

Tinjauan Awal Hubungan Vulkanostratigrafi Dengan Tipe Mineralisasi Daerah Kokap, Kulon Progo, Yogyakarta

Okky Sugarbo

Program Studi Teknik Geologi, Departemen Teknik, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta
Korespondensi : okysugarbo@itny.ac.id

ABSTRAK

Pegunungan Kulonprogo sebagian besar merupakan produk gunung api Tersier yang membentuk morfologi tinggian yang terletak di sisi sebelah barat Yogyakarta. Setiap gunung api umumnya membentuk fasies gunung api serta diikuti oleh proses hipogen ikutan seperti proses ubahan hidrotermal yang membentuk mineral bijih. Penelitian ini merupakan kajian awal untuk melihat kaitan antara stratigrafi gunung api terhadap adanya proses hidrotermal dan tipe mineralisasi yang ada di Pegunungan Kulon Progo bagian selatan. Metode yang digunakan merupakan analisis kualitatif yang menggabungkan antara data citra dan data dari beberapa peneliti terdahulu sehingga dapat ditarik suatu kesimpulan yang komprehensif. Hasil penelitian menunjukkan kehadiran mineralisasi dengan tipe epitermal dan dugaan adanya sistem porfiri berasosiasi dengan batuan gunung api penciri fasies sentral sampai proksimal. Endapan mineral yang terletak jauh dari indikasi pusat erupsi cenderung bertipe sulfidasi rendah sedangkan mendekati pusat erupsi, tipe mineralisasi mengarah pada sulfidasi tinggi. Sistem mineralisasi Daerah Hargoejo, Gunung Agung dan Kalirejo diinterpretasikan mengikuti sistem Khuluk Ijo sedangkan sistem mineralisasi Daerah Sangon mengikuti sistem Gumuk Kukusan. Tidak selamanya endapan epitermal sulfidasi tinggi dan porfiri ditemukan pada fasies pusat gunung api dan endapan endapan epitermal sulfidasi rendah jauh dari fasies pusat karena pada daerah yang jauh dari pusat bisa terdapat intrusi yang membentuk sistem hidrotermal sehingga dapat menghasilkan endapan epitermal sulfidasi tinggi.

Kata kunci : vulkanostratigrafi, fasies gunung api, tipe mineralisasi, Kulon Progo

ABSTRACT

The Kulonprogo Mountains are mostly Tertiary volcano products that form a high morphology located on the western side of Yogyakarta. Each volcano generally forms volcanic facies and is followed by hypogene follow-up processes such as the hydrothermal alteration process that forms ore minerals. This research is a preliminary study to see the relationship between volcanic stratigraphy with the existence of hydrothermal processes and the type of mineralization in the southern Kulon Progo Mountains. The method that used is a qualitative analysis that combines morphology data and data from some previous study so that a comprehensive conclusion can be drawn. The results showed the presence of mineralization with epithermal type and indicate the existence of porphyry systems that associate with volcanic rocks that characterize the central to proximal facies. Mineral deposits that are located far from the indication of the eruption center tend to be of low sulfidation type while approaching the eruption center, the type of mineralization leads to high sulfidation. Mineralization systems in the Hargoejo, Gunung Agung and Kalirejo areas are interpreted to follow the Ijo Crown system while the Sangon Region mineralization system follows the Kukusan Hummock system. Not always high sulfidation epithermal deposits and porphyry are found in the central facies of volcanoes and low sulfidation epithermal deposits are far from central facies because in areas far from the center there can be intrusions that form a hydrothermal system so as to produce high sulfidation epithermal deposits.

Keywords: vulkanostratigraphy, volcanic facies, mineralization type, Kulon Progo

1. PENDAHULUAN

Kepulauan Indonesia kita ketahui sebagian besar dibangun oleh kegiatan vulkanisme mulai dari Pra Tersier hingga Kuartar. Pada gunung api kuartar secara umum memiliki bentuk gunung api cenderung masih terlihat dan utuh, hal tersebut tentunya sangat berbeda dengan gunung api purba. Pada gunung api purba, bentuk tubuhnya sudah tidak terlihat sempurna dan tidak mudah untuk mengidentifikasi adanya bekas gunung api khususnya pada pusat erupsi purba. Penelitian terkait keberadaan pusat erupsi purba (vulkanostratigrafi) tidak banyak dikaitkan dengan keberadaan mineral ekonomis sehingga sebagian penelitian tentang paleovulkanisme cenderung mengarah ke penelitian sains murni. Selama ini penelitian

terkait vulkanostratigrafi cenderung dilihat dari kontrol morfologi, litologi, struktur dan stratigrafi tanpa memperhatikan keberadaan sistem mineralisasinya. Untuk studi terkait produk vulkanisme dan keberadaan mineralisasi logam berharga pada daerah Kulonprogo biasa dilakukan pada daerah tertentu seperti di daerah Kokap dan sekitarnya, namun belum dapat ditentukan potensinya karena keterbatasan data. Selain itu, masih ada beberapa peneliti melakukan penelitian pada daerah Kulon Progo dengan konsep litostratigrafi sehingga masih menimbulkan beberapa permasalahan dalam penentuan satuan stratigrafinya.

Tinjauan awal masih sangat dibutuhkan untuk melihat peluang-peluang potensi terbentuknya mineral berharga di daerah Kulon Progo dan sekitarnya. Penelitian awal terkait keberadaan sistem mineralisasi akan lebih baik apabila dilakukan dengan parameter lebih tepat salah satunya seperti penggunaan konsep stratigrafi gunung api purba (vulkanostratigrafi) dalam hubungannya dengan konsep terbentuknya tipe endapan mineral. Dalam penelitian ini diharapkan akan menghasilkan gambaran awal mengenai hubungan stratigrafi gunung api dengan potensi keberadaan jenis mineralisasi dari daerah yang telah diketahui adanya mineralisasi sehingga dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan dalam kegiatan eksplorasi mineral berharga pada daerah baru untuk target penelitian selanjutnya.

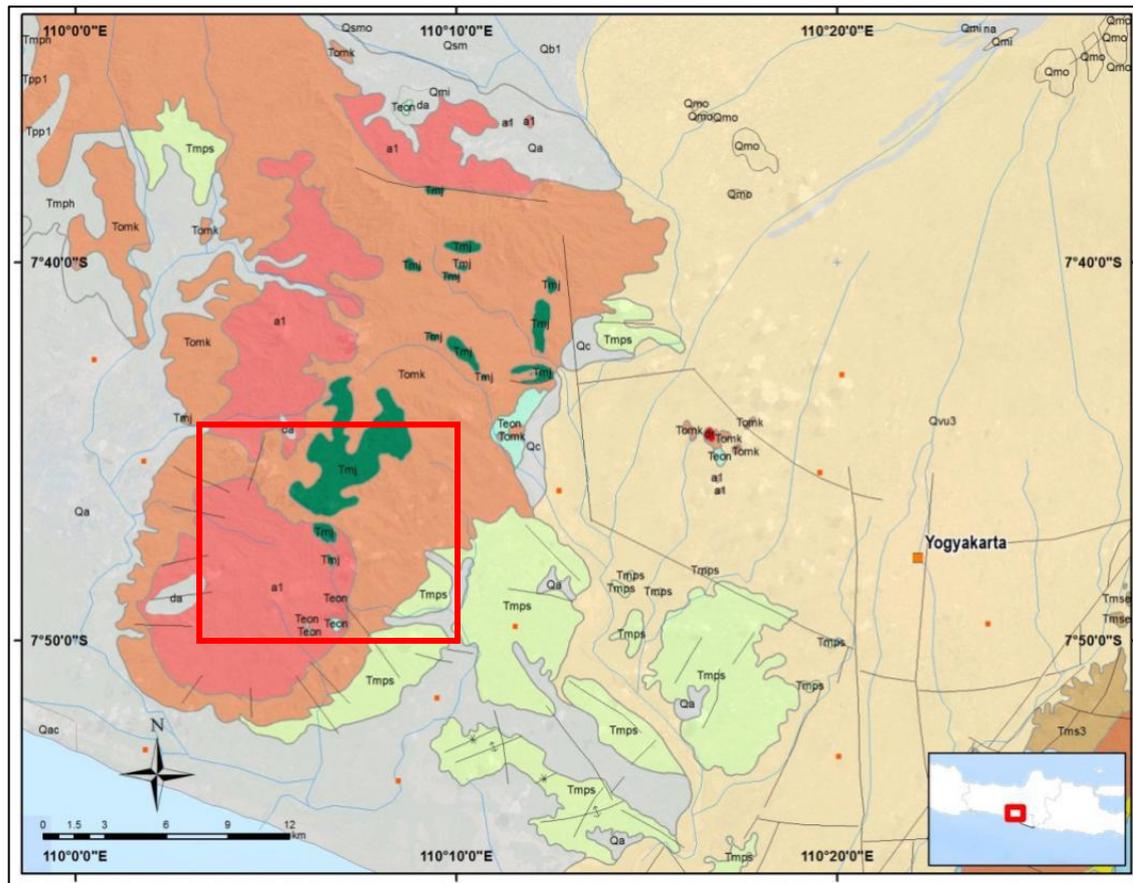
2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan berupa metode kualitatif sebatas pada penelitian sekunder dengan studi literatur oleh beberapa peneliti terdahulu. Dalam penelitian ini, secara umum menerapkan hubungan antara konsep stratigrafi gunung api dengan konsep mineralisasi. Peneliti mencoba mengaitkan hasil analisis peneliti terdahulu yang membahas stratigrafi gunung api dengan tipe mineralisasi yang ada pada daerah Kokap dan sekitarnya. Dari komparasi berbagai peneliti tersebut, kemudian dilakukan analisis secara komprehensif dengan memperhatikan data regional sehingga dapat ditarik suatu kesimpulan terkait hubungan stratigrafi gunung api dan tipe mineralisasi khususnya pada daerah Kokap dan sekitarnya, Kulon Progo.

3. STRATIGRAFI GUNUNG API KULON PROGO

Tatanan geologi pada daerah penelitian tidak terlepas dari faktor magmatisme, vulkanisme dan sedimentasi daerah Pegunungan Selatan. Pegunungan selatan, sebagian besar merupakan kompleks gunung api yang membentuk gumuk (*hummock*), khuluk (*crown*) dan bregada (*brigade*), serta beberapa kaldera purba [12]. Pada daerah Pegunungan Kulon Progo, adanya gunung api purba Gajah, Ijo, dan Menoreh sudah cukup lama dinyatakan oleh [17] namun hal tersebut tidak diikuti dengan penelitian berikutnya dimana masih cukup banyak yang memetakan maupun melakukan penelitian di daerah Kulon Progo pada Formasi OAF menggunakan konsep litostratigrafi sehingga aspek sumber erupsi purba kurang diperhatikan. Pada daerah penelitian (Gambar 1), sudah cukup banyak penelitian terkait geologi gunung api purba khususnya pada Gunung Api Purba Ijo (Khuluk Ijo) dan sekitarnya namun belum banyak yang mengaitkan antara stratigrafi gunung api yang ada dengan tipe mineralisasi yang terbentuk.

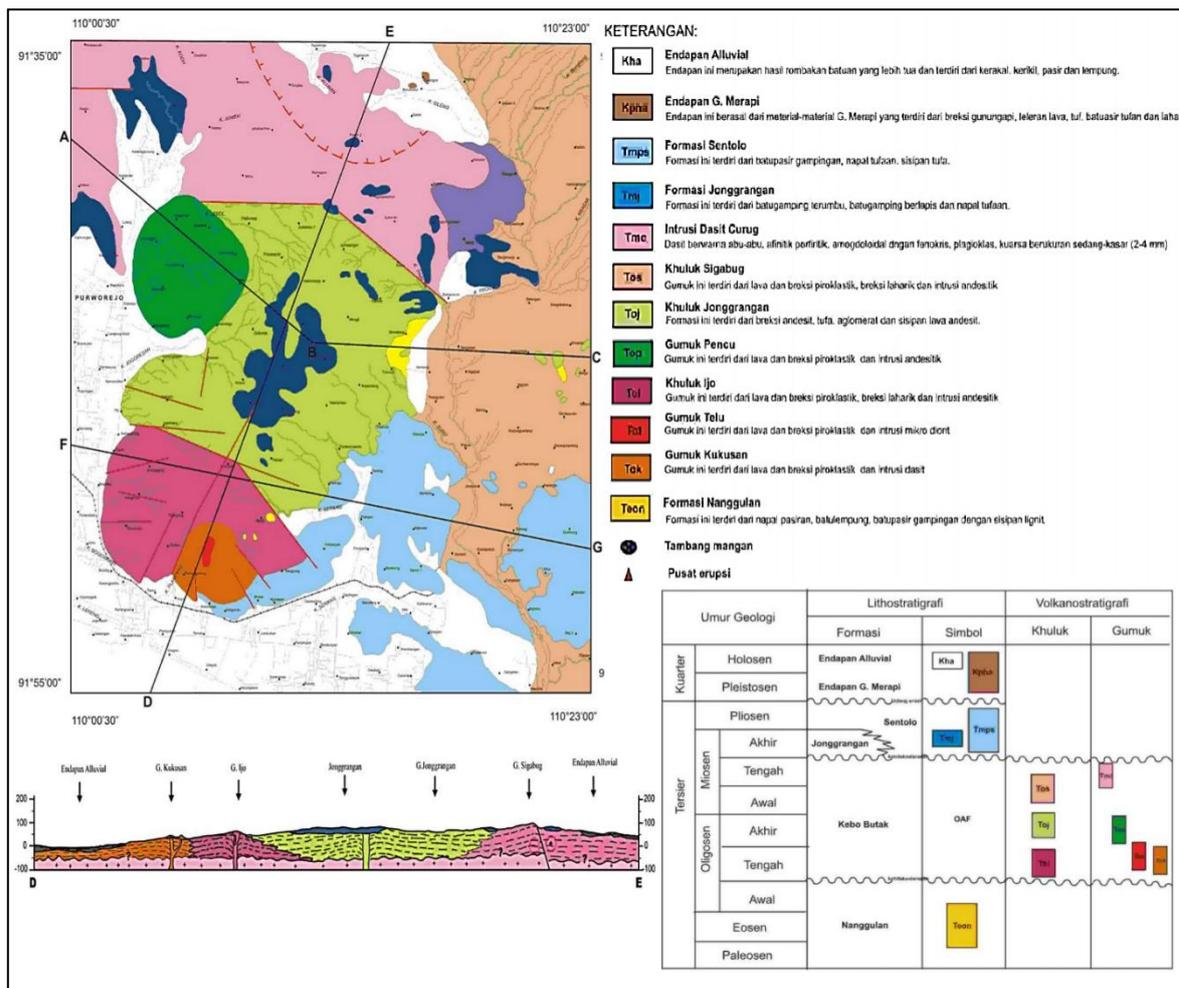
Mengacu pada Sandi Stratigrafi Indonesia, pembagian batuan atau endapan gunungapi dimaksudkan untuk menggolongkan batuan atau endapan secara sistem berdasarkan sumber, deskripsi dan genesa. Istilah Formasi dalam satuan litostratigrafi setara dengan istilah Khuluk (*Crown*) dalam satuan stratigrafi gunung api. Satuan stratigrafi gunung api terkecil dan dibawah khuluk dikenal dengan istilah Gumuk (*Hummock*) yang setara dengan Anggota pada satuan litostratigrafi. Satuan yang lebih besar secara berurutan setelah Khuluk adalah Bregada (*Brigade*), Manggala (*Super Brigade*) dan Busur (*Arch*).



Gambar 1. Peta lokasi penelitian dalam peta Geologi Regional Yogyakarta [16].

Vulkanostratigrafi membagi Kulonprogo atas tiga buah khuluk dan dua buah gumuk gunungapi (Gambar 2) [4]. Keberadaan beberapa gumuk tersebut diinterpretasikan sebagai parasiter dari Khuluk utama. Ketiga Khuluk tersebut antara lain Khuluk Ijo, Khuluk Jonggrangan dan Khuluk Sigabug. Untuk kedua gumuk tersebut antara lain Gumuk Kukusan dan Gumuk Pencu yang kemudian diterobos oleh dua buah intrusi yaitu intrusi mikro diorit Telu dan intrusi dasit Curug. Penelitian ini hanya difokuskan pada Khuluk Ijo dan Gumuk Kukusan saja dikarenakan ketersediaan mineralisasi yang cukup banyak pada daerah tersebut dibandingkan khuluk atau gumuk lainnya. Proses magmatisme di daerah Kulon Progo terjadi dua periode yaitu magmatisme kala Oligosen Akhir-Miosen Awal ($29,63 \pm 22,64$ jtl, Soeria - Atmadja dkk, 1994) yang menghasilkan mikrodiorit, andesit dan dasit dan magmatisme kala Miosen Akhir (8.1011 ± 1.19 jtl) menghasilkan mikrodiorit Telu dan dasit Curug.

Berdasarkan evolusi gunung api kompleks Gunung Ijo menurut Hartono 2017, pada kompleks Gunung Ijo disusun oleh batuan gunung api tipe intrusi dangkal, lelehan dan letusan berkomposisi basal - menengah - asam. Batuan gunung api yang membangun tubuh Gunung Ijo menunjukkan adanya perubahan atau evolusi berupa bentang alam dan komposisi dari basal - asam. Fasies pusat pada Khuluk Ijo salah satunya dicirikan oleh intrusi andesit dan pada Gumuk Kukusan dicirikan oleh intrusi dasit (Gambar 3) [4]. Hal tersebut sesuai dengan proses fraksinasi magma dimana magma bergenerasi semakin mengarah ke asam dalam kaitannya ruang dan waktu. Selain itu, Khuluk Ijo secara stratigrafi berumur lebih tua daripada Gumuk Kukusan [6].



Gambar 2. Stratigrafi gunung api Pegunungan Kulon Progo (modifikasi dari [4])



Gambar 3. Bentuk fasies pusat Khuluk Ijo salah satunya dicirikan oleh intrusi andesit basaltik dan Gumuk Kukusan yang salah satunya dicirikan oleh intrusi dasit (modifikasi dari [4]).

4. HUBUNGAN VULKANOSTRATIGRAFI DENGAN TIPE ENDAPAN MINERAL

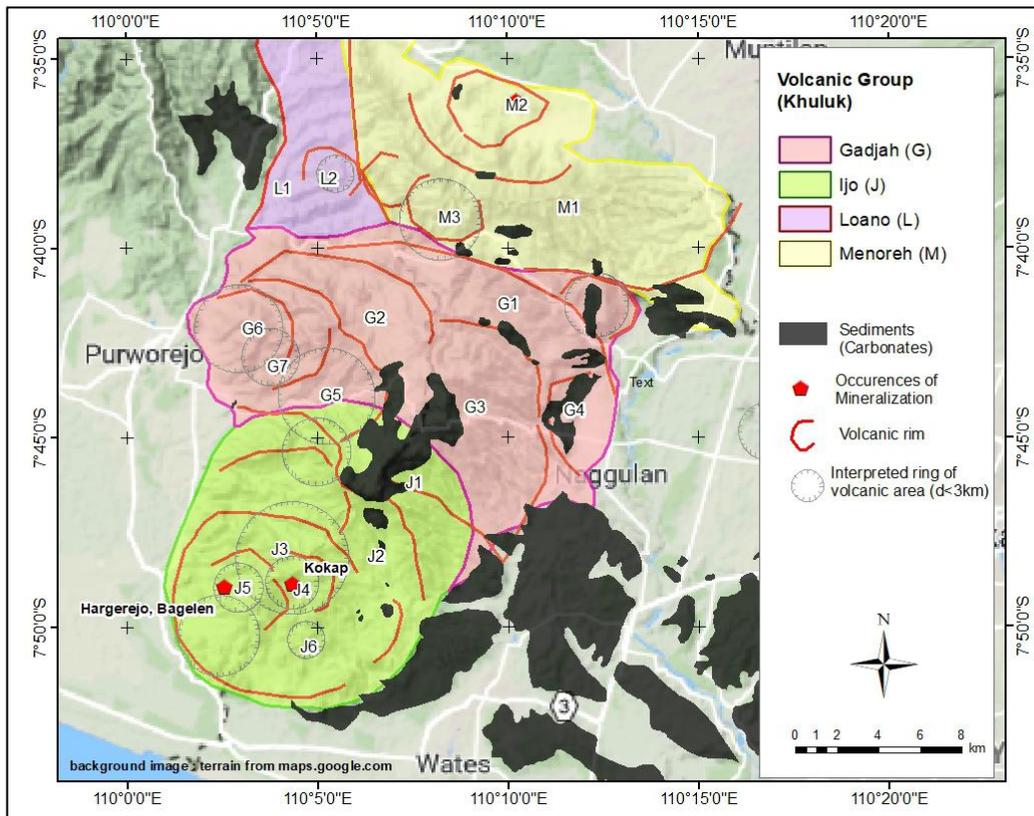
Mengacu dari studi beberapa peneliti terdahulu, secara stratigrafi gunung api pada penelitian terbagi menjadi satu khuluk dan satu gumuk yaitu Khuluk Ijo dan Gumuk Kukusan. Paada Khuluk Ijo dinterpretasikan merupakan tubuh gunung api dengan indikasi pusat erupsi berada pada daerah puncak

Gunung Ijo yang dijumpai adanya intrusi andesit – basaltik sedangkan pusat dari Gumuk Kukusan salah satunya dicirikan oleh intrusi andesit [4]. Di lain pihak, studi fasies gunung api purba berdasarkan analisis geomorfologi, asosiasi litologi, dan struktur geologi serta implikasinya pada Daerah Pripih, Kokap, Kulon Progo [13]. Dari penelitian tersebut menyebutkan daerah tersebut merupakan fasies sentral bawah sampai proksimal dari Gunung Ijo. Litologi penciri pada fasies sentral adalah adanya intrusi dan lava andesit yang sudah teralterasi karena pengaruh fluida hidrotermal. Penciri litologi pada fasies proksimal adalah adanya perselingan lava dan breksi andesit. Kehadiran sistem hidrotermal di permukaan merupakan implikasi adanya sistem hidrotermal lainnya yang kemungkinan tertutup oleh endapan kuarter yang cukup tebal atau berada dibawah permukaan. Kehadiran sistem hidrotermal di daerah Kulon Progo didasarkan dari penelitian [3], [5], [14] membentuk tipe mineralisasi yang hadir berupa epitermal sulfidasi rendah-menengah di Daerah Kokap dan Epitermal - Lithocap di Bagelen.

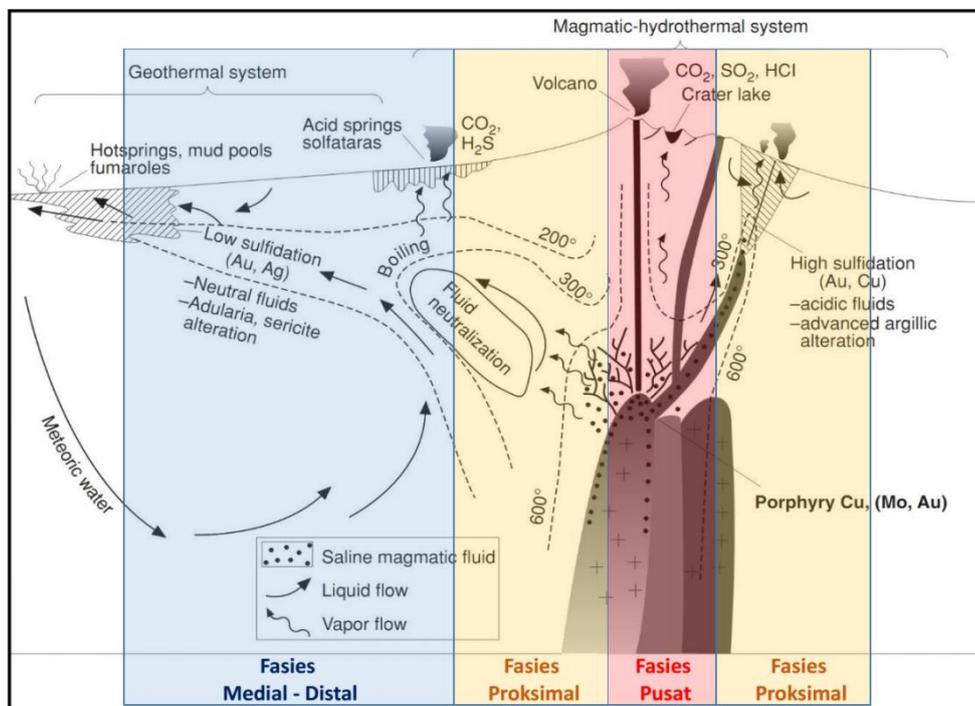
Tipe alterasi dan mineralisasi di Daerah Sangon, Kokap, Kulon Progo, dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa pada daerah Sangon dibagi menjadi dua zona alterasi, pada bagian utara merupakan zona argilik lanjut dan di bagian selatan berupa zona filik [7]. Alterasi pada daerah tersebut dibagi menjadi 3, yaitu: alterasi profilitik, alterasi argilik dan alterasi silisifikasi [5]. Jenis urat yang dijumpai berupa urat kuarsa dengan tekstur masif dan *colloform* dalam alterasi silisifikasi-argilik, urat pirit dan urat kuarsa-pirit dengan tekstur breksiasi, stockwork dan masif pada alterasi argilik lanjut serta urat karbonat pada alterasi propilitik. Berdasarkan karakteristik alterasi, kondisi litologi dan mineralisasi, pada daerah tersebut merupakan endapan hidrotermal berupa endapan epitermal sulfidasi rendah, yang memiliki kisaran suhu 100-200°C. Gunung Agung berkembang alterasi argilik dan silisifikasi dengan tingkat ubahan lemah dan bertipe sulfidasi rendah [1]. Kompleks Gunung Ijo, diinterpretasikan memiliki pusat erupsi yang berpindah-pindah dan memiliki urutan tersendiri [9]. Secara kualitatif dapat diperkirakan sistem vulkanisme yang membentuk mineralisasi lainnya berada pada bagian dari Khuluk Gunung Ijo yaitu rim J3 dan J6 (Gambar 4).

Dari uraian beberapa peneliti dan gambar sebelumnya, bisa dilihat kegiatan vulkanisme di daerah Kokap, Kulon Progo berpengaruh pada terbentuknya endapan mineral. Berdasarkan konsep pemodelan endapan mineral [11], ada tipe endapan mineral yang berasosiasi dengan lingkungan vulkanik dimana pada daerah pusat cenderung akan membentuk tipe endapan sulfidasi tinggi sedangkan semakin jauh dari pusat erupsi akan cenderung membentuk tipe endapan sulfidasi rendah (Gambar 5). Mengacu pada fasies gunung api, keberadaan tipe endapan epitermal sulfidasi tinggi sampai menengah dan tipe endapan porfiri cenderung berasosiasi pada fasies pusat sampai proksimal dari suatu tubuh gunung api. Pada kenyataannya di lapangan, tidak selamanya gunung api purba hanya membentuk satu bekas erupsi gunung api, beberapa membentuk kompleks gunung api dengan beberapa pusat erupsi. Selain itu, pusat erupsi juga dapat berpindah - pindah dalam suatu tubuh gunung api, hal tersebut tentunya proses vulkanisme dari pusat – pusat erupsi dalam suatu kompleks gunung api tersebut bisa memiliki waktu yang bersamaan maupun waktu yang berbeda.

Apabila terbentuk sistem mineralisasi pada daerah tersebut, tentunya waktu pembentukannya dapat berbeda – beda dan sistem mineralisasi satu dengan lainnya bisa terbentuk dari suatu sistem gunung api yang berbeda pusat erupsinya (Gambar 6.). Dari gambar 4 terlihat dimana urutan erupsi dari Khuluk Ijo cenderung lebih dulu daripada Gumuk Kukusan. Hal tersebut mengindikasikan secara urutan strata Khuluk Ijo lebih tua sehingga mineralisasi yang mengikuti sistem Khuluk Ijo cenderung terbentuk lebih dulu daripada sistem mineralisasi yang mengikuti sistem Gumuk Kukusan.

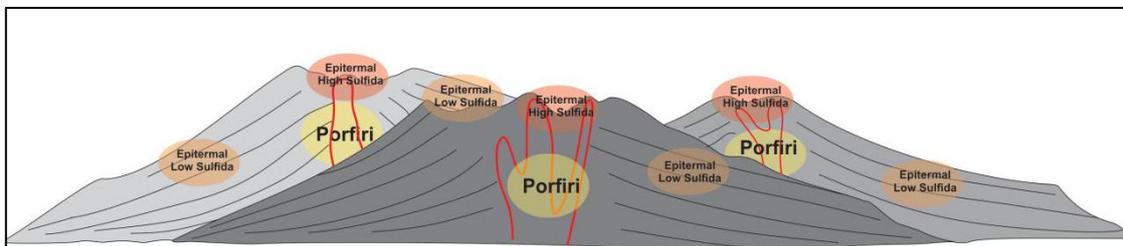


Gambar 4. Interpretasi sistem vulkanisme, batasan (rim) dari dinding vulkanik dimana M (menoreh), G (gadajah), J (Ijo) dengan urutan umur relatif berdsarkan urutan angkanya [9]

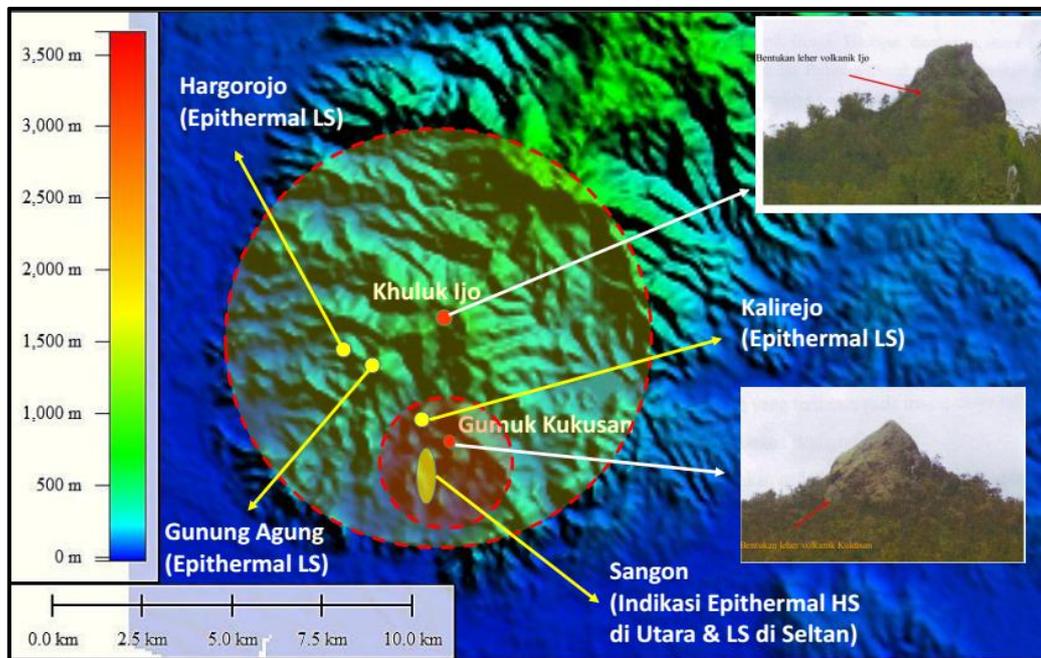


Gambar 5. Perkiraan ketersediaan tipe endapan mineral berkaitan dengan fasies gunung api (modifikasi dari [11])

Pada daerah penelitian, secara stratigrafi gunung api terdapat 2 pusat erupsi berupa Khuluk Ijo dan Gumuk Kukusan. Keterdapatn tipe endapan mineral pada daerah penelitian sebagian besar bertipe epithermal dengan sulfidasi rendah namun ada satu lokasi yang mengindikasikan adanya sulfidasi tinggi dengan kehadiran alterasi argilik lanjut pada daerah Sangon bagian utara. Jika di plotkan pada peta citra SRTM (Gambar 7), lokasi – lokasi keterdapatn mineralisasi tersebut maka bisa diinterpretasikan dimana beberapa tipe endapan mineral ada yang mengikuti sistem Khuluk Ijo dan ada yang mengikuti sistem Gumuk Kukusan. Tipe endapan sulfidasi rendah pada daerah Hargorojo – Bagelan cenderung mengikuti sistem Khuluk Ijo karena diperkirakan jauh dari pusat erupsi. Endapan epitermal pada daerah Sangon diinterpretasikan mengikuti sistem Gumuk Kukusan, khusus pada tipe endapan yang mengarah ke sulfidasi tinggi pada daerah Sangon diinterpretasikan dekat dengan sumber erupsi Gumuk Kukusan. Endapan epitermal sulfidasi rendah pada daerah Kalirejo diinterpretasikan mengikuti sistem Khuluk Ijo walaupun dekat dengan Gumuk Kukusan, hal tersebut dikarenakan tipe endapan bersulfidasi rendah yang jauh dari sumber intrusi. Interpretasi tersebut didukung oleh peneliti terdahulu dimana Khuluk Ijo secara stratigrafi gunung api cenderung lebih tua dari Gumuk Kukusan walaupun dalam rentang waktu geologi yang relatif sama, sehingga sistem mineralisasi pada Daerah Kalirejo terbentuk dulu daripada endapan epitermal pada daerah Sangon yang mengikuti sistem Gumuk Kukusan (Gambar 8).



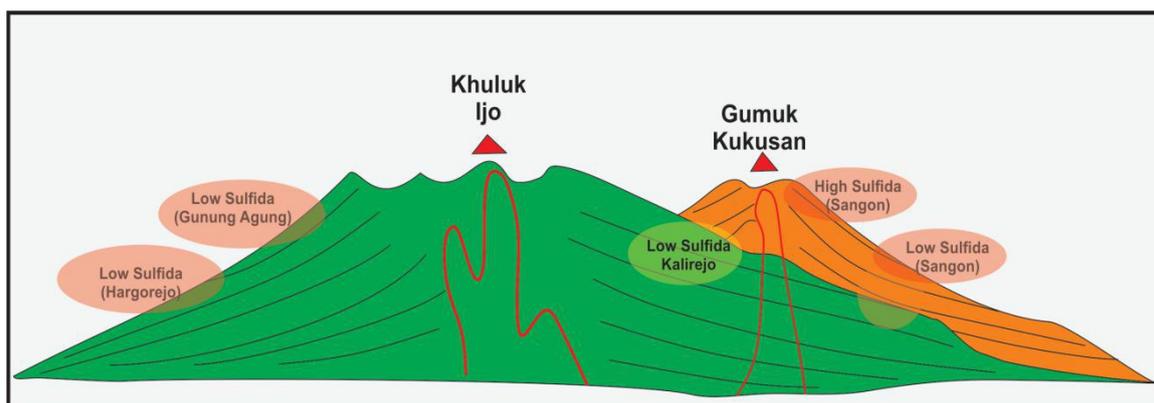
Gambar 6. Pemodelan sederhana kemungkinn keterdapatn tipe endapan mineral dari kompleks gunung api (beberapa pusat erupsi).



Gambar 7. Ploting lokasi ditemukannya beberapa tipe endapan mineral dari beberapa peneliti terdahulu pada daerah Kokap dan sekitarnya, Kulon Progo.

Fasies pusat gunung api secara umum dicirikan oleh adanya intrusi yang intensif (sill, dike, kubah bawah permukaan), kubah lava, sumbat lava, leher gunung api, batuan atau xenolith metamorf, intrusi dalam

dan meta sedimen. Secara konsep terbentuknya tipe mineralisasi, endapan mineral sulfidasi tinggi cenderung mengarah pada daerah pusat erupsi karena dekat dengan intrusi batuan beku yang intensif. Tidak menutup kemungkinan pada fasies pusat kearah lebih dalam dijumpai intrusi dalam (*batolit*) yang mengarah ke pembentukan tipe endapan porfiri. Dengan penemuan endapan mineral pada fasies pusat dan proksimal, tersebut dapat dijadikan acuan untuk pengembangan eksplorasi endapan mineral yang berasosiasi dengan sistem vulkanisme pada daerah Kulon Progo bagian selatan. Dari pemahaman diatas tentunya tidak selamanya endapan epitermal sulfidasi tinggi dan porfiri ditemukan pada fasies pusat dan endapan endapan epitermal sulfidasi rendah jauh dari pusat. Hal tersebut demikian karena pada kondisi tertentu, daerah yang jauh dari pusat bisa saja terdapat intrusi yang kemudian membentuk sistem hidrotermal sehingga dapat menghasilkan endapan epitermal sulfidasi tinggi.



Gambar 8. Pemodelan sederhana interpretasi hubungan Antara stratigrafi gunung api dengan ketersediaan tipe mineralisasi daerah Kokap dan sekitarnya, Kulon Progo.

5. KESIMPULAN

Ada hubungan Antara stratigrafi gunung api dengan tipe mineralisasi dimana pada daerah jauh dari pusat erupsi cenderung bertipe sulfidasi rendah sedangkan mendekati pusat erupsi, tipe mineralisasi mengarah pada sulfidasi tinggi. Waktu terbentuknya sistem mineralisasi dari suatu lokasi dapat berbeda, sistem mineralisasi Daerah Hargoejo, Gunung Agung dan Kalirejo diinterpretasikan mengikuti sistem Khuluk Ijo sedangkan sistem mineralisasi Daerah Sangon mengikuti sistem Gumuk Kukusan. Penelitian masih bersifat interpretatif dan berupa tinjauan awal sehingga perlu data lapangan dan laboratorium yang lebih lengkap untuk menguatkan interpretasi tersebut dan penambahan parameter dan metode lainnya dalam penelitian lebih lanjut.

6. UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Institut Teknologi Nasional Yogyakarta yang telah membiayai penelitian ini dan kepada Panitia ReTII ke 14 ITNY yang telah menerima makalah dan mempublikasikannya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ansori, C. and Hastria, D. (2013) "Studi Alterasi dan Mineralisasi disekitar gunung Agung, Kabupaten Kulonprogo – Purworejo," *Buletin Sumber Daya Geologi*, 8, pp. 75–86.
- [2] Harjanto, A. (2010) "Alterasi Akibat Proses Hidrothermal di Daerah Kulon Progo dan sekitarnya, Daerah Istimewa Yogyakarta," *Jurnal Ilmiah Teknologi Mineral*, 23(3), pp. 1–17.
- [3] Hartono, H. G., (2010). Peran Paleovulkanisme Dalam Tataan Produk Batuan Gunung Api Tersier di Gunung Gajahmungkur, Wonogiri, Jawa Tengah. *University Padjadjaran*. 2010
- [4] Harjanto, A. (2011) "Vulcanostratigrafi Di Daerah Kulon Progo Dan Sekitarnya, Daerah Istimewa Yogyakarta," *Jurnal Ilmiah MTG*, 4(8), pp. 1–18.
- [5] Idrus, A., Warmada, I. W. and Putri, R. I. (2013) "Mineralisasi Emas di gunung Gupit, Magelang, Jawa Tengah: Sebuah Penemuan Baru Prospek Emas Tipe Epitermal Sulfidasi Tinggi pada Rangkaian Pegunungan Kulon Progo-Menoreh." UGM.
- [6] Priadi F. (2017) Geologi Dan Studi Gunung Api Purba Berdasarkan Analisis Vulcanostratigrafi Daerah Gunung Ijo Dan Sekitarnya, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulonprogo, Provinsi D. I. Yogyakarta, *Jurnal Ilmiah MTG*.

- [7] Pambudi, D., Ariwibowo, Y., Winarno, T. (2018) Geologi dan Mineralisasi Logam Daerah Sangon, Kokap, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Geosains dan Teknologi*, vol. 1, no. 2, pp. 74-80, Jul. 2018
- [8] Soeria-Atmadja, R., Maury, R. C., Bellon, H., Pringgoprawiro, H., Polve, M. and Priadi, B. (1994) "Tertiary magmatic belts in Java," *Journal of Southeast Asian Earth Sciences*, 9(1-2), pp. 13-27. doi: 10.1016/0743-9547(94)90062-0.
- [9] Verdiansyah, O. (2019). A Desktop Study to Determine Mineralization Using Lineament Density Analysis at Kulon Progo Mountains, Yogyakarta and Central Java Province, Indonesia. *Indonesian Journal of Geography* Vol. 51 No. 1, April 2019 (31 - 41).
- [10] Hartono, H. G., Peran Paleovolkanisme Dalam Tataan Produk Batuan Gunung Api Tersier di Gunung Gajahmungkur, Wonogiri, Jawa Tengah. University Padjadjaran. 2010
- [11] Hedenquist, J.W., 2000, *Exploration for Epithermal Gold Deposits. Gold in 2000* : Review in Economic Geology, vol. 13
- [12] Hartono, H. G. (2017) *Evolusi Batuan Gunung Api Kompleks G. Ijo, Kulonprogo, Daerah Istimewa Yogyakarta*. Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi XI (ReTII). Yogyakarta: STTNAS, pp. 305-312.
- [13] Ramadhan T., Sangaji F., Sidik N. L. (2016) *Studi Fasies Gunung Api Purba Berdasarkan Analisis Geomorfologi, Asosiasi Litologi, Dan Struktur Geologi Serta Implikasinya (Studi Kasus: Daerah Pripih, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta)*. Yogyakarta : Proceeding Seminar Nasional Kebumihan Ke-9.
- [14] Prasetyo, L. A., Fadlin, Siswandi, Anggoro, W. T. and Oktaviany, A. (2017) "Pre-Eliminary Study High Sulphidation Epithermal Gold And Possibility Porphyry System In The Southern Part Of Kulonprogo Dome-Hargerejo-Bagelen- Purworejo," in JCM HAGI-IAGI-IAFMI-IATMI.
- [15] Kusuma, R., E. . Geologi, Alterasi Dan Mineralisasi Endapan Epitermaldaerah Bagelen, Purworejo, Jawa Tengah Dan Kokap, Kulon Progo, D.I.Y. *ETD UGM* ; 2017
- [16] Rahardjo, W., Sukandarumidi and Rosidi, H. "Yogyakarta Sheet Geological Map scale 1:100.000." Bandung: Geological Research and Development Center, 1995.
- [17] Van Bemmelen R.W. (1949), *The Geology of Indonesia*, The Haque Martinus Nijnhoff, Vol. IA, 653-732.