



MTG

JURNAL ILMIAH MAGISTER TEKNIK GEOLOGI

MAGISTER TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
YOGYAKARTA

Jurnal Ilmiah MTG | Volume 8 | No. 2 | Yogyakarta, Juli 2017

PARAGENESA MINERAL BIJIH DAERAH TEGALOMBO DAN SEKITARNYA, KABUPATEN PACITAN, PROVINSI JAWA TIMUR

Oleh:

Meriana G. M. Harahap¹, Heru Sigit Purwanto², Sutarto²

¹ Mahasiswa Magister Teknik Geologi, FTM UPN "Veteran" Yogyakarta

² Dosen Pengajar Teknik Geologi, FTM UPN "Veteran" Yogyakarta

ABSTRAK

Daerah penelitian berada di dalam wilayah Zona Pegunungan Selatan bagian Jawa Timur, secara administratif daerah penelitian terletak di Kecamatan Tegalombo, Kabupaten Pacitan, Provinsi Jawa Timur. Secara geografis berada dalam 8°3' 37,9" LS - 8° 5' 15,5" LS dan 111° 15' 47,5" BT - 111° 17' 58,3" BT atau dalam zona UTM 49 S: N 531000 mE - N 535000 mE dan S 9106000 mE - S 9109000 mE., dengan luas wilayah penelitian 3 x 4 km atau 12 km².

Geomorfologi daerah penelitian terbagi menjadi 3 satuan, yaitu Satuan Pegunungan Vulkanik (V1) yang menempati sekitar 62,5% dari luas wilayah penelitian, Satuan Lembah Vulkanik (V2) yang menempati sekitar 20% dari luas wilayah penelitian, dan Satuan Lembah Struktural yang menempati sekitar 17,5% dari luas wilayah penelitian dan berada relatif disebelah barat-timur hingga timurlaut-baratdaya dari wilayah penelitian. Pola pengaliran yang berkembang di daerah penelitian adalah rectangular dan sub-dendritik.

Struktur geologi yang terdapat di daerah penelitian berupa sesar-sesar, kekar-kekar, dan urat-urat kuarsa. Sesar-sesar yang dijumpai di daerah penelitian berupa sesar mendatar kiri dan mendatar kanan. Sesar Gerindulu dan sesar Mojo pergerakan relatif mendatar kiri yang berarah timurlaut-bratdaya (NE-SW), dan sesar-sesar lainnya seperti : Sesar Tegalombo, Sesar Tumpang, dan Sesar Mering pergerakannya relatif mendatar kanan yang berarah baratlaut-tenggara (NW-SE). Kekar-kekar yang terdapat di daerah penelitian relatif berarah baratlaut-tenggara (NW-SE) dan timurlaut-baratdaya (NE-SW).

Satuan Tuff Arjosari yang berumur Oligosen Akhir, hubungannya menjari dengan Satuan Breksi Arjosari yang berada di atasnya yang berumur Oligosen Akhir-Miosen Awal, hubungannya saling menjari dengan Satuan Andesit Lava pada Formasi Mandalika yang berada di atasnya yang juga berumur Oligosen Akhir-Miosen Awal. Setelah itu di atasnya terendapkan Satuan Breksi Polimik Mandalika yang berumur Miosen Awal, hubungan keduanya adalah saling menjari. Setelah itu Breksi Polimik Mandalika ini diterobos oleh Satuan Intrusi dasit yang berumur Miosen Awal-Tengah, Satuan Intrusi Andesit Hornblende yang berumur Miosen Tengah-Akhir, dan Satuan Intrusi Andesit Piroksen yang berumur Miosen Akhir-Pliosen.

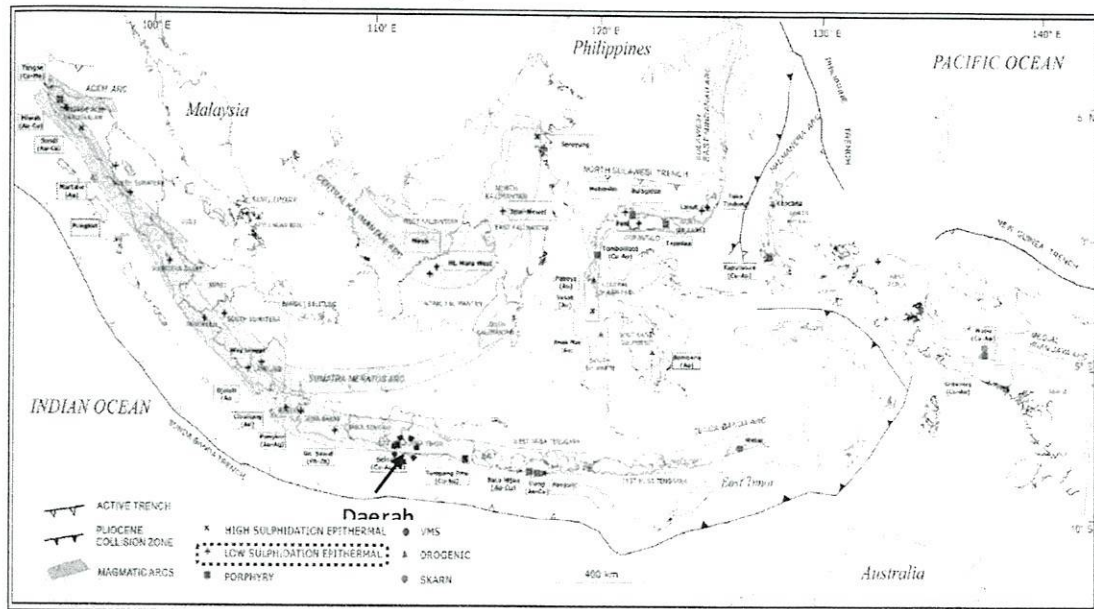
Alterasi yang terdapat di daerah penelitian terdiri dari 3 tipe yaitu alterasi propilitik, alterasi argilik, dan alterasi silisifikasi. Sedangkan mineralisasinya berupa pirit, kalkopirit, dan kovelit dan termasuk dalam sistem epitermal sulfidasi rendah.

Berdasarkan hasil analisis-laboratorium yang telah dilakukan maka dapat diketahui pengendapan mineralisasi terjadi paling tidak 4 fasa, diantaranya yaitu : 1. Tahap I, dimana mineralisasi pirit terjadi pada batuan dasit yang berumur Miosen Awal, 2. Tahap II, mineralisasi pirit terus berlanjut dan mulai terbentuk kalkopirit (pirit ± kalkopirit) yang terjadi akibat intrusi andesit hornblende pada Kala Miosen Akhir, 3. Tahap III, pembentukan mineral kovelit sudah mulai intens terlihat (pirit + kalkopirit ± kovelit) sebagai penggantian dari mineral kalkopirit. Mineralisasi kovelit ini terjadi akibat adanya penggantian dari mineral kalkopirit.

Kata kunci : Formasi Arjosari, Formasi Mandalika, Kekar, Mineral Bijih, Paragenesa

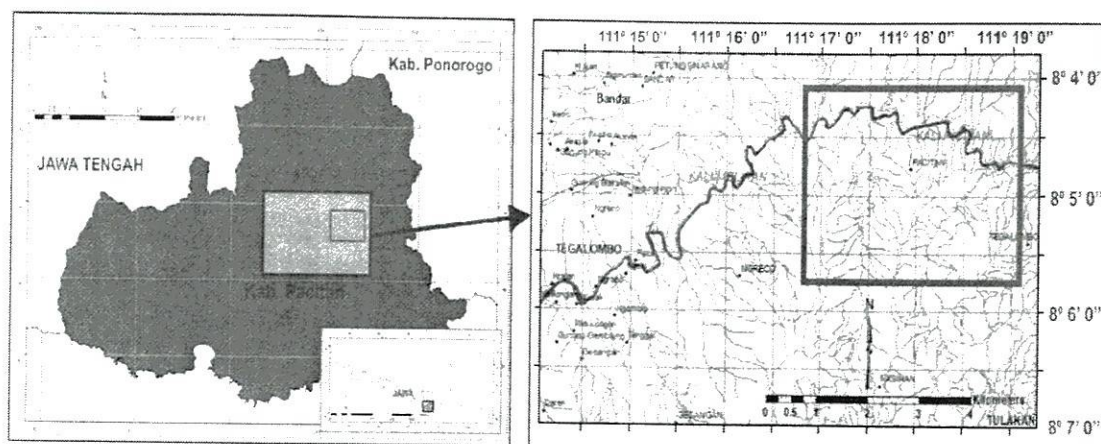
PENDAHULUAN

Keberadaan mineralisasi yang dijumpai pada umumnya terdapat pada jalur busur magmatik yang merupakan hasil dari aktivitas tektonik. Mineralisasi emas dan tembaga di Indonesia terbentuk di dalam busur-busur magma andesitik yang berumur Kapur-Pliosen (Carlile & Mitchell, 1994) (Gambar 1).



Gambar 1. Peta distribusi busur magmatik di Indonesia (digambar ulang oleh Carlile & Mitchell, 1994) dan aneka tipe endapan mineral di Indonesia (Carlile & Mitchell, 1994; Setiadji & Maryono, 2012; Sutarto, 2016).

Secara administrasi daerah penelitian terletak di daerah Kecamatan Tegalombo, Kabupaten Pacitan, Provinsi Jawa Timur. Di sebelah utara daerah penelitian berbatasan dengan Kecamatan Bandar, di sebelah barat berbatasan dengan Kecamatan Arjosari, di sebelah selatan berbatasan dengan Kecamatan Tulakan, dan di sebelah timur berbatasan dengan Kabupaten Ponorogo. Secara geografis daerah penelitian berada dalam zona: $8^{\circ} 3' 37,9''$ LS - $8^{\circ} 5' 15,5''$ LS dan $111^{\circ} 15' 47,5''$ BT - $111^{\circ} 17' 58,3''$ BT atau dalam zona UTM 49 S: N 531000 mE - N 535000 mE dan S 9106000 mE - S 9109000 mE., dengan luas wilayah penelitian 3 x 4 km atau 12 km² (Gambar 2).



Gambar 2. Peta Lokasi Daerah Penelitian (Kotak warna merah menunjukkan wilayah penelitian)

Daerah ini merupakan bagian dari zona Pegunungan Selatan Pulau Jawa bagian timur. Keberadaan endapan logam yang selalu berkaitan dengan aktivitas magmatik, memberikan indikasi bahwa jalur Pegunungan Selatan tersebut memiliki potensi untuk menghasilkan endapan logam.

Daerah Pacitan yang diketahui adanya indikasi mineralisasi tipe sistem urat epitermal sulfida rendah (Carlile & Mitchell, 1994), dengan batuan penyusun yang terbentuk di busur magmatik Sunda-Banda berupa batuan-batuan beku intrusi dan ekstrusi (Samodra, dkk., 1990), telah mengalami tektonik sebanyak tiga periode sekaligus terjadi aktivitas magmatisme sebanyak tiga kali selama Tersier yaitu jalur magmatik Eosen Akhir-Miosen Awal, jalur magmatik Miosen Akhir-Pliosen, dan jalur vulkanik Kuartar (Soeria-Atmadja, dkk., 1994).

Daerah Pacitan dan sekitarnya sebelumnya memang telah banyak diteliti oleh para ahli geologi. Menurut Samodra, dkk., (1992) disekitar daerah penelitian terdapat mineralisasi pirit dan kalkopirit dalam urat kuarsa pada Formasi Arjosari dan Formasi Mandalika, yang diperkirakan akibat penerobosan batuan beku andesit. Sementara alterasi disekitar daerah penelitian menurut Sudarto & Prapto (1995) dan H. S. Purwanto (1996) mengatakan bahwa alterasi dijumpai pada semua satuan batuan terutama batuan yang berumur Oligosen Akhir-Miosen Awal. Walaupun ditemukan adanya mineralisasi hidrotermal di daerah Tegalombo Pacitan ini, namun belum diketahui secara jelas paragenesa pengendapan mineral bijih di daerah ini. Penelitian ini dilakukan dengan maksud mengumpulkan dan mengelompokkan data penyebaran batuan yang mengalami alterasi dan mineralisasi terutama pada batuan yang mengandung mineral bijih dengan tujuan mengetahui urutan pembentukan mineral bijih serta hubungannya dengan batuan yang ada di daerah penelitian.

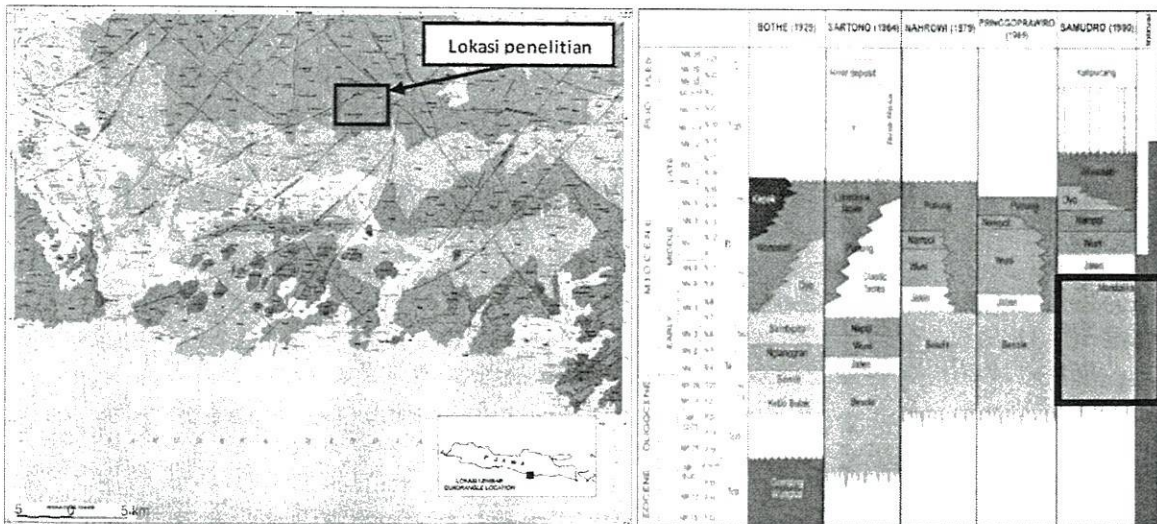
METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang diterapkan yaitu dengan mengumpulkan data baik primer maupun sekunder yang berhubungan dengan topik penelitian, dan melakukan pemetaan permukaan sebagai cara dalam pengambilan dan pengumpulan data yang selanjutnya dianalisis di studio dan laboratorium.

Pendekatan yang dilakukan untuk paragenesa mineral bijih ini yaitu melalui analisis geokimia berupa analisis mineragrafi, petrografi dan x-ray difraksi (XRD). Dari hasil analisis tersebut dapat diketahui hubungan antara mineral dan pembentukan mineral mana yang lebih dulu terbentuk sehingga dapat dibuat kronologi pembentukannya.

TINJAUAN GEOLOGI

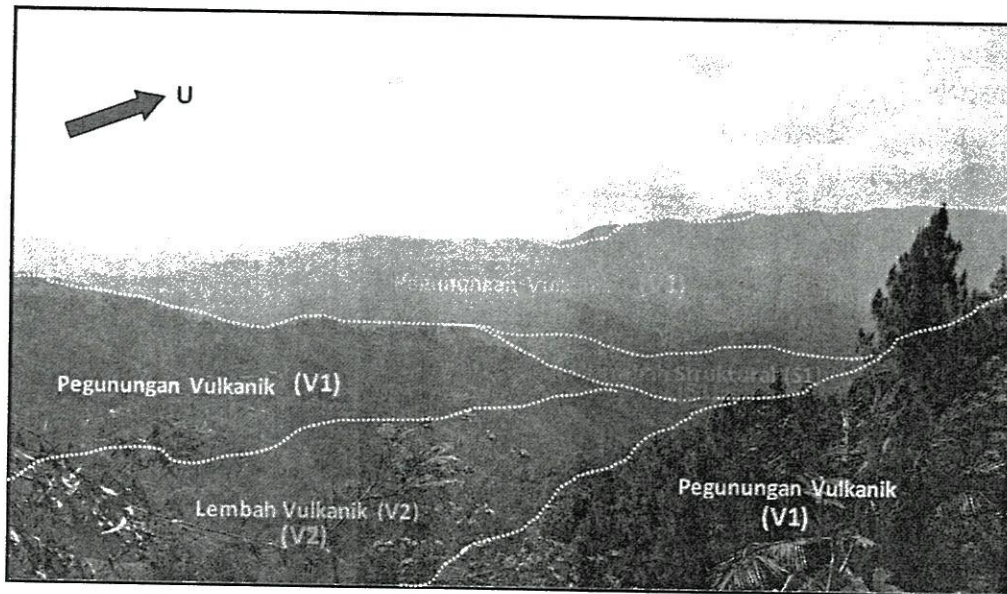
Fisiografi daerah penelitian termasuk dalam zona Busur Pegunungan Selatan (Smyth, dkk., 2008). Kegiatan pada Busur Pegunungan Selatan meningkat pada Miosen Awal dengan fase erupsi kuat yang melibatkan pembentukan Formasi Semilir dengan distribusi abu vulkanik yang sangat luas. Formasi Semilir dan Kebibutak menurut beberapa ahli disebut dengan Formasi Besole (Sartono, 1964; Nahrowi, 1979; dan Pringgoprawiro, 1985), sedangkan dalam lembar Pacitan Formasi Besole dibagi menjadi Formasi Arjosari dan Mandalika (Samodra, dkk, 1992), dimana daerah penelitian termasuk dalam lembar Pacitan (Gambar 3).



Gambar 3. Peta geologi regional lembar Pacitan (Samodra, dkk., 1992) dan Kolom kesebandingan stratigrafi Tersier Pegunungan Selatan Jawa Timur dari beberapa peneliti terdahulu. Kotak berwarna hitam menunjukkan geologi lokasi penelitian.

Daerah penelitian secara geomorfologi dibagi menjadi tiga satuan bentukasal, yaitu Satuan Pegunungan Vulkanik dengan kemiringan lereng agak curam-curam yang mendominasi daerah penelitian dikontrol oleh litologi; Satuan Lembah Vulkanik yang memiliki kemiringan lereng miring-curam, dan Satuan Lembah Struktural dengan kemiringan

lereng miring-sangat curam dikontrol oleh sesar mendatar mengiri berada pada petabagian utara daerah telitian (Gambar 4).



Gambar 4. Kenampakan morfologi daerah penelitian

Volkanostratigrafi daerah penelitian terdiri dari 7 (tujuh) unit satuan batuan dari tua ke muda yaitu : Satuan Tuff Arjosari, Satuan Breksi Arjosari, Satuan Andesit Lava Mandalika, Satuan Breksi Polimik Mandalika, Satuan Intrusi Dasit, Intrusi Andesit Hornblende, dan Satuan Intrusi Andesit Piroksen.

Satuan Tuff Arjosari tersusun atas batuan tuff berwarna abu-abu terang hingga putih kecoklatan, struktur laminasi hingga perlapisan, ukuran butir halus-sedang, komposisi mineral berupa plagioklas, kuarsa, klorit, epidote, mineral oksida. Satuan ini mengalami ubahan propilitisasi dan sebagian argilisasi. Satuan ini diperkirakan berumur Oligosen Akhir.

Satuan Breksi Arjosari tersusun atas breksi polimik berwarna abu-abu hingga kecoklatan, memiliki fragmen berupa dasit, andesit dan tuff dengan ukuran fragmen 1-15 cm, bentuk fragmen agak menyudut, matriks pasir tufan, semen silikaan. Satuan ini mengalami ubahan propilitisasi dan sebagian argilisasi. Satuan ini diperkirakan berumur Oligosen Akhir-Miosen Awal.

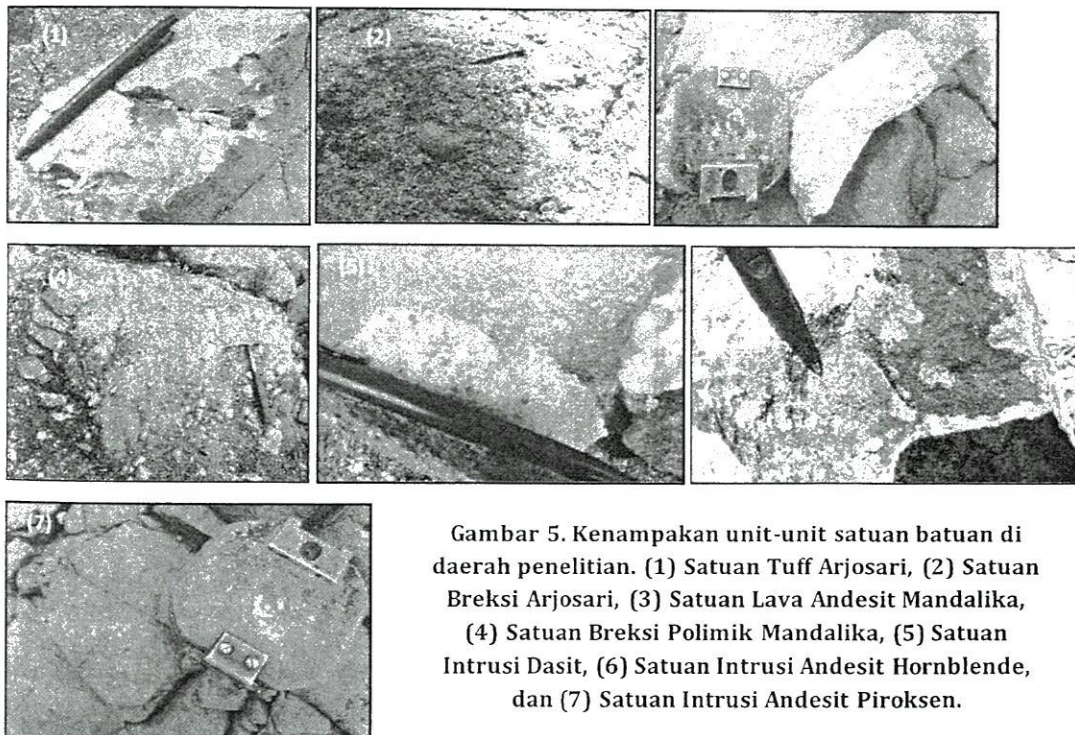
Satuan Andesit Lava Mandalika tersusun atas batuan beku vulkanik intermediet lava andesit berwarna abu-abu hingga kehijauan, masif, terkekarkan, hipokristalin, ukuran kristal afanitik, bentuk kristal subhedral-anhedral, relasi hipidioromorf equigranular, komposisi mineral berupa plagioklas, feldspar, kuarsa, hornblende, biotit, massa gelas, serta dijumpai pirit halus yang hadir menyebar pada batuan. Satuan ini mengalami ubahan dominan propilitisasi, serta dijumpai beberapa urat kuarsa. Satuan ini diperkirakan berumur Oligosen Akhir-Miosen Awal.

Satuan Breksi Polimik Mandalika tersusun atas batuan breksi polimik berwarna abu-abu hingga kekuningan, mempunyai fragmen berupa andesit, dasit, dan tuff berukuran 1-15 cm, bentuk fragmen agak menyudut, matriks berupa pasir tufan, semen silikaan. Satuan ini mengalami ubahan propilitisasi dan argilisasi. Satuan ini diperkirakan berumur Miosen Awal.

Satuan Intrusi Dasit tersusun atas batuan intrusi berupa dasit berwarna abu-abu hingga kecoklatan, terkekarkan, hipokristalin, ukuran kristal fanerik sedang-kasar, bentuk kristal subhedral-euhedral, relasi hipidiomorf equigranular, komposisi mineral berupa, kuarsa, hornblende, biotit, plagioklas, feldspar serta dijumpai mineral bijih berupa pirit dengan ukuran halus-kasar menyebar dan mengisi rekahan. Satuan ini mengalami ubahan berupa propilitisasi, argilisasi, silisifikasi dan dominan dijumpai urat kuarsa. Satuan ini diperkirakan berumur Miosen Awal-Tengah.

Satuan Intrusi Andesit Hornblende tersusun atas batua intrusi andesit berwarna abu-abu kehijauan, terkekarkan, hipokristalin, ukuran kristal fanerik halus-sedang, bentuk kristal subhedral-euhedral, relasi hipidiomorf inequigranular porfiritik, komposisi mineral berupa plagioklas, feldspar, hornblende, kuarsa, klorit, dan sedikit pirit halus diseminasi. Satuan ini mengalami ubahan sebagian besar propilitisasi, dan setempat dijumpai urat kuarsa. Satuan ini diperkirakan berumur Miosen Awal-Akhir, sebagian besar mengalami ubahan propilitisasi dan setempat dijumpai urat kuarsa.

Satuan Intrusi Andesit Piroksen tersusun atas batuan terobosan andesit berwarna abu-abu, *dyke*, terkekarkan, hipokrostalin, ukuran kristal afanitik-fanerik sedang, bentuk kristal subhedral-euhedral, relasi hipidiomorf inequigranular, komposisi mineral berupa plagioklas, feldspar, piroksen, kuarsa. Satuan ini diperkirakan berumur Miosen Awal-Pliosen dan mengalami ubahan propilitisasi (Gambar 5).



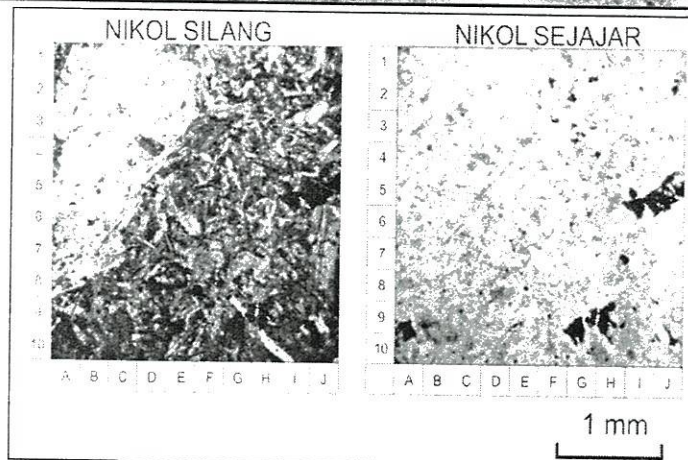
Gambar 5. Kenampakan unit-unit satuan batuan di daerah penelitian. (1) Satuan Tuff Arjosari, (2) Satuan Breksi Arjosari, (3) Satuan Lava Andesit Mandalika, (4) Satuan Breksi Polimik Mandalika, (5) Satuan Intrusi Dasit, (6) Satuan Intrusi Andesit Hornblende, dan (7) Satuan Intrusi Andesit Piroksen.

Berikut ini merupakan hasil analisis-analisis yang digunakan dalam penentuan alterasi di daerah penelitian :

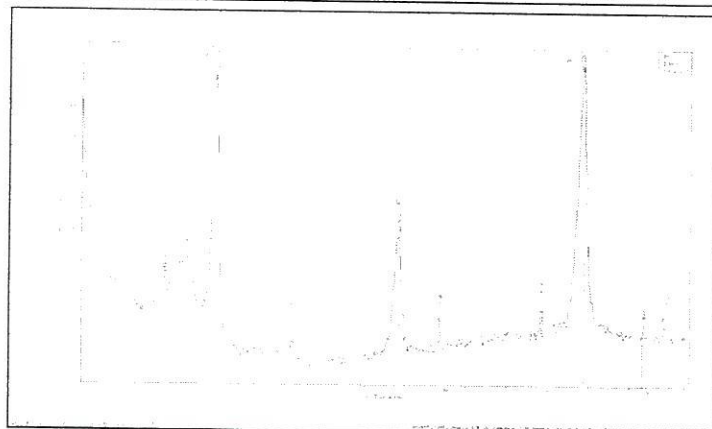
- **Zona Alterasi Propilitisasi**



Gambar 6. Foto singkapan andesit lava Mandalika yang berada pada titik LP-16 dengan conto sampel untuk analisis XRD TLB-34 yang mengalami ubahan propilitisasi. Arah kamera N 285° E



Gambar 7. Foto mikrograf sayatan tipis andesit piroksen pada nikol silang dan nikol sejajar. Conto sampel TLB-78 pada titik LP-02, dan mineral sekunder seperti Klorit (E9), mineral epidot (G5), momeral opak (A9) hadir menyebar dalam sayatan petrografi. (Plag = palgioklas, Px = piroksen, Chl = klorit, Ep = epidote, Op = opak), dari analisis petrografi tersebut diketahui bahwa batuan tersebut mengalami ubahan propilitisasi.

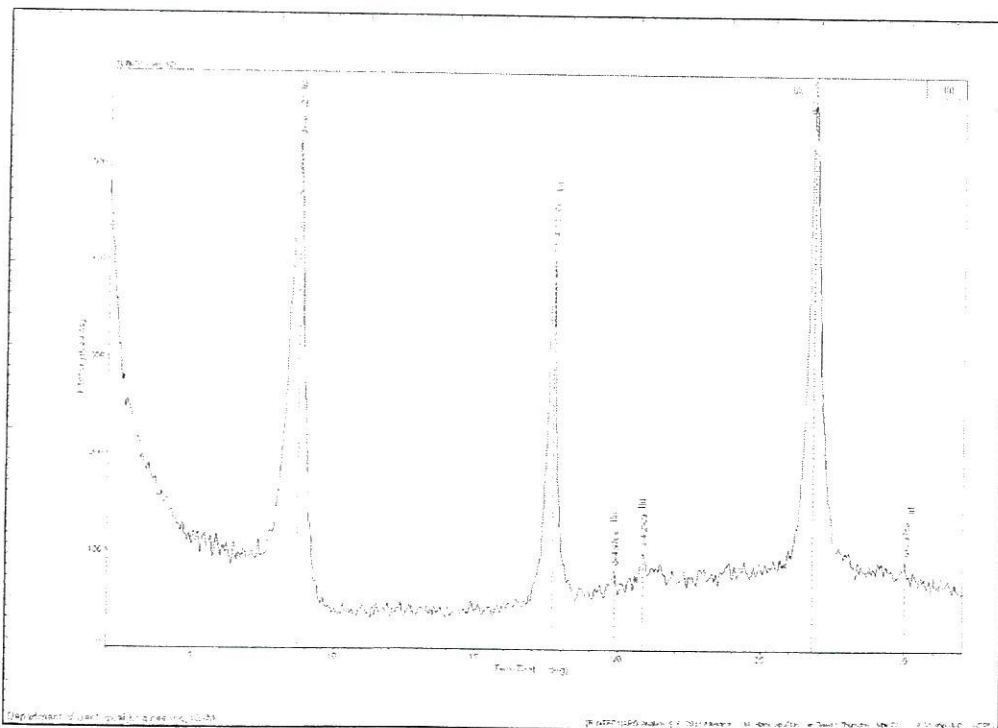


Gambar 8. Grafik analisis XRD dengan metode *clay* conto batuan TLB-34 pada titik LP-16. Terlihat dari grafik terdapat mineral illit, klorit, smektit.

- Zona Alterasi Argilik

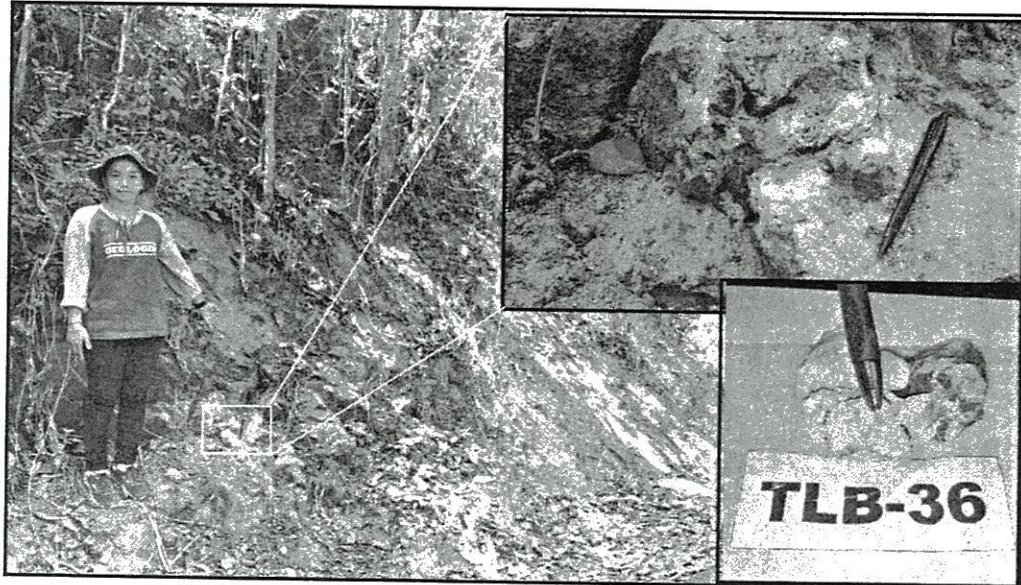


Gambar 9. Foto kenampakan megaskopis singkapan dasit yang mengalami alterasi agilitisasi. Singkapan ini berada pada titik LP-54 dengan conto sampel untuk analisis XRD TLB-22. Arah kamera N 225° E

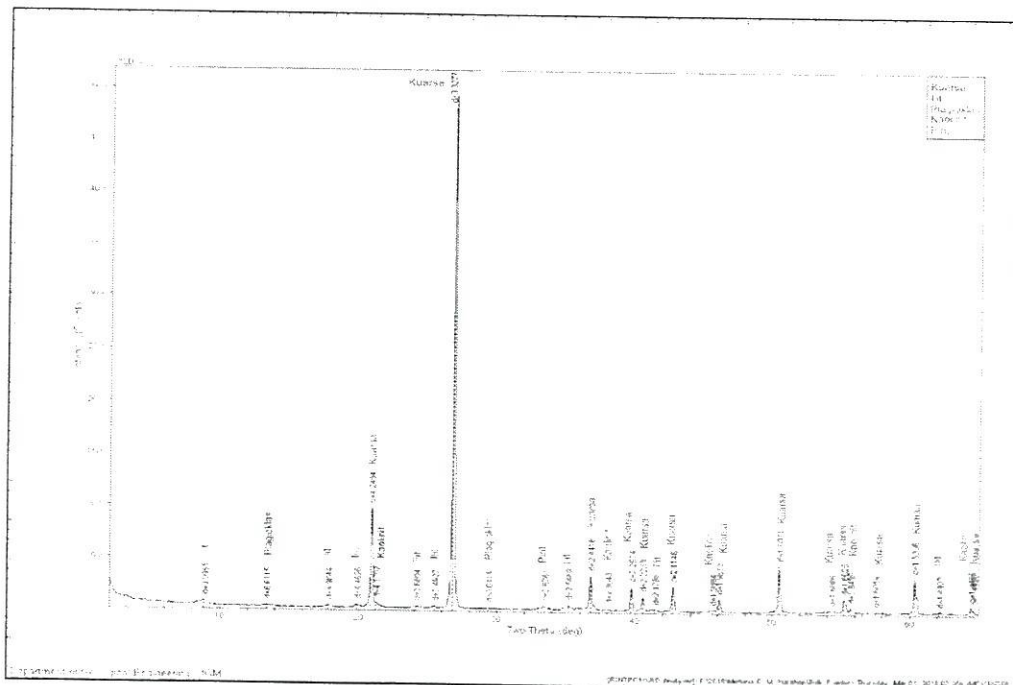


Gambar 10. Grafik analisis XRD *clay* conto batuan TLB-22 pada titik LP-54. Terlihat dari grafik terdapat mineral illit.

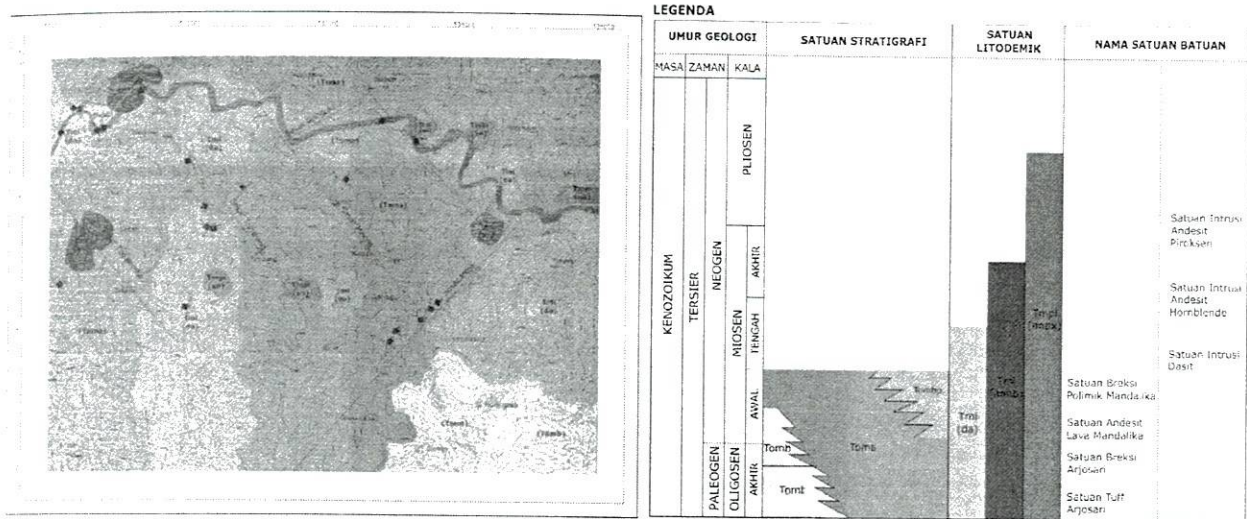
- Zona Alterasi Silisifikasi



Gambar 11. Foto kenampakan megaskopis singkapan lava andesit yang teralterasi silisifikasi dengan hadirnya mineral kuarsa lebih dominan pada batuan. Singkapan ini berada pada titik LP-34 dengan conto sampel untuk analisis XRD TLB-36. Arah kamera N 28° E.



Gambar 13. Grafik analisis XRD *bulk* conto urat kuarsa TLB-36 pada titik LP-34. Terlihat dari grafik terdapat mineral kuarsa, illit, palgioklas, kaolinit dan pirit. Dominan mineral kuarsa.



Gambar 14. Peta geologi dan kolom stratigrafi daerah penelitian

Daerah penelitian terdapat lima sesar mendatar yaitu sesar yang relatif berarah timurlaut-baratdaya (NE-SW) dengan pergerakan mendatar kiri (Sesar Gerindulu dan Sesar Mojo); dan sesar-sesar yang relatif berarah baratlaut-tenggara dengan pergerakan mendatar kanan (Sesar Tegalombo, Sesar Tumpang, dan Sesar Mering). Sesar – sesar yang berarah baralaut-tenggara merupakan sesar-sesar muda yang memotong sesar Gerindulu yang berarah timurlaut-baratdaya.

INTERPRETASI PARAGENESA MINERAL BIJIH

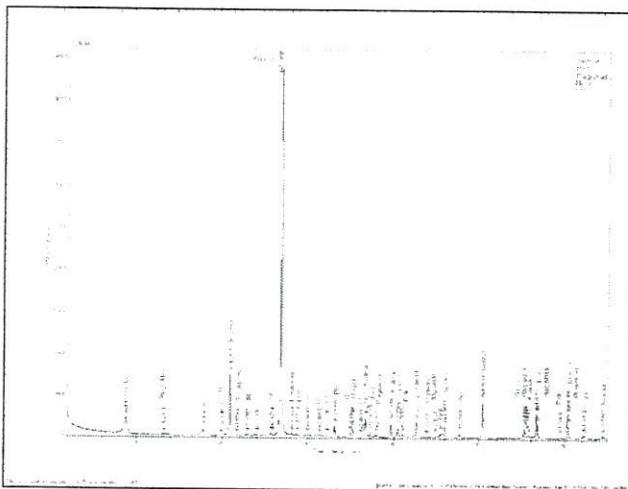
Berdasarkan Sudarsono dan Setiawan, (2012), yang pernah melakukan penelitian mengenai Paragenesa Mineral Bijih Sulfida Hidrotermal di Daerah Kluwih, Kabupaten Pacitan diketahui pembentukan mineral bijih terdiri dari 6 fasa, yaitu : 1. Fasa pra mineralisasi bijih, 2. Fasa pengendapan kuarsa+pirit, 3. Fasa pengendapan kuarsa + pirit + kalkopirit + bornit ± galena ± sfalerit, 4. Fasa pengendapan kuarsa + pirit + kalkopirit + tetrahedrit + bornit ± galena, 5. Fasa pengendapan kuarsa+pirit, 6. Fasa supergen. Sedangkan Samodra (1990) mengatakan bahwa mineralisasi yang terjadi di sekitar daerah penelitian adalah pirit dan kalkopirit. Sementara di daerah penelitian penulis didapati ada 3 mineralisasi bijih diantaranya pirit (FeS_2), kalkopirit ($CuFeS_2$), kovelit (CuS).

Urutan pembentukan mineral bijih atau dalam hal ini dikenal dengan istilah paragenesa mineral bijih, penulis melakukan pendekatan melalui analisis laboratorium. Analisis- analisis tersebut berupa analisis petrografi, analisis, mineragrafi, dan analisis difraksi sinar x-ray (XRD). Untuk menentukan urutan pembentukannya dapat diamati dari kehadiran mineral bijih yang nanti akan dikompilasi dengan pengeplotan mineral bijih dalam diagram sikuen paragenesa (Kingston Morrison, 1995; White dan Hedenquist, 1995), selain itu juga hubungan potong-memotong antar mineral bijih yang satu dengan mineral bijih lainnya. Hubungan antar mineral bijih tersebut dapat dilihat dalam analisis sayatan poles berupa analisis mineragrafi.

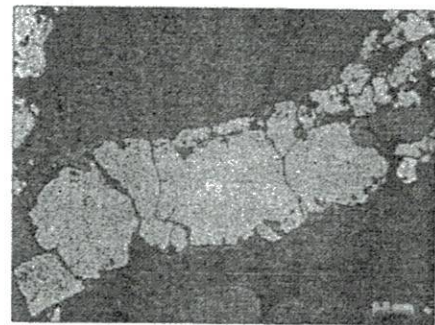
Pirit (FeS_2)

Pirit sangat dominan dan berlimpah baik dalam bentuk kecil-kecil mengumpul ataupun tersebar dan mengisi urat serta batuan dan hadir dalam satuan batuan intrusi dasit dan andesit. Secara mikroskopis dicirikan oleh warna putih kekuningan, berukuran sangat halus ($<0,05$ mm), hingga sedang ($\pm 2,65$ mm), bentuk pirit terdiri dari euhedral-anhedral, bersifat anisotrop lemah atau isotrop, tampak berlubang-lubang dan retak, tersebar tidak merata dalam batuan. dari hasil analisis dapat dilihat bahwa pirit mempunyai kisaran pembentukan yang relatif panjang. Dibawah mikroskop mineral pirit sebagian berubah menjadi *hydrous Iron Oxide*, dan tersebar tidak merata pada massa batuan.

Hasil dari analisis mineragrafi dan XRD jika dikombinasikan dengan tabel stabilitas suhu mineral-mineral hidrotermal, maka akan menunjukkan variasi himpunan mineral-mineral berupa pirit, kuarsa, haloisit, kaolinit, smektit, illit, klorit, epidot. Himpunan mineral-mineral tersebut berada pada kisaran temperatur 100° hingga $>300^\circ$.



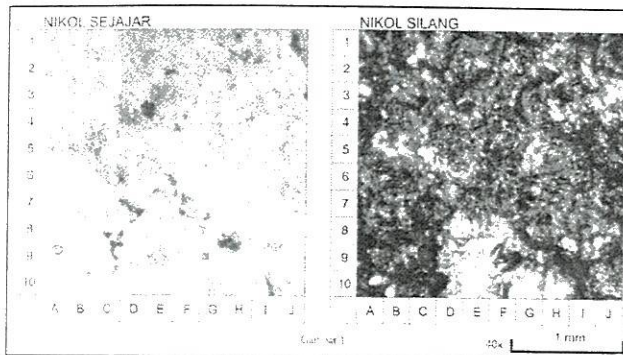
Gambar 16. Grafik analisis XRD *bulk* conto urat kuarsa TLB-54 pada titik LP-67. Terlihat dari grafik terdapat mineral kuarsa, pirit, palgioklas, dan haloisit. Dominan mineral kuarsa.



Gambar 15. Foto mikrograf mineral bijih pirit pada sayatan poles. Pengambilan conto TLB-53 pada titik LP-67 dengan litologi batuan dasit.

Kalkopirit (CuFeS_2)

Kalkopirit secara mikroskopis berwarna kuning, berukuran sangat halus ($<0,05$ mm) hingga halus ($\pm 0,29$ mm), bentuk subhedral hingga anhedral, bersifat anisotrop lemah, tumbuh bersama/intergrowth dengan pirit, terlihat kovelit pada bagian pinggir, dan tersebar tidak merata/sangat jarang pada massa batuan. melalui analisa sayatan poles mineral kalkopirit ini hadir ditemukan pada batuan andesit hornblende. Terlihat kesan melalui tekstur bahwa mineral kovelit mulai hadir dan berada disekeliling mineral kalkopirit saja, artinya mineral kalkopirit mengalami proses penggantian oleh kovelit.



Gambar 18. Foto mikrograf sayatan tipis andesit hornblende pada nikol silang dan nikol sejajar. Contoh sampel TLB-75 pada titik LP-76. Terlihat mineral primer seperti hornblende (C8), kuarsa (B5), dan mineral sekunder seperti Klorit (E9), mineral opak (I3), dan kuarsa (C8), yang hadir menyebar dalam sayatan petrografi

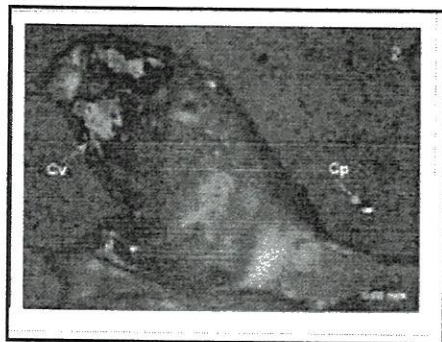


Gambar 17. Foto mikrograf mineral bijih kalkopirit pada sayatan poles. Pengambilan contoh TLB-77 pada titik LP-09 dengan litologi batuan andesit hornblende.

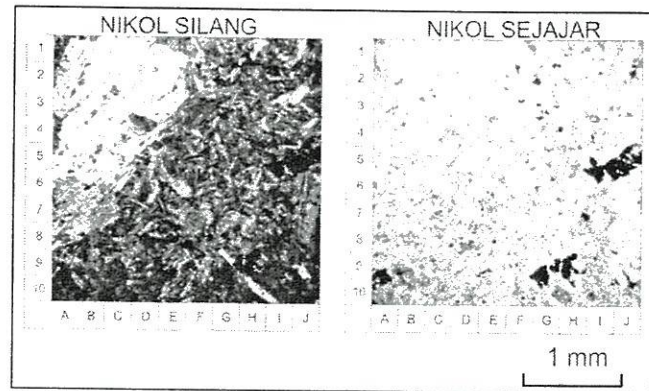
Hasil dari analisis mineragrafi dan petrografi jika dikombinasikan dengan tabel stabilitas suhu mineral-mineral hidrotermal, maka akan menunjukkan variasi himpunan mineral-mineral berupa kalkopirit, pirit, kuarsa, dan klorit. Himpunan mineral-mineral tersebut berada pada kisaran temperatur 150° hingga $>300^\circ$ Celcius.

Kovelit (CuS)

Keterdapatannya kovelit ini secara mikroskopis berwarna biru, iregular, mempunyai *bireflectenec*, mempunyai sifat anisotrop kuat, dengan warna coklat kemerahan atau orange, dan tersebar tidak merata pada massa batuan. Dapat dilihat pada foto mikrograf sayatan polesnya, bahwa kehadiran mineral kalkopirit sedikit hanya berukuran halus saja. Hal ini juga yang menjadi alasan bagi penulis dengan memperkirakan bahwa kovelit hadir menggantikan mineral kalkopirit.



Gambar 19. Foto mikrograf mineral bijih kalkopirit pada sayatan poles. Pengambilan contoh TLB-37 pada titik LP-34 dengan litologi batuan andesit hornblende.



Gambar 20. Foto mikrograf sayatan tipis andesit piroksen pada nikol silang dan nikol sejajar. Contoh sampel TLB-78 pada titik LP-02. Terlihat mineral primer seperti piroksen (H10), paltioklas (J8-J6), dan mineral sekunder seperti Klorit (E9), epidot (G5), mineral opak (A9), yang hadir setempat dalam sayatan petrografi.

Hasil dari analisis mineragrafi dan petrografi jika dikombinasikan dengan tabel stabilitas suhu mineral-mineral hidrotermal, maka akan menunjukkan variasi himpunan mineral-mineral berupa kovelit, kalkopirit, pirit, kuarsa, klorit, dan epidote. Himpunan mineral-mineral tersebut berada pada kisaran temperatur 150° hingga 250° Celcius

Berdasarkan pengeplotan mineral-mineral ubahan hidrotermal dan dengan melakukan perbandingan terhadap analisis-analisis mineragrafi, XRD dan petrografi, maka penulis memperkirakan bahwa pembentukan mineral bijih di daerah penelitian terdiri dari 3 (tiga) tahap, yaitu :

1. Tahap I, dimana mineralisasi pirit terjadi, himpunan mineral sekunder yang hadir bersamaan dengan pirit diantaranya yaitu kuarsa, klorit, illit, smektit, haloisit, dan kaolinit yang memiliki kisaran temperatur 100° - >300° Celcius. Merupakan hasil dari batuan terobosan dasit yang berumur Miosen Awal,

2. Tahap II, mineralisasi pirit terus berlanjut dan mulai terbentuk kalkopirit (pirit ± kalkopirit), mineralisasi tersebut terjadi akibat adanya terobosan dari batuan andesit hornblende yang berumur Miosen Akhir menerobos batuan andesit lava Mandalika dan breksi polimik Mandalika, dan juga batuan intrusi dasit. Himpunan mineral sekunder yang hadir bersamaan dengan kalkopirit

diantaranya yaitu kuarsa, klorit, dan mineral lempung yang terbentuk pada kisaran temperatur 150° hingga >300° Celcius,

3. Tahap III, pembentukan mineral kovelit sudah mulai intens terlihat (pirit + kalkopirit ± kovelit). Namun diperkirakan mineralisasi kovelit ini terjadi akibat adanya pengayaan pada mineral kalkopirit yang kemudian teroksidasi dan tergantikan menjadi mineral kovelit. Hal itu ditandai dengan kenampakan tekstur mineral kovelit yang semakin besar dan mulai menggantikan mineral kalkopirit. Proses ini terjadi diperkiarakan akibat terbosoan dari andesit piroksen yang berumur Miosen Akhir-Pliosen. Himpunan mineral-mineral sekunder yang hadir bersamaan dengan kovelit diantaranya diantaranya kuarsa, mineral lempung, klorit, dan epidote yang terbentuk pada kisaran temperatur 150° hingga 250° Celcius.

DAFTAR PUSTAKA

- Corbett, G.J., Leach, T.M., 1997. *Southwest Pacific rim gold-copper systems: structure, alteration, and mineralization*, Edisi 5/97. Short course manual, 318h.
- Hastuti, E.W.D., 2009. Hubungan Antara Paleosubduksi Terhadap Proses Mineralisasi di Daerah Ponorogo dan Sekitarnya, Jawa Timur. *Teknik Pertambangan UNSRI*, h1-20.
- Jensen, M.L., Bateman, A.M., 1981. *Economic Mineral Deposits*. John Wiley & Sons, New York.
- Purwanto, H.S., 1997. *Analisis dan genesa pembentukan struktur geologi pada batuan berumur Oligosen-Miosen di daerah Pacitan dan sekitarnya, Kabupaten Pacitan, Jawa Timur*. Thesis Magister Institut Teknologi Bandung. Tidak dipublikasikan.
- Purwanto, H.S., Subagyo, P., dan Sutarto, 2004. Mineralisasi emas dan kontrol struktur di daerah Jendi, Jangglengan dan sekitarnya, kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah. *Penelitian Hibah Pekerti, Proyek peningkatan penelitian pendidikan tinggi*, Departemen Pendidikan Nasional, LPPM, Universitas Pembangunan Nasional Veteran "Yogyakarta.
- Samodra, H., Gafoer, S., dan Tjokrosapoetro, S., 1992. Peta Geologi Lembar Pacitan Skala 1:100.000, Bidang Pemetaan Geologi Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Sampurno dan Samodra, H., 1977. Peta geologi lembar Ponorogo skala 1:100.000, Bidang Pemetaan Geologi Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Setiawan, I., dan Sudarsono, 2010. Mineralisasi Polimetalik di Daerah Kedung Grombyang, Pacitan, Jawa Timur: Dalam Perbandingan dengan Cebakan Emas Gunung Pongkor, Bogor, Jawa Barat. *Riset Geologi dan Pertambangan*, Vol.2, No.1, 29-42.
- Smyth, H.R., Hall, R., Nichols, G.J., 2008. *Cenozoic volcanic arc are history of East Java*, Indonesia.
- Soeria-Atmadja, R., Maury, R.C., Bellon, H., Pringgoprawiro, H., Polve, M., Priadi, B., 1994. Tertiary magmatic belts in Java. *Journal of Southeast Asian Earth Sciences*, Volume 9, h.13-27.
- Sudiarto, T., dan Prapto, A.S., 1995. *Laporan penyelidikan logam dasar dan logam mulia di daerah Nawangan, Pacitan dan Ngrayun, Ponorogo, Jawa Timur*. Direktorat Sumberdaya Mineral, Bandung.
- Van Bemmelen, R.W., 1949. *The geology of Indonesia*, The Haque Martinus Nijnhoff, Vol. IA, h.653-732.