

Komplek Stong: Kajian geokimia ke atas batuan Granit Noring dan Leukogranit Kenerong di Kampung Renyok, Jeli, Kelantan

NUR HUDA MOHD JAMIN DAN MOHD ROZI UMOR

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

Abstrak: Kajian geokimia dilakukan ke atas Komplek Stong di Kampung Renyok, Jeli, Kelantan. Kajian dilakukan bertujuan mengkaji sifat kimia dalam batuan Granit Noring dan Leukogranit Kenerong, korelasi antara keduanya dan sejarah penghablurannya. Secara umumnya Komplek Stong terbahagi kepada 3 unit batuan utama iaitu Tonalit Berangkat, Granit Noring dan Leukogranit Kenerong. Walau bagaimanapun, kajian difokuskan kepada Granit Noring dan Leukogranit Kenerong sahaja. Tiga teknik olahan data geokimia digunakan dalam kajian ini meliputi gambarajah Harker, gambarajah ACNK dan gambarajah AFM. Hasil kajian geokimia mendapati batuan adalah jenis kalk-alkali tinggi -K, bersifat peralumina dan granit jenis I. Arah trend pembezaan adalah daripada Granit Noring ke Leukogranit Kenerong mencadangkan bahawa Granit Noring lebih tua berbanding Leukogranit Kenerong. Kajian ke atas unsur surih mendapati berlakunya penggantian unsur surih ke atas unsur major. Berdasarkan maklumat ini ditafsirkan kedua-dua batuan ini berasal daripada magma yang sama daripada kerak yang asalnya bersifat bes sebelum berlaku pembezaan dan berubah kepada sifat asid.

Abstract: Geochemistry of the Stong Complex at Kampung Renyok, Jeli, Kelantan, has been studied to determine the chemical behaviour, correlation and crystallisation history of Noring Granite and Kenerong Leucogranite. The Stong Complex consists of three rock units namely the Berangkat Tonalite, the Noring Granite and the Kenerong Leucogranite. However, this study concentrated on the Noring Granite and the Kenerong Leucogranite. The geochemical data were interpreted using the Harker diagram, ACNK diagram and AFM diagram. The results suggest that the Noring Granite and Kenerong Leucogranite are high K calc-alkaline rock and peraluminous with I-type granitic rock. The differentiation trend is from the Noring Granite to Kenerong Leucogranite, suggesting that the Noring Granite crystallised before the Kenerong Leucogranite. Analysis on trace elements shows substitution of major elements by trace elements. Based on the above, it is interpreted that both granites crystallised from the same crustal magma through several series of differentiation. The original magma was regarded as basic in nature and had undergone differentiation before evolving into felsic magma.

PENDAHULUAN

Komplek Stong terletak di utara Semenanjung Malaysia dan secara umumnya mengandungi tiga komponen unit batuan iaitu Tonalit Berangkat, Leukogranit Kenerong dan Granit Noring (Rajah 1). Kajian seawal tahun 1963 telah dilakukan oleh Santokh Singh dalam kajian awalnya terhadap Komplek Stong Beliau menyatakan bahawa karektor terpenting bagi Komplek Stong adalah teras granitnya yang merupakan sebahagian daripada asosiasi migmatik dengan peralapisan metasedimen. Beliau banyak merekodkan penemuan mineral metamorfisme seperti garnet, silimanit, diopsid dan hornblend.

MacDonald (1967) dalam kajiannya menganggap bahawa elemen granit dari Komplek Stong adalah berasal dari penusukan ketimuran granit Batolith Banjaran Besar.

Hutchison (1969, 1973) menyatakan bahawa bahagian timur Komplek Stong mengandungi batuan gneiss berasid dan batuan metamorf bergred tinggi yang lain. Beliau mencadangkan bahawa elemen granitnya adalah berbeza dari granit Batolith Banjaran Besar.

Santokh Singh *et al.* (1984) membahagikan Kompleks Stong kepada tiga komponen utama batuan granit iaitu Tonalit Berangkat, Leukogranit Kenerong dan Granit Noring. Berdasarkan sifat tekstur dan komposisi mineral,

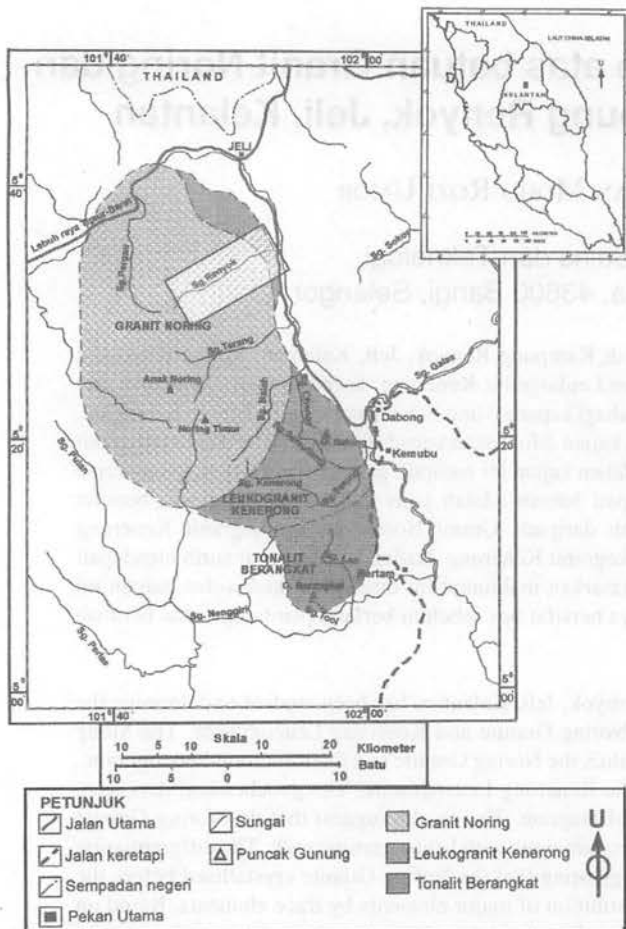
mereka mengelaskan Granit Noring sebagai Granit dari Jalur Timur Semenanjung Malaysia. Leukogranit Kenerong dikatakan tidak menunjukkan ciri yang serupa dengan Granit Batolith Banjaran Besar atau Granit Jalur Timur, tetapi disebabkan ia berada di antara Tonalit Berangkat dan Granit Noring, maka secara kronologinya ia dikelaskan bersama sebagai Granit Jalur Timur.

Kajian terbaru dilakukan oleh Azman Abdul Ghani (1998) yang membuat kajian geokimia ke atas mineral biotit Granit Noring dan menyimpulkan bahawa ia adalah serupa dengan biotit dari granit Jalur Timur Semenanjung Malaysia

Walaupun bagaimanapun dalam kertas ilmiah ini, kajian difokuskan kepada geokimia batuan Granit Noring dan Leukogranit Kenerong sahaja. Aspek penting yang ditekankan dalam kajian ini adalah untuk mengenalpasti sifat kimia batuan Granit Noring dan Leukogranit Kenerong meliputi jenis, sifat, korelasi antara keduanya dan hepotesis sejarah penghablurannya.

GEOKIMIA

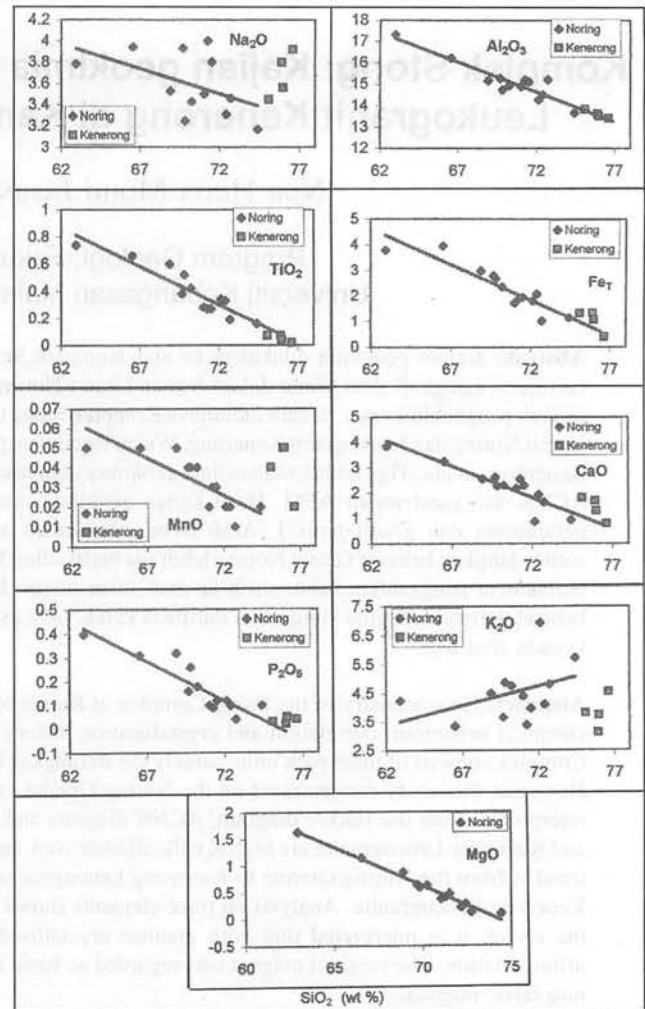
Tafsiran geokimia batuan Granit Noring dan Leukogranit Kenerong meliputi analisis ke atas unsur major dan unsur surih yang mana terdapat 5 sampel mewakili



Rajah 1. Peta kawasan kajian yang menunjukkan lokasi batuan Granit Noring, Leucogranit Kenerong dan Tonalit Berangkat yang membentuk Komplek Stong (diubahsuai daripada Singh *et al.*, 1984)

batuan Leucogranit Kenerong dan 13 sampel daripada batuan Granit Noring. Perbincangan ini menekankan kepada 10 unsur major iaitu SiO₂, TiO₂, Al₂O₃, FeO, MnO, MgO, CaO, Na₂O, K₂O dan P₂O₅ manakala bagi unsur surih, 11 elemen yang digunakan termasuklah Ba, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Rb, Sr, V, Zn, dan Zr.

Data geokimia digunakan secara meluas dalam mentafsir dan memahami proses geologi di samping memberi idea berkenaan sifat batuan yang masih dalam persoalan. Secara umumnya terdapat 3 tujuan utama dalam menggunakan data geokimia iaitu sebagai pengelasan jenis batuan, menunjukkan korelasi antara set-set data dan kaitannya dengan proses geologi dan mengkaji sejarah penghablurannya. Bagi mencapai maksud di atas, data geokimia yang didapati hasil daripada analisis spektrometri (XRF) diolah kepada beberapa jenis analisis yang menggunakan pelbagai teknik bagi memudahkan penyampaian data geokimia ke dalam bentuk yang lebih ringkas. Jadual 1 menunjukkan data geokimia unsur major bagi batuan Granit Noring dan Leucogranit Kenerong. Terdapat 3 teknik olahan digunakan ke atas data geokimia tersebut iaitu melalui gambarajah Harker, gambarajah AFM



Rajah 2. Plotan Harker unsur major melawan silika bagi batuan Granit Noring dan Leucogranit Kenerong.

dan gambarajah ACNK.

Gambarajah Harker

Rajah 2 menunjukkan gambarajah Harker iaitu pemplotan unsur-unsur oksida terhadap SiO₂ bagi batuan Granit Noring dan Leucogranit Kenerong. Pemplotan oksida – oksida Na₂O, Al₂O₃, TiO₂, Fe_T, MnO, CaO, P₂O₅, dan MgO terhadap SiO₂ memberikan graf negatif yang mana ke semua oksida tersebut berkurang dengan peningkatan SiO₂ bagi batuan Granit Noring kecuali bagi oksida K₂O yang menunjukkan peningkatan selari dengan penambahan SiO₂ dalam batuan (Rajah 2). Pengurangan unsur feromagnesian dalam batuan Granit Noring ini menunjukkan terdapatnya peralihan batuan daripada sifat bes kepada sifat asid selari dengan peningkatan unsur K dalam batuan. Peningkatan K₂O dalam batuan dicirikan oleh kehadiran mineral mikroklin seperti ortoklas dan paling utama adalah mikroklin yang banyak didapati dalam batuan Granit Noring.

Berbeza dengan Granit Noring, unsur-unsur major tertabur secara rawak dalam batuan Leucogranit Kenerong namun terdapat peningkatan sifat kealkalian yang

Jadual 1. Data unsur major bagi batuan Granit Noring dan Leukogranit Kenerong dalam unit peratus berat (wt%). *=dinormalkan; Bdl=di bawah had pengesanan.

Btu Sapl.	Granit Noring														Leukogranit Kenerong					
	S13	*S19	S21	S24	S10	S11	S7	*S8	S9	S14	*S15	*S16	S17	*S2	S3	S4	S5	S6		
SiO ₂	70.25	69.69	71.27	71.52	72.15	62.95	74.41	66.54	72.41	72.73	69.83	68.91	71.03	75.92	74.56	75.99	76.62	75.09		
TiO ₂	0.42	0.38	0.27	0.27	0.34	0.74	0.16	0.66	0.33	0.19	0.52	0.60	0.28	0.07	0.01	0.04	0.02	0.07		
Al ₂ O ₃	14.94	15.27	15.20	15.12	14.29	17.33	13.68	16.22	14.52	15.23	14.75	15.17	14.90	13.64	14.49	13.52	13.42	13.86		
Fe ₂ O ₃	2.34	2.78	1.89	1.94	1.80	3.97	1.13	3.97	2.07	1.01	2.68	2.99	1.72	1.32	0.58	1.06	0.40	1.31		
MnO	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02	0.05	0.02	0.05	0.02	0.01	0.04	0.05	0.02	0.05	0.01	0.05	0.02	0.04		
MgO	0.62	0.64	0.41	0.47	0.22	1.62	0.10	1.14	0.28	0.13	0.59	0.87	0.38	Bdl	Bdl	Bdl	Bdl	Bdl		
CaO	2.29	2.62	2.55	2.28	0.87	3.84	0.93	3.23	1.93	1.65	2.27	2.55	2.17	1.69	0.52	1.30	0.79	1.80		
Na ₂ O	3.43	3.93	4.00	3.80	2.50	3.78	3.17	3.94	3.31	3.46	3.25	3.53	3.50	3.80	3.96	3.56	3.92	3.45		
K ₂ O	4.76	3.65	3.38	3.96	6.95	4.24	5.73	3.34	4.10	4.81	4.87	4.49	4.39	3.12	5.40	3.73	4.54	3.80		
P ₂ O ₅	0.18	0.16	0.09	0.12	0.12	0.40	0.10	0.31	0.10	0.04	0.26	0.32	0.10	0.02	0.03	0.05	0.04	0.03		
LOI	0.69	0.82	0.89	0.49	0.75	1.09	0.57	0.87	0.96	0.72	0.94	0.52	0.54	0.47	0.50	0.94	0.31	0.61		
Jmlah	99.96	99.98	99.98	100	100.0	99.01	100	99.97	100.0	99.98	100	100	99.05	100.1	100.1	100.1	100.0	99.05		

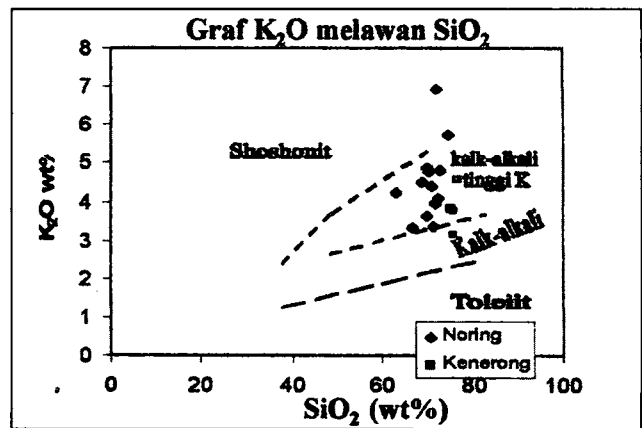
ditunjukkan oleh unsur Na₂O, P₂O₅ dan K₂O yang mempamerkan trend positif (Rajah 2).

Menggunakan Gambarajah Harker ini, didapati julat peratus SiO₂ dalam batuan Granit Noring adalah 62%-74% berat manakala batuan Leukogranit Kenerong mempamerkan julat 72%-75% berat. Daripada julat ini, dapat dibuat korelasi antara batuan Granit Noring dan Leukogranit Kenerong bagi pemplotan unsur-unsur yang mempunyai trend yang sama bagi mengaitkan kedua-dua batuan ini. Berdasarkan graf korelasi ini, ditafsirkan kedua-dua batuan ini berasal daripada magma yang sama yang mana batuan Granit Noring terbentuk lebih awal daripada batuan Leukogranit Kenerong. Perkaitan ini dapat dilihat pada korelasi antara oksida Al₂O₃, TiO₂, Fe_T, MnO dan CaO pada batuan Granit Noring dan Leukogranit Kenerong (Rajah 2). Batuan yang mempunyai magma induk yang sama pada amnya menunjukkan gambarajah variasi komponen yang rata bagi sesuatu komponen manakala bantuan yang mempunyai asal mula yang berlainan biasanya mempunyai plotan yang selalunya lari daripada lengkung yang rata itu (Mason dan Moore, 1966). Berdasarkan pernyataan ini, ditafsirkan bahawa magma ini adalah berasal daripada magma yang sama sebelum mengalami pembezaan.

Melalui gambarajah Harker ini juga dapat dikenalpasti jenis kimia siri kalk-alkali berdasarkan pemplotan oksida K₂O ke atas SiO₂ (Rajah 3). Graf pemplotan ini dibandingkan dengan graf pemplotan gambarajah Harker yang mana Peccerillo dan Taylor (1976) telah mewujudkan sempadan antara shoshonit, kalk-alkali tinggi K, kalk-alkali dan toleiiit. Berdasarkan graf tersebut, batuan ini dikategorikan sebagai kalk-alkali tinggi K.

Gambarajah AFM

Gambarajah AFM merupakan salah satu teknik mentafsir data geokimia yang menggunakan gambarajah variasi untuk menunjukkan perubahan bersama antara tiga pembolehubah. Gambarajah berbentuk segitiga ini digunakan dalam menganalisis batuan igneus bagi menentukan jenis dan trend penghablurannya. AFM adalah nama yang digunakan berdasarkan pemplotan oksida pada



Rajah 3. Gambarajah Harker plotan oksida K₂O melawan silika bagi batuan Granit Noring dan Leukogranit Kenerong berdasarkan skema oleh Peccerillo dan Taylor (1976).



Rajah 4. Gambarajah AFM plotan daripada batuan Granit Noring dan Leukogranit Kenerong.

setiap satu bucu iaitu: Alkali (Na₂O + K₂O), oksida Fe_T (FeO + Fe₂O₃) dan MgO (Rajah 4).

Gambarajah AFM ini biasanya digunakan untuk mengenalpasti trend pembezaan antara toleiiit dan kalk-alkali dalam siri subalkali. Berdasarkan teknik ini, dibuat perbandingan gambarajah AFM bagi batuan yang dikaji

dengan gambarajah AFM yang dikaji oleh Kuno (1968) dan Irvine dan Baragar (1971) menunjukkan garis pembahagi yang memisahkan batuan daripada siri kalk-alkali dan batuan daripada siri toleait (Rajah 5). Model corak trend daripada siri kalk-alkali dan siri toleait diplotkan yang mana data daripada siri toleait digambarkan oleh data daripada volkano Thingmuli di Iceland manakala siri kalk-alkali adalah daripada purata himpunan keseluruhan data Cascade Lava (Carmichael, 1964).

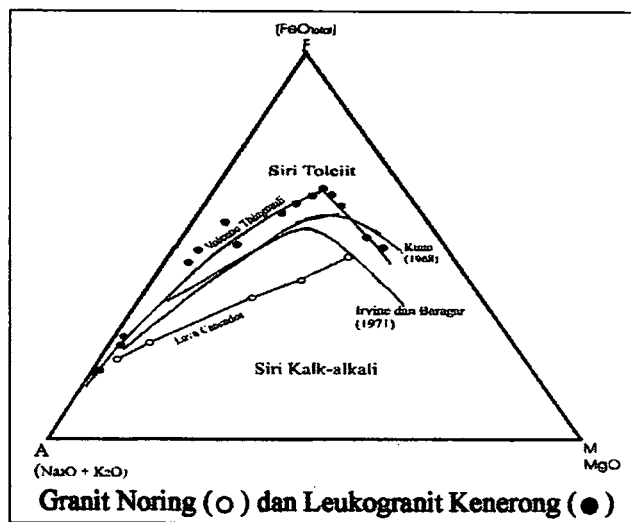
Kesimpulannya, daripada penggunaan Gambarajah AFM dapat dilihat dengan jelas bahawa batuan daripada Granit Noring dan Leukogranit Kenerong adalah terkelas dalam siri kalk-alkali. Berdasarkan trend penghabluran yang ditunjukkan ditafsirkan bahawa magma yang membentuk batuan ini adalah dari jenis bes sebelum berubah kepada magma jenis asid.

Gambarajah ACNK

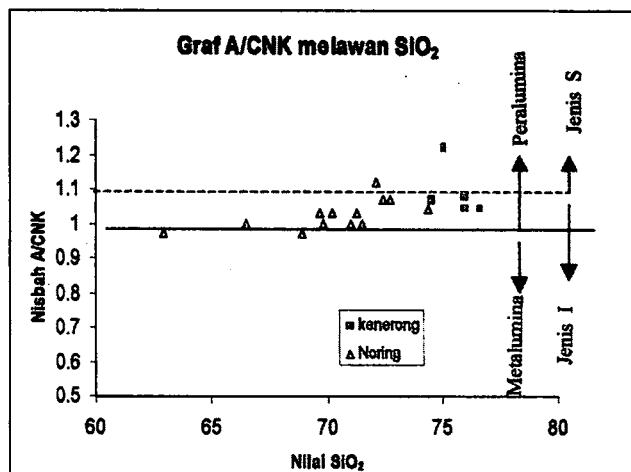
Sistem biasa yang digunakan bagi pengelasan batuan granit adalah melalui teknik analisis data geokimia yang menggunakan Gambarajah ACNK atau nisbah A/CNK. Sistem ini menggunakan konsep kepekatan- alumina yang mana nisbah A/CNK iaitu $\{ \text{mol } (\text{Al}_2\text{O}_3 / [\text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}]) \}$ boleh didapati berjulat lebih daripada satu atau kurang daripada satu dalam batuan igneus.

Berdasarkan sistem ini dapat dibuat pengelasan batuan granit samaada dikategorikan mewakili peralumina, metalumina atau peralkali. Batuan granit dikelaskan sebagai peralumina sekiranya nisbah $A/CNK > 1$, metalumina-jika $A/CNK < 1$ dan peralkali bagi $A < NK$. Pengelasan ini dibuat berdasarkan kehadiran sesuatu mineral dalam batuan tersebut. Untuk haplogranit misalnya yang mempunyai kuarza dan dua feldspar sahaja, nisbah $A/CNK = 1$ kerana nisbah ini sama nilainya dalam semua jenis feldspar. Tetapi dengan tambahan kehadiran mineral-mineral lain, nisbah ini akan berubah samaada di atas atau di bawah nilai 1 bergantung kepada jenis mineral yang hadir. Sebagai contoh, mineral hornblend yang mempunyai nisbah $A/CNK = 0.7$ akan mengheret graf nisbah A/CNK bagi batuan granitoid di bawah nilai 1, garnet almandin yang mempunyai nisbah $A/CNK = \text{infiniti}$ akan mengangkat nilai nisbah lebih daripada 1 manakala riebeckite yang mempunyai nisbah $A/CNK = 0$ dan $C = 0$ membuatkan keadaan keseluruhan batuan berubah yang mana $A < NK$

Berdasarkan nisbah A/CNK yang dihitung, batuan Granit Noring memberikan julat nisbah dari 0.97 – 1.12, manakala batuan Leukogranit Kenerong menunjukkan bacaan julat 1.04 – 1.22 (Rajah 6). Berdasarkan gambarajah A/CNK ini dan dibuat perbandingan dengan skema oleh Chappell dan White, (1974) dapat disimpulkan bahawa kedua-dua jenis granit ini menunjukkan granit jenis I dengan hampir keseluruhannya bersifat peralumina dan sebahagian kecil bersifat metalumina. Terdapat juga data yang termasuk dalam pengelasan granit jenis S. Ini dapat diterangkan kemungkinan terdapat pencemaran ke atas batuan semasa rejahan ke atas batuan hos yang bersifat arenit dan sedikit kekapuran.



Rajah 4. Perbandingan gambarajah AFM yang diplotkan oleh Irvine dan Baragar (1971) dan Kuno (1968) yang mana menunjukkan sempadan antara siri toleait dan kalk-alkali. Ditunjukkan juga pembentukan siri toleait tipikal daripada data volkano Thingmuli, Iceland dan komposisi lava Cascade oleh Carmichael (1964).



Rajah 6. Plotan nisbah A/CNK bagi mentafsir komposisi kimia dan asalan magma (berdasarkan Shand, 1947 dan Chappell dan White, 1974).

Unsur Surih

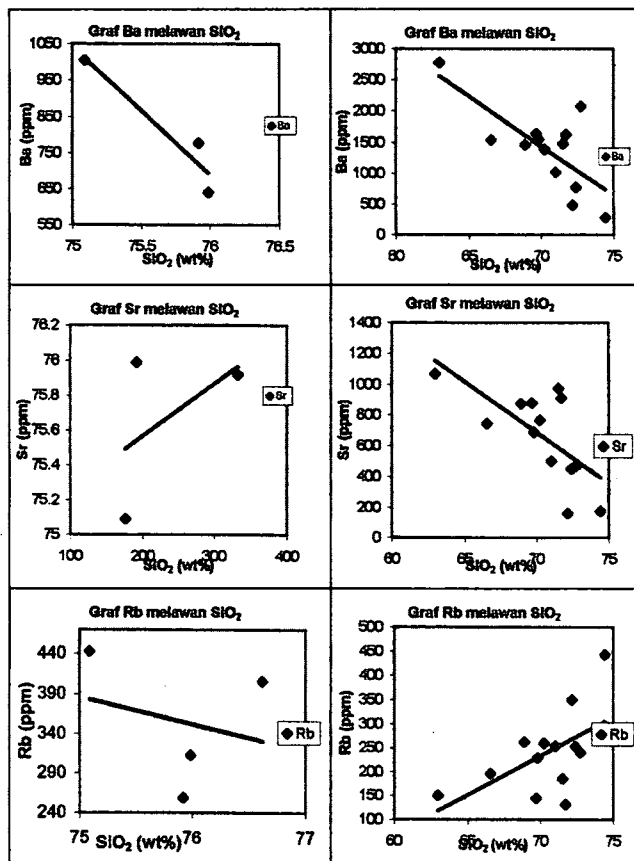
Data unsur surih digunakan bagi menerangkan proses petrologi bagi menyokong data unsur major. Jadual 2 menunjukkan taburan unsur surih dalam batuan granit Noring dan Leukogranit Kenerong. Unsur surih boleh dikelaskan kepada unsur LILE (Large ion lithophile elements), unsur HFSE (High Field Strength trace element), unsur-unsur besi peralihan dan unsur-unsur lain.

Unsur LILE

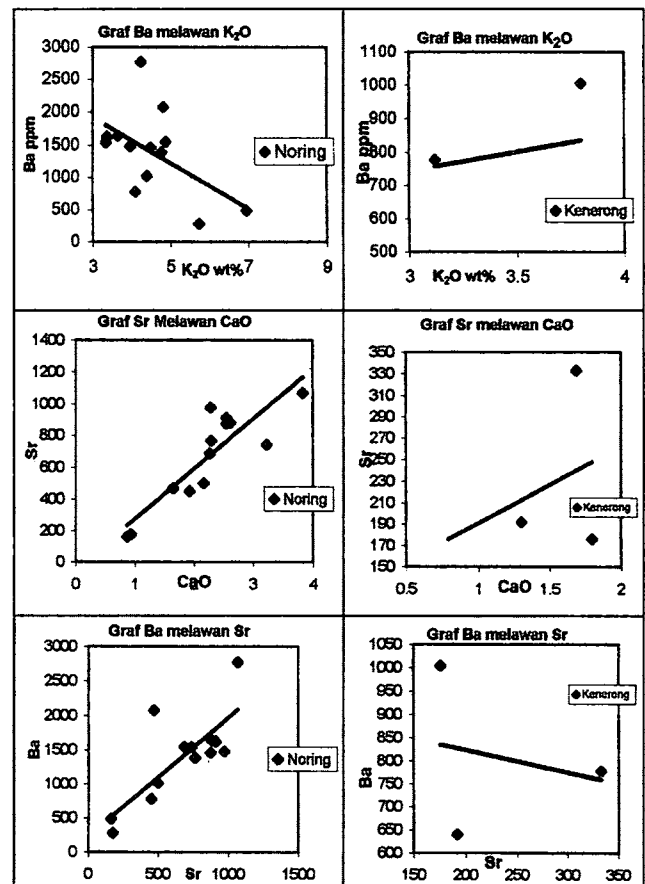
Unsur LILE terdiri daripada unsur-unsur seperti Rubidium, Strontium dan Barium. Melalui plotan unsur-unsur ini ke atas peratus SiO_2 melalui gambarajah Harker (Rajah 7) didapati bagi batuan Granit Noring, unsur Ba dan Sr menunjukkan trend negatif manakala unsur Rb

Jadual 2. Data unsur surih bagi batuan Granit Noring dan Leukogranit Kenerong dalam unit ppm. Bdl = di bawah had pengesanan.

Btn Smpl	Granit Noring														Leukogranit Kenerong					
	S13	S19	S21	S24	S10	S11	S7	S8	S9	S14	S15	S16	S17	Purata	S2	S3	S4	S5	S6	Purata
Ba	1386	1641	1623	1479	484	2773	279	1538	774	2074	1547	1461	1016	1429	778	29	640	Bdl	1004	612.75
Co	49	86	23	131	35	65	33	48	60	125	35	36	48	60	42	85	111	32	76	69.2
Cr	14	11	6	11	9	24	11	19	12	7	12	15	10	12	9	9	8	11	7	8.8
Cu	14	14	16	15	7	15	10	16	8	17	14	9	11	13	21	18	17	22	10	17.6
Ni	10	15	3	10	7	15	15	10	6	201	6	10	8	22	7	150	6	6	15	36.8
Pb	51	52	58	58	105	42	118	52	54	106	50	64	50	66	105	137	164	142	118	166.5
Rb	259	145	132	186	350	150	443	196	253	240	229	262	254	238	259	536	313	406	443	391.4
Sr	766	881	911	976	161	1070	176	741	450	469	688	875	500	666	333	27	192	60	176	157.6
V	43	43	31	34	26	82	20	70	35	15	49	55	36	41	18	Bdl	3	13	6	10
Zn	81	42	31	36	57	73	17	80	66	Bdl	77	80	26	56	33	Bdl	5	14	7	14.75
Zr	224	280	234	192	202	325	127	305	208	173	290	290	194	234	109	66	106	51	129	92.2



Rajah 7. Plotan Harker unsur surih melawan siliks bagi Granit Noring dan Leukogranit Kenerong.



Rajah 8. Plotan unsur Ba dan Sr bagi melihat sifat keisokimiaanya.

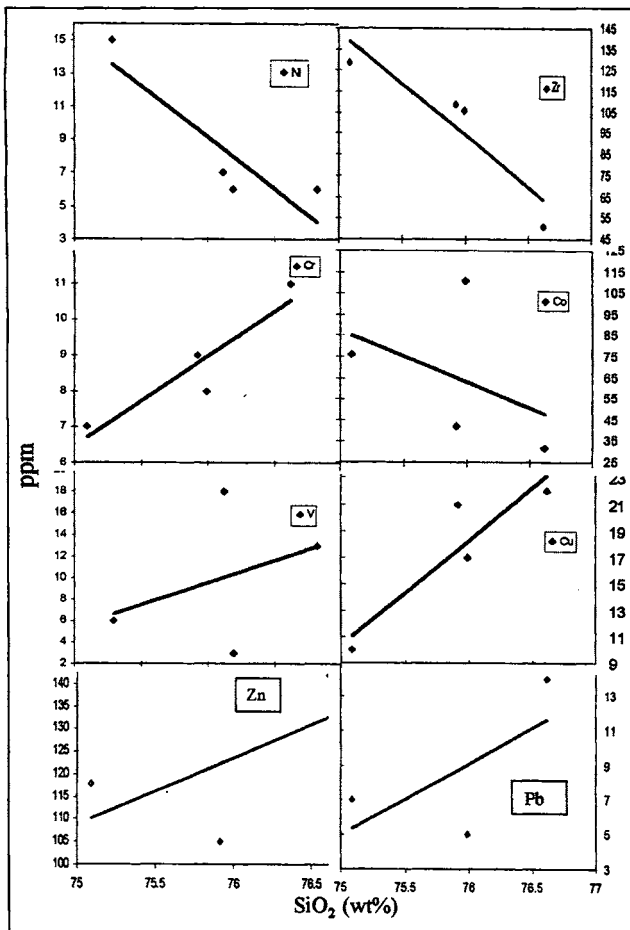
menunjukkan trend positif. Berbeza dengan batuan Granit Noring, batuan Leukogranit Kenerong menunjukkan trend negatif bagi ketiga-tiga unsur Ba, Rb dan Sr (Rajah 7). Unsur LILE ini dikaitkan dengan kehadiran mineral feldspar alkali seperti ortoklas dan mikroklin serta mineral biotit.

Untuk memperlihatkan kaitan antara mineral-mineral tersebut, graf Ba dan Sr masing-masing diplotkan melawan K_2O dan CaO untuk dilihat sifat keisokimiaannya (Rajah 8). Berdasarkan graf tersebut, didapati pada batuan Granit Noring, unsur Ba menurun dengan peningkatan K_2O manakala kepekatan unsur Sr meningkat selari dengan peningkatan CaO (Rajah 8). Melalui graf tersebut dibuat tafsiran bahawa taburan kedua-dua unsur ini dipengaruhi

oleh mineral biotit dan feldspar alkali dalam batuan Granit Noring.

Berdasarkan plotan unsur Ba dan Sr melawan peratus berat K_2O dan CaO pada batuan Leukogranit Kenerong (Rajah 8), didapati unsur Ba dan Sr menunjukkan peningkatan dengan peningkatan K_2O dan CaO namun apabila diplotkan unsur Ba melawan Sr bagi kedua-dua batuan, didapati batuan Granit Noring mempamerkan trend positif manakala Leukogranit Kenerong sebaliknya.

Tafsiran yang dibuat dengan analisis graf-graf ini adalah kandungan Sr dalam batuan Granit Noring mewakili unsur CaO dipengaruhi oleh mineral mafik seperti biotit yang banyak ditemui dalam kedua-dua batuan.



Rajah 9. Graf unsur surih melawan silika bagi batuan Leukogranit Kenerong.

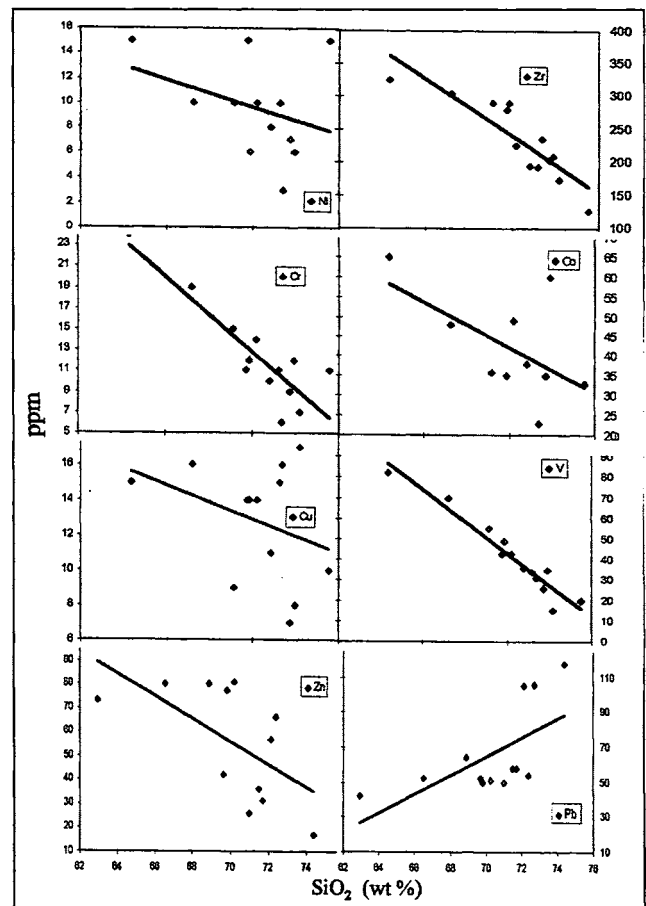
Unsur HFSE

Unsur HFSE diwakili oleh unsur zirkonium. Berdasarkan plotan unsur Zr ke atas SiO_2 bagi batuan Granit Noring (Rajah 10) dan Leukogranit Kenerong (Rajah 9) mempamerkan graf negatif iaitu pengurangan. Penurunan unsur Zr kerana unsur ini sukar untuk bergabung dengan unsur-unsur utama yang lain disebabkan casnya yang tinggi dan jejarnya yang besar. Unsur Zr biasanya hadir membentuk mineral zikon. Mineral zikon ini boleh ditemui dalam batuan Granit Noring membentuk struktur poikilit dalam mineral biotit.

Unsur- unsur logam peralihan

Unsur-unsur logam peralihan terdiri daripada unsur Ni, Co, Cr, V dan Cu. Melalui pemplotan kepekatan unsur-unsur tersebut ke atas SiO_2 didapati kesemuanya menunjukkan trend negatif bagi batuan Granit Noring (Rajah 10). Daripada graf tersebut didapati unsur Cr dan V menunjukkan penurunan secara tetap dengan peningkatan SiO_2 manakala unsur Ni, Co dan Cu mempunyai taburan yang rawak yang mana ditafsirkan bahawa kekekatannya dalam batuan granit adalah berubah-ubah.

Pada batuan Leukogranit Kenerong, plotan unsur-unsur tersebut memberikan bentuk graf yang berbeza. Unsur Ni



Rajah 10. Graf unsur surih melawan silika bagi batuan Granit Noring.

dan Co menunjukkan trend graf negatif manakala unsur Cr, Cu dan V mempamerkan graf positif (Rajah 9). Tafsiran yang dapat dibuat berdasarkan analisis ke atas graf-graf ini adalah penurunan unsur Ni dan Co dengan meningkatnya SiO_2 adalah biasa bagi batuan granit yang menghablur lewat kerana kehadirannya lebih tinggi dalam batuan ultrabes seperti olivin manakala kenaikan unsur Cr, Cu dan V terhadap oksida SiO_2 boleh dikaitkan dengan unsur Fe yang mana berlaku penggantian yang membolehkan ion unsur-unsur tersebut menyamar dan mengambil alih tempat Fe dalam struktur mineral.

Unsur-unsur lain

Unsur-unsur lain yang turut dikaji adalah Pb dan Zn. Graf berdasarkan gambarajah Harker yang mana unsur Zn dan Pb diplotkan melawan SiO_2 bagi batuan Granit Noring dan Leukogranit Kenerong. Hasil plotan unsur-unsur tersebut, didapati unsur Zn menurun dengan peningkatan SiO_2 manakala unsur Pb mempamerkan trend positif selari dengan peningkatan SiO_2 dalam batuan Granit Noring (Rajah 10). Penurunan unsur Zn boleh disebabkan berlakunya pemerinkatan dalam magma dan batuan semakin bersifat felsik manakala kenaikan unsur Pb boleh dikaitkan dengan ion K yang mana sifat keelektronegatifan

yang tinggi yang dipunyai oleh ion unsur Pb membolehkannya menyamar di dalam struktur mineral yang kaya dengan unsur K. Ini dicirikan oleh kehadiran mineral mikroklin, ortoklas dan biotit yang terdapat dengan banyak dalam batuan Granit Noring.

Berdasarkan plotan unsur Zn dan Pb ke atas oksida SiO_2 bagi batuan Leukogranit Kenerong pula, didapati kedua-dua unsur tersebut tertabur secara rawak namun trend yang ditunjukkan secara relatifnya adalah positif (Rajah 9). Kenaikan unsur-unsur ini terhadap peningkatan SiO_2 ditafsirkan berlaku pada penghabluran lewat berdasarkan sifat kedua-dua unsur yang mudah ditarik memasuki struktur mineral oleh unsur-unsur tertentu. Proses ini biasanya berlaku pada akhir pemeringkatan sesuatu magma.

KESIMPULAN

Berdasarkan taburan unsur major dan unsur surih dalam batuan Granit Noring dan Leukogranit Kenerong, dapat dibuat kesimpulan berkenaan dengan jenis, sifat, korelasi antara keduanya dan hepotesis sejarah penghablurannya. Melalui penjelasan data unsur major ke dalam bentuk yang lebih ringkas menggunakan Gambarajah AFM dan Gambarajah A/CNK di dapati kedua-dua batuan ini terkelas dalam siri kalk-alkali dan merupakan batuan peralumina dengan sifat yang sama dengan granit jenis I. Penilaian ke atas data unsur major mencadangkan bahawa batuan Granit Noring menghablur lebih awal berbanding batuan Leukogranit Kenerong.

Bersandarkan kepada teori bahawa kedua-dua batuan ini berasal daripada magma yang sama yang mana berlaku penghabluran berperingkat, didapati terdapat penurunan secara tetap unsur-unsur feromagnesium pada batuan Granit Noring dan kenaikan unsur felsik dalam batuan Leukogranit Kenerong. Perkaitan ini dapat dilihat daripada analisis gambarajah Harker. Trend penghabluran yang ditunjukkan melalui pemplotan pada gambarajah AFM turut menyokong teori ini.

Bagi unsur surih pula, didapati berlaku proses penggantian oleh unsur-unsur surih ke dalam unsur-unsur major yang menunjukkan bahawa penghabluran berperingkat berlaku.

Gabungan analisis ke atas unsur major dan unsur surih

ditafsirkan bahawa magma asal sebelum menghablur membentuk batuan Granit Noring dan Leukogranit Kenerong ini bersifat bes yang mana berlaku pemeringkatan magma dan sifat kimianya berubah kepada jenis felsik.

PENGHARGAAN

Setinggi-tinggi penghargaan buat Prof. Hamzah Mohamad yang banyak memberikan maklumat dan idea sepanjang kerja lapangan di Jeli, Kelantan dan semua individu yang terlibat.

RUJUKAN

- AZMAN ABDUL GHANI, 1998. Chemistry of biotite from the Noring pluton, Stong Complex, north Peninsular Malaysia. *Warta Geologi*, 24(5):249-257.
- BRIAN, M. DAN CARLETON, B.M., 1989. Prinsip-prinsip Geokimia. Terj. Wan Fuad Wan Hassan dan Alias Hj. Salleh. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- CHAPPEL, B.W. DAN WHITE, A.J.R., 1974. Two contrasting granite type, *Pacific Geol.*, 8:173-4.
- CARMICHEAL, I.S.E., 1964. The Petrology of Thingmuli, a Tertiary Volcano in eastern Iceland. *F. Petrol.*, 5:435-460.
- HUTCHISON, C.S., 1969. Some notes on the Stong Metamorphic Complex. *Newsletter Geol. Soc. Malaysia*, 21:8-11
- HUTCHISON, C.S., 1973. *Metamorfisme*. Dlm (Eds D.J., Gobbett and C.S., Hutchison) *Geology of Malay Peninsular*. Wiley-Interscience. New York.
- IRVINE, T.N. AND BARAGAR, W.R.A., 1971. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. *Can. F. Earth Science*, 8:523-548.
- KUNO, H., 1968. Differentiation of basalt magma types across continental margins and island arcs. *Bull. Volcanol.* 29:195-223.
- MACDONALD, 1967. The geology and mineral resources of North Kelantan and North Terengganu. *Geo. Surv. Malaysia. District Memoir 10*, 202pp.
- PECCERILLO R. AND TAYLOR, S.R., 1976. Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, northern Turkey. *Contrib. Mineral Petrol.*, 58:63-81.
- SINGH, D.S., 1963. Progress report on geological survey work done in the area of sheet 34 in Kelantan. *Geo. Surv. Malaysia Prof. Paper E-63*, 2-G, 13-17.
- SINGH, D.S., CHU, L.H., TEOH, L.H., LOGANATHAN, P., COBBING, E.J. DAN MALLICK, D.I.J., 1984. The Stong Complex : A Reassessment. *Geo. Soc. Malaysia Bulletin*. 17:61-77