

# PENILAIAN SUMBER DAYA TEMBAGA-EMAS TIPE PORFIRI DAERAH PULAU SUMATERA DAN PULAU JAWA

Oleh :

Zamri Tain, Sutrisno, Pohan. M.P dan Herudiyanto

---

## S a r i

Melakukan penilaian Sumber Daya Cu-Au tipe porfiri di daerah Pulau Sumatera dan Pulau Jawa, adalah merupakan menggabungkan dua (2) metoda penelitian menjadi satu yaitu; metoda penelitian yang biasa dilakukan serta lazimnya mendatangi lokasi keterdapatn sumber daya yang diperkirakan termasuk dalam tipe porfiri yang dimaksud serta mengamati bentuk singkapan, melakukan penyontohan dan analisa kimia serta membuat sketsa dan lain sebagainya. Sedangkan metoda kedua yaitu melakukan penelaahan dan kajian serta menghimpun informasi yang telah dilakukan oleh peneliti terdahulu, telah dipublikasikan dan mungkin sudah ada potensi dan sumber daya yang diperkirakan.

Tujuan utamanya adalah untuk menentukan daerah-daerah utama di Sumatera and Jawa yang memiliki potensi sumber daya tembaga-emas porfiri yang belum ditemukan dan untuk memperkirakan jumlah sumber daya mineral tersebut sampai batas kedalaman 1 km dibawah permukaan bumi. Penilaian ini menggunakan *USGS 3-Part Quantitative Mineral Resource Assessment Method*. Metoda ini terdiri atas 3 bagian, yaitu (1) menentukan *tract* untuk komoditas dan endapan tembaga porfiri berdasarkan geologi endapan bijih, (2) memperkirakan jumlah sumber daya yang terkandung dalam jenis endapan yang belum ditemukan dengan menggunakan karakteristik endapan dan kandungan logam berdasarkan model kadar dan tonase, dan (3) memperkirakan jumlah endapan yang belum ditemukan untuk setiap jenis di daerah yang telah ditentukan. Pengkajian sumber daya tembaga porfiri di Sumatera dan Jawa sebagai hasil penilaian sumber daya mineral ini meliputi database standard untuk endapan mineral yang prospek maupun yang berupa indikasi, peta digital regional dan tabel data daerah (*tract*) untuk endapan yang prospek maupun yang belum ditemukan, estimasi sumber daya mineral yang belum ditemukan dalam suatu *tract* untuk endapan tembaga (tembaga-emas).

Diharapkan hasil penilaian sumber daya mineral Cu-Au tipe porfiri ini dapat menjadi jembatan antara hasil pekerjaan teknik geologi dengan praktisi/pengusaha pertambangan dan ahli ekonomi serta para pembuat kebijakan di sektor publik, terutama dalam bidang sumber daya alam non mineral, lingkungan dan tata guna lahan baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang.

## I. PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Indonesia dikenal sebagai salah satu negara yang mempunyai potensi sumber daya alam yang besar, salah satunya di antaranya yang mempunyai potensi untuk dimanfaatkan adalah sumber daya mineral logam. Sebagai negara yang sedang membangun di segala bidang, tentu saja potensi sumber daya mineral logam sangat dibutuhkan agar pembangunan tersebut dapat berjalan dengan sempurna. Untuk mencapai keinginan tersebut diperlukan dukungan dari ketersediaan dan akses terhadap kekayaan atau potensi sumber daya mineral logam di Indonesia. Demikian pula peningkatan permintaan dan pemanfaatan mineral di tingkat dunia mendorong negara-negara produsen mineral (termasuk Indonesia) untuk mengevaluasi potensi endapan mineral bersekala nasional sebagai dasar dari kebijakan

nasional di bidang eksplorasi dan eksploitasi mineral.

Implementasi kebijakan di luar sektor pertambangan, khususnya di bidang lingkungan hidup, kehutanan dan tata guna lahan menyebabkan masalah dalam kegiatan eksplorasi dan eksploitasi sehingga memperkecil kemungkinan penemuan dan pengembangan endapan mineral baru.

Pendayagunaan sumber daya mineral logam dalam rangka menuju kemakmuran rakyat, harus dilakukan terencana, rasional, optimal, bertanggung jawab serta memperhatikan kelestarian fungsi dan keseimbangan lingkungan hidup bagi pembangunan berkelanjutan.

Oleh karenanya diperlukan penilaian atau pengkajian tentang komoditi mineral, tipe endapan, jumlah cadangan, dan cara pengelolaan yang optimal dan

mempertimbangkan aspek sumber daya alam lainnya.

Endapan tembaga-emas tipe porfiri memiliki distribusi yang berasosiasi dengan lingkungan geologi, umur magmatisme dan posisi geografi tertentu. Tembaga juga mempunyai arti penting dalam perekonomian global; khususnya endapan tembaga tipe porfiri merupakan jenis endapan yang menjadi sumber utama produksi tembaga baik di tingkat dunia (57%) maupun di Indonesia (82%). Oleh sebab itu penilaian terhadap endapan tembaga-emas porfiri menjadi sangat penting bagi penyediaan cadangan komoditi tersebut di masa depan.

Dalam rangka Penilaian Sumber Daya Tembaga - Emas Tipe Porfiri Daerah Sumatera dan Jawa, Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral melaksanakan kegiatan uji petik endapan tembaga tipe porfiri, sebagai salah satu upaya inventarisasi data primer dan pengambilan conto batuan di lapangan. Pengumpulan data geologi dan pertambangan dilakukan di Kabupaten Tapanuli Selatan dan Kabupaten Mandailing Natal, Provinsi Sumatera Utara dan Kabupaten Jember, Propinsi Jawa Timur. Kegiatan ini dibiayai oleh Program Pengembangan Kapasitas Pengelolaan Sumber Daya Alam Dan Lingkungan Hidup, Direktorat Sumber Daya Mineral tahun 2005.

### **Maksud dan Tujuan**

Kegiatan penilaian sumber daya tembaga porfiri ini dimaksudkan sebagai upaya mengevaluasi data dan informasi mineral dan mengembangkan pemakaian metoda estimasi dan analisa data sumber daya mineral, menyediakan informasi mineral dalam format laporan/peta berbasis SIG serta meningkatkan kompetensi ahli geologi dalam bidang eksplorasi, konservasi dan pertambangan.

Hasil penilaian akan dipakai sebagai dasar analisa ekonomi yang dapat menterjemahkan data dan peta geologi kedalam sebuah format yang dipakai untuk membuat suatu sistem kebijakan di bidang mineral. Dalam sistem kebijakan mineral, keputusan-keputusan yang berkaitan dengan pengelolaan sumber daya alternatif akan dapat dievaluasi secara efektif.

Untuk mendukung usaha tersebut dilakukan pengambilan conto serta informasi di lapangan berupa uji petik. Kegiatan uji petik di daerah tersebut merupakan bagian dari tahapan kerja Penilaian Sumber Daya Tembaga-Emas Tipe Porfiri dengan maksud untuk mendapatkan data dan informasi endapan tembaga-

molibdenum-emas tipe porfiri di daerah Daerah Sumatera dan Jawa.

Kegiatan uji petik ini bertujuan untuk verifikasi dan penyempurnaan data dan informasi, khususnya yang menyangkut data geologi, mineralisasi, sumber daya dan cadangan, model endapan, dan sejarah eksplorasi di daerah Sumatera Utara dan Jawa Timur guna mendukung pelaksanaan kegiatan Penilaian Sumber Daya Tembaga - Emas Tipe Porfiri di Daerah Sumatera dan Jawa.

### **Ruang Lingkup**

- 1 Memahami dan menganalisa data dasar hasil kompilasi yang berdasarkan SIG dan berstandar internasional tentang ketersediaan/potensi sumber daya mineral khususnya komoditi tembaga tipe porfiri di Pulau Sumatera dan Pulau Jawa, termasuk diantaranya lokasi, jenis mineral, keadaan geologi, jalur tektonik dan metalogenik, kadar, jumlah cadangan, model endapan serta kemungkinan pengembangannya.
- 2 Menentukan TRACT (batas area permisif) dalam suatu wilayah geografis di Pulau Sumatera dan Pulau Jawa yang memiliki potensi sumber daya endapan Cu-Au yang belum ditemukan (*undiscovered*).
- 3 Mengestimasi angka (%) probabilitas dan jumlah endapan tembaga tipe porfiri (sumber daya) dalam suatu daerah metalogenik tertentu sampai batas kedalaman 1000 meter dibawah permukaan.
- 4 Penilaian secara kualitatif dan kuantitatif ini akan memberikan gambaran tentang data dasar sumber daya mineral sebagai bahan pertimbangan secara umum dalam penyusunan kebijakan mineral nasional dan secara khusus dalam kegiatan eksplorasi mineral dan perencanaan perekonomian daerah di bidang sumber daya alam, lingkungan dan tata guna lahan.

## **II. METODOLOGI**

Metoda assesment yang dipakai mengacu pada metoda yang telah diterapkan untuk penilaian endapan Cu-Au tipe porphyry di Kalimantan dan Sulawesi ( B.T. Setiabudi, dkk., 2004).

### **Tahap Kegiatan**

Penilaian Sumber Daya Tembaga-Emas Tipe Porfiri daerah Sumatera dan Jawa

mencakup beberapa tahapan kegiatan kerja yang telah direncanakan sebagai berikut:

1. Menginventarisasi sumber daya tembaga-emas yang telah diketahui pada saat ini dengan memakai standard internasional (USGS) untuk seluruh wilayah Sumatera dan Jawa.
2. Kompilasi data secara rinci berbasis GIS (tabel data, peta lokasi) untuk endapan yang memiliki cadangan yang signifikan dan secara umum untuk endapan yang berstatus “*occurrence*” di seluruh wilayah Sumatera dan Jawa.
3. Uji petik atau inventarisasi data primer di lapangan untuk daerah yang berdasarkan data sekunder yang ada masih memerlukan verifikasi dengan cara pengambilan data primer tambahan (pengambilan conto) di lapangan.
4. Penilaian (*assessment*) secara kuantitatif untuk sumber daya Cu-Au tipe Porfiri yang masih berstatus “belum ditemukan” (“*undiscovered*”) di Daerah Pulau Sumatera dan Jawa.

#### **Metoda Penilaian Sumber Daya Mineral**

Penilaian sumber daya mineral ini memakai suatu metoda yang disebut dengan “USGS 3-Part Mineral Resource Assessment”. Konsep dasar metoda ini dikemukakan oleh Singer (1993b). Metoda ini dipakai untuk menilai sumber daya mineral yang masih berstatus “*undiscovered*” secara kuantitatif dengan cara menyatakan tingkat ketidakpastian (*degree of uncertainty*).

Secara garis besar metoda penilaian terdiri dari 3 bagian, yaitu:

1. Menentukan **tract** (zona atau wilayah yang permisif) yang dapat memiliki sumber daya tembaga-emas berdasarkan tipe endapan (dalam hal ini Cu-Au tipe porfiri), geologi, metalogenik, tektonik dan hasil eksplorasi lainnya, seperti geokimia, geofisika dan pemboran uji geologi dll.
2. Menghitung (*estimasi*) jumlah sumber daya yang terkandung dalam endapan yang belum ditemukan berdasarkan karakteristik bijih dan kandungan logam sesuai dengan “*grade and tonnage models*”.
3. Menghitung (estimasi) jumlah endapan (dalam hal ini Cu-Au porfiri) yang belum ditemukan didalam suatu tract yang telah ditentukan.

#### **Kegiatan Inventarisasi Data Geologi dan Mineralisasi.**

Kegiatan uji petik ini dilaksanakan dengan cara pengamatan geologi dan mineralisasi, pengambilan conto batuan serta pengumpulan data hasil eksplorasi endapan tembaga-emas tipe porfiri di Daerah Gambir, Mandagang, Kabupaten Tapanuli Selatan, Sumatera Utara, dan di daerah Desa Mulyorejo dan Desa Sanenrejo, Kabupaten Jember, Jawa Timur. Penyelidikan geologi dan mineralisasi dilakukan dengan pengamatan singkapan batuan di daerah Mandagang, termasuk dalam Kecamatan Kotanopan, Kabupaten Mandailing Selatan. Di Desa Mulyorejo dan Desa Sanenrejo, Kabupaten Jember, Jawa Timur juga dilakukan pemercontohan batuan (sebanyak 11 buah untuk analisa kimia, 6 buah untuk analisis petrografi dan 6 buah analisis mineral bijih/mineragrafi) dan pengukuran lokasi singkapan.

Daerah Gambir porfiri termasuk dalam daerah wilayah pertambangan/ COW milik PT. Newmont Horas Nauli. Saat ini kegiatannya masih aktif di daerah prospek emas – perak tipe “*high sulphidation epithermal gold*”, dengan melakukan pemboran detail dalam penghitungan cadangan. Daerah Mandagang Porfiri termasuk dalam wilayah pertambangan/COW milik PT. Sorik Mas Mining. Saat ini sedang dilakukan pemboran detail di daerah Sihayo prospek tipe “*low sulphidation epithermal gold sedimentary hosted*”. Daerah Mulyorejo dan Sanenrejo, Kabupaten Jember, Jawa Timur ini juga telah dilakukan penyelidikan oleh PT. Hapman Metalindo hingga tahun 2000.

Sasaran yang diharapkan adalah terhimpunnya data dan informasi mengenai keadaan endapan tembaga-emas porfiri di daerah Gambir, Mandagang, Mulyorejo dan Sanenrejo dan hasil kegiatan eksplorasi sebelumnya. Data dan informasi yang diperoleh akan dipergunakan sebagai bahan tambahan untuk bahan acuan dalam penilaian (estimasi) sumber daya tembaga-emas tipe porfiri di wilayah Pulau Sumatera dan Jawa.

### **III.PENILAIAN SUMBER DAYA TEMBAGA – EMAS TIPE PORFIRI DAERAH PULAU SUMATERA.**

#### **GEOLOGI DAN STRUKTUR REGIONAL**

Pulau Sumatera merupakan bagian tepi dari kerak benua Asia, yang terdiri dari endapan busur magmatik calk-alkaline volcanik yang berumur Tersier sampai Resen. Akibat tumbukan miring dari kerak samudera

menghasilkan sistem patahan Sumatera (SFS) yang masih aktif sampai sekarang, termasuk jenis sesar utama geser kanan, dan busur magmatik berkembang pada bagian Tengah dan Barat yang berumur Tersier – Kwarter dan bagian Timur merupakan cekungan busur belakang (*back arc basin*) dengan sediment tebal yang berumur Tersier sampai Kwarter. Sedangkan pada bagian Barat berkembang sekuen Pra-Tersier yang terpecah-pecah dengan arah Barat Laut- Tenggara masih dalam sistem patahan utama Sumatera. Banyak patahan terjadi akibat adanya pergerakan dan reaktif kembali dari SFS, dalam hal ini ditafsirkan sebagai tumbukan dalam berhubungan dengan struktur dari tepi benua (*deep-seated subduction related continental margin structures*).

Daerah bagian tengah merupakan “*mantle*” dari pegunungan Bukit Barisan yang terletak antara graben Rao-Panti dan Penyabungan – Siabu. Daerah ini merupakan perpotongan patahan besar yang berarah Barat Laut – Tenggara (SFS) dan Timur Laut – Barat Daya dan menghasilkan posisi batuan dengan umur berbeda. Pada bagian Timur daerah ini terdiri dari metasedimen, metavulkanik berumur Paleozoikum; granitoid berumur Mesozoikum (142-189 ma, K.Ar), endapan vulkanik dan sedimen serta intrusi Tersier. Pada bagian Barat didominasi oleh endapan metasedimen yang berumur Mesozoikum, sedangkan pada bagian Tengah, didominasi oleh vulkanik calk-alkaline, sedimen dari vulkanik Tersier serta metasedimen yang berumur Paleozoikum. Sedangkan bagian Tengah terdiri dari endapan Tersier ditutupi oleh endapan Kwarter dari Sorik Merapi aktif (2.145 m), sedangkan pada bagian Barat Daya ditutupi endapan Kwarter dari G. Malintang. Di Sumatera bagian barat batuan Pra-Tersier tersingkap dalam bentuk “*jendela*” pada batuan gunungapi Tersier dan Kwarter yang membentuk Bukit Barisan.

Di Pegunungan Tigapuluh ditafsirkan sebagai asal glacial yang bertalian dengan glasiasi Karbon dari Gondwana. Endapan Perm-Karbon diterobos oleh pluton granitoid pembawa timah yang berumur Trias. Batas tektonik yang penting dalam lempeng mikro Mergui disebut sebagai *Medial Sumatera Line* oleh Hutchinson (1993) yang ditarik dari Perm Tengah (Gafoer, 1990; Mc Court dkk., 1993). Sebelah baratnya adalah rangkaian dasar Karbon yang bersentuh sesar dengan busur Magmatik – Vulkanik Perm yang memebentuk tepi barat dari lempeng mikro Mergui. Pluton dan batolit yang berumur Trias sampai Kapur awal membentuk komponen magmatik dari

asosiasi busur ini. Batas sebelah barat dari lempeng mikro Mergui adalah sesar Lematang, yaitu sebuah struktur yang kontroversial di Sumatera bagian selatan (Pulunggono dan Cameron, 1984), yang ditarik sampai Kapur Akhir.

Sebelah barat dari Sesar Lematang, jajaran Bukit Barisan didasari oleh Mintakat Gumai-Garba yang tersusun dari batuan endapan dan vulkanik Yura Atas – Kapur Bawah. Dalam Mintakat ini terdapat zona *thrust* yang dinamakan Garis Gumai Garba (McCourt dkk., 1993), sepanjang mana dijumpai serpentinit yang memisahkan “sekuen” endapan daratan muka di sebelah timur yang diterobos oleh pluton Kapur Tengah-Akhir dari “sekuen” alokhton asal samudera di sebelah barat. Batuan ini sebagian besar terpendam oleh Vulkanik Miosen – Pliosen dan hasil Vulkanisma Kwarter, dari Plistosen sampai sekarang.

Zona utama Sesar Sumatera memotong seluruh rangkaian Bukit Barisan di Sumatera. Zona sesar ini di kedalaman bertalian dengan zona penunjaman yang bergerak miring di Palung Sunda dan bertarih mulai Tersier Awal. Penjajaran pluton dari Busur Pluton Tersier tersingkap di sepanjang Zona Sesar Sumatera yang berhubungan dengan struktur tektonik yang lebih tua di sekitar khatulistiwa.

Sumatera di sebelah timur rangkaian Bukit Barisan merupakan daerah yang tertutup oleh endapan Tersier dengan ketebalan yang bervariasi. Endapan yang paling tebal terdapat di sub-basin dari Cekungan Sumatera Selatan yang tersesarkan, antara Palembang dan Pegunungan Tigapuluh. Sedimentasi Busur Belakang disertai oleh kegiatan vulkanik yang sezaman di Bukit Barisan dan fasiesnya bervariasi dari laut sampai lakustrin.

## **PEMINERALAN**

Banyak keterdapatn mineral telah ditemukan dalam atau sebagai hasil penyelidikan lanjutan dari survei geokimia endapan sungai. Temuan baru telah ditambahkan pada daftar dan pemerian yang dilakukan oleh Van Bemmelen (1949), Djaswadi (1993) dan beberapa diantaranya dikemukakan sebagai hasil eksplorasi mineral (Van Leeuwen, 1978, 1994; Indonesian Mining Association, 1995; Yudawinata dkk., 1995). Sumatera telah dikenal sebagai sumber emas sejak dihuni manusia. Tambang emas pertama adalah Salida, sebelah selatan Padang, dalam tahun 1685. Periode utama penambangan emas di Salida, Mangani (di Khatulistiwa) dan Lebong Tandai, sebelah utara Bengkulu, terjadi

antara tahun 1900 dan 1941. Eksplorasi berikutnya yang didokumentasikan oleh Van Leeuwen (1994) telah menghasilkan pembukaan kembali tambang Lebong Tandai dalam tahun 1985 dan tambang baru di Bukit Tambang serta di daerah Semung Kecil.

Umur dan pembentukan semua pemineralan tidak diketahui secara rinci, namun

berdasarkan usulan Clarke dan Johari (1982) telah membuat Klasifikasi sementara khusus untuk daerah Sumatera bagian selatan, dan untuk daerah Sumatera bagian utara juga telah diusulkan oleh Stephenson. B dan Ghozali.A.S dkk., 1982.

### **KLASIFIKASI PEMINERALAN :**

- A. **Late Palaeozoic – Early Mesozoic** ; hubungan dari kerak benua dan dengan karakteristik.
  - I. Sn, W, Nb dalam greisen granit Hatapang dan granit Peg. Tigapuluh.
  - II. Pb, Zn, Ag dalam skarn dan vein di Batolit Serbajadi.
- B. **Late Mesozoic – Early Tersier** : intrusi granitoid pada batuan metamorfic serta deformasi dan perubahan pada batuan ofiolit.
  - I. Cu, Fe (Pb, Zn), Au, Ag di daerah Rantau Kelayang dan skarn Muara Sipongi, Sn dan W di Bukit Garba.
  - II. Ni, Cr pada Serpentin Pamomongan dan ultra basik Pasaman.
- C. **Tertiary – Kwarternary** ; intrusi Granitoid di batuan vulkanik, vein system dan intrusi pada batuan vulkanik serta hydrothermal sinter.
  - I. Cu, Mo Porphyry system di Tangse.
  - II. Cu, Pb, Zn, Au dan Ag di Danau Diatas, daerah Mangani dan Lebong Tandai.
  - III. Au, Ag dan Hg di Melipun, Semun Kecil.

Selain pengelompokan tersebut diatas, juga mineralisasi terjadi pada umur Kwarter, yaitu endapan emas plaser, timah, mineral berat lain, endapan laterit Nikel serta bauksit.

### **Model Endapan Tembaga – Emas Porfiri di Sumatera**

Endapan tembaga porfiri adalah endapan Cu-Mo-Au yang memiliki kadar rendah tetapi tonase yang besar, dibentuk oleh sistem hydrothermal yang berasosiasi dengan proses intrusi batuan beku dangkal (Cox, 1986 a). Pembentukan endapan ini berhubungan langsung dengan proses tumbukan dan penunjaman lempeng, misalnya tumbukan lempeng Samudera Hindia dengan lempeng Asia Tenggara. Endapan tembaga porfiri di Indonesia (Tabel.2) memiliki kedudukan tektonik pada busur-busur magmatik Tersier, termasuk endapan tembaga Grasberg, Tangse (Taylor and Van Leeuwen, 1980), Mudik (Grunsky and Smee, 1999), dan semua endapan tembaga porfiri di Kalimantan, Sulawesi, Jawa, Nusa Tenggara, Maluku dan Papua.

Endapan tembaga – emas porfiri di Kalimantan dikelompokkan dalam dua (2) model endapan versi USGS (gambar.4 dan 5) yaitu; endapan Cu(Mo-Au) porfiri dan endapan Cu-Au porfiri (Setiabudi, dkk.2004). Untuk model endapan Cu(Mo-Au) porfiri (Model 17 versi USGS) yaitu di daerah Gunung Ibu, Singkawang, Kalimantan Barat, model endapan Cu-Au porfiri (Model 20c versi USGS). seperti di daerah Beruang Kanan, Baroi, Magerang

(Kelian), Busang dan lokasi indikasi lainnya. Endapan tembaga-emas porfiri di Pulau Sulawesi dikelompokkan dalam tiga (3) model endapan yaitu ; (1) endapan Cu-Au porfiri (Model 20c versi USGS) terdapat di daerah, Bulagidun, Tumbulilato, Tapadaa dan Sangihe. (2) Endapan Molybdenum porfiri (Model No.18b versi USGS) terdapat di daerah prospek Malala, dan (3) endapan Cu-Au dan Mo porfiri (Model 17 versi USGS) seperti di Sasak (lihat Tabel 1).

**Di Sumatera**, dengan melihat dari bentuk dan keterdapatannya endapan Cu-Au porfiri dapat dikelompokkan dalam dua (2) model yaitu: Model 17 dan Model 20 c versi USGS seperti dapat dilihat berikut:

**Daerah prospect Tangse (Cu, Mo) tipe porfiri (Model No. 17 versi USGS)** terletak pada Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam, dari hasil penyelidikan alterasi, *stockwork fractured porphyry* pertama ditemukan hasil kerjasama Pemerintah Inggris dengan Pemerintah Republik Indonesia (1976), kemudian dilanjutkan pekerjaan detail sampai kegiatan pemboran oleh PT. Rio Tinto Indonesia (CRA Group) tahun 1979 - 1981 dan dengan **resource/ sumberdaya** : 600 Mt @ 0,15 % Cu, termasuk 30 Mt @ 0,5-0,8 % Cu dan 0,02 %

Mo. Geologi dan mineralisasi Cu-Mo di daerah Tangse ini merupakan perulangan phase intrusi stock dengan komposisi batuan dominant *quartz diorite* yang berkembang alterasi dan mineralisasi antara 13 dan 9 Ma. Semula alterasi biotit dan mineralisasi mengandung (0,1-0,2 % Cu; 60-90 Mo) pada sekitar tubuh intrusi dengan alterasi chlorite- epidote dan overprinting akibat kontrol struktur menghasilkan quartz-serisit- pyrite. Semua sistem telah berubah menjadi oksidasi dan leaching yang berkembang dengan pengelompokan Cu sekunder dari hasil pengayaan (Van Leeuwen dkk., 1987).

Ada beberapa daerah keterdapatan (*occurrences*) **mineralisasi tembaga-molybdenum tipe porfiri** antara lain; daerah Tapak tuan, Danau Diatas (Bk. Sumurtuanku), daerah Ise-Ise dan daerah Kenjaran (Aceh Tenggara) berupa (Cu,Au) Mo tipe porfiri (Pers. Com. Sabtano.J.S., 2005), Danau Rantau Kelayang (sungai Kenumen), Danau Dipatiampat, Bukit Raja, Lebong Sulit (Bengkulu). Akan tetapi pada daerah Krueng Reuengeut juga dijumpai mineralisasi tembaga-emas tipe porfiri (Young dan Johari, 1980). Di daerah Miwah termasuk dalam Kecamatan Geumpang, Kabupaten Pidie, Nagroe Aceh Darussalam, telah ditemukan cadangan  $\pm 9,00$  ton ore dengan kadar 2,3 gr/t emas tipe *epithermal high sulphidation* dengan mineral enargit, gluzonit dan alunite sebagai mineral guidennya. (Pers.Com. Ridwan Arief., 2005).

**Lebong Sulit (Cu-Au) Porfiri**, terletak 15 km tenggara dari Lebong Tandai dan 40 km utara barat dari kota Muara Aman, Bengkulu. Mineralisasi terdapat pada batuan prophyilit andesit dan trachit, dengan alterasi epidot- pyrit dan chlorit, berumur petengahan Tersier (Model 20 c versi USGS). Oleh Belanda tahun 1903 - 1910 telah ditambang sebanyak 300.000 ton ore dengan kadar 0,15 % copper, 0,01 % galena, 0,02 % sphalerit dan 6,0 gram/ton emas serta 10,0 gr/t perak. Kemudian tahun 1970 oleh PT. Kennecott Indonesia dilakukan penambangan kembali dan mendapatkan cadangan estimasi 400.000 ton ore, dengan kadar 0,56 % Cu, 0,77 % Pb, 0,16 % Zn, 3,8 gr/t emas serta 81 gr/t perak.

#### **Mudik (Cu-Au Porfiri)**

Terletak di bagian barat dalam Provinsi Jambi, tepatnya sebelah utara kota Sungai penuh. Geologi daerah Mudik prospek di dominasi oleh Zona Sesar Besar Sumatera (*Great Sumatera Fault Zone*), dari sistem "*major dextral fault*" yang berumur awal

Tersier. Mempunyai arah utara-barat yang dikontrol oleh struktur aktif diperlihatkan adanya graben dan danau-danau dan munculnya tubuh granit sampai tonalit. Munculnya outcrop dari batuan basaltik merupakan representasi dari fragmen-fragmen ophiolit yang terpatahkan muncul kepermukaan, merupakan indikasi penetrasi bagian dalam dari zona patahan (Crow dkk., 1993).

Batuan vulkanik berumur Oligo-Miocen hadir bersamaan dengan unit batuan vulkanik Quarter, akan tetapi diasumsikan merupakan penerusan batuan vulkanik muda. Batuan vulkanik Quarter terdiri dari batuan andesit/breksi basaltik, lava dan tuf yang berhubungan dengan pusat gunungapi Gunung Kerinci. Munculnya stock-stock diorit yang kecil berumur sama dengan intrusi vulkanik sepanjang bagian barat daerah Mudik area.

Daerah Mudik Cu-Au prospek (Model No.20c versi USGS) merupakan hasil lokalisir dari penyontohan endapan sungai secara regional, serta hasil prospeksi menyusuri sungai/creek dan penemuan batuan alterasi hydrothermal berupa boulder dengan diameter lebih besar dari 20 meter, terlihat breksiated dan pyritisasi, serta mengandung sampai 7,5 gr/t emas. Penyebaran batuan bongkah ini meliputi area seluas 2 km<sup>2</sup>. Dari hasil pemetaan daerah prospek Mudik ditempati oleh batuan granodiorit sepanjang 2,5 km, dengan alterasi lempung, setempat mengandung pyrit dan pada daerah sekeliling dengan alterasi lempung hingga serisit pada batuan kristal tuf bagian utara dari batuan sumbat (*plug*) dan batuan andesit di bagian selatan.

#### **Muara Sipongi (Skarn Au, Cu, + Pb, $\pm$ Zn)**

Berhubungan dengan batuan intrusi Batolit Muarasipongi dan Manunggal yang berumur Mesozoikum, dengan dicirikan endo-skarn dan exo-skarn. Mineralisasi di daerah Muarasipongi mengikuti splay dari patahan Sumatera, dengan bentuk lensa kecil dan tidak mempunyai cadangan besar yang ekonomis. Mineralisasi skarn yang sudah ditambang oleh Belanda yaitu; Tambang Ubi, Pionggu dan Siayu (36 kg Au, 284 kg Ag,  $242 \pm$  Cu (110.000 ton bijih). Mineralisasi skarn daerah Manunggal terdapat di Air Sorik, Air Saotik dan Sioli-oli, dengan dicirikan ditemukan sejumlah bongkah magnetit di daerah Muarasoma. Alterasi dari batolit ini dicirikan hadirnya; epidot, klorit, pyrit-magnetit, dan urat-urat kuarsa tipis. Dari hasil dating /penentuan umur batolit Manunggal berdasarkan K/Ar (determinasi umur K-Feldspar) didapatkan 87 m.a atau berumur

Kapur Akhir, dan umumnya berhubungan dengan dyke-dyke, apophyse.

### **Hasil Penilaian Endapan Tembaga-Emas tipe porfiri**

Dari hasil uji petik yang dilakukan pada daerah Kabupaten Tapanuli Selatan dan daerah Kabupaten Mandailing Natal termasuk Provinsi Sumatera Utara, yaitu yang mewakili keterdapatan Endapan tembaga-emas tipe porfiri di daerah Pulau Sumatera, selain pada daerah Tangse di Provinsi Nagroe Aceh Darussalam yang telah dikenal juga ditemukan endapan Cu-Au tipe Porfiri di daerah Mudik (Provinsi Jambi).

Di daerah **Kabupaten Tapanuli Selatan** ada empat (4) lokasi prospek tembaga – emas tipe porfiri yang sampai saat ini baru diketahui dari hasil penyelidikan oleh PT. Newmont Horas Nauli serta PT. BHP Sapirook Minerals antara lain;

- a). Tanggo Papa East (Porfiri Cu –Au)
- b). Gambir ( Porfiri Cu)
- c). Southern Coridor (Porfiri Cu + Skarn).
- d). Arse Jule (Porfiri Cu-Au).

### **Gambir Porfiri (Cu-Mo)**

Gambir Porphyry (Cu) yang terletak pada jalur Sunda – Banda Magmatic Arc, merupakan subordinate dari *Great Sumatera Fault* dan mempunyai sejarah komponen pergerakan secara lateral. Gambir porphyry prospek ini berada dibagian tengah dari daerah kerja PT. Newmont Horas Nauli, Kabupaten Tapanuli Selatan, Provinsi Sumatera Utara.

Kelompok batuan vulkano sediment telah diintrusi oleh breksi multiphase phreatomagmatik, satuan breksi yang lebih tebal menunjukkan variasi fasies yang berbeda. Fasies yang kaya Lithic bergerak keatas melalui fasies yang berbutir halus, matrik supported, dengan mengandung fasies accretionary ball hingga fasies dibagian atas pada sequence yang terdiri dari wispy juvenile clast dari felsik vulkanik.

Menurut informasi dari geologist PT. Newmont Horas Nauli, pada tubuh intrusi sendiri kaya akan basemetal. Dari conto specimen daerah Gambir Porphyry ini terlihat mineral logam antara lain: *calchopyrit, malachite, galena, ± spalerit dan pyrite*. Sedangkan pada urat kuarsa terlihat antara lain; vuggy silica serta stockwork veinlet yang diisi oleh logam calchopyrit, galena, pyrite dan dog tooth kuarsa.

Hasil analisa conto yang berasal dari daerah Gambir Porfiri (TS.04/R dan TS.05/R) seperti ; menunjukkan kisaran kadar logam

12460 – 42500 ppm Cu, < 2 – 2 ppm Mo, 9 - 193 ppb Au, 25 -80 ppm Ag, 1780 -7520 ppm Pb, 452 – 8750 ppm Zn, dan 273 -337 ppm Mn. Melihat hasil analisa conto daerah Gambir prospek dapat dikelompokkan dalam Model No. 17 versi USGS. Secara detail dapat dilihat pada lampiran Hasil Analisa Kimia dibelakang.

### **ARSE JULE ( Cu-Au tipe Porfiri)**

Merupakan salah satu dari beberapa daerah prospek Cu-Au tipe porfiri di Sumatera yang ditemukan, dengan sistem mineralisasi yang tidak sesuai dengan mineralisasi yang diharapkan, karena prospek ini hanya gradanya rendah. Alterasi yang berkembang merupakan penggabungan potasik- propylit yang terdapat pada batuan stock diorit, akan tetapi juga urat-urat kuarsa berupa stockwork yang telah berkembang.

Di daerah **Kabupaten Mandailing Natal**, Provinsi Sumatera Utara telah dilakukan uji petik dan telah dapat dikumpulkan beberapa conto batuan serta informasi dari geologist PT. Sorik Mas Mining, yang mempunyai *base camp* di kota Kecamatan Kotanopan. Adapun endapan tembaga – emas tipe porfiri yang dijumpai didalam daerah wilayah kontrak kerja PT.Sorik Mas Mining, antara lain ;

- a). Daerah Mandagang Porfiri (Cu,Au, Mo)
- b). Daerah Namilas porfiri (Cu,Au,Mo)
- c). Daerah Siandop porfiri (Cu,Au,Mo) di daerah Muarasipongi
- d). Daerah Mais (Cu,Au,Mo) dan Namilas Roburan di daerah Sorik Merapi
- e). Daerah SIAYU Porfiri Cu-Au
- f). Daerah Sihayo Porfiri 2 (Cu-Au) dibagian utara dan barat Kota Panyabungan.
- g). Daerah Rura Balancing ( Cu,Mo)
- h). Daerah Singalancar ( Cu,Au,Mo).

**Mandagang Cu-Au-Mo porfiripenyelidikan** telah dilakukan oleh PT. Sorik Mas Mining, adapun pekerjaan meliputi antara lain; pemetaan geologi detail, trenching, penyelidikan geofisika dan pemboran inti sebanyak lima (5) lubang bor, dengan total kedalaman pemboran mencapai  $\pm 1.000$  m.

### **Mandagang Porfiri (Cu-Au) Mo**

Daerah Mandagang terletak  $\pm 10$  km arah tenggara dari kota kecamatan, Kotanopan, termasuk daerah Pungkut. Stock porphyry Mandagang memberikan respon untuk terjadinya alterasi dan pembentukan mineral di daerah Pungkut. Seperti pada sungai Mandagang ditempati oleh batuan samping (*wall rock*) dari terobosan berumur Tersier yaitu

**kuarsa latit porfir** yang mengandung tembaga-emas dan molybdenum yang berkadar rendah.

Alterasi K-Silika, vein kuarsa dan *stockwork veinlet* dengan intensitas tinggi / relatif kuat, walaupun kandungan logam hanya terlihat sedikit yang diketahui. Akan tetapi system dan karakteristik mineralisasi yaitu; high Au-Cu dengan kandungan molybdenum juga tinggi. Ini dikompilasi oleh R.H. Sillitoe., 1997 diperbandingkan sama dengan Like Bingham di Utah dan OK Tedi di Papua Nugini. Yang berhubungan dengan terobosan batuan Quartz Monzonitic (quartz latitic) yang agak terfraksionasi.

Perpotongan struktur di daerah ini sangat dominan, hal ini bisa dilihat dari citra radar, landsat maupun foto udara. Akibat perpotongan tersebut dijumpai intrusi Tersier berupa kuarsa latit porfir dan feldspar diorite porfir yang membawa mineralisasi Cu, Au, Ag, Mo, Pb dan Zn. Pada citra radar terlihat pusat-pusat intrusi berupa struktur sirkulasi yang kecil, seperti terlihat di daerah Mandagang dan Namilas.

Terjadinya alterasi dan mineralisasi di daerah Pungkut tidak menghasilkan endapan tembaga-emas. Hal ini mungkin diperkirakan cairan fluida dengan temperatur tinggi, dengan "*fluid inclusion*" yang homogen dengan temperatur hampir 600°C dicatat untuk urat kuarsa sebagai *A type quartz veinlet* dari stock terkait. Kehadiran alterasi K-Silika dan kuarsa magnetit vein pada singkapan di daerah Pungkut, terlihat "*overprint*" atau saling memotong dengan alterasi argilik intermedier pada bagian yang dangkal dari stock Mandagang (Gambar.11), menegaskan bahwa inti dari system porfiri masih tersingkap. Oleh karena itu bertambahnya kandungan logam yang berada ke arah bawah tidak mungkin bisa diharapkan.

Gambaran keseluruhan breksi hydrothermal yang terpotong oleh PMD-1 dan 2 PMGD-1 mengingatkan kepada apa yang telah dijumpai pada tahap akhir diatreme dalam sistem Porfiri walaupun bentangan area (sepanjang 1 km) sebagai ciri khas diatreme tersebut masih tetap didokumentasikan di daerah Pungkut. Meskipun pada breksi Pungkut menunjukkan adanya ubahan K-Silikat pada dasarnya, hal ini memundurkan awal keterjadian yang sangat kuat akan terbentuknya K-Silikat dan urat kuarsa-magnetit yang berasosiasi dengannya.

Hasil analisa conto dari daerah Mandagang (TS.01/R dan TS.02/R) seperti dapat dilihat yaitu; mengandung kadar logamnya, 52-193 ppm Cu, 17-34 ppb Au, 100-200 ppm Mo, 3 ppm Ag, 43-406 ppm Pb, 34-

139 ppm Zn dan 100 -152 ppm Mn. Melihat dari hasil analisa conto memang tidak meyakinkan kandungan tembaganya, akan tetapi hasil pemboran dari daerah ini (MD-01) pada kedalaman 0-150 m berupa stockwork + porphyry dengan kadar 1 % Cu, dan pada kedalaman 136 - 281,6 m mengandung magnetit 5-15 %. Sedangkan pemboran (MD-02 A) dengan total kedalaman 288,50 meter. Juga mengandung  $\pm 1$  % dan 5-15 % magnetit. Untuk detailnya hasil analisa conto dapat dilihat pada tabel Lampiran Analisis Hasil Kimia dibelakang.

## TRACT SUMATERA

Assesment Tract untuk endapan tembaga tipe porfiri di wilayah Sumatera dilakukan dengan menggabungkan dan mempergunakan peta geologi Sumatera Bagian Utara skala 1 :1.500.000 dan peta geologi Sumatera Bagian Selatan skala  $\pm 1$  : 3.333.000 menjadi Peta Geologi Sumatera skala 1: 1.000.000. Untuk wilayah Sumatera kami membagi satu (1) Tract endapan tembaga – emas tipe porfiri (gambar.) yaitu memanjang dari utara hingga selatan dengan batas – batas ditentukan dengan kriteria antara lain :

- Batas pantai pulau Sumatera bagian barat yang merupakan batas penunjaman dipergunakan sebagai batas Tracking dan untuk batas bagian timur adalah penyebaran batuan vulkanik Tersier.
- Termasuk geologi batuan intrusi berumur tua hingga Tersier dan vulkanik Tersier.
- Batuan kwarter, batuan sediment yang tebal serta alluvium dibagian timur tidak dimasukkan dalam daerah Tracking.
- Mineralisasi serta keterdapatan *occurrences* di plot pada zona tracking.

Jumlah endapan Cu-Au porfiri yang belum ditemukan (undiscovered) pada suatu tract diestimasi dengan nilai probabilitas 90%, 50% dan 10% berdasarkan penilaian subyekvitas dan khusus untuk probabilitas 5% digunakan juga nilai densitas endapan Cu-Au porfiri dari tempat lain yang memiliki kesamaan kondisi geologi dan tektonik. Perhitungan untuk estimasi sumber daya untuk saat ini telah ditetapkan, meskipun tidak tertutup kemungkinan untuk ditinjau ulang pada masa mendatang. Dengan adanya data tambahan yang baru dan lebih baik, maka diharapkan besaran jumlah endapan dan nilai sumber daya hasil estimasi menjadi lebih akurat.



#### IV. PENILAIAN SUMBER DAYA TEMBAGA – EMAS TIPE PORFIRI DAERAH PULAU JAWA.

##### GEOLOGI DAN STRUKTUR REGIONAL

Pulau Jawa merupakan jalur Busur Magmatik Sunda – Banda, yang timbul karena tumbukan Lempeng Indo-Australia dengan Lempeng Benua Asia. Secara regional, daerah ini terdapat dalam suatu zona gunungapi andesit basa (zona gunungapi selatan) yang berarah timur- barat dengan perselingan beberapa ekstrusi pasif dan freatik, yang aktif dari Eosen Akhir hingga Miosen Bawah. Secara bersamaan diendapkan pula sedimen-sedimen klastik kontinen hingga laut dalam di tepi pusat-pusat gunungapi. Rekahan-rekahan sepanjang sesar-sesar geser regional merupakan tempat-tempat intrusi sub-vulkanik dalam yang bersifat menengah sampai asam dan berumur Miosen, yang semakin muda pergerakannya kearah utara.

Perlipatan dan pengangkatan yang kuat dihasilkan dari kompresi struktural yang dipengaruhi oleh penunjaman, dimana diperlihatkan oleh singkapan-singkapan formasi Oligosen sampai Pliosen yang tampak sebagai suatu seri geantiklin dan sinklin disepanjang Pulau Jawa. Lipatan-lipatan berupa lipatan asimetri dan subparalel dengan zona penunjaman, dengan sumbu-sumbu berarah antara baratlaut – tenggara timur sampai antara timur timurlaut – barat baratdaya, serta timurlaut –baratdaya. Sesar-sesar geser primer berarah timurlaut sampai baratlaut, dimana struktur-struktur yang berhubungan dengan pengangkatan atau intrusi memiliki arah yang sama dengan sedikit berarah antara barat baratdaya – tenggara timur dan timur timurlaut – barat baratlaut.

Ada suatu hubungan khusus antara mineralisasi logam dan gunungapi di Pulau Jawa. Karena kebanyakan daratan tidak tererosi sampai dalam atau tertutup oleh lapisan-lapisan yang lebih muda, kebanyakan mineralisasi yang dijumpai sampai saat ini memiliki ciri epithermal dan mesothermal pada batuan induk sediman dan gunungapi Oligo –Miosen.

##### PEMINERALAN

Indikasi keterdapatan endapan emas di Jawa Barat dikemukakan oleh penyelidik Pemerintah Hindia Belanda (Horner Hasaki, Yunghun, Fenaema dan Zungler., 1839-1916) berupa indikasi endapan emas di daerah Bayah, Cimandiri, Cikondang dan Cikotok sekitarnya. Tambang emas Cikotok dan Cikondang di daerah Jawa Barat merupakan daerah tambang

yang berlangsung sejak zaman Belanda hingga sekarang, dan tahun 1939 daerah Cikotok diusahakan serta memulai produksi, akan tetapi Cikondang baru diusahakan tahun 1937 -1940 menghasilkan emas 1,5 ton emas, kemudian dilanjutkan oleh PT. Aneka Tambang. Keterdapatan endapan emas disini berupa urat kuarsa yang berasosiasi dengan perak dan base metal (tembaga, timah hitam dan seng) yang merupakan tipe mesothermal.

Pongkor didaerah Bogor selatan merupakan sebuah tambang emas dan perak hasil proses hydrothermal yang juga diusahakan oleh PT. Aneka Tambang, indikasi penemuan baru pada tahun 1981 dan tahun 1988 dilakukan kegiatan lanjutan. Mineralisasi berupa urat kuarsa dengan zona propylitik, silica dan argilik pada batuan vulkanik berumur Miosen. Dari hasil penyelidikan mempunyai cadangan 6 juta ton bijih dengan kadar 17 gr/t Au dan 162 gr/t Ag. Tahun 1994 oleh PT. Aneka Tambang telah dilakukan tambang dalam (*underground mining*) yang semula diperkirakan akan menghasilkan 2 ton emas pertahun, akan tetapi sekarang ditingkatkan sampai mencapai 6-8 ton emas pertahun.

Daerah Ciawitali ditemukan mineralisasi emas tipe epithermal (195° - 205°C) bersama urat kursor dan stockwork mengandung mangan oksida, Arsen, Sinabar dan Stibnit (Felenc dkk., 1991; Marcoux dan Milesi., 1994). Juga di daerah Salopa dan Cineam, Kabupaten Tasikmalaya ditemukan endapan emas dan perak serta mineral ikutan berupa cinabar, semua ini dikelompokkan dalam *tipe epithermal*.

Di daerah Gunung Limbung dan Gunung Gede ditemukan prospek logam dasar berupa seng, timah hitam dan tembaga. Mineralisasi terdapat pada lapisan tipis, dan urat massive sulphide serta berupa lensa pada kontak batuan diorite berumur Miosen dengan batuan sedimen. Prospek Gunung Limbung mempunyai cadangan 3,5 juta ton bijih dengan kadar 4,6 % seng, 2,4 % timah hitam dan 0,37 % tembaga. Sedangkan untuk daerah Gunung Gede mempunyai cadangan 1,46 juta bijih dengan kadar 4,12 % seng, 0,9 % timah hitam dan 0,1 % tembaga.

Untuk daerah Pulau Jawa bagian tengah dan bagian timur, keterdapatan mineralisasi logam dasar sangat menonjol dibandingkan keterdapatan logam mulia. Sebagai contoh pada daerah Sekitar Tirtomoyo- Wonogiri, daerah Tegallombo- Pacitan dan daerah Kerpu/Truning sekitar Ponorogo. Pada daerah Selogiri, Provinsi Jawa Tengah dan daerah Sangon (Kabupaten Kulon Progo, D.I.Yogyakarta) ditemukan endapan emas-perak serta basemetal dalam urat

kuarsa yang merupakan hasil proses hydrothermal yang menerobos formasi andesit tua (Formasi Mandalika).

## MODEL ENDAPAN TEMBAGA – EMAS PORFIRI DI PULAU JAWA

### Endapan Tembaga Kasihan

Daerah Kasihan terletak 7 km selatan daerah Tegalombo atau 23 km dari kota pelabuhan Pacitan, Provinsi Jawa Timur. Mineralisasi terjadi pada batuan *Prophyllit Old Andesit Formation* terdiri dari batuan tuf breksi, dasit tuf, andesit tuf diintrusi oleh tubuh dasit dan dyke (Gambar.18). Alterasi terdapat berupa chloritisasi dan epidot-pyrit yang menggantikan felpar pada batuan komponen tuf. Mineralisasi berupa urat kuarsa, serta lensa kuarsa mengandung mineral pyrite, chalkopyrit, sphalerit, dan emas. Tahun 1910 oleh Pemerintah Belanda telah mengekspor ke Eropa berupa bijih sebanyak 120 ton dengan kandungan 13,5 % tembaga dan 25 gr/t emas. Diperkirakan mempunyai cadangan estimasi 10.000 ton ore dengan kandungan 4,0 -5,0 % tembaga. Melihat dari kandungan tembaga demikian tinggi kemungkinan endapan tembaga Kasihan dikelompokkan dalam tipe *Massive Sulphide* ?

### Prospek Ciemas (Cu-Au-Mo)

Daerah Ciemas prospek terletak pada daerah plateau Jampang dengan ketinggian rata-rata 600 m dari permukaan laut, pada situasi sekarang dikenal dengan pusat vulkanik yang dinamakan Jampang Dome. Mineralisasi dengan batuan sumber berupa batuan lava, breksi dan tuff dengan komposisi basal dan andesitik yang diintrusi oleh batuan porfiritik dasit dan diorit, berumur 17.6 Ma. Alterasi prophyllitik berkembang dengan tipikal pervasive dan veinlets kuarsa-chlorite-illite-epidote-carbonate-amphiboles. Alterasi ini juga mengalami *overprinting* dengan kehadiran mineral-mineral potasik kuarsa-biotit-magnetite. Kehadiran phylit dan argilik dari tahap terakhir pembentukan urat-urat kuarsa .

Mineralisasi tersebar (disseminated) hadir bersama urat-urat kuarsa-carbonat, dengan asosiasi logam Au-Ag-Cu-As (Mo-Zn-Pb). Di daerah Ciemas telah dilakukan pemboran uji geologi 8 titik bor dengan total kedalaman 3130 m, dengan deskripsi petrologi batuan sampling, kehadiran alterasi hydrothermal, mineralisasinya sendiri, XRD dan fluid investigasi juga telah dilakukan. Ciemas prospek dinyatakan sebagai mineralisasi tipe Low grade porphyry Cu-Au (0,2 % Cu, 0,2 gr/t Au) oleh Meekatharra Minerals sejak 1995-98.

Ciemas prospek merupakan mineralisasi tipe Porphyry Cu-Au (Mo-As-Ag) dan dimasukkan pada Model No. 17 versi USGS, sebagai model utama yang tersebar dengan kandungan emas yang rendah dalam urat *overprinting*.

Mineral kalkopirit tersebar-pyrit-magnetit merupakan tipe mineralisasi yang menggantikan silika Ferromagnesium. Urat-urat berupa stockwork dari kuarsa-magnetite-kalkopyrit telah berkembang pada beberapa lokasi. Tahap akhir dari urat-urat vuggy kuarsa, dengan tebal 20 cm – 1 m mengandung pyrit dengan jumlah bervariasi daripada kalkopirit, sphalerit, galena dan arsenopirit.

Dari hasil pemboran yang telah dilakukan pada 8 titik bor di daerah Ciemas prospek di dapatkan sebagai berikut;

- DDH-CM01: 100,2 m @ 0,25% Cu; 0,37 gr/t Au dari 60 m
- DDH-CM02: 113,15 m @ 0,21% Cu; 0,12 gr/t Au dari 5 m
- DDH-CM03: 105,5 m @ 0,22% Cu; 0,31 gr/t Au dari 182,7 m
- DDH-CM04: 335,5 m @ 0,13 % CU; 0,12 gr/t Au dari 115,9 m
- DDH-CM05: 132,2 m @ 0,22% Cu; 0,26 gr/t Au dari 4 m
- DDH-CM06: 146,2 m @ 0,08% Cu; 0,14 gr/t Au dari 364,2 m
- DDH-CM07: 296,4 m @ 0,17% Cu; 0,17 gr/t Au dari 150,5 m
- DDH-CM08: 240,6m @ 0,20% Cu; 0,12 gr/t Au dari 3 m.

Sedangkan sebelumnya dari penelitian terdahulu dinyatakan bahwa daerah Ciemas yang oleh Belanda juga telah dilakukan penyelidikan (1922-1924), tahun 1988 oleh perusahaan tambang nasional dilanjutkan menjadi KP (Kuasa Pertambangan) salah satu perusahaan swasta nasional joint dengan swasta asing.

Daerah ini ditempati oleh batuan vulkanik berupa andesit serta perulangan tuff, lava dan batuan sediment (Miosen Bawah) yang diintrusi oleh batuan kuarsa hornblende porphyry berumur Miosen. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan di dapatkan sumber daya/ Cadangan 200.000 ton bijih dengan kadar 5 gr/t Au dan 20 gr/t Ag, dengan melihat kandungan emasnya cukup tinggi serta terdapat pada tipe urat, maka kemungkinan mineralisasinya adalah *tipe epithermal* ?.

Ada dua (2) kegiatan alterasi yang terjadi pada daerah ini;

- (1) *Widespread system of irregular banded chalcidony-quartz-carbonate veins* menghasilkan 3 phase mineralisasi dan asosiasi pyrite, arsen dan basemetal (sulphides). Emas sebagian besar hadir bersama arsenopyrit dan mineral sulphida lain dan juga berupa electrum di dalam kuarsa. Urat-urat dikelilingi dengan penggantian silica serta zona argilitisasi (illite-smectite). Zona alterasi selalu mempunyai kontak yang tegas (*sharp contacts*), tetapi pada sekeliling zona propylitisasi dan karbonisasi tidak selalu jelas.
- (2) Sistem alterasi dengan dan dekat tubuh Ciemas Dasite, yang juga dikelilingi oleh zona silisifikasi-argilitisasi- propylitisasi tetapi zona alterasi silica pada khususnya dengan penyebaran dan exhibit banyak variasi, termasuk silica jasper dan banyak pengembangan dari tahap breksiasi.

#### **Tepungsari Cu-Au prospek,**

Terletak pada Kecamatan Tepungsari, Kabupaten Lumajang, Jawa Timur. Dari penyelidikan yang dilakukan oleh Subdit Ekplorasi Mineral Logam (DIM) berupa penyontohan geokimia endapan sungai, batuan dan tanah serta penyelidikan bawah permukaan dengan metoda geofisika (IP).

Daerah Tepungsari disusun oleh batuan gunungapi yang terdiri dari breksi andesitik, breksi lava, batuan gunungapi bersifat andesitik dan batuan tufalitik dari Formasi Mandalika berumur Oligo-Miosen yang diterobos batuan dioritik dengan struktur patahan berarah timurlaut-tenggara dan utara – selatan (Gambar.20). Zona ubahan berupa zona argillik –filik (potasik?). Sedangkan mineralisasi teridentifikasi berupa mineral tembaga oksida (malachite) di dalam batuan andesitik (Formasi Mandalika) yang mengandung magnetit sekunder. Mineral serisit teramati dari hasil analisis X-ray diffraction pada batuan, akan tetapi mineral ubahan hydrothermal seperti K-feldspar dan biotit sekunder tidak teramati. Zona argillik kuat dengan pirit halus tersebar dan zona silisifikasi dengan quartz stockwork juga kadang-kadang terlihat pada daerah ini (Widodo, dkk., 2004). Lingkungan mineralisasi (*fluid inclusion*) pada daerah Tepungsari ini terbentuk pada temperature 231 s.d. 293 ° C dalam zona ubahan kuarsa, serisit, khlorit, mineral karbonat dan smectit.

Anomali geokimia tanah pada beberapa tempat menunjukkan overlapping antara unsur Cu, Au dan As seperti terlihat pada bagian utara

daerah Tepungsari. Sedangkan dari hasil penyelidikan geofisika (IP) di daerah ini juga menunjang dengan adanya *anomaly chargeability kuat* pada SL 400 m disekitar stasiun 600 pada lintasan 2 (TM2-600 m) yang menunjukkan resistivity tinggi (>200 ohm-m), berarah barat – timur dan struktur tegak.

#### **HASIL PENILAIAN ENDAPAN TEMBAGA-EMAS PORFIRI PULAU JAWA**

Dalam melakukan penilaian endapan tembaga-emas tipe porfiri di Pulau Jawa, uji petik telah dilakukan pada daerah Kabupaten Jember, yaitu pada dua (2) tempat seperti ; di Daerah Mulyorejo, Kecamatan Silo dan di daerah Sanenrejo, Kecamatan Tempurejo, Kabupaten Jember, Provinsi Jawa Timur.

Untuk kedua daerah ini PT. Hapman Metalindo (1994-2000) telah melakukan penyelidikan umum dan tahun 1997 telah melakukan pemboran inti geologi. Menurut informasi yang didapat PT. Hapman Metalindo melakukan pemboran sebanyak 12 lubang bor dengan kedalaman antara 150 hingga 250 meter. Dari hasil penyelidikan tersebut mereka mengidentifikasikan bahwa ditemukan beberapa daerah prospek, dengan adanya zona ubahan argillik yang luas dengan sebaran sulphida-sulphida yang menempati VMS (*Volcanic Massive Sulphides*) dan urat mineralisasi sulphidas ephitermal tingkat rendah.

PT. Aneka Tambang Tbk juga telah melakukan kegiatan survey bahan galian golongan A (logam mulia dan logam dasar) di daerah Jember, Provinsi Jawa Timur, bekerja sama Pemerintah Daerah Kabupaten Jember, yang diikuti oleh Dinas Perindustrian dan Perdagangan dan Badan Penelitian Dan Pengembangan Daerah, dilaksanakan bulan September 2003.

#### **Geologi daerah Uji Petik di Kabupaten Jember, Provinsi Jawa Timur**

Fisiografi termasuk dalam lajur Pegunungan Selatan Jawa, serta keadaan morfologinya berupa pedataran sepanjang K.Sanen, sedangkan morfologi perbukitan atau tonjolan berupa gunung solitaire di daerah bagian barat, untuk morfologi pegunungan serta perbukitan berkelombang yang menempati daerah bagian tengah.

Geologi daerah ini yang dianggap sebagai host rock adalah batuan berumur Oligosen Awal hingga Miosen Tengah, terdiri dari batuan “*ignimbrite*” mungkin serupa dengan batuan ignimbrite yang terdapat pada

daerah Jampang, yang termasuk dalam lajur Selatan Jawa Bagian Barat (termasuk dalam Formasi Ciletuh berumur Pra-Tersier).

Batuan gunungapi andesit terpropilitkan serta terpiritkan yang dapat disetarakan dengan Formasi Meru Betiri (Tomm; Sapei T., 1992), dan secara umum dikenal dengan sebutan Formasi Andesit Tua (Bemmelen, 1949), serta batuan lain mungkin dianggap sebagai batuan host rock adalah batuan sedimen yang dapat disetarakan dengan Formasi Batu Ampar/ Formasi Sukamade (Sapei T., dkk., 1992) berupa perselingan batupasir dengan batu lempung tak terpisahkan bersisipan tufa dengan batupasir, batulempung, breksi dan konglomerat.

Sedangkan tidak selaras diatas Formasi Meru Betiri berupa satuan batuan batugamping terumbu yang setempat telah termarmerkan dan mengandung logam mangan serta dapat disetarakan dengan Formasi Puger (Sapei T., dkk., 1992) serta satuan batuan breksi gunungapi berkomporsi andesit dengan sisipan batugamping tuffaan yang disetarakan dengan Formasi Mandiku, diperkirakan berumur Miosen Akhir (Sapei T., dkk., 1992) tidak termineralisasi.

Hubungan struktur dan mineralisasi di daerah ini hanya dapat diperkirakan sebagai konseptual mungkin berhubungan dengan tempat kedudukan beberapa tubuh batuan intrusi yang termineralisasi.

#### **Daerah Mulyorejo, Kecamatan Silo.**

Daerah Jember terletak dalam jalur orogenesis Pegunungan Selatan Jawa di bagian ujung Jawa Timur, yang dikenal sebagai tempat kedudukan mineralisasi logam mulia dan logam dasar di ujung timur Pulau Jawa.

Geologi sepanjang Kali Sanen antara Kampung Baban Timur sampai Kapung Baban Barat banyak ditemukan batuan terobosan bersifat granodioritik dan dioritik. Batuan terobosan ini menerobos satuan breksi gunungapi seperti yang terdapat dipertemuan Kali Silo Sanen dengan Kali Malang Sari (Gambar.21). Di daerah Dusun Baban Barat sampai Baban Timur ditemukan urat kuarsa "gossan" mengandung logam dasar dan emas. Mineral utama yang terlihat antara lain; malachite, azurite, dan limonit serta pyrite. Ketebalan urat 2-3 meter dengan arah umum  $U 230^{\circ} T / 80^{\circ}$ . Urat ini tersingkap pada beberapa tempat diperkirakan sepanjang 400 meter, dan tipe mienalisasinya diperkirakan adalah *vein tipe* atau *Volcanic Massive Sulphides*.

Hasil analisa conto mineralisasi dari Dusun Baban (ZT.01/R) sebagai berikut: 14,4

% logam Cu; 4400 ppm Pb; 21,2 % logam Zn ; 13,370 ppm Au ; 7 ppm Ag ; 170 ppm Mn dan < 2 ppm Mo. Sedangkan pada batuan intrusiv propylit (ZT.03/R) mengandung unsur mineral logam sebagai berikut : 163 ppm Cu; 70 ppm Pb; 191 ppm Zn; 11 ppb Au ; 5 ppm Ag ; 1380 ppm Mn dan 14 ppm Mo.

#### **Daerah Sanenrejo, Kec. Tempurejo (Model No. 17 versi USGS).**

Daerah Sanenrejo, Kecamatan Tempurejo, Kabupaten Jember dijumpai intrusi batuan dioritik telah mengalami alterasi propylitik sampai phylitic dengan mineralisasi antara lain; malachite, azurite dan pyrite disseminated. Daerah ini merupakan batas bagian utara **Taman Nasional Meru Betiri**, meskipun penduduk telah memasuki dan menjadikan daerah ini sebagai tempat perkebunan dan pertanian rakyat. Melihat kenampakan dilapangan kemungkinan prospek ini berkembang kearah Taman Nasional Meru Betiri. Karena larangan dari pihak kehutanan untuk tidak melakukan kegiatan dalam lahan Taman Nasional, maka kegiatan eksplorasi tidak dapat dilanjutkan.

Hasil analisa conto batuan mineralisasi daerah Sanen Rejo (ZT. 04/ R dan ZT. 05/ R) sebagai berikut : 1,246 – 4,250 % logam Cu; 1780 – 7520 ppm Pb; 452 – 8750 ppm Zn; 9 – 193 ppb Au ; 25 – 80 ppm Ag, 273 – 337 ppm Mn dan <2 – 2 ppm Mo. Hasil analisa petrografi (ZT.04/R) disebutkan sebagai batuan Andesit Tersilisifikasi.

#### **TRACT**

Assesment Tract untuk endapan tembaga tipe porfiri di wilayah Jawa dilakukan dengan menggabungkan dan mempergunakan Peta Geologi Indonesia (Lembar Jakarta) skala 1 :1.000.000 dan peta Geologi Indonesia (Lembar Surabaya) skala  $\pm 1 : 1.000.000$  menjadi Peta Geologi Jawa skala 1: 1.000.000. Untuk wilayah Jawa kami membagi satu (1) Tract endapan tembaga – emas tipe porfiri yaitu memanjang dari barat hingga timur dengan batas – batas ditentukan dengan kriteria antara lain :

- Batas pantai pulau Jawa bagian selatan yang merupakan batas penunjaman dipergunakan sebagai batas Tracking dan untuk batas bagian utara adalah penyebaran batuan vulkanik Tersier.
- Termasuk geologi batuan intrusi berumur tua hingga Tersier dan vulkanik Tersier.
- Batuan kwarter, batuan sediment yang tebal serta alluvium dibagian timur tidak dimasukan dalam daerah Tracking.

- Mineralisasi serta keterdapatannya *occurrences* di plot pada zona tracking.

Jumlah endapan Cu-Au porfiri yang belum ditemukan (undiscovered) pada suatu tract diestimasi dengan nilai probabilitas 90%, 50% dan 10% berdasarkan penilaian subyektivitas dan khusus untuk probabilitas 5% digunakan juga nilai densitas endapan Cu-Au porfiri dari tempat lain yang memiliki kesamaan kondisi geologi dan tektonik. Perhitungan untuk estimasi sumber daya untuk saat ini telah ditetapkan, meskipun tidak tertutup kemungkinan untuk ditinjau ulang pada masa mendatang. Dengan adanya data tambahan yang baru dan lebih baik, maka diharapkan besaran jumlah endapan dan nilai sumber daya hasil estimasi menjadi lebih akurat.

#### **KESIMPULAN**

Hasil penilaian sumber daya Cu-Au tipe porfiri di daerah Pulau Sumatera dan Pulau Jawa, dengan mengambil tempat uji petik di daerah Kabupaten Tapanuli Selatan dan Kab. Mandailing Natal yang termasuk dalam Provinsi Sumatera Utara, yaitu di daerah Gambir Prospek dan Mandagang Prospek. Sedangkan untuk daerah Pulau Jawa dilakukan uji petik pada daerah Mulyorejo dan Sanenrejo, Kabupaten Jember, Provinsi Jawa Timur.

Di daerah Pulau Sumatera dapat dikelompokkan dalam dua (2) tipe porfiri yaitu ; Model No. 17 versi USGS ( tipe porfiri Cu-Mo) seperti di daerah Tangse Provinsi Nagroe Aceh Darussalam (NAD), dan Model No.20c versi USGS (tipe porfiri Cu-Au) seperti di daerah Mudik yaitu sebelah utara kota Sungaipenuh Provinsi Jambi. Kedua tipe/model porfiri ini dikelompokkan dalam satu (1) tracking, yaitu memanjang dari ujung utara sampai ujung selatan Pulau Sumatera. Dibagian barat dibatasi garis pantai sedangkan pada bagian timur dibatasi oleh produk gunungapi berumur Tersier.

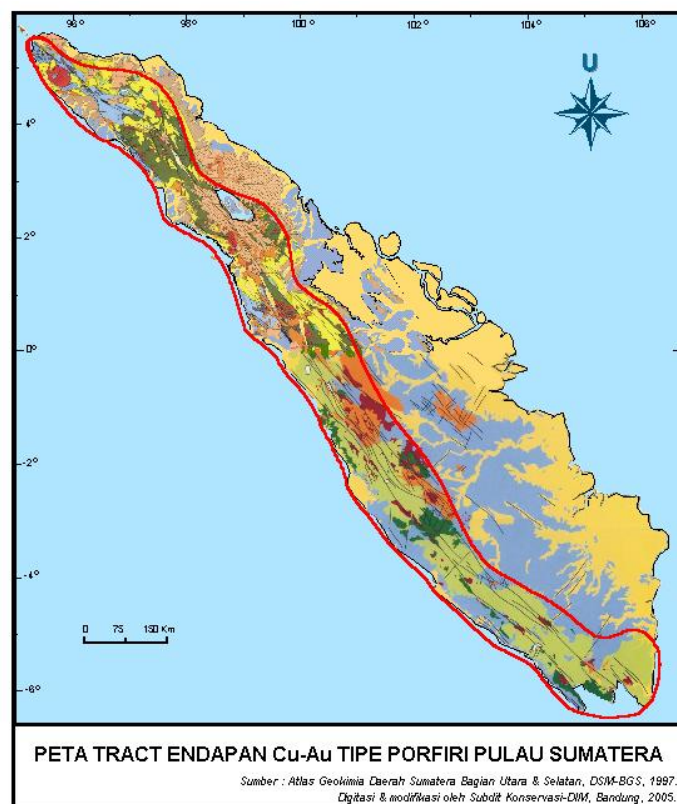
Di daerah Pulau Jawa dapat dikelompokkan dalam dua (2) tipe porfiri yaitu; Model No. 17 versi USGS (tipe porfiri Cu-Au-Mo) seperti di daerah Ciemas, Jawa Barat, dan Model No. 20c versi USGS (tipe porfiri Cu-Au) seperti di daerah Tepungsari Kabupaten Lumajang Provinsi Jawa Timur. Kedua tipe/model porfiri ini dikelompokkan dalam satu (1) tracking, yaitu dimulai dari ujung paling barat Pulau Jawa sampai ujung paling timur Pulau Jawa. Bagian selatan dibatasi dengan garis pantai memanjang dari barat ke timur, sedangkan bagian utara dibatasi oleh kelompok batuan gunungapi berumur Tersier

## DAFTAR PUSTAKA

- Bagdja, M, Said, A, Ahdiat, A, Zulkifli dkk., 1986. Mineral Exploration Of The Sijorang Area Sumatera Utara. Direktorat Sumber Daya Mineral / British Geological Survey.
- Bronto Sutopo, Martin L Jones and Brian K Levet., 2005. The Martabe Gold Discovery: A High Sulphidation Epithermal Gold-Silver Deposit, Nort Sumatera, Indonesia. PT. Newmont Horas Nauli. Nort Sumatera, Indonesia.
- Brian Stephenson, Sjaefuddin A. Chazali dan Widjaja. H., 1982. Regional Geochemical Atlas Series of Indonesia, Northern Sumatera. Dierktorat Sumber Daya Mineral dan Institute of Geological Sciences, Natural Environment Research Council. United Kingdom.
- Briskey, J.A., Schulz, K.J., Mosesso, J.P., Horwitz, L.R. and Cunningham, C.G., 2001. It's time to know the planet's mineral resources. *Geotimes* 46, no. 3 (March), p. 14–19.
- Carlile, J.C. and Mitchell, A.H.G., 1994. Magmatic arcs and associated gold and copper mineralisation in Indonesia. In: T.M. van Leeuwen, J.W. Hedenquist, L.P. James and J.A.S. Dow (Eds.), *Indonesian Mineral Deposits - Discoveries of the Past 25 Years*. *Journal of Geochemical Exploration* 50, p. 91-142.
- Carlile, J.C., Davey, G.R., Kadir, I., Langmead, R.P. dan Rafferty, W.J., 1998. Discovery and exploration of the Gosowong epithermal gold deposit, Halmahera, Indonesia. *Journal of Geochemical Exploration* 60, p. 207–227.
- Cox, D.P., 1986a. Descriptive model of porphyry Cu. In Cox, D.P. and Singer, D.A. (Eds.), *Mineral deposit models*. U.S. Geological Survey Bulletin 1693, p. 77.
- , 1986b. Descriptive model of porphyry Cu-Au. In Cox, D.P. and Singer, D.A. (Eds.), *Mineral deposit models*. U.S. Geological Survey Bulletin 1693, p. 110.
- Cox, D.P. and Singer, D.A. (Eds.), 1986. *Mineral deposit models*. U.S. Geological Survey Bulletin 1693, 379 p.
- Cohen. D.R and Dunlop. A.C., 1999. Evaluation of selective geochemical extraction in wet tropical exploration. Second Quarterly Report. Amira Project P549. School of Geology University of New South Wales, Sidney- Australia.
- Crow.M.J., Johnson, C.C., McCourt, W.J., Harmanto, 1993. The simplified geology and metalliferous occurrences in the Sungaipenuh and Ketaun Quadrangles Southern Sumatera, SSGMEP. Directorate of Mineral Resources, Bandung, Indonesia, Special Publication of the Directorate Mineral Resources No.52-B, ISSN 0216-0765.
- Djaswadi, S., 1993. Prospective of base metal minerals in Indonesia. Ministry of Mines and Energy of Republic of Indonesia, Directorate of Mineral Resources Special Publication, Bandung, 229 p.
- Franklin, Arief. R, Kuntjara. U, Djaswadi. S dan Karma. R., 1994. Peta Sebaran Mineral Logam Provinsi Jawa Timur. Skala 1: 500.000. Direktorat Sumber Daya Mineral, Bandung.
- Gafoer. S dan Samodera, H., 1993. Peta Geologi Indonesia Lembar Jakarta. Skala 1 : 1000.000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Grunsky, E.C. and Smee, B.W., 1999. The differentiation of soil types and mineralization from multi-element geochemistry using multivariate methods and digital topography. *Journal of Geochemical Exploration* 67, p. 287-299.
- Hamilton, W.B., 1979. Tectonics of the Indonesia region. USGS Professional Paper 1078, p. 1-345.
- Iskandar. A, Erwin dan Yatim. J, dkk., 1986. Mineral Exploration Of The Hutabargot- Panyabungan Area, Tapanuli Distric, Sumatera Utara. Direktorat Sumber Daya Mineral/ British Geological Survey.
- Machali Muchsin. A, Johnson. C. C, Crow. M. J, Ating Djumsari dan Sumartono., 1997. Atlas Geokimia Daerah Sumatera Bagian Selatan. Direktorat Sumber Daya Mineral dan British Geological Survey (BGS) United Kingdom.
- Panteleyev, A., 1986. A Canadian Cordillera Model for Epithermal Gold-Silver Deposits. *Geoscience Canada* 13, p. 101–111.
- Perello, J. A., 1994. Geology, porphyry Cu-Au and epithermal Cu-Au-Ag mineralization of the Tombulilato district, North Sulawesi, Indonesia. In: T.M. van Leeuwen, J.W. Hedenquist,

- L.P. James and J.A.S. Dow (Eds.), Indonesian Mineral Deposits - Discoveries of the Past 25 Years. *Journal of Geochemical Exploration* 50, p. 221–256.
- PT. Aneka Tambang, Tbk., 2003. Laporan Kegiatan Survey Bahan Galian Golongan A Untuk Logam Mulia dan Logam Dasar Di Daerah Jember Selatan. Jawa Timur. Unit Geomin, Jakarta.
- PT. Hakman Platina Metalindo., 2000. Laporan Tahunan Eksplorasi KP.KW 99PP0073/Jawa Timur.
- PT. Hakman Emas Metalindo., 2000. Laporan Tahunan Eksplorasi KP.KW 96PP0350/Jawa Timur.
- Ratman, N., Suwanti, T dan Samodera, H., 1998. Peta Geologi Indonesia Lembar Surabaya. Skala 1 : 1000.000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Root, D.H., Menzie, W.D. and Scott, W.A., 1992. Computer Monte Carlo Simulation in quantitative Resource Estimation. *Nonrenewable Resources* 1, no. 1, p. 125–138.
- Setiabudi, B.T, Sutrisno dan Nixon. J., 2004. Laporan Penilaian Sumber Daya Tembaga - Emas Tipe Porfiri Daerah Pulau Kalimantan dan Sulawesi. Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral, Bandung.
- Sillitoe, R.H., 1993. Epithermal Models: Genetic Types, Geometrical Controls and Shallow Features. In: R.V. Kirkham, W.D. Sinclair, R.I. Thorpe and J.M. Duke (Eds.), *Mineral Deposit Modelling*. Geological Association of Canada Special Paper 40, p. 403-417.
- Singer, D.A., 1993. Basic concepts in three-part quantitative assessments of undiscovered mineral resources: *Nonrenewable Resources* 2, no. 2, p. 69–81.
- Singer, D.A., Menzie, W.D., Sutphin, D.M., Mosier, D.L. and Bliss, J.D., 2001. Mineral deposit density—An update, chapter A of Schultz, K.J., (Ed.), *Contributions to global mineral resource assessment research*. U.S. Geological Survey Professional Paper 1640, p. A1–A13.
- Singer, D.A., Berger, V.I. and Moring, B.C., 2002. Porphyry copper deposits of the world: database, maps, and preliminary analysis. U.S. Geological Survey Report 02-268.
- Soeria-Atmadja, R., Priadi, B., van Leeuwe, T.M. and Kavalieris, I., 1999. Tectonic setting of porphyry Cu-Au, Mo and related mineralization associated with contrasted Neogene magmatism in the Western Sulawesi Arc. *The Island Arc* 8, p. 47-55.
- Sukanto, R., 1978. The structure of Sulawesi in the light of plate tectonics. In: S. Wirjosujono and A.S. Sumartadipura (Eds.), *Proceedings of the regional conference on the geology and mineral resources of Southeast Asia*, GRDC Bandung, p. 121-141.
- Sukmana, Nugroho. D, Koswara. Y dan Herman. Z.H., 1994. Peta Sebaran Mineral Logam Provinsi Jawa Barat dan DKI Jaya. Skala 1: 500.000. Direktorat Sumber Daya Mineral, Bandung.
- Suwargi. E, Karno dan Tain. Z., 1994. Peta Sebaran Mineral Logam Provinsi Jawa Tengah dan D.I Yogyakarta. Skala 1: 500.000. Direktorat Sumber Daya Mineral, Bandung.
- Sillitoe. R.H., 1997. Comments On Geology And Exploration Potential Of The Project, Sumatera , Indonesia.
- Soeharto. R.S dan Prima Hilman. M., 1996. Laporan Eksplorasi Mineral Logam Mulia dan Logam Dasar di Daerah Jember, Jawa Timur. Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral, Bandung.
- Taylor, D. and van Leeuwen, T., 1980. Porphyry type deposits in Southeast Asia. *Mining Geology Special Issue* 8, p. 95–116.
- Thomas. B., 2000. Geologi Kontrak Karya PT. Sorikmas Mining. Kabupaten Mandailing Natal, Sumatera Utara.
- Van Leeuwen, T.M., 1994. 25 Years of mineral exploration and discovery in Indonesia. In: T.M. van Leeuwen, J.W. Hedenquist, L.P. James, and J.A.S Dow (Eds.), *Indonesian Mineral Deposits - Discoveries of the Past 25 Years*. *Journal of Geochemical Exploration* 50, p.13–90.
- Widodo. W., Dkk., 2004. Laporan Hasil Kegiatan Ekplorasi Bahan Galian Logam Mulia dan Logam Dasar pada wilayah Penugasan Pertambangan, Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral di Daerah Tepungsari sekitarnya, Kabupaten Lumajang, Jawa Timur.

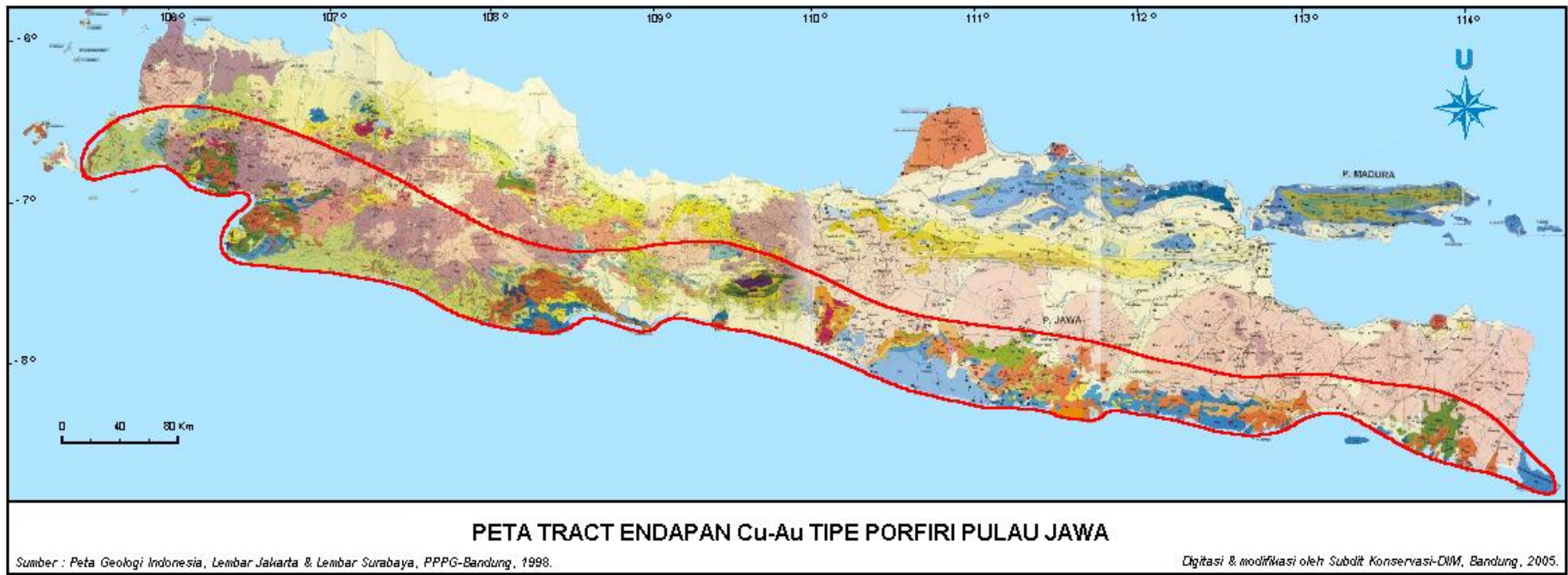
Tabel 5.1. Endapan Tembaga-Emas Porfiri Di Indonesia						
No.	Nama Lokasi	Provinsi	Koordinat (Desimal)		Model Endapan	Model No.
			Lintang	Bujur		
1	Tangse	Nanggroe Aceh D.	5.0333	95.9500	Porphyry Cu	17
2	Mudik	Jambi	-1.7000	101.2500	Porphyry Cu-Au	20c
3	Ibu	Kalimantan Barat	0.8333	109.2500	Porphyry Cu	17
4	Batu Hijau	Nusa Tenggara Barat	-8.9653	116.8725	Porphyry Cu-Au	20c
5	Elang	Nusa Tenggara Barat	-8.9667	117.3333	Porphyry Cu-Au	20c
6	Sassak	Sulawesi Selatan	-3.1583	119.4833	Porphyry Cu-Au	17
7	Malala	Gorontalo	0.6667	120.5000	Porphyry Mo	18b
8	Bulagidun	Gorontalo	0.9500	121.7500	Porphyry Cu-Au	20c
9	Cabang Kiri	Gorontalo	0.4667	123.3000	Porphyry Cu-Au	20c
10	Kayabulan Ridge	Gorontalo	0.4833	123.3333	Porphyry Cu-Au	20c
11	Sungai Mak	Gorontalo	0.5000	123.4167	Porphyry Cu-Au	20c
12	Tapadaa	Gorontalo	0.5167	123.2167	Porphyry Cu-Au	20c
13	Tombulilato	Gorontalo	0.3667	123.4000	Porphyry Cu-Au	20c
14	Hila	Maluku	-3.6117	128.0917	Porphyry Cu-Au	20c
15	Kaputusan	Maluku	-0.5167	127.5833	Porphyry Cu-Au	20c
16	Grasberg	Irian Jaya	-4.1333	137.6667	Porphyry Cu-Au	20c



Gambar. 1 Peta Tracking Endapan Cu-Au tipe Porfiri di Daerah Pulau Sumatera, Indonesia.







Gambar. 2 Peta Tracking Endapan Cu-Au Tipe Porfiri di Daerah Pulau Jawa, Indonesia.