

Aplikasi Analytical Spectral Device (ASD) pada Pemetaan Mineral Ubahan Endapan Epitermal Sulfida Rendah Emas-Perak di PT. Nusa Halmahera Minerals, Kabupaten Halmahera Utara, Provinsi Maluku Utara

Mukarramah M. Kasim¹, R. Andy Erwin Wijaya²

¹ Magister Teknik Geologi, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

² Program Studi Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

Korespondensi : mukarramahk@tpj.co.id

ABSTRAK

Gosowong *goldfield* dikenal sebagai kompleks mineralisasi epitermal sulfida rendah (Carlile *et al*, 1998) terdapat 3 area deposit yang ekonomis dan telah ditambang oleh PT Nusa Halmahera Minerals sejak tahun 1999 yaitu deposit Gosowong, Toguraci dan Kencana. Mineralisasi epitermal sulfida rendah dicirikan dengan urat-urat kuarsa yang membawa logam berharga termasuk emas-perak. Prospek "X" merupakan salah satu lokasi mineralisasi emas milik PT Nusa Halmahera Minerals sebagai pemegang izin kontrak karya, yang secara administratif termasuk ke dalam Kabupaten Halmahera Utara, Provinsi Maluku Utara, Indonesia. Berdasarkan geologi regional, Halmahera merupakan bagian dari busur vulkanik yang berlokasi di sebelah timur lempeng Laut Maluku, dimana busur Sangihe dan busur Halmahera yang berseberangan telah aktif bertemu sejak akhir Pliosen (Richards, Basuki dan Priyono, 2004). Penelitian ini menjelaskan secara ringkas aplikasi Analytical Spectral Device (ASD) pada pemetaan mineral ubahan yang dilaksanakan di PT Nusa Halmahera Minerals. Instrumen ASD merupakan spectrometer portable lapangan yang dapat mengidentifikasi mineral dengan mengukur absorpsi spektral vibrasionalnya. Gambaran absorpsi ini diakibatkan oleh variasi komposisi, kristalinitas dan komposisi mineralnya. Kumpulan mineral ubahan di prospekt "X" menunjukkan penyebaran distribusi secara lateral dengan kumpulan mineral ubahan smektit, kaolinit, dickit, silika massif dan vuggy dengan mineral oksidasi seperti hematite dan goethite

Kata kunci: Epitermal, Analytical Spectral Device, Hidrotermal

ABSTRACT

Gosowong *goldfield* well know as *epithermal low sulphidation mineralization* (Carlile *et al*,1998) there are 3 economic deposit areas that have been mined by PT Nusa Halmahera Minerals since 1999, namely the Gosowong, Toguraci and Kencana deposits. *Epithermal low sulphidation mineralization* is characterized with quartz veins carrying precious metals including gold-silver. Prospect "X" is one of the locations of gold mineralization owned by PT Nusa Halmahera Minerals as the holder of Contract of Work, which is administratively included in North Halmahera Regency, North Maluku, Indonesia. Gosowong is part of volcanic arc located to the east of the Maluku sea plate, where the Sangihe arc and the opposite Halmahera arc actively converged since the late Pliocene (Richards, Basuki, and Priyono, 2004). Analytical Spectral Devices (ASD) is field portable spectrometer that can identify minerals by measuring their vibrational spectral absorption caused by variations in composition and crystallinity of the minerals. The group of alteration minerals distributions in prospect "X" shows a lateral distribution of alteration mineral group such as smectite, kaolinite well cristalinity, dickite, massive silica and vuggy silica with oxidizing minerals such as hematite and goethite.

Keyword : *Epithermal, Anlytical Spectral Devices, Hydrothermal.*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dalam dunia eksplorasi khususnya pada eksplorasi mineral berharga emas dan perak mengalami kemajuan yang sangat pesat, pemetaan dengan metode spektral analisis adalah salah satu metode eksplorasi yang menggunakan teknologi tinggi dalam untuk menentukan distribusi mineral lempung dari proses alterasi hidrotermal guna memetakan badan bijih dari endapan epitermal, porfiri dan endapan logam lainnya dan dapat dengan mudah dalam pembuatan model alterasi dan model geologi pada suatu sistem



ISSN: 1907-5995

endapan. Keberadaan teknologi spektral analisis kini menjadi alat penting untuk kegiatan eksplorasi karena menawarkan kecepatan waktu dalam penentuan mineral alterasi pada suatu endapan dengan tingkat presistensi yang tinggi selain itu dapat memberikan informasi terkait arah mineralisasi, mendefinisikan tipe deposit, style mineralisasi, ukuran dan tingkat erosi baik lokal atau regional dari sistem mineralisasi tersebut.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan yaitu metode kuantitatif dengan jenis penelitian analisis. Berdasarkan metode dan jenis penelitian tersebut, ada beberapa tahapan penelitian yang dilakukan;

Studi Literatur

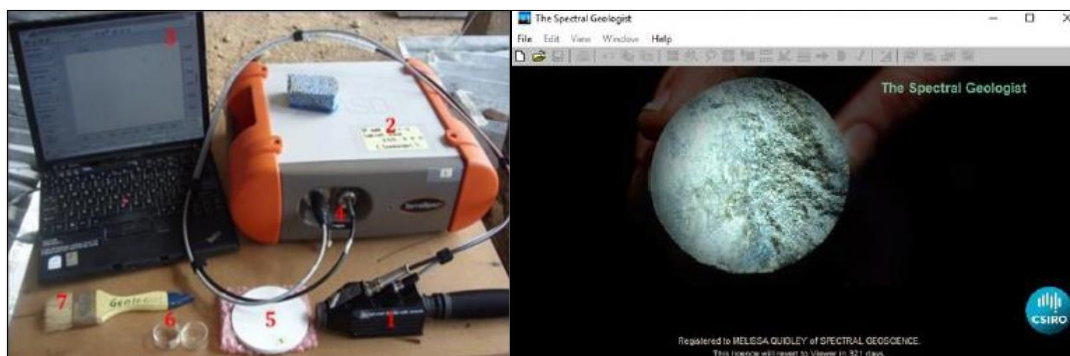
Yaitu dengan mempelajari teori-teori yang berhubungan dengan topik permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini melalui buku, jurnal nasional dan internasional. Selain itu juga mempelajari penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya seperti data laporan perusahaan.

Pengambilan data

Pengambilan data langsung dilapangan dipakai sebagai salah satu bahan untuk mengetahui permasalahan yang ada sehingga dapat diambil suatu solusi yang tepat. Adapun data tersebut dibagi menjadi dua jenis yaitu :

Data primer yaitu data yang diambil dengan melakukan pengambilan secara langsung dilapangan meliputi sampling pada contoh batuan yang disesuaikan dengan jenis endapan, tipe conto paling baik untuk dianalisa spektral adalah batuan dari singkapan atau subrock. Selanjutnya dilakukan preparasi untuk mendapatkan kualitas data yang baik, hal ini dikarenakan sensitivitas alat terhadap debu dan air seperti pastikan conto batuan tidak tercampur atau tertukar, pastikan contoh batuan yang diambil berukuran minimal 5 cm x 5 cm, pastikan conto batuan dan tanah bebas dari akar dan lumut dan jangan ambil conto batuan dari bagian terluar batuan yang tersingkap, keringkan conto batuan dengan dijemur di bawah matahari tetapi tidak lebih dari 1-2 jam atau disesuaikan dengan temperature yang tidak lebih dari 60 derajat, bersihkan conto dengan kuas dari debu, setelah bersih conto siap untuk diukur dengan TerraSpec Explorer.

Data sekunder yaitu data yang diambil berasal dari literatur penelitian terdahulu, serta jurnal nasional dan jurnal internasional.



Gambar 1. Pengambilan data spektral pada batuan menggunakan Terraspec Eksplorer

PENGOLAHAN DATA & ANALISIS DATA

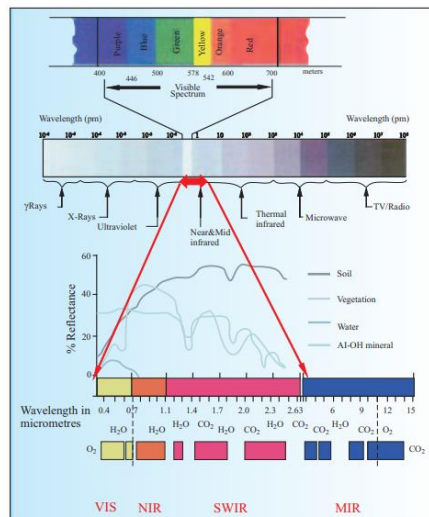
Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan alat Terraspec Explorer dan perangkat lunak RS³, Dimana setiap conto batuan (sample grab, float, channel dan rock chip) akan dilakukan pengujian spektrum. Hasil pengujian kemudian dilakukan interpretasi manual dengan menggunakan software TSG8 hasil pengujian ini juga dikomparasikan dengan hasil interpretasi manual ketika proses pemetaan berlangsung.



Gambar 2. Software RS³ yang digunakan untuk mengukur spektrum batuan dan menghasilkan data ASD file.

HASIL DAN ANALISIS

Kegiatan pemetaan alterasi merupakan salah satu aspek penting dalam tahapan eksplorasi khususnya endapan mineral emas-perak sulfida rendah agar dapat membangun model dari endapan yang akan diselidiki, geologist umumnya memetakan area alterasi berdasarkan observasi lapangan yang dilakukan pada saat pemetaan baik permukaan maupun dibawah permukaan. Penentuan mineral alterasi akibat proses hidrotermal memiliki kesulitan tersendiri karena larutan hidrotermal mengubah komposisi fisika dan kimia batuan secara menyeluruh. Hingga pada awal tahun 1990an *Integrated Spectronics of Sydney*, Australia memperkenalkan PIMA II yang merupakan alat yang digunakan untuk mengidentifikasi mineral alterasi menggunakan sumber Cahaya internal (*Internal light source*). Pada akhir tahun 1990an ASD Inc (*Analytical Spectral Devices, Inc*) memperkenalkan FieldSpecTM Pro. Instrument ini memiliki sumber Cahaya internal yang memiliki peran penting dalam dunia industri khususnya industri eksplorasi.



Gambar 3. Spektrum elektromagnetik yang menunjukkan nilai panjang gelombang SWIR dan VNIR [3]

Spektroskopi adalah studi tentang interaksi antara energi sebagai radiasi elektromagnetik (EMR). Radiasi dapat diserap, dipancarkan atau dihamburkan oleh suatu materi. Spektroskopi reflektansi dapat didefinisikan sebagai teknik yang menggunakan energi pada gelombang cahaya tampak (*Visible* 0,4-0,7 μm) Inframerah dekat (*Near-Infrared* 0,7-1,0 μm) dan gelombang inframerah pendek (*Short wave infared* 1,0-2,5 μm) spektrum panjang gelombang elektromagnetik untuk menganalisa mineral. Ilmu dan teknik spektroskopi reflektansi

didasarkan pada *spectral property*. Atom dan molekul tertentu menyerap energi sebagai fungsi dari struktur atomnya [1][6].

Teknik reflektensi spektroskopi digunakan untuk mengidentifikasi fitur dari batuan dan soil dengan melihat pola mineral ubahannya, untuk mengukur jejak-jejak mineral ubahan ini digunakan sensor khusus yang merekam radiasi yang dipantulkan dari permukaan batuan atau soil. Rentang panjang gelombang yang paling sesuai untuk mengidentifikasi material geologi seperti batuan dan soil adalah dengan menggunakan visible and near infrared (VNIR), short wavelength infared (SWIR). Posisi panjang gelombang ditentukan oleh kation dan panjang ikatan. Radius inonic dari panjang kation ditentukan oleh panjang ikatan kimia antara kation dan molekul (air, hidroksil dan karbonat).

Setiap mineral memiliki ciri khas spectral yang terdiri dari tingkat penyerapan (*absorption feature*) yang merupakan fungsi dari komposisi, kristalinitas, konsentrasi, kandungan air dan pertimbangan lingkungan Pada software TSG mineral-mineral yang dideteksi pada pada gelombang SWIR (Short wave infared) dan VNIR (Visible near infared). Berikut table mineral-mineral yang dapat dianalisa :

Tabel 1. Daftar Mineral Lempung yang dapat dianalisa dengan ASD

Abv	Mineral	Abv	Mineral	Abv	Mineral	Abv	Mineral
Act	Actinolite	Cor	Corundum	Mor	Mordenite	Ver	Vermiculite
Adu	Adularia	Cpx	Clinopyroxene	Mus	Muscovite	Ves	Vesuvianite
Alb	Albite	Crs	Cristobalite	Nac	Nacrite	Wai	Wairaikite
Alu	Alunite	Dia	Diaspore	Nat	Natrolite	Wol	Wollastonite
Alu-K	Pottasium Alunite	Dic	Dickite	Non	Nontronite	Zeo	Zeolite
Alu-Na	Sodium Alunite	Dol	Dolomite	Op	Opal	Zoi	Zoisite
Alu-NH	Ammonium Alunite	Epi	Epidote	Par	Paragonite	Zny	Zunyite
And	Andalusite	Fsp	Feldspar	Phe	Phengite		
Anh	Anhydrite	Gar	Garnet	Phl	Phlogopite	Hem	Hematite
Ank	Ankerite	Gib	Heulandite	Pyr	Pyrophyllite	Goe	Goethite
Bio	Biotite	Gyp	Gypsum	Qtz	Quartz	Jar	Jarosite
Bud	Buddingtonite	Hal	Halloysite	Sap	Saponite	Asp	Aspectral
Cal	Calcite	Heu	Heulandite	Ser	Sericite	NS	No spec
Car	Carbonate	Ill	Illite	Sid	Siderite	UA	Unaltered
Cha	Chabazite	Kpx	Kaolinite PX	Smc	Smectite		
Chd	Chalcedony	Kwx	Kaolinite WX	Stb	Stibite		
Chl	Chlorite	Lau	Laumontite	Tlc	Talc		
Fe-Chl	Iron Chlorite	Lep	Lepidolite	Tpz	Topaz		
Int-Chl	Intermediate Chlorite	Mag	Magnesite	Tre	Tremolite		
Mg-Chl	Magnesium Chlorite	Mgt	Magnetite	Tri	Tridymite		

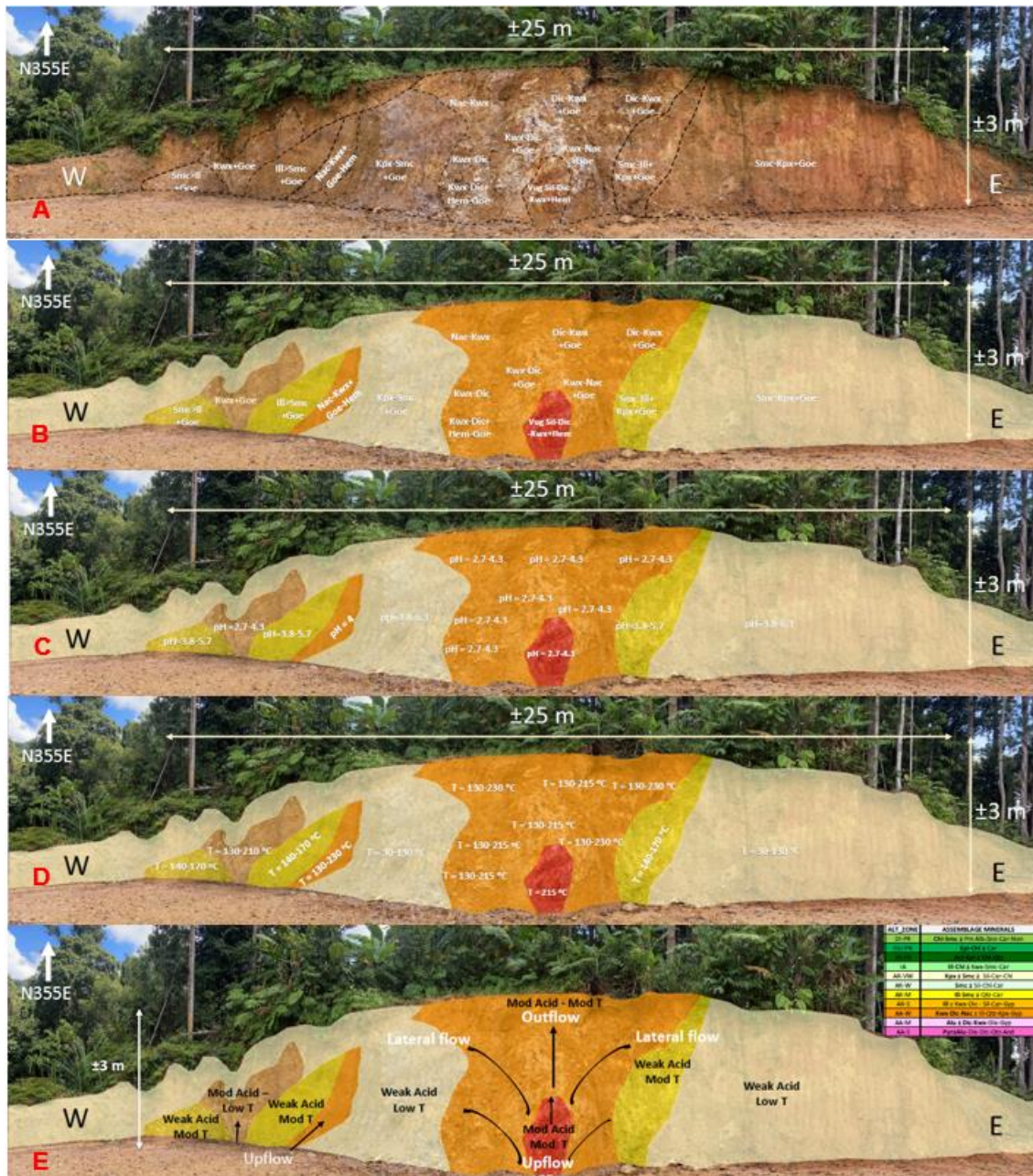
1. *Alunite Composition* atau (Alu 1485nm Position) adalah nilai komposisi dari mineral alunite yang teridentifikasi pada spektrum (nilai ini dilihat dari nilai gelombang OH yang memiliki nilai antara 1476-1495nm)
2. *Mica Composition* atau (Sericit w2200) adalah nilai komposisi dari mineral mika yang teridentifikasi pada spektrum (nilai ini dilihat dari nilai gelombang AIOH yang memiliki nilai antara 2180-2228nm).
3. *Chlorite Composition* atau (Chlorite w2250) adalah nilai komposisi mineral klorit yang teridentifikasi pada spektrum (nilai ini dapat dilihat dari gelombang FeOH yang memiliki nilai 2240-2270nm)
4. *Carbonate Composition* adalah nilai komposisi dari mineral karbonat yang teridentifikasi pada spektrum (nilai ini dapat dilihat dari nilai gelombang MgOH-Ca yang memiliki nilai 2300-2370nm).
5. *Kaolinite Crystalinite* atau Kalonite IX, Mica Crystalinity atau Sericite IX dan Illite-Smectite Tario adalah nilai kristalinitas dari mineral kaolinite, mika dan ratio interlayered illite dan smectite yang di ekstrak dari setiap spectral oleh perangkat lunak TSG.

Endapan Epitermal Daerah “X”

Prospek “X” merupakan salah satu lokasi mineralisasi emas milik PT Nusa Halmahera Minerals sebagai pemegang izin kontrak karya, yang secara administratif termasuk ke dalam Kabupaten Halmahera Utara,



Hasil interpretasi di lapangan dan hasil analisa ASD endapan epitermal sulfida rendah daerah “X” dibagi menjadi 4 zona alterasi berdasarkan distribusi mineralnya yaitu Argilik Lemah (*Smectite-kaolinite poor cristalinity + goethite*), Argilik Menengah (*Smectite – Illite + kaolinite poor cristalinity + goethite*), Argilik lanjut Lemah (*Kaolinite well cristalinity-dickite-goethite*), Argilik lanjut Menengah (*Vuggy silika-dickite-kaolinite well cristalinity + hematite*) suhu pembentukan larutan hidrotermal berada pada kisaran 130-215°C dengan tingkat keasaman cairan pH 2.7-6.3 dimana larutan akan semakin asam ketika berada di tengah *feeder zone* (Gambar 6).



Gambar 6. A. Mineral alterasi hasil interpretasi visual dan interpretasi ASD B. pembagian zona alterasi berdasarkan mineral alterasi C. pembagian lingkungan alterasi berdasarkan derajat keasaman (pH) D. pembagian lingkungan alterasi berdasarkan temperature pembentukan mineral alterasi. E. penentuan aliran fluida hidrotermal berdasarkan pembentukan mineral alterasi.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian yang dilakukan yaitu berdasarkan hasil interpretasi di lapangan dan hasil analisa analytical spectral devices (ASD) endapan epitermal sulfida rendah emas-perak pada daerah "X" dibagi 4 zona alterasi yang ditentukan dari distribusi mineral alterasi yaitu Argilik Lemah (*Smectite-kaolinite poor cristalinity + goethite*), Argilik Menengah (*Smectite – Illite + kaolinite poor cristalinity + goethite*), Argilik lanjut Lemah (*Kaolinite well crystallinity-dickite-goethite*), Argilik lanjut Menengah (*Vuggy silika-dickite-kaolinite well crystallinity + hematite*) suhu pembentukan larutan hidrotermal berada pada kisaran 130-215°C dengan tingkat keasaman cairan hydrothermal pH 2.7-6.3 dimana larutan akan semakin asam ketika berada di tengah zona alterasi atau *feeder zone*.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih kepada PT. Nusa Halmahera Minerals, rekan-rekan geologist di PT Puncakbaru Jayatama yang turut membantu dalam pengambilan dan pengolahan data ASD.

DAFTAR PUSTAKA

Jurnal:

- [1] Corbett, G. J., and Leach, T. M., Southwest Pacific Rim Gold Copper SYsteme: Structure, Alteration, and Mineralization. Short Course Manual. 1997.
- [2] Carlile, J.C., Davey, G.R., Kadir, I., Langmead, R.P., and Rafferty, W.J., 1998. *Discovery and exploration of the Gosowong epitermal gold deposit, Halmahera, Indonesia*. Journal of Geochemical Exploration. 1998; 60, pp. 207 – 227
- [3] Hauff, P.L., SPECMIN™ Mineral Identification System and Spectral Library, v. 1 and 2.: Arvada, Colorado, SpectralInternational, Inc.. 1993; 600 p.
- [4] Hauff, P.L., SPECMIN™ Mineral Identification System and Spectral Library, v. 1 and 2.: Arvada, Colorado, SpectralInternational, Inc. 1993; 600 p.
- [5] Hedenquist, J.W., Arribas, A., Exploration Implications of Multiple Formation Environments of Advanced Argillic Minerals, *Society of Economic Geology*. 2022; 17(3) pp 609-643.
- [6] Richards, T.H., and Basuki Dwi Priyono, M.D., Discovery of the Toguraci Epithermal Au-Ag Deposits, Gosowong Goldfield, Halmahera Island, East Indonesia. *Australasian Institute of Mining and Metallurgy Publication Series 5*. 2004; p. 359– 366
- [7] Hauff, PL, Applied reflectance spectroscopy Spectral International Incorporated, technical document to accompany spectral libraries and identification softwares. 2005.
- [8] Pontual, S., Spectral Analysis and its application to exploration and mining. 2007.
- [9] Thompson, A.J.B., Hauff, P.L., and Robitaille, A.J., Alteration Mapping in Exploration; Application of short wave infrared (SWIR) spectroscopy. *Society of Economic Geologist*, Newsletter, 39. 1999.
- [10] White, N.C. and Hedenquist, J.W., Epithermal Gold Deposits; Style, Characteristics and Exploration. SEG Newsletter. 1995; 23 pp 9-13.