

Merkuri Dalam Bijih Emas Di Dusun Sangon II Kalirejo Kokap Kulonprogo Daerah Istimewa Yogyakarta

Erry Sumarjono¹, Gunawan Nusanto², Suyono³, Untung Sukamto⁴

¹ Program Studi Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

^{2,3,4} Program Studi Teknik Pertambangan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta

Korespondensi : erry.sumarjono@itny.ac.id

ABSTRAK

Bijih Emas yang terdapat di Dusun Sangon II, Kalirejo, Kokap, Kulonprogo telah ditambang dan diolah dengan menggunakan metode amalgamasi dari Tahun 1990 sampai dengan Tahun 2017 oleh para penambang tradisional/ Penambangan Emas Skala Kecil (PESK). Bijih Emas tersebut merupakan hasil mineralisasi mengendapnya unsur logam Emas di dalam urat-urat Kuarsa yang terkontrol oleh struktur yang berkembang di daerah tersebut berupa rekahan-rekahan/kekar. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui adanya kandungan Merkuri dalam bijih Emas dengan mengambil sampel bijih Emas yang ditambang. Sampel bijih Emas diuji dengan menggunakan *Mercury Analyzer Lab 254* di Laboratorium Penelitian Dan Pengujian Terpadu (LPPT), Universitas Gadjah Mada. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat kandungan Merkuri secara alami pada bijih Emas. Kandungan Merkuri pada bijih dapat terjadi pada mineralisasi endapan hidrotermal pada tahapan epitermal, yang terjadi di dekat permukaan bumi, sehingga dapat disimpulkan bahwa bijih Emas yang terdapat di daerah penelitian merupakan hasil dari proses pengendapan logam pada larutan hidrotermal pada tahapan epitermal. Kandungan Merkuri yang terdapat pada bijih Emas secara alami dapat mempengaruhi ketersediaan logam berat Merkuri di lingkungan hidup daerah penelitian.

Kata Kunci : Bijih, Emas, Merkuri, Mineralisasi, PESK

ABSTRACT

The artisanal and small scale gold miner (ASGM) extracted gold from gold ore by mined the gold ore and used Mercury in mineral processing to form the amalgam (Au-Hg) in Sangon II Sub Village, Kalirejo Village, Kokap District, Special Region of Yogyakarta since years 1990 to 2017. Gold ore was formed by mineralization of geological processing. The gold element was settling on Quartz veins when the mineralization process occurred. The Quartz Veins are controlled by the geological structure (fracture or join in rockmass). The aim of research is to define Mercury contents in the gold ore. The gold ore sample were analyzed by Mercury Analyzer Lab 254 in Laboratorium Penelitian Dan Pengujian Terpadu (LPPT), Gadjah Mada University. The result of analyzed is shown that the gold ore had contained Mercury. In geological process, naturally, Ore had contained Mercury, it was occurring when the ore was formed in the end of the hydrothermal mineralization that occurred near the earth surface (epithermal). The conclusions of research are the gold ore formed in epithermal process and the natural Mercury contents of gold ore could influence the environmental condition in the research area.

Keywords : Gold, Mercury, Mineralization, Ore, Artisanal and Small Gold Miner

1. PENDAHULUAN

Pegunungan Kulonprogo merupakan bagian dari Kompleks Pegunungan Serayu Selatan yang terletak di ujung bagian Timur. Kompleks Pegunungan Serayu Selatan, secara umum berarah Barat-Timur, sedangkan Pegunungan Kulonprogo berarah hampir Selatan-Utara atau Barat Daya-Timur Laut yang berlainan dengan arah umum kompleks tersebut. Van Bemmelen., 1949 menyatakan, bahwa pegunungan Kulonprogo merupakan suatu kubah atau *dome* berbentuk empat persegi panjang. Sumbu panjang kubah (± 32 Km) berarah Selatan-Barat Daya-Utara-Timur Laut, sedangkan sumbu pendek (± 20 Km) berarah Barat-Barat Laut-Timur Tenggara. Bagian atas kubah merupakan suatu dataran tinggi (859 m dpl) yang terkenal dengan nama *plato* Jonggrangan [1]. Struktur-struktur geologi mengontrol pembentukan batuan-batuan yang terdapat di pegunungan Kulonprogo [12].

Penambangan Bijih Emas terdapat di pegunungan Kulonprogo yaitu Dusun Sangon II, Kalirejo, Kokap, yang dilakukan oleh Penambang Emas Skala Kecil (PESK) atau penambang emas tradisional oleh penduduk setempat. Penambangan dan pengolahan Bijih Emas menggunakan metode amalgamasi dilakukan antara Tahun 1990 sampai dengan 2017. Mineralisasi bijih Emas yang terdapat di daerah Sangon, Kulonprogo terjadi pada urat-urat Kuarsa (*vein*). Urat-urat Kuarsa terkontrol oleh struktur geologi berupa

rekahan-rekahan/kekar-kekar yang berkembang dalam batuan induk Andesit. Daerah Sangon tersebut memiliki potensi Emas yang tersebar pada satuan intrusi batuan beku Andesit dengan luas 4.199,866 Ha di bagian Barat Daya. Hasil penelitian Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta dan Pemerintah Daerah Kulonprogo terdapat sumber daya Emas, tetapi belum dapat terukur jumlahnya secara pasti, sehingga memerlukan penelitian lebih lanjut [11].

Proses terbentuknya mineral yang mengandung logam hidrotermal dapat dijelaskan dengan menggunakan teori yang dikemukakan oleh Lindgren., 1933, tentang perjalanan magma/diferensiasi magma ke permukaan bumi berdasarkan temperatur, tekanan dan kedalaman [4]. Salah satu tahapan genesa atau proses pembentukan mineral logam secara primer terjadi karena proses pembekuan magma/diferensiasi magma pada endapan hidrotermal, merupakan suatu proses penurunan tekanan dan suhu dalam perjalanan magma ke permukaan bumi. Proses pembekuan magma pada endapan hidrotermal tersebut dapat mengendapkan mineral-mineral logam pada tahapan tertentu dalam perjalanan magma menuju ke permukaan bumi. Diferensiasi magma endapan hidrotermal tersebut melalui beberapa tahapan yaitu tahapan hipotermal, mesotermal dan epitermal.

Pengendapan mineral-mineral tertentu pada jenis-jenis batuan beku sesuai dengan proses perjalanan pembekuan magma ke permukaan bumi. Magma menuju permukaan bumi menjadi gunung api atau mengisi struktur bidang-bidang lemah/kekar [6]. Pembentukan kekar-kekar di daerah Kokap terjadi dalam dua kali fase pembentukan, fase pertama terbentuk kekar-kekar yang terisi urat Kuarsa yang mengandung logam-logam berharga misalnya ; Emas, Perak dan fase kedua, terbentuknya kekar-kekar yang tidak terisi urat Kuarsa [4]. Mineral-mineral yang mengisi kekar-kekar pada massa batuan tersebut antara lain : Pirit, Kalkopirit, Kuarsa dan terdapat mineralisasi yang tersebar di batuan [3]. Urat-urat Kuarsa yang terdapat di daerah Sangon mengandung sulfida dan mineralisasi logam Emas. Penyebaran mineralisasi Emas dikontrol oleh kekar-kekar (*stockwork veins*) [8]

Proses diferensiasi magma merupakan suatu proses terbentuknya mineral-mineral logam oleh pembekuan magma secara primer. Pembentukan jenis-jenis batuan dan pengendapan mineral-mineral tertentu pada proses diferensiasi magma dikontrol oleh penurunan tekanan (P) dan suhu (T) dalam perjalanan magma menuju ke permukaan bumi. Terdapat tiga tahapan dalam proses diferensiasi magma yaitu endapan magmatis, endapan pegmatis-pneumatolitis (metasomatis kontak) dan endapan hidrotermal [6]. Jenis-jenis batuan yang terbentuk pada tahapan-tahapan dalam proses pembekuan/diferensiasi tersebut memiliki ciri-ciri komposisi mineral-mineral tertentu. Komposisi mineral-mineral tertentu tersebut dapat memberikan penjelasan terhadap tahapan mineralisasi yang terjadi. Sehingga, keterdapatannya suatu mineral tertentu dapat menjadi penciri proses pembentukan mineral/mineralisasi pada suatu daerah.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian dilakukan dengan mengambil 2 sampel bijih Emas yang akan diolah dan dilakukan uji laboratorium dengan menggunakan *Mercury Analyzer Lab 254* di Laboratorium Penelitian Dan Pengujian Terpadu (LPPT), Universitas Gadjah Mada. Metode pengambilan sampel batuan, dalam penelitian ini sampel adalah bijih yang diolah dengan amalgamasi, berdasarkan SNI 03-6889-2002, tentang Tata Cara Pengambilan Contoh Agregat [13]. Penelitian dibandingkan dengan penelitian-penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya pada daerah penelitian yang sama

3. HASIL DAN ANALISIS (10 PT)

3.1. Hasil

Sampel bijih Emas (SBj dan SBj 2) diuji dengan menggunakan *Mercury Analyzer Lab 254*, Laboratorium Penelitian Dan Pengujian Terpadu (LPPT), Universitas Gadjah Mada . Hasil pengujian laboratorium terhadap bijih Emas dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil penelitian yang dilakukan pada Tahun 2005 dan 2006 tentang kandungan Merkuri pada bijih Emas di Sangon dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Kandungan Merkuri Pada Bijih Emas

No	Kode Sampel	Kadar Hg (ppm)	Metode Uji Laboratorium
1	SBj	0,28	Mercury Analyzer
2	SBj 2	0,14181	Mercury Analyzer

Sumber : Laporan Hasil Uji Laboratorium, 2017.

Tabel 2. Hasil Penelitian Merkuri Dalam Bijih Tahun 2005 Dan 2006

Penelitian Tahun 2005 (Musim Kemarau) Bambang Thahjono Setiabudi			Penelitian Tahun 2006 (Musim -) Sabtanto Joko Suprpto		
Sampel	Kadar Hg (ppm)	Metode	Sampel	Kadar Hg (ppm)	Metode
1	92	AAS	1	14,15	-
2	18	AAS			

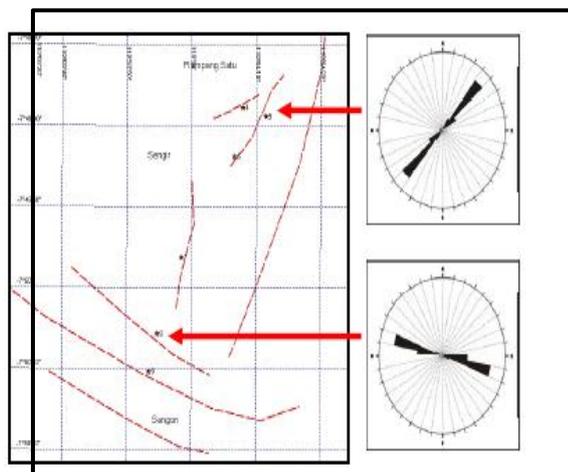
Sumber : Olah Data Penelitian, 2017.

3.2. Analisis

Hasil uji laboratorium terhadap sampel bijih didapatkan bahwa bijih Emas di daerah tersebut mengandung Merkuri [14]. Pada penelitian ini diambil 2 sampel bijih dari lokasi penambangan. Kandungan Merkuri dalam bijih pada penelitian ini adalah 0,28 mg/Kg (ppm) dan 0,14181 mg/Kg (ppm). Pada penelitian lainnya, kandungan Merkuri dalam bijih didapatkan 92 ppm dan 18 ppm [8] dan pada laporan penelitian lainnya, kadar Merkuri dalam bijih didapatkan 14,15 ppm [10]. Berdasarkan data-data yang diperoleh pada penelitian ini dan data-data yang diperoleh oleh penelitian terdahulu, dapat disimpulkan bahwa pada bijih Emas daerah Sangon II memiliki kandungan Merkuri yang berkaitan erat dengan proses pembentukan mineral/mineralisasinya dalam proses diferensiasi magma.

Perbedaan hasil uji laboratorium kadar Merkuri pada bijih yang didapatkan antara penelitian Tahun 2005, Tahun 2006 dan Tahun 2017, dapat disebabkan lokasi titik pengambilan sampel yang berbeda antara penelitian sebelumnya dan penelitian ini, karena secara alami, proses yang mengontrol pembentukan mineral adalah proses geologi yang mengakibatkan proses terbentuknya mineral pada suatu tempat dapat berbeda dengan tempat lainnya, meskipun dalam satu daerah. Proses geologi yang mengontrol terbentuknya mineralisasi (geneses) mineral pada suatu daerah dan proses geologi yang membentuk mineral ataupun struktur yang berkembang pada suatu daerah tersebut adalah suatu proses yang alamiah, sehingga kandungan mineral pada satu titik tempat dapat berbeda dengan titik tempat yang lainnya, meskipun dalam satu lokasi daerah.

Merkuri terdeteksi oleh uji laboratorium terdapat di dalam sampel bijih yang diambil di Dusun Sangon II. Daerah Sangon termasuk dalam wilayah Pegunungan Kulonprogo. Kajian terhadap keberadaan Merkuri dalam bijih tersebut dapat dilakukan berdasarkan kondisi geologi dan geneses terbentuknya Emas pada daerah tersebut. Pegunungan Kulonprogo termasuk dalam *dome* atau bagian tengah zona depresi akibat proses periode tektonik [1]. Menurut Van Bemmelen., 1949 diantara tiga jalur yang membentuk kubah Kulonprogo yaitu jalur sedimen sebelah selatan, jalur eruptiva bagian tengah dan jalur sedimen sebelah utara, potensi pembentukan Emas terjadi pada jalur eruptiva bagian tengah yang sebagian besar terdiri dari Formasi Andesit Tua. Keberadaan urat-urat Kuarsa yang membawa logam pada daerah tersebut terdapat dalam Formasi Andesit Tua [4].



Sumber : Isjudarto., 2009.

Gambar 1. Arah Umum Kekar Yang Terisi Urat Kuarsa Di Sangon

Peta geologi yang dibuat oleh Rahardjo, W., Sukandarrumidi., Rosidi, H. M. D., 1995 [7], menyatakan bahwa formasi batuan yang membentuk Dusun Sangon adalah Andesit. Berdasarkan tinjauan-tinjauan geologi yang telah dilakukan para ahli geologi dan berdasarkan pengamatan selama melakukan penelitian, di daerah tersebut terdapat singkapan-singkapan batuan Andesit dengan kekar-kekar yang terisi urat-urat Kuarsa. Kekar-kekar yang terisi oleh urat-urat Kuarsa yang terdapat mineralisasi logam terbentuk pada fase pertama pada proses pembentukan kekar (Gambar 2.), pembentukan kekar pada fase kedua tidak terjadi proses mineralisasi logam (Gambar 3.), arah dominan kekar-kekar yang terisi urat Kuarsa di Dusun Sangon adalah N 280⁰-290⁰ E, arah kekar-kekar tersebut agak melengkung di bagian barat dengan arah umum Barat Laut-Tenggara (NW-SE) semakin ke timur arahnya menjadi Timur Laut-Barat Daya (NE-SW) [4] (Gambar 1.).



Gambar 2. Kekar-Kekar Pada Batu Andesit Yang Tidak Terisi Urat Kuarsa



Gambar 3. Kekar-Kekar Pada Batu Andesit Yang Terisi Urat Kuarsa

Proses terbentuknya mineral pada batuan berhubungan dengan proses diferensiasi magma atau pembekuan magma. Pada setiap tahap perjalanan magma menuju permukaan bumi diiringi pembentukan-pembentukan mineral tertentu. Penurunan suhu dan tekanan dari dalam bumi menuju ke permukaan mengendapkan mineral-mineral tertentu dan unsur-unsur tertentu. Ditinjau secara teori yang dikemukakan Lindgren., 1933 [4], proses diferensiasi magma pada endapan hidrotermal melalui beberapa tahapan yaitu hipotermal, mesotermal dan epitermal dan setiap tahapan tersebut memiliki ciri-ciri tertentu yang menunjukkan proses terbentuknya endapan mineral

Berdasarkan teori proses diferensiasi magma tersebut diatas, maka unsur Merkuri dapat terbentuk pada tahapan epitermal. Tahapan epitermal terbentuk pada dekat permukaan bumi sampai kedalaman 1500 m, suhu 50⁰C-200⁰C, berhubungan dengan batuan intrusi dangkal, logam-logam berharga yang dapat mengendap pada tahapan ini Pb, Zn, Au, Ag, Hg, Sb, Cu, Se, Bi dan U, mineral-mineral yang mengendap adalah Au-native, Ag, Cu, Bi, Pirit, Markasit, Sflerit, Galena, Kalkopirit, Sinabar, Stibnit, Realgar,

Orpiment dan Argentit, mineral pengotornya adalah Chert, Kalsedon, Klorit, Epidot, Karbonat, Flourit, Barit, Adularia, Serisit, Dickit, Rodokrosit dan Zeolit

Penelitian-penelitian untuk mengetahui mineral-mineral yang ada di batuan daerah Sangon dilakukan oleh Agus Harjanto dari Teknik Geologi Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta, selain itu penelitian terhadap sayatan petrografi batuan juga dilakukan oleh Dwi Indah Purnamawati dan Stiwiinder Renata Tapilatu dari Teknik Geologi Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta. Menurut peneliti, berdasarkan hasil penelitian tersebut terdapat perbedaan-perbedaan hasil analisis petrografi dari kedua penelitian tersebut terhadap batuan Andesit di daerah Sangon.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Agus Harjanto, Andesit hornblena pembentuk batuan di Daerah Sangon berwarna abu-abu, sebagian telah mengalami ubahan lemah-kuat sehingga warnanya abu-abu kehijauan, memiliki struktur massif dan sebagian sudah terkekarkan (lebar 1–2 mm). Mineral pirit, Kalkopirit, Kuarsa dan terdapat sebagian mineralisasi mengisi kekar-kekar tersebut. Contoh batuan Andesit Hornblende yang sebagian mengalami ubahan dan pada beberapa tempat dapat ditemukan urat-urat Kuarsa, menghasilkan himpunan mineral sekunder antara lain Kuarsa, Klorit, Aktinolit, Kalsit dan Karbonat. Mineral penyusun Andesit tersebut adalah Plagioklas, Hornblende, Kuarsa, K-feldspar, Biotit dan mineral Opak. Hasil petrografi menyatakan bahwa mineral Opak yang mengisi urat-urat adalah Hematit, Pirit, Kalkopirit, Sflerit, Galena dan mineral Opak berasosiasi dengan Klorit dan Aktinolit [3].

Penelitian yang dilakukan oleh Dwi Indah Purnamawati dan Stiwiinder Renata Tapilatu, menyatakan hasil analisis petrografi terhadap batuan di Daerah Sangon menunjukkan bahwa terdapat mineral-mineral kunci dalam batuan tersebut antara lain Klorit, Epidot dan Karbonat. Mineralisasi Emas dan asosiasinya pada batuan di Daerah Sangon tersebut mengalami ubahan dan menghasilkan alterasi bertipe propilitik. Menurut penelitian tersebut yang didasarkan pada pendapat Creasy., 1966; Lowel dan Guilbert., 1970; Lindgren., 1933; Krauskoff dan Garlick., 1979 dalam Jensen dan Bateman., 1981, menyatakan bahwa mineral-mineral kunci tersebut menunjukkan alterasi bertipe propilitik dan tipe propilitik tersebut masuk ke dalam sistem hidrotermal jenis mesotermal [6].

Perbedaan dalam penelitian tersebut menurut peneliti adalah proses pembentukan mineral-mineral yang terdapat dalam batuan di daerah penelitian tersebut. Dibandingkan dengan penelitian-penelitian mengenai keterdapatan Merkuri dalam bijih / batuan di daerah Sangon. Hasil uji laboratorium pada penelitian ini menyatakan bahwa terdapat kandungan Merkuri dalam bijih yaitu 0,28 mg/Kg dan 0,14181 mg/Kg. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan sebelumnya oleh Bambang Thahjono Setiabudi yang menyatakan bahwa terdapat kandungan Merkuri dalam batuan di daerah Sangon yaitu 92 ppm dan 18 ppm. dalam makalah ilmiah yang lain oleh Sabtanto Joko Suprpto juga terdapat Merkuri dalam batuan di daerah tersebut yaitu 14,15 ppm.

Keterdapatan Merkuri dalam batuan/dalam bijih di Sangon dapat ditinjau berdasarkan teori yang dikemukakan Lindgren., 1933, bahwa Merkuri dapat terbentuk pada proses diferensiasi magma pada tahapan epitermal atau tahapan akhir proses hidrotermal. Penelitian yang dilakukan oleh Dwi Indah Purnamawati dan Stiwiinder Renata Tapilatu, menyatakan bahwa batuan tersebut terbentuk pada tahapan mesotermal, sementara hasil uji laboratorium pada beberapa penelitian menyatakan bahwa dalam bijih/batuan terdapat kandungan Merkuri dan menurut klasifikasi yang dikemukakan Lindgren., 1933, kehadiran Merkuri terdapat pada tahapan epitermal, pada tahapan mesotermal tidak didapati Merkuri, meskipun pada penelitian tersebut dinyatakan bahwa terdapat mineral kunci yaitu Klorit dan Karbonat sebagai tanda tahapan mesotermal, tetapi Klorit dan Karbonat juga dapat hadir dalam tahapan epitermal.

Penelitian yang dilakukan oleh Agus Harjanto, hasil analisis petrografi pada batuan Daerah Sangon terdapat mineral-mineral opak yang hadir mengisi urat-urat antara lain Hematit, pirit, Kalkopirit, Sflerit dan Galena. Kehadiran Sflerit dan Galena memang dapat terjadi pada dua tahapan sistem hidrotermal yaitu mesotermal dan epitermal, tetapi pada tahapan mesotermal tidak akan didapati kehadiran Merkuri. Menurut klasifikasi sistem hidrotermal dari Lindgren., 1933, Merkuri hanya terbentuk pada proses epitermal. Hal tersebut juga sesuai dengan pendapat No-votny dan Olem., 1994 [2], bahwa sumber Merkuri alami yang paling umum adalah Cinnabar (HgS), tetapi Merkuri juga dapat terdapat pada mineral-mineral sulfida misalnya Sflerit (ZnS), Wurtzite (ZnS), Kalkopirit (CuFeS) dan Galena (PbS). Berdasarkan penelitian petrografi Agus Harjanto., 2011, memang tidak dinyatakan adanya Cinnabar dalam sayatan petrografi, tetapi terdapatnya Sflerit dan Galena, secara teori, dapat memperkuat adanya Merkuri di formasi batuan di Daerah Sangon tersebut, karena Merkuri dapat muncul bersama dengan keberadaan Sflerit dan Galena.

Teori yang berhubungan dengan pembentukan/genesa Emas mengenai Merkuri, menyatakan bahwa secara alami Merkuri memiliki daya tarik/afinitas yang sangat tinggi dengan Emas dengan membentuk amalgam (Au_2Hg_3) [5]. Emas umumnya terikat di dalam sulfida-sulfida logam dan hasil pelapukannya, sulfida-sulfida tersebut adalah Pirit, Kalkopirit, Galenit, Stibnite, Tetrahedrit, Sflerit, Arsenopirit, Molybdenit [9]. Teori-teori tersebut menyatakan bahwa Emas dan Merkuri secara alami memiliki daya tarik yang sangat tinggi, Emas mudah terikat dalam sulfida-sulfida logam, demikian juga Merkuri sangat mudah

berikatan dengan sulfida-sulfida atau dalam teori lain mudah berikatan dengan larutan yang bersifat asam. Keterdapatannya Sfalerit dan Galena pada sayatan petrografi dapat memberikan kemungkinan kehadiran Merkuri dalam batuan/dalam urat-urat Kuarsa yang mengisi rekahan-rekahan/kekar-kekar yang ada dalam batuan di daerah Sangon tersebut.

Berdasarkan penelitian-penelitian yang dilakukan telah sebelumnya dan didukung data-data yang diperoleh dari penelitian ini, serta penelaahan teori-teori tentang terbentuknya Merkuri dalam batuan, peneliti lebih cenderung menyatakan bahwa proses mineralisasi pada urat-urat Kuarsa di Daerah Sangon II termasuk dalam tahapan epitermal. Kehadiran unsur Merkuri dalam bijih atau batuan adalah hal penting yang menjadikan proses mineralisasi tersebut termasuk pada tahapan epitermal, dan kehadiran Merkuri merupakan suatu tanda-tanda yang membedakan dengan proses mesotermal pada klasifikasi sistem hidrotermal yang dikemukakan oleh Lindgren., 1933, meskipun pada tahapan mesotermal dan hipotermal terdapat beberapa kesamaan pembentukan mineral-mineral, tetapi kehadiran Merkuri dalam endapan batuan Andesit pada daerah tersebut, termasuk menjadi penentu ciri-ciri dari kedua tahapan tersebut.

4. KESIMPULAN

1. Bijih Emas yang terdapat pada urat-urat Kuarsa di Dusun Sangon II memiliki kandungan Merkuri secara alami (dari proses pembentukan mineral/mineralisasi) yang terjadi di daerah tersebut.
2. Mineralisasi yang terdapat di daerah penelitian tersebut termasuk ke dalam endapan hidrotermal pada tahapan epitermal, karena kehadiran Merkuri pada bijih Emas di daerah tersebut menjadi ciri khusus tahapan tersebut
3. Keberadaan Merkuri dalam bijih Emas dapat mempengaruhi keterdapatannya logam berat Merkuri di daerah penelitian.

UCAPAN TERIMAKASIH

Data-data penulisan ini diambil dari data tesis penulis, sewaktu penulis menyelesaikan Program Studi Magister Teknik Pertambangan di Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta, sehingga pada kesempatan ini, penulis menyampaikan terimakasih kepada Prof. Ir. D. Haryanto, M.Sc., Ph.D., dan Ir. Said Fadillah Alatas, M.Si., serta Dr. Ir. Barlian Dwinagara, M.T., untuk saran dan masukannya, sehingga mendukung terselesaikannya tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anshori, Chusni., Hastria, Defry., 2013, *Studi Alterasi Dan Mineralisasi Di Sekitar Gunung Agung Kabupaten Kulonprogo-Purworejo*, Balai Informasi dan Konservasi Kebumihan Karangasambung LIPI – Kebumen, Buletin Sumber Daya Geologi Volume 8 Nomor 2–2013, hal. 76.
- [2] Effendi, Hefni., 2003, *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber daya Dan Lingkungan Perairan*, Penerbit P.T. Kanisius, Yogyakarta, hal 42–47.
- [3] Harjanto, Agus., 2011, *Petrologi Dan Geokimia Batuan Vulkanik Di Daerah Kulonprogo Dan Sekitarnya Daerah Istimewa Yogyakarta*, Teknik Geologi Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta, Jurnal Ilmiah MTG. Vol. 4, No. 1, Januari 2011, hal. 10.
- [4] Isjudarto, A., 2009, *Hubungan Tektonik Pembentukan Kubah Kulonprogo Dengan Terdapatnya Endapan Mineral Logam Di Daerah Kokap Kulonprogo*, Prosiding Seminar Nasional Ke- 4 Tahun 2009, Rekayasa Teknologi Dan Informasi, Sekolah Tinggi Teknologi Nasional, Yogyakarta, hal. 205–211.
- [5] Macdonald, Eoin H., 2007, *Handbook of Gold Exploration and Evaluation*, Woodhead Publishing Limited, England, pp. 5-6, 10-11.
- [6] Purnamawati, Dwi Endah., Tapilatu, Stiwinder Renata., 2012, *Genesa Dan Kelimpahan Mineral Logam Emas Dan Asosiasinya Berdasarkan Analisis Petrografi Dan Atomic Absorbnsion Spectrophotometry (AAS) Di Daerah Sangon Kabupaten Kulonprogo Propinsi DIY*, Jurnal Teknologi, Volume 5 Nomor 2, Desember 2012, hal. 163-171.
- [7] Rahardjo, W., Sukandarrumidi, Rosidi, H. M. D., 1995, *Peta Geologi Lembar Yogyakarta*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- [8] Setiabudi, Bambang Tjahjono., 2005, *Penyebaran Merkuri Akibat Usaha Pertambangan Emas di Daerah Sangon, Kabupaten Kulon Progo, D.I. Yogyakarta*, Subdit Konservasi, Kolokium Hasil Lapangan-DIM, Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung, hal 61-6.
- [9] Sukandarrumidi, 2009, *Geologi Mineral Logam*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta, hal. 37.
- [10] Suprpto, Sabtanto Joko., 2006, *Sumber Daya Emas Primer Skala Kecil Untuk Pengembangan Wilayah Pertambangan Rakyat Dengan Konsep Custom Mill*, Buletin Sumber Daya Geologi, Volume 1 Nomor 3– 2006, Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung, hal 5, 7 dan 8.
- [11] Suwarno, Yatin., 2017, *Analisis Potensi Wilayah Kabupaten Kulonprogo Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta Dari Ekstraksi Peta Geologi*, Prosiding Seminar Nasional Geografi UMS 2017, Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Berkelanjutan, ISBN : 978-602-361-072-3, hal. 667.
- [12] Widagdo, Asmoro., Pramumijoyo, Subagyo., Harijoko, Agung., Setiawan, Ari., 2016, *Kajian Pendahuluan Kontrol Struktur Geologi Terhadap Sebaran Batuan-batuan Di Daerah Pegunungan Kulonprogo Yogyakarta*, Proceeding,

Seminar Nasional Kebumian ke-9, Peran Penelitian Ilmu Kebumian Dalam Pemberdayaan Masyarakat, 6-7 Oktober 2016, Grha Sabha Pramana, Universitas Gadjah Mada, hal. 9.

- [13] “-----“, *Tata Cara Pengambilan Contoh Agregat*, SNI 03-6889-2002, Badan Standarisasi Nasional Indonesia.
- [14] “-----“, 2017, *Laporan Hasil Uji*, Laboratorium Penelitian Dan Pengujian Terpadu, No. Sertifikat : 01567.a/01/LPPT/VIII/2017, No. Pengujian : 17080101567, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.