

Penentuan Usia Batuan Igneus Pulau Pangkor dengan Kaedah K/Ar mineral Biotit

Mohd Rozi Umor¹, Azman Abd. Ghani², Hamzah Mohamad¹ & Goh Swee Heng¹

¹ Program Geologi, Pusat Pengajian Sains Sekitaran dan Sumber Alam, Fakulti Sains dan Teknologi, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 Bangi Selangor.

² Jabatan Geologi, Fakulti Sains, Universiti Malaya, 50603 Kuala Lumpur.

Abstrak : Satu kajian semula bagi menentukan usia mutlak batuan igneus Pulau Pangkor telah dilakukan secara teliti dengan menggunakan kaedah K/Ar mineral biotit. Kajian ini bertujuan memastikan usia sebenar batuan igneus Pulau Pangkor setelah mendapati kajian terdahulu menunjukkan julat usia yang besar dari Perm, Trias, Jura hingga Kapur. Dua sampel mewakili batuan igneus Pulau Pangkor, terdiri daripada granit berbutir kasar berfenokris, yang merupakan batuan dominan di Pulau Pangkor telah dianalisis. Ia dinamakan sebagai Sampel P19 di Bandar Pangkor dan sampel S10 di Tanjung Teluk Dalam dengan usia yang diperolehi masing-masing 176.19 ± 2.03 juta tahun (Jura Tengah) dan 177.03 ± 2.03 juta tahun (Jura Tengah). Keputusan ini menunjukkan keselarasan dengan usia batuan igneus di Jalur Barat. Oleh itu, batuan igneus di Pulau Pangkor boleh disimpulkan terkelompok di dalam Jalur Barat.

PENDAHULUAN

Semenanjung Malaysia dibahagikan kepada tiga jalur utama dinamakan sebagai Jalur Barat, Jalur Tengah dan Jalur Timur berdasarkan batuan igneus, mineral ekonomi dan struktur (Hutchison, 1977; Hosking, 1977). Ketiga-tiga jalur ini dipisahkan oleh zon sesar dan mempunyai formasi-formasi batuan yang berlainan usia. Batuan igneus di Jalur Timur berusia lebih tua berbanding Jalur Barat dan diikuti oleh Jalur Tengah. Jalur Timur berusia Trias hingga Perm (220 Ma hingga 264 Ma), Jalur Barat berusia Trias Atas hingga Trias (200 Ma hingga 220 Ma) dan Jalur Tengah berusia Kapur Atas hingga Jura Tengah (91 Ma hingga 163 Ma) (Bignell dan Snelling, 1977; Hutchison, 1977; Liew dan McMulloch, 1985; Mohd Rozi Umor, 1999).



Rajah 1a : Singkapan P19 di Bandar Pangkor menunjukkan jasad batuan yang segar dan tidak mengandungi tanah terluluhawa. Keluasan sekitar 8 meter dan dipercayai tinggalan jasad bahagian tengah batolith igneus Pangkor.

Namun begitu, mengikut Bignell dan Snelling (1977), mereka mendapati batuan-batuan di Pulau Pangkor mempunyai nilai usia pelbagai daripada Perm, Trias, Jura hingga Kapur. Oleh itu, satu kajian semula dijalankan bagi memastikan usia mutlak sebenar batuan igneus di Pulau Pangkor menggunakan kaedah K/Ar mineral biotit. Tujuan kertas kerja ini adalah untuk membentangkan kaedah analisis yang dijalankan dan hasil yang diperolehi dari segi perbezaannya dengan Bignell dan Snelling (1977).

KAEDAH KAJIAN

Bagi memastikan penentuan usia mutlak yang ingin dijalankan menyakinkan dan mewakili batuan tersebut, maka penelitian terhadap kaedah analisis mesti dilakukan bermula di peringkat awal analisis, iaitu di peringkat pemilihan dan persampelan batuan di lapangan. Ia diikuti oleh pemeriksaan kesegaran mineral biotit pada keratan nipis, pemecahan dan pengasingan mineral untuk analisis.

Persampelan batuan di lapangan

Terdapat tujuh kriteria yang mesti dipertimbangkan semasa membuat persampelan bagi analisis penentuan usia, iaitu sampel yang diambil mestilah 1) tiada atau kurang mengandungi zenolith atau pecahan batuan yang lain, 2) jauh daripada sempadan antara batuan, 3) tidak mempunyai pengaturann mineral (berbutir rawak), 4) tiada korok terobosan batuan lain yang lebih muda, 5) kurang atau tiada mempunyai sesar dan kekar, 6) tidak terluluhawa, dan 7) tekstur tidak mencirikan batuan metamorf.

Kehadiran zenolit di dalam sampel boleh mencemarkan komposisi kimia batuan yang dikaji. Ini kerana, zenolit kebiasaannya ialah batuan keliling yang lebih tua yang direjah oleh batuan yang baru mengablur dan proses ini kemungkinan menyebabkan sebahagian zenolit telah terlebur dan terlarut di dalam batuan sampel.



Rajah 1b : Singkapan batuan di Tanjung Teluk Segadas yang ditandakan sebagai S10. Ia terdiri daripada batuan granit megakris feldspar alkali yang segar dengan keluasan hampir 30 meter dan dijadikan jeti untuk ke Hotel Pan Pasifik.

Oleh itu, sekiranya pencemaran daripada zenolit ini berlaku, maka usia yang diperolehi adalah lebih tua daripada sepatutnya.

Sampel yang diambil mestilah dari bongkah atau jasad batuan yang besar dan jauh dari sempadan batuan lain. Ini bagi memastikan sampel adalah bahagian tengah jasad batuan yang tidak tercemar dengan batuan lain. Satu kriteria sebagai petunjuk batuan sebagai unit jasad bahagian tengah ialah kebiasaannya ia bertekstur rawak dengan mineral tidak membuat pengatur.

Korok atau telorag terobosan batuan yang lebih muda juga mempengaruhi nilai usia sebenar batuan. Sekiranya pengaruh terobosan batuan ini berlaku, nilai yang diperolehi adalah lebih muda daripada nilai sepatutnya. Kehadiran kekar dan sesar akan mewujudkan zon-zon lemah dalam batuan dan menyebabkan proses luluhawa lebih cepat berlaku. Oleh itu, semasa persampelan di lapangan, kehadiran kekar dan sesar diambil perhatian kerana luluhawa atau perubahan kadang kala tidak dapat dilihat melalui mata kasar dan

perlu diperiksa melalui mikroskop terhadap mineral-mineral yang senang terluluhawa seperti plagioklas atau biotit.

Di dalam kajian ini, dua sampel diambil bagi mewakili batuan igneus Pulau Pangkor, iaitu daripada singkapan batuan di Bandar Pangkor yang ditandakan sebagai P19 dan di Teluk Segadas yang ditandakan sebagai S10. Sampel P19 diambil daripada jasad batuan yang tidak mengandungi tanah terluluhawa, dengan keluasan singkapan sekitar 8 meter dan berada di tengah Bandar Pangkor. Ia menunjukkan keadaan segar (Rajah 1a). Sampel S10 pula diambil di Tanjung Teluk Segadas yang menjadi jeti untuk ke Hotel Pan Pasifik Pulau Pangkor. Singkapannya berkeluasan 30 meter dan menunjukkan keseragaman taburan fenokris (Rajah 1b). Kedua-dua sampel ini merupakan batuan granit megakris feldspar alkali.

Petrografi Batuan

Kajian petrografi dilakukan bagi tujuan melihat tahap luluhawa yang dialami oleh biotit. Tahap luluhawa ini dilihat berdasarkan cirian warna, perubahan sifat pleokrisme, padaman dan bentuk. Sekiranya sampel yang dipilih mempunyai biotit yang terluluhawa teruk, maka ia tidak sesuai untuk analisis. Sampel yang sesuai akan ditentukan saiz butiran biotit secara purata. Ia penting bagi proses pemecahan batuan kepada saiz monomineral dan pemilihan saiz lubang ayak bagi mengasingkan mineral monomineral dengan mineral yang masih bergabung. Selain itu, kajian petrografi juga bertujuan menganggarkan peratusan mineral biotit di dalam sampel. Anggaran ini akan digunakan bagi menentukan saiz sampel yang perlu dihancurkan bagi mendapatkan mineral biotit mengikut berat yang diperlukan untuk analisis.

Sampel P19 dan S10 merupakan batuan granit megakris feldspar alkali yang bersifat holokristalin, berbutir hipidiomorfik dengan julat saiz pertengahan antara 0.1 – 3.5 mm bagi matrik atau jisim latar. Peratusan mineral didapati kuarza (15%), feldspar alkali

Sampel	Nama batuan	K(%)	$^{40}\text{Ar}^*(\%)/^{40}\text{K}$ Penyepaian $^{40}\text{Ar}^*$	Usia (Juta tahun)	Usia Relatif
P19	Granit megakris feldspar alkali	4.090 4.160	$\frac{0.10755}{0.927}$	176.19 ± 2.03	Jura Tengah
S10	Granit megakris feldspar alkali	4.050 4.120	$\frac{0.10635}{0.916}$	$177.03 + 2.03$	Jura Tengah

Jadual 1 : Nilai kepekatan potassium dan argon dengan usia mutlak bagi dua sampel batuan granit megakris feldspar alkali dari Pulau Pangkor. Ia menunjukkan usia batuan adalah pada Jura Tengah.

(51%), plagioklas (10%), biotit (15%), hornblende (2%), mineral legap (5%) dan zirkon (2%). Perincian terhadap biotit menunjukkan ia berwarna kelabu kekuningan dengan julat saiz antara 0.4 hingga 2.4 mm. Kebanyakannya segar dan sesetengah mineral menunjukkan terikan ira akibat tegasan dan terubah kepada klorit. Terdapat juga inklusi zirkon di dalam biotit. Mineral legap kelihatan selalu berdampingan dengan biotit.

Kaedah penyediaan sampel dan analisis

Dua sampel yang diambil ini dianalisis di Institut Teknologi Bandung, Indonesia. Ia dijalankan di dalam makmal geokronologi, Pusat Pengembangan dan Penelitian Sumber Bumi. Dua peringkat gerak kerja yang dilakukan dalam penentuan usia secara K/Ar mineral biotit ialah peringkat penyediaan sampel dan peringkat analisis kepekatan Kalium dan Argon. Peringkat penyediaan sampel melibatkan kaedah pengasingan mineral biotit daripada mineral lain melalui beberapa peringkat pengasingan bagi mendapatkan keaslian 100% mineral biotit.

Kaedah pengasingan dimulai dengan pemecahan batuan, pengasingan melalui ayakan, pengasingan melalui sifat spesifik graviti, pengasingan secara magnetik dan manual. Sampel dipecahkan kepada saiz kerikil dan diayak menggunakan ayakan bersaiz -36 mesh. Kerikil yang lebih besar daripada -36 mesh dihancurkan semula dan diayak dengan -150 + 300 mesh bagi P19 dan - 85 + 300 mesh bagi S10. Sampel yang diperolehi kemudian dibasuh bagi membuang kotoran dan seterusnya diasing melalui sifat spesifik graviti mineral biotit. Bahan kimia yang digunakan ialah LST yang berspesifik graviti ~ 2.85 g/l, iaitu lebih rendah berbanding biotit (2.9 – 3.4 g/l). Bahan LST dalam bentuk cecair dicampurkan dengan sampel di dalam balang turasan. Sifat spesifik graviti mineral biotit yang besar menunjukkan ia lebih berat dan tenggelam di dalam larutan LST dan terkumpul di bahagian bawah turasan. Mineral yang bersifat spesifik graviti lebih ringan daripada LST akan terapung. Sampel yang mengandungi biotit yang terkumpul di bahagian bawah akan dituras dan dikeringkan untuk diasing melalui mesin pengasingan magnetik. Setelah pengasingan magnetik dilakukan, hasil sampel itu akan dibuat pengasingan secara manual menggunakan jarum dan mikroskop. Sampel diletakkan di atas kertas turas, mineral biotit dikenalpasti dan dasingkan. Dalam kajian ini, berat sampel bagi P19 ialah 0.15430 gram dan sampel S10 ialah 0.16240 gram.

Dalam analisis kali ini, nilai kepekatan Kalium diukur menggunakan alat fotometri nyalaan (Flame photometry) jenis M7D secara bi-sampel mengikut kaedah dihuraikan oleh Cooper (1963). Kuasa yang digunakan ialah cecair gas petroleum (LPG) dan kepekatan diukur dengan menggunakan piawai litium. Sementara itu, pengukuran kepekatan gas ^{40}Ar pula melibatkan dua peringkat, iaitu pengekstrakan gas Argon daripada sampel dan pengukuran radiogenik gas ^{40}Ar daripada ekstrak gas argon. Proses ekstrak gas argon dari sampel dibuat dengan melibatkan pembakaran sampel di dalam sistem vakum tekanan tinggi. Pengukuran ^{40}Ar dilakukan dengan alat spektrometri jisim (mass spectrometry).

HASIL DAN KESIMPULAN

Pengiraan usia mutlak batuan adalah berdasarkan prinsip penyepaian radioaktif ^{40}K menjadi gas ^{40}Ar . Penyepaian ini adalah stabil dan usia diukur melalui formula berikut

$$t = 1/(\lambda_e + \lambda_\beta) \ln [(\lambda_e + \lambda_\beta) / \lambda_\beta ({}^{40}\text{K}^*/{}^{40}\text{Ar}^*) + 1]$$

di mana

$$t = \text{usia mineral dalam juta tahun}$$

$$\lambda_e = 0.581 \times 10^{-10} \text{ Y}^{-1}$$

$$\lambda_\beta = 4.962 \times 10^{-10} \text{ Y}^{-1}$$

$${}^{40}\text{Ar}^* = \text{radiogenik argon}$$

$${}^{40}\text{K}^* = 0.01167 \text{ atom \%}$$

Penentuan pemalar λ_e dan λ_β telah dilakukan oleh Steiger & Jagger (1978). Hasil kepekatan unsur-unsur potassium dan argon beserta usia di dalam unit juta tahun ditunjukkan di dalam jadual 1. Hasil menunjukkan sampel P19 berusia 176.19 ± 2.03 juta tahun (Jura Tengah) dan sampel S10 berusia 177.03 ± 2.03 juta tahun (Jura Tengah). Kedua-dua berusia Jura Tengah. Walaupun dua sample sahaja yang digunakan dalam penentuan usia, namun begitu kedua-dua nilai yang diperolehi didapati mempunyai nilai yang hampir sama dan mencerminkan kejituan yang agak tinggi. Oleh itu, ia diyakini mewakili usia penghabluran batuan igneus yang dominan di Pulau Pangkor, iaitu batuan granit megakris feldspar alkali. Lebih banyak sampel boleh dianalisis bagi memastikan lagi nilai usia batuan Pulau Pangkor, namun kos bagi analisis adalah agak mahal dan memerlukan perancangan yang terperinci. Kesimpulannya menunjukkan usia yang diperolehi oleh Bignell dan Snelling (1977) bukan mewakili batuan igneus di Pulau Pangkor tetapi usia batuan pelbagai seperti batuan sedimen (berdasarkan fosil).

PENGHARGAAN

Kajian ini merupakan sebahagian daripada projek penyelidikan UKM berkod ST/015/2003 bertajuk Kajian Semula Petrogenesis Batuan Igneus Pulau Pangkor Berdasarkan Penentuan Usia dan Geokimia Batuan.

RUJUKAN

- Cooper, J.A. 1963. The Flame Photometric Determination of Potassium in Geological material used for Potassium-Argon dating. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 27:525-546
- Bignell, J.D. & Snelling, N.J. 1977. Geochronology of Malaysian Granites. *Overseas Geology and Mineral Resources*. 47:70
- Hutchison, C.S. 1977. Granite emplacement and tectonic subdivision of Peninsula Malaysia. *Geological Society of Malaysia Bulletin* 9:187-207
- Hosking, K.F.G. 1977. *Primary mineral deposit*. In: *Geology of the Malay Peninsula, West Malaysia and*

M. Kasipillai

- Singapore. (ed. Gobbets, D.J. and Hutchison, C.S.) p335-390: New York, Wiley-Interscience.
- Liew, T.C. & McMulloch, M.T. 1985. Genesis of granitoid batholith of Peninsular Malaya and implication for model of crustal evolution: evidence from Nd-Sr isotope and U-Pb zircon study. *Geochim. Cosmochim. Acta* 40:587-600
- Mohd Rozi Umor, 1999. Petrogenesis batuan Kompleks Benta, Pahang, Semenanjung Malaysia berdasarkan dua lokaliti terbaik. Tesis Sarjana (tidak diterbitkan). Jabatan Geologi, Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Steiger, R.H. & E. Jager, 1978. The Geologi Time Scale. *International 25th Geological Congress, Sydney, Australia*

Manuscript received 7 March 2005