

## KAJIAN POTENSI TAMBANG DALAM PADA KAWASAN HUTAN LINDUNG DI DAERAH LUMAJANG, JAWA TIMUR

Danny Z. Herman

Kelompok Program dan Penelitian Konservasi

### S A R I

Secara geologi kawasan hutan lindung di Kabupaten Lumajang, Jawa Timur dibentuk oleh dominan batuan-batuan bersusunan andesitik hingga basaltik berasal dari produk kegiatan gunungapi dari umur tertua Oligosen Atas-Miosen Awal (Formasi Mandalika) hingga Plistosen (terdiri atas Batuan Gunungapi Jembangan, Endapan Gunungapi Tengger dan Batuan Gunungapi Semeru). Formasi Mandalika menempati sebagian kecil kawasan hutan lindung bagian baratdaya yang tersingkap sebagai jendela erosi (*erosional window*) di antara endapan piroklastik dari produk G.Mahameru (Semeru).

Formasi Mandalika disusun oleh batuan-batuan tuf, breksi dan lava andesitik yang pada umumnya telah terstrukturkan dan mengalami ubahan hidrotermal terpropiltkan berasosiasi dengan mineralisasi pirit tersebar dan *stockwork* urat kalsit-kuarsa-epidot di bagian-bagian zona tersesarkan atau dimana zona rekahan terjadi secara intensif. Indikasi ubahan dan mineralisasi pirit dengan asosiasi urat-urat kalsit-kuarsa-epidot, diduga merupakan karakteristik zona terluar (*outer alteration zone*) dari suatu sistem mineralisasi porfiri (*porphyry system*); kemungkinan merupakan bagian dari mineralisasi Cu – Au yang ditemukan di daerah Tempursari dan sekitarnya, yang berada di sebelah selatan daerah kegiatan.

Metode tambang dalam/bawah permukaan pada sistem mineralisasi porfiri pernah dilakukan pada cadangan bijih tembaga porfir bernilai ekonomis di San Manuel, Arizona dan Climax & Henderson, Colorado; yang diharapkan dapat dilakukan di kawasan hutan lindung Kabupaten Lumajang. Terdapat beberapa parameter yang harus dipertimbangkan dalam menentukan keputusan penggunaan metode tambang dalam di kawasan hutan lindung Lumajang, antara lain :

- Perlunya eksplorasi rinci di seluruh daerah dengan indikasi sistem mineralisasi porfiri, dalam rangka pembuktian keberadaan sumber daya atau cadangan bahan galian tembaga (Cu) bernilai ekonomis di bawah permukaan.
- Bahwa daerah termineralisasi terletak pada bagian wilayah Kabupaten Lumajang dimana infrastruktur jalan raya utama jalur selatan melaluinya dan berperan sebagai satu-satunya sarana transportasi atau jalur urat nadi perekonomian propinsi Jawa Tengah - Jawa Timur.
- Bahwa daerah termineralisasi ini termasuk ke dalam kategori lingkungan yang kurang stabil karena terletak pada zona struktur sesar dan daerah yang terpengaruh dampak kegiatan gunungapi aktif Mahameru.

### PENDAHULUAN

Usaha pertambangan dapat dilakukan dimana saja di seluruh wilayah Negara Republik Indonesia sepanjang memenuhi persyaratan hukum yang berlaku di bidang pertambangan. Ketika usaha pertambangan sudah mencapai tahap persiapan eksploitasi maka kegiatan konstruksi mulai dilakukan dengan melibatkan pembukaan lahan. Pada beberapa kasus usaha pertambangan bahan galian oleh para investor berizin Kontrak Karya dimana kawasan hutan lindung termasuk ke

dalam wilayah pertambangan, maka pembukaan lahan untuk pola pertambangan terbuka akan meliputi daerah sangat luas, yang berakibat kepada musnahnya sebagian besar hutan lindung tersebut. Hal ini menimbulkan tentangan dari para ahli konservasi hutan karena dianggap merusak lingkungan dan lebih jauh lagi akan menciptakan gangguan pada ekosistem.

Mengacu kepada kejadian tersebut dan dalam upayaantisipasi terhadap kerusakan lingkungan berkesinambungan, maka

Departemen Kehutanan menerbitkan Undang-Undang Kehutanan Nomor 41 Tahun 1999 dengan penegasan pada pasal 38 ayat (4) bahwa *pada kawasan hutan lindung dilarang melakukan penambangan dengan pola pertambangan terbuka*. Tetapi sehubungan munculnya protes dari 158 pemegang izin usaha pertambangan asing (Kompas 24 Juli 2004), maka pada tanggal 15 Juli 2004 Pemerintah dan Dewan Perwakilan Rakyat RI bersepakat untuk melakukan perubahan terhadap UU Kehutanan Nomor 41/1999 dengan menerbitkan Perpu Nomor 1 Tahun 2004; yang berisi *izin usaha pertambangan di kawasan hutan lindung menggunakan sistem tertutup* (= pertambangan dalam/bawah permukaan).

Indikasi mineralisasi ditemukan di daerah tepi bagian selatan kawasan hutan lindung berupa urat-urat kuarsa tipis mengandung pirit pada batuan gunungapi terpropilitkan dan terkarsikan (Formasi Mandalika). Analisis kimia terhadap contoh-conto sedimen sungai dari daerah sekitar G.Mesigit – G.Kukusan – G.Berangkal telah mendeteksi kandungan minimum 77,0 ppb Au dan maksimum 2.769 ppb Au; diduga erat hubungannya dengan mineralisasi dalam batuan gunungapi tersebut.

Di bagian lain dari wilayah perbatasan Kabupaten Malang - Lumajang yaitu daerah desa Kalirejo, Kecamatan Donomulyo, ditemukan juga indikasi mineralisasi berupa pengayaan supergen mengandung bijih mangan (Mn) yang mengisi rongga-rongga pada bagian kontak batugamping dan tuf. Berdasarkan laporan terdahulu bahwa eksplorasi telah ditingkatkan hingga penentuan kualitas bahan galian, yang menghasilkan informasi tentang cadangan sebesar 25,445 ton bijih mengandung 79-90% Mn.

### **Penyelidik Terdahulu**

Pemetaan geologi telah dilakukan di daerah Turen dan sekitarnya, Jawa Timur oleh Sujanto, R.Hadisantono, Kusnama, R.Chaniago dan R.Baharuddin (1992) yang menghasilkan Peta Geologi Lembar Turen, Jawa. Termasuk ke dalam lembar peta ini adalah geologi wilayah G.Mahameru dan sekitarnya, khususnya di bagian barat Kabupaten Lumajang, Jawa Timur. Sementara geologi di daerah Kabupaten Lumajang dipetakan oleh T.Suwarti dan Suharsono (1992).

Simpwee Soeharto dan Prima Muharam Hilman (1996) sebagai petugas Direktorat Sumberdaya Mineral telah melakukan eksplorasi mineral logam mulia di Daerah Kabupaten Lumajang bagian barat, yang menghasilkan informasi tentang indikasi ubahan hidrotermal (propilitisasi) dan mineralisasi logam dasar-mulia pada Formasi Mandalika.

Sebagai kelanjutan dari eksplorasi mineral logam mulia di wilayah Kabupaten Lumajang; Edie Kurnia Djunaedi, Imanuel M.F., Ario Mustang dan Adri Santoso (1997) sebagai petugas Direktorat Sumberdaya Mineral telah melakukan eksplorasi geofisika di daerah terpilih Sumberwungkul, Kecamatan Candipuro, Lumajang. Informasi yang diperoleh dari kegiatan tersebut adalah terdeteksinya anomali magnet dan tahanan jenis yang berkaitan dengan daerah prospek mineralisasi logam.

Kegiatan eksplorasi rinci telah dilakukan melalui kerjasama Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral dengan Japan International Cooperation Agency (JICA) – Japan Oil, Gas and Metals National Corporation di daerah Tempursari (2004), Kabupaten Lumajang; yang menghasilkan informasi tentang hubungan zona anomali geofisika (*chargeability – resistivity*) dengan ubahan hidrotermal serisitisasi - silisifikasi dan asosiasi mineralisasi emas (Au), perak (Ag) dan tembaga (Cu).

## **METODOLOGI**

### **Pengumpulan Data**

Data sekunder diperoleh dengan cara pengumpulan data dari internet nasional/internasional, dokumen-dokumen di perpustakaan milik instansi-instansi terkait Pemerintah Pusat/Daerah yang berkaitan dengan sumber daya/cadangan bahan galian yang tersedia dan usaha pertambangan di wilayah Kabupaten Lumajang.

Data primer diperoleh melalui pengamatan lapangan dan pemercontaan bahan galian dari daerah kegiatan dan sekitarnya, untuk keperluan analisis laboratorium dan kajian. Pengamatan lapangan dilakukan di dalam wilayah Kabupaten Lumajang; dengan obyek pengamatan terhadap kondisi geologi,

endapan-endapan bahan galian dan kegiatan usaha pertambangan.

Untuk keperluan kajian tambang dalam pada kawasan hutan lindung dilakukan pengumpulan data melalui : Pengamatan geologi cebakan bahan galian dan batas sebarannya, pemercontaan bahan galian dan batuan, aspek pertambangan serta pengamatan segala sesuatu yang berkaitan dengan kajian.

Pemercontaan bahan galian/batuan dilakukan dengan cara suban (*chip sampling*) secara acak (*random*) pada lokasi-lokasi terpilih terutama di bagian-bagian satuan batuan yang mengalami ubahan hidrotermal dan termineralisasi, dengan kondisi conto sesegar (*fresh*) mungkin dan membuang bagian-bagian yang mengalami pelapukan (lihat Tabel 1). Cara suban dipilih karena mineral ubahan atau bijih memperlihatkan sebaran yang tidak merata. Pemercontaan dilakukan serapat mungkin untuk memperoleh data atau informasi geokimia yang berkaitan dengan pola dispersi primer dari unsur yang diinginkan, ubahan hidrotermal dan zona mineralisasi agar dapat dijadikan petunjuk dalam mengidentifikasi jenis mineralisasi atau cebakan bijih tertentu.

### **Analisis Laboratorium**

Kegiatan kajian tambang dalam melibatkan melibatkan analisis laboratorium terhadap percontaan yang diperoleh, terdiri atas :

1. Analisis kimia basah menggunakan metoda *Atomic Absorption Spectrometry/AAS* terhadap 18 (delapan belas) conto batuan terubah hidrotermal/termineralisasi untuk mendeteksi unsur-unsur Au, Ag, As, Sb, Hg, Cu, Pb, Zn dan Mn.
2. Analisis petrografi terhadap 10 (sepuluh) conto batuan terubah hidrotermal/termineralisasi untuk identifikasi mineral-mineral ubahan yang terbentuk.
3. Analisis mineragrafi terhadap 3 (tiga) conto batuan/urat kuarsa-kalsit termineralisasi untuk identifikasi asosiasi dan paragenesa mineral-mineral bijih.

### **Pengolahan Data dan Pelaporan**

Pengolahan data sekunder dan primer serta hasil analisis laboratorium digunakan sebagai :

1. Bahan acuan untuk penyusunan laporan kajian potensi sumber daya bahan galian

dan metoda penambangannya di kawasan hutan lindung.

2. Bahan rekomendasi kemungkinan perencanaan dan pengembangan tambang dalam yang disesuaikan dengan kawasan hutan lindung

### **POTENSI BAHAN GALIAN**

#### **Geologi Daerah Kegiatan**

Daerah Kabupaten Lumajang, Provinsi Jawa Timur, disusun secara geologi oleh batuan-batuan dari Formasi Mandalika, Formasi Wuni, Tuf Argopuro; Batuan Gunungapi Jembangan, Tengger, Semeru dan Lamongan; Endapan Rawa dan Aluvium (Gambar 2; Sujanto dkk., 1992; Suwarta dkk., 1992). Secara stratigrafi Formasi Mandalika merupakan satuan tertua di wilayah ini diperkirakan berumur Oligosen Akhir-Miosen Awal menempati sebagian kecil wilayah kabupaten Lumajang bagian baratdaya, terdiri atas batuan piroklastik dan lava bersusunan andesitik – basaltik yang umumnya telah terpropilitkan.

Tidak selaras diatas batuan gunung api tua ini diendapkan Formasi Wuni berumur Miosen Tengah yang bercirikan perselingan breksi, lava, breksi tufa, breksi lahar dan tufa pasiran; yang tersebar di sebagian kecil daerah bagian baratdaya. Kedua formasi diatas ditutupi oleh satuan-satuan stratigrafi berumur Plistosen yang disusun oleh Tuf Argopuro dibagian timur; hasil kegiatan gunungapi Jembangan, Tengger, dan Semeru di bagian utara dan tengah; serta hasil kegiatan gunungapi Lamongan di bagian timurlaut. Endapan rawa diendapkan di bagian selatan wilayah Kecamatan Pronojiwo sementara aluvium menempati bagian pedataran di sebelah timur wilayah Kabupaten Lumajang.

Kawasan hutan lindung dibentuk oleh terutama endapan gunungapi Tengger terdiri atas lava andesit piroksen, basalt olivin dan piroklastika jatuhan; batuan gunungapi Semeru disusun oleh lava andesit-basalt, klastika gunungapi dan lahar; dengan sebagian kecil ditutupi oleh Formasi mandalika. Sedangkan sisa wilayah Kabupaten Lumajang ditutupi oleh sebaran kelompok Tuf Argopuro yang terdiri atas tuf sela, breksi tuf dan batupasir tufan; batuan gunungapi Jembangan yang disusun oleh lava basalt olivin-piroksen, tuf, tuf pasiran dan batupasir; endapan gunungapi Lamongan bersusunan breksi gunungapi, tuf dan lava basalt; Formasi Wuni dan sebagian besar

Formasi Mandalika; endapan rawa dan aluvium.

Endapan rawa diendapkan di bagian selatan wilayah Kecamatan Pronojiwo terdiri atas kerikil, pasir, lempung dan sisa tumbuhan; sementara aluvium menempati bagian pedataran di sebelah timur wilayah Kabupaten Lumajang, terdiri atas kerakal, kerikil, pasir dan lumpur merupakan bahan rombakan dari formasi-formasi yang lebih tua serta hasil rombakan produk letusan G.Mahameru.

### **Ubahan Hidrotermal dan Mineralisasi**

Pengamatan geologi di daerah kegiatan menunjukkan bahwa batuan gunungapi dari Formasi Mandalika hanya tersingkap di sebagian kecil wilayah baratdaya hutan lindung Kabupaten Lumajang, sebagai jendela erosi (*erosional window*) diantara endapan gunungapi hasil kegiatan G.Mahameru. Jenis batuan dari formasi tersebut terdiri atas lava, breksi dan tuf andesitik yang pada umumnya telah terstrukturkan dan mengalami ubahan hidrotermal terpropilitkan dengan asosiasi *stockwork* urat kalsit-kuarsa dalam bentuk pengisian rekahan di bagian-bagian zona tersesarkan atau dimana zona rekahan terjadi secara intensif.

Di daerah aliran hulu K.Rejali dalam wilayah hutan lindung teridentifikasi batuan beku lava andesitik, bertekstur porfiritik dengan tingkat ubahan mulai dari terkloritkan hingga propilitik. Di bagian-bagian dimana batuan andesitik mengalami ubahan propilitik dan terbreksikan yang disertai rekahan-rekahan, terbentuk *stockwork* urat kalsit-kuarsa mengandung klorit-epidot (Gambar 3, 4 dan 5) dengan ketebalan urat dari berukuran millimeter hingga  $\pm 10$  cm.

Ke arah *hanging wall* dari zona *stockwork* urat (baratlaut) batuan berubah menjadi piroklastik berupa selang-seling breksi gunungapi dan tuf yang juga umumnya terpropilitkan dengan kandungan lebih kaya epidot, baik sebagai pengisi rekahan maupun pengganti mineral-mineral mafik pembentuk batuan. Sementara ke arah *foot wall* dari zona *stockwork* urat (tenggara), yaitu di sepanjang jalan raya antara kampung Supiturang – K.Rejali, teridentifikasi Formasi Mandalika yang didominasi oleh piroklastik tuf dengan setempat-setempat disisipi lava andesitik. Batuan hampir seluruhnya berubah terpropilitkan dengan variasi pengayaan silika

sekunder (terkersikkan), klorit atau epidot, dengan asosiasi mineral pirit *spotted* hingga tersebar (*disseminated*).

Ke arah *hanging wall* dari zona *stockwork* urat (baratlaut) batuan berubah menjadi piroklastik berupa selang-seling breksi gunungapi dan tuf yang juga umumnya terpropilitkan dengan kandungan lebih kaya epidot, baik sebagai pengisi rekahan maupun pengganti mineral-mineral mafik pembentuk batuan. Sementara ke arah *foot wall* dari zona *stockwork* urat (tenggara), yaitu di sepanjang jalan raya antara kampung Supiturang – K.Rejali, teridentifikasi Formasi Mandalika yang didominasi oleh piroklastik tuf dengan setempat-setempat disisipi lava andesitik. Batuan hampir seluruhnya berubah terpropilitkan dengan variasi pengayaan silika sekunder (terkersikkan), klorit atau epidot, dengan asosiasi mineral pirit *spotted* hingga tersebar (*disseminated*).

### **Bahan Galian**

Mengacu kepada kondisi geologi daerah Kabupaten Lumajang yang disusun terutama oleh batuan-batuan piroklastik dan lava, maka produk gunungapi di daerah tersebut dapat dikategorikan ke dalam sekwen susunan batuan dari gunungapi komposit. Luasnya sebaran dan besarnya volume produk gunungapi tersebut telah membentuk sumber daya bahan galian C yang signifikan di wilayah Lumajang sehingga menciptakan potensi untuk dikelola dan dimanfaatkan secara optimal sebagai penunjang perekonomian daerah. Teridentifikasi berbagai jenis bahan galian golongan C yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bangunan dan bahan industri sebagai berikut ( Pemerintah Kabupaten Lumajang, Bagian Ekonomi dan Kesra, 2003 ) :

1. **Pasir dan batu.** Pasir dan beraneka ragam ukuran batu mempunyai potensi terbesar di wilayah kabupaten Lumajang, tersebar di beberapa daerah kecamatan terutama pada aliran kali-kali Leprak, Glidik, Besuksat, Mujur, Rejali dan sungai-sungai lain berukuran besar/kecil yang berperan sebagai saluran transportasi bahan-bahan rombakan hasil erupsi G. Mahameru. Teridentifikasi bahwa sumber daya bahan galian pasir dan batu hasil kegiatan erupsi G. Mahameru yang berkesinambungan telah menciptakan pendangkalan badan-badan sungai yang dilaluinya dan sekaligus

- menjadi lahan penambangan utama bahan galian dimaksud. Kuantitas bahan galian termasuk ke dalam kategori sumber daya teraka dengan jumlah total  $\pm 2.333.000 \text{ m}^3$ .
2. **Tanah atau pasir urug.** Jenis bahan galian tanah urug ditambang dari daerah perbukitan, sementara pasir urug digali dari endapan sungai purba; dengan penambangan dibawah pengawasan instansi terkait dan bekas penambangan dimanfaatkan sebagai lahan pertanian.
  3. **Andesit.** Jenis bahan galian ini berasal dari pegunungan yang berada di beberapa kecamatan, terdiri atas batuan andesit tidak terubah berwarna abu-abu dan terubah hidrotermal berwarna kehijauan. Bahan galian andesit tidak terubah berasal dari G.Ketuk, K.Gede dan K.Uling sedangkan yang terubah ditambang dari sekitar daerah G.Mesigit, G.Berangkal dan Gladak Perak. Kedua jenis bahan galian tersebut mempunyai kuantitas yang termasuk ke dalam sumber daya teraka dengan jumlah  $\pm 8.766.456 \text{ m}^3$ , yang dapat digunakan untuk bahan bangunan dan ornamen dinding bangunan.
  4. **Diorit.** Diorit dari G.Jugo di desa Jugosari, Kecamatan Candipuro dikenal sebagai salah satu bahan galian golongan C yang dapat digunakan sebagai bahan bangunan dan lantai. Kuantitas bahan galian ini dikategorikan sebagai sumber daya teraka dengan jumlah  $\pm 62.500 \text{ m}^3$ ; memiliki cukup kekerasan, kekuatan tekan dan apabila dipoles memperlihatkan tekstur menyerupai gabro atau granit.
  5. **Tuf lapili.** Bahan galian ini tersebar di G.Licing bagian selatan, desa Gondoruso, Kecamatan Pasirian pada ketinggian 200 – 300 meter dan juga ditemukan di lereng barat perbukitan sebelah utara dusun Dampar, merupakan sisipan dalam breksi vulkanik dengan warna putih keabu-abuan; kuantitasnya termasuk ke dalam kategori sumber daya teraka sebesar  $\pm 193.110 \text{ m}^3$  sehingga dapat dimanfaatkan untuk ornamen dinding bangunan.
  6. **Batu gamping pasiran.** Bahan galian ini terdapat di desa Wareng dan Umbulsari, Kecamatan Tempursari, berwarna coklat muda, berlapis dan sangat keras; mengandung kuarsa, pecahan batuan dan fosil bentos dengan kuantitas sebesar  $\pm$

$1.395.728 \text{ m}^3$  dapat dianggap sebagai sumber daya teraka.

7. **Bahan galian logam.** Jenis bahan galian berupa mineral-mineral mengandung tembaga (Cu), molybdenum (Mo), seng (Zn), emas (Au), perak (Ag) dan arsen (As); yang masih merupakan indikasi dalam zona mineralisasi di daerah-daerah desa Oro-oro Ombo di Kecamatan Pronojiwo, Gladak Perak di Kecamatan Candipuro dan Kali Sukosari di Kecamatan Tempursari. Bahan galian pasir besi teridentifikasi sebagai endapan pantai di desa Wotgalih, Kecamatan Yosowilangun; telah dieksplorasi dan menghasilkan informasi tentang kandungan Fe rata-rata 48,75%.

### KAJIAN TAMBANG DALAM

Usaha pertambangan menyerap energi manusia dan mekanik, dan untuk mendatangkan keuntungan dari usaha tersebut harus diciptakan sesuatu yang bernilai tinggi dibandingkan dengan penggunaan energi. Oleh karena itu timbul pertanyaan mengapa penambangan harus dilanjutkan hingga mencapai tempat yang lebih dalam, yaitu ke bagian-bagian khusus dari kerak bumi yang mengandung sumber daya alam dimana terkonsentrasi bahan-bahan galian yang dibutuhkan.

Sejauh mana kedalaman yang diinginkan tergantung kepada persediaan dana yang diperlukan dalam usaha pertambangan tetapi tidak pernah melebihi nilai bahan galian yang diusahakan. Tidak ditemukan formula komprehensif yang dapat digunakan karena setiap penambangan memiliki sesuatu yang bersifat unik. Pada kasus dimana ditemukan metode produksi yang efisien maka penggunaan metoda penambangan bawah permukaan akan tergantung kepada kondisi geologi di wilayah pertambangan tersebut. Wilayah pertambangan tertentu kemungkinan memiliki kondisi geologi yang lebih sederhana dibandingkan dengan wilayah lain; tetapi mempunyai karakteristik kekuatan batuan, struktur dan hidrologi yang dapat digunakan untuk menentukan kedalaman penambangan.

### Interpretasi Cebakan Bahan Galian

Mengacu kepada hasil pengamatan lapangan terhadap kondisi geologi, ubahan hidrotermal dan mineralisasi di kawasan hutan lindung Kabupaten Lumajang; bahwa

ditemukan batuan-batuan piroklastik dan lava dari Formasi Mandalika yang telah mengalami ubahan hidrotermal di sebagian kecil daerah kawasan hutan lindung sebelah baratdaya dan secara umum dapat dimasukkan ke dalam kategori terpropilitkan yang disusun oleh mineral-mineral ubahan klorit, epidot, kalsit, kuarsa, serisit dan pirit. Ubahan tersebut secara megaskopis teridentifikasi memiliki dominan kandungan mineral-mineral karbonat dibandingkan dengan mineral ubahan lainnya, yang ditunjukkan oleh terutama hadirnya epidot dan kalsit pada hampir seluruh batuan berubah di daerah kegiatan. Kalsit dan epidot bersama kuarsa juga terbentuk sebagai urat-urat yang mengisi rekahan-rekahan pada zona sesar (terutama pada *sheared zone*) dan ruang antar fragmen breksi dengan membentuk zona *stockwork* pada batuan berubah tersebut.

Ubahan propilit dapat ditemukan berasosiasi dengan beberapa jenis mineralisasi atau cebakan bijih, diantaranya sangat dikenal erat hubungannya dengan jenis mesotermal (porfiri) dan epitermal. Dari kenampakan di lapangan teridentifikasi secara megaskopis bahwa ubahan propilit pada batuan disertai oleh terutama mineralisasi sulfida pirit tersebar dengan asosiasi urat-urat kalsit-kuarsa-epidot, memperlihatkan indikasi bahwa ubahan propilit tersebut menyerupai karakteristik dari zona ubahan terluar (*outer alteration zone*) dari sistim mineralisasi porfiri (*porphyry system*; Lower & Guilbert, 1970).

Berdasarkan hasil eksplorasi tahun 2004 oleh Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral – Japan International Cooperation Agency (JICA) juga telah ditemukan mineralisasi di daerah Tempursari dan sekitarnya yang terletak sebelah selatan daerah kajian. Mineralisasi ditandai oleh sebaran ubahan propilitisasi dan pirit yang luas, berasosiasi dengan zona-zona terkarsikan, urat kuarsa dan serisitisasi. Hasil evaluasi dari eksplorasi geokimia tanah (*soil*) menunjukkan bahwa mineralisasi di daerah tersebut ditandai oleh tumpang tindih sebaran unsur Cu dan Au yang masing-masing membentuk zona anomali bernilai 100 – 200 ppm Cu dan 23 – 63 ppm Au. Kenampakan diatas membawa ke arah dugaan bahwa ubahan hidrotermal dan mineralisasi yang terjadi di daerah Tempursari merupakan bagian atas atau bagian terluar (*outer alteration zone*) dari sistim mineralisasi tembaga porfiri.

### **Metode Tambang Dalam/Bawah Permukaan**

Metode penambangan dalam atau bawah permukaan dilakukan terhadap tubuh bijih *tabular* (berupa suatu lapisan atau urat) yang berada di kedalaman bawah permukaan bumi. Tubuh bijih tersebut berdimensi sempit/kecil dan biasanya tersingkap sebagian di permukaan, sehingga pada tahap awal eksplorasi rinci diperlukan pembuatan sumur uji untuk mengetahui batas sebarannya dan sejauh mana batuan samping yang akan menjadi limbah tambang. Pada dasarnya bahwa pemilihan metoda penambangan untuk cebakan bahan galian spesifik tergantung kepada kebutuhan ekonomi dan kondisi geologi. Sebagai gambaran bahwa yang harus diperhatikan oleh para ahli tambang sebagai perancang sistim penambangan adalah saran dari para ahli geologi yang berkaitan dengan faktor-faktor berikut :

- Keadaan fisik. Faktor ini terdiri atas geometri yang berkaitan dengan ukuran, bentuk, kesinambungan dan kedalaman tubuh bijih atau kelompok tubuh bijih yang ditambang serta kisaran dan pola kadar bijih; keadaan geologi yang berkaitan dengan karakteristik fisik bijih, batuan dan tanah penutup termasuk struktur, geotermal dan hidrologi; keadaan geografi : terdiri atas topografi dan iklim.
- Teknologi, terdiri atas keselamatan yang berkaitan dengan identifikasi bahaya; sumber daya manusia, yaitu tentang ketersediaan buruh yang memiliki ketrampilan; fleksibilitas sehubungan dengan pemilihan produk dan tonase; aspek pengujian terhadap teknologi yang sudah ada atau baru; aspek waktu sehubungan persyaratan keterbukaan aneka pekerjaan selama penambangan; energi yang berkaitan dengan tersedianya tenaga listrik; persediaan sumber air; persyaratan wilayah permukaan dan lingkungan yaitu perlindungan permukaan, sumber daya air dan mineral.
- Ekonomi, terdiri atas batasan biaya, masa hidup pertambangan optimum dan masa kepemilikan yang berkaitan dengan prospek hukum berjangka panjang untuk usaha pertambangan.

Faktor-faktor fisik tidak dapat berubah dan merupakan gambaran tentang apa yang harus dilakukan terhadapnya. Geometri cebakan mungkin sederhana atau kompleks/rumit.

Geologi cebakan dan lingkungannya memberikan informasi tentang kendala-kendala geoteknik, sementara geografi berhubungan dengan kesempatan dan keterbatasan dalam penentuan metode yang digunakan dan pengembangannya.

Faktor-faktor teknologi terkait dengan kondisi dimana metode penambangan yang tepat ditentukan penggunaannya dan mengabaikan metode yang tidak aman. Metode dengan tingkat kecanggihan tinggi memerlukan pekerja-pekerja dan mekanis-mekanis terampil yang diperoleh dari sekitar wilayah pertambangan. Penurunan tanah harus dikendalikan secara hati-hati, air tidak tercemar, tubuh bijih harus dijaga agar tidak hancur dan minyak yang digunakan di setiap kedalaman tambang harus diproteksi.

Dalam keadaan normal, faktor-faktor ekonomi tidak berpengaruh terhadap penentuan metode penambangan; namun dijadikan acuan dalam penanaman modal, penentuan biaya produksi dan pola *cash flow* dari tahun ke tahun.

Sistem pertambangan dalam/bawah permukaan terdiri atas pekerjaan-pekerjaan yang berkaitan dengan lokasi-lokasi bijih dan batuan dari berbagai kondisi fisik bertingkat lemah hingga kuat. Karena sangat sedikit cebakan bahan galian yang berbentuk *uniform*, maka sebagian besar pertambangan menggunakan lebih dari satu metode (Tabel 2).

Metoda *block caving* pernah digunakan dalam penambangan bijih tembaga porfir di San Manuel, Arizona; El Salvador dan El Teniente, Chili; bijih molibdenum Climax dan Henderson di Colorado.

## KESIMPULAN

Secara geologi kawasan hutan lindung di Kabupaten Lumajang, Jawa Timur dibentuk oleh dominan batuan-batuan bersusunan andesitik hingga basaltik berasal dari produk kegiatan gunungapi pada Plistosen terdiri atas Batuan Gunungapi Jembangan, Endapan Gunungapi Tengger dan Batuan Gunungapi Semeru. Sebagian kecil kawasan hutan lindung bagian baratdaya ditempati oleh Formasi Mandalika berumur Oligosen Atas – Miosen Awal, yang tersingkap sebagai jendela erosi (*erosional window*) di antara endapan proklastik dari produk G.Mahameru (Semeru).

Formasi Mandalika disusun oleh batuan-batuan tuf, breksi dan lava andesitik yang pada umumnya telah terstrukturkan dan mengalami ubahan hidrotermal terpropilitkan berasosiasi dengan mineralisasi pirit tersebar dan *stockwork* urat kalsit-kuarsa-epidot sebagai pengisian bukaan-bukaan struktur di bagian-bagian zona tersesarkan atau dimana zona rekahan terjadi secara intensif.

Batuan tuf, breksi dan lava andesitik dari Formasi Mandalika telah berubah terpropilit dan termineralisasi sulfida pirit tersebar dengan asosiasi urat-urat kalsit-kuarsa-epidot, diduga merupakan indikasi karakteristik zona terluar (*outer alteration zone*) dari suatu sistim mineralisasi porfiri (*porphyry system*). Kemungkinan merupakan bagian dari mineralisasi Cu – Au yang ditemukan di daerah Tempursari dan sekitarnya, yang berada di sebelah selatan daerah kegiatan.

Apabila zona ubahan propilit tersebut diasumsikan sebagai zona terluar dari sistim porfiri, maka membawa ke arah dugaan terbentuknya zona-zona ubahan lain secara berurutan di bawah permukaan seperti : zona ubahan menengah (*intermediate alteration zone*), zona ubahan bagian dalam (*inner alteration zone*) dan zona terdalam (*innermost alteration zone*). Zona ubahan menengah berupa *argilik* berasosiasi dengan mineralisasi urat sulfida yang biasanya terdiri atas pirit - chalkopirit - bornit; disusul oleh zona ubahan bagian dalam berupa *filik* yang membentuk sel bijih utama mengandung pirit - chalkopirit - molibdenit - bornit - chalkosit - sfalerit - magnetit - enargit; sedangkan terakhir berupa zona terdalam atau *potasik* yang mengandung bijih sulfida berkadar rendah terdiri atas chalkopirit - pirit - molibdenit.

Pemilihan metode tambang dalam/bawah permukaan harus memperhatikan beberapa parameter dibawah ini, antara lain :

- Perlunya eksplorasi rinci di seluruh daerah dengan indikasi sistim mineralisasi porfiri dalam rangka pembuktian kemungkinan keberadaan sumber daya atau cadangan bahan galian tembaga (Cu) bernilai ekonomis di bawah permukaan.
- Bahwa daerah termineralisasi terletak pada bagian wilayah Kabupaten Lumajang dimana infrastruktur jalan raya utama jalur selatan melaluinya dan berperan sebagai satu-satunya sarana transportasi atau jalur

PROCEEDING PEMAPARAN HASIL-HASIL KEGIATAN LAPANGAN DAN NON LAPANGAN  
TAHUN 2006, PUSAT SUMBERDAYA GEOLOGI

urat nadi perekonomian propinsi Jawa Tengah - Jawa Timur.

- Bahwa daerah termineralisasi ini termasuk ke dalam kategori lingkungan yang kurang stabil karena terletak pada zona struktur sesar dan daerah yang terpengaruh dampak kegiatan gunungapi aktif Mahameru.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, Direktorat Jenderal Geologi dan Sumber Daya Mineral, Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral; 2003. Peta Potensi dan Neraca Sumber Daya/Cadangan Mineral Seluruh Kabupaten di Jawa, Edisi Tahun 2003.
- Djunaedi, E.K.; Imanuel, M.F.; Mutang, A. dan Santoso, A.; 1997. Eksplorasi Geofisika Logam Di Daerah Sumberwungkul, Desa Sumberwuluh, Kec. Candipuro, Lumajang – Jawa Timur.
- Franklin; Arief, R.; Kuntjara, U.; Djaswadi, S. dan Karma, JR.; 1994. Peta Sebaran Mineral Logam Propinsi Jawa Timur, Skala 1:50.000, Direktorat Sumberdaya Mineral.
- Herman, Danny Z.; 1996. Hasil Studi Literatur Penyebaran Mineral Logam Di Daerah Aplikasi KP.Jawa Timur (Blok A, B dan C), PT.Timah (Persero) – Proyek Eksplorasi Non-Timah.
- Japan International Cooperation Agency (JICA)-Japan Oil, Gas and Metals National Corporation; 2004. Report On The Mineral Exploration in The East Java Area, The Republic of Indonesia, Consolidated Report.
- Kompas, 2004. Fokus : Hutan Lindung Boleh Digunduli, terbit dalam internet tanggal 24 Juli 2004, Jakarta.
- Pemerintah Kabupaten Lumajang, Proyek Pengembangan Usaha Pertambangan, Kantor Pertambangan Kabupaten Lumajang; 2001. Inventarisasi Bahan Galian Golongan C di Kabupaten Lumajang.
- Peters, W.C.; 1987. Exploration and Mining Geology, Second Edition, Department of Mining and Geological Engineering-The University of Arizona; John Wiley & Sons, New York, 685 pages.
- \_\_\_\_\_, Bagian Ekonomi dan Kesra; 2003. Potensi Sumber Daya Mineral Kabupaten Lumajang.
- Soeharto, S. dan Hilman, P.; 1996. Laporan Eksplorasi Mineral Logam Mulia Di Daerah Kabupaten Lumajang Bagian Barat, Propinsi Jawa Timur.
- Sujanto; Hadisusanto, R.;Kusnama; Chaniago, R. dan Baharuddin, R.; 1992. Peta Geologi Lembar Turen, Jawa; Skala 1 : 100.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Suwarti, T. dan Suharsono, 1992. Peta Geologi Lembar Lumajang, Jawa, Skala 1 : 100.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.



PROCEEDING PEMAPARAN HASIL-HASIL KEGIATAN LAPANGAN DAN NON LAPANGAN  
TAHUN 2006, PUSAT SUMBERDAYA GEOLOGI

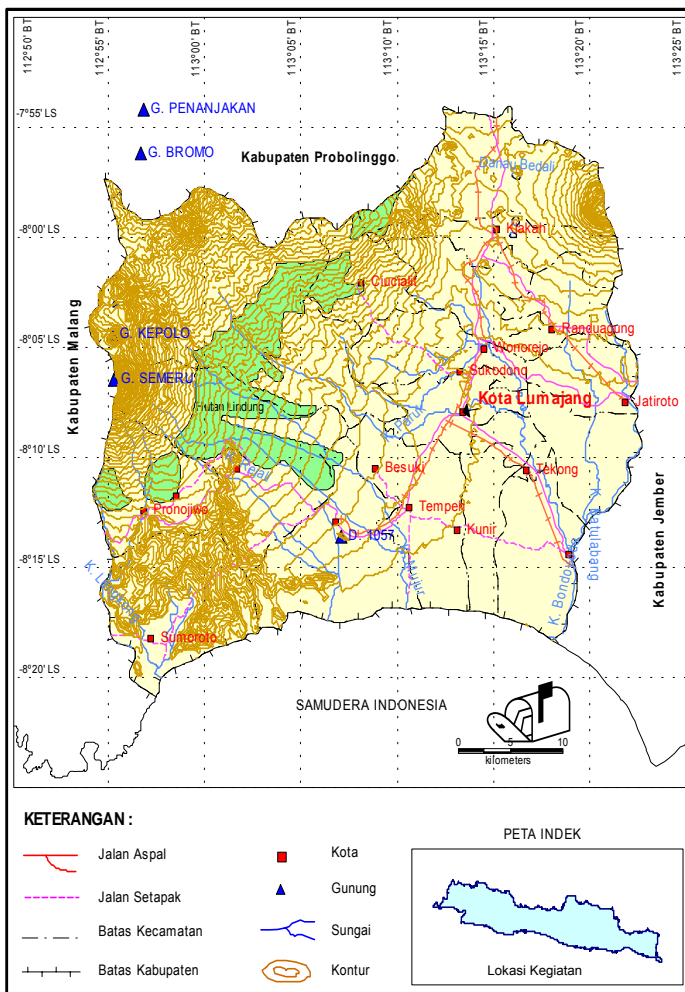
**Tabel 1. Daftar conto batuan Tim Lumajang, Jawa Timur**

No. Urut	Kode Conto	Lokasi	Keterangan
1	Lm - 01	Gucialit	Lava andesitik, struktur berlembar
2	Lm - 02	K.Lateng, Pasrujambe	Lava basaltik, struktur aliran, berongga + amygdaloidal zeolit
3	Lm - 03	Hulu K. Asem, Burno	Lava basatik, sebagian lapuk
4	Lm - 04	K. Besuksemut, Sumbermujur	Lava andesitik, porfiritik, plagioklas terkloritkan
5	Lm - 05	Hulu K. Rejali, Pronojiwo	Andesitik, propilitik, + stockwork urat Kalsit-kuarsa mengandung klorit-epidot
6	Lm - 06		Andesit terbreksikan, propilitik + urat kalsit - kuarsa
7	Lm - 07		Andesitik, propilitik + stockwork urat kalsit -kuarsa (mm – 10 cm), U 260° – 290° T/60° – 90°
8	Lm - 08		
9	Lm - 09		
10	Lm - 10		
11	Lm - 11		Andesitik, propilitik, terbreksikan + pirit
12	Lm - 12		Piroklastik, propilitik, + banyak rekahan + urat Kalsit-kuarsa-epidot
13	Lm - 13	K. Besukbang, Pronojiwo	Rempah-rempah hasil kegiatan G. Mahameru
14	Lm - 14	Jalan raya antara Supiturang – K. Rejali, Pronojiwo	Andesitik, terkarsikkan, pirit tersebar
15	Lm - 15		Dioritik, propilitik + pirit
16	Lm - 16		Dioritik, propilitik + pirit tersebar
17	Lm - 17		Dioritik, propilitik + pirit tersebar
18	Lm - 18		Piroklastik, propilitik
19	Lm - 19		Piroklastik, propilitik, pirit tersebar
20	Lm - 20		Piroklastik, propilitik, pirit <i>spotted</i>
21	Lm - 21		Piroklastik, propilitik
22	Lm - 22		Piroklastik, propilitik, pirit <i>spotted</i>
23	Lm - 23		Andesitik, segar, abu-abu
24	Lm - 24		Piroklastik, propilitik, pirit <i>spotted</i>

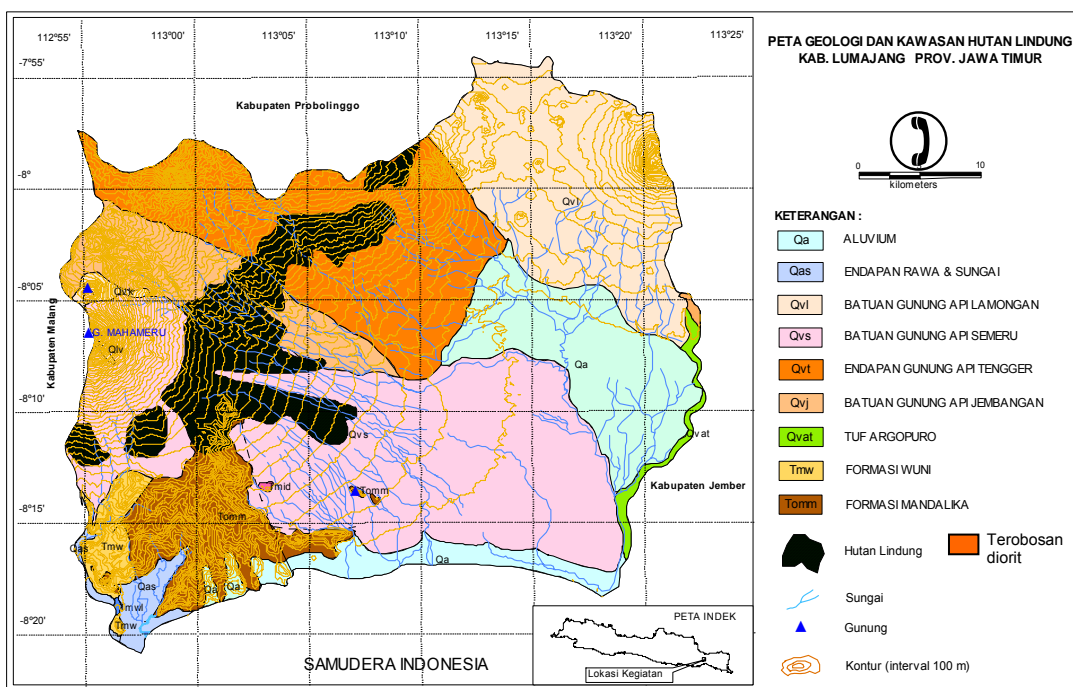
**Tabel 2. Metode Tambang Dalam/Bawah Permukaan**

No.	Metode	
1	Tambang dalam dengan <i>naturally supported openings</i>	<i>Open stoping</i> <i>Sublevel open stoping</i> <i>Long hole open stoping</i> <i>Room and pillar mining</i> <i>Shrinkage stoping</i>
2	Tambang dalam dengan <i>artificial supported openings</i>	<i>Stull stoping</i> <i>Cut and fill stoping</i> <i>Square set stoping</i> <i>Longwall mining</i> <i>Shortwall mining</i> <i>Top Slicing</i>
3	Tambang dalam <i>caving</i>	<i>Block caving</i> <i>Sublevel caving</i>

PROCEEDING PEMAPARAN HASIL-HASIL KEGIATAN LAPANGAN DAN NON LAPANGAN  
TAHUN 2006, PUSAT SUMBERDAYA GEOLOGI



**Gambar 1**  
Peta Lokasi Kegiatan Kajian Potensi Tambang Dalam Pada Kawasan Hutan Lindung di Daerah Lumajang, Jawa Timur



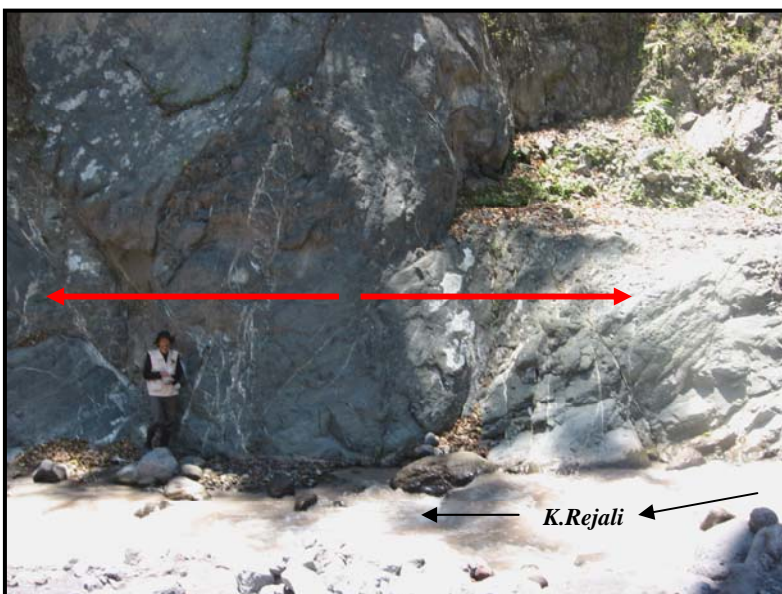
**Gambar 2.** Peta Geologi Dan Kawasan Hutan Lindung, Kabupaten Lumajang, Provinsi Jawa Timur



**Gambar 3**  
Batuan andesitik terpropilitkan  
dengan *stockwork* urat kalsit-kuarsa  
di daerah aliran hulu K.Rejali  
wilayah hutan lindung  
Kecamatan Pronojiwo



**Gambar 4**  
*Close up* urat kalsit-kuarsa mengandung Klorit – epidot  
pada zona *stockwork* di daerah aliran hulu K.Rejali



**Gambar 5**  
Kenampakan singkapan  
batuan lava andesitik  
dengan seluruh zona  
*stockwork* urat kalsit-kuarsa

Zona *stockwork*

K.Rejali