

STUDI ALTERASI DAN MINERALISASI DISEKITAR GUNUNG AGUNG, KABUPATEN KULONPROGO – PURWOREJO

Oleh:

Chusni Ansori dan Defry Hastria

Balai Informasi dan Konservasi Kebumian Karangasambung LIPI-Kebumen
Jalan Karangasambung KM.19, Kebumen

SARI

Daerah Gunung Agung secara administratif termasuk dalam wilayah Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulonprogo, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dan Kecamatan Bagelen, Kabupaten Purworejo, Provinsi Jawa Tengah. Secara regional termasuk dalam Pegunungan Kulonprogo yang di daerah ini dijumpai indikasi alterasi dan mineralisasi logam.

Pengamatan lapangan dan pemercontohan diikuti dengan analisis petrografi, X-RD, kimia mineral dan inklusi fluida. Studi dilakukan untuk mengetahui proses dan posisi mineralisasi.

Mineralisasi yang berkembang umumnya berupa urat dan *stock work* silika-kuarsa yang diikuti pembentukan mineral ubahan lempung argilik disekitarnya, dengan intensitas lemah-sedang. Urat silika-kuarsa mempunyai ketebalan 10-30 cm, dengan kadar Au berkisar 50-2.608 ppb. Hasil analisis XRD dan petrografi dijumpai adanya asosiasi mineral kuarsa, pirit, barit, muskovit dan serisit. Hasil pengamatan dengan metoda inklusi fluida pada urat kuarsa menunjukkan fasa tunggal dan ganda, umumnya mengalami *necking* dengan kandungan NaCl: 2,5 - 3,9 % berat, suhu homogenisasi antara 157°C hingga 225°C.

Proses alterasi terjadi dalam dua tahap, tahap pertama terjadi alterasi mesotermal pada suhu antara 280-340°C, sehingga mengubah mineral feldspar menjadi serisit dan asosiasi mineral sulfida. Tahap kedua, terjadi proses alterasi epitermal pada *crustiform-colloform* hingga kalsedonik superzone, suhu 175-230°C, yang menghasilkan asosiasi mineral barit, sulfida dan logam mulia.

Kata kunci : Alterasi, Gunung Agung, Mineralisasi

ABSTRACT

Mount Agung region at Kokap district - Kulonprogo and Bagelen district - Purworejo is included in the Kulonprogo Dome, where indications of alteration and metal mineralization are found. This study aimed to determine the position and process of alteration, mineralization. Fieldwork and sampling were carried out as well as petrographic, X-RD, mineral chemistry and fluid inclusion analyses.

General alteration in the study area evolve of veins and stock work of silica-quartz which is followed by the argillic clays, with weak-moderate intensity. Alteration and mineralization zones were found around Mount Agung at Kalirejo village, Kokap – Kulonprogo, and Sumorejo village at Bagelen district - Purworejo. Silica-quartz veins have thickness of 10-30 cm, sparse density, with detected ranged of Au 50-2608 ppb. From XRD and petrographic analyses we found an association of quartz, pyrite, barite, muscovite and sericite minerals. Fluid Inclusion has single and double phase, which generally experience necking with NaCl content: 2.5 to 3.9% by weight, the homogenization temperature between 157°C and 225 °C.

The process of alteration occurs in 2 stages, the first stage of mesothermal alteration occurs at high temperatures between 280-340°C, at crystalline superzone over 500 m depths, wich transform the feldspar into sericite and sulphide mineral association. The second stage, a process of epithermal alteration at crustiform-colloform to calcedonic superzone, at 175-230 °C temperture, shallow depths (100-160 m), which produces associations of barite, sulphides and precious metals.

Keyword: Alteration, Agung Mountain, Mineralisation

PENDAHULUAN

Latar belakang

Morfologi Pegunungan Serayu Selatan Bagian Timur dikontrol oleh struktur antiklin yang memanjang ke arah timur membentuk antiklinorium Karangsambung dan morfologi kubah mulai dari Purworejo menerus hingga lembah Sungai Progo yang dikenal sebagai Pegunungan Kulon Progo (Asikin dkk., 1992). Indikasi keberadaan aktivitas vulkanisme di Kulon Progo dapat diamati dari citra satelit maupun peta topografi. Aktivitas vulkanisme tersebut menghasilkan batuan vulkanik di Kulon Progo yang berkembang pada jalur busur magmatik Sunda – Banda selama Oligosen – Miosen (Soeria Atmaja dkk., 1994). Keberadaan beberapa gunung api purba menyerupai gumuk serta intrusi Gunung Agung berpengaruh terhadap proses alterasi-mineralisasi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemungkinan terbentuknya alterasi dan mineralisasi yang berkembang di sekitar tubuh intrusi Gunung Agung sebagai indikasi terjadinya proses hidrotermal serta suhu dan posisi mineralisasinya.

Metode penelitian:

- Penelitian lapangan, dilakukan melalui pengamatan litologi dan struktur geologi serta mencari zone alterasi dan mineralisasi.
- Penelitian laboratorium; meliputi analisis petrografi menggunakan mikroskop polarisasi nikon di LIPI - Karangsambung, X-RD di Laboartorium Fisika Mineral Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara (TekMIRA), kimia mineral di Laboratorium Kimia Mineral Pusat Sumber Daya Geologi (PSDG) dan inklusi fluida di Laboratorium Optik Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI.

Geologi

Pegunungan Kulon Progo merupakan bagian dari Kompleks Pegunungan Serayu Selatan yang terletak diujung bagian Timur (Van Bemmelen, 1949). Kompleks Pegunungan Serayu Selatan secara umum berarah Barat–Timur, sedangkan Pegunungan Kulon Progo berarah hampir

Selatan–Utara atau Baratdaya–Timurlaut yang berlainan dengan arah umum kompleks tersebut. Pegunungan Kulon Progo merupakan suatu kubah atau *dome* berbentuk empat persegi panjang (Van Bemmelen, 1949). Sumbu panjang kubah (± 32 Km) berarah Selatan Baratdaya–Utara Timurlaut, sedangkan Sumbu pendek (± 20 Km) berarah Barat Baratlaut–Timur Tenggara. Bagian atas kubah merupakan suatu pedataran tinggi (859 m, dpl) yang terkenal dengan nama *plato* Jonggrangan.

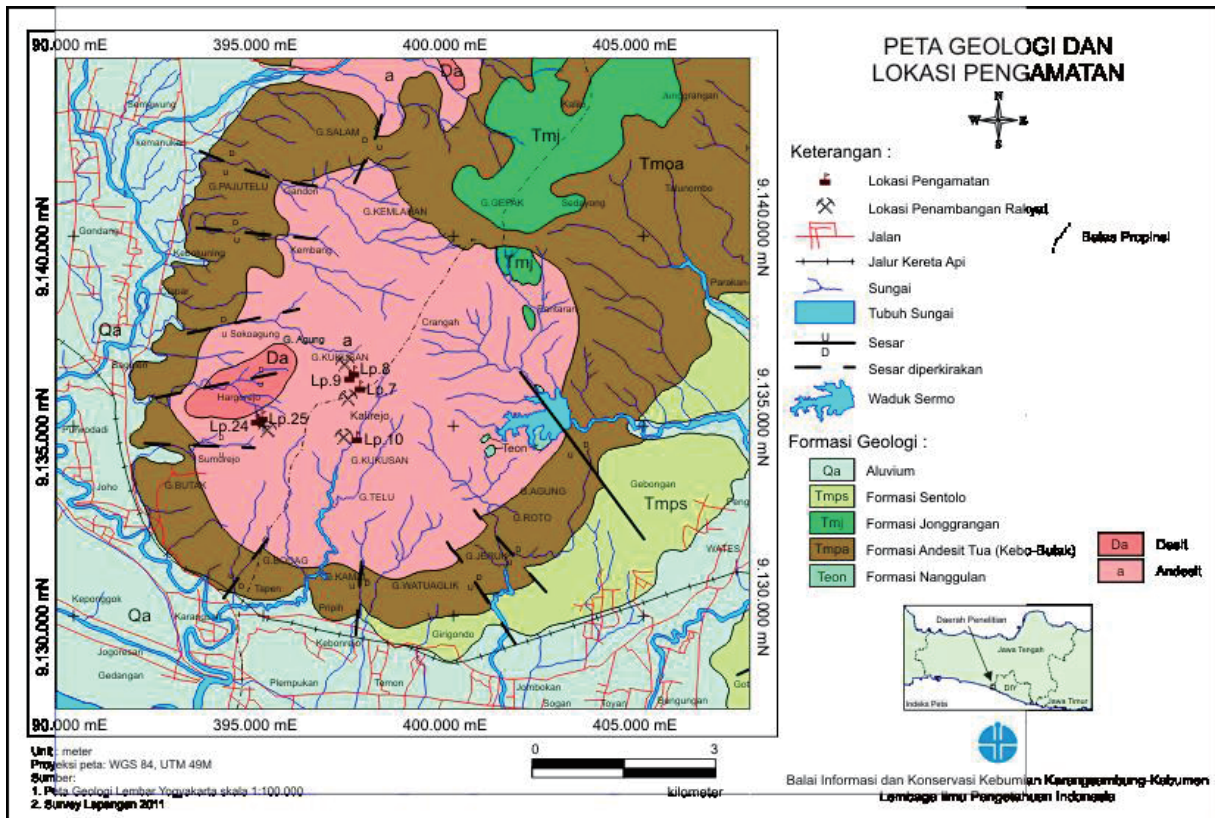
Secara fisiografis Pegunungan Kulon Progo termasuk ke dalam *dome* atau bagian tengah zona depresi yang berada di bagian timur zona Pegunungan Serayu Selatan dengan arah yang agak berbeda mengarah Baratdaya-Timurlaut dari arah umum Barat-Timur. Bentuk wilayah ini akibat proses periode tektonik yang berbeda dengan melibatkan formasi-formasi batuan yang berlainan, dan tektonik aktif yang terlihat dari pola deformasinya (Budiadi, 2008).

Menurut Rahardjo dkk (1977), endapan paling tua adalah Formasi Nanggulan yang berumur Eosen – Oligosen dan tersusun oleh napal, batu pasir, batu lempung sisipan lignit. Di atasnya diendapkan secara tidak selaras Formasi Kebo-Butak yang disebut juga Formasi Andesit Tua. Formasi ini tersusun oleh breksi andesit, tufa, lapilli, aglomerat, lava dan intrusi andesit berumur Oligo-Miosen. Pada Miosen Akhir hingga Pliosen secara tidak selaras di atasnya diendapkan batugamping Formasi Jonggrangan yang menjemari dengan Formasi Sentolo. Endapan paling muda berumur Kuartar, dengan susunan bagian bawah berupa endapan vulkanik Merapi muda, sedangkan di bagian atasnya secara tidak selaras diendapkan aluvium dan koluvium (Gambar 1). Sedangkan tatanan stratigrafi berdasarkan penelitian terdahulu ditunjukkan pada Gambar 2.

Sutanto (2000) melakukan penelitian batuan vulkanik Pegunungan Kulon Progo dengan pendekatan geokronologi dan geokimia. Hasil penanggalan radiometrik K-Ar menunjukkan bahwa proses vulkanisme di daerah ini aktif pada Kala Oligosen Akhir sampai Miosen Tengah (29–22 Ma), dengan komposisi produk batuanya yang bervariasi dari basalt, andesit dan dasit, tetapi sebagian besar berkomposisi andesit.

Pembentukan gunungapi yang sudah diawali sejak Oligosen Akhir merupakan respon atas penunjaman kerak Samudera Hindia. Akmaluddin (2005 dalam Didit, 2006) melakukan penanggalan radiometrik K-Ar di Pegunungan Menoreh (Pegunungan Kulon Progo bagian utara) dan menghasilkan umur 12.434 ± 0.749 Ma (daerah Gunung Gandul) dan 17 ± 2 Ma (daerah lereng Selatan Pegunungan Menoreh). Sedangkan intrusi

Fenomena ini menunjukkan bahwa kubah Kulon Progo mengalami tektonik dan reaktivasi struktur (sesar) beberapa kali. Bukti ini diperkuat dengan hasil analisis citra Landsat oleh keberadaan kelurusan-kelurusan yang saling berpotongan dari formasi-formasi batuan Tersier sampai endapan Kuartar.



Gambar 1. Peta Geologi dan lokasi pengamatan di Kubah Kulonprogo, digambar ulang berdasarkan peta geologi lembar Yogyakarta (Raharjo dkk, 1977)

Dasit Curug menurut Harjanto A (2008) berumur 8,10 - 1,19 juta tahun yang lalu (Miosen Akhir - Kuartar). Dasit Curug tersingkap memanjang di sekitar Sekuning, Curug, Karangtalun dan Sijagu yang mengintrusi tubuh intrusi Andesit Gunung Agung.

Budiadi (2008) menyimpulkan bahwa pola Pegunungan Kulon Progo yang berarah Baratdaya- Timurlaut menyimpang dari arah umum Pegunungan Serayu Selatan yang berarah Barat-Timur. Penyimpangan ini terindikasi kuat karena pengaruh Pola Meratus yang berarah Baratdaya-Timurlaut dan Pola Jawa berarah Barat-Timur yang melewati daerah ini.

HASIL DAN ANALISIS

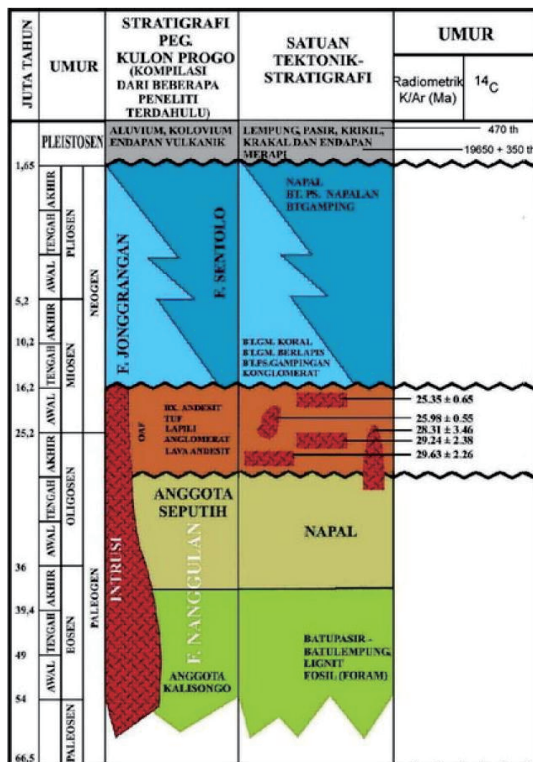
1. Pengamatan Lapangan

Pengamatan lapangan telah dilakukan pada 27 lokasi pengamatan, dimana setidaknya terdapat 6 lokasi pengamatan (LP-7, LP-8, LP 9, LP-10, LP-24, LP-25) di sekitar lereng Gunung Agung dijumpai gejala alterasi dan mineralisasi, lihat Gambar 1.

Lokasi LP-7 (Kalirejo, Kokap, Kulon Progo)

Alterasi dan mineralisasi di lokasi ini berkembang pada batuan induk andesit, berwarna abu-abu gelap, tekstur porfiritik,

tersusun oleh fenokris plagioklas, hornblenda, dan kuarsa berukuran halus. Intensitas alterasi sedang – kuat, dicirikan oleh kehadiran mineral sulfida pirit yang menyebar secara tidak merata. Silika berasosiasi dengan barit berstruktur *lattice* (kristalin, berbentuk pipih-tipis dan saling memotong) dan mineral lempung (Gambar 3-a dan 3-b). Pada beberapa bagian, silika bertekstur *vuggy*, manganis dan oksida besi di bagian permukaan, membentuk zona alterasi sekitar 50 cm, terpotong oleh *veinlet* kuarsa dan berasosiasi dengan zona ubahan mineral lempung. Mineralisasi pada batuan samping berasosiasi dengan mineral sulfida (pirit) yang menyebar tidak merata dan mineral klorit dalam jumlah kecil.



Gambar 2. Tatanan stratigrafi daerah Kulonprogo berdasarkan kompilasi penelitian terdahulu (Budiadi, 2008).

Lokasi LP-8 (Hargorejo, Bagelen, Purworejo)

Lubang penambangan emas rakyat yang dibuat secara vertikal (*shaft*), pada bagian permukaan dibuat vertikal 2 meter ke bawah dengan berukuran diameter lebih kurang 50 cm x 50 cm, dan selanjutnya dibuat lubang horizontal lebih kurang panjang 20 meter. Pada lubang bekas penambangan dijumpai urat kuarsa

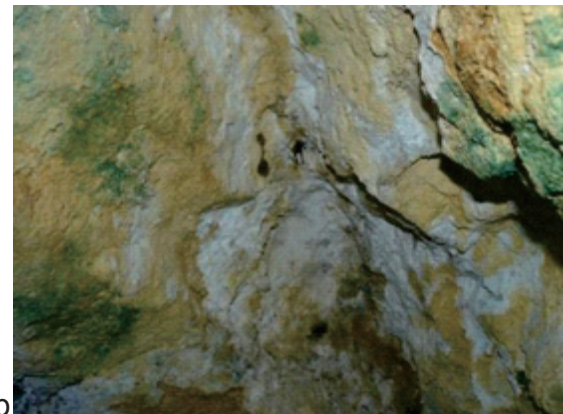
berwarna putih ke abu-abuan, arah urat N 2120 E, struktur *bladed* (Gambar 4-a dan 4-b).

Lokasi LP-10 (Plampang, Kalirejo, Kokap, Kulonprogo)

Di lokasi ini alterasi dan mineralisasi yang berkembang berintensitas sedang – kuat, berupa zona alterasi silisifikasi dicirikan oleh kehadiran mineral silika yang intensif berasosiasi dengan zona urat kuarsa-silika dan mineral lempung. Alterasi dan mineralisasi di lokasi ini berkembang pada batuan induk andesit.



a



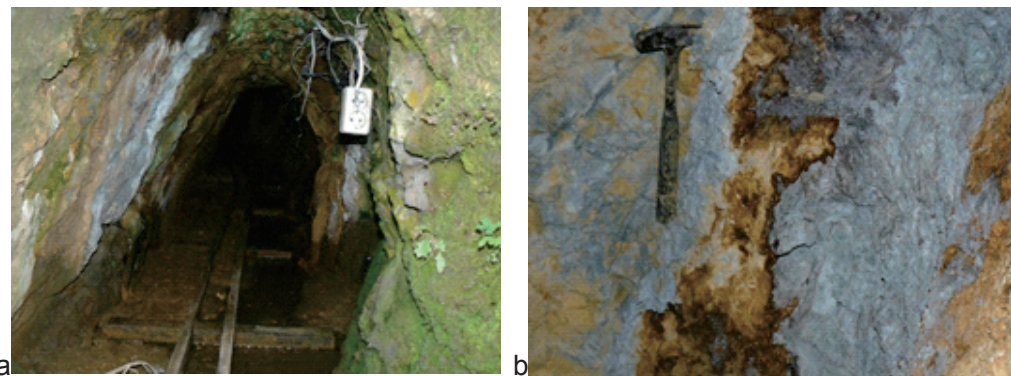
b

Gambar 3. a). Zona alterasi silisifikasi berasosiasi dengan barit berstruktur *lattice* dengan *veinlet* kuarsa berarah N 100°E/65, b). Lempung pada zona alterasi

Pola kekar yang berkembang di lokasi pengamatan umumnya berupa kekar gerus berarah utama N 285 °E/85, N 240 °E/69, N 85 °E/65, N 40 °E/76 . Sedangkan urat kuarsa umumnya berarah N 230 °E pada urat ini dimanfaatkan sebagai lubang kerja sekaligus lubang produksi penambangan emas rakyat. (Gambar 5-a dan 5-b).



Gambar 4. Lubang bekas penambangan emas rakyat (4-a) serta urat kuarsa (4-b).



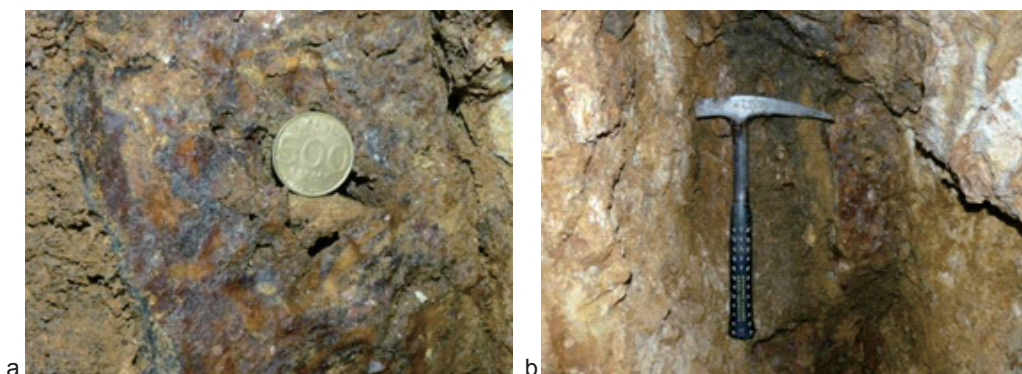
Gambar 5. a).Lubang penambangan emas rakyat berdiameter 80 cm dengan panjang 20 meter, b). Zona alterasi silisifikasi berasosiasi dengan ubahan mineral lempung.

Lokasi LP-24 (Desa Sumorejo, Bagelen, Purworejo)

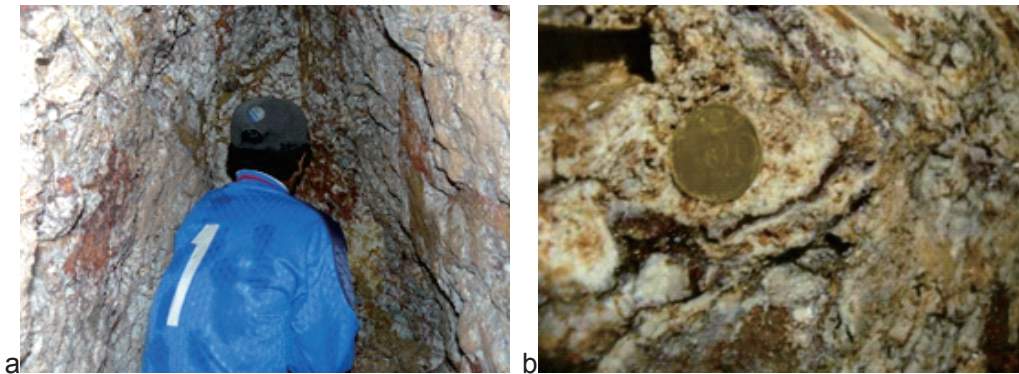
Di lokasi ini terdapat aktivitas penambangan emas rakyat pada bagian atas bukit. Penambangan mengikuti arah urat kuarsa yang berarah barat daya-timur laut, ketebalan urat sekitar 40 cm dan membentuk struktur *vuggy* (Gambar 6-a). Pada lokasi ini alterasi berupa silisifikasi disertai pembentukan lempung argilik dengan mineralisasi barit dan sulfida (Gambar 6-b).

Lokasi LP-25 (Sumorejo, Bagelen, Purworejo)

Lubang penambangan berada pada zona alterasi silisifikasi berasosiasi dengan mineral lempung. Mineral sulfida yang menyebar tidak merata berasosiasi dan zona oksida besi berwarna kemerahan yang mengisi rekahan. Pada beberapa bagian tampak struktur breksiasi dengan fragmen batuan induk berupa batuan beku andesit yang mulai berubah dengan intensitas sedang – kuat. Zona urat kuarsa yang berkembang secara umum berarah N220°E/80 (Gambar 7-a dan 7-b).



Gambar 6. *Vuggy* silika setebal 40 cm (a) dan alterasi argilik disekitarnya (b).

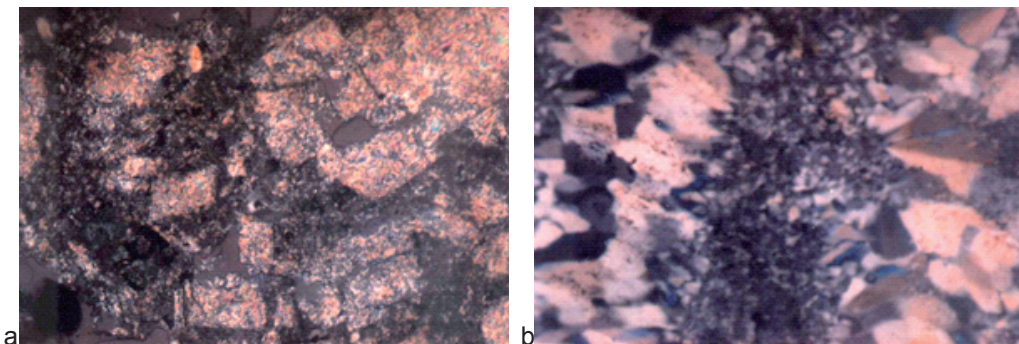


Gambar 7. a). Zona urat kuarsa berarah N 220 °E/80 dengan intensitas alterasi kuat, serta Zona oksida besi mengisi rekahan b). Struktur *crustiform-colloform* dan sulfida yang berkembang pada silika

2. Analisis Petrografi

Analisis petrografi dilakukan pada sayatan tipis batuan/mineral menggunakan mikroskop polarisasi Nikon yang dilengkapi dengan kamera foto analog. Secara megaskopik batuan beku pada lokasi LP-10, teralterasi dengan intensitas sedang – kuat, berwarna coklat hingga abu-abu, berasosiasi dengan zona alterasi silisifikasi-argilik, dicirikan oleh kehadiran mineral silika dan mineral lempung yang intensif. Pada beberapa bagian, batuan induk terpotong

berasosiasi dengan zona alterasi silisifikasi dengan intensitas lemah-sedang, manganis setempat, oksida besi pada bagian permukaan. Di dalam sayatan tipis (Gambar 8-b) berwarna putih, nikol bersilang berwarna abu-abu, terpotong oleh alur-alur agregat kalsedonik kriptokristalin yang membentuk pola memanjang 1-2 mm, gelap bergelombang (60 %), disekitarnya dijumpai serisit berwarna abu-abu gelap, subhedral, berukuran 0.1 mm – 0.2 mm, tidak merata (40%).



Gambar 8. a). Plagioklas pada andesit lokasi LP-10 yang berubah menjadi serisit, b). Urat kuarsa pada lokasi LP-9 yang tersusun oleh agregat kalsedon serta serisit.

oleh zona urat kuarsa-silika. Di bawah mikroskop batuan mempunyai tekstur hipokristalin, ukuran kristal tidak seragam (*in-equigranular*), euhedral – subhedral. Fenokris plagioklas (75 %) hampir keseluruhan berubah menjadi serisit (45 %). Terdapat mineral opa/oksida besi dalam jumlah kecil (5 %). Fenokris terdapat pada massa berukuran halus kriptokristalin (20 %), foto mikroskop dapat dilihat pada Gambar 8-a.

Sedangkan urat silika-kuarsa pada lokasi LP-9 berwarna putih susu, dengan tebal 10-15 cm, berarah N 350 °E/85, memanjang 2 meter ke arah vertikal

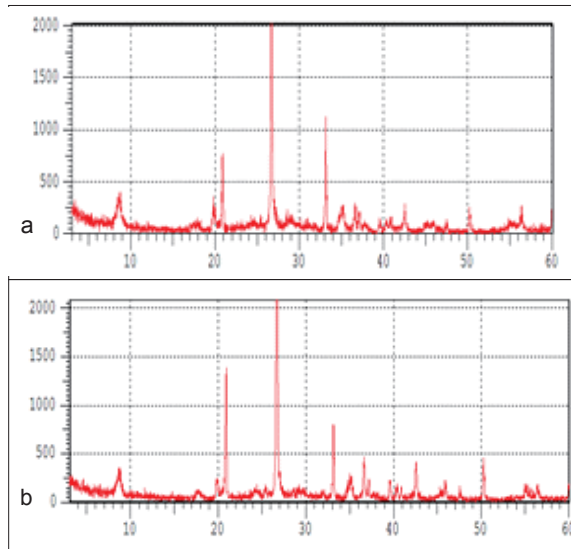
3. Analisis Difraksi Sinar-X (XRD)

Analisis XRD menggunakan alat RINT2000 *wide angle geniometer*, difraksi sinar X menggunakan Cu K α /40 kV/26 mA, dengan bentangan *scan* 2–65°, yang dilakukan di Laboratorium Fisika Mineral Puslit Teknologi Mineral dan Batubara - Bandung. Analisis XRD dilakukan pada lempung di zone alterasi pada lokasi LP-7 dan LP-10, sedangkan pola difraksi sinar X terlihat pada gambar 9.

Pola XRD mineral lempung pada lokasi LP-7 dan LP10 mempunyai kesamaan yang menandakan adanya kesamaan komposisi. Berdasarkan pola tersebut, kandungan

mineralnya meliputi :

- Silicon oxide (Kuarsa)
- Iron sulfide (Pirit)
- Potassium aluminium silicate hydroxide (muskovit)



Gambar 9. Pola XRD lempung pada zone alterasi lokasi LP-7 (a) dan LP-10 (b)

4. Analisis Kimia Mineral

Analisis kimia mineral dilakukan dengan menggunakan metode AAS di Laboratorium Pengujian Kimia-Fisika Mineral, Pusat Sumber Daya Geologi Bandung, hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan hasil analisis tersebut

terlihat kadar Au tertinggi 2.068 ppb dan tidak semua urat silika mengandung Au tinggi, kadar terendah 50 ppb terdapat pada urat silika LP-10. Kadar Au rendah terdapat pada batuan ataupun silika dengan % kandungan Al₂O₃ dan K₂O relatif tinggi. Au rendah juga mempunyai korelasi dengan rendahnya Ag dan Pb.

5. Analisis Inklusi Fluida

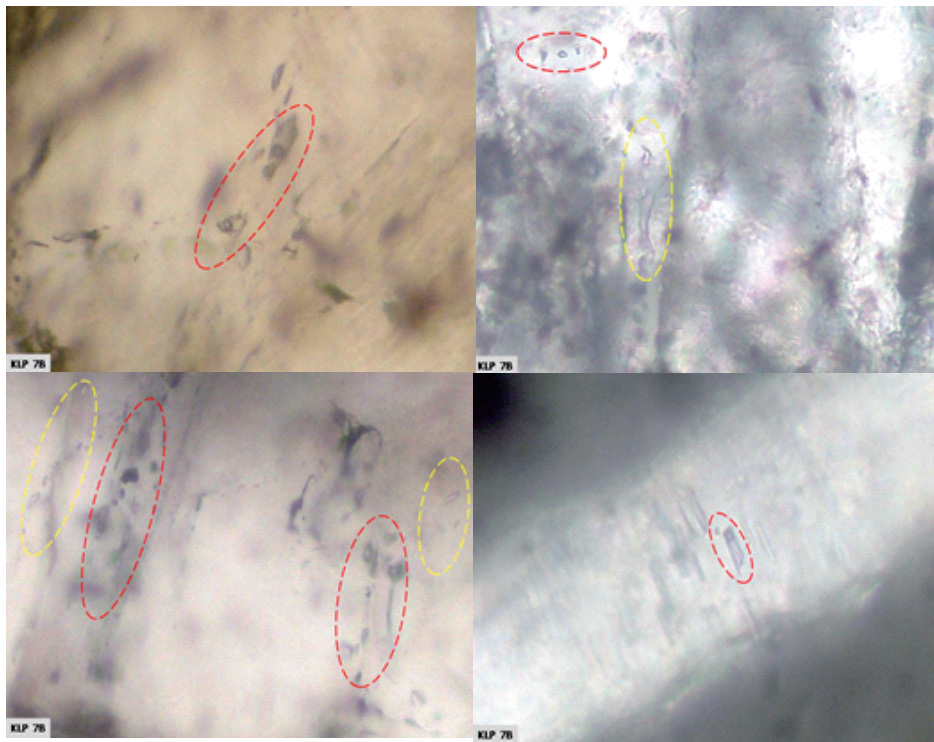
Analisis inklusi fluida dilakukan pada 3 (tiga) buah sampel mineral barit dan kuarsa yang dijumpai disekitar urat silika pada lokasi LP-7 (Gunung Bolong, Plampang Satu), LP-9 (Hargorejo) dan LP-24 (Sumorejo).

Urat kuarsa berasosiasi dengan barit, lokasi LP-7

Sampel disusun oleh kristal - kristal kuarsa berasosiasi dengan barit, mengisi celah dalam batuan sedimen klastik breksian. Kristal kuarsa berwarna keruh hingga bening berukuran relatif halus, umumnya kalsedonik. Kristal barit berwarna keruh *milky* dengan beberapa bagian bening. Pada kristal kuarsa dan barit sering dijumpai detritus mineral berukuran halus. Inklusi fluida hanya dijumpai pada kristal barit, umumnya bertipe fasa tunggal kaya air (tidak mengandung gelembung udara), berbentuk anedral – subhedral memanjang, sebagian *necking*, tersebar secara acak tidak terorientasi (Gambar 10).

Tabel 1. Hasil analisis kimia batuan di daerah penelitian

No	Conto	Batuan	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	CaO %	Mg O %	Na ₂ O %	K ₂ O %	MnO %	H ₂ O %	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm	Au ppb	Ag ppm
1	LP 7	Zone alterasi argilik	66,97	5,75	3,25	0,05	0,09	0,03	0,96	0,01	0,34	12	97	26	1.183	5
2	LP 8	Vein silika	65,01	12,86	12,13	0,14	0,67	0,24	3,25	0,02	1,66	31	68	39	212	5
3	LP 10	Andesit terubah	56,50	15,27	5,43	7,46	2,14	0,15	3,12	0,16	0,28	73	74	67	50	3
4	LP 25	Vein silika	84,49	5,48	3,48	0,07	0,13	0,10	1,27	0,01	0,07	204	326	41	2.608	23
5	LP 24	Vein silika	59,10	7,18	14,80	0,09	0,14	0,03	0,77	0,02	0,12	3245	1870	294	1.318	39



Gambar 10. Foto mikroskop barit lokasi LP- 7, inklusi fasa ganda (lingkaran merah), inklusi fasa tunggal kaya air (lingkaran kuning).

Pada inklusi fluida fase ganda mineral barit dilakukan pengukuran mikrotermometri, dimana hasilnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2.

Hasil pengukuran mikrotermometri inklusi fase ganda pada Barit

No Conto	LP 7
Host kristal	Barit
T _m (°C)	-2,1 ~ -1,8
Th (°C)	175 ~ 202
Mode Th (°C)	185
% WT NaCl	3,3 ~ 3,9
Kedalaman (m)	84,4 ~ 163,6
Tekanan (bar)	8,8 ~ 15,9

PEMBAHASAN

Alterasi dan mineralisasi yang berkembang di daerah penelitian mempunyai intensitas lemah hingga sedang. Alterasi lemah diindikasikan oleh munculnya

mineral sulfida serta ubahan mineral lain dalam jumlah sedikit (<25%). Sedangkan alterasi menengah diindikasikan oleh munculnya zona alterasi silisifikasi hingga argilik yang diikuti oleh mineralisasi logam mulia, logam dasar dan sulfida, dengan volume mineral sekunder berkisar 25-75 %. Zona alterasi dengan intensitas menengah muncul pada lokasi LP 7, 8, 9, 10 di sekitar Plampang, Kokap serta lokasi LP 24 dan 25 di Desa Sumorejo, Bagelen.

Alterasi silisifikasi ditandai dengan munculnya urat dan *stockwork* silika-kuarsa yang diikuti oleh mineralisasi logam mulia (Au), barit dan sulfida serta lempung argilik di sekitarnya. Pembentukan urat silika-kuarsa yang diikuti mineralisasi Au umumnya mempunyai arah Timur Laut - Barat Daya dengan arah antara N 212 °E hingga N 230 °E. Zona alterasi dan mineralisasi juga terdapat di sekitar intrusi dasit Gunung Curug. Berdasarkan hasil pengamatan lapangan, analisis petrografi, analisis XRD, analisis kimia mineral dan inklusi fluida maka dapat disusun tabel asosiasi mineral pada zone alterasi (tabel 3) serta stabilitas mineral pada berbagai suhu pembentukan (tabel 4).

Tabel 3.
Asosiasi mineral yang terbentuk pada zona alterasi

Lokasi	Batuan Asal	ALTERASI	MINERALISASI			Analisis Kimia Mineral	Analisis Inklusi fluida
			Lapangan	XRD lempung	Analisis Petrografi		
LP-7	Andesit OAF	Silisifikasi, argilik	- Lattice barit - Pirit, manganis - Urat silika, vuggy (N 100 °E/65) - Lempung	- Kuarsa - Pirit - Muscovite	- Sericite (ubahan plagioklas)	- Au:1183 ppb	- Th:175-202°C - h: 80 – 160 m
LP-8	Andesit OAF	Silisifikasi, argilik	- Urat silika N 212 °E/73 - Lempung argilik	- Kuarsa - Muscovite	- Sericite (ubahan plagioklas)	- Au: 212 ppb	-
LP-9	Andesit OAF	Silisifikasi, argilik	- Urat silika (N 350 °E/85) - Lempung argilik	-	- Sericite (ubahan plagioklas)	-	- Th:157-180 °C - h : 50 – 100 m
LP-10	Andesit OAF	Silisifikasi, argilik	- Urat silika (N 230 °E) - pirit - Lempung argilik	- Kuarsa - Pirit - Muscovite	- Plagioklas berubah kuat menjadi sericite	- Au: 50 ppb	-
LP-24	Andesit OAF	Silisifikasi	- barit - pirit - Urat silika, vuggy (N170 °E)	- Kuarsa	-	- Au:1318 ppb	- Th: 185-225°C - h : 80-290 m
LP-25	Andesit OAF	Silisifikasi, argilik	- Urat silika (N 220 °E/80) - Pirit - Lempung	- Kuarsa - Muscovite	-	- Au:2608 ppb	-

Survey lapangan dan analisis lab, 2011

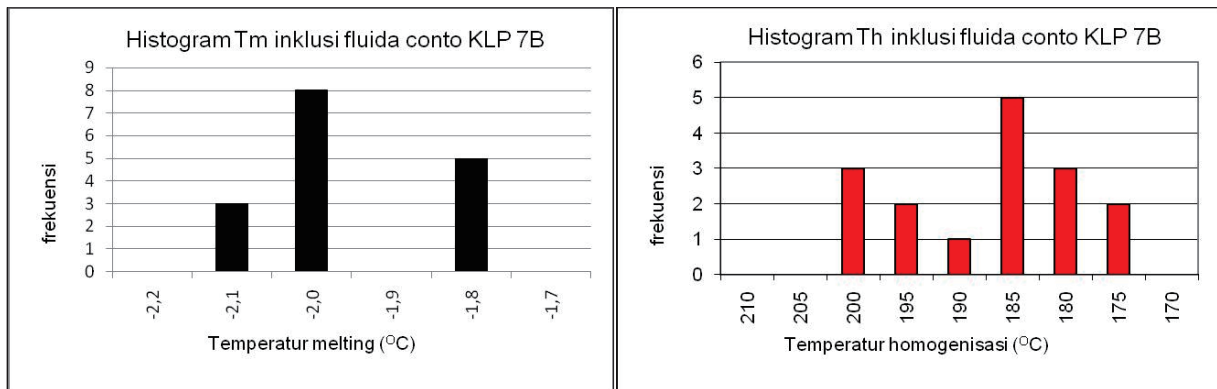
Tabel 4.
Stabilitas mineral pada berbagai suhu pembentukan (Morisson, 1977)

Mineral	0	100	200	300°C
Host: Andesit OAF				
Kuarsa	■	■	■	■
Barit		■	■	■
Pirit	■	■	■	■
Muscovite				■
Sericite				■

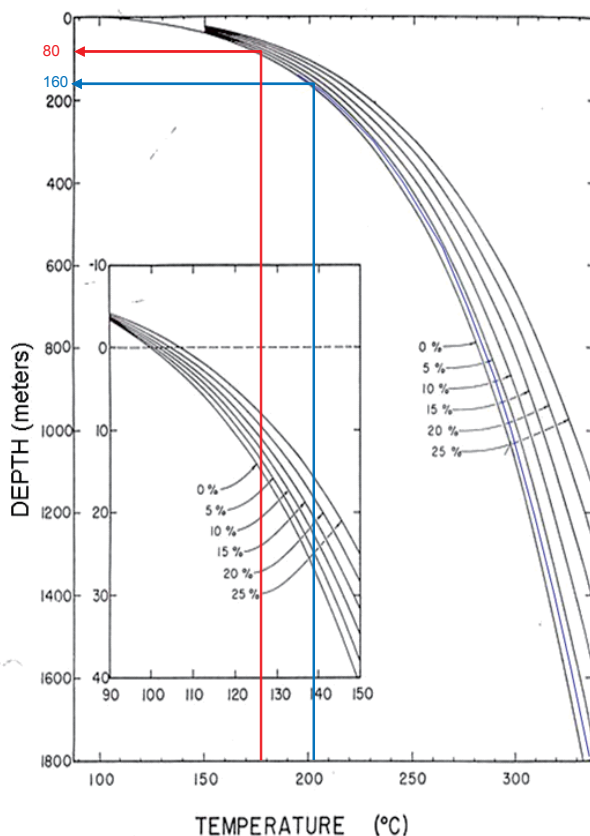
Berdasarkan data lapangan, dijumpai adanya mineral barit yang berasosiasi dengan silika-kuarsa. Barit merupakan mineral dengan stabilitas suhu antara 40 – 250°C, namun dengan dijumpainya struktur *bladed*, maka indikasi pembentukan mineral terjadi pada suhu dibawah *boiling level* (< 230°C). Data XRD lempung hasil alterasi disekitar urat kuarsa dijumpai adanya muskovit, kuarsa dan pirit yang mengindikasikan bahwa proses alterasi pembentukan lempung terjadi pada suhu tinggi antara 280-340°C (Morisson, 1977). Hal ini diperkuat dengan data petrografi dengan dijumpainya serisit dalam jumlah banyak sebagai hasil ubahan mineral plagioklas pada batuan andesit teralterasi.

Sedangkan berdasarkan data mikrotermometri inklusi fluida maka dapat dibuat histogram suhu peleburan dan homogenisasi (Gambar 11). Suhu peleburan berkisar -2,1 s/d – 1,8°C dimana modeny

pada -2°C. Suhu homogenisasi berkisar antara 175 – 200°C dengan mode pada suhu 185°C. Kandungan NaCl : 3,3 – 3,9 % berat, Inklusi umumnya berfasa tunggal, namun terdapat juga beberapa inklusi fasa ganda yang dapat diukur suhu miktotermometrinya. Inklusi umumnya juga sudah mengalami *necking* yang menandakan adanya proses tektonik sehingga cenderung akan merusak inklusi yang ada. Pengukuran mikrotermometri memberikan kisaran suhu homogenisasi antara 175°C hingga 202°C, suhu ini masih di bawah suhu pembentukan mika/serisit namun masuk di dalam suhu stabilitas mineral barit. Berdasarkan data kandungan NaCl dan suhu homogenisasi maka dapat ditentukan posisi pembentukan mineral menggunakan kurva Hass (1971). Posisi pembentukan mineral diperkirakan terjadi pada kedalaman 80 – 160 m di bawah permukaan tanah (Gambar 12).



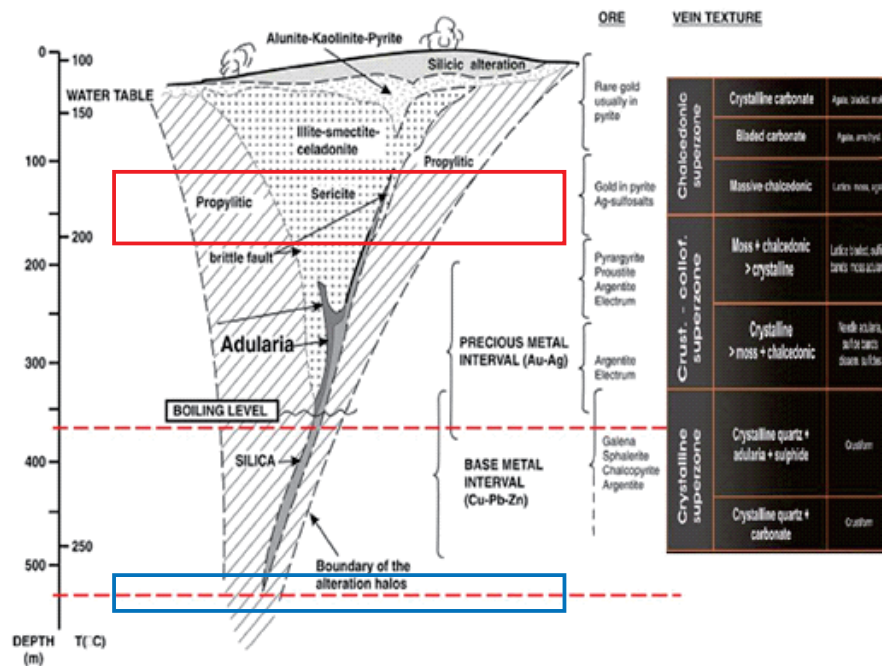
Gambar 11. Histogram Tm dan Th sampel LP 7B, Tm didominasi suhu -2,0°C, Th memperlihatkan satu mode pada suhu 185°C.



Gambar 12. Hasil pengeplotan suhu homogenisasi LP-7.B, pada kurva Hass 1971

Berdasarkan data asosiasi mineral yang didapat di lapangan, data analisis petrografi, data analisis XRD, dan data inklusi fluida, maka proses alterasi diperkirakan terjadi dalam 2 tahap. Pada tahap pertama terjadi alterasi hidrotermal pada suhu tinggi antara 280 – 340°C sehingga mengubah mineral feldspar menjadi serisit serta pembentukan mineral sulfida, logam dasar dan logam mulia. Terbentuknya mineral serisit dalam jumlah signifikan

menandakan bahwa larutan hidrotermal bersifat netral pada sulfida rendah, hal ini juga diikuti oleh pembentukan struktur *banded* ataupun *colloform-crustiform* pada urat kuarsa. Pada tahap kedua, terjadi sirkulasi air tanah yang bercampur dengan larutan hidrotermal sehingga suhunya turun dan terjadi proses alterasi pada suhu yang lebih rendah di sekitar *boiling level* pada suhu 175 – 202°C. Proses alterasi pada tahap dua ini akan menghasilkan pembentukan mineral barit, sulfida dan logam mulia. Alterasi pada tahap kedua diperkirakan terjadi pada kondisi sulfida rendah sehingga memunculkan asosiasi mineral barit, pirit dan kuarsa. Barit merupakan mineral yang terbentuk pada kondisi basa sulfida rendah. Menurut Hedenquist J. W., dan White N. C., (1995) mineralisasi yang terbentuk pada sulfida tinggi terjadi pada kondisi asam yang dicirikan dengan mineralisasi alunit, kaolinit, pirofillit, diaspor. Sedangkan mineralisasi pada sulfida rendah terjadi pada kondisi netral disertai mineralisasi *illite-sericite* dan *illit-smectite* dengan struktur *crustiform-colloform*. Alterasi tahap pertama diperkirakan terjadi pada kedalaman lebih dari 500 m, sedangkan tahap kedua pada kedalaman 100 – 160 m. Model konseptual mineralisasinya dapat dilihat pada Gambar 13. Gunung Agung serta beberapa gunung lainnya merupakan intrusi andesit yang terjadi pada kala Oligosen Akhir – Miosen Tengah sekitar 29.67 – 22.35 juta tahun lalu. Andesit menerobos Formasi Andesit Tua dan Formasi Nanggulan yang diperkirakan terjadi pada beberapa tahap. Sedangkan intrusi Dasit Gunung Curug berumur 8,1 juta



Gambar 13. Model konseptual pembentukan urat kuarsa dan barit di daerah penelitian (Buchanan, 1981)

tahun lalu mengintrusi Andesit Gunung Agung. Terjadinya dua kali proses intrusi ini diperkirakan berpengaruh kuat terhadap proses mineralisasi yang lebih intensif di sekitar Gunung Agung, hal ini juga ditandai dengan meningkatnya kadar Au disekitar LP-24 dan LP-25 yang berada disekitar intrusi dasit.

KESIMPULAN

Alterasi yang berkembang di sekitar Gunung Agung adalah silisifikasi dan argilik

dengan tingkat ubahan lemah. Mineralisasi emas berkadar rendah (50 – 2608 ppb), dengan asosiasi mineral barit dan sulfida. Diperkirakan terbentuk dalam dua pada suhu 40 – 250°C dan 280°C – 340°C, bertipe mineralisasi sulfida rendah.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada semua pihak yang telah banyak membantu hingga terlaksananya semua penyelidikan dengan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

Asikin S., Handoyo, A., Pratistho, B., Gafoer, S., 1992, Geologi Lembar Banyumas, skala 1 : 100,000. Puslitbang Geologi, Bandung

Bemmelen, R.W., 1949. Geology of Indonesia. vol. IA, Martinus Nijhoff, the Hague, pp. 637-647.

Buchanan, L.J., 1981. Precious metal deposits associated with volcanic environments in the Southwest Arizona. Geological Society Digest, 14, p.237-262.

Budiadi E, 2008. Peranan Tektonik Dalam Mengontrol Geomorfologi Daerah Pegunungan Kulon Progo, Disertasi Doktor Ilmu Geologi, UNPAD, Bandung, Tidak dipublikasikan

Hedenquist J. W., White N. C., 1995, Epithermal Gold Deposit : Style, Characteristics and Implication, Society of Economic Geologists, Newsletter no 23, p.1, 9 – 13.

Harjanto, A., 2008; Magmatisme dan Mineralisasi di Daerah Kulonprogo; Disertasi Doktor Teknik Geologi, ITB, Bandung, tidak dipublikasikan.

Soeria Atmaja R., Maury R.C., Bellon H., Pringgoprawiro H., Polve M., and Priadi B., 1994, "The Tertiary Magmatic Belt in Java" Journal of South East Asian Earth Sciences, Vol 9, No 1/2, p 13 – 27

Sutanto 2000. Batuan Vulkanik Daerah Kulon Progo, geokronologi dan geokimia, Buletin Tekmira Nomor 14.

Rahardjo, W., Sukandarrumidi, & Rosidi, H.M.S. 1995. Peta Geologi Lembar Yogyakarta skala 1 : 100,000. Puslitbang Geologi, Bandung

Morrison, 1977, Important Hydrothermal Minerals and Their Significance, 7 ed, Kingston Morisson Ltd, New Zealand
Haas, J. L., Jr., 1971. The effect of salinity on the maximum thermal gradient of a hydrothermal system at hydrostatic pressure. Economic Geology 66, pp. 940-946.

Diterima tanggal 7 Mei 2013 Revisi tanggal 8 Agustus 2013
--