

ANALISIS PERBANDINGAN GEOKIMIA GRANIT DAN SEDIMEN DASAR LAUT DI PULAU SINGKEP BAGIAN TIMUR, PROVINSI KEPULAUAN RIAU

GEOCHEMISTRY COMPARATIVE ANALYSIS OF THE GRANITE AND SEAFLOOR SEDIMENT IN EASTERN PART OF SINGKEP ISLAND, RIAU ISLANDS PROVINCE

M. Akrom Mustafa dan Ediar Usman

Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan, Jl. Dr. Junjuran No. 236 Bandung-40174

Diterima : 13-04-2013, Disetujui : 15-10-2013

ABSTRAK

Hasil analisis kimia secara umum menunjukkan kesamaan antara granit dan sedimen permukaan dasar laut. Perbedaan hanya pada dua unsur, yaitu Al_2O_3 dan Fe_2O_3 ; kandungan Al_2O_3 pada granit antara 12,63 - 15,58% dan Fe_2O_3 antara 1,26 - 1,78%, sedangkan sedimen permukaan dasar laut Al_2O_3 berkisar antara 2,10 - 3,29% dan Fe_2O_3 antara 7,57 - 12,88%. Hasil analisis pada Diagram Harker menunjukkan penyebaran granit dan sedimen dasar laut membentuk pola searah, mengindikasikan pola ko-magmatik.

Selanjutnya, untuk menentukan tipe granit di P. Singkep dalam kaitannya dengan kandungan timah, dua diagram SiO_2 vs FeO_{tot}/MgO dan ACF telah digunakan. Hasilnya menunjukkan bahwa granit Singkep termasuk daerah transisi antara tipe A dan tipe I&S dan tipe S yang kaya ilmenit dan berasosiasi dengan konsentrat timah.

Kata kunci: granit, sedimen dasar laut, kimia, tipe I&S, tipe S, timah, Pulau Singkep

ABSTRACT

Results of chemical analyses generally show the similarities between the granites and the seafloor sediments. The difference is only in the two elements, namely Al_2O_3 and Fe_2O_3 ; Al_2O_3 contents. In the granite ranges between 12.63 to 15.58% and the Fe_2O_3 ranges between 1.26 to 1.78%; while the seafloor sediment shows Al_2O_3 between 2.10 to 3.29% and Fe_2O_3 between 7.57 to 12.88%. Results of the analysis on the Harker Diagram shows the distribution of the granites and the seafloors sediments form the unidirectional pattern, indicates the co-magmatic pattern.

Furthermore, to determine the type of granite in Singkep Island in relation with the tin content two diagram of SiO_2 vs FeO_{tot}/MgO and ACF are used. The result shows that the Singkep granite belong to the the transition area between the A and I&S and the S type which rich of ilmenite and associated with tin concentrate.

Keywords: granite, sea floor sediments, chemicals, I&S type, S type, tin, Singkep Island

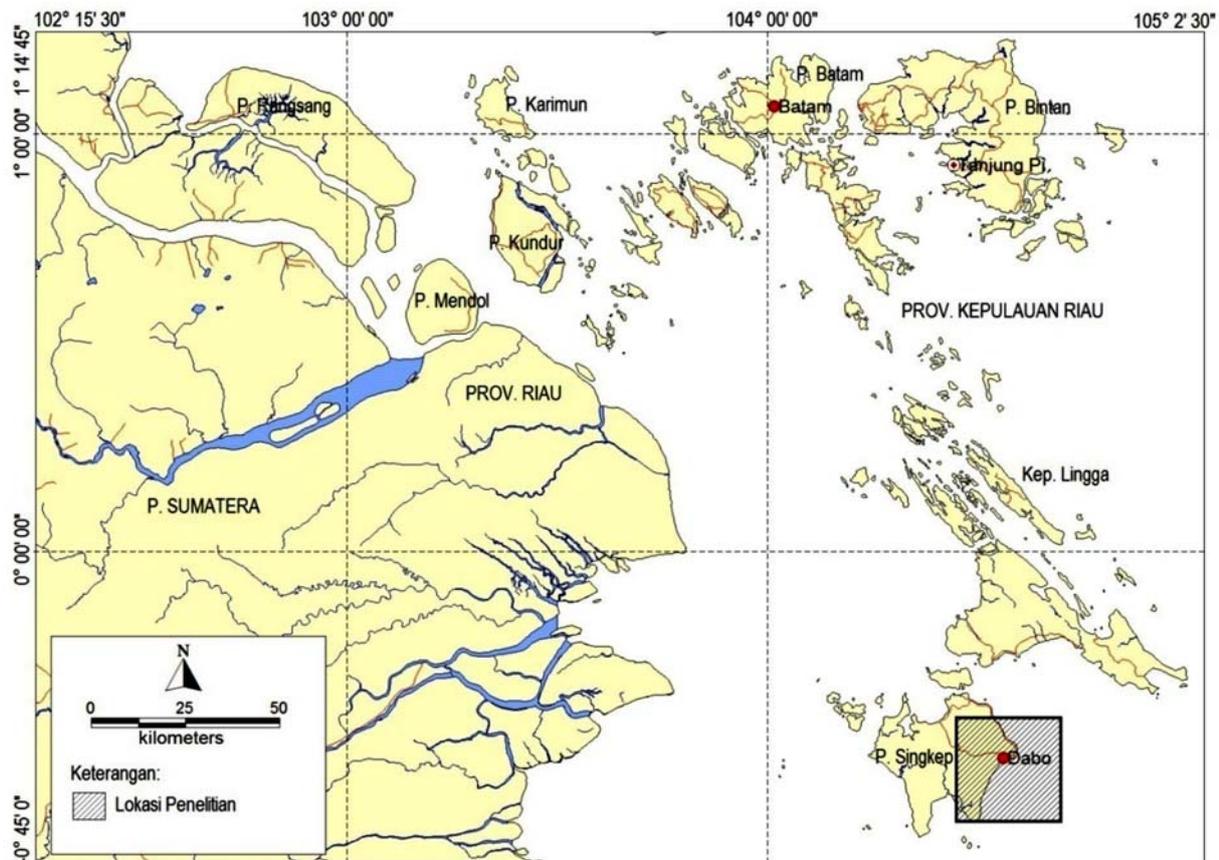
PENDAHULUAN

Lokasi penelitian terletak di pantai dan perairan bagian timur P. Singkep, Provinsi Kepulauan Riau (Gambar 1).

Secara geologi daerah ini termasuk dalam jalur granit utama di Kawasan Barat Indonesia. Menurut Batchelor (1983), jalur granit di P. Singkep dan sekitarnya termasuk dalam jalur granit utama (*Main Granites Belt*) yang membujur dari daratan Muangthai, Malaysia hingga Bangka-Belitung. Granit ini, sering pula disebut sebagai jalur granit pembawa mineral kuarsa dan konsentrat timah. Granit jalur utama terdapat di

bagian tengah Muangthai, pantai barat Malaysia, Sumatera, Kep. Singkep dan Bangka-Belitung. Dalam perkembangannya, granit jalur timah utama, granit jalur timah bagian timur dan granit jalur timah bagian barat telah memproduksi timah.

Menurut Hamilton (1978) dan Katili (1980), granit yang terdapat di Kawasan Barat Indonesia merupakan suatu paparan granit berbentuk batolit yang muncul di beberapa tempat di P. Sumatera, Kep. Riau, Bangka-Belitung dan Kalimantan Barat. Menurut Darman dan Sidi (2000), granit ini juga menjadi batuan dasar (*basement rock*) pengendapan



Gambar 1. Peta lokasi penelitian di bagian timur P. Singkep dan sekitarnya, Provinsi Kepulauan Riau.

sedimen Tersier yang kaya hidrokarbon di Laut Jawa dan Laut Cina Selatan.

Pemunculan secara fisik granit di bagian timur P. Singkep menarik untuk dipelajari karena di sekitar pantai dan laut terdapat kegiatan penambangan konsentrat timah. Berdasarkan kondisi tersebut, maka perlu dicari hubungan secara kimia batuan granit dengan sedimen, sehingga dapat diketahui penyebaran timah ke arah laut. Pada penelitian ini, beberapa hal yang perlu diperhatikan adalah analisis kimia dilakukan pada batuan granit yang diperkirakan sebagai batuan sumber sedimen serta pada sedimen itu sendiri yang merupakan hasil rombakan dari granit sebagai batuan sumber. Kesamaan keduanya adalah kehadiran mineral kuarsa yang berlimpah dan sama-sama mendominasi batuan granit dan sedimen dasar laut. Mineral kuarsa tersebut, secara fisik dan kimiawi merupakan mineral yang paling stabil dalam menyusun batuan beku dan sedimen di alam. Kajian granit secara kimia di daerah P. Singkep, diharapkan akan dapat membantu dalam menjelaskan tentang persamaan jenis granit sebagai batuan sumber pembawa timah

dalam kaitannya dengan kegiatan eksplorasi sumber daya mineral di masa mendatang.

GEOLOGI REGIONAL

Secara fisiografis dan tektonik, daerah penelitian terletak di Paparan Sunda (*Sunda Shelf*) yang telah stabil sejak awal Miosen. Tjia (1970), berdasarkan kerangka tektonik, membagi Paparan Sunda dapat dibedakan menjadi 3 bagian, yaitu: (1) Paparan Sunda Bagian Utara, (2) Platform Singapura, (3) Paparan Sunda Bagian Selatan (Laut Jawa). Platform Singapura merupakan pemisah antara Paparan Sunda bagian utara dan Paparan Sunda Bagian Selatan. Peta jalur granit regional Asia Tenggara. Batchelor (1983), membagi granit Asia Tenggara berdasarkan letak. Granit di P. Singkep, Sumatera bagian Tengah dan Bangka-Belitung termasuk dalam jalur granit utama (*Main Granites Belt*). Granit ini, sering pula disebut sebagai jalur granit pembawa mineral kuarsa dan konsentrat timah (Gambar 2).

Daerah penelitian termasuk bagian dari Platform Singapura yang dialasi sebagian besar oleh batuan beku (gabro, diabas, andesit dan granit) berumur Mesozoik hingga Akhir Kapur

yang kemudian pada Awal Miosen diintrusi kembali oleh granit (Ishihara, 1977). Sedimen Kenozoik di platform ini hanya mencapai ketebalan 500 meter.

Cakupan Paparan Sunda mulai dari Laut Natuna di bagian utara dan batas bagian selatan dari paparan ini adalah Bangka-Belitung. Pada paparan ini terdapat dua depresi cekungan sedimen yang memiliki ketebalan sedimen lebih dari 800 meter, yaitu Depresi Bangka yang memanjang dengan arah barat laut – tenggara (sejajar dengan pantai Sumatera) dan Depresi Belitung yang memanjang berarah utara-selatan (sejajar dengan pantai barat Kalimantan).

Secara morfologi, pulau-pulau di daerah penelitian dicirikan oleh perbukitan yang rendah dengan ketinggian antara 50-150 meter di atas permukaan air laut, perbukitan bergelombang dengan ketinggian antara 200-500 meter di atas permukaan laut, dan daerah pegunungan mencapai 1163 meter di atas permukaan laut. Perbukitan yang lebih kasar terdapat di sekitar ujung barat daya dari Pulau Lingga, yang tersusun dari batupasir malih dari Formasi Tanjungdatuk, dan granit terdapat di bagian timur laut dari Pulau Singkep.

Berdasarkan peta geologi Lembar Dabo (Sutisna dkk., 1994), struktur geologi yang dijumpai di daerah penelitian adalah struktur perlipatan, sesar dan kekar. Struktur perlipatan umumnya terdapat pada batupasir dan batulempung Formasi Tengkis, Pancur dan Semarung di Pulau Lingga, yaitu antiklin dan sinklin yang diduga asimetris dan berarah barat laut-tenggara. Struktur sesar terdiri dari sesar naik, sesar geser dan sesar normal. Sesar naik ditandai dengan gerakan relatif naik dari Komplek Malihan Persing yang berumur Perm-Karbon terhadap Granit berumur Trias di bagian timurlaut Pulau Singkep. Sesar ini membentang dari Dabo di Pulau Singkep ke Selayar di Pulau Selayar yang berarah barat laut-tenggara. Sesar geser jurus bearah hampir utara selatan yang bersifat mengangan (dekstral) ditemukan di daerah Limbong, Pulau Lingga. Sesar normal umumnya ditandai dengan gawir sesar dan air terjun yang tegak membatasi Formasi Semarung dan Formasi Pancur yang ditemukan di daerah S. Resum. Sesar ini mempunyai arah timurlaut-baratdaya.

Batuan tertua di Pulau Singkep adalah Kuarsit Bukitduabelas dengan pola penyebaran barat laut - tenggara. Batuan ini berumur Karbon sampai Perem, tersingkat di bagian utara dan tengah Pulau Singkep, terdiri dari kuarsit dengan sisipan filit dan

batusabak. Secara menjeri terdapat Komplek Malihan Persing dengan penyebaran yang cukup luas dan hampir terdapat di seluruh Pulau Singkep. Batuan ini berumur Karbon sampai Perem, terdiri dari perselingan filit, batusabak dan sekis grafit dengan urat-urat kuarsa.

Batuan sedimen tidak tersingkap di Pulau Singkep, kecuali di Pulau Lingga dan sekitarnya tersingkap dengan baik Formasi Tanjungdatuk berumur Jura Tengah, Formasi Tengkis berumur Kapur Awal, Formasi Pancur berumur Kapur Akhir, Formasi Semarung berumur Paleosen Awal dan endapan rawa/gambut berumur Kuartar Awal. Secara tidak selaras Formasi Tengkis menutupi Formasi Tanjungdatuk.

Batuan terobosan tertua di Pulau Singkep adalah Granit Muncang terdapat di bagian timurlaut dan utara Pulau Singkep. Granit Muncang terdiri dari granit dan diorit berumur Trias. Batuan terobosan lainnya adalah Granit Tanjungbuku terdapat di bagian selatan Pulau Singkep. Granit Tanjungbuku juga terdiri dari granit dan diorit berumur Jura Tengah sampai akhir Kapur Awal.

Batuan Malihan Persing mengalami perlipatan dan pensesaran selama Trias, diikuti oleh terobosan batuan Granit Muncang berumur Trias; kemudian diendapkan Formasi Tanjungdatuk berumur Jura Tengah di bagian baratdaya Pulau Lingga. Selama Jura Tengah - Akhir, juga terjadi terobosan batuan granitan di bagian baratdaya Pulau Singkep. Batuan malihan dan granitan ini tersebar luas di Pulau Singkep, Pulau Lingga dan pulau-pulau kecil lainnya di sekitar kedua pulau tersebut.

Formasi Tengkis, Pancur dan Semarung secara tidak selaras menutupi Formasi Tanjungdatuk. Formasi ini diduga berumur Kapur. Berdasarkan bukti-bukti di lapangan, selama Tersier di Pulau Singkep dan Pulau Lingga diduga blok kraton telah terjadi. Pengendapan selama Holosen dikuasai oleh endapan sungai, rawa dan endapan pantai.

METODE

Pengambilan contoh batuan di bagian timur Pulau Singkep dan sekitarnya dilakukan pada singkapan yang masih segar. Pengambilan contoh sedimen di perairan bagian timur Pulau Singkep dilakukan pada kedalaman laut antara 5 - 20 meter menggunakan peralatan *gravity corer* dan *grab sampler*.

Analisis geokimia granit dan sedimen dasar laut dilakukan di laboratorium Pusat Survei

Geologi, Bandung. Peralatan yang dipergunakan adalah *X-Ray Fluorescence Spectrometre Automatic Thermo ARL Advant XP*. Unsur kimia utama yang dianalisis adalah SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, MnO, MgO, CaO, Na₂O, K₂O, TiO₂, P₂O₅, SO₃ dan LOI. Hasil tersebut selanjutnya diperhitungkan dengan mengeluarkan unsur hilang dibakar (*Lost on Ignition - LOI*), sehingga jumlah total semua unsur kimia tanpa LOI adalah 100%.

Tahap selanjutnya adalah perajahan data geokimia pada Diagram Harker antara SiO₂ vs unsur kimia lainnya untuk menentukan evolusi magma pada granit dan sedimen dasar laut yang didominasi oleh kuarsa. Penentuan batuan induk mengandung timah berdasarkan perajahan antara SiO₂ vs FeO_{tot}/MgO untuk menentukan granit tipe A dan I & S (Eby, 1990). Tipe A dikenal sebagai granit *Anorogenic* atau *Alkaline* (Whalen et al, 1987), sedangkan tipe I dikenal sebagai granit *Igneous origin* yang kaya magnetit dan tipe S dikenal sebagai *Sedimentary origin* yang kaya ilmenit (Chappel and White, 1974). Kandungan FeO_{tot} diperhitungkan berdasarkan jumlah antara FeO dan 0,8998Fe₂O₃ (FeO_{tot} = FeO + 0,8998Fe₂O₃) - (Rollinson, 1992). Analisis di atas diperkuat dengan menggunakan diagram Segitiga

ACF (A=Al₂O₃-Na₂O-K₂O; C=CaO; F=FeO+MgO) untuk menentukan perbedaan granit tipe I dan S (Chappell and White, 1974, 1992; dalam El-Baghdadil et al, 2003).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis kimia pada batuan granit di bagian timur Pulau Singkep dan sedimen permukaan dasar laut yang didominasi mineral kuarsa (pasir kuarsa) menunjukkan hasil sebagaimana pada Tabel 1 dan 2. Secara umum, hasil analisis kimia menunjukkan kandungan SiO₂ berada pada kisaran antara 72,68 – 76,81% termasuk dalam magma asam. Hasil analisis geokimia pada sedimen permukaan dasar laut menunjukkan kandungan SiO₂ berada kisaran antara 76,84 - 79,76%. Kandungan ini menunjukkan Si₂O pada sedimen permukaan dasar laut (pasir kuarsa) hampir sama dengan granit di pantai Pulau Singkep (Gambar 3).

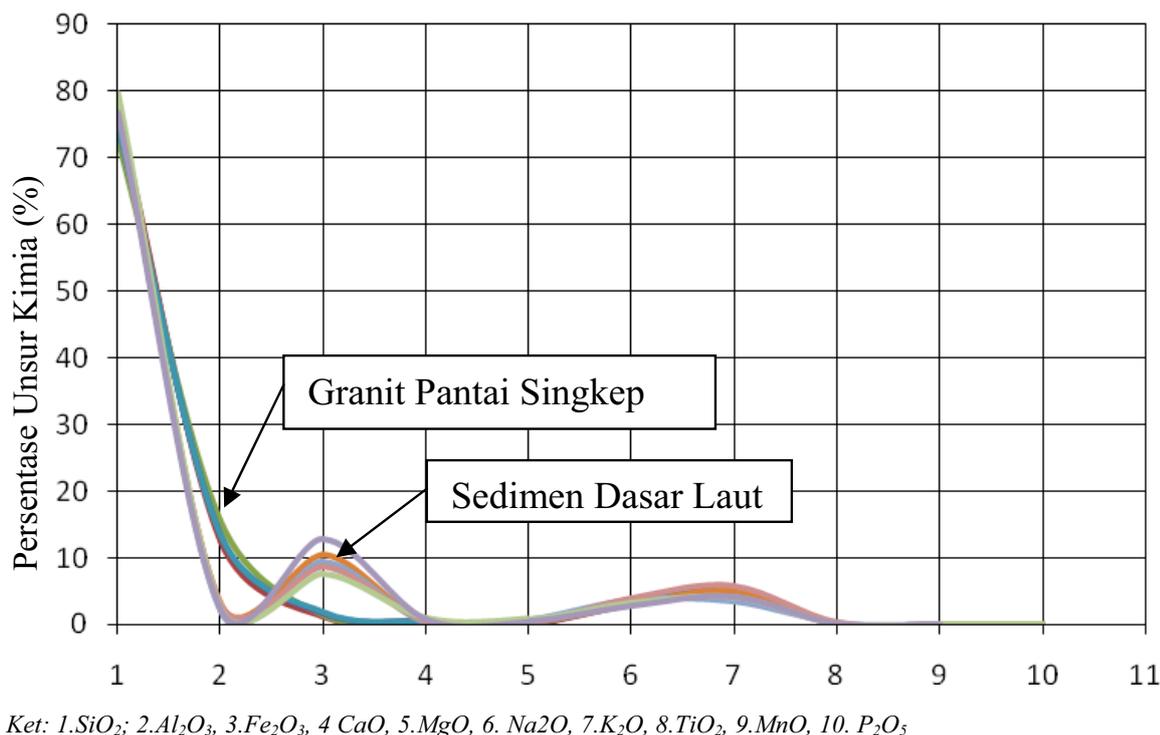
Secara umum komposisi kimia pada granit dan sedimen permukaan dasar laut memperlihatkan pola yang sama, kecuali pada komposisi Al₂O₃ dan Fe₂O₃ yang memperlihatkan pola perkembangan yang berbeda. Komposisi Al₂O₃ dan Fe₂O₃ pada granit menunjukkan kandungan Al₂O₃ antara

Tabel 1. Hasil analisis unsur kimia utama pada granit di Pulau Singkep bagian timur setelah dinormalisasi menjadi 100% tanpa LOI

No.	Kode Contoh	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	MnO	P ₂ O ₅
1	MC-01	75,56	13,19	1,47	0,53	0,17	3,34	5,07	0,09	0,05	0,03
2	MC-02	76,81	12,63	1,26	0,21	0,12	3,11	5,15	0,06	0,12	0,02
3	MC-03	72,68	15,58	1,39	0,40	0,31	3,74	4,39	0,12	0,07	0,04
4	MC-04	74,79	13,48	1,69	0,44	0,21	3,17	5,34	0,10	0,03	-
5	MC-05	74,83	13,52	1,78	0,36	0,21	3,06	5,07	0,11	0,04	0,03

Tabel 2. Hasil analisis unsur kimia utama pada sedimen permukaan dasar laut di perairan Pulau Singkep setelah dinormalisasi menjadi 100% tanpa LOI.

No.	Kode Contoh	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	MnO	P ₂ O ₅
1	DBS-05	77,36	3,29	10,52	0,24	0,36	2,96	5,11	0,08	0,00	0,03
2	DBS-06	78,69	2,10	9,46	0,35	0,74	3,77	3,42	0,26	0,02	0,04
3	DBS-13	77,37	3,11	8,66	0,57	0,27	3,93	5,80	0,33	0,02	0,07
4	DBS-14	79,76	2,53	7,57	0,90	0,86	3,32	4,18	0,03	0,01	0,01
5	DBS-16	76,84	2,26	12,88	0,82	0,45	2,74	4,16	0,04	0,00	-



Gambar 3. Grafik perbandingan komposisi kimia granit dan pasir laut di perairan Pulau Singkep.

12,63 - 15,58% dan kandungan Fe₂O₃ antara 1,26 - 1,78%, sedangkan pada sedimen permukaan dasar laut menunjukkan kandungan Al₂O₃ antara 2,10 - 3,29% dan kandungan Fe₂O₃ antara 7,57 - 12,88%. Perbedaan tersebut relatif kecil disebabkan oleh adanya pengaruh perubahan fisik granit yang terurai menjadi pasir kuarsa dan mineral lainnya (terutama lempung/kaolin) serta peran air laut yang kaya mineral garam berpengaruh pada unsur besi (Fe₂O₃) dan lempung/kaolin (Al₂O₃).

Hasil perajahan semua unsur utama vs. SiO₂ sebagian besar menunjukkan pola se arah; mencirikan bahwa keduanya adalah k-genetik. Meningkatnya kadar besi sejalan dengan peningkatan unsur SiO₂ menunjukkan bahwa keduanya berasal dari magma berafinitas kalk alkali. (Gambar 4).

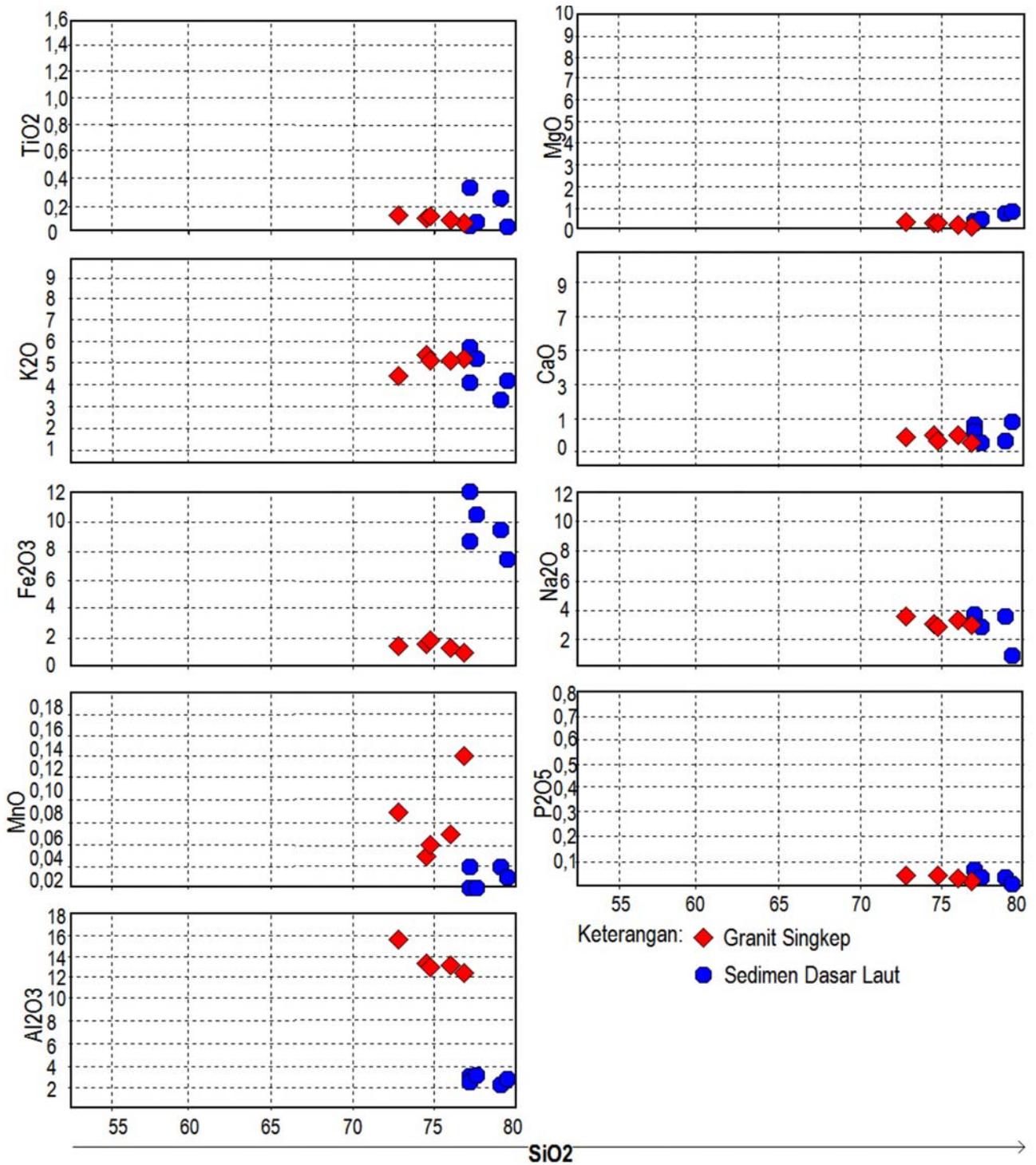
Pola penurunan dalam perajahan unsur-unsur Al₂O₃, TiO₂, K₂O dan Na₂O terhadap SiO₂ juga mencirikan granit tipe S sebagai mana yang dinyatakan oleh Said dan Leake (1990).

Berdasarkan diagram tersebut, pada umumnya menunjukkan pola penyebaran yang searah, sehingga dapat disimpulkan bahwa granit dan sedimen dasar laut mempunyai karakteristik

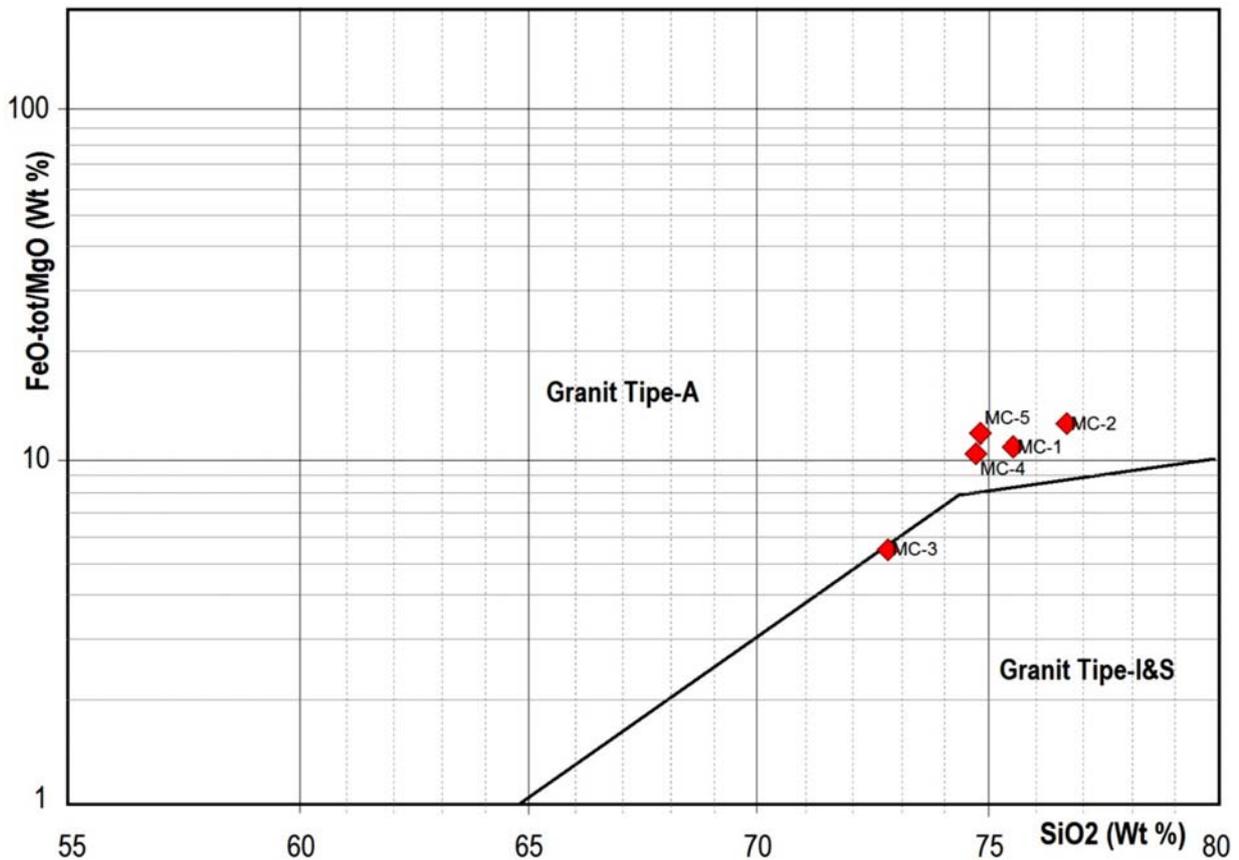
dan evolusi magma yang sama dan pola perkembangan yang searah membentuk pola kogenetik.

Pada diagram di atas pola penyebaran antara granit dan sedimen dasar laut tidak terdapat perbedaan yang besar, bahkan berada pada daerah penyebaran yang sama. Perbedaan yang relatif besar hanya pada hubungan SiO₂ vs Al₂O₃ dan SiO₂ vs Fe₂O₃, menunjukkan pola penyebaran sedimen dasar laut menjauh dari granit, tetapi tetap searah. Pola seperti ini juga terlihat pada grafik sebagaimana gambar 3. Kondisi ini selain disebabkan oleh perubahan fisik juga perubahan kimia. Perubahan fisik disebabkan granit mengalami proses rombakan dan terurai, kemudian membentuk sedimen dasar laut yang didominasi oleh pasir kuarsa dan lempung/kaolin. Perubahan kimia disebabkan pengaruh air laut yang kaya unsur garam, sehingga terjadi peningkatan unsur Al₂O₃ (kaolin/lempung) dan besi Fe₂O₃ (besi).

Selanjutnya, untuk mengetahui tipe granit di Pulau Singkep dalam kaitannya dengan kandungan timah, menggunakan diagram SiO₂ vs FeO_{tot}/MgO (Eby, 1990) dan diagram Segitiga ACF (Chappell



Gambar 4. Evolusi magma berdasarkan Diagram Harker antara unsur SiO₂ vs unsur kimia utama lainnya pada granit dan sedimen dasar laut di Pulau Singkep.



Gambar 5. Hasil perajahan SiO₂ vs FeO_{tot}/MgO untuk menentukan tipe granit Singkep berdasarkan diagram klasifikasi Eby (1990).

and White (1974, 1992; dalam El-Baghdadil et al, 2003).

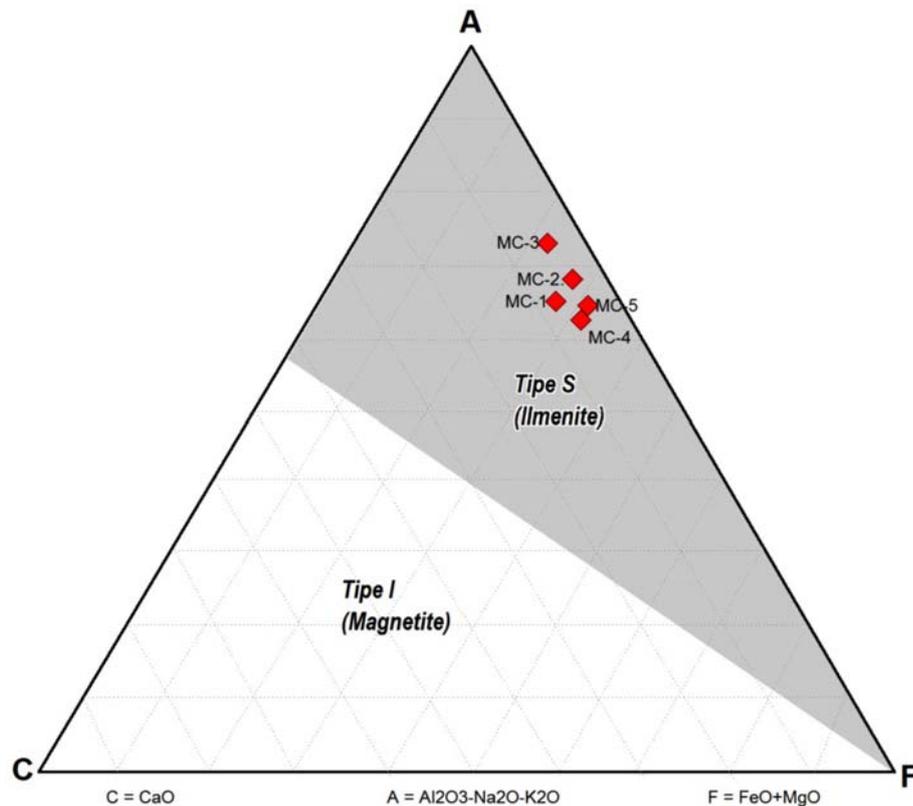
Hasil perajahan unsur kimia pada diagram SiO₂ vs FeO_{tot}/MgO, menunjukkan bahwa granit Singkep berada di sekitar batas antara granit tipe A dan granit tipe I & S. Satu contoh termasuk dalam granit tipe I & S dan empat contoh berada dalam granit tipe A (Gambar 5). Hasil perajahan granit Pulau Singkep ini dapat dikomparasi dengan hasil penelitian Subandrio dkk. (2007), yang menunjukkan bahwa Granit Timah Bangka (*Bangka Tin Granites*) termasuk dalam granit tipe I & S.

Hasil di atas menunjukkan kecenderungan granit Pulau Singkep berada di sekitar batas antara granit tipe A dan Granit Tipe I & S yang merupakan daerah transisi antara tipe A dan tipe I & S. Hasil tersebut perlu dipertegas dengan menggunakan diagram lainnya, yaitu diagram Segitiga ACF (Gambar 6).

Perajahan pada Diagram ACF tersebut telah dapat secara tegas membedakan antara granit tipe I dan S. Seluruh contoh granit Pulau Singkep

berada dalam granit tipe S. Granit tipe S ini dikenal sebagai *Sedimentary origin* yang kaya ilmenit, sedangkan granit tipe I dikenal sebagai granit *Igneous origin* yang kaya magnetit (Chappel and White, 1974; dalam El-Baghdadil et al, 2003). Menurut Cox et al (1979); Eby (1990), granit tipe I & S merupakan granit yang kaya timah. Selanjutnya Ishihara (1977) dan Takahashi et al (1980) menyebutkan bahwa hanya granit tipe S yang kaya timah.

Karakter geokimia pada granit Singkep berdasarkan diagram SiO₂ vs FeO_{tot}/MgO lebih condong ke granit tipe I & S, dan pada diagram Segitiga ACF berada pada granit tipe S. Berdasarkan karakter tersebut dapat disimpulkan bahwa granit di Pulau Singkep sebagai sumber sedimen di laut. Hasil ini juga memperkuat tentang penyebaran sedimen permukaan dasar laut dalam bentuk pasir kuarsa di perairan Pulau Singkep yang berasal dari rombakan granit di sekitar Pulau Singkep sebagai batuan sumber timah.



Gambar 6. Hasil perajahan pada diagram Segitiga ACF untuk menentukan perbedaan tipe I dan S pada granit Singkep berdasarkan klasifikasi Chappell and White (1974, 1992); dalam El-Baghdadil et al (2003).

Berdasarkan hasil penelitian ini, maka secara kimiawi, granit di Pulau Singkep dapat mewakili daerah bagian tengah penyebaran granit di Kawasan Barat Indonesia (*Central Granite Belt*). Menurut Batchelor (1983), berdasarkan posisi tektonik, granit di sepanjang Pulau Sumatera, Singkep dan Bangka dipengaruhi oleh tektonik Busur Sumatera dan daerah transisi dengan Busur Belakang di Kawasan Barat Indonesia, sehingga berada dalam satu kelompok, yaitu granit timah utama (*Main Tin Belt Granites*).

KESIMPULAN

Hasil analisis kimia dan perajahan pada diagram SiO_2 vs $\text{FeO}_{\text{tot}}/\text{MgO}$ menunjukkan granit di Pulau Singkep termasuk dalam daerah transisi antara granit tipe A dan tipe I & S. Guna mendapatkan gambaran lebih jelas, maka pada diagram ACF, seluruh hasil perajahan granit di Pulau Singkep bagian timur termasuk dalam granit tipe S atau seri ilmenit yang mengandung timah.

Evolusi magma dan hubungan antara granit dan sedimen dasar laut pada Diagram Harker

menunjukkan keduanya mempunyai pola penyebaran searah (ko-genetik) dari magma berafinitas kalk-alkali ditunjukkan oleh penurunan kadar besi selama diferensiasi. Pola penurunan juga teramati pada perajahan unsur-unsur lainnya terhadap oksida silika; kecuali pada unsur alkali seperti oksida kalium dan natrium memperlihatkan pola positif (meningkat) sejalan dengan kenaikan kadar oksida silika (sejalan dengan diferensiasi).

Berdasarkan hasil tersebut, maka untuk kegiatan eksplorasi timah di perairan Pulau Singkep disarankan dilakukan di sekitar pantai timur Pulau Singkep dan tidak jauh dari lokasi penyebaran granit.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Susilohadi selaku Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan atas dorongan dan izinnya untuk melakukan penelitian di Pulau Singkep. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada rekan-rekan sesama pejabat fungsional, teknisi dan struktural atas segala kerjasamanya.

DAFTAR ACUAN

- Batchelor, B.C., 1983. *Late Cenozoic Coastal and Offshore Stratigraphy in Western Malaysia and Indonesia*. Thesis Ph.D., Dept. Of Geology, University Malaya, Kuala Lumpur.
- Cox, K.G., Bell, J.D. and Pankhurst, R.J., 1979. *The Interpretation of Igneous Rock*. Allen and Uwin, London: 450p.
- Darman, H. and Sidi, F.H., 2000. *An outline of The Geology of Indonesia*. Indonesian Association of Geologist, Jakarta: 192p.
- Eby, G.N., 1990. The A-type Granitoids: A Review of their Occurrence and Chemical Characteristics and Speculations on their Petrogenesis. *Lithos*, 26, 115-134.
- El-Baghdadil, M., El-Boukhari, A., Jouider, A., Benyoucef, A. and Nadem, S., 2003. Calc-alkaline Arc I-type Granitoid Associated with S-type Granite in the Pan-African Belt of Eastern Anti-Atlas (Saghro and Ougnat, South Morocco). *Gondwana Research*, 6(4). International Association for Gondwana Research, Japan: p. 557-572.
- Hamilton, W., 1979. *Tectonics of the Indonesian Region*, United States Geological Surveys Professional Paper 1078. United States Government Printing Office, Washington: 345p.
- Ishihara, S., 1977. The Magnetit-series and Ilmenite-series Granitic Rocks. *Mining Geol.*, 27, 293-305.
- Katili, J.A., 1980. *Geotectonics of Indonesia, A Modern View*. Directorate General of Mines, Jakarta: 271p.
- Mangga, S.A. dan Djamal, B., 1994. Peta geologi lembar Bangka Utara, Sumatera. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Mullen, E.D., 1983. MnO/TiO₂/P₂O₅, A Minor Element Discriminant for Basaltic Rock of Oceanic Environments and its Implications for Petrogenesis. *Earth and Planetary Science Letters*, 62: 53-62. In Abidin, H.Z. and Rusmana, E., 1997. Petrology and Geochemistry of The Tertiary Volcanic/ Subvolcanic Rocks From The Masupa Ria Gold Prospect, East Kalimantan. *Proceedings of 26nd Annual Convention of Indonesian Association of Geologist*, Jakarta: p.237-253.
- Muller, D. and Grove, D.I., 1997. *Potassic Igneous Rocks and Associated Gold-Copper Mineralization*. Second Updated and Enlarged Edition. Springer-Verlag Berlin Heidelberg: 238 pp.
- Mustafa, M.Akrom., Kurnio, H., Kamiluddin, U., Harsenanto, C.W., Rachmat, B., Hadi, P.H., Nurdin, N., 2012. Penelitian Keterdapatan Endapan Plaser Pembawa Timah Perairan Singkep Timur, Provinsi Kepulauan Riau. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung: 100pp.
- Peccerillo, A. and Taylor, S.R., 1976. Geochemistry of Eocene Calc-alkaline Volcanic Rocks from the Kastamonu Area, Northern Turkey. *Contrib. Mineral Petrol* 58: p.63-81.
- Rollinson, H., 1992. *Using Geochemical Data: Evaluation, Presentation and Interpretation*. Longman Group Limited, London: 352p.
- Said, YA. and Leake, B.E., 1990. S-type Granite Formation in the Dalradian Rocks of Connemara, W. Ireland. *Mineralogical Magazine*, 54(374), Glasgow: 1-22.
- Subandrio, A.S., Gatzweiler, R. and G. Friedrich, G., 2007. Relationship Between Magnetite-Ilmenite Series and Porphyry Copper Tin Metallogenic Province of Sumatera Island with Special Aspects of Sibolga and Bangka Granitoid Complex. *Proceedings of The 36st Annual convention of Indonesian Association of Geologist, Denpasar*: 11pp.
- Sutisna, K, Burham, G, Hermanto, B., 1994. Peta Geologi Lembar Dabo, Sumatera, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Takahashi, M., Aramaki, S. and Ishihara, S., 1980. *Magnetite Series/Ilmenite Series Vs I-Type/S-Type Granitoid, in Granitic Magmatism and Related Mineralization*. Mining Geol. Spec. Issue, No. 8. The Soc. of Mining Geologist of Japan, Tokyo: 247p.
- Tjia, H.D., 1970. Quaternary Shorelines of the Sunda Land, South East Asia, *Geol. Mijnbouw*, 49(2): p.35-144.
- Whalen, J.B., Currie, K.L., and Chappell, B.W., 1987. A-Type Granites: Chemical Characteristics, Discrimination and Petrogenesis. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 95: p.407-419.