

Tembaga Porfiri di Pelepah Kanan, Kota Tinggi, Johor

WAN FUAD WAN HASSAN, HERU SIGIT PURWANTO & ADONG LAMING

Program Geologi, Fakulti Sains dan Teknologi
Universiti Kebangsaan Malaysia
43600 Bangi, Selangor

Abstrak

Permineralan besi skarn dan timah di Pelepah Kanan, Johor cukup terkenal dan mendapat perhatian banyak pengkaji. Litologi kawasan tersebut terdiri daripada batuan metasedimen (hornfels kalka-silikat) berusia Perm Akhir yang direjahi granit serta mikrogranit berusia Trias Akhir. Struktur utama di kawasan ini ialah sistem sesar mengarah N140°E/80° dan N300°E/80°, yang mengawal rejahan igneus dan telerang kuarza. Daripada kajian ini, selain daripada mineral-mineral besi-skarn dan timah, terdapat juga mineral-mineral tembaga primer dan sekunder yang terbentuk selepas permineralan besi-timah, yang dikaitkan dengan rejahan mikrogranit. Perubahan batuan dinding iaitu pensilisifikasian, penargilitan dan pempropilitan juga dikenalpasti berkaitan dengan permineralan tembaga ini. Kajian geokimia dan unsur surih menunjukkan batuan igneus kawasan kajian berkaitan dengan subduksi. Berdasarkan maklumat-maklumat tersebut, maka dibuat kesimpulan bahawa selain daripada mengandungi besi dan timah, Pelepah Kanan juga adalah kawasan permineralan tembaga porfiri.

Porphyry Copper of Pelepah Kanan, Kota Tinggi, Johor

Abstract

The skarn-iron and tin mineralization of Pelepah Kanan, Johor is well known and have been studied by many workers. The lithology of the area consists of metasedimentary rocks (calc-silicate hornfels) of Late Permian age which is intruded by Late Triassic granite and microgranite. The major structure in the area is a fault system trending N140°E/80° and N300°E/80° that controls the igneous intrusions and the quartz veins. Besides the skarn-iron and tin minerals, primary and secondary copper minerals formed after the iron-tin mineralization, have been recorded and related to the microgranite intrusion. Wall-rock alterations such as silicification, argillic and propylitic alterations were observed associated with the copper mineralization. Geochemical and trace element studies indicate that the igneous rocks of the area are related to a former subduction zone. From the data gathered it is concluded that apart from the well-known iron-tin mineralization, Pelepah Kanan is also an area of porphyry copper mineralization.

PENDAHULUAN

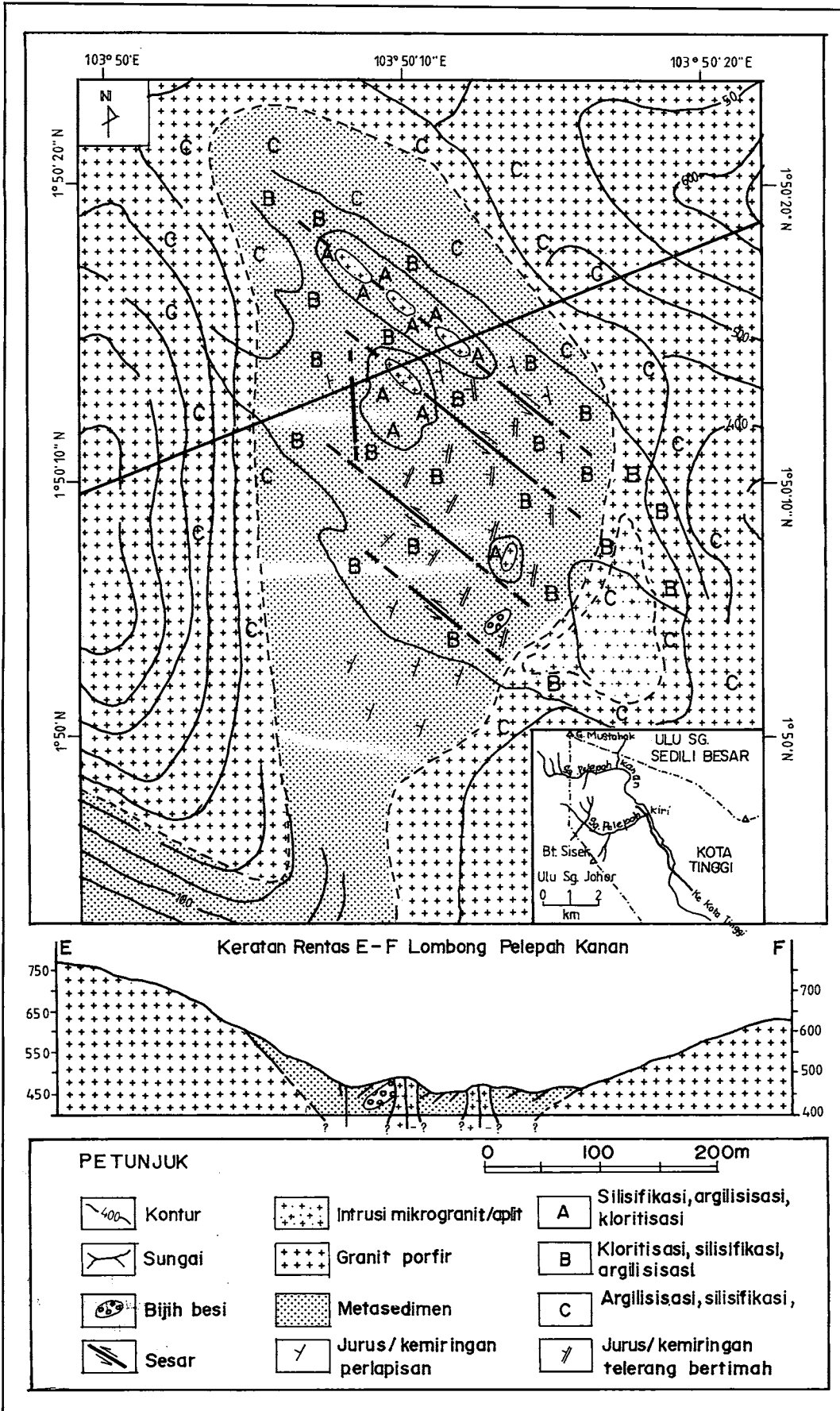
Pelepah Kanan kira-kira 10 km ke barat daya Kota Tinggi Johor Baru merupakan kawasan lombong bijih besi dan timah yang sudah dikerjakan sejak zaman Jepun lagi. Geologi kewujudan longgokan bijih besi di kawasan tersebut sudah banyak dikaji, antaranya oleh Grubb & Hannaford (1966), Bean (1969), Ganesan (1969) dan Yeap (1982). Hasil penyelidikan terdahulu menyebut bahawa kawasan tersebut merupakan longgokan Fe-Sn skarn berdasarkan mineral-mineral magnetit, kasiterit, fluorit dan suit skarn (Yeap, 1982).

Dalam sampel yang dipungut semasa kerja lapangan di Pelepah Kanan baru-baru ini, kami mendapati kehadiran mineral-mineral tembaga dalam jumlah yang bermakna, yang tidak dilaporkan oleh penyelidik terdahulu. Kajian dilakukan dengan menggunakan pembelauan sinar-X (XRD) dan irisan gilap bagi penentuan mineral-mineral berserta analisis unsur-unsur major dan surih dengan

mengguna kaedah-kaedah pendarflur sinar-X (XRF) dan spektroskopi serapan atom (AAS). Setelah dilakukan kajian kami mendapati suatu maklumat baru yang difikirkan berguna untuk kemukakan kepada pembaca sekalian.

GEOLOGI KAWASAN PELEPAH KANAN

Geologi kawasan Pelepah Kanan (Rajah 1) terdiri daripada batuan metasedimen, iaitu hornfels kalka-silikat yang merupakan sebahagian daripada metasedimen Sisek, berusia Perm Akhir. Lapisan metasedimen direjahi oleh granit dan mikrogranit Trias Bawah (Yeap, 1982). Tonjolan mikrogranit di sini mempunyai tekstur porfiri dengan fenokris terdiri terutamanya daripada feldspar. Struktur Geologi kawasan Pelepah Kanan terdiri daripada sistem sesar yang mengarah N140°E/80°, N300°E/80° dan kekar dengan arah N120°E, N045°E, N180°E dan N260°E. Struktur sesar geser kiri dengan kedudukan N 120°E/85° dan zon ricih N 165°E mengawal kawasan di sini.



Rajah 1: Peta geologi kawasan lombong Pelepah Kanan, Kota Tinggi, Johor

PERMINERALAN DI PELEPAH KANAN

Permineralan besi dan timah telah diperkatakan oleh penulis-penulis terdahulu dan dalam kertas ini kami tidak membincangkannya kerana kami akan mengkhusus kepada permineralan tembaga. Berdasarkan cerapan lapangan dapat dilihat tompok-tompok kehijauan yang agak luas mengandungi mineral tembaga sekunder pada jasad bijih besi. Cerapan terperinci menunjukkan mineral-mineral tembaga ini mengisi rekahan dan memotong jasad bijih besi. Kajian pada contoh tangan dan irisan gilap serta XRD menunjukkan mineral-mineral yang terdapat terdiri daripada bornit, kalkopirit, pirit, sfalerit, selain daripada magnetit, kasiterit, arsenopirit dan mineral-mineral sekunder iaitu kovelit, malakit, kalkosit di samping mineral bijih besi hematit dan limonit.

Mineral tembaga sekunder iaitu malakit amat kelihatan di lapangan manakala yang lain dicerap melalui mikroskop. Kebanyakan magnetit mengalami perubahan kepada hematit walaupun bentuk hablur asalnya masih kekal, menyebabkan daya tarikan magnetnya tidak lagi kuat.

Cerapan pada irisan gilap menunjukkan daripada bentuk tinggalan (*relict texture*) hablur, magnetit adalah mineral bijih terawal. Terdapat juga magnetit fasa lewat, yang kelihatan menghablur semula pada permukaan magnetit awal. Kalkopirit dan bornit adalah mineral lewat kerana sering menghakis magnetit. Bornit dilihat terubah kepada kalkosit. Arsenopirit adalah mineral awal, kerana terdapat pertumbuhan bersama magnetit (Fotograf 1)

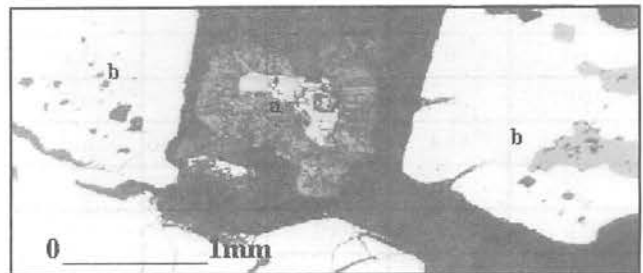
Pengamatan lainnya menunjukkan adanya kepungan mineral magnetit dalam arsenopirit dan kalkopirit yang mengalami perubahan menjadi kovelit yang berwarna biru cerah (Fotograf 2). Pada cerapan selanjutnya dilihat mineral magnetit terkepung di dalam kalkosit yang terhasil akibat perubahan daripada bornit. Berdasarkan hal tersebut terbukti bahawa magnetit hadir lebih dulu daripada bornit (Fotograf 3), manakala mineral-mineral tembaga umumnya terbentuk lewat.

PERUBAHAN BATUAN DINDING

Perubahan batuan dinding kawasan ini dapat dikenali dan dibahagikan kepada zon-zon perubahan berdasarkan himpunan mineral sekundernya. Berdasarkan cerapan lapangan terlihat sebahagian besar batuan asal mengalami perubahan penargilitan, berwarna putih, putih kemerahan dan putih kekuningan. Perubahan pensilisifikasian dan prepropilititan yang terdapat di zon-zon berdekatan rejanan. Melalui pengamatan pada irisan nipis dapat dilihat perubahan di sekitar telang kuarza ke arah luar adalah kuarza, mineral lempung dan klorit. Pada contoh tangan juga dapat dilihat urutan dari pensilisifikasian kepada penkloritan, dengan ditandai hadirnya mineral klorit. Pada batuan rejanan mikrogranit terlihat di lapangan sebahagian besar terubah mengalami penkloritan, dan dapat dilihat pada irisan nipis mineral plagioklas, ortoklas, biotit, terubah menjadi klorit. Analisis XRD menunjukkan hadirnya

mineral lempung seperti ilit dan montmorilonit. Terdapat mineral kalsedoni (putih keruh) biasanya hadir pada telang kuarza. Zon perubahan yang dominan di Pelepah Kanan, pertama adalah zon kuarza – kalsedoni yang disebut sebagai zon pensilisifikasian, yang berhubungan erat dengan hadirnya telang kuarza dan zon gerusan (*sheared zone*) dan kawasan rejanan, jadi tidak terlalu luas (Rajah 1). Pada zon pensilisifikasian juga terdapat mineral feldspar, limonit, lempung (*weakly argillic*), secara am berwarna putih, putih kemerahan, di beberapa tempat terdapat struktur sikat (*comb structures*) dengan tekstur koliform. Mineral-mineral primer yang hadir pada zon ini adalah kuarza, pirit, kalkopirit, hematit, magnetit, kasiterit, bornit dan sfalerit.

Zon kedua adalah ditandai dengan hadirnya mineral lempung-serisit-kuarza-feldspar yang disebut sebagai zon penargilitan, dicirikan dengan hadirnya mineral lempung yang dominan seperti ilit dan montmorilonit. Pada zon



Fotograf 1: Kenampakan irisan gilap, (a) kalkopirit terbentuk di rekahan arsenopirit bersama kuarza dan magnetit, (b) magnetit dan kuarza menginklusi arsenopirit.



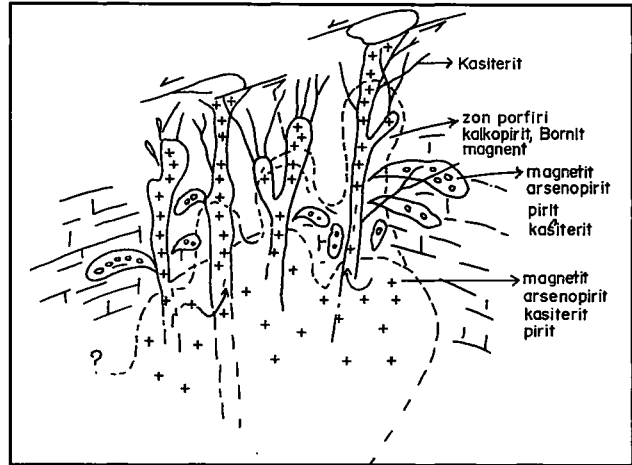
Fotograf 2: Kenampakan irisan gilap, (a) arsenopirit terhablur semula, (b) magnetit tumbuh bersama arsenopirit, (c) kalkopirit tumbuh terakhir masuk diantara rekahan dan (d) kalkosit (ubahan kalkopirit) masuk pada rekahan arsenopirit.



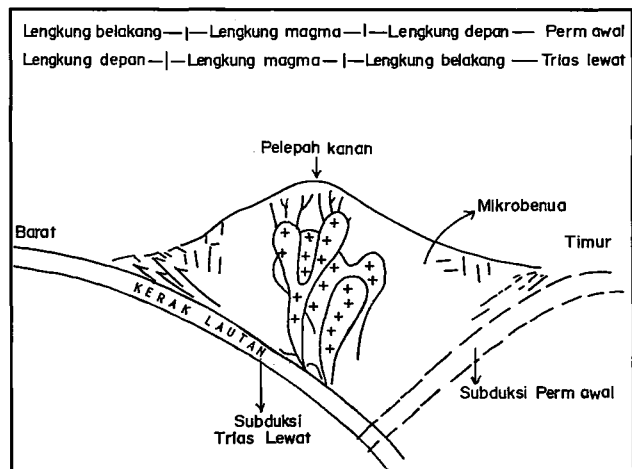
Fotograf 3: Kenampakan irisan gilap, (a) magnetit bersentuhan dengan bornit, (b) adanya perbedaan suhu, menyebabkan bornit mudah berubah menjadi kalkopirit di batassentuhan.

Jadual 1: Kandungan unsur-unsur surih dalam sampel bijih/telerang Pelepah Kanan. *Analisis mengguna kaedah AAS dengan relau grafit. bdl:Di bawah had pengesanan; PK4:Telerang bermineral; PK5:Metasedimen dinding; PK13:Bijih besi; PK14:Bijih tembaga.

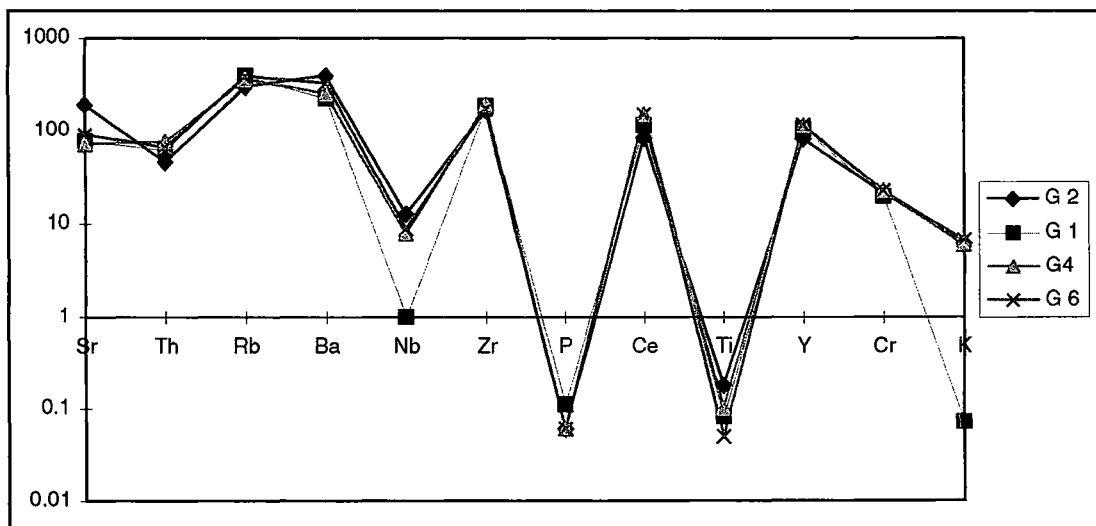
Unsur	Nombor Sampel			
	PK4 (ppm)	PK5 (ppm)	PK13 (ppm)	PK14 (ppm)
As	48	24	142	187
Au*	0.45	0.23	0.08	0.15
Ag	8.29	33.62	5.55	75.65
Ce	87	84	bdl	bdl
Co	38	73	75	84
Cr	32	55	29	40
Cu	270	2,010	60	42,830
Ga	42	7	68	bdl
Hf	0	4	bdl	39
Pb	70	32	457	39
Rb	154	17	211	bdl
Sr	91	103	66	55
Th	37	19	bdl	72
U	5	5	6	3
V	13	63	5	8
Y	21	7	bdl	bdl
Zn	809	1107	295	189



Rajah 2: Gambaran perletakan permineralan besi-skarn, timah dan tembaga porfiri di Pelepah Kanan.



Rajah 3: Gambaran kedudukan tektonik kawasan Pelepah Kanan.



Rajah 4: Spiderdiagram unsur-unsur surih dalam batuan igneus menunjukkan Sr, Th, Rb dan Zr relatif tinggi dan Nb rendah, ditafsirkan kawasan Pelepah Kanan merupakan kawasan zon subduksi.

perubahan ini terdapat sedikit mineral klorit (*moderately propylitic*) dan sedikit mineral sekunder kuarza (*weak silicification*). Warna zon penargilitan ini secara am ialah putih kotor, keabu-abuan dan putih kekuningan, menempati kawasan yang agak luas kerana berhubungan erat dengan luhawa. Mineral-mineral primer yang hadir di antaranya pirit, kuarza, hematit, magnetit dan kasiterit.

Zon perubahan ketiga di Pelepah Kanan adalah zon mineral klorit-karbonat-epidot yang disebut dengan zon propilitik. Zon perubahan ini dicirikan dengan hadirnya mineral klorit dan karbonat. Juga hadir sedikit kuarza serta mineral-mineral lempung, feldspar dan serisit. Mineral-mineral bijih yang hadir lainnya adalah bornit, kalkopirit, pirit, hematit dan magnetit. Zon perubahan pempropilititan pada amnya berwarna abu kehijauan, sebahagian besar menempati bahagian luar kawasan ini. Kehadiran klorit dan karbonat yang biasanya terkumpul menjadi telang kalsit menunjukkan bahwa pH bendalir mendekati neutral (Corbett dan Leach 1995).

JENIS LONGGOKAN

Empat contoh batuan dan bijih telah dianalisis mengguna kaedah AAS (Jadual 1) menunjukkan adanya surihan kandungan Au dan Ag. Sampel batuan telang (PK 4) menunjukkan surihan Au tertinggi dengan 0.45 ppm Au dan 8.29 ppm Ag. Kandungan Ag tertinggi iaitu 75.65 ppm, dan As tertinggi iaitu 187 ppm terdapat dalam sampel bijih tembaga (PK 14). Sampel-sampel tersebut juga telah dianalisis secara XRF dan mendapati unsur Cu yang paling tinggi adalah 4.28 % (PK 14). Kemudian 6 contoh sampel dianalisis secara XRD, menunjukkan mineral-mineral bijih terdiri daripada kalkopirit, bornit, magnetit, arsenopirit, dan mineral sekundernya kovelit, kalkosit, dan hematit.

Berasaskan hasil analisis unsur Au, Cu, Ag, Pb, Zn dan As dengan hasil Cu yang tinggi serta analisis irisan gilap dan irisan nipis yang menunjukkan kehadiran mineral-mineral tembaga yang pada amnya terdapat pada jalur rejahan mikrogranit, dan adanya zon-zon perubahan batuan dinding maka permineralan di sini dapat di masukkan ke dalam kumpulan tembaga porfiri (Corbett dan Leach, 1995). Maka disimpulkan bahawa di Pelepah Kanan terdapat longgokan tembaga porfiri. Punca bagi haba dan permineralan di sini ialah daripada daik mikrogranit yang

terbentuk selepas permineralan besi-timah (Rajah 2 dan 3).

Empat sampel batuan igneus di kawasan ini telah di analisis kandungan beberapa unsur surihnyas. Hasil analisis tersebut (Rajah 4) menunjukkan unsur-unsur K, Th, Sr dan Ba relatif tinggi manakala Nb pula rendah. Tanda demikian menunjukkan bahawa kawasan Pelepah Kanan berhubungan dengan zon subduksi (Wilson, 1989) yang termasuk dalam zon lengkung magma pada pinggir benua aktif.

KESIMPULAN

Daripada bukti-bukti yang baru diperolehi, permineralan tembaga yang terdapat di Pelepah Kanan menunjukkan ciri-ciri menyerupai permineralan tembaga porfiri. Maka disimpulkan bahawa di kawasan Pelepah Kanan terdapat longgokan jenis tembaga porfiri yang berhubungan dengan zon subduksi dan termasuk dalam zon lengkung magma pada pinggir benua aktif.

PENGHARGAAN

Makalah ini dapat diselesaikan dengan bantuan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pengurus dan kaki tangan Syarikat Ong Hang Ling Sdn Bhd atas kebenaran yang diberi untuk mengambil data di kawasan Lombong Pelepah Kanan.

RUJUKAN

- Bean, J.H., 1969. *The Iron Ore Deposits of West Malaysia*. Econ. Bull. 2, Jabatan Penyasatan Kaji Bumi Malaysia, Ipoh.
- Franco Pirano, 1992. *Hydrothermal Mineral Deposits*. Springer-Verlag.
- Corbett, G.J., dan Leach, T.M., 1995. SW Pacific Rim Au/Cu Systems : Structure, alteration, and mineralization. Mineral Deposit Research Unit, University of British Columbia. Vancouver, Canada. Short Course No. 14: 94-121
- Ganesan, K., 1969. Iron-tin mineralization in the Gunung Muntahak area, Johor. *Warta Geologi* 19:1-5
- Grubb P.L.C. dan Hannaford, P., 1966. Magnetism in Cassiterite. *Mineralium Deposita* 2: 148-171.
- Wilson, M., 1989. *Igneous Petrogenesis: A global tectonic approach*. The Academic Division, Unwin Hyman Ltd.
- Yeap, E.B., 1982. Reinterpretation of the Fe-Sn mineralization of the Waterfall Mine, Pelepah Kanan, Johor (abstract). *In: Economic Geology Seminar, Kuala Lumpur 25 Oct. Warta Geologi* 8(5): 228-229.