

PERBEDAAN GENESA MAGMA ANTARA *TIN BEARING GRANITOID ROCKS*
DARI JALUR KEPULAUAN TIMAH INDONESIA DAN *TIN BARREN GRANITOID ROCKS*
DARI PULAU BINTAN

*DISTINCTION OF MAGMA GENESIS BETWEEN THE TIN BEARING GRANITOID ROCKS
OF THE INDONESIAN TIN BELT ISLANDS AND THE TIN BARREN GRANITOID ROCKS
OF BINTAN ISLAND*

Oleh: Mesker H. J. Dirk

Pusat Survei Geologi
Jl. Diponegoro 57, Bandung 40122.

Abstrak

Ada perbedaan antara batuan granitoid di Menumbing-Pulau Bangka, Pulau Karimun, Pulau Kundur, dan di Pulau Bintan. Yang pertama mengandung timah putih (*tin bearing granitoid rocks*) dan yang kedua tidak (*tin barren granitoid rocks*). Studi petrografi, kandungan kimia, dan umur masing-masing kelompok batuan telah dilakukan untuk mengetahui perbedaan genesa magma antara keduanya. *Tin bearing granitoid rocks* di Menumbing – Pulau Bangka, Pulau Karimun, dan Pulau Kundur menunjukkan tekstur porfiritik kuat, plagioklas sebagai salah satu mineral utama pembentuk batuan berkomposisi AnO-20, mineral tambahan adalah ilmenit, zirkon dan apatit, muskovit sekunder \pm turmalin \pm florit \pm kasiterit \pm monasit terdapat di dalam urat-urat pegmatitik. Kandungan rata-rata SiO₂ 70 % berat, CaO 2 % berat, dan Na / (Na + K) 0,6. Batuannya adalah monzogranit berafinitas kalk-alkali, bersifat peraluminus, dengan peningkatan komponen alkali disertai penurunan bersama komponen FeO* dan MgO secara seimbang, kristalisasinya insitu sejak awal sampai cairan habis terpakai. *Tin bearing granitoid rocks* berumur antara 211 \pm 10 juta – 200 \pm 4 juta tahun atau Trias Atas, berasal dari magma hasil peleburan bahan sumber grewake di tepian benua selama suatu proses *collision (syn-collision* yang membentuk *peraluminous leuco-granites intrusions*). Sedangkan tin barren granitoid rocks dari Pulau Bintan menunjukkan tekstur porfiritik lemah, plagioklas sebagai salah satu mineral utama pembentuk batuan berkomposisi AnO-28 dan mineral mafik jenis horeblend, mineral tambahan adalah magnetit, zirkon, apatit, dan sfen. Kandungan rata-rata SiO₂ 70 % berat, CaO 2 % berat, dan Na / (Na + K) 0,6. Batuannya adalah monzogranit-granodiorit, berafinitas kalk-alkali, bersifat peraluminus, dengan peningkatan komponen alkali disertai hanya penurunan komponen FeO*. *Tin barren granitoid rocks* berumur antara 230 \pm 2 juta – 222 \pm 3 juta tahun atau Trias Tengah – Trias Atas, berasal dari magma hasil peleburan bahan sumber campuran bersifat toleitik dan *ekivalen grewake* di daerah subduksi (*subduction zone*) atau *pre-collision calc-alkaline volcanic arc intrusions* atau *volcanic arc granites* (VAG). Selain perbedaan itu, kedua kelompok batuan granitoid ini juga berbeda di dalam kerentanan magnetiknya, yaitu *tin bearing granitoid rocks* mempunyai kerentanan magnetik antara (0,18 – 0,90) x 10⁻³ S.I. unit, dan *tin barren granitoid rocks* mempunyai kerentanan magnetik (2,75 - 7,75) x 10⁻³ S.I. unit.

Kata kunci: genesa magma, *tin bearing granitoid rocks*, Menumbing-Pulau Bangka, Pulau Karimun, Pulau Kundur, Pulau Bintan.

Abstract

There are differences between the granitoid rocks of the Menumbing- Bangka Island, Karimun Island, Kundur Island, with the granitoid rocks of the Bintan Island. The earlier are tin bearing granitoid rocks, while the later are tin barren granitoid rocks. The tin bearing granitoid rocks of Menumbing-Bangka Island, and Karimun and Kundur Islands, are strongly porphyritic, plagioclase as one of the primary rock forming minerals has composition of AnO-20, the accessory minerals of ilmenite, zircon, apatite, secondary muscovite \pm tourmaline \pm flourite \pm cassiterite \pm monazite are found in the pegmatitic veins. The average content of SiO₂ 70 wt%, CaO 2 wt%, and Na / (Na + K) 0.6. The tin bearing granitoid rocks are monzogranites, with calc-alkaline affinity, peraluminous, with increasing alkaline components to proportionally decreasing FeO* and MgO components. The age of the tin bearing granitoid rocks is around 211 \pm 10 – 200 \pm 4 my. or Upper Triassic, have formed from magma generated by melting of graywacke source material at a collision zone or convergence continental margins. The tin barren granitoid rocks of Bintan Island are weak porphyritic textures, plagioclase as one of the primary rock forming minerals has composition of AnO-20, and hornblende as mafic mineral. The accessory minerals are magnetite, zircon, apatite, \pm sphene. The average content of SiO₂ 70 weight%, CaO 2 weight%, and Na / (Na + K) 0.6. The rocks are monzogranites and granodiorites, with calc-alkaline affinity,

Naskah diterima : 08 Februari 2013
Revisi terakhir : 07 Juni 2013

peraluminous, with increasing alkaline components to only decreasing FeO component. The age of the tin barren granitoid rocks is around $230 \pm 2 - 222 \pm 3$ my. or Middle Triassic – Upper Triassic, have formed at a subduction zone of magma generated from melting of mixed tholeiitic and equivalent graywacke source materials. In addition to those differences, both group of the granitoid rocks also differ in its magnetic susceptibility i.e. the tin bearing granitoid rocks have magnetic susceptibility around (0.18 – 0.90) S.I. unit, and the tin barren granitoid rocks around (2.75 – 7.75) S.I. unit.*

Keywords: Magma genesis, tin bearing granitoid rocks, Menumbing-Bangka Island, Karimun Island, Kundur Island, Bintan Island.

Pendahuluan

Batuan granitoid di Jalur Kepulauan Timah Indonesia antara lain yang ada di Menumbing-Pulau Bangka, Pulau Karimun, dan Pulau Kundur adalah batuan granitoid yang dikenal sebagai pembawa atau mengandung timah putih atau di sini disebut dengan *tin bearing granitoid rocks*. Batuan granitoid di Pulau Bintan dan di Pulau Batam tidak membawa timah putih atau di sini disebut dengan tin barren granitoid rocks. Makalah ini membahas beberapa perbedaan antar kedua batuan granitan itu yang adalah cerminan genesa magmanya masing-masing.

Perbedaan-perbedaan yang dipelajari meliputi aspek petrografi yaitu mengenai perbedaan tekstur dan komposisi mineral utama pembentuk batuan serta mineral tambahan utama, perbedaan komposisi kimia utama dan unsur kimia minor, perbedaan afinitas batuan, perbedaan sifat batuan granitoid dari ratio komponen $Al_2O_3 / (CaO + Na_2O + K_2O)$, perbedaan umur batuan, perbedaan pengalaman tektonik, perbedaan bahan sumber magma, dan perbedaan kerentanan magnetik. Studi seperti ini, diharapkan dapat pula selanjutnya dilakukan terhadap perbedaan-perbedaan antara *tin bearing granitoid rocks* dengan *tin barren granitoid rocks* di Jalur Kepulauan Timah Indonesia, karena di Jalur Kepulauan Timah Indonesia itu sendiri terdapat juga *tin barren granitoid rocks*. Hasilnya mungkin dapat dipakai sebagai alat bantu untuk mencari sumber baru timah putih primer ataupun timah putih plaser / sekunder di Jalur Kepulauan Timah Indonesia, dan di tempat lainnya di Indonesia, dengan lebih berhasil secara lebih ekonomis, efisien, efektif.

Metode Penelitian

Pengambilan percontoh tin bearing granitoid rocks dari Menumbing – Pulau Bangka, Pulau Karimun, dan Pulau Kundur, dilakukan dengan terlebih dahulu mengetahui bahwa tubuh intrusi tersebut sebagai penyebab terjadinya mineralisasi timah putih. Bersama percontoh *tin barren granitoid rocks* dari Pulau Bintan dipilih yang paling segar untuk dianalisis petrografi, geokimia, dan pentarikhan dengan metode

K – Ar dan Rb – Sr. Analisis petrografi dilakukan oleh penulis di laboratorium petrografi Pusat Survei Geologi menggunakan mikroskop polarisasi merek Leitz Ortholux – II Pol BK. Pentarikhan metode K – Ar dilakukan di laboratorium geokronologi Pusat Survei Geologi menggunakan alat merek Isotech – VG 3600. Analisis geokimia unsur utama dan unsur minor menggunakan alat X – Ray Fluorescence merek Phillips PW 1400 dengan tabung Side Window 3 kV Rhodium, bersama pentarikhan metode Rb – Sr dilakukan di laboratorium geokronologi *British Geological Survey* (BGS). Pengukuran kerentanan magnetik batuan, dilakukan di lapangan, sebanyak minimal sepuluh pengukuran pada setiap singkapan, menggunakan alat Kappameter KT – 5.

Geologi

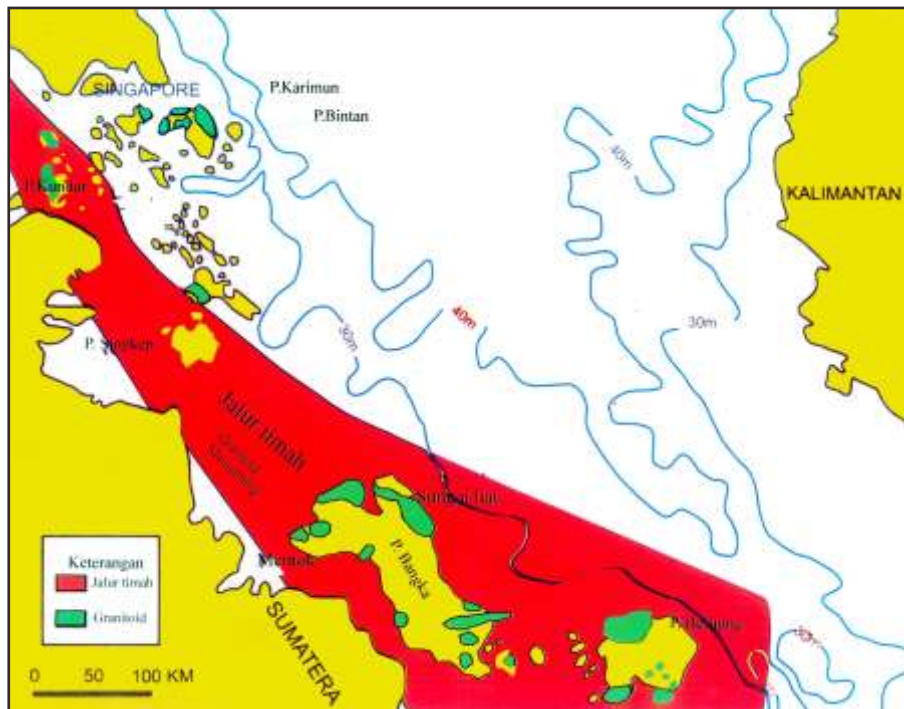
Pulau Bangka

Sebaran tin bearing granitoid rocks di Menumbing – Pulau Bangka yang diteliti diperlihatkan pada Gambar 1. Geologi umum Pulau Bangka dikompilasi dari para penyelidik terdahulu antara lain Westerveld, 1936; van Bemmelen, 1949; Osberger, 1965; Katili, 1967; Gondwana, 1981; Margono dr. 1994; Mangga dan Djamal, 1994; secara garis besar sebagai berikut:

Batuan tertua terdiri atas batusabak, kuarsit, filit, dan genes, yang umurnya belum diketahui secara pasti, semuanya tergabung di dalam Komplek Pemali yang diterobos oleh diabas. Di atas Komplek Pemali secara tidak selaras terdapat Formasi Tanjung Genting yang terdiri atas batupasir kuarsa, batupasir meta, batupasir tersilisifikasi dan batulempung.

Formasi Tanjung Genting berumur Trias Awal (Mangga dan Djamal, 1994). Kedua kompleks batuan tersebut diterobos oleh batuan granitoid Klabat yang berdasarkan pentarikhan K–Ar aktifitasnya berlangsung selama Trias Akhir – Jura Awal.

Formasi Ranggalam berumur Miosen Akhir – Plistosen Awal menutupi batuan tua. Batuan termuda berupa endapan sungai, rawa, dan pantai yang terdiri atas bongkah, lempung, dan lumpur.



Gambar 1. Jalur Kepulauan Timah Indonesia (Nitiwisastro *et al.*, 1995)

Pulau Karimun dan Kundur

Sebaran *tin bearing granitoid rocks* di Pulau Karimun dan di Pulau Kundur diperlihatkan pada Gambar 1. Batuan pra – Tersier tersingkap di Pulau Karimun dan di Pulau Kundur berupa serpih hornfels, batupasir, rijang, konglomerat, batugamping, batuan vulkanik riodasit, yang semuanya digabung menjadi Formasi Malang. Metagabro horenblenda, amfibolit, sekis horenblenda, digabung menjadi Komplek Merah. Serpih, batupasir dan konglomerat kuarsa yang terhornfelskan pada kontak dengan granitoid digabungkan ke dalam Formasi Papan.

Tin bearing granitoid rocks di Pulau Karimun kemungkinan berumur Trias Tengah – Trias Akhir, sejumlah kecil terfoliasi dan bagian tepinya terhornfelskan, menandai intrusi mesozone (Hutchinson, 1973). Katili (1967) menyimpulkan bahwa suatu lajur sinklin batuan granitoid memisahkan Pulau Karimun dan Pulau Kundur. Cameron dr. (1980) berpendapat bahwa lipatan isoklinal, pemalihan regional dan penempatan batuan granitoid, terjadi pada pertengahan Perem.

Pulau Bintan

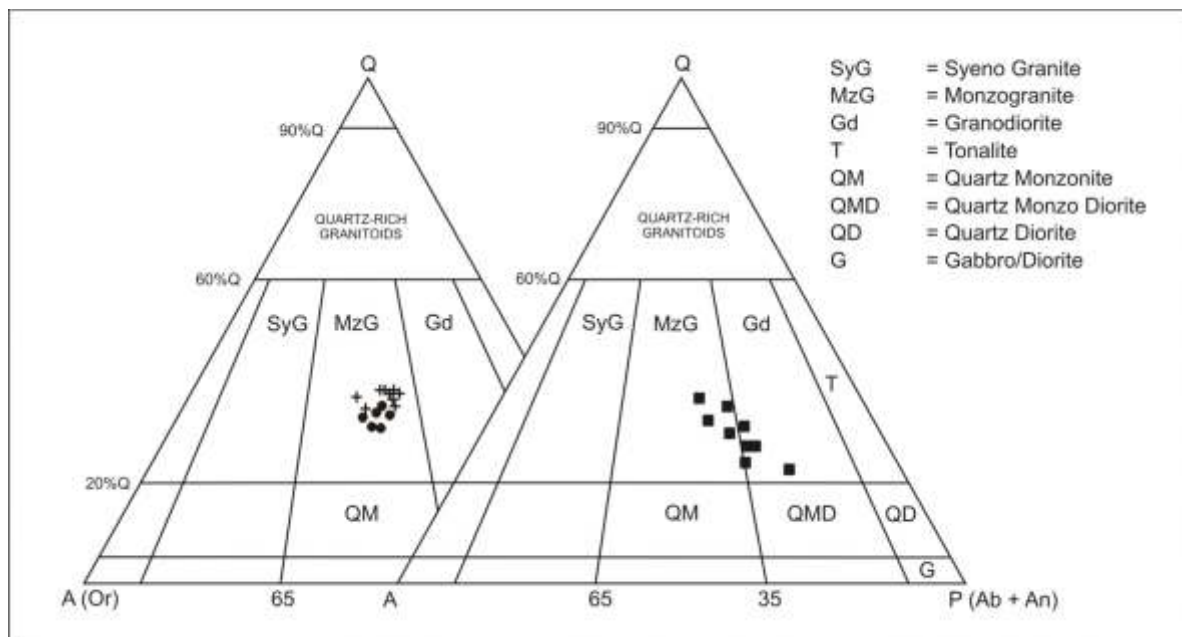
Sebaran *tin barren granitoid rocks* di Pulau Bintan diperlihatkan pada Gambar 1. Informasi geologi umum diperoleh dari Peta Geologi Lembar Tanjung

Pinang, Sumatera (Kusnama dr. 1994). Urutan dan uraian stratigrafi secara garis besar dari batuan tertua sampai termuda adalah sebagai berikut:

Formasi Berakit yang ketebalannya sekitar 3000 m tersusun oleh batuan filit dengan karakter asal batuan sedimen, batusabak dengan urat kuarsa yang searah ataupun memotong foliasi, dan sekis yang terfoliasi kuat. Para pemeta menduga sekis tersebut setara dengan sekis Mersing di Malaysia yang berumur Permo – Karbon dan diintrusi oleh batuan granitoid berumur Trias. Andesit berumur Miosen terkekarkan dan umumnya tampak segar.

Formasi Goungan yang berumur Plio – Plistosen, terdiri atas batupasir tufan keputih – putihan, batulanau, tuf dasitan, tuf litik – felspatik yang setempat berselingan dengan batupasir tuf, tuf putih – kemerahan, dan batulanau kelabu agak karbonan yang mengandung sisa tanaman.

Aluvium berumur holosen / kuartar, terdiri atas pasir merah kekuningan dengan komponen utama kuarsa, felspar, horenblenda, biotit, dan konglomerat berkomponen batuan granitoid, malihan, batupasir, dan terumbu. Aluvium merupakan hasil endapan sungai dan pantai. Satuan ini menutupi secara tak selaras semua batuan yang lebih tua.



Gambar 2. Diagram AQP (Streckeisen, 1976) untuk klasifikasi dan tatanama tin bearing granitoid rocks dari Melumbing - Pulau Bangka (), Pulau Karimun dan Pulau Kunder (+), dan tin barren granitoid rocks dari Pulau Bintang ()

Petrografi

Tin bearing granitoid rocks dari Menumbing-Pulau Bangka, Pulau Karimun, dan Pulau Kunder menunjukkan tekstur holokristalin, porfiritik kuat, hipidiomorf. Mineral utama pembentuk batuan terdiri atas plagioklas (AnO-28), ortoklas, kuarsa, biotit, muskovit, mikrolin, ukuran butir umumnya berkisar antara 0,25 – 4,50 mm. Ortoklas dominan sebagai fenokris atau megacryst dengan tekstur string perthite dan flame perthite (pertumbuhan bersama albit dan ortoklas). Ortoklas sering, dan kuarsa secara jarang terdapat sebagai megacrysts dengan ukuran mencapai 100,00 mm. Biotit berwarna merah dan coklat gelap. Muskovit ada yang terdapat sebagai mineral sekunder, bersama ± turmalin, ± fluorit, ± kasiterit, dan ± monasit di dalam urat-urat pegmatitik. Mineral tambahan utama adalah ilmenit, zirkon dan apatit. *Tin barren granitoid rocks* dari Pulau Bintang menunjukkan tekstur holokristalin, porfiritik lemah, hipidiomorf. Mineral utama pembentuk batuan terdiri atas plagioklas (AnO-28), ortoklas, kuarsa, biotit, muskovit, horenblanda, mikrolin. Ukuran butir umumnya antara 0,25 – 20,00 mm, tetapi kuarsa sangat jarang sebagai megacryst mencapai 80,00 mm. Biotit berwarna campuran merah, coklat, hijau, dan hijau gelap. Mineral tambahan utama terdiri atas magnetit, zirkon, apatit, dan sfen.

Dari hasil analisis petrografi tersebut dapat dilihat

beberapa perbedaan yaitu *tin bearing granitoid rocks* bertekstur porfiritik kuat, plagioklas berkomposisi AnO-20, tidak mengandung horenblanda, terdapat mineral muskovit sekunder, ± turmalin, ± fluorit, ± kasiterit, dan ± monasit di dalam urat-urat pegmatitik, dan mineral tambahan utama ilmenit, zirkon, dan apatit. *Tin barren granitoid rocks* bertekstur porfiritik lemah, plagioklas berkomposisi AnO-28, mengandung horenblanda sebagai mineral utama pembentuk batuan dan mineral tambahan utama magnetit, zirkon, apatit, dan sfen.

Geokimia

Sebanyak 6 (enam) percontoh *tin bearing granitoid rocks* dari Menumbing – Pulau Bangka, 9 (sembilan) percontoh dari Pulau Karimun dan Pulau Kunder, serta 9 (sembilan) percontoh *tin barren granitoid rocks* dari Pulau Bintang yang paling segar di-analisis kimia untuk mendapatkan unsur utamanya dan dihitung normatif CIPW nya, semuanya disajikan pada Tabel 1. Unsur minor juga dianalisis dan hasilnya disajikan pada Tabel 2. Unsur hilang dibakar (L.O.I) < 2 % menunjukkan batuan masih tergolong segar.

Dari hasil analisis geokimia unsur utama tersebut di atas dapat terlihat bahwa *tin bearing granitoid rocks* mengandung rata-rata SiO₂ 70 %berat, CaO 2 %berat, dan Na / (Na + K) 0,6.

Tabel 1. Hasil analisis kimia unsur utama dan hitungan normatif CIPW batuan granitoid Menumbing, Pulau Bangka (11 s/d 16).

No. Percontoh	11	12	13	14	15	16
SiO ₂	73,81	74,93	73,13	72,05	73,36	75
Al ₂ O ₃	13,42	13,13	13,37	13,97	13,09	13,08
TiO ₂	0,23	0,13	0,25	0,26	0,24	0,27
Fe ₂ O ₃	0,12	0,04	0,12	0,03	0,16	0,03
FeO	1,7	1,42	2,27	2,3	1,95	1,44
MgO	0,34	0,16	0,43	0,4	0,29	0,1
CaO	0,98	0,84	1,59	1,5	1,02	0,85
Na ₂ O	3,1	3,43	2,93	3,22	3,38	3,73
K ₂ O	5,5	5,14	4,7	5,08	5,41	4,78
MnO	0,04	0,05	0,06	0,05	0,05	0,06
P ₂ O ₅	0,05	0,03	0,06	0,06	0,05	0,02
L.O.I	0,69	0,92	0,98	1,1	0,99	0,69
Total	99,98	100,22	99,9	99,98	99,99	99,85
Norm						
Q	31,02	32,23	32,5	28,47	29,12	31,9
Or	32,51	30,38	27,78	30,02	31,97	28,25
Ab	26,23	29,02	24,79	27,25	28,6	31,56
An	4,54	3,97	7,5	7,05	4,57	4,09
Di	-	-	-	-	0,14	-
Hy	3,56	2,85	4,84	4,86	3,79	2,86
Mt	0,17	0,06	0,17	0,04	0,23	0,04
Il	0,44	0,25	0,47	0,49	0,46	0,13
Ap	0,12	0,07	0,14	0,14	0,12	0,05
Cor	0,7	0,47	0,72	0,55	0	0,27

Tabel 1. (lanjutan), hasil analisis kimia unsur utama dan hitungan normatif CIPW batuan granitoid dari Pulau Karimun (1 s/d 3), dan Pulau Kundur (4 s/d 9).

No. Percontoh	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO ₂	76,39	77,34	76,05	74,83	74,03	76,06	77	75,72	76,8
Al ₂ O ₃	12,36	11,81	12,36	13,85	13,65	13,11	12,43	12,88	12,22
TiO ₂	0,06	0,08	0,09	0,11	0,19	0,14	0,09	0,13	0,07
Fe ₂ O ₃	0,07	0,01	0,05	0,08	0,01	0,07	0,25	0,28	0,27
FeO	1,14	0,92	0,77	1,32	1,68	1,16	1,03	1,32	1,15
MgO	0,05	0,13	0,07	0,16	0,36	0,24	0,13	0,28	0,08
CaO	0,55	0,58	0,63	0,81	1,02	0,96	0,52	0,95	0,65
Na ₂ O	3,93	3,7	3,76	3,69	2,88	3,06	3,44	3,53	3,47
K ₂ O	4,57	4,52	4,18	5,36	5,25	4,28	4,7	4,44	4,55
MnO	0,05	0,01	0,02	0,05	0,04	0,05	0,03	0,06	0,04
P ₂ O ₅	0,08	0,01	0	0,09	0,12	0,04	0,02	0,04	0,02
L.O.I	0,67	0,65	0,74	0,62	0,55	0,41	0,42	0,56	0,75
Total	99,84	99,77	98,74	100,15	99,9	99,9	99,9	99,92	99,89
Norm									
Q	33,89	36,51	36,15	34,81	32,46	36,46	36,96	34,8	36,83
Or	27,01	26,71	24,7	31,68	31,03	25,3	27,78	26,24	26,89
Ab	33,26	31,31	31,82	24,37	25,89	29,11	29,11	29,87	29,36
An	2,59	2,27	3,13	3,43	4,28	4,5	2,45	4,45	3,09
Di	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hy	2,09	1,65	1,44	2,67	3,73	2,58	2,05	3,01	2,21
Mt	0,1	0,47	0,07	0,12	0,01	0,01	0,13	0,01	0,1
Il	0,11	0,01	0,17	0,21	0,36	0,27	0,17	0,25	0,13
Ap	0,12	0,15	0	0,21	0,28	0,09	0,05	0,09	0,05
Cor	-	0,02	0,5	2,05	1,37	1,17	0,79	0,64	0,45

Tabel 1 (lanjutan), hasil analisis kimia unsur utama dan hitungan normatif CIPW batuan granitoid Pulau Bintang (60 s/d 68)

No.Percontoh	60	61	62	63	64	65	66	67	68
SiO ₂	68,01	69,95	73,12	73,8	76,18	71,27	68,77	70,24	71,62
Al ₂ O ₃	15,58	14,73	13,85	13,43	12,68	14,8	14,98	14,27	14,11
TiO ₂	0,03	0,38	0,22	0,22	0,11	0,21	0,36	0,39	0,25
Fe ₂ O ₃	0,62	0,61	0,36	0,17	0,12	0,5	0,25	0,28	0,27
FeO	3,52	2,58	1,74	2,11	1,39	2,38	3,2	3,18	2,59
MgO	0,38	0,73	0,44	0,37	0,18	0,26	0,61	0,67	0,55
CaO	2,77	2,45	1,36	1,53	0,74	1,97	2,54	2,39	2,07
Na ₂ O	4,65	3,84	3,5	3,6	3,52	4,36	3,95	3,35	3,79
K ₂ O	3,03	3,87	4,64	3,87	4,62	3,7	4,11	4,09	3,64
MnO	0,1	0,08	0,05	0,04	0,05	0,06	0,08	0,09	0,06
P ₂ O ₅	0,08	0,11	0,06	0,05	0,02	0,06	0,11	0,11	0,09
L.O.I	0,47	0,55	0,62	0,45	0,45	0,22	0,71	0,57	0,65
Total	99,64	99,88	99,97	99,64	100,04	99,78	99,67	99,63	99,67
Norm									
Q	20,59	25,06	30,04	32,79	35,15	25,61	21,83	26,95	28,71
Or	17,91	22,87	27,42	22,87	27,31	21,87	24,29	24,17	21,51
Ab	39,35	32,49	29,62	30,46	29,79	36,89	33,42	28,35	32,07
An	12,96	11,44	6,36	7,26	3,54	9,38	11,01	11,14	9,68
Di	-	-	-	-	-	-	0,75	-	-
Hy	0,22	5,57	3,72	4,37	2,81	4,37	6,35	6,8	5,6
Mt	6,42	0,88	0,52	0,25	0,17	0,72	0,36	0,41	0,39
Il	0,9	0,72	0,42	0,42	0,21	0,4	0,68	0,74	0,47
Ap	0,63	0,26	0,12	0,12	0,05	0,14	0,26	0,26	0,21
Cor	0,19	0,03	0,66	0,66	0,59	0,18	-	0,25	0,39

Tabel 2. Hasil analisis kimia unsur utama SiO₂ (% berat) dan unsur minor (ppm) batuan granitoid dari Menumbing, Pulau Bangka (11 s/d 16), Pulau Karimun (1 s/d 3), Pulau Kundur (4 s/d 9), dan Pulau Bintang (60 s/d 68).

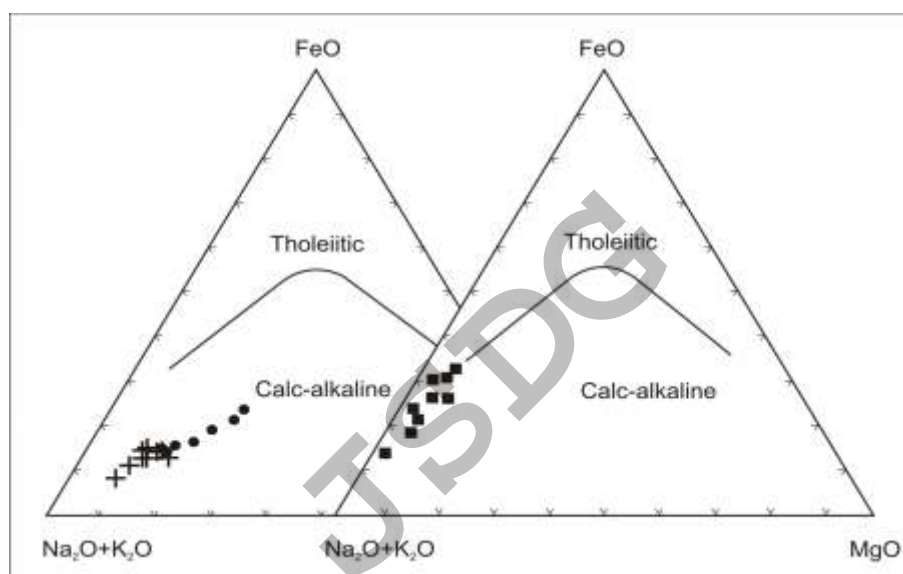
No.Percontoh	11	12	13	14	15	16	1	2
SiO ₂	73,81	74,93	73,13	72,05	73,36	75	76,39	77,34
Sr	39	25	72	69	42	14	11	16
K	39.333	37.506	31.950	40.494	45.000	39.664	37.921	37.506
Rb	590	793	422	472	636	374	575	395
Ba	217	90	293	301	200	19	0	39
Th	39	49	44	47	58	33	46	45
Ta	9	7	1	5	7	7	5	4
Nb	24	26	21	20	23	28	23	17
Ce	93	81	83	118	132	40	60	75
Zr	144	132	151	154	164	98	117	107
Sm	3	2	5	8	7	8	12	9
Y	82	95	71	82	113	55	130	99
Yb	4	2	4	7	5	3	10	7

Tabel 2. (lanjutan)

No.Percontoh	3	4	5	6	7	8	9	60
SiO ₂	76,05	78,83	74,03	76,06	77	75,72	76,8	68,01
Sr	12	31	55	63	23	57	14	394
K	34.685	44.447	43.564	35.515	39.000	36.843	37.755	25.142
Rb	395	411	433	361	415	351	669	133
Ba	16	66	153	106	43	95	17	1278
Th	49	16	25	25	23	25	40	13
Ta	1	3	4	3	5	8	7	1
Nb	20	12	20	14	14	13	31	12
Ce	118	20	52	43	61	37	74	85
Zr	100	54	114	82	76	86	93	251
Sm	19	8	8	7	14	1	11	11
Y	159	36	60	76	65	65	115	35
Yb	7	1	2	5	2	7	13	3

Tabel 2. (lanjutan)

No.Percontoh	61	62	63	64	65	66	67	68
SiO ₂	69,95	73,12	73,8	76,18	71,27	68,77	70,24	71,62
Sr	279	236	188	85	269	240	240	213
K	32.112	38.502	32.112	38.336	30.702	34.104	33.940	30.204
Rb	182	252	155	242	143	197	197	294
Ba	1268	665	1266	539	1068	1204	1257	1067
Th	18	30	13	30	15	30	27	32
Ta	1	5	1	1	1	4	2	4
Nb	10	19	9	11	10	11	11	23
Ce	78	95	78	98	115	81	78	98
Zr	145	126	159	108	185	172	176	164
Sm	8	5	1	14	3	1	1	14
Y	28	32	30	154	35	40	30	43
Yb	3	1	1	9	4	1	2	1



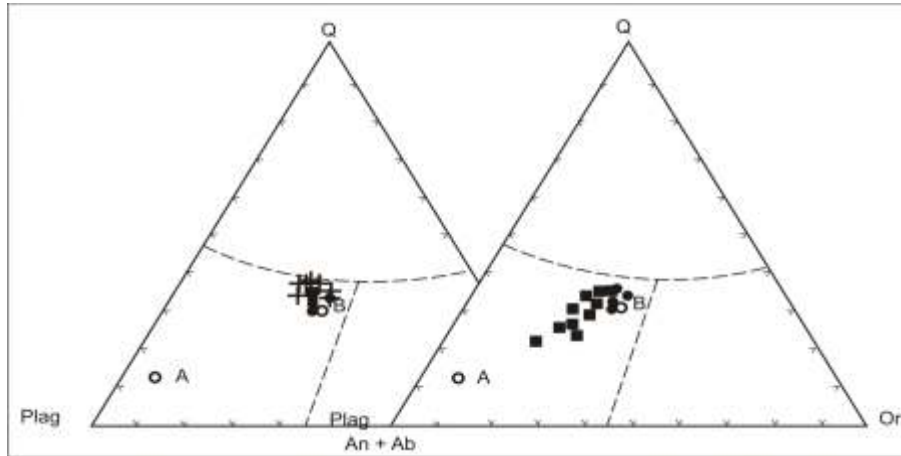
Gambar 3. Diagram AFM (A=Na₂O + K₂O; F = FeO*; M = MgO), untuk *tin bearing granitoid rocks* dari Menumbing - Pulau Bangka, Pulau Karimun dan Pulau Kundur, serta *tin barren granitoid rocks* dari Pulau Bintan. Simbol sama seperti pada gambar 2.

Tin barren granitoid rocks mengandung rata-rata SiO₂ 70 %berat, CaO 2 %berat, dan Na / (Na + K) 0,6.

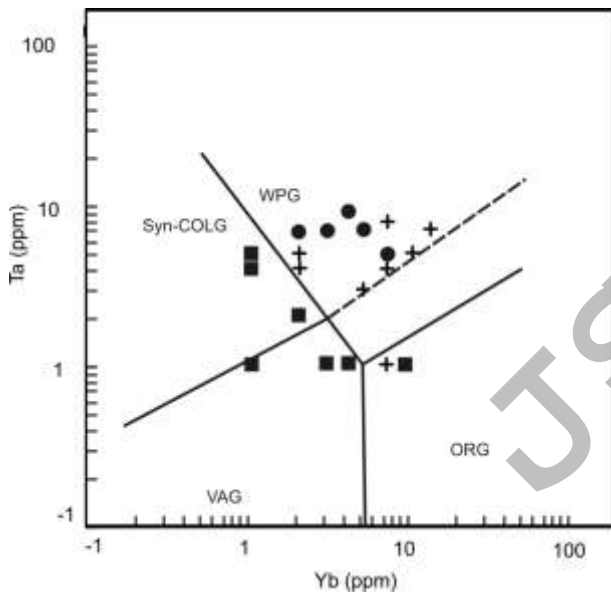
Di dalam diagram AQP dari Streckeisen, 1976 (Gambar 2), *tin bearing granitoid rocks* dari Menumbing-Pulau Bangka, Pulau Karimun, dan Pulau Kundur jatuh di dalam daerah Monzogranite, sedangkan *tin barren granitoid rocks* dari Pulau Bintan jatuh di dalam daerah Monzogranit dan Granodiorit. Hal ini menunjukkan bahwa *tin bearing granitoid rocks* di Menumbing-Pulau Bangka, Pulau Karimun, dan Pulau Kundur relatif lebih asam daripada *tin barren granitoid rocks* di Pulau Bintan.

Di dalam diagram AFM Gambar 3 *tin bearing granitoid rocks* dan *tin barren granitoid rocks* jatuh

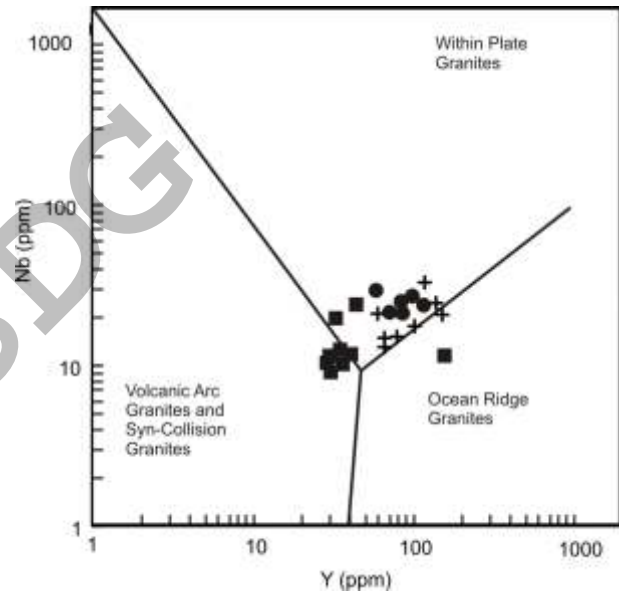
di dalam daerah afinitas kalk-alkali dengan peningkatan komponen alkali disertai penurunan bersama komponen FeO* dan MgO secara seimbang pada *tin bearing granitoid rocks*, dan peningkatan alkali disertai hanya penurunan FeO* pada tin barren granitoid rocks selama kristalisasi. Ratio Al₂O₃ / (CaO + Na₂O + K₂O) > 1, menunjukkan bahwa baik *tin bearing granitoid rocks* maupun *tin barren granitoid rocks* bersifat peralumina. Muncul normatif korundum antara 0,00 % - 2,05 %berat (rata-rata < 1,00 %berat) di dalam *tin bearing granitoid rocks* maupun di dalam *tin barren granitoid rocks* tanpa adanya mineral alumina silikat seperti garnet dan kordirit di dalam batuan, maka hal itu kemungkinan oleh karena adanya mineral biotit dan muskovit.



Gambar 4. Diagram Q-Plag - Or (Q = Quartz; Plag = An+Ab; Or = Ortho clase), untuk *tin bearing granitoid rocks* dari Menumbing, Pulau Bangka, Pulau Karimun dan Pulau Kundur, serta *tin barren granitoid rocks* dari Pulau Bintan. Simbol sama seperti pada gambar 2. (A= diorit kuarsa dari Ontario dan B= monzonit kuarsa dari Minnesota). *Projected cotectic line* dan *minimum melt composition* adalah untuk tekanan 4 kbar (H₂O) dan rasio Ab/An = 2,9



Gambar 5. Diagram Pearce *et al.*, (1984) untuk unsur minor (Ta vs Yb) *tin bearing granitoid rocks* dari Menumbing - Pulau Bangka, Pulau Karimun dan Pulau Kundur, serta *tin barren granitoid rocks* dari Pulau Bintan. Simbol sama seperti pada gambar 2.



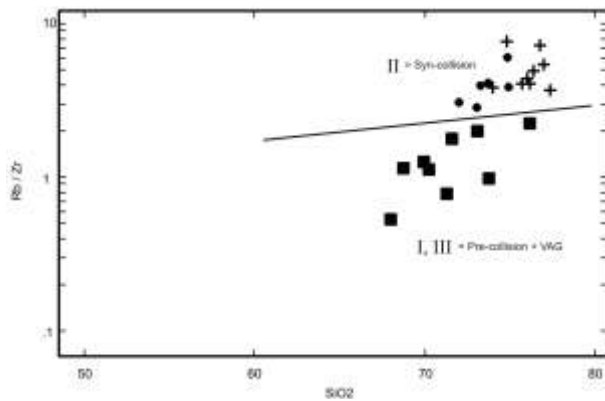
Gambar 6. Diagram Pearce *et al.*, (1984) untuk unsur minor (Y vs Nb) *tin bearing granitoid rocks* dari Menumbing - Pulau Bangka, Pulau Karimun dan Pulau Kundur, serta *tin barren granitoid rocks* dari Pulau Bintan. Simbol sama seperti pada gambar 2.

Di dalam diagram Q - Plag. - Or Gambar 4, tin bearing granitoid rocks jatuh rapat dalam satu kelompok di dekat *ternary temperature minimum*, menandai kristalisasinya insitu sejak awal sampai cairan habis terpakai, sedangkan *tin barren granitoid rocks* jatuh pada satu jalur berarah dari A (diorit kuarsa Archean) yang oleh Arth and Hanson, 1972; dan Arth and Hanson, 1975; dikatakan terbentuk dari magma hasil peleburan sebagian bahan induk toleitik pada kedalaman mantel, ke B (monzonit kuarsa - dua mika) yang oleh Arth and Hanson,

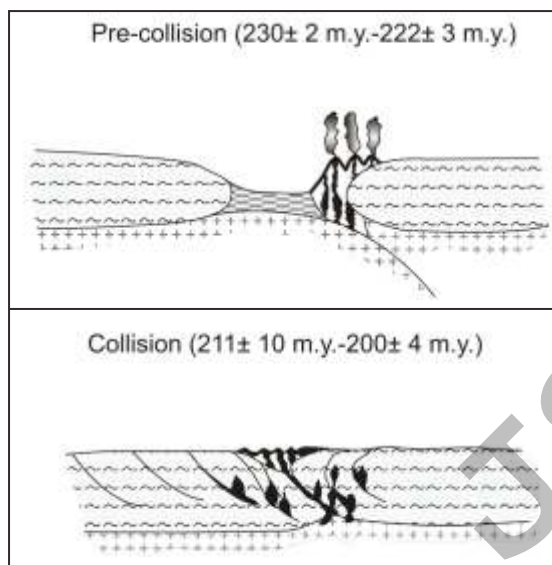
1972; dan Arth and Hanson, 1975; dikatakan terbentuk dari magma hasil peleburan sebagian batuan *grewake* pada kedalaman kerak.

Umur Batuan

Umur *tin bearing granitoid rocks* dilakukan pentarikannya dengan metode K-Ar di laboratorium geokronologi Pusat Survei Geologi yang antara 211 ± 10 juta - 200 ± 4 juta tahun atau Trias Atas. *Tin barren granitoid rocks* dilakukan pentarikannya



Gambar 7. Diagram Pearce *et al* (1984) untuk SiO_2 vs Rb/Zr *tin bearing granitoid rocks* dari Menumbing - Pulau Bangka, Pulau Karimun dan Pulau Kundur, serta *tin barren granitoid rocks* dari Pulau Bintan. Simbol sama seperti pada gambar 2.



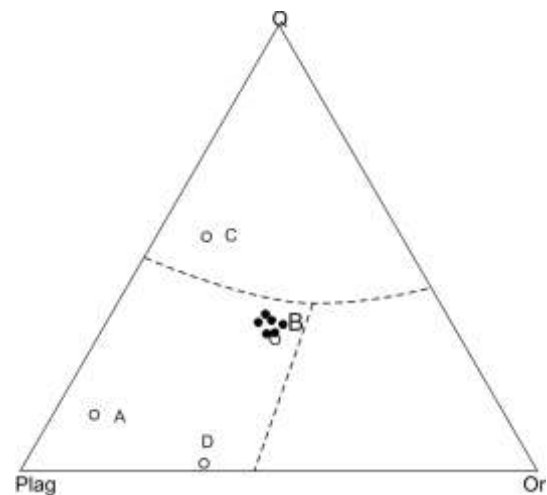
Gambar 8. Skenario pembentukan batuan granitik Menumbing - Pulau Bangka, Pulau Karimun dan Pulau Kundur, dan Pulau Bintan berkaitan dengan tektonik.

dengan metode Rb - Sr di laboratorium BGS dan mendapatkan umur antara 230 ± 2 juta - 222 ± 3 juta tahun atau Trias Tengah - Trias Atas.

Dapat disimpulkan sementara bahwa *tin bearing granitoid rocks* dan *tin barren granitoid rocks* berumur Mesozoik (Trias Tengah - Trias Atas).

Lingkungan Tektonik

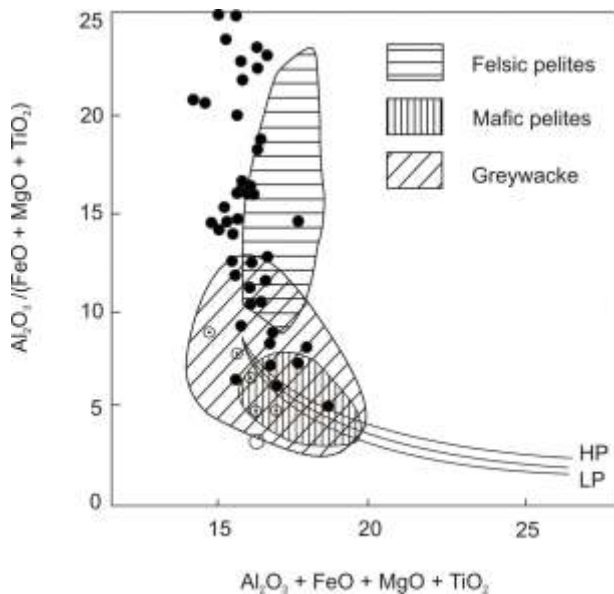
Hasil analisa unsur minor dari *tin bearing granitoid rocks* dan *tin barren granitoid rocks* yang dipelajari digunakan untuk mempelajari lingkungan tektoniknya masing-masing.



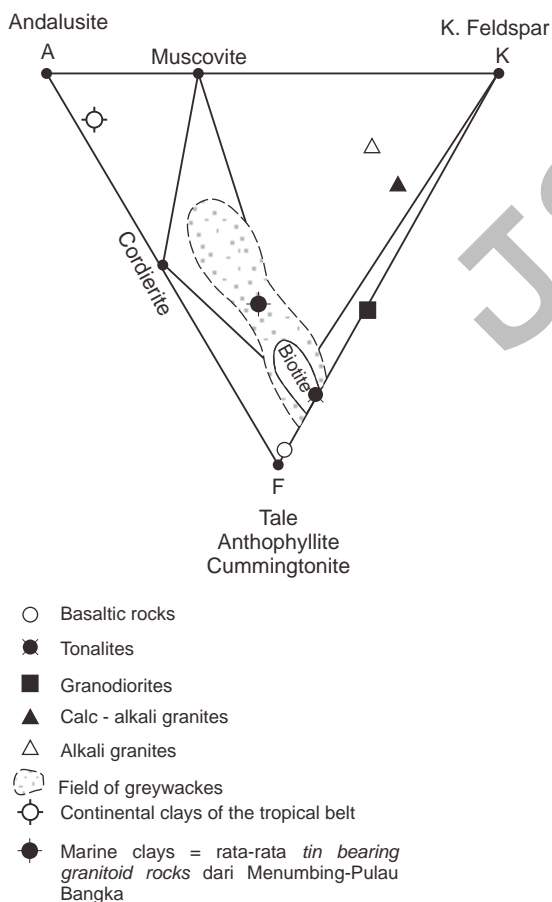
Gambar 9. Diagram O-Plag-Or untuk *tin bearing granitoid rocks* dari Menumbing - Pulau Bangka () yang berkerumun di dekat *minimum melt composition* dan monzonit kuarsa dari Minnesota (B). A adalah diorit-kuarsa dari Ontario, C adalah dasit dari Saipan, D adalah trahit dari *Ross Island*, ditunjukkan sebagai perbandingan. Proyeksi cotectic line dan *minimum melt composition* adalah untuk $P \text{ H}_2\text{O} = 4\text{kbar}$ dan $\text{Ab/An} = 2,9$.

Di dalam diagram Pearce *et al.* (1984), unsur minor Yb vs Ta dan Y vs Nb, (Gambar 5 dan 6), terlihat bahwa *tin barren granitoid rocks* tersebar di daerah *syn-collision granite* (Syn-COLG), *volcanic arc granite* (VAG), dan *oceanic ridge granite* (ORG), serta *within plate granite* (WPG), dan di dalam diagram SiO_2 vs Rb/Zr (Gambar 7) terlihat bahwa *tin bearing granitoid rocks* terbentuk di lingkungan tektonik *syn-collision peraluminous (leuco-granites) intrusions*.

Dari perbedaan umur dan perbedaan lingkungan tektonik *tin bearing granitoid rocks* dengan *tin barren granitoid rocks* tersebut dapat diperkirakan skenario pengalaman tektonik yang telah dialami keduanya. *Tin barren granitoid rocks* di Pulau Bintan terbentuk di tepi benua oleh suatu proses subduksi yang berlangsung pada waktu Trias Tengah, dan berlanjut sampai berganti dengan suatu tumbukan (*collision*) selama kurun waktu Trias Atas (mungkin lebih lama) dan menghasilkan *syn-collision peraluminous (leuco-granites) intrusions* yaitu *tin bearing granitoid rocks* di Menumbing-Pulau Bangka, Pulau Karimun, dan Pulau Kundur (Gambar 8). Dari sini dapat dikatakan bahwa materi asal *tin barren granitoid rocks* di Pulau Bintan mengalami paling sedikit satu kali tektonik, sedangkan materi asal *tin bearing granitoid rocks* di Menumbing-Pulau Bangka, Pulau Karimun, dan Pulau Kundur telah mengalami tektonik berulang, paling sedikit dua kali.



Gambar 10. Diagram $Al_2O_3/(FeO + MgO + TiO_2)$ vs $Al_2O_3 + FeO + MgO + TiO_2$ dari Palatino Douce (1999) untuk *tin bearing granitoid rocks* dari Menumbing pulau Bangka (lingkaran kosong). Lingkaran terisi adalah "peraluminous leucogranites", LP: < 5kb, HP : 12-15 kbar.



Gambar 11. Diagram A'KF (Winkler, 1976) untuk perkiraan batuan sumber magma asal dari *tin bearing granitoid rocks* dari Menumbing - Pulau Bangka.

Bahan Sumber

Untuk mengetahui bahan sumber magma dari tin bearing granitoid rocks maka data normatif CIPW diplot ke dalam diagram Q – Plag. – Or (Gambar 9) yang jatuh rapat mengelompok dekat (B) yaitu monzonit kuarsa (quartz monzonite) yang oleh Arth and Hanson, 1972; dan Arth and Hanson, 1975; dikatakan berasal dari kerak timurlaut Minnesota berumur awal Precambrian.

Dari lingkungan tektonik diketahui bahwa *tin bearing granitoid rocks* di Menumbing-Pulau Bangka, Pulau Karimun, dan Pulau Kundur, terbentuk oleh suatu tumbukan (*collision*) di *convergen plate margins* selama kurun waktu – Trias Atas, setelah *tin barren granitoid rocks* di Pulau Bintan terbentuk di tepi benua oleh suatu proses subduksi yang berlangsung dari waktu Trias Tengah – Trias Atas. Kemungkinan *tin barren granitoid rocks* (*monzogranite* dan *granodiorite*) yang terbentuk oleh proses subduksi mengalami peleburan kembali pada proses tumbukan dan membentuk *tin bearing granitoid rocks* berupa monzonit kuarsa.

Batuan tertua di Pulau Bangka terdiri atas batusabak, kuarsit, filit, dan genes, yang umurnya belum diketahui secara pasti, semuanya tergabung di dalam Komplek Pemali yang diterobos oleh diabas. Di atas Komplek Pemali secara tidak selaras terdapat Formasi Tanjung Genting yang terdiri atas batupasir kuarsa, batupasir meta, batupasir tersilisifikasi dan batulempung.

Formasi Tanjung Genting berumur Trias Awal (Mangga dan Djamal, 1994). Kedua Komplek batuan tersebut diterobos oleh batuan granitoid Klabat yang berdasarkan pentarikan K–Ar aktifitasnya berlangsung selama Trias Akhir – Jura Awal.

Di Pulau Karimun dan Pulau Kundur, serpih, batupasir dan konglomerat kuarsa yang terhornfelskan pada kontak dengan batuan granitoid.

Di Pulau Bintan, Formasi Berakit yang ketebalannya sekitar 3000 m tersusun oleh batuan filit dengan karakter asal batuan sedimen, batusabak dengan urat kuarsa yang searah ataupun memotong foliasi, dan sekis yang terfoliasi kuat. Margono dr. 1994 menduga sekis tersebut setara dengan sekis Mersing di Malaysia yang berumur Permo – Karbon dan diintrusi oleh batuan granitoid berumur Trias.

Tin bearing granitoid rocks mengandung mineral tambahan utama ilmenit. Hali ini lebih menunjukkan

bahwa bahan sumber magma *tin bearing granitoid rocks* tersebut lebih mungkin berasal dari batuan yang lebih tua dari *tin barren granitoid rocks*. Karena batuan-batuan lebih tua (sebagian besar adalah batuan sedimen) dari pada *tin barren granitoid rocks* telah mengalami ubahan dan atau pelapukan lanjutan sehingga kandungan magnetitnya telah berubah menjadi ilmenit.

Di dalam diagram Patino Douce, 1999 (Gambar 10), dan diagram A'KF (Winkler, 1976) dapat dikatakan bahwa magma *tin bearing granitoid rocks* berasal dari bahan kerak benua berupa atau berkomporsi ekuivalen dengan *grewake* yang mengalami peleburan di daerah *convergen continental margins*, akibat tumbukan (*collision*).

Kerentanan Magnetik

Tin bearing granitoid rocks dapat dibedakan dengan *tin barren granitoid rocks* dari sifat kerentanan magnetiknya. Sifat kerentanan magnetik dimaksud, dapat diketahui dengan mengukurnya di lapangan di singkapan batuan granitoid. Selama penelitian lapangan, telah dilakukan pengukuran kerentanan magnetik sebanyak 10 x sampai 20 x pada setiap singkapan yang dikunjungi, dengan menggunakan alat Kappameter KT – 5.

Tin bearing granitoid rocks mempunyai besaran kerentanan magnetik antara $(0,18 - 0,9) \times 10^{-3}$ S.I. unit, dan *tin barren granitoid rocks* mempunyai besaran antara $(2,75 - 7,75) \times 10^{-3}$ S.I. unit.

Takahashi *et al.* (1980) mempelajari dan membatasi besaran kerentanan magnetik batuan granitoid 'Seri Ilmenit' (Ishihara, 1977) yaitu batuan granitoid yang berpotensi berasosiasi dengan timah putih pada 100×10^6 emu / gr atau $1,256 \times 10^{-3}$ S.I. unit. Karena itu *tin bearing granitoid rocks* di Menumbing-Pulau Bangka, Pulau Karimun, dan Pulau Kundur dapat diklasifikasikan ke dalam 'Seri Ilmenit', dan *tin barren granitoid rocks* di Pulau Bintan dapat

diklasifikasikan ke dalam 'Seri Magnetik' (Ishihara, 1977).

Kesimpulan

Jadi dapat diketahui bahwa ada perbedaan genesa magma antara dua kelompok batuan granitoid yang dipelajari, yaitu: Genesa magma dari *tin barren granitoid rocks* di Pulau Bintan (*pre-collision calc-alkaline volcanic arc intrusions* atau *volcanic arc granite* (VAG) yang batuanannya adalah monzogranit dan granodiorit terbentuk di tepian benua oleh suatu proses subduksi yang berlangsung sampai Trias Tengah, dari magma hasil peleburan campuran bahan bersifat toleitik dan *grewake*. Subduksi berlangsung sampai berganti dengan suatu tumbukan (*collision*) di *convergen continental margins* selama kurun waktu Trias Atas, melebur bahan *grewake* menjadi magma genesis dari *tin bearing granitoid rocks* (*syn-collision peraluminous leuco-granites intrusions*) yang batuanannya adalah monzogranit, di Menumbing-Pulau Bangka, Pulau Karimun, dan Pulau Kundur. Secara spekulasi penulis berpendapat, bahwa bahan sumber magma yang semakin banyak mengalami tektonik akan semakin kaya timah putih, karena tektonik dapat mengeruk / mendorong / mendesak lebih banyak unsur atau mineral timah putih yang ada di kedalaman bahan sumber magma, sehingga batuan yang terbentuk berikutnya semakin lebih kaya timah putih.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada Ibu Sam Permanadewi sebagai Kepala Pusat Survei Geologi yang mengizinkan untuk diterbitkannya makalah ini, Bapak Udi Hartono sebagai penelaah, Bapak Novan Mustofa yang membantu menyiapkan diagram, dan semua personalia yang terlibat di dalam pekerjaan penerbitan makalah ini.

Acuan

- Arth, J.G. and Hanson, G.N., 1972. Quartz diorites derived by partial melting of eclogite or amphibolite at mantle depths. *Contrib. Mineral. Petrol.* 37, p.161.
- Arth, J.G. and Hanson, G.N., 1975. Geochemistry and origin of the early Precambrian crust of northeastern Minnesota. *Geochim. Cosmochim. Acta.* 39, p. 325.
- Gondwana, 1981. Petrogenesis, mineralisasi timah primer dan pola struktur intrusi granitik Klabat, Bangka Utara. *PT. Timah – ITB.*
- Hutchinson, R.W., 1973. Volcanogenic sulfide deposits and their metallogenic significant. *Econ. Geol.* 68, 1223-1246 .
- Ishihara, S., 1977. The magnetite series and ilmenite series of granitic rocks. *Mining Geology.* – 305.
- Katili, J.A., 1967. Structure and age of the Indonesian tin belt with special reference to Bangka. *Tectonophysics.* 4 (4 – 6), p. 403 – 418.
- Kusnama., Sutisna, K., Amin, T.C., Koesumadinata, S., Sukardi., dan Hermanto, B., 1994. *Peta Geologi Lembar Tanjung Pinang, Sumatera, Skala 1: 250.000.* Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Mangga, S.A., dan Djamal, B., 1994. *Peta Geologi Lembar Bangka Utara, Sumatera, skala 1: 250.000.* Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Margono, U., Supandjono., dan Partoyo, E., 1994. *Peta Geologi Bangka bagian selatan, skala 1: 250.000.* Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Nitiwisastro, M., and Sitanggang, J.M., 1985. The Geology of Bangka Island, Indonesia. *CCOP Workshop in Sedimentological Description of Exposures, Pangkalpinang, Bangka.*
- Osberger, R., 1965. On the geology of the great Southeast Asian tin girdle. Billiton Tin Mining Company (Unpubl.).
- Pearce, J.A., Nigell, B.W., and Tindle, A.G., 1984. Trace Elements Discrimination for the Tectonic Interpretation of Granitic Rocks. *Journal of Petrology.* Vol. 25, 956-983.
- Patino Douce, A.E., 1999. What do experiments tell us about the relative contributions of crust and mantle to the origin of granitic magmas, In: Castro, A., C. Fernandez., J.L. Vigneresse., (Eds.). *Understanding Granites: Integrating New and Classical Techniques.* Geol. Sos., London. Special Publications. 168, 55-75.
- Streckeisen, A.L., 1976. Plutonic rocks. Classification and nomenclature recommended by the IUGS Sub commission on the Systematic of igneous rocks. *Geotimes.* 18, p. 26 – 30.
- Takahashi, M., Aramaki, S., and Ishihara, S., 1980. Magnetite series / Ilmenite series vs. I – type / S – type granitoids. *Mining Geology.* Special Issue: No.8, h. 13 – 28.
- Van Bemmelen, R.W., 1949. *The geology of Indonesia*, IA. General Geology of Indonesia and adjacent Archipelagos. The Hague, Govt. Printing Office, 732 pp.
- Westerveld, J., 1936. On the geology of North Bangka (Djebos). *Koninklijke Akademie van Wetenschappen Amsterdam.*
- Winkler, H.G.F., 1976. *Petrogenesis of metamorphic rocks.* Springer: Berlin.