

Perubahan batuan dinding yang berkaitan dengan pemineralan emas di Selinsing Gold Mine, Pahang

WAN FUAD WAN HASSAN, MOHD BASRIL ISWADI BASORI & IBRAHIM ABDULLAH

Program Geologi, Pusat Pengajian Sains Sekitaran dan Sumber Alam,
Fakulti Sains dan Teknologi, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 Bangi, Selangor, Malaysia

Abstrak— Selinsing Gold Mine yang terletak di barat laut Pahang, Semenanjung Malaysia merupakan lombong emas yang aktif dilombong hingga sekarang. Litologi kawasan ini terdiri daripada batuan sedimen dan batuan vulkanik termetamorf gred rendah sebahagian daripada batuan Formasi Gua Musang berusia Perm Akhir-Trias. Pemineralan emas kebanyakannya berlaku dalam telang kuarza yang memotong batuan induk dan berkaitan dengan jalur-jalur sesar dan zon ricih utama berarah hampir utara-selatan dan timurlaut-baratdaya. Mineral-mineral berasosiasi dengan emas dalam telang kuarza terdiri daripada pirit, arsenopirit, surihan kalkopirit, tetrahedrit dan sfalerit. Perubahan batuan dinding yang berlaku di Selinsing Gold Mine menunjukkan perkaitan secara langsung wujud antara larutan hidroterma, struktur, pembentukan telang kuarza dan pemineralan emas. Gabungan data cerapan lapangan, mineral ubahan yang hadir dan tren komposisi kimia mengenalpasti perubahan batuan dinding yang berkaitan dengan pemineralan emas terdiri daripada pensilisifikasian, pengargilitan dan penserisitan yang terjadi di sekitar zon telang kuarza dan zon sesar. Perubahan pensilisifikasian ditandai oleh hadirnya mineral kuarza sekunder dan sedikit serisit, menunjukkan pengurangan kandungan K_2O , Al_2O_3 , LOI, Fe_2O_3 dan peningkatan kandungan SiO_2 bersama Na_2O . Zon pengargilitan ditunjukkan oleh kehadiran mineral lempung seperti kaolinit, muskovit atau serisit dan kuarza serta peningkatan kandungan K_2O , Al_2O_3 , LOI bersama pengurangan SiO_2 . Perubahan penserisitan dicirikan oleh pembentukan mineral serisit dominan, mineral lempung, kuarza, klorit, karbon, sulfida dan surihan emas halus. Perubahan ini dicirikan oleh peningkatan kandungan K_2O , Al_2O_3 , LOI, Fe_2O_3 dan Mg, pengurangan sedikit kandungan Na_2O dan pengurangan mendadak SiO_2 .

Kata kunci: perubahan batuan dinding, Selinsing Gold Mine, pensilisifikasian, pengargilitan, penserisitan

Wall rock alteration related to gold mineralisation in Selinsing Gold Mine, Pahang

Abstract— Selinsing Gold Mine is an active gold mine located in northwest Pahang, Peninsular Malaysia. Lithology of the area consists of low-grade metamorphosed sedimentary and volcanic rocks of Gua Musang Formation of Late Permo-Triassic age. The gold mineralisation occurs in quartz veins that cut host rocks and are related to the N-S and NE-SW lateral faults and shear zones in the area. Minerals associated with gold are pyrite, arsenopyrite and traces of chalcopyrite, tetrahedrite and sphalerite. Wall rock alteration in Selinsing Gold Mine shows a direct relation with hydrothermal solution, structures, formation of quartz veins and gold mineralisation. Wall rock alterations related to mineralization are recognized from combined data from field observations, mineral alteration and trend of chemical compositions. They are silicification, sericitization and argillitization. Silicification is marked by the presence of secondary quartz and sericite, are characterized by a decrease in K_2O , Al_2O_3 , LOI, Fe_2O_3 and increase of SiO_2 , Na_2O . Argillic alteration is indicated by the development of clay minerals such as kaolinite, muscovite and quartz, accompanied by an increase in K_2O , Al_2O_3 , LOI, and a decrease in SiO_2 . Sericitization is characterized by the formation of sericite, clay minerals, quartz, chlorite, carbon, sulphides and minute traces of gold. This alteration is characterized by an increase of K_2O , Al_2O_3 , LOI, Fe_2O_3 and Mg, loss of Na_2O and abrupt losses of SiO_2 .

Keywords: wall rock alteration, Selinsing Gold Mine, silicification, argillitization, sericitization

PENDAHULUAN

Selinsing Gold Mine merupakan salah satu dari kawasan pemineralan emas di negeri Pahang yang berlaku dan tersebar meluas di jalur Tengah Semenanjung Malaysia. Kedudukannya adalah di bahagian barat laut Pahang, 5 kilometer ke arah baratdaya dari Kuala Medang (Rajah 1). Pemineralan emas di sini telah lama diketahui kewujudannya serta dilombong oleh banyak syarikat pelombong asing dan tempatan (Richardson, 1950; Martin 1995; Johnston, 1998). Pada masa sekarang, perlombongan emas aktif beroperasi dikendalikan oleh Syarikat Selinsing Mining Sdn. Bhd.

GEOLOGI

Maklumat geologi kawasan Selinsing Gold Mine adalah terhad, dan tulisan-tulisan terdahulu tentangnya terdapat dalam Richardson (1950); Lee et al. (1986); Chu et al. (1991); Gunn (1994); Pereira (1993). Umumnya, kedudukan kawasan kajian terletak pada sebaran batuan berusia Paleozoik Bawah-Mesozoik Atas di jalur Tengah dengan batuan berusia Permo-Trias merupakan jujukan batuan tersebar paling meluas. Penyelidikan lapangan mendapati litologi kawasan ini terdiri daripada unit berkapur (selang lapis syal-batu kapur hingga batu kapur masif), unit

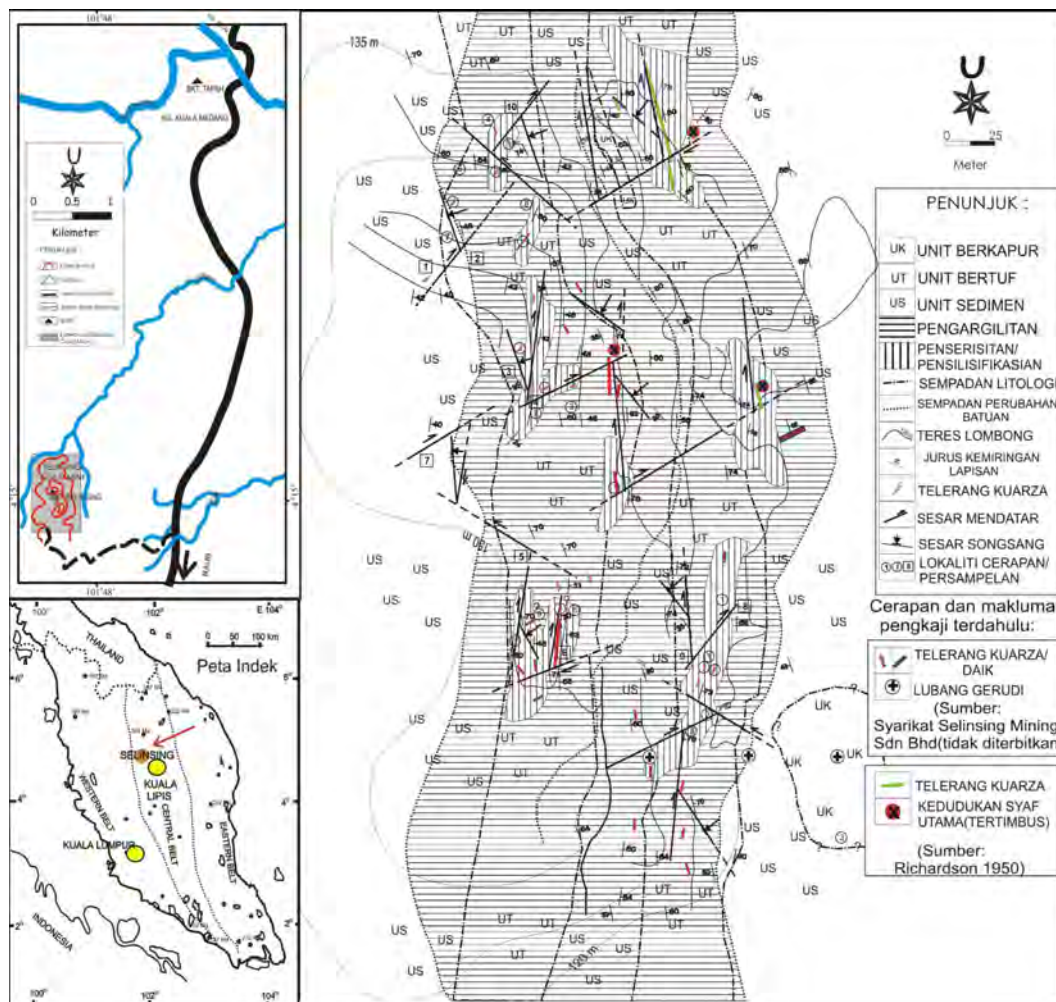
sedimen (syal, batu lempung, batu lodak) dan unit bertuf (selang lapis syal/ batu lodak bertuf, tuf litik-berpasir) yang telah mengalami metamorfisma gred rendah, hubungan antara ketiga-tiganya adalah selaras dan terbentuk dalam sekitaran pengendapan laut cetek. Perejahan granit atau batuan igneus berkemposisi asid dalam bentuk stok mahupun singkapan *insitu* tidak ditemui di kawasan lombong. Berdasarkan peta geologi Semenanjung Malaysia terbitan Jabatan Kajibumi Malaysia (Santokh, 1985), singkapan batolit granit berhampiran adalah granit aplit Bukit Tapah, terletak hampir 6 km dari kawasan kajian. Berdasarkan kepada korelasi, cirian jujukan unit batuan dan sekitaran pengendapan laut cetek yang mencirikan geologi kawasan kajian memperlihatkan persamaan dengan cirian jujukan unit batuan sama yang tersingkap di lokaliti-lokaliti tipikal sekitar Gua Musang, selatan Kelantan, yang telah diberikan penamaan formasi sebagai Formasi Gua Musang (Yin, 1965) berjulat usia dari Perm-Trias berdasarkan bukti penemuan fosil. Oleh itu, hasil kajian ini mencadangkan jujukan batuan yang membentuk geologi kawasan Selinsing Gold Mine adalah merupakan sebahagian daripada batuan Formasi Gua Musang berusia Perm-Trias.

Hasil cerapan lapangan mendapati pelapisan batuan yang terbentuk di Selinsing Gold Mine agak sekata, memperlihatkan arah jurus hampir utara-selatan dengan

kemiringan umumnya ke timur. Tiga arah sesar mendatar utama dikenalpasti berlaku iaitu sesar mendatar kanan berarah hampir utara hingga utara-timurlaut, sesar mendatar kanan hampir timur-timurlaut dan sesar mendatar kiri berarah hampir timur-barat. Selain daripada sesar mendatar, sesar songsang juga diperhatikan (Rajah 1). Umumnya, telerang kuarza terbentuk dengan mengisi bukaan sesuai samada pada foliasi batuan atau retakan pada zon sesar dan ricih, bersaiz daripada beberapa sentimeter hingga beberapa meter. Didapati tiga set utama telerang kuarza terbentuk di kawasan kajian iaitu berarah hampir utara-selatan, timur-timurlaut dan hampir baratlaut-tenggara. Kaitan antara telerang dengan sesar jelas ditunjukkan seperti arah telerang yang hampir selari dengan arah sesar dan ada telerang yang telah teranjak oleh sesar yang memotong telerang tersebut.

PEMINERALAN

Kajian pemineralan mendapati telerang kuarza adalah sumber bagi pemineralan emas di Selinsing Gold Mine. Pembentukan telerang kuarza adalah lewat kerana ia memotong jujukan batuan induk dan mengisi struktur bukaan yang berkaitan dengan jalur-jalur sesar dan zon ricih, terutamanya berarah hampir utara-selatan dan timur-laut-baratdaya. Pemineralan emas di Selinsing Gold Mine



Rajah 1: Petak kedudukan Selinsing Gold Mine di barat laut Pahang, pada jalur Tengah Semenanjung Malaysia (kiri) dan peta perubahan batuan dinding yang menunjukkan zon-zon penserisitan/ pensilifikasian dan pengargilitan, struktur-struktur geologi dan sebaran unit litologi di Selinsing Gold Mine (kanan).

berumahan batuan sedimen dan kelihatan tidak berkaitan secara langsung dengan rejahan granit kerana jaraknya dengan granit terdekat ialah 6 km.

Mineral yang berasosiasi bersama emas dalam telerang kuarza terdiri daripada pirit, arsenopirit, surihan kalkopirit, tetrahedrit dan sfalerit. Surihan syilit, goetit, karbonat, karbon dan muskovit juga hadir sebagai mineral reja (Mohd Basril Iswadi Basori *et al.*, 2006). Emas wujud sebagai bintik-bintik halus boleh diperhatikan di lapangan. Ia mengablur bebas mengisi retakan dalam telerang kuarza berkarbonat atau dalam bahan berkarbon. Berdasarkan analisis irisan gilap, emas biasanya dijumpai mengablur dengan mineral sulfida terutamanya arsenopirit dan pada sesetengah tempat bersama sfalerit (Mohd Basril Iswadi Basori *et al.*, 2006).

Kebiasaannya, konsentrasi emas (Au) bermakna dalam telerang kuarza dan batuan dinding mengalami pengkayaan unsur surih As dengan sedikit unsur Ag, Cu, Pb dan Zn. Berdasarkan bukti terkini, pemineralan emas di kawasan Selinsing dikelaskan sebagai jenis telerang kuarza sulfida kaya karbon atau karbonat, Au berhubungan kuat dengan As dan berlaku pada zon sesar dan zon ricih.

PERUBAHAN BATUAN DINDING

Kajian lapangan mendapati perubahan batuan yang terjadi di kawasan Selinsing amnya melibatkan jujukan batuan induk termetamorf terutamanya berdekatan dengan struktur pemineralan iaitu di sekitar zon telerang kuarza dan zon sesar yang berarah hampir utara-selatan dan timurlaut-baratdaya. Batuan perumah berubah biasanya memperlihatkan peningkatan kekuatan ricihan atau breksiasi, perubahan warna dan tekstur berbanding batuan perumah segar. Selain itu, pengabluran mineral pirit yang tertabur berselerak pada batuan dinding berubah juga mengiringi perubahan batuan yang berlaku.

Berdasarkan gabungan data kajian lapangan, mineral ubahan yang hadir dan tren komposisi kimia, perubahan batuan dinding yang terjadi di kawasan Selinsing dikenalpasti terdiri daripada perubahan jenis pensilifikasian, pengargilitan dan penserisitan yang dominan terjadi di sekitar zon telerang kuarza dan zon sesar.

Pensilifikasian

Di lapangan perubahan pensilifikasian didapati dominan terjadi di sekitar zon telerang kuarza dan zon sesar (Rajah 1). Zon perubahan ini amnya tidak meluas dan berketebalan antara beberapa cm hingga hampir 3 meter. Ciri ini ditunjukkan dengan perubahan hampir separuh isipadu batuan yang menyebabkan tekstur batuan asal sudah tidak kelihatan. Warna batuan berubah pula biasanya daripada putih kotor hingga putih kekuningan dan bersifat keras serta rapuh (Rajah 2).

Keratan nipis sampel perubahan jelas menunjukkan tekstur batuan berubah didominasi oleh pengabluran mineral kuarza sekunder dan sedikit serisit (Rajah 3). Berdasarkan hasil analisis XRD beberapa sampel perubahan pensilifikasian di sekitar zon telerang kuarza dan jalur

sesar mendapati mineral ubahan yang biasanya hadir terdiri daripada kuarza sekunder dan muskovit-serisit (Rajah 4). Selain itu, kehadiran mineral pirit, arsenopirit dan surihan klorit juga dicerap.

Tren komposisi kimia unsur major perubahan pensilifikasian menunjukkan pengurangan kandungan K_2O , Al_2O_3 , LOI, Fe_2O_3 dengan peningkatan nilai kandungan SiO_2 dan Na_2O yang melebar hingga hampir 3 m dari zon telerang kuarza dan zon sesar (Rajah 10). Berdasarkan cirian yang diperlihatkan, perubahan batuan ini menunjukkan berlakunya pensilifikasian iaitu perubahan yang melibatkan peningkatan kadar kuarza berbanding mineral lain dalam batuan berubah (Meyer & Hemley, 1967).

Pengargilitan

Perubahan pengargilitan didapati terjadi meluas pada zon telerang dan zon sesar terutamanya pada zon berlakunya pengisian telerang stokwork. Umumnya, perubahan pengargilitan terjadi di zon luar selepas perubahan pensilifikasian (Rajah 1) secara beransur-ansur atau saling bertindan di sesetengah tempat. Perubahan batuan yang berlaku mengubah tekstur batuan asal menjadi sebahagian mineral lempung dan bersifat masif. Selain itu, warna ubahan daripada putih kekuningan hingga putih kemerahan diperlihatkan (Rajah 5). Pirit merupakan mineral sulfida yang nampak mengablur berselerak dalam zon perubahan batuan ini.

Analisis keratan nipis jelas menunjukkan berlakunya penggantian mineral feldspar kepada dominan mineral lempung, serisit dan sedikit kuarza (Rajah 6). Beberapa analisis XRD bagi sampel perubahan batuan ini menunjukkan kehadiran mineral lempung seperti kaolinit, sedikit muskovit atau serisit dan kuarza sebagai mineral hasil ubahan (Rajah 7). Sementara itu, tren komposisi kimia ditunjukkan oleh peningkatan kandungan unsur major K_2O , Al_2O_3 dan LOI relatif dengan penurunan SiO_2 . Komposisi unsur major lain umumnya tidak menunjukkan perbezaan ketara atau hanya mengalami sedikit tren perubahan (Rajah 10).

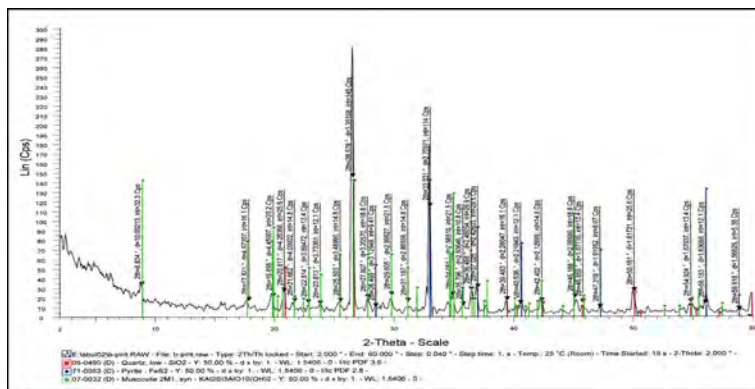
Merujuk kepada pengelasan jenis perubahan batuan oleh Meyer & Hemley (1967) dan Rose & Burt (1979), perubahan batuan ini merupakan perubahan jenis pengargilitan iaitu perubahan batuan yang cirian utamanya adalah hadir dalam jumlah bermakna atau dominan mineral lempung (kaolinit, monmorilonit).

Penserisitan

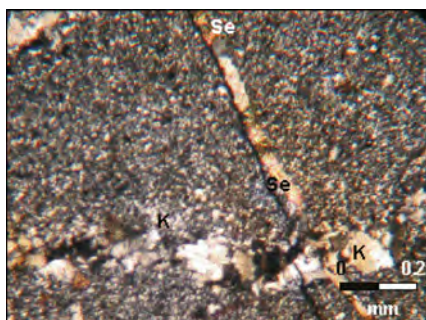
Perubahan penserisitan merupakan zon perubahan sempit bersaiz dari beberapa mm hingga puluhan cm yang dikenalpasti terjadi terutamanya pada sempadan telerang kuarza dan mengisi retakan dalam telerang kuarza (Rajah 8). Melalui keratan nipis, mineral yang dicamkan hadir dalam zon perubahan ini terdiri daripada mineral serisit dominan, mineral lempung, kuarza, sulfida (Rajah 9), klorit, karbon, dan pada sesetengah sampel surihan emas halus. Mineral yang hadir pada zon perubahan penserisitan berdasarkan analisis XRD terdiri daripada kuarza sekunder, muskovit atau serisit, klorit dan hidrobiotit. Selain itu, mineral arsenopirit,



Rajah 2: Perubahan batuan jenis pensilisifikasian di sisi telerang kuarza yang telah mengubah hampir separuh isipadu dan tekstur batuan.



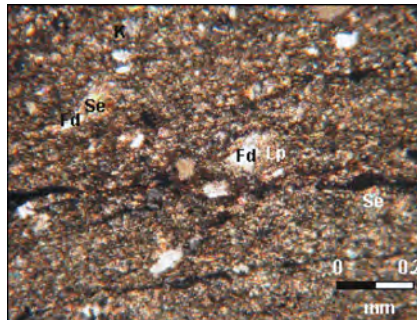
Rajah 4: Hasil analisis XRD menunjukkan mineral kuarza sekunder, muskovit dan pirit hadir sebagai mineral ubahan dalam sampel perubahan pensilisifikasian.



Rajah 3: Keratan nipis menunjukkan penghabluran mineral kuarza sekunder (K) dan serisit (Se) dalam zon perubahan pensilisifikasian.



Rajah 5: Perubahan batuan jenis pengargilitan (anak panah) yang terjadi di sekitar zon telerang kuarza (QZ) dan mengubah tekstur batuan asal menjadi sebahagian mineral lempung serta bersifat masif.



Rajah 6: Keratan nipis menunjukkan penggantian mineral feldspar (Fd) kepada penggantian mineral lempung (Lp) dan serisit (Se) dan zon perubahan pengargilitan.

pirit dan mikroklin juga hadir dalam zon perubahan ini. Tren komposisi kimia unsur major perubahan ini menunjukkan peningkatan kandungan K_2O , Al_2O_3 , LOI, Fe_2O_3 dan sedikit Mg, pengurangan sedikit kandungan Na_2O dan pengurangan mendadak SiO_2 (Rajah 10).

Berdasarkan cirian umum mineral ubahan yang hadir akibat penggantian dan tren komposisi kimia, perubahan ini menunjukkan berlakunya perubahan jenis penserisitan iaitu perubahan batuan yang didominasi oleh hadirnya mineral serisit, kuarza dan pirit (Meyer & Hemley, 1967) akibat kemasukan K dan H_2O dalam batuan terubah dan penyingkiran atau pemindahan SiO_2 , Fe dan Ca (Hemley & Jones, 1964).

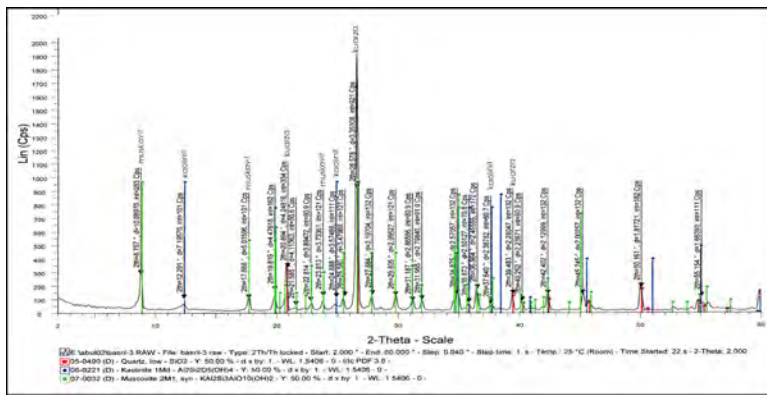
PERBINCANGAN

Perubahan batuan dinding yang terjadi jelas menunjukkan berlaku interaksi antara larutan hidroterma dengan batuan dinding disebabkan oleh pembentukan zon sesar dan zon telerang kuarza di Selinsing Gold Mine. Berdasarkan gabungan data mineral ubahan yang hadir dan perubahan tren komposisi kimia, perubahan batuan dinding yang berkaitan dengan pemineralan emas di Selinsing Gold Mine terdiri daripada perubahan jenis pensilisifikasian, pengargilitan dan

penserisitan yang dominan terjadi di sekitar zon telerang kuarza dan zon sesar. Pengezonan perubahan batuan umumnya bersifat simetri dibuat oleh penserisitan lemah dan pensilisifikasian sederhana pada bahagian dalam dengan bahagian luar adalah zon pengargilitan.

Perubahan kepada warna tertentu oleh tingkat perubahan batuan dinding yang terjadi di Selinsing Gold Mine adalah akibat kehadiran mineral ubahan tertentu yang umumnya terdiri daripada serisit, karbonat, karbon, klorit dan mineral sulfida. Cirian ini secara perbandingan memperlihatkan kesamaan dengan cirian perubahan batuan dinding pada kawasan pemineralan emas mesoterma di Reefton, New Zealand yang dicirikan oleh pelunturan warna, pembentukan K-mika sekunder, karbonat, klorit dan mineral-mineral sulfida (Christie & Brathwaite, 1998).

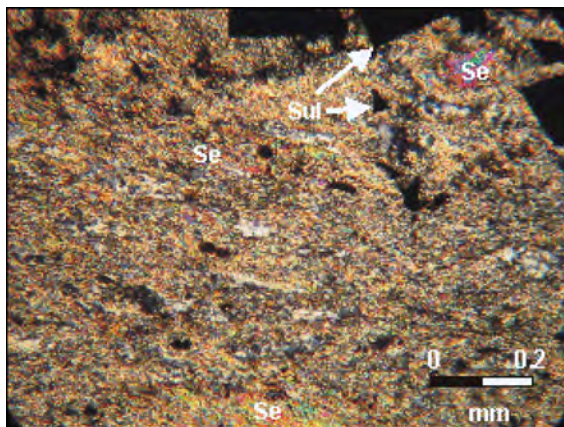
Selain daripada itu, perubahan tren komposisi kimia dalam zon perubahan batuan dinding yang terjadi di Selinsing Gold juga memperlihatkan cirian yang hampir sama dengan tren geokimia perubahan batuan dinding kawasan pemineralan emas mesoterma di Victoria, Australia. Penyebaran K_2O , As, Au daripada larutan hidroterma dan perlepasan SiO_2 , NaO, Fe_2O_3 , dan MgO daripada batuan dinding serta pengayaan H_2O , CO_2 dan S akibat pembentukan mineral-mineral ubahan seperti pirit, karbonat dan karbon



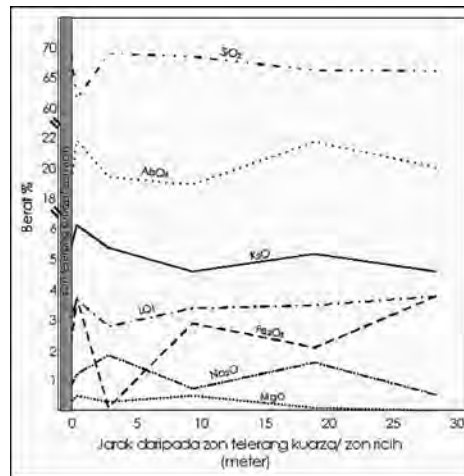
Rajah 7: Hasil analisis XRD perubahan pengargilitan menunjukkan mineral lempung(kaolinit) hadir dominan, muskovit dan sedikit kuarza.



Rajah 8: Perubahan batuan jenis penserisitan yang terjadi pada sisi telorang di zon ricih.



Rajah 9: Keratan nipis perubahan batuan yang didominasi oleh mineral serisit(Se) dan mineral sulfida(Sul).



Rajah 10: Tren komposisi kimia unsur major hasil analisis XRF. Perubahan tren kimia jelas dilihat bermula pada telorang kuarza di sebelah kiri lalu meningkat atau menurun apabila menjauhi telorang ke kanan.

dalam perubahan batuan dinding di Selinsing Gold Mine bersesuaian dengan tren geokimia umum oleh pengayaan kandungan K, CO₂, S dan As dan pengurangan Na dan SiO₂ dalam zon perubahan dinding berkaitan dengan pemineralan emas mesoterma di Victoria, Australia (Bierlien *et al.*, 1998).

KESIMPULAN

Berdasarkan kepada persamaan cirian perubahan batuan dinding jenis penserisifikasian, pengargilitan dan penserisitan yang terjadi di Selinsing Gold Mine dengan kawasan-kawasan pemineralan emas mesoterma, maka pemineralan emas dan perubahan batuan dinding yang terjadi di Selinsing Gold jelas merupakan jenis mesoterma. Selanjutnya, berdasarkan kepada hasil kajian bendalir terkepung oleh Wan Fuad Wan Hassan & Heru Sigit Purwanto (2002), pemineralan emas mesoterma di Selinsing Gold Mine dicadangkan terbentuk pada kedalaman antara 100-850 meter, pada suhu 150-290°C dengan kemasinan 0.5-1.1 wt%. Mengikut pengelasan longgokan bijih emas hidroterma seperti dicadangkan oleh Groves *et al.* (1998), pemineralan emas di Selinsing boleh dimasukkan ke dalam kumpulan emas orogeni epizon memandangkan kedalamannya kurang daripada 6 km.

PENGHARGAAN

Penulis ingin merakamkan ucapan terima kasih kepada En. Zaidi Harun, Pengurus Selinsing Mining Sdn. Bhd dan semua kakitangan atas kerjasama yang diberikan semasa penyelidikan ini dilakukan. Penyelidikan ini ditaja oleh Kementerian Sains, Teknologi dan Inovasi (MOSTI) melalui Skim Biasiswa Pasca Siswazah UKM.

REFERENCES / RUJUKAN

- Bierlien, F.P., Fuller, T., Stuwe, K., Arne, D. A., & Keays, R.R., 1998. Wallrock alteration associated with turbidite-hosted gold deposits. Example from the Paleozoic Lachlan Fold Belt in central Victoria, Australia. *Ore Geology Reviews*, 13, 345-380.
- Chu, L.H., Abdul Halim Hamzah, Mior Sallehuddin Mior Jadid, Mohd Azmer Ashari, Mohd Sidi Daud, Mohd Zukeri Abdul Ghani. 1991. The gold potential of North Pahang Darul Makmur, Peninsular Malaysia—Findings of a regional geochemical survey. *Geol. Survey of Malaysia. Regional Mineral Exploration Project Report EMR 01/ 1991*.
- Christie, A. B. & Brathwaite, R. L. 1998. Hydrothermal alteration in the Reef-ton Goldfield: preliminary. *Proceeding of the 31st annual conference 1998, Australasian Institute of Mining and Metallurgy, New Zealand Branch*, pp. 60-76.
- Groves, D.I., Goldfarb, R.J. Gebre Mariam, M. Hagemann S.G. & Robert, F., 1998. Orogenic gold deposits: A proposed classification in the context of their crustal distribution and

- relationship to other good deposits. *Ore Geology Review*, 13, 7-27
- Gunn, A.G. 1994. Gold Sub Programme Final Report: Summary, conclusions and recommendations. Geological Survey of Malaysia and British Geological Survey.
- Hemley, J. J. & Jones, W. R. 1964. Chemical aspects of hydrothermal alteration with emphasis on hydrogen metasomatism. *Economic Geology*, 59, 538-539.
- Johnston, G.G. 1998. Selinsing gold project, Pahang Darul Makmur, Malaysia: Ore resource statement. Unpublished Report, Syarikat Selinsing Mining Sdn. Bhd.
- Lee, A. K., Foo, K. Y. & Ong, W. S. 1986. Gold mineralization and prospects in North Pahang Darul Makmur, Peninsular Malaysia. Geological Survey Department Malaysia.
- Martin, I.D. 1995. Preliminary Investigation Bumi-E-Mas Gold Mine, Bukit Selinsing Pahang Utara, Malaysia. Unpublished Report, Syarikat Selinsing Mining Sdn. Bhd.
- Meyer, C. & Hemley, J. J. 1967. Wall rock alteration. In: Barnes, H. L. (ed.) *Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposits*. New York, Holt, Rinehart and Winston.
- Mohd Basril Iswadi Basori, Wan Fuad Wan Hassan & Ibrahim Abdullah. 2006. Mineralogy of gold mineralization at Selinsing Gold Mine, Pahang. *Persidangan Bersama Geosains UKM-ITB 2006*, pp. 175-177 (in Malay).
- Pereira, J.J. 1993. Geology, mining and tailing characteristics of the Selinsing Gold Mine, Pahang: a preliminary study. *Warta Geologi*, 19(2), 35-41.
- Richardson, J. A. 1950. The geology and mineral resources of neighbourhood of Chegar Perah and Merapoh, Pahang. Geological Survey Department of Malaysia, Memoir 4.
- Rose, A. W. & Burt, D. M. 1979. Hydrothermal alteration. In: Barnes, H. L. (ed.) *Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposits* (2nd Edition). New York, Wiley, pp. 175-235.
- Santokh, D. S. 1985. Geological Map of Peninsular Malaysia. Geological Survey Department Malaysia. Scale 1:500,000.
- Wan Fuad Wan Hassan & Heru Sigit Purwanto. 2002. Type deposits of primary gold mineralization in the Central Belt of Peninsular Malaysia. *Proceedings Annual Geological Conference 2002*. pp. 111-115.
- Yin, E. H. 1965. Progress report on Geological survey work done in the area of sheet 45 in South Kelantan. Geological Survey Department Malaysia.

Manuscript received 10 April 2007
Revised manuscript received 10 July 2007