

**KARAKTERISTIK GRANIT DALAM PENENTUAN SUMBER PANAS
PADA SISTEM PANAS BUMI DAERAH PERMIS,
KABUPATEN BANGKA SELATAN, PROVINSI KEPULAUAN BANGKA BELITUNG**

***THE CHARACTERISTICS OF GRANITE FOR DETERMINATION OF HEAT SOURCE
IN PERMIS GEOTHERMAL SYSTEM
SOUTH OF BANGKA REGENCY, BANGKA BELITUNG ISLANDS PROVINCE***

Lano Adhitya Permana dan Dede Iim Setiawan

Pusat Sumber Daya Geologi
Jalan Soekarno Hatta No. 444, Bandung
lano.adp@gmail.com

ABSTRAK

Kegiatan penelitian di daerah Permis, Kepulauan Bangka Belitung difokuskan pada kehadiran intrusi batuan granit pada sistem panas bumi daerah Permis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik granit dan hubungannya terhadap pembentukan sistem panas bumi Daerah Permis. Metode yang digunakan dalam penelitian ini berupa pengamatan dan pengambilan conto di lapangan serta analisis laboratorium dari aspek megaskopis, mikroskopis dan geokimia batuan. Granit di daerah penelitian bersifat *peraluminous*, mengandung unsur radioaktif di dalam mineral monasit, diklasifikasikan ke dalam granit tipe S dan terbentuk pada tatanan tektonik *continental collision*. Sistem panas bumi daerah Permis berasosiasi dengan aktivitas unsur radioaktif yang terkandung dalam intrusi granit dan menghasilkan akumulasi energi panas.

Kata kunci: Granit, Permis, radioaktif, panas bumi, Kepulauan Bangka Belitung

ABSTRACT

This study in Permis area of Bangka Belitung Islands is focused on the occurrence of granite intrusion into geothermal system. The aim of this study is to reveal the characteristics of granite and its relationship with the formation of geothermal system in the study area. Methodology consists of field observation, rock samplings and laboratory analysis in terms of megascopic, microscopic and geochemistry of rocks. The result shows that granite in the study area is peraluminous, containing radioactive element in Monazite mineral, which can be classified as S type of granite in the tectonic setting of continental collision. Geothermal system of Permis area is associated with the activity of radioactive element in granite intrusion, which produce the accumulation of heat energy.

Keywords: Granite, Permis, radioactivity, geothermal, Bangka Belitung Islands

PENDAHULUAN

Pulau Bangka merupakan salah satu pulau yang termasuk dalam jalur *Granite Tin Belt* (Cobbing, dkk., 1992). Granit merupakan litologi penyusun Pulau Bangka dengan penyebaran hampir di seluruh wilayah, termasuk di daerah Permis - Kabupaten Bangka Selatan yang diperkirakan berumur Trias (Margono, dkk.,1995). Keberadaan sistem panas bumi daerah Permis ditandai

dengan munculnya mata air panas dengan temperatur berkisar 49°C s.d. 57°C dan berada tidak jauh dengan batuan granit (Anonim, 2014). Umur granit di daerah Permis yang sangat tua diperkirakan kurang memiliki sisa panas yang signifikan sebagai sumber panas pada suatu sistem panas bumi, sehingga terdapat kemungkinan lain untuk terbentuknya sumber energi panas dari granit, yaitu berasal dari kandungan unsur

radioaktif. Ngadenin (2011) mengemukakan bahwa di wilayah Pulau Bangka bagian selatan terdapat potensi mineral radioaktif yang cukup signifikan. Untuk mengetahui keterkaitan kandungan unsur radioaktif dengan energi panas yang dihasilkan, maka diperlukan studi petrologi batuan granit yang mengkaji dari aspek megaskopis, mikroskopis dan geokimia batuan. Hasil penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik granit dan hubungannya terhadap pembentukan sistem panas bumi daerah Permian.

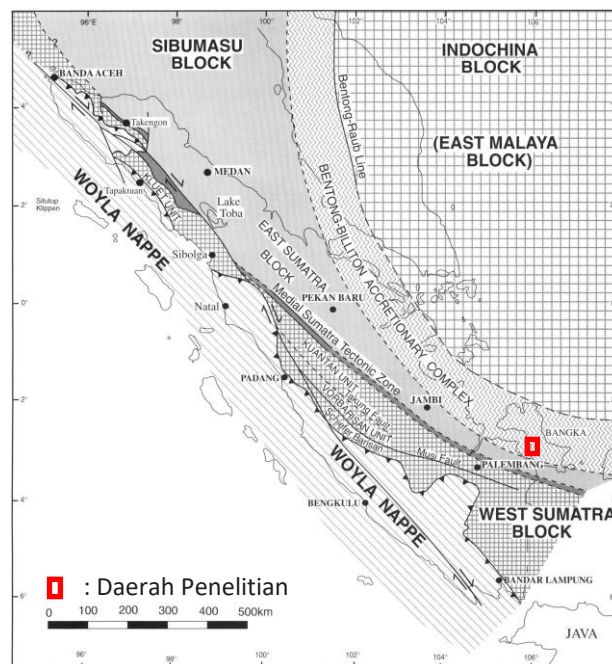
METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam penelitian ini berupa pengamatan dan pengambilan conto di lapangan serta analisis laboratorium. Untuk dapat memahami karakteristik granit yang terdapat di daerah Permian, maka sebanyak 10 conto granit terpilih telah dilakukan analisis laboratorium yang terdiri dari analisis petrografi dan analisis kimia unsur utama. Analisis petrografi dengan menggunakan mikroskop polarisasi dilakukan untuk mengidentifikasi karakteristik mineral dan tekstur batuan, sedangkan analisis XRF (*X-ray Fluorescence*) dilakukan untuk

mengetahui kandungan oksida unsur utama seperti SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , FeO , MnO , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , TiO_2 , dan P_2O_5 . Analisis tersebut dilakukan di Laboratorium Pusat Sumber Daya Geologi, Badan Geologi - Bandung.

GEOLOGI

Metcalf (2000) menjelaskan bahwa selama periode Perm hingga Trias Akhir terjadi peristiwa subduksi samudera *Palaeo-Thetys* yang kemudian diikuti oleh tumbukan antara Blok Sibumasu (Siam - Burma - Malaysia - Sumatera) dengan Malaya Timur (Gambar 1). Akibat adanya tumbukan Blok Malaysia Timur dan Malaysia Barat (Sibumasu) di sepanjang Suture Bentong Raub, menimbulkan kegiatan magmatisme yang dapat membentuk granit tipe I dan S di wilayah Semenanjung Malaysia, Thailand dan Pulau Bangka (Mitchell, 1977 dalam Widana, 2011). Hal tersebut didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Metcalf (2000) dan Barber dkk. (2005) mengenai peta geologi Sumatera disederhanakan yang memasukkan Pulau Bangka di dalam Zona Suture Bentong - Raub.



Gambar 1. Blok kerak yang menyusun batuan dasar pre-Tersier Sumatera (Modifikasi dari Hutchison (1994), Metcalf (2000), Barber dan Crow (2003) dalam Barber, dkk., 2005).

Secara umum, geologi daerah Permis tersusun oleh batu pasir, granit, endapan rawa dan pantai serta alluvial (Gambar 2). Batupasir yang tersingkap dicirikan oleh intensitas pelapukan yang kuat, berwarna coklat kemerahan, bertekstur klastik dengan ukuran butir pasir sedang s.d. pasir kasar, berbentuk menyudut s.d. membulat tanggung, teroksidasi kuat dan setempat dijumpai dalam bentuk bongkah-bongkah. Margono dkk. (1995) menggolongkan batupasir daerah Permis ke dalam Formasi Tanjung Genting yang berumur Trias.

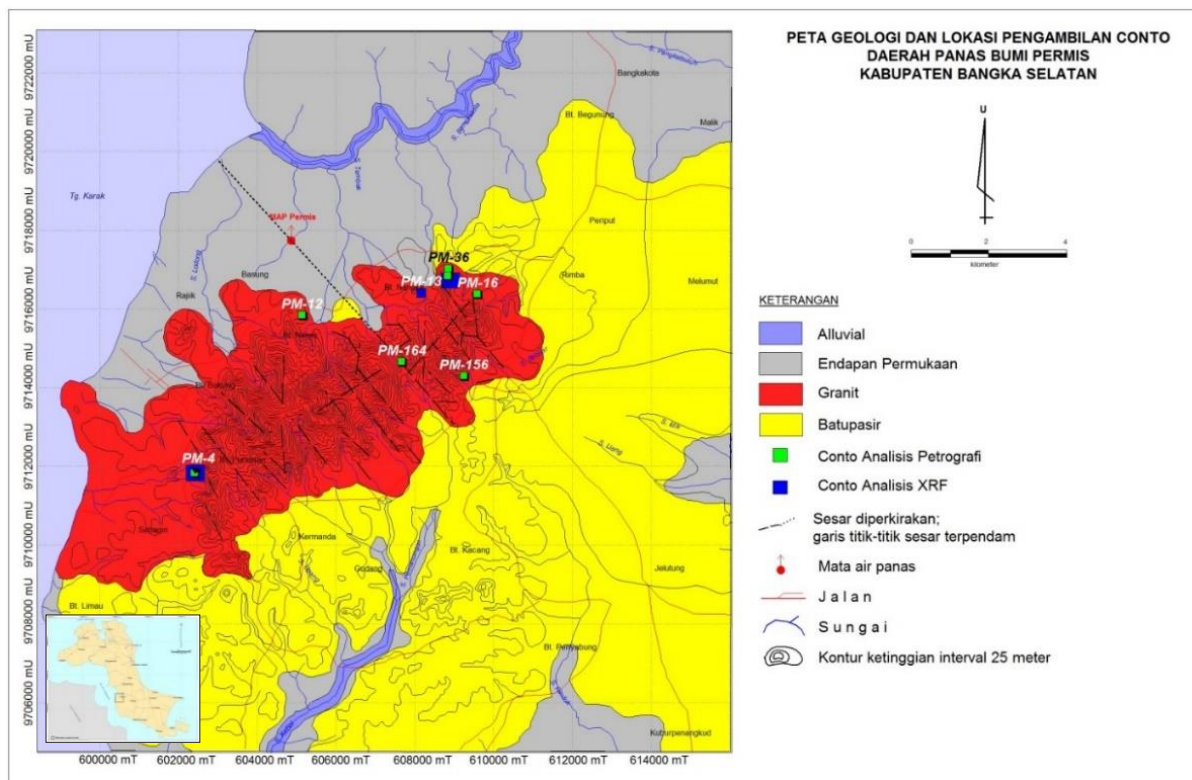
Satuan batuan granit tersingkap di bagian tengah dan barat laut daerah Permis, dicirikan oleh warna abu-abu terang sampai putih, bertekstur faneritik, equigranuler, holokristalin, tersusun oleh mineral kuarsa, plagioklas, K-feldspar, biotit dan muskovit yang berbentuk anedral sampai subhedral. Jika dibandingkan dengan Peta Geologi Lembar Bangka Selatan (Margono, dkk.,

1995), granit tersebut merupakan bagian dari Granit Klabat yang berumur Trias Akhir dan menerobos satuan batupasir Formasi Tanjung Genting.

Endapan permukaan terdapat di bagian utara dan tengah daerah panas bumi Permis. Sebagian besar wilayah ini merupakan lahan bekas tambang timah yang terisi oleh endapan permukaan berupa pasir, lempung, dan kerikil.

Satuan endapan aluvium terdapat di sepanjang Sungai Bangkakota dan tersusun oleh endapan pasir kuarsa dan lumpur.

Struktur geologi daerah Permis umumnya mengikuti pola struktur regional, antara lain berupa kelurusan dan sesar normal yang berarah barat laut-tenggara serta sesar mendatar berarah relatif timurlaut-baratdaya. Keberadaan struktur tersebut mengontrol pembentukan manifestasi di daerah Permis.



Gambar 2. Peta geologi dan lokasi pengambilan contoh (Modifikasi dari Anonim, 2014).

HASIL ANALISIS

Hasil pengamatan megaskopis di lapangan memperlihatkan bahwa granit di daerah penelitian memiliki K-feldspar yang berukuran besar (hingga 5 cm) dengan

tekstur fanerik (Gambar 3) dan terdapat *xenolith* berupa batupasir (Gambar 4). Kedua ciri tersebut dapat dijadikan sebagai salah satu indikator granit tipe-S, seperti yang diungkapkan oleh Chappel dan White (2001).

Hasil analisis petrografi terhadap tujuh conto granit yang tersebar di daerah Permis (Gambar 2), menunjukkan bahwa granit di daerah ini memiliki tekstur holokristalin, *equigranular* dengan ukuran

0,25 mm s.d. 20,5 mm, berbentuk subhedral s.d. anhedral dengan komposisi mineral utama terdiri dari plagioklas, K-feldspar, kuarsa, biotit dan muskovit. Plagioklas yang teramati memiliki komposisi oligoklas s.d. albit ($An_{25}Ab_{75}$ s.d. An_2Ab_{98}). K-feldspar yang hadir berupa ortoklas, dicirikan dengan relief rendah dan warna putih berkabut. Kuarsa dicirikan dengan relief rendah, tidak berwarna dan berbentuk anhedral. Biotit yang teramati mulai berubah menjadi klorit, terutama pada bagian belahan. Muskovit dicirikan dengan belahan satu arah dan tidak berwarna. Kehadiran tekstur khas berupa *myrmekitik* yang menunjukkan adanya pertumbuhan bersama antara kuarsa dengan plagioklas (Gambar 5).



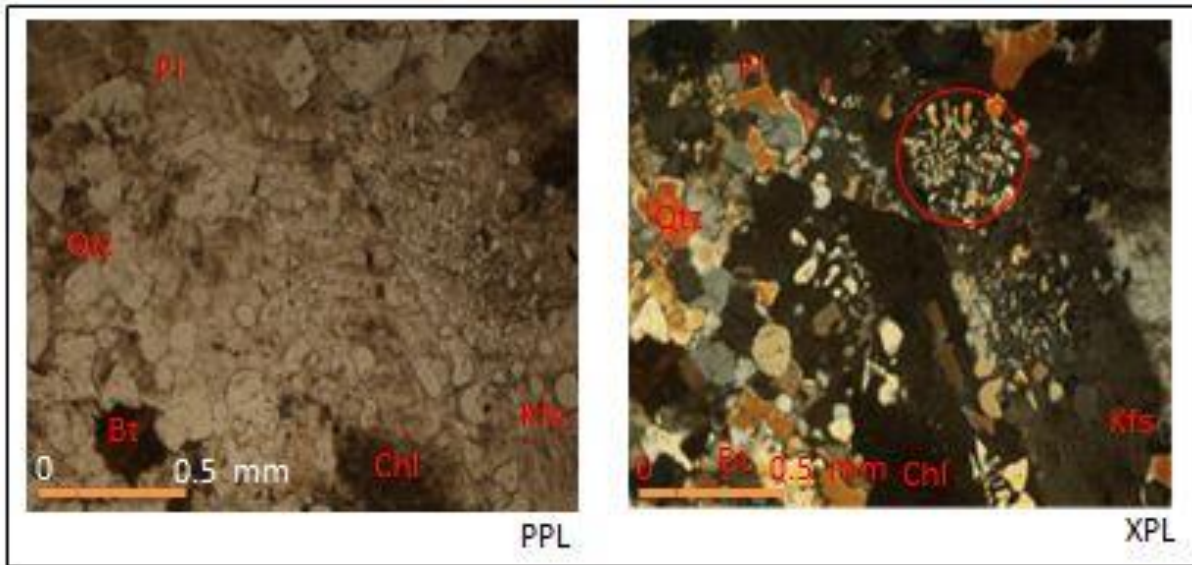
Gambar 3. Singkapan granit bertekstur fanerik.



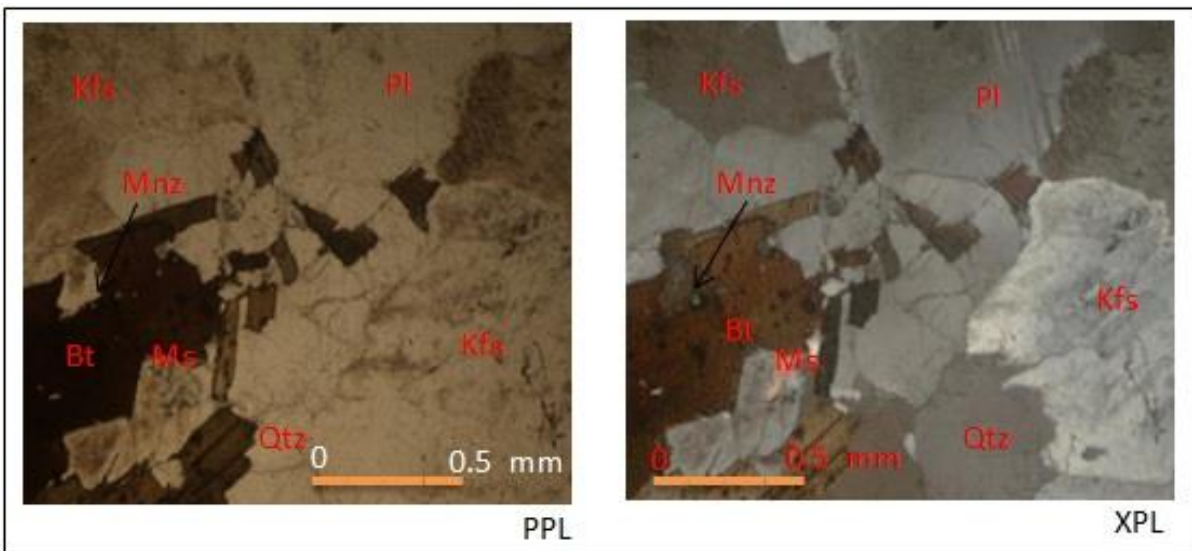
Gambar 4. Singkapan granit yang menunjukkan adanya *xenolith* batupasir (lingkaran berwarna merah).

Mineral sekunder yang ditemukan berupa klorit, serisit dan mineral opak. Klorit hadir sebagai hasil ubahan dari biotit, sedangkan serisit merupakan hasil ubahan dari mineral feldspar, terutama plagioklas. Mineral opak hadir berwarna hitam dengan jumlah relatif sedikit. Sementara itu, mineral aksesoris yang teramati berupa monasit dengan

dicirikan oleh relief tinggi, hadir sebagai inklusi dalam biotit, membentuk *pleochroic halos* dan memiliki kelimpahan kurang dari 1% (Gambar 6). Kehadiran mineral monasit secara petrografis juga telah teramati dalam batuan Granit Menumbing di Bangka Barat seperti tersaji dalam Gambar 7 (Saksama dan Ngadenin, 2013)



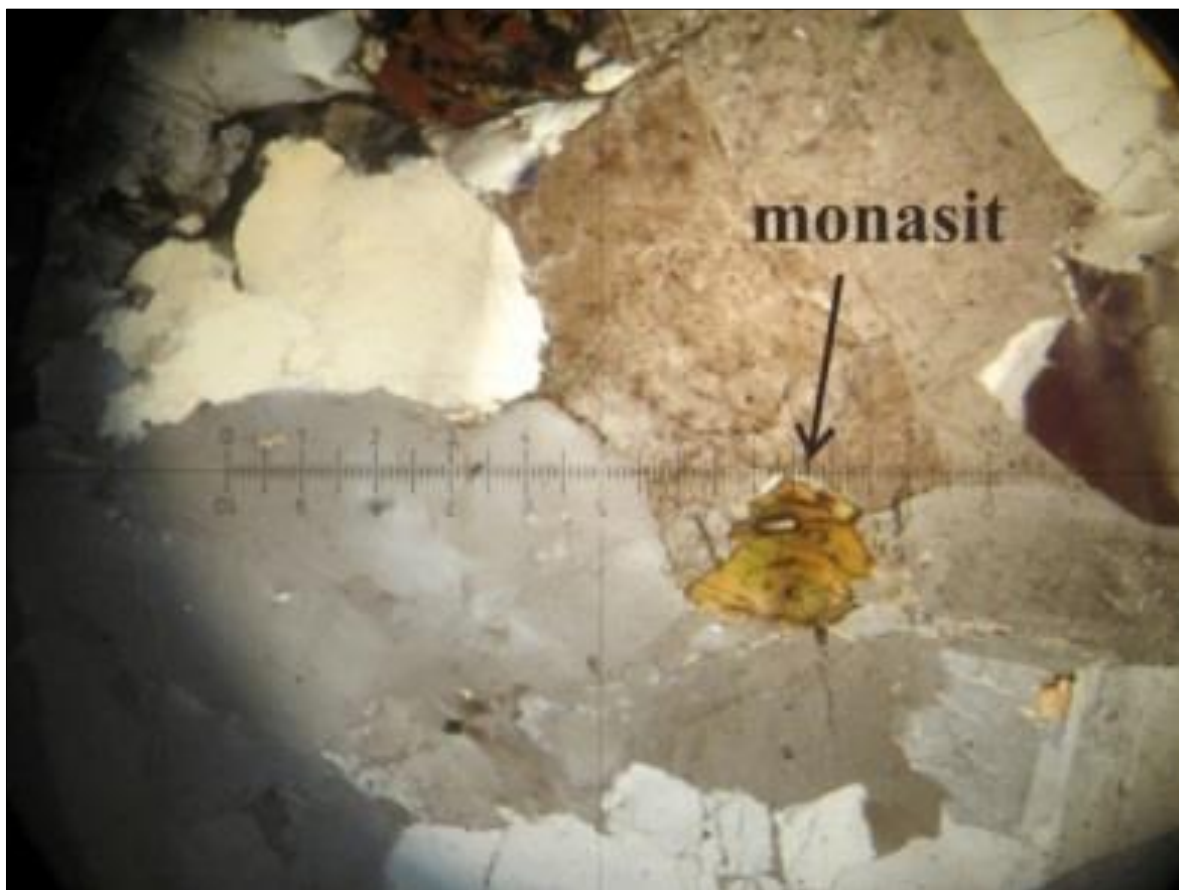
Gambar 5. Analisis petrografi pada conto PM-16 yang menunjukkan tekstur *myrmekitik* (lingkaran berwarna merah).



Gambar 6. Analisis petrografi pada conto PM-156, menunjukkan adanya monasit (Mnz) yang hadir sebagai inklusi dalam biotit.

Hasil analisis petrografi dengan menggunakan klasifikasi *International Union of Geological Sciences* (Le Bas dan Streckeisen, 1991), menunjukkan bahwa

granit di daerah Permis termasuk dalam *Syenogranite* (Gambar 8). Kelimpahan mineral hasil analisis petrografi terangkum pada Tabel 1.



Gambar 7. Foto penampakan mineral monasit pada Granit Menumbing, Monasit terdapat diantara kuarsa dan *K-feldspar*. (Saksama dan Ngadenin, 2013)

Tabel 1. Kelimpahan mineral pada daerah penelitian berdasarkan analisis petrografi.

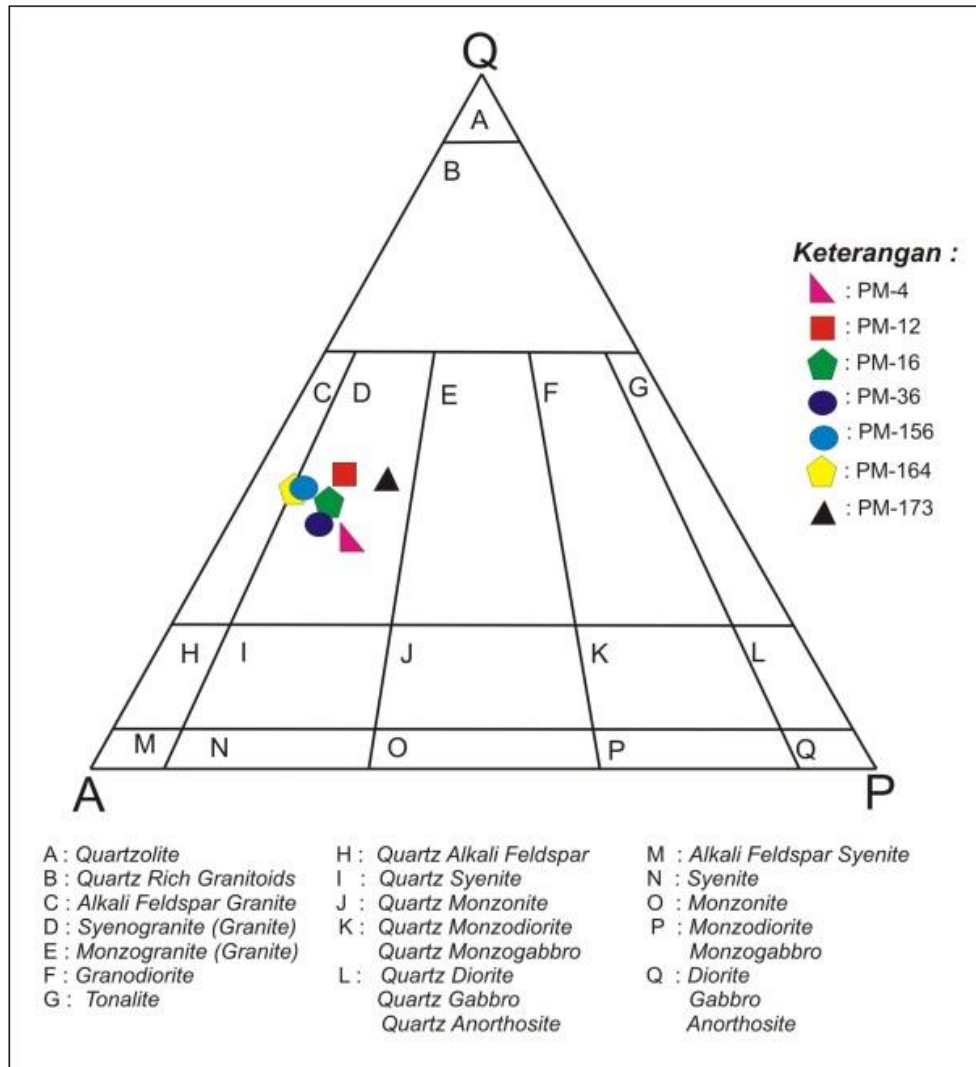
KODE CONTO	Mineral Primer (%)				Mineral Sekunder (%)				Mineral Aksesoris (%)	Total (%)	Jenis Granit (Le Bas dan Streckeisen, 1991)	
	Pla		Qz	Kf	Bi	Ms	Cl	Ser	Op			Mnz
	Olg	Alb										
PM-4	15		30	45	9				1		100	<i>Syenogranit</i>
PM-12	10		35	40	13				2		100	<i>Syenogranit</i>
PM-16	10		30	43	7	4	4	1	1		100	<i>Syenogranit</i>
PM-36	10		30	45	14				1		100	<i>Syenogranit</i>
PM-156		7	32	42	13	4		1	1	Trace	100	<i>Syenogranit</i>
PM-164		4	32	45	13	4		1	1		100	<i>Syenogranit</i>
PM-173	15		35	35	14				1		100	<i>Syenogranit</i>

Keterangan:

Olg = Oligoklas Kf = K-Feldspar Cl = Klorit Mnz = Monasit
 Alb = Albit Bi = Biotit Ser = Serisit Trace = Jarang
 Qz = Kuarsa Ms = Muskovit Op = Mineral Opak

Analisis geokimia batuan granit di daerah penelitian menggunakan metode *X-Ray Fluorescence* (XRF). Contoh yang dianalisis

dengan menggunakan XRF berjumlah tiga conto dengan hasil analisis seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2 dan 3.



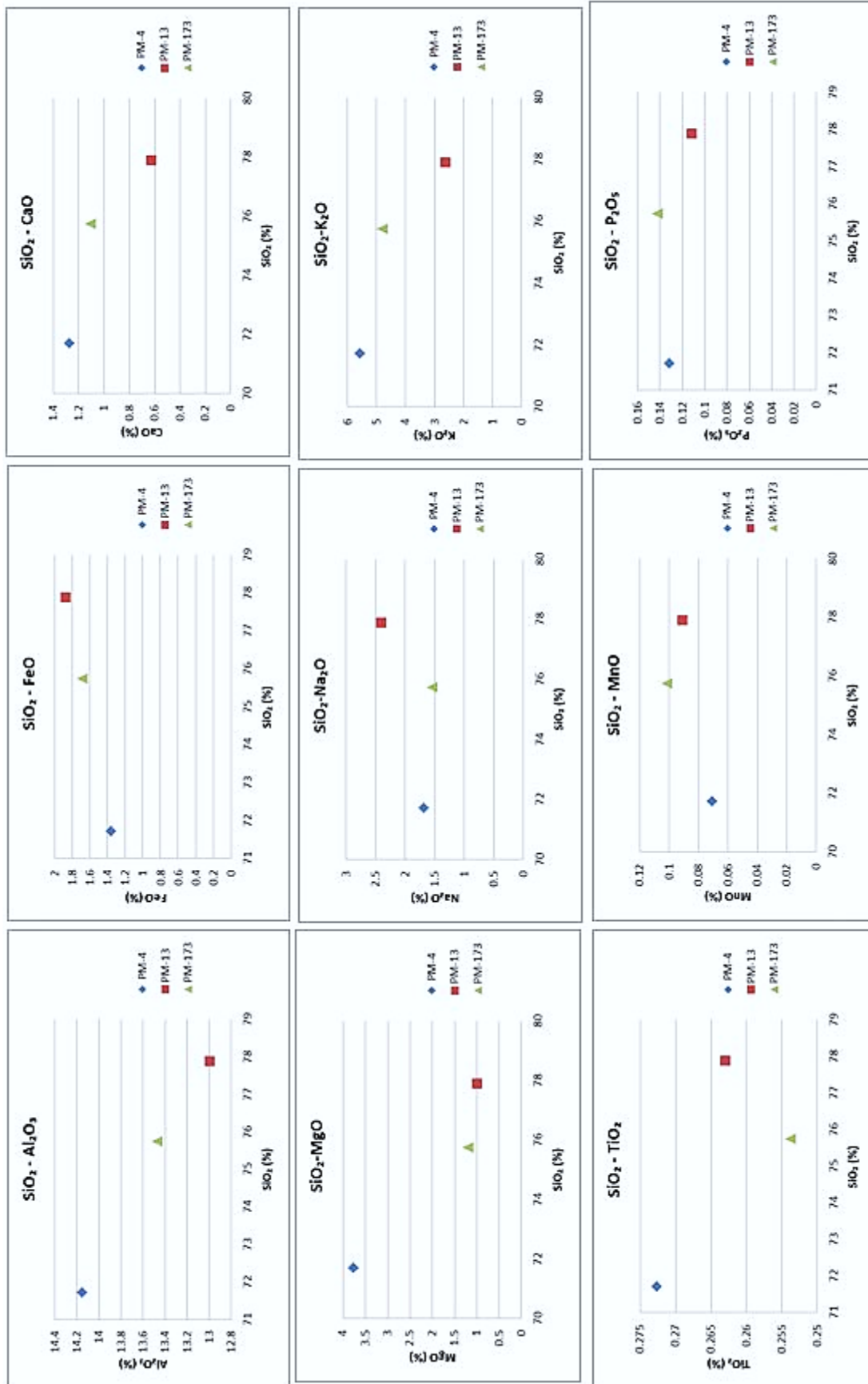
Gambar 8. Hasil plot diagram QAP (*Quartz-Alkali Feldspar- Plagioclase*) dari conto sayatan tipis berdasarkan klasifikasi IUGS (Le Bas dan Streckeisen, 1991).

Tabel 2. Hasil analisis XRF unsur utama (*major element*).

KODE	KANDUNGAN (%)										
CONTO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	MnO	P ₂ O ₅	Total
PM-4	71.01	14.05	1.35	1.26	3.73	1.66	5.56	0.27	0.07	0.13	99.09
PM-13	77.02	12.85	1.85	0.62	1.11	2.38	2.59	0.26	0.09	0.11	98.88
PM-173	74.64	13.27	1.65	1.09	1.17	1.51	4.71	0.25	0.10	0.14	98.53

Tabel 3. Hasil analisis XRF unsur utama (*major element*) setelah dinormalisasi.

KODE	KANDUNGAN (%)										
CONTO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	MnO	P ₂ O ₅	Total
PM-4	71.66	14.18	1.36	1.27	3.77	1.68	5.61	0.27	0.07	0.13	100.00
PM-13	77.89	13.00	1.87	0.63	1.12	2.41	2.62	0.26	0.09	0.11	100.00
PM-173	75.75	13.47	1.68	1.11	1.19	1.53	4.78	0.25	0.10	0.14	100.00

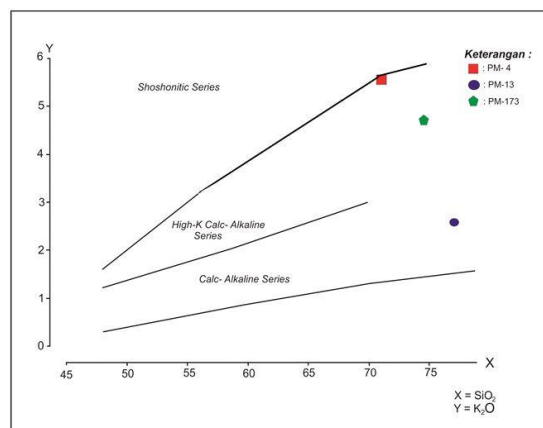


Gambar 9. Variasi diagram Harker pada batuan granit di daerah penelitian.

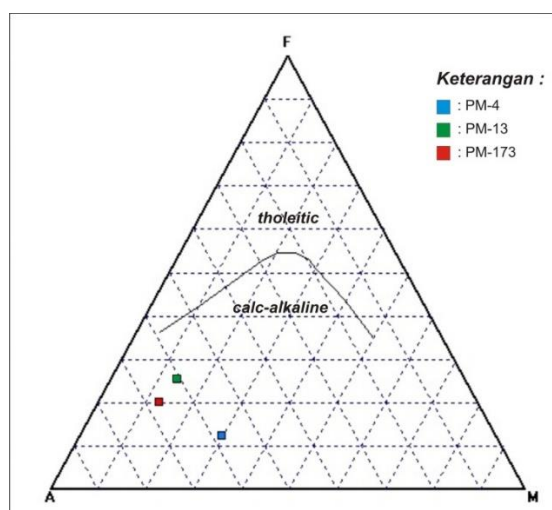
Berdasarkan diagram (Harker, 1909 dalam Rollinson, 1993), batuan granit di daerah penelitian menunjukkan adanya penurunan kandungan Al_2O_3 , CaO , K_2O , P_2O_5 dan MgO terhadap peningkatan SiO_2 , sedangkan unsur Na_2O dan MnO terlihat mengalami kenaikan terhadap peningkatan kandungan SiO_2 (Gambar 9). Hal tersebut terjadi sebagai akibat adanya fraksinasi kristal dari mineral-mineral seperti K-feldspar, plagioklas, biotit, muskovit dan monasit.

Hasil analisis XRF (Tabel 3) menunjukkan bahwa daerah penelitian memiliki kandungan SiO_2 berkisar 71,66% s.d. 77,89%, K_2O 2,62% s.d. 5,61% dan TiO_2 0,25% s.d. 0,27%. Hasil *plotting* SiO_2 terhadap K_2O (Peccerillo dan Taylor, 1976

dalam Harahap, 2007), menempatkan granit di daerah Permian termasuk ke dalam afinitas magma seri *calc-alkaline* sampai *high calc-alkaline* (Gambar 10), sedangkan perbandingan kandungan antara Na_2O dan K_2O , FeO , dan MgO dalam diagram A-F-M (Irvine dan Baragar, 1971 dalam Harahap, 2007) memperlihatkan bahwa granit di daerah penelitian berafinitas magma *calc-alkaline* (Gambar 11). Menurut Chappel dan White (2001), kandungan Na_2O yang relatif rendah ($< 3,2\%$) dan K_2O yang tinggi ($\pm 5\%$), seperti yang terdapat pada granit di daerah Permian, mencirikan bahwa granit di daerah penelitian termasuk tipe S. Sementara itu, kandungan $TiO_2 < 1,5\%$ mengindikasikan bahwa daerah penelitian memiliki keterkaitan dengan zona subduksi (Gill, 1981 dalam Rollinson, 1993).



Gambar 10. Grafik hubungan antara kandungan SiO_2 dengan K_2O daerah Permian (Modifikasi dari Peccerillo dan Taylor, 1976 dalam Harahap, 2007).

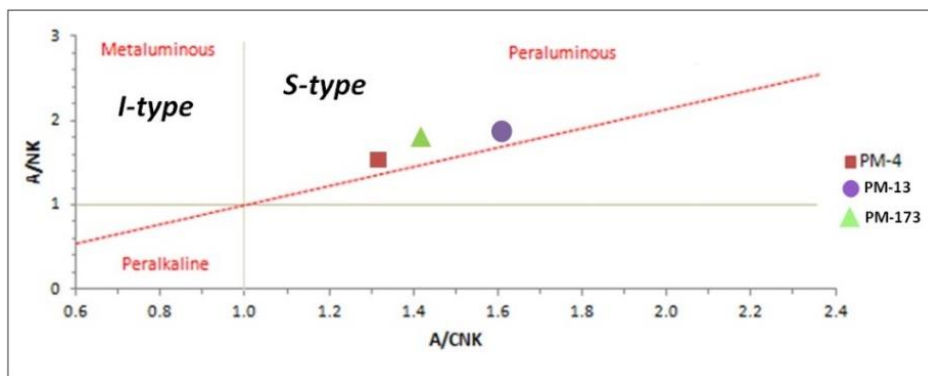


Gambar 11. Perbandingan antara kandungan Na_2O dan K_2O (A), FeO (F), dan MgO (M) daerah Permian (Modifikasi dari Irvine dan Baragar, 1971 dalam Harahap, 2007)

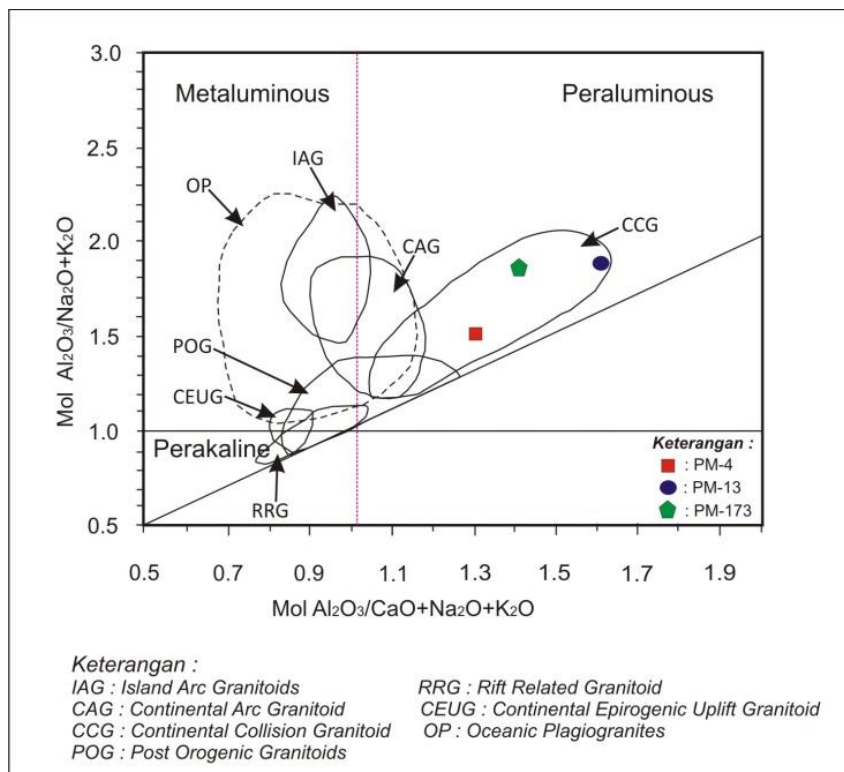
Berdasarkan tingkat saturasi alumina (Shand, 1943 dalam Clarke, 1992), melalui formulasi rasio A/CNK (mol Al_2O_3 /mol $\text{CaO} + \text{mol Na}_2\text{O} + \text{mol K}_2\text{O}$) dan A/NK (mol Al_2O_3 /mol $\text{Na}_2\text{O} + \text{mol K}_2\text{O}$), menempatkan batuan granit di daerah penelitian ke dalam jenis *peraluminous* (Gambar 12). Karakter *peraluminous* yang terdapat di daerah penelitian berhubungan dengan kandungan mineral utama yang mengandung aluminium, seperti biotit dan

muskovit sebagaimana dikonfirmasi oleh data mikroskopis.

Untuk mengetahui lingkungan tektonik daerah penelitian digunakan diagram *aluminium saturation index* (Maniar dan Picolli, 1989), seperti yang ditunjukkan pada Gambar 13. Hasil *plotting* pada diagram *aluminium saturation index* memperlihatkan bahwa daerah penelitian berada pada lingkungan tektonik *Continental Collision Granitoid*.



Gambar 12. Grafik hubungan antara kandungan Al_2O_3 (A) dengan CaO (C), Na_2O (N), dan K_2O (K) pada batuan granit daerah Permian (Modifikasi dari Shand, 1943 dalam Clarke, 1992).



Gambar 13. Hasil interpretasi lingkungan tektonik daerah penelitian berdasarkan diagram *aluminium saturation index* (Modifikasi dari Maniar dan Picolli, 1989).

PEMBAHASAN

Secara umum, sistem panas bumi di Pulau Bangka didominasi oleh kehadiran batuan intrusif yang sisa panasnya telah berkurang namun masih dapat menyimpan panas (Anonim, 2010). Di daerah penelitian tidak ditemukan intrusi muda yang dapat diyakini sebagai sumber panas yang biasa ditemukan dalam suatu sistem panas bumi aktif di daerah non-vulkanik. Sun dkk. (2015) menyebutkan bahwa panas yang dihasilkan oleh intrusi granit dapat berasal dari proses peluruhan unsur radioaktif.

Keberadaan intrusi granit di daerah penelitian diperkirakan berasosiasi dengan aktivitas peluruhan radioaktif yang dapat berperan sebagai sumber panas. Hal tersebut didukung oleh ditemukannya monasit di daerah penelitian berdasarkan pendekatan analisis petrografi pada conto PM-156. Monasit merupakan mineral yang mengandung unsur radioaktif seperti uranium dan thorium. Nurdiana (2015) menyebutkan bahwa batuan granit di daerah Permis mempunyai kadar uranium sebesar 6,9 ppm, thorium 33,3 ppm dan potasium 43.400 ppm. Data kadar tersebut dapat digunakan untuk mengetahui besarnya panas radioaktif yang dihasilkan oleh batuan granit melalui formulasi sebagai berikut (Rybach, 1988 dalam Alabi, dkk., 2007):

$$Q = (95.2 C_u + 25.6 C_{th} + 0.00348 C_k)$$

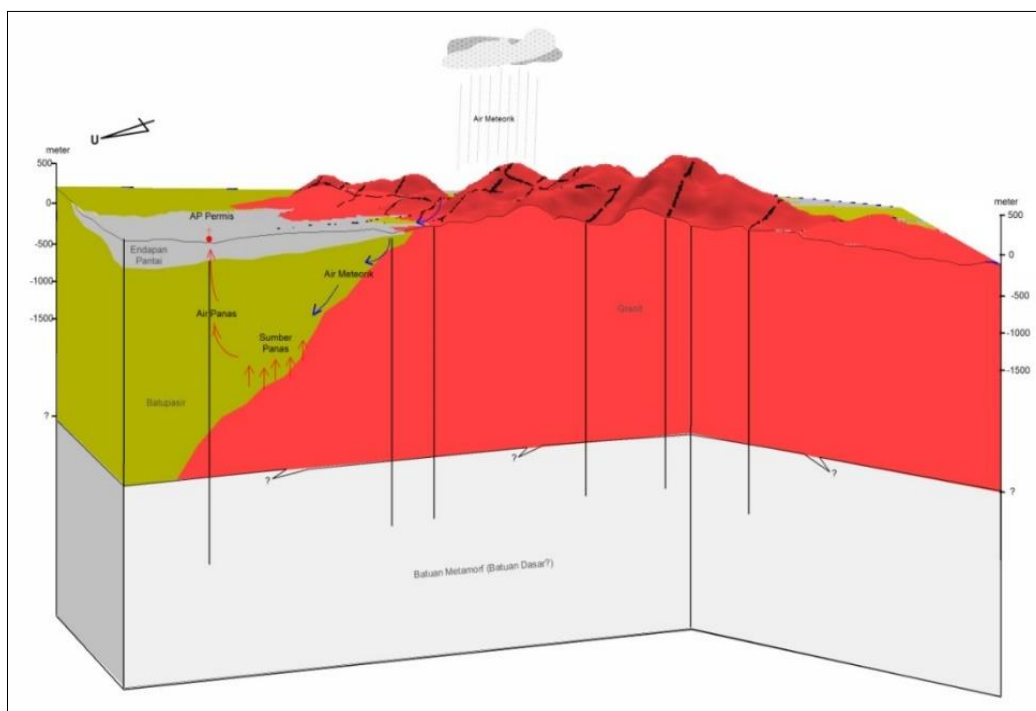
C_u , C_{th} dan C_k secara berurutan merupakan kandungan uranium, thorium dan potasium dalam satuan ppm. Hasil perhitungan dengan menggunakan formulasi tersebut, diperoleh nilai panas radioaktif yang dihasilkan oleh granit di daerah penelitian sekitar 1660,39 pW kg⁻¹.

Panas yang dihasilkan oleh batuan granit mengindikasikan adanya aktivitas unsur radioaktif yang terkait dengan kehadiran mata air panas di daerah penelitian, dalam

hal ini kehadiran aktivitas unsur radioaktif berperan sebagai penyedia sumber panas pada sistem panas bumi daerah Permis.

Berdasarkan karakteristik geokimia granit, diagram *aluminium saturation index* dan adanya variasi afinitas magma, menunjukkan bahwa daerah penelitian berada pada lingkungan tektonik *continental collision* yang melibatkan kondisi tektonik subduksi hingga kolisi. Peristiwa tektonik yang terjadi di daerah penelitian sesuai dengan pendapat Metcalfe, (2000) yang menyebutkan bahwa selama periode Perm hingga Trias Akhir terjadi peristiwa subduksi samudera *Paleo-Thetys* yang diikuti oleh tumbukan antara Blok Sibumasu (Siam-Burma-Malaysia-Sumatera) dengan Malaya Timur. Menurut Mitchell (1977 dalam Widana, 2011), akibat adanya tumbukan antara Blok Malaysia Timur dan Malaysia Barat (Sibumasu) di sepanjang Sutar Bentong Raub, menimbulkan kegiatan magmatisme yang dapat membentuk granit tipe I dan S di wilayah Semenanjung Malaysia, Thailand dan Pulau Bangka.

Proses yang terjadi pada sistem panas bumi daerah Permis berkaitan erat dengan aktivitas unsur radioaktif yang dapat menghasilkan akumulasi energi panas, sedangkan keberadaan tektonik regional yang bekerja di sekitar daerah penelitian mengakibatkan daerah Permis memiliki zona berpermeabilitas tinggi. Pasokan fluida sistem panas bumi daerah Permis berasal dari air meteorik yang dapat mengalami penetrasi sangat dalam melalui zona struktur patahan. Selama berinteraksi dengan tubuh batuan granit melalui media kekar atau sesar, air meteorik mampu menyapu panas hasil aktivitas radioaktif sebagai salah satu unsur penyusun granit, sebelum akhirnya membentuk fluida panas yang kemudian bergerak menuju ke permukaan melalui kontrol patahan sebagai mata air panas seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 14.



Gambar 14. Model sistem panas bumi tentatif daerah panas bumi Permis (Anonim, 2014).

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik granit di daerah penelitian tergolong kedalam granit tipe S dengan kandungan unsur radioaktif dalam monasit yang dapat menghasilkan akumulasi energi panas. Ketidakhadiran intrusi muda yang dapat diyakini sebagai sumber panas dalam suatu sistem panas bumi non-vulkanik seperti di daerah Permis, memberikan indikasi bahwa sumber panas dalam sistem panas bumi di daerah ini berasal dari hasil peluruhan unsur radioaktif yang terkandung dalam granit.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Koordinator Kelompok Penyelidikan Panas Bumi yang telah memberikan izin penggunaan data untuk penulisan makalah ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Sdr. Santia Ardi Mustofa yang telah membantu dalam penyediaan data sekunder dan tim editor yang telah memberikan koreksi dan saran dalam perbaikan makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alabi, O.O., Akinluyi, F.O., Ojo, M.O., and Adebo, B.A., 2007. *Radiogenic Heat Production of Rock from Three Rivers in Osun State of Nigeria*. Journal of Applied Science, Vol. 7, No. 12. Hal 1661-1663.
- Anonim, 2010. Potensi dan Pengembangan Sumber Daya Panas Bumi Indonesia. Pusat Sumber Daya Geologi - Badan Geologi. Bandung.
- Anonim, 2014. Survei Terpadu Geologi dan Geokimia Daerah Panas Bumi Permis, Kabupaten Bangka Selatan, Provinsi Bangka Belitung. Pusat Sumber Daya Geologi - Badan Geologi, Bandung.
- Barber, A.J., Crow, M.J., and Milsom, J.S. (editor)., 2005. *Sumatera: Geology, Resources and Tectonic Evolution*. Geological Society, London, Memoir No. 31.
- Chappel, B. W., and White, A. J. R., 2001. *Two Contrasting Granite Types: 25 Years Later*. Australian Journal of Earth Sciences. Hal. 489 - 499.

- Clarke, D.B., 1992. *Granitoid Rocks*. Department of Earth Sciences Dalhousie University Halifax.
- Cobbing, E.J., Pitfield, P.E.J., Darbyshire, D.P.F., and Mallick, D.I.J., 1992. *The Granites of the South-East Asian Tin Belt*. Overseas Memoir of the British Geological Survey, No.10.
- Harahap, B.H., 2007. *Petrologi Batuan Magmatis Neogen Daerah Pangkalan Kotabaru Limapuluh Kota Sumatera Barat*. Jurnal Sumber Daya Geologi, Vol.27 No. 4, Hal. 207-217.
- Le Bas, M. J., Streckeisen, A. L., 1991. *The IUGS Systematics of Igneous Rocks*. Journal of the Geological Society, London, Vol 148, Hal. 825-833.
- Maniar, P.D., dan Piccoli, P.M., 1989. *Tectonic Discrimination of Granitoids*. Bulletin of the American Geological Society, Vol.101, Hal. 635-643.
- Margono, Supandjono dan Partoyo, 1995. *Peta Geologi Lembar Bangka Selatan, Sumatera*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Metcalf, I., 2000. *The Betong-Raub Suture Zone*. Journal of Asian Earth Sciences. Hal. 691 - 712.
- Ngadenin, 2011. *Sebaran Monasit pada Granit dan Aluvial di Bangka Selatan*. Jurnal Pengembangan Energi Nuklir, Vol.13, No. 2, Hal. 102-110.
- Nurdiana, A., 2015. *Evolusi Tektonik Pulau Bangka Bagian Selatan Berdasarkan Analisis Petrografi dan Geokimia Granitoid*. Skripsi. Departemen Teknik Geologi - Institut Teknologi Bandung. Tidak dipublikasikan.
- Rollinson, H., 1993. *Using Geochemical Data: Evaluation, Presentation, Interpretation*. Pearson Prentice Hall: Malaysia
- Sun, Z., Wang, A., Liu, J., Hu, B., and Chen G., 2015. *Radiogenic Heat Production of Granites and Potential for Hot Dry Rock Geothermal Resources in Guangdong Province, Southern China*. Proceeding World Geothermal Congress 2015, Australia.
- Saksama, K.D., dan Ngadenin, 2013. *Geologi Daerah Muntok dan Potensi Granit Menumbing Sebagai sumber Uranium (U) dan Thorium (Th)*. Buletin Eksplorium. Vol.34, No. 2, Hal.137-149.
- Widana, K.S., 2013. *Karakterisasi Granitoid Pulau Bangka Berdasarkan Analisis Geokimia Spektroskopi*. Tesis Magister. Departemen Teknik Geologi - Institut Teknologi Bandung. Tidak dipublikasikan.

Diterima	: 4 Maret 2016
Direvisi	: 22 April 2016
Disetujui	: 16 Mei 2016