

Asalan zenolit di dalam pluton Granit Noring, Kompleks Stong, Kelantan

SURAYA TULOT DAN MOHD. ROZI UMOR

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

Abstrak: Batuan Kompleks Stong di kawasan kajian diwakili oleh batuan granit yang tersingkap di sepanjang jalan masuk TNB menghala ke stesen pengepam Sg. Terang dan Lata Lubuk Gajah. Batuan granit ini dikenali sebagai Granit Noring. Dari cerapan lapangan terdapat lima jenis batuan yang boleh dikenal pasti iaitu granit porfiri, mikrogranit, filit, batu pasir bertuf dan zenolit metasedimen. Zenolit banyak dijumpai di dalam batuan granit ini. Perbandingan cerapan petrografi mendapati zenolit ini menunjukkan cirian batuan metasedimen. Oleh itu, adalah penting untuk mengetahui asalan zenolit yang terdapat dalam Granit Noring. Tiga pendekatan digunakan iaitu secara cerapan lapangan, kajian petrografi dan kaitan geokimia. Kajian petrografi mendapati kandungan mineral dalam granit ialah kuarza, feldspar alkali, plagioklas dan biotit. Plotan data pada rajah AFM mendapati zenolit yang wujud di dalam batuan Granit Noring berkemungkinan berasal daripada batuan Formasi Gua Musang.

Abstract: The Stong Complex in the study area is represented by granitic rocks exposed along the TNB road heading towards Sg. Terang pumping station and Lata Lubuk Gajah. These granite rocks are known as Noring Granite. Field observation shows that there are five rock types in the area. They are porphyritic granite, microgranite, phyllite, tuffaceous sandstone and xenolith of sedimentary origin. Xenoliths are widespread within the Noring Granite. Petrographic study shows close similarity between the xenoliths and the metasediments. Therefore, it is important to know the origin of xenoliths in the Noring granite. Three approaches were used in this study that is by using field observations, petrographic study and geochemical relationship. Petrographic study shows that the granite consists of quartz, alkali feldspar, plagioclase and biotite. Results from data plotted on the AFM diagram suggest that the xenoliths within the Noring Granite originated from the Gua Musang Formation.

PENDAHULUAN

Kawasan kajian terletak di bahagian timur Kompleks Stong iaitu melibatkan batuan Granit Noring dari Kompleks ini yang diwakili oleh granit biotit porfiri dan mikrogranit (Rajah 1). Kerjalapangan dan persampelan telah dilakukan di tiga tempat yang utama iaitu di sepanjang jalan TNB menuju ke stesyen pam Sg. Terang, Lata Lubuk Gajah dan di sepanjang jalan raya Jeli-Dabong (Rajah 2). Semasa kerjalapangan dijalankan, penulis mendapati kehadiran zenolit di dalam granit Noring adalah begitu ketara dan hampir kesemua singkapan menunjukkan kewujudan zenolit. Atas dasar ini, penulis percaya kehadiran zenolit sedikit sebanyak mempengaruhi komposisi kimia batuan Granit Noring dan proses pembentukannya. Oleh itu, penulis percaya keperluan untuk mengetahui asalan zenolit tersebut adalah penting.

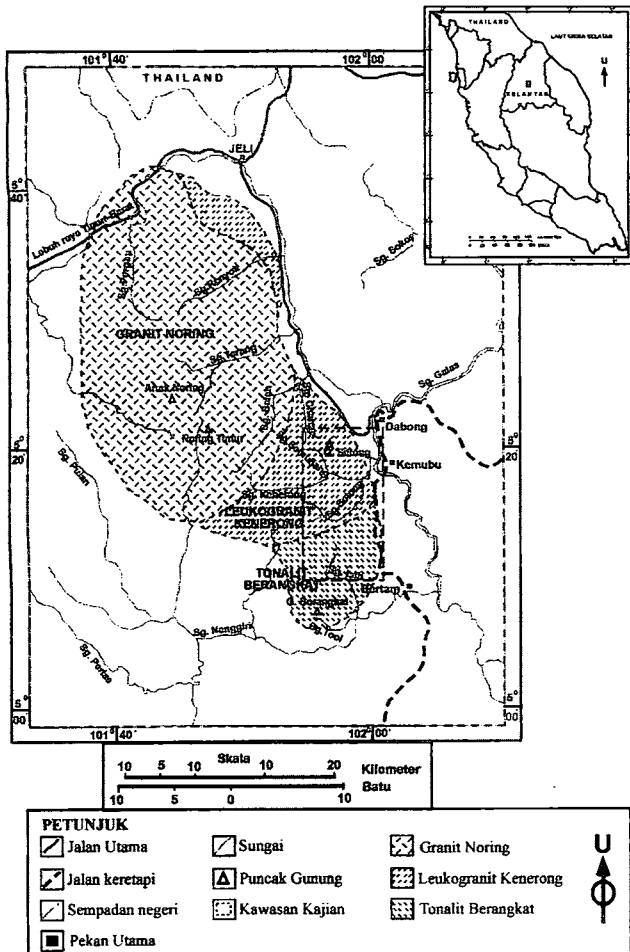
Atas keperluan ini, penulis cuba untuk mengaitkan zenolit yang dijumpai di dalam Granit Noring dengan batuan sekeliling iaitu Formasi Gua Musang yang direjah oleh granit tersebut. Terdapat tiga pendekatan yang dipertimbangkan iaitu (1) kaitan Lapangan, (2) kaitan petrografi dan (3) kaitan geokimia. Ketiga-tiga pendekatan ini menunjukkan zenolit yang terdapat di dalam Granit Noring adalah berkemungkinan berasal daripada sial Formasi Gua Musang.

Selain kajian untuk mengetahui asalan zenolit yang dijumpai di dalam pluton Granit Noring. Kajian mengenai kehadiran zenolit (*enclave*) ini juga akan memberikan banyak maklumat mengenai perletakan granit magma, interaksi yang berlaku di antara jasad magma dengan batuan keliling dan proses asimilasi batuan keliling terhadap jasad magma.

CERAPAN LAPANGAN

Di sepanjang jalan TNB menuju ke stesyen pam Sg. Terang sejauh 13 km, penulis mendapati batuan Granit Noring terdiri daripada batuan granit porfiri yang menunjukkan sifat pengaturan fenokris feldspar alkali. Arah pengaturan fenokris ini berorientasi hampir barat-timur. Fenokris Granit Noring ini berjulat saiz di antara 2 cm x 3 cm hingga 3 cm x 5 cm.

Bermula dari timur ke barat di sepanjang jalan TNB menuju ke stesyen pam Sg. Terang didapati kehadiran zenolit semakin berkurangan. Ini menunjukkan punca asalan batuan induk zenolit dipercayai berasal dari bahagian barat kawasan kajian. Zenolit yang dijumpai di dalam Granit Noring wujud dalam berbagai bentuk. Tetapi secara umumnya, zenolit dari jalan TNB menuju ke stesyen pam Sg. Terang berbentuk lonjong dan bersaiz besar 0.5 m x 1.0 m serta berada dalam keadaan selari dengan arah



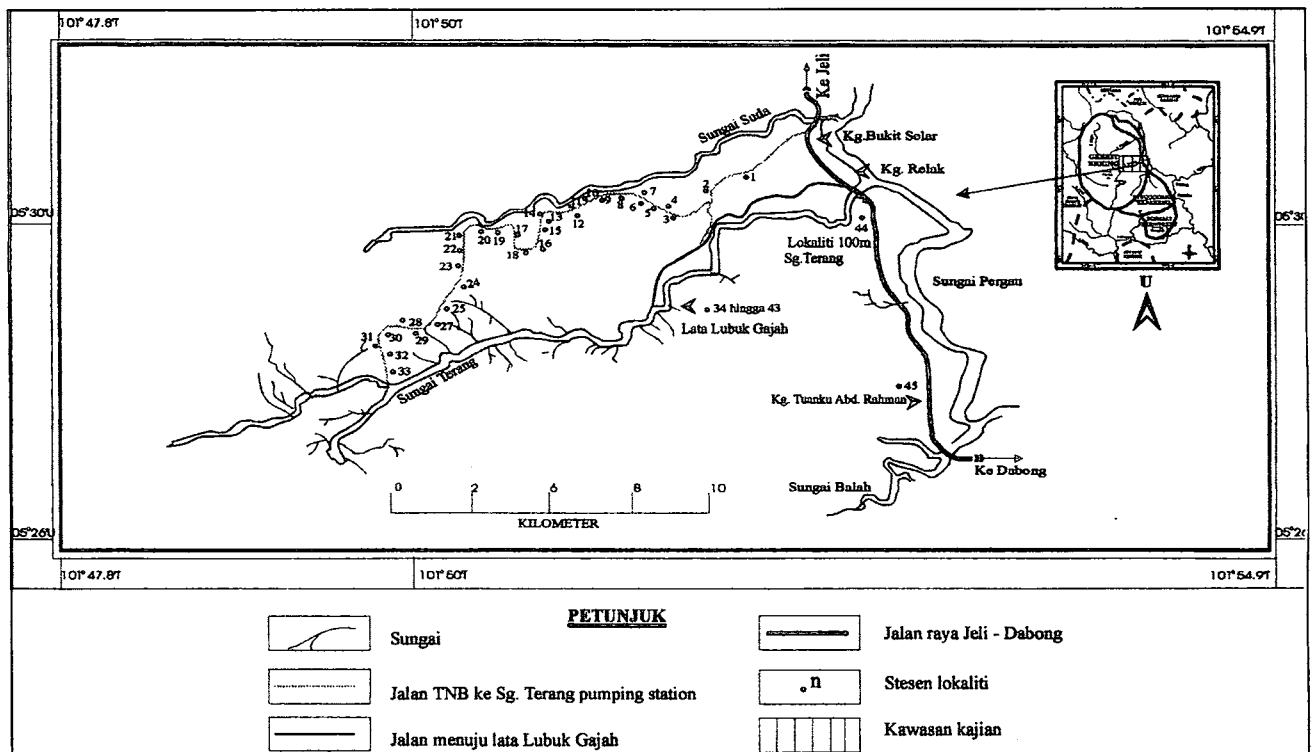
Rajah 1. Lokasi dan litologi Kompleks Stong (berdasarkan Singh, 1984).

pengaturan fenokris. Zenolit ini dikenali sebagai zenolit metasedimen dan dikenalpasti sebagai syis kuarza mika yang menunjukkan sifat foliasi syis yang jelas dan tebal (Rajah 3). Sempadan batuan antara zenolit dan Granit Noring adalah jelas dan tajam (Rajah 4).

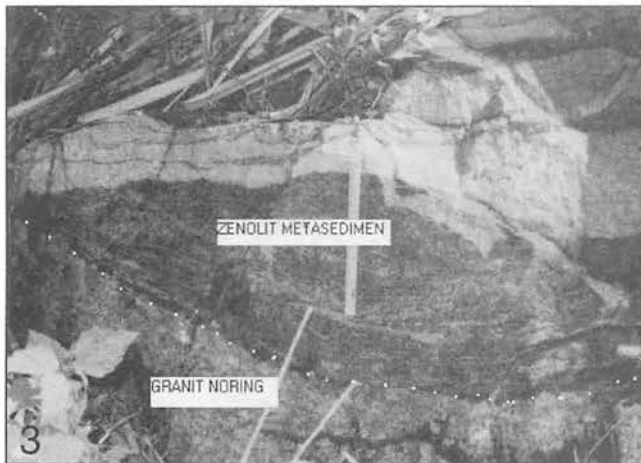
Berbeza pula di Lata Lubuk Gajah, di mana zenolit ditemui dengan lebih banyak berbanding daripada jalan TNB. Saiz zenolit di Lata Lubuk Gajah adalah lebih kecil dan berbutiran lebih halus. Foliasi syis mika juga tidak jelas dan halus. Zenolit dari Lata Lubuk Gajah kebanyakannya berbentuk lonjong. Zenolit ini berkedudukan selari dengan pengaturan fenokris feldspar alkali yang berorientasi hampir barat - timur. Sempadan antara batuan adalah kurang jelas. Perejahan magma granit Noring dipercayai menyisip masuk di celah peralihan batuan sedimen. Dijumpai juga zenolit besar dimana granit berada di celah-celah foliasi zenolit metasedimen ini (Rajah 4). Zenolit besar ini menunjukkan cirian penelanan dan asimilasi magma dengan batuan sedimen yang belum terputus dalam peralihan. Ini menunjukkan kawasan Lata Lubuk Gajah adalah dekat dengan sempadan batuan keliling.

Oleh itu dapat disimpulkan zenolit dari Lata Lubuk Gajah dipercayai berada dekat dengan asalan induknya. Kedudukan kawasan yang semakin jauh dari sempadan batuan keliling menunjukkan semakin sedikit zenolit yang wujud di dalam batuan perumah. Manakala kawasan yang dekat dengan sempadan batuan keliling menunjukkan kelimpahan zenolit yang tinggi.

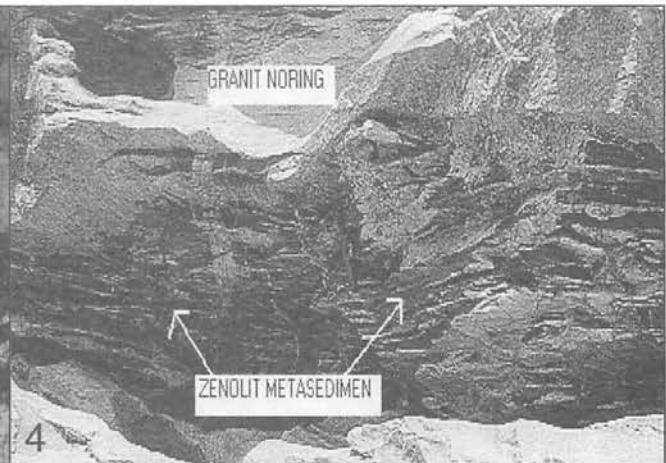
Apabila dibuat cerapan lapangan di sepanjang jalanraya Jeli-Dabong, penulis menjumpai singkapan



Rajah 2. Kedudukan stesen cerapan di tiga lokaliti utama iaitu jalan TNB ke stesen pam Sg. Terang, lata Lubuk Gajah dan di sepanjang jalanraya Jeli-Dabong.



Rajah 3. Zenolit metasedimen yang berbentuk lonjong dengan sempadan yang jelas dengan granit Noring. Stesen cerapan jalan TNB ke stesyen pam Sg. Terang.



Rajah 4. Granit Noring yang menyisip di celah-celah batuan metasedimen di lata Lubuk Gajah.

batuan metamorf fasies syis hijau iaitu terdiri daripada unit filit dan batu pasir metatuf. Batuan metamorf ini dipercayai merupakan sebahagian daripada Formasi Gua Musang. Penulis percaya, singkapan ini merupakan sebahagian daripada batuan asal yang membentuk zenolit dalam Granit Noring.

KAITAN PETROGRAFI

Filit

Filit merupakan batuan metamorf rantau yang menunjukkan perantaraan tekstur antara irasabak dengan kesyisan. Dua sampel keratan nipis filit iaitu dari lokasi 100 m dari jambatan Sg. Terang dan dari Kg. Tuanku Abd. Rahman telah dipilih. Dari cerapan mikroskop filit didapati batuan ini mengalami canggaan berulang kali.

Rajah 5 memperlihatkan fabrik foliasi yang sudah tercangga sehingga foliasi asal tidak kelihatan. Fabrik foliasi ini memperlihatkan dua jenis irasabak iaitu irasabak simetri ketat dan irasabak tidak simetri (Rajah 6 dan 7). Foliasi irasabak ini dibentuk oleh mineral lempung dan mika.

Pada awalnya, foliasi mika berada dalam keadaan yang selari (S1). Apabila dikenakan tegasan, foliasi ini terlipat hingga membentuk mikro lipatan antiklin dan sinklin yang ketat dan simetri. Apabila daya baru dikenakan, foliasi baru S2 akan terbentuk akibat dari herotan S1. Irasabak tidak simetri adalah bahagian sayap lipatan manakala lipatan simetri adalah pada bahagian antiklin atau sinklin.

Cerapan filit dari Kg. Tuanku Abd. Rahman menunjukkan foliasi biotit yang jelas. Mineral dominan yang wujud dalam filit ini terdiri daripada mika dan kuarza serta sedikit klorit (Rajah 8).

Zenolit

Melalui cerapan mikroskop, foliasi yang dibentuk oleh biotit jelas kelihatan. Komposisi utama batuan ini

terdiri daripada kuarza dan biotit. Oleh itu, penulis menyimpulkan zenolit dari rintisan jalan TNB ke stesyen pam Sg. Terang adalah terdiri daripada syis kuarza-mika (Rajah 9).

Cerapan mikroskop bagi zenolit dari Lata Lubuk Gajah juga menunjukkan foliasi yang jelas (Rajah 10). Dalam cerapan ini dapat diperhatikan kehadiran mineral hornblend yang banyak dalam batuan ini. Dengan kehadiran hornblend ini, zenolit dari Lata Lubuk Gajah dikelaskan sebagai syis biotit-hornblend.

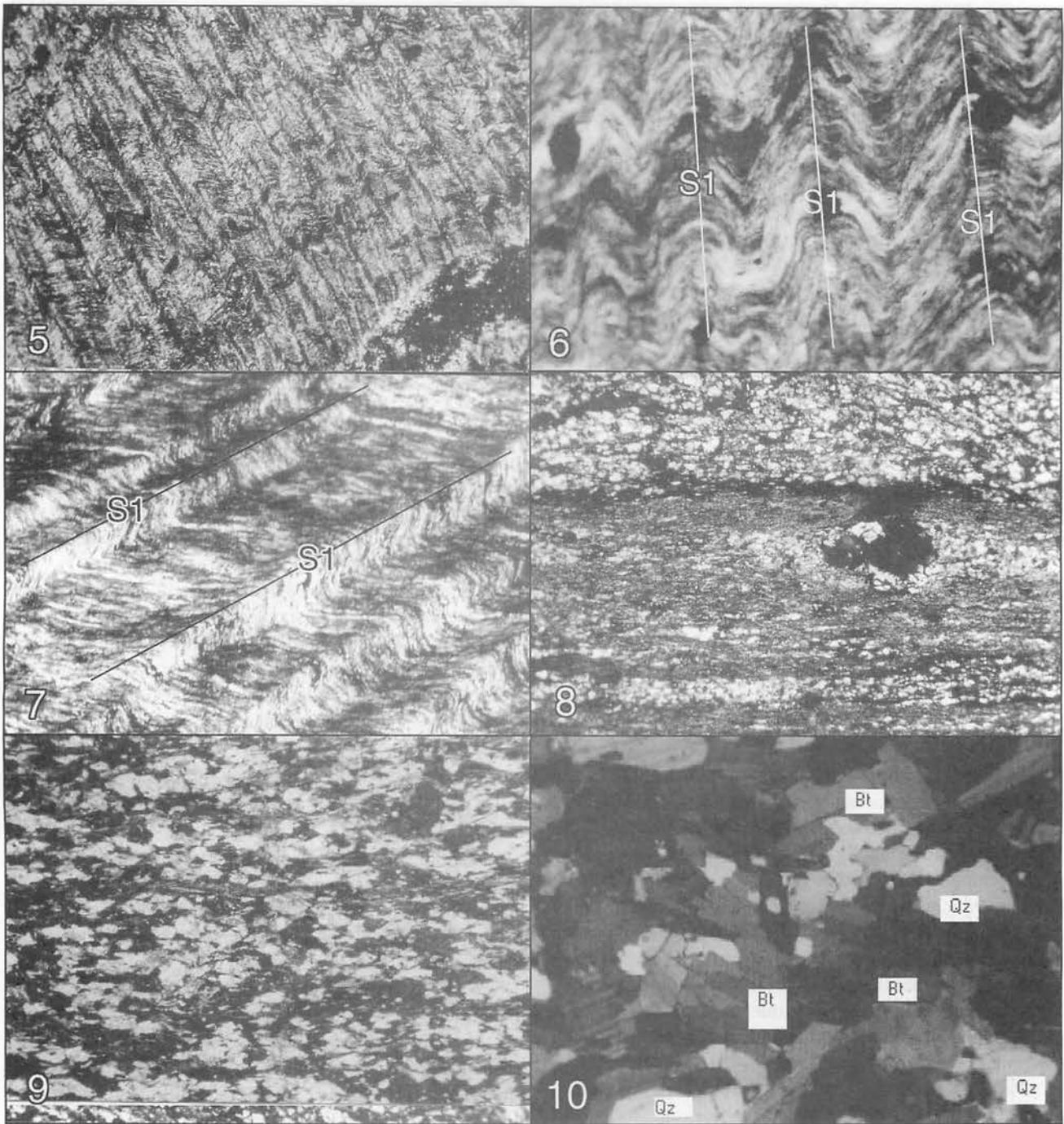
PERBANDINGAN CERAPAN MIKROSKOP FILIT DAN ZENOLIT

Zenolit metasedimen dari Lata Lubuk Gajah dan jalan masuk TNB ke stesyen pam Sg. Terang ini menunjukkan foliasi yang jelas yang terdiri daripada mineral biotit (Rajah 9). Zenolit ini tidak menunjukkan ciri batuan igneus seperti yang dicadangkan oleh Vernon (1991) dan Dorais *et al.* (1989), malah ia lebih menunjukkan sifat batuan metasedimen.

Zenolit mikrogranitoid dicirikan oleh sifat tipikal batuan granit yang berbutiran halus hingga ke kasar dan mengandungi mineral seperti plagioklas dan kuarza. Pengzonan plagioklas lazim dijumpai dalam zenolit mikrogranitoid (Dorais *et al.*, 1989).

Tekstur foliasi pada zenolit menunjukkan asalan batuan metamorf. Zenolit jenis ini dikenali sebagai zenolit surmicaceous dan menjadi petunjuk kepada komponen batuan metasedimen (Montel *et al.*, 1991).

Penulis percaya zenolit yang hadir di kedua-dua lokasi utama tadi berasal dari metasedimen berdasarkan cerapan petrografi zenolit tersebut. Cerapan mikroskop metasedimen menunjukkan komposisi filit terdiri daripada mineral mika, klorit dan mineral legap (Rajah 6). Cerapan batuan metasedimen filit ini langsung tidak menunjukkan ciri batuan granitoid. Kesimpulan daripada bahagian ini, penulis percaya zenolit daripada kawasan kajian berkemungkinan besar mempunyai asalan metasedimen.



Rajah 5. Fabrik foliasi yang membentuk lipatan ketat yang mencadangkan policanggaan ke atas batuan filit (dengan nikel; sampel SG1 dari lokaliti 100m dari jambatan Sg. Terang).

Rajah 6. Zon krenulasi di mana S1 terlipat secara simetri (dengan nikel; sampel SG1 dari lokaliti 100 m dari jambatan Sg. Terang).

Rajah 7. Zon krenulasi di mana S1 terlipat secara tidak simetri (dengan nikel; sampel SG1 dari lokaliti 100 m dari jambatan Sg. Terang).

Rajah 8. Filit dengan kelimpahan mineral kuarza dan mika membentuk foliasi (dengan nikel; sampel SG2 dari lokaliti teres bukit Kg. Tuanku Abd. Rahman).

Rajah 9. Cerapan mikroskop bagi zenolit metasedimen dari lokaliti jalan TNB ke stesyen pam Sg. Terang. Foliasi ini dibentuk oleh mineral biotit (dengan nikel).

Rajah 10. Zenolit metasedimen dari lokaliti lata lubang gajah. Foliasi dibentuk oleh mineral biotit (dengan nikel).

Jadual 1. Keputusan analisis geokimia batuan bagi unsur major (peratus berat) dan unsur surih (ppm). * = dinormalkan

Granit Porfiri													
sampel	LP1(1)	LP2	LP6(1)	LP8(1)	LP9(1)	LP10(1)	LP11(4)	LP14(1)	LP15(3)	LP16(2)	LP19(1)	LP21(1)	LP22(1)
SiO ₂	71.12	72.31	69.36	69.06	69.12	69.02	70.79	69.69	68.01	71.19	68.21	68.34	67.42
TiO ₂	0.26	0.23	0.36	0.38	0.32	0.31	0.24	0.34	0.38	0.32	0.26	0.37	0.34
Al ₂ O ₃	15.33	14.67	15.87	15.95	16.39	16.11	15.47	15.76	16.15	15.14	16.63	15.95	16.68
FeO	1.02	0.88	1.19	1.38	1.22	1.20	0.93	1.34	1.59	1.17	0.98	1.16	1.35
Fe ₂ O ₃	0.84	0.74	1.13	1.20	0.92	0.94	0.67	0.81	0.84	0.84	0.73	0.90	0.92
MnO	0.04	0.03	0.04	0.04	0.04	0.03	0.02	0.05	0.04	0.03	0.03	0.04	0.04
MgO	0.31	0.26	0.55	0.64	0.47	0.50	0.37	0.66	0.72	0.59	0.43	0.77	0.72
CaO	2.04	1.79	2.27	2.52	2.19	2.34	2.44	2.49	2.48	2.63	1.91	2.85	2.51
Na ₂ O	4.14	3.88	4.20	4.20	4.17	4.02	4.17	4.17	3.94	3.94	3.62	4.27	4.00
K ₂ O	4.29		4.03	4.04	4.53	4.86	3.57	4.01	4.62	3.38	6.29	3.57	4.92
P ₂ O ₅	0.10	0.07	0.13	0.15	0.13	0.16	0.10	0.15	0.20	0.13	0.11	0.19	0.18
L.O.I	0.39	0.34	0.78	0.27	0.34	0.37	0.52	0.37	0.64	0.52	0.71	0.43	0.68
JUMLAH	99.99*	99.98*	100.03*	99.98*	99.98*	99.99*	99.41	99.99*	99.80*	100.01*	100.02	99.29	99.90*

sampel	Granit Porfiri			Mikrogranit				Zenolit metasedimen		Filit		
	LP23(1)	LP27	LLG1	LP22(2)	LP23(2)	LP24(2)	LP26(2)	LP30	LLG3	LP15(1)	KTAR1	KTAR2
SiO ₂	73.40	68.24	69.62	71.17	71.68	71.66	72.44	73.09	46.99	64.42	66.30	60.59
TiO ₂	0.19	0.23	0.36	0.25	0.30	0.34	0.31	0.24	2.12	0.74	0.43	0.99
Al ₂ O ₃	14.60	17.11	15.87	15.14	15.01	15.19	14.90	14.57	13.67	14.81	20.57	25.48
FeO	0.79	0.95	1.27	1.37	1.06	1.34	1.27	0.97	4.48	3.91	0.15	0.42
Fe ₂ O ₃	0.51	0.54	0.89	0.50	0.44	0.29	0.30	0.27	2.93	1.33	3.47	1.26
MnO	0.02	0.03	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.03	0.15	0.08	BDL	0.03
MgO	0.25	0.32	0.56	0.28	0.36	0.30	0.19	0.20	5.25	2.57	0.09	0.19
CaO	1.67	1.85	1.94	2.04	1.92	2.02	1.87	1.56	8.24	1.78	BDL	0.02
Na ₂ O	3.29	3.69	4.06	4.26	3.42	3.34	3.19	3.53	1.69	3.05	0.44	0.39
K ₂ O	4.63	6.52	4.72	4.31	4.77	5.07	5.06	4.71	3.92	5.10	3.98	4.62
P ₂ O ₅	0.08	0.07	0.14	0.13	0.09	0.09	0.08	0.07	1.87	0.01	0.01	0.06
L.O.I	0.48	0.33	0.38	0.37	0.39	0.55	0.42	0.65	7.80	1.66	4.54	6.00
JUMLAH	99.98*	99.99*	100.00*	100.01*	99.59	100.35*	100.20*	99.99	100.04*	99.99*	100.01	100.11

KAITAN GEOKIMIA

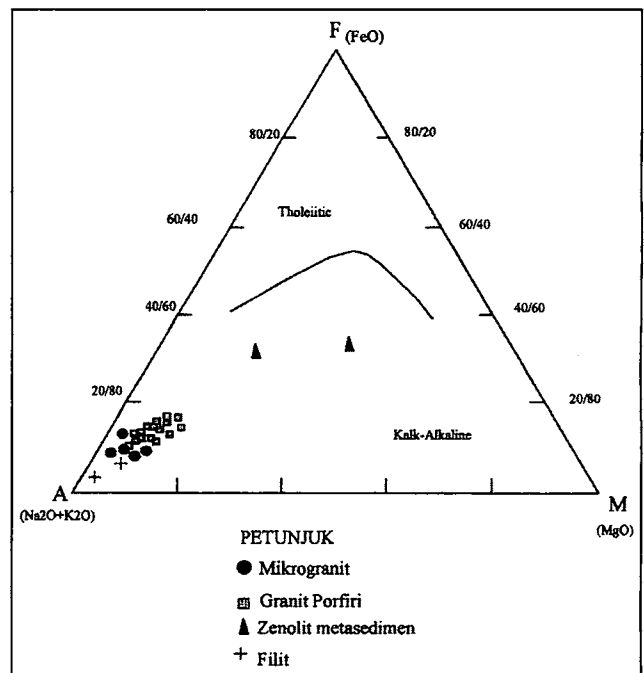
Selain daripada kaitan lapangan dan kaitan petrografi, penulis cuba mengaitkan asalan zenolit ini dengan kaedah geokimia. Ia melibatkan hubungan secara kimia antara batuan metasedimen, zenolit dan batuan Granit Noring yang diplotkan dalam rajah AFM. Kaedah analisis yang telah digunakan untuk kajian ini ialah Pendafluoran sinar-X spektrometri. Alat yang digunakan bagi tujuan ini ialah Philips model PW 1480 yang didapati dari makmal sinar-X Program Geologi, UKM.

Hasil analisis bagi kesemua 21 sampel granit Noring, 2 sampel filit dan 2 sampel zenolit ditunjukkan dalam Jadual 1. Penulis telah menggunakan rajah AFM dalam mentafsir asalan zenolit metasedimen.

Rajah AFM

Gambarajah AFM merupakan satu rajah segitiga yang biasa digunakan untuk menentukan trend pembezaan magma. Nilai data yang diperolehi diplotkan dalam gambarajah ini dalam nilai 100 % berat atau dalam unit mol.

Kesemua 25 sampel batuan telah diplotkan dalam rajah segitiga AFM (Rajah 11). Dari rajah ini dapat diperhatikan, sampel batuan granit dan mikrogranit berkumpul pada kawasan penjurua jumlah alkali



Rajah 11. Plotan data bagi unit batuan yang ada di kawasan kajian pada rajah segitiga AFM.

($\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$). Perkara yang sama dapat diperhatikan pada sampel filit, dimana plotan data sampel filit berada dekat dengan pepenjurur jumlah alkali ($> 90\%$). Walaupun nilai jumlah alkali yang ditunjukkan adalah tinggi, dalam masa yang sama kandungan Fe dan Mg adalah rendah dalam sampel granit, mikrogranit dan filit.

Berbeza dengan zenolit metasedimen, plotan data menunjukkan batuan ini berada di tengah-tengah unsur Fe dan Mg. Ini menunjukkan kandungan Fe dan Mg adalah tinggi bagi sampel zenolit ini. Selaras dengan kandungan Fe dan Mg yang tinggi, sampel ini menunjukkan pengurangan dalam kandungan jumlah alkali (Na_2O dan K_2O di pepenjurur A).

Daripada gambarajah AFM ini dapat diperhatikan kesinambungan bagi setiap jenis batuan. Proses pencemaran oleh unsur Na_2O dan K_2O yang berlaku pada granit porfiri dan sedikit pada mikrogranit dipercayai berpunca dari batuan metasedimen iaitu filit (metaargilit). Proses ini berlaku apabila filit ini berasimilasi dengan magma granit yang merejah batuan keliling (filit). Ini dapat dibuktikan dengan kandungan unsur Na_2O dan K_2O yang tinggi pada filit. Sistem magma granit adalah sistem tertutup, tetapi kebanyakan magma akan menunjukkan sifat sistem terbuka apabila pencemaran berlaku. Di dalam sistem magma boleh berlaku pertukaran / pergerakan unsur di antara dua medium yang berbeza (pencemaran) (Hidreth *et al.*, 1986).

Secara ringkasnya, zenolit metasedimen dipercayai berasal dari batuan metasedimen. Berlaku proses asimilasi di antara metasedimen dan granit di mana unsur yang aktif bergerak iaitu Na^+ dan K^+ telah memasuki sistem magma granit yang merejah. Ini menyebabkan metasedimen kekurangan Na_2O dan K_2O tetapi kaya dengan FeO dan MgO. Suhu pada masa proses ini berlaku tidak mampu untuk meleburkan metasedimen yang sudah kaya dengan FeO dan MgO, lalu baki batuan tertinggal sebagai zenolit metasedimen (*enclave*).

KESIMPULAN

Beberapa pengkaji terdahulu telah mencadangkan kehadiran zenolit mafik di dalam batuan granit berkait rapat dengan pemfraksian magma granit, bukan sahaja sebagai penyumbang tenaga haba untuk peleburan separa bahkan untuk proses anateksis. Terdapat pelbagai jenis zenolit yang wujud iaitu zenolit igneus, zenolit sedimen dan zenolit metasedimen (Didier dan Barbarin, 1991). Berdasarkan pengelasan ini, kepungan yang ada di Lata Lubuk Gajah dan jalan masuk TNB ke stesyen pam Sg.

Terang merupakan zenolit yang berasal daripada batuan metasedimen. Ini dapat dibuktikan dengan cerapan petrografi bagi zenolit. Cerapan petrografi zenolit menunjukkan ia lebih mengarah kepada sifat-sifat batuan metasedimen berbanding sifat batuan igneus. Perbandingan sifat antara zenolit igneus dan metasedimen telah diuraikan dengan lebih jelas oleh pengkaji terdahulu seperti Montel (1991) dan Vernon (1991).

Granit Noring telah merejah batuan keliling yang terdiri daripada Formasi Gua Musang pada masa Kapur (Bignell dan Snelling, 1977). Perejahan ini menyebabkan asimilasi pada batuan granit ini. Daripada gambarajah AFM didapati asalan zenolit di dalam granit Noring berkemungkinan dari batuan metaargilit Formasi Gua Musang.

PENGHARGAAN

Penulis ingin merakamkan ribuan terima kasih kepada En. Mohd. Rozi Umor selaku penyelia, yang telah banyak memberi tunjuk ajar, kritikan dan bimbingan sepanjang kajian ini dilakukan. Terima kasih juga kepada Prof. Dr. Hamzah Mohamed yang banyak memberikan maklumat dan idea semasa kerja lapangan di Jeli, Kelantan dan perbincangan dari masa ke semasa.

RUJUKAN

- BIGNELL, J.D. DAN SNELLING, N.J. 1977. The Geochronology of Malayan granites. *Overseas Geol. & Min. Resour.* No.47: Institute of Geological Sciences
- DIDIER, J. DAN BARBARIN, B. (pnyt). 1991 *Enclave and Granite Petrology*. Elsevier, Amsterdam.
- DORAIS M.J., WHITNEY, J.A. AND RODEN, M.F. 1989 . Origin of mafic enclave in the Dinkey Creek pluton Central Sierra Nevada Batholith, California. *Journal of Petrology*. 31(4):853-881.
- HIDRETH, W., GROVE, T.L. DAN DUNGAN, M.A. 1986. Introduction to special session on open magmatic system. *Jour.Geophys. Res.* 91, 5887-5889.
- MONTEL, J.M., DIDIER, J., DAN PICHAVANT, M., 1991. *Dlm.* Didier, J. dan Barbarin, B. (pnyt). *Enclave and Granite Petrology*. Elsevier, Amsterdam, ms. 509-527.
- 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. *Geol. Soc. Malaysia Bulletin*.17: 61-77
- VERNON, R.H., 1991. Interpretation of microstructure of microgranitoid enclaves. *Dlm:* Didier, J. dan Barbarin, B. (pnyt). *Enclave and Granite Petrology*. Elsevier, Amsterdam, ms. 277-290.