih, S., 2016. Volcanostratigraphic Sequences of Kebo-Butak Formation at Bayat Geological Field Complex, Central Java Province and Yogyakarta Special Province, Indonesia. *Indonesian Journal on Geoscience*, 3 (2), p.77-94.
- Satyana, A. H., 2014, Tectonic Evolution of Cretaceous Convergence of Southeast

- Sundaland : A New Synthesis and its Implications on Petroleum Geology, Proceeding PIT IAGI ke-43, Jakarta 15-18 September 2014.
- Sillitoe, R.H., (1999), Style of High Sulphidation Gold, Silver, and Copper Mineralisation in Porphyry and Epithermal Environments, Proceeding of The Pacific Rim at Bali.
- Smyth, H., Hall, R., Hamilton, J., and Kinny, P., 2003. Volcanic origin of quartz-rich sediments in East Java; Indonesian Petroleum Association, Proceedings 29th Annual Convention Jakarta, p. 541-559.
- Soeria-Atmadja, R., Maury, R.C., Belton, H., Pringgoprawiro, H., Polve, M. & Priadi, B., 1994, The Tertiary magmatic Belts in Java, Journal of SE-Asian Earth Sci., vol.9, no.1/2, p.13-27
- Surono, 2008, Litostratigrafi dan sedimentasi Formasi Kebo dan Formasi Butak di Pegunungan B, Jurnal Geologi Indonesia, Vol. 3 No. 4, p. 183-193.
- Surono, Sudarno, I., & Toha, B., 1992, Peta geologi lembar Surakarta – Giritontro, Jawa, skala 1 : 100.000, Direktorat P3G, Bandung.
- Van Bemellen, R. W., 1949. The Geology of Indonesia, vol. 1A. Martinus Nijhoff, the Hague, 732 p .



BERITA ACARA
KEGIATAN SEMINAR NASIONAL ReTII KE-12 TAHUN 2017

Pada hari ini Sabtu, Tanggal 9 Desember, Tahun 2017 telah dilaksanakan Seminar Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi (ReTII) ke-12, atas :

- Nama Pemakalah : Okki Verdiansyah¹, Hill gendoet Hartono²
 Judul Makalah : BAYAT SEBAGAI KALDERA PURBA : SEBUAH GAGASAN KONSEP UNTUK Mencari MINERALISASI DAERAH PEGUNUNGAN SELATAN.
 Pukul : 16.15-16.30
 Bertempat di : Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta
 Dengan alamat : Jln. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman, DIY
 Ruang : C.2
 Moderator : Dr. Hill Gendoet H, S.T., M.T
 Notulen : Winarti, S.T., M.T

Susunan Acara Seminar ini dibuka oleh Moderator, diikuti oleh Pemaparan Singkat Hasil Penelitian oleh Pemakalah, Tanggapan (Pertanyaan/Kritik/Saran) dari Peserta Seminar dan Tanggapan Pemakalah, dan ditutup kembali oleh Moderator.

Jumlah Peserta yang hadir : _____ orang (Daftar Hadir Terlampir)

Demikian Berita Acara ini dibuat dengan sebenarnya untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 9 Desember 2017

Ketua Panitia	Moderator	Pemakalah
 Dr. Ir. Sugiarto, MT	 Dr. Hill Gendoet H, S.T., M.T	 Okki Verdiansyah ¹ , Hill gendoet Hartono ²



NOTULEN KEGIATAN SEMINAR NASIONAL ReTII KE-12 TAHUN 2017

Pada hari ini Sabtu, Tanggal 9 Desember, Tahun 2017 telah dilaksanakan Seminar Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi (ReTII) ke-12, atas :

- Nama Pemakalah : Okki Verdiansyah¹, Hill gendoet Hartono²
 Judul Makalah : BAYAT SEBAGAI KALDERA PURBA : SEBUAH GAGASAN KONSEP UNTUK Mencari MINERALISASI DAERAH PEGUNUNGAN SELATAN.
 Pukul : 16.15-16.30
 Bertempat di : STTNAS Yogyakarta
 Dengan alamat : Jl. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman, DIY
 Ruang : C.2

Pertanyaan/Kritik/Saran	Tanggapan Pemakalah
<p>Pertanyaan : Amara - Caldera di Bayat sebelah mana ?</p>	<p>- Ada 3 pusat ringharan di sebelah utara Baturagung.</p>

Yogyakarta, 9 Desember 2017

Ketua Panitia	Moderator	Pemakalah
  Dr. Ir. Sugiarto, MT	 Dr. Hill Gendoet H, S.T., M.T	 Okki Verdiansyah ¹ , Hill gendoet Hartono ²