

## **Empat pluton granitoid terasing di Johor: Satu tinjauan petrokimia dan genesis**

### ***(Four isolated granitoid plutons in Johor: An overview on their petrochemistry and genesis)***

ASKURY ABD. KADIR  
Geological Survey of Malaysia  
Ipoh, Perak

**Summary:** Four isolated granitoid plutons in Johor viz. Gunung Ledang (Mt. Ophir), Bt. Mor, Lenga (Ma'Okil) and Batu Pahat were studied petrographically and chemically. Texturally, they range from medium- to coarse-grained porphyritic- to non-porphyritic biotite granite to fine-grained biotite granite or microgranite. Late phase intrusions included pegmatites in Bt. Mor and granophyres in Lenga during the middle-Triassic to Tertiary (?) respectively.

The ages of these granitoids range from Permian (173 Ma) to Cretaceous (78 Ma) according to available Rb-Sr data.

The Q-A-P, Q-P, A-B, Q-B-F and Qz-Ab-Or plots show that these granitoids do not vary considerably in composition as is evident by their limited SiO<sub>2</sub> contents (67 to 79%). They fall within the granite and adamellite fields and are commonly peraluminous in nature.

All of these are characterized as ilmenite-series granites, with values of magnetic susceptibility of less than  $15 \times 10^{-3}$  SI unit. The Gunung Ledang, Bt. Mor and Lenga plutons are categorized as I-type granites, which were apparently derived from an igneous source through partial melting at the mantle. However, the perquartzose Batu Pahat pluton can be categorized as an S-type granite which was presumably derived from sedimentary rocks by the process of partial remelting or anatexis.

Petrochemical evidence based on Harker and other variation diagrams shows that the plutons are not genetically related to one and another. Magmatic differentiation trends are suggested and restricted only within individual plutons. These four granitoid plutons were probably emplaced separately from different magmatic sources. They are believed to represent high level epizonal intrusions that had crystallized under relatively low pressure from minimum melt.

**Ringkasan:** Empat pluton granitoid terasing di Johor terdiri daripada Gunung Ledang, (Mt. Ophir), Bt. Mor, Lenga (Ma'Okil) dan Batu Pahat. Berdasarkan petrografi, didapati julat komposisi granitoid amat terbatas atau tidak meluas merangkumi granit biotit berbutiran sederhana ke kasar, sama ada berporfir atau tak-berporfir hingga granit biotit berbutiran halus atau mikrogranit. Perejahan fasa akhir diwakili oleh pegmatit di Bt. Mor dan granofir di Lenga masing-masing merejeh semasa tengah Jura dan Tertier (?).

Usia granitoid berdasarkan kepada data-data Rb/Sr yang sedia ada berjulat dari Perm (173 Ma) ke Kapur (78 Ma).

Plot-plot Q-A-P, Q-P, A-B, Q-B-F dan Qz-Ab-Or menggambarkan granitoid tidak melibatkan spektrum penjenisan yang meluas dengan kandungan SiO<sub>2</sub> di antara 67 hingga 79%, terbatas kepada komposisi granit (+ adamellit) serta bersifat peralumina.

Keempat-empat pluton mencirikan granit siri-ilmenit dengan nilai 'magnetic susceptibility' kurang daripada  $15 \times 10^{-3}$  unit SI, serta mempunyai nilai mol  $\text{FeO}/\text{Fe}_3\text{O}_4$  yang tinggi. Sementara itu, pluton Gunung Ledang, Lenga dan Bt. Mor mencirikan granit jenis-I yang lebih dominan, berpunca daripada igneus melalui proses peleburan separa juzuk mantel. Tetapi, pluton Batu Pahat yang bersifat granit perkuarzos dengan kandungan alumina yang tinggi tergolong dalam granit jenis-S, berpunca daripada batuan sedimen melalui proses peleburan semula atau anatexis.

Bukti-bukti petrokimia yang berdasarkan plot-plot variasi bagi mengenalpasti tahap pembezaan magma, didapati tiada perkaitan genetik secara langsung di antara satu sama lain. Tahap pembezaan magma cuma berlaku dalam pluton masing-masing dan amat terbatas serta tiada keterusan (continuity). Ciri-ciri berkenaan menunjukkan rejeahan pluton-pluton terjadi secara berasingan dari punca magma yang berbeza dan dipercayai mereka merejah pada aras tinggi atau epizon.

## PENGENALAN

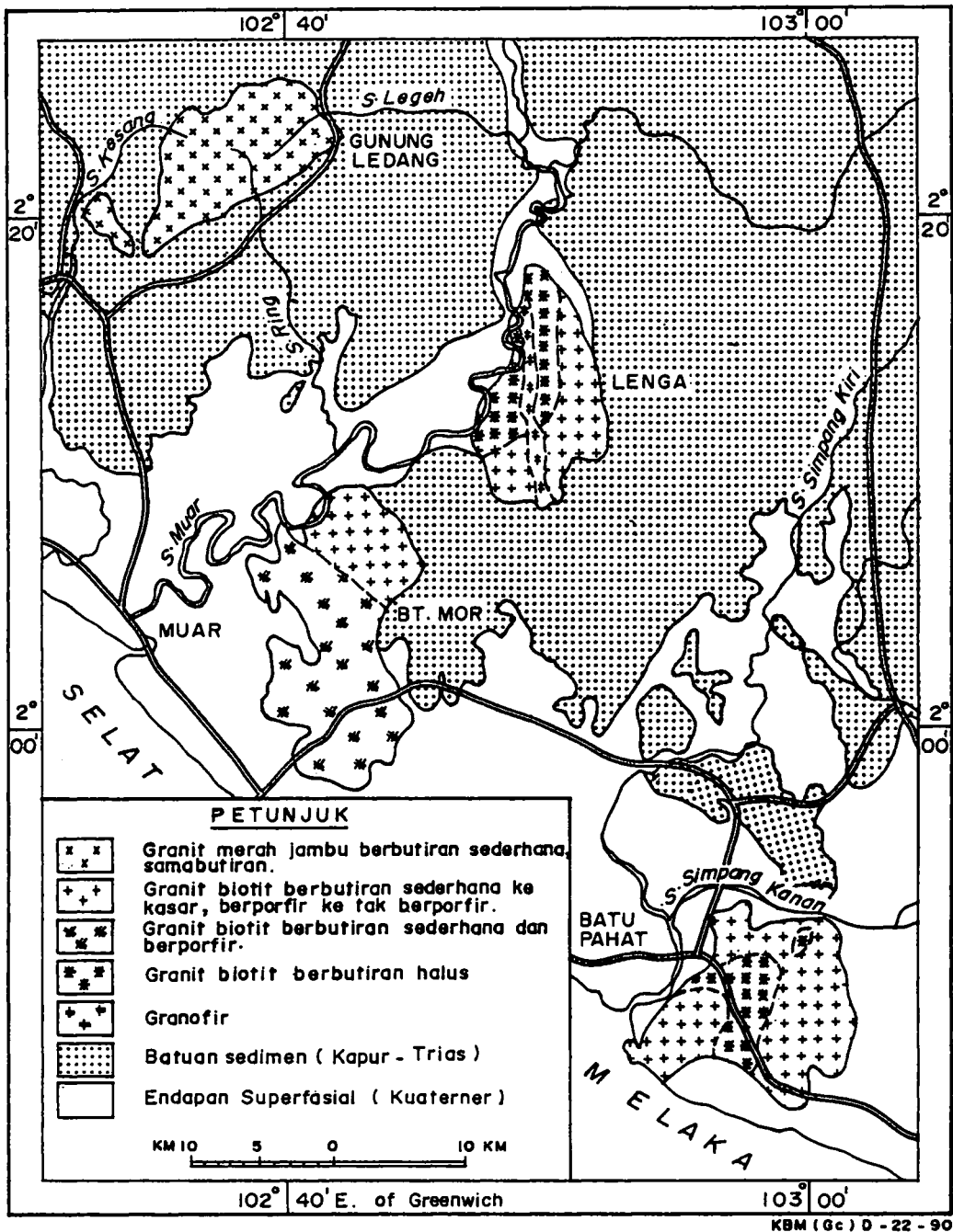
Kawasan kajian terletak di bahagian pantai barat Negeri Johor merangkumi pluton-pluton granitoid Gunung Ledang (Mt. Ophir), Lenga (Ma'Okil), Bt. Mor dan Batu Pahat masing-masing berkeluasan 100, 60, 120 dan 114 km persegi. Secara am, pluton-pluton tersebut dikelilingi oleh batuan sedimen berusia Kapur ke Trias dan dibatasi oleh enapan superfisial (lautan dan daratan) di sepanjang pesisir pantai yang berusia Kuaterner (Rajah 1).

Walaupun kedudukan pluton-pluton tersebut berdekatan, namun terdapat perbezaan yang nyata di antara satu sama lain dari segi petrografi, petrokimia dan genesisnya. Kertas kerja ini secara kualitatif dan kuantitatif akan menerangkan secara terperinci petrogenesis granitoid bagi keempat-empat pluton serta hubungannya di antara mereka.

Memang tidak dinafikan lagi, genesis dan perejeahan granitoid amat sukar diterangkan. Pitcher (1979) berpendapat evolusi magma bukan satu perkara yang tetap atau rigid, tetapi ianya merangkumi pelbagai aspek dan pendekatan sama ada dalam konteks anoreogeni atau orogeni. Umpamanya, granitoid boleh terbentuk dari magma basa melalui tahap pembezaan (differentiation) atau peleburan separa bahan kerak bumi.

Hutchison (1978) telah menghubungkan rejeahan granitoid Semenanjung Malaysia berkait rapat dengan teori tektonik keping (plate tectonic) yang berlaku semasa Karbon ke akhir Trias melalui perubahan arah subduksi dan perekahan (rifting). Walau bagaimanapun, Liew (1983) mencadangkan agar lebih banyak usaha kajian geokimia perlu dijalankan bagi mengukuh dan memantapkan model tektonik yang sedia ada seterusnya menghasilkan hipotesis genesis granitoid dengan lebih realistik.

Pelbagai pendekatan petrokimia telah dibuat bagi memberi kefahaman tentang perejeahan granitoid empat pluton terasing berkenaan berpandukan kandungan unsur-unsur major. Bagi mengenalpasti komposisi granitoid, pengelasan batuan pluton oleh Strickeisen (1976) digunakan sebagai asas. Debon dan Le Fort (1983) memperincikan lagi pengelasan kimia-mineralogi dengan menggunakan kandungan unsur-unsur major secara kuantitatif bagi memperkukuhkan lagi tipologi (typology)



Rajah 1: Peta geologi kawasan barat Johor merangkumi pluton Gunung Ledang (Mt. Ophir), Lenga (Ma' Okil), Bt. Mor dan Batu Pahat.

granitoid. Di samping itu, parameter geokimia bagi pemisahan siri-magnetit dan -ilmenite (Ishihara *et al.*, 1979) serta granitoid jenis-I dan -S (Chappel dan White, 1974; Hine *et al.*, 1978) telah digunakan bagi mengenalpasti petrogenesis granitoid.

## **TABURAN DAN PETROGRAFI GRANITOID**

Granitoid yang dirangkumi oleh kawasan kajian berjulat dari jenis granit berbutiran kasar ke sederhana, berporfir ke tak-berporfir hingga granit biotit berbutir halus, samabutiran (Rajah 1). Terdapat satu telorang granofir berarah hampir utara-selatan merejah di dalam pluton Lenga (Askury, 1987).

### **Pluton Gunung Ledang**

Batuan telah dikelaskan kepada dua unit granitoid yang berlainan iaitu granit biotit berbutiran sederhana, samabutiran dan berwarna merah jambu sebagai jenis Ledang dan mikrogranit sebagai jenis Bekok (Askury, 1986). Jenis Bekok wujud sebagai jasad-jasad kecil bergarispusat dari beberapa meter ke 100 m, berbentuk membulat dan lonjong (oval) serta terkepung di dalam jenis Ledang yang lebih dominan.

### **Pluton Lenga (Ma'Okil)**

Pluton ini telah dibahagikan kepada 3 unit granit yang utama iaitu, (i) granit berbutiran sederhana ke kasar, (ii) granit berbutiran halus dan (iii) granofir (Askury, 1987). Ketiga-tiga unit batuan tersebut berwarna merah jambu dan mempunyai perbezaan petrografi yang agak nyata. Secara am, komposisi bagi granit biotit berbutiran sederhana ke kasar dan granit biotit berbutiran halus hampir sama, cuma struktur dan tekstur sahaja yang membezakannya. Biotit bagi kedua-dua unit batuan tersebut telah berubah kepada klorit yang mencirikan warna biru janggal (anomalous blue).

Sementara granofir yang berbentuk telorang menganjur hampir utara-selatan dengan ketebalan purata 800 m memotong kedua-dua unit batuan tersebut. Secara makroskopik, ianya menyerupai granit berbutiran halus, tetapi menunjukkan tekstur granofirik yang jelas dengan saling tumbuh (intergrowth) di antara kuarza dengan K-feldspar dan plagioklas di bawah mikroskop.

### **Pluton Bt. Mor**

Dua unit batuan utama telah membentuk pluton Bt. Mor iaitu, (i) granit biotit berbutiran sederhana ke kasar, berporfir ke tak-berporfir, dan (ii) granit biotit berbutiran sederhana serta berporfir.

Granit biotit berbutiran sederhana ke kasar terdapat di bahagian utara pluton iaitu di sekitar Bt. Pengkalan. Di samping itu, granit biotit berbutiran halus ke sederhana juga didapati, yang mana ianya mencirikan granit dua fasa berasimilasi dengan granit biotit berbutiran sederhana. Kebanyakan batuan berkenaan

mempamerkan tekstur mirmekit, grafik dan pertit. Hamadi (1980) mendapati granit Bt. Pengkalan sebagai granit biotit berbutiran sederhana ke kasar dan berubah kepada adamelit ke arah utara di sekitar Sg. Terus.

Granit biotit berbutiran sederhana ke kasar serta berporfir terdapat di bahagian tengah pluton dan menganjur ke selatan sehingga Bt. Mor. Di lapangan, unit batuan berkenaan telah direjah oleh granit biotit berbutiran halus serta pegmatit. Secara makroskopik, megakris K-feldspar telah mengalami tentuarahan terpilih disebabkan oleh rejaman granit berbutiran halus. Ciri-ciri perubahan batuan dapat diperhatikan di bawah mikroskop yang mana dua generasi pembentukan kuarza telah wujud serta kesan-kesan hidroterma yang signifikan telah dicerapkan.

Pegmatit kebanyakannya wujud sebagai telerang memotong kedua-dua unit batuan tersebut. Kadang-kadang ianya membentuk kekanta (lenses) dan terkepung (kebanyakannya) di dalam granit biotit berbutiran halus. Terdapat dua jenis pegmatit yang wujud, iaitu:-

- (i) Pegmatit bergrafik  
Menunjukkan tekstur grafik di antara kuarza dan K-feldspar. Garnet euhedral (merah jambu) banyak didapati.
- (ii) Pegmatiti feldspar-muskovit  
Kandungan utama terdiri daripada feldspar, kuarza dan muskovit (berbentuk buku). Garnet kurang didapati.

Fitur-fitur tersebut dapat dilihat di Kuari JKR Bt. Mor, Syarikat Muar Kuari Sdn. Bhd. dan kuari tinggal berhampiran dengan pekan Bt. Mor. Aw (1983) mengkelaskan batuan fasa akhir di Kuari JKR Bt. Mor terdiri daripada pegmatit dan granit bergrafik.

### **Pluton Batu Pahat**

Wahid (1980 dan 1981) telah memetakan pluton tersebut sebagai granit berbutiran sederhana ke kasar berasosiasi dengan aplit dan mikrogranit. Secara am, pluton Batu Pahat terdiri daripada dua unit batuan utama, iaitu granit biotit berbutiran sederhana, berporfir ke tak-berporfir yang merangkumi 70% pluton, dipisahkan oleh granit biotit berbutiran halus atau mikrogranit. Umumnya, granit biotit berbutiran sederhana menunjukkan sifat samabutiran dengan kandungan mafik kurang daripada 5% ataupun bersifat leukokrat, sementara mikrogranit bertekstur bergula (sugary) dengan kandungan biotit kurang daripada 3% juga bersifat leukokrat.

## **GEOKRONOLOGI GRANITOID**

Bignell dan Snelling (1977) telah menentu-usiakan granitoid pluton-pluton Gunung Ledang, Bt. Mor dan Batu Pahat. Granit biotit berbutiran sederhana

bagi pluton Gunung Ledang masing-masing menunjukkan usia  $52 \pm 4$  Ma dan  $78 \pm 2$  Ma secara K/Ar (biotit) dan Rb/Sr (serbuk batuan). Ketakselarasan usia dipercayai akibat daripada biotit yang telah mengalami kehilangan argon. Walau bagaimanapun, kedua-duanya memberikan maklumat bahawa pluton Gunung Ledang mewakili granit postorogen merejah pada akhir Kapur.

Tempoh atau jangkasma perejahan granit di Kuari JKR Bt. Mor ditentukan oleh mereka dengan jayanya. Granit biotit berbutiran sederhana serta berporfir memberikan usia  $273 \pm 3$  Ma (Perm), granit biotit berbutiran halus berusia  $217 \pm 3$  Ma (akhir Trias) dan muskovit dari pegmatit berusia  $183 \pm 3$  Ma (tengah Jura) yang dianalisis secara Rb/Sr. Jujukan usia yang diperolehi memang bertepatan dengan pemerhatian di lapangan.

Granit biotit berbutiran sederhana di pluton Batu Pahat juga dianalisis secara Rb/Sr serbuk batuan dan memberikan usia isokron  $217 \pm 3$  Ma (akhir Trias) dengan kadar  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  yang tinggi iaitu 0.8239.

Pada masa ini tiada data-data usia bagi pluton Lenga diterbitkan. Usaha sedang giat dijalankan untuk menentu usiakan granit Lenga secara K/Ar. Sebagai usia relatif, Loganathan (1975) mendapati granitoid Lenga telah merejah ke dalam batuan sedimen berusia post-Trias (Jura - Kapur). Jadi besar kemungkinan granitoid Lenga berusia Tertier (?).

### PETROKIMIA DAN GENESIS

Sejumlah 37 sampel granitoid segar dari keempat-empat pluton telah dianalisis unsur-unsur major. Jumlah analisis mengikut pluton ialah:

Pluton	Jumlah
Gunung Ledang	10
Batu Pahat	10
Bt. Mor	9
Lenga	8
Jumlah	<u>37</u>

Data-data geokimia telah diolah dengan menggunakan pakej MAX (BGR) melalui Komputer Apple IIe dan pemplot (plotter) X-Y. Pluton-pluton telah dibahagikan mengikut kelas iaitu 0 (Gunung Ledang), 1 (Bt. Mor), 2 (Lenga) dan 3 (Batu Pahat).

Komposisi granitoid dapat diketahui dengan memplot rajah segitiga QAP (Rajah 2) yang mana nilai-nilai normatif bagi kuarza, ortoklas dan plagioklas

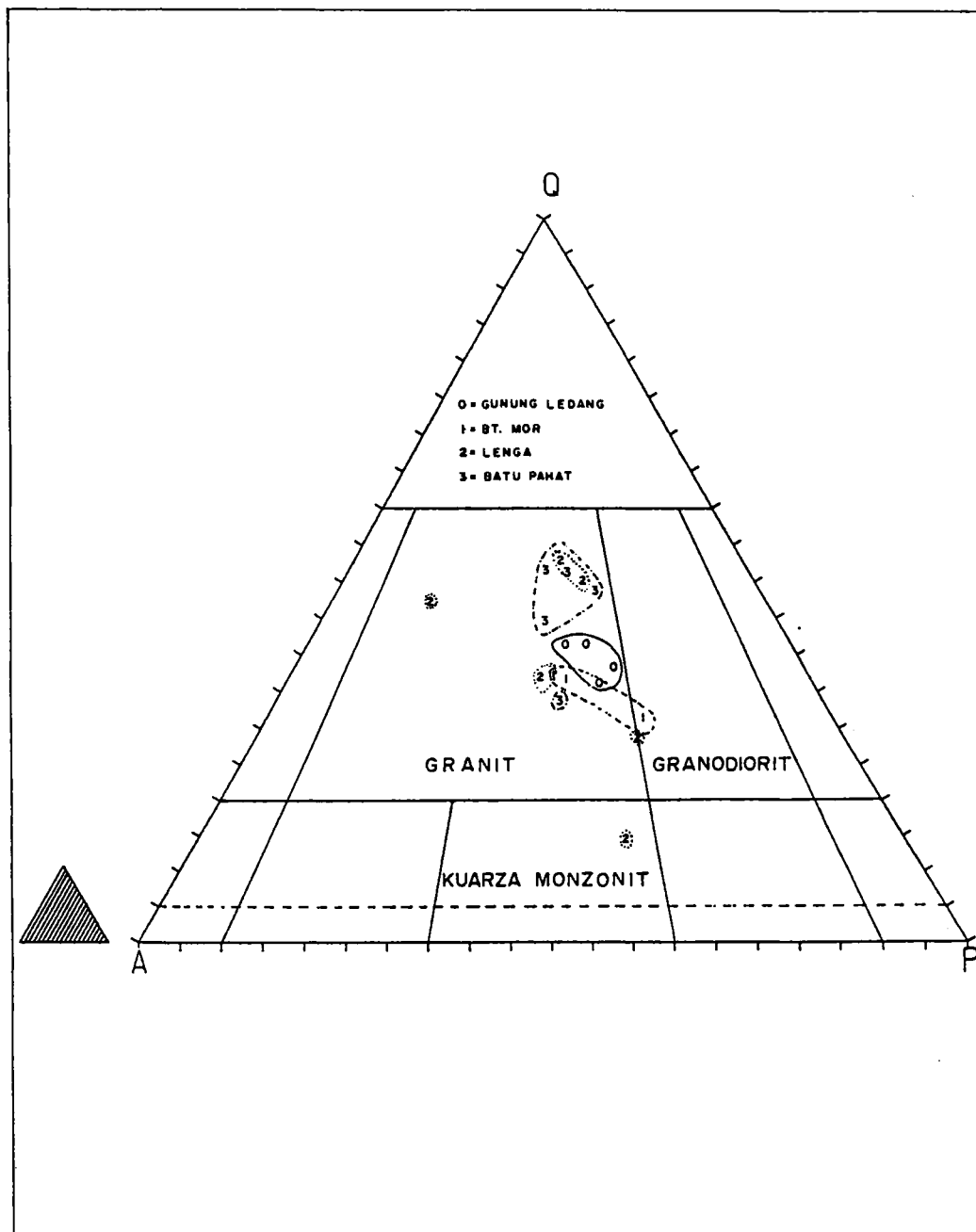
diperolehi dari pengiraan mineral normatif CIPW. Kesemua titik diplot di dalam domain granit atau berkomposisi granit kecuali satu sampel berkomposisi kuarza monzonit dari pluton Lenga (secara mikroskopik, batuan berkenaan telah berasimilasi dengan batuan hornfels kalkasilikat). Keempat-empat pluton tersebut mempunyai kelompok tersendiri dan terasing, di mana pluton Batu Pahat lebih mirip ke arah apeks kuarza, sementara pluton Bt. Mor menjurus ke arah granodiorit. Titik-titik bertaburan ditunjukkan oleh pluton Lenga akibat daripada kewujudan granofir yang mengubah kandungan kimia batuan sekitar secara tidak langsung.

Rajah 3 yang diolah semula oleh Debon dan Le Fort (1983) berasal dari plot QAP, dinamakan sebagai plot Q-P bagi mengelaskan granitoid berdasarkan kepada mol atau gram-atom x 1000. Pluton Batu Pahat berada dalam domain granitoid perkuarzoz (perquartzose granitoid) bersama-sama dengan granofir Lenga. Sementara Gunung Ledang, Bt. Mor dan Lenga kebanyakannya berkomposisi granit.

Rajah 4 menunjukkan plot A-B daripada Debon dan Le Fort (1983) bagi mencirikan sifat alumina batuan. Secara purata lebih 90% batuan bersifat peralumina yang mana hampir 50% berada dalam domain peralumina-leukogranit dengan kandungan  $Mu > Bi$ . Sifat-sifat metalumina ditunjukkan oleh granofir dan granit dua fasa dari Bt. Pengkalan (Bt. Mor). Sifat-sifat yang serupa digambarkan oleh Rajah 5 dari plot  $SiO_2$  - mol  $Al_2O_3 / CaO + Na_2O + K_2O$ , di mana hampir keseluruhannya bersifat peralumina. Pluton Batu Pahat juga mempamerkan nilai ALMO yang tinggi iaitu purata 1.4. Liew (1983) mencadangkan bahawa granit yang mempunyai kandungan  $SiO_2$  yang tinggi telah berkembang (evolved) melalui tindakbalas dengan fasa cecair dan pada masa yang sama mungkin mengalami kehilangan  $Na_2O$  dan  $K_2O$  relatif kepada  $Al_2O_3$  mewujudkan komposisi peralumina yang agak tinggi.

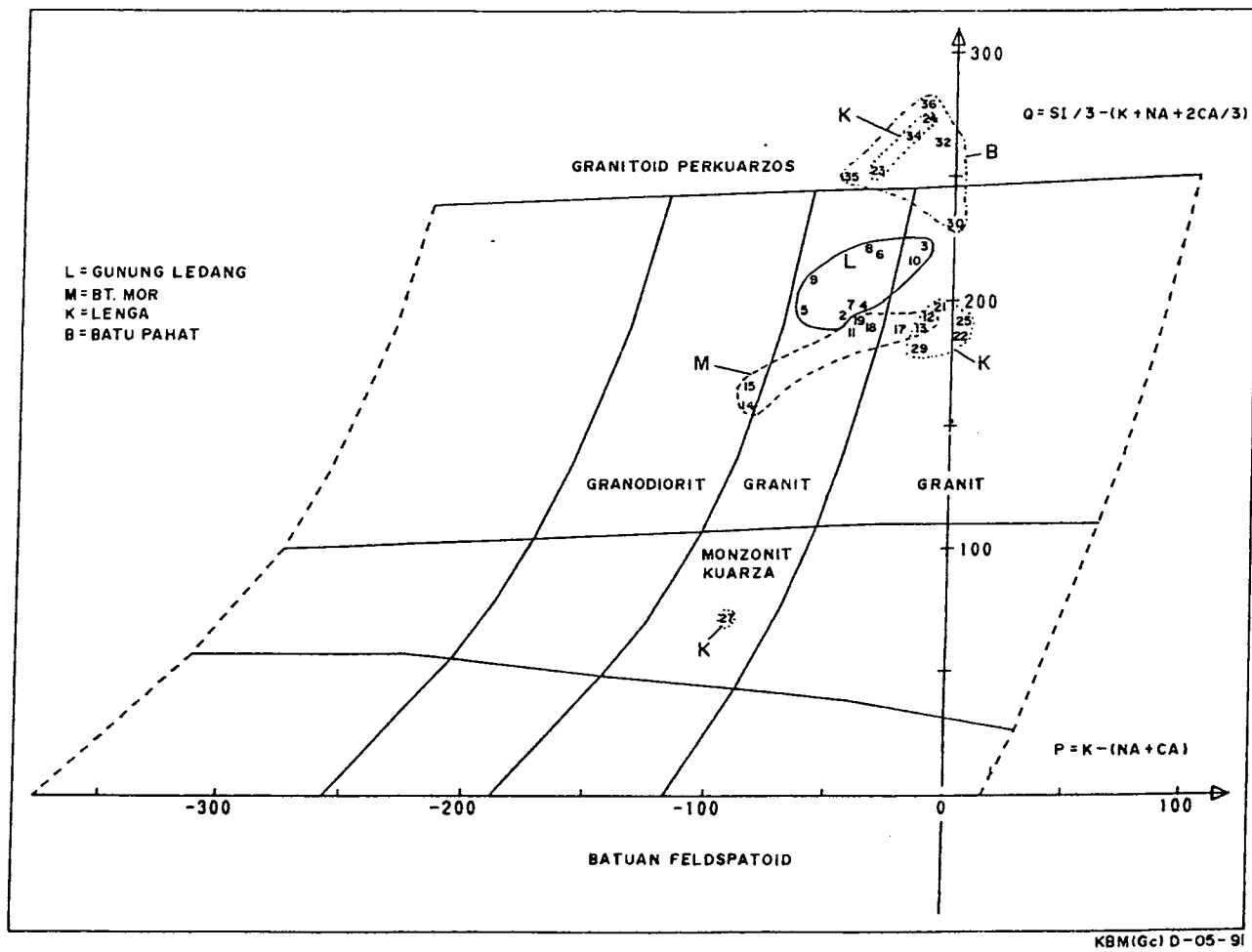
Ciri-ciri komposisi granitoid yang sama wujud terhadap plot QBF (Debon dan Le Fort, 1983) yang mengambilkira terhadap perbandingan berat kuarza (Q), mineral gelap (B) dan feldspar (+muskovit) (F) ditunjukkan oleh Rajah 6. Hampir 75% titik-titik berada di dalam domain granit dan bersifat leukokrat dengan kandungan mineral gelap kurang daripada 7%. Pluton-pluton Ledang, Batu Pahat dan Bt. Mor masing-masing menumpu kepada satu komposisi tetapi titik-titik agak bertabur bagi pluton Lenga akibat dari granofir. Pluton Bt. Mor mempamerkan ciri-ciri yang menarik, di mana granit biotit berporfir terletak dalam domain granodiorit dan berubah atau meningkat secara mendatar ke arah leukogranit yang diwakili oleh granit biotit berbutiran halus. Granit Batu Pahat pula menunjukkan pengkayaan kuarza yang agak dominan dan terletak dalam domain granitoid perkuarzoz sebagaimana Rajah 3. Sementara, pluton Gunung Ledang dan Lenga cuma terhad kepada satu komposisi yang amat terbatas.

Rajah 7 menunjukkan gambarajah Harker, di mana kandungan  $Al_2O_3$ ,  $CaO$ ,  $TiO_2$  dan  $P_2O_5$  berkurangan dengan peningkatan  $SiO_2$ . Keempat-empat pluton berkenaan menunjukkan variasi yang berbeza atau tiada perkaitan secara genetik

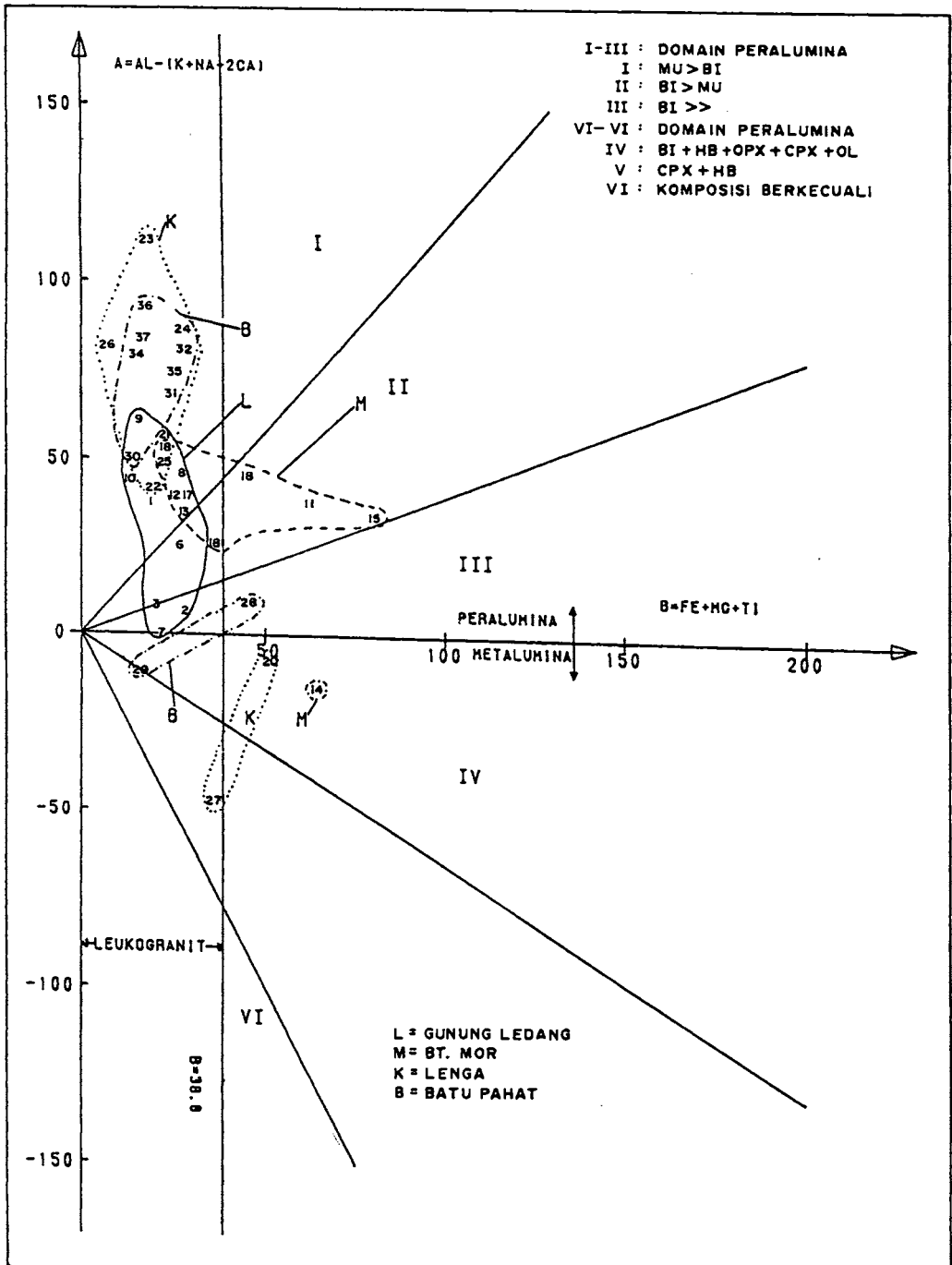


Rajah 2: Plot QAP berdasarkan mineral normatif CIPW.



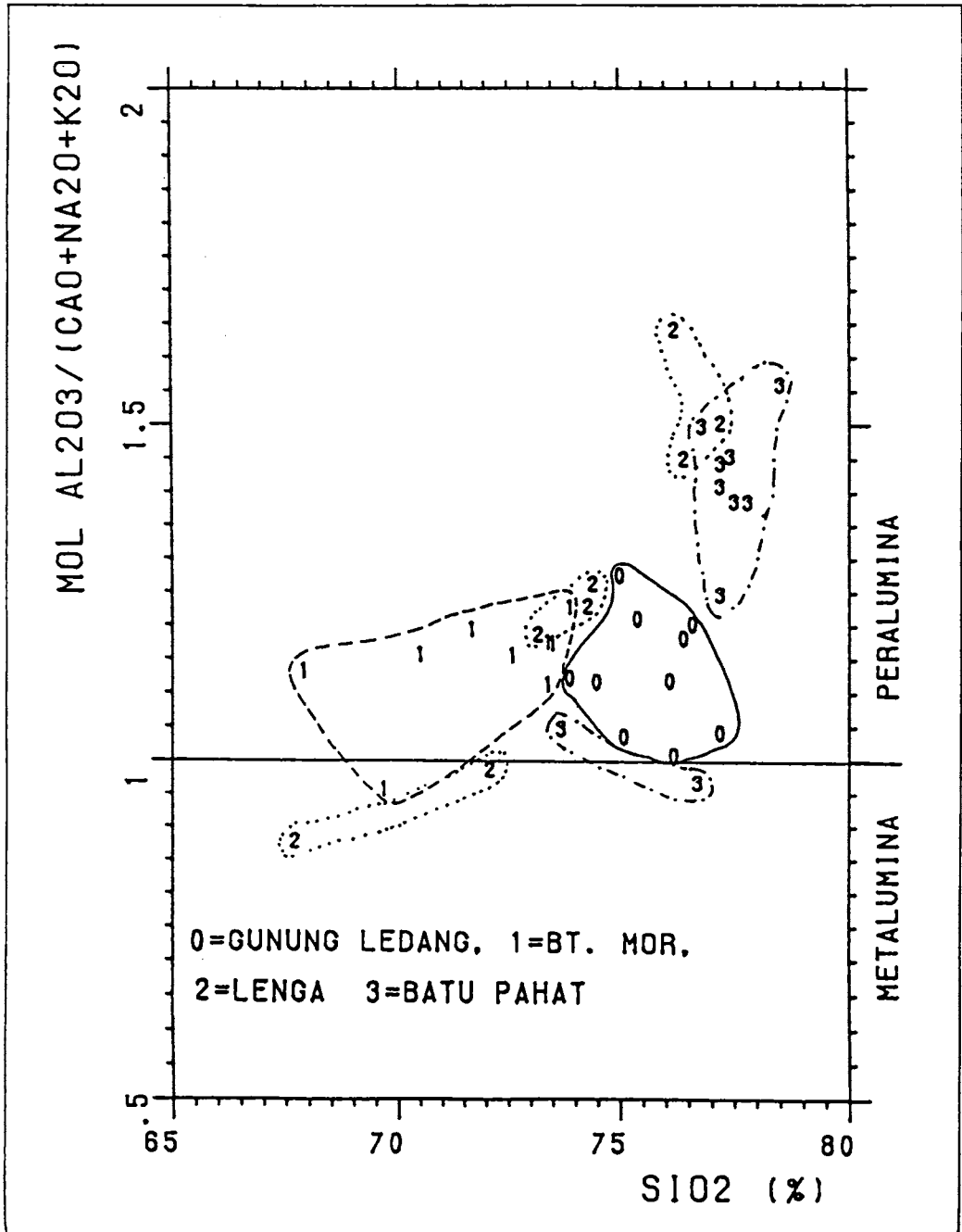


Rajah 3: Plot Q-P bagi menentukan komposisi granitoid mengikut Debon dan Le Fort. (1983)



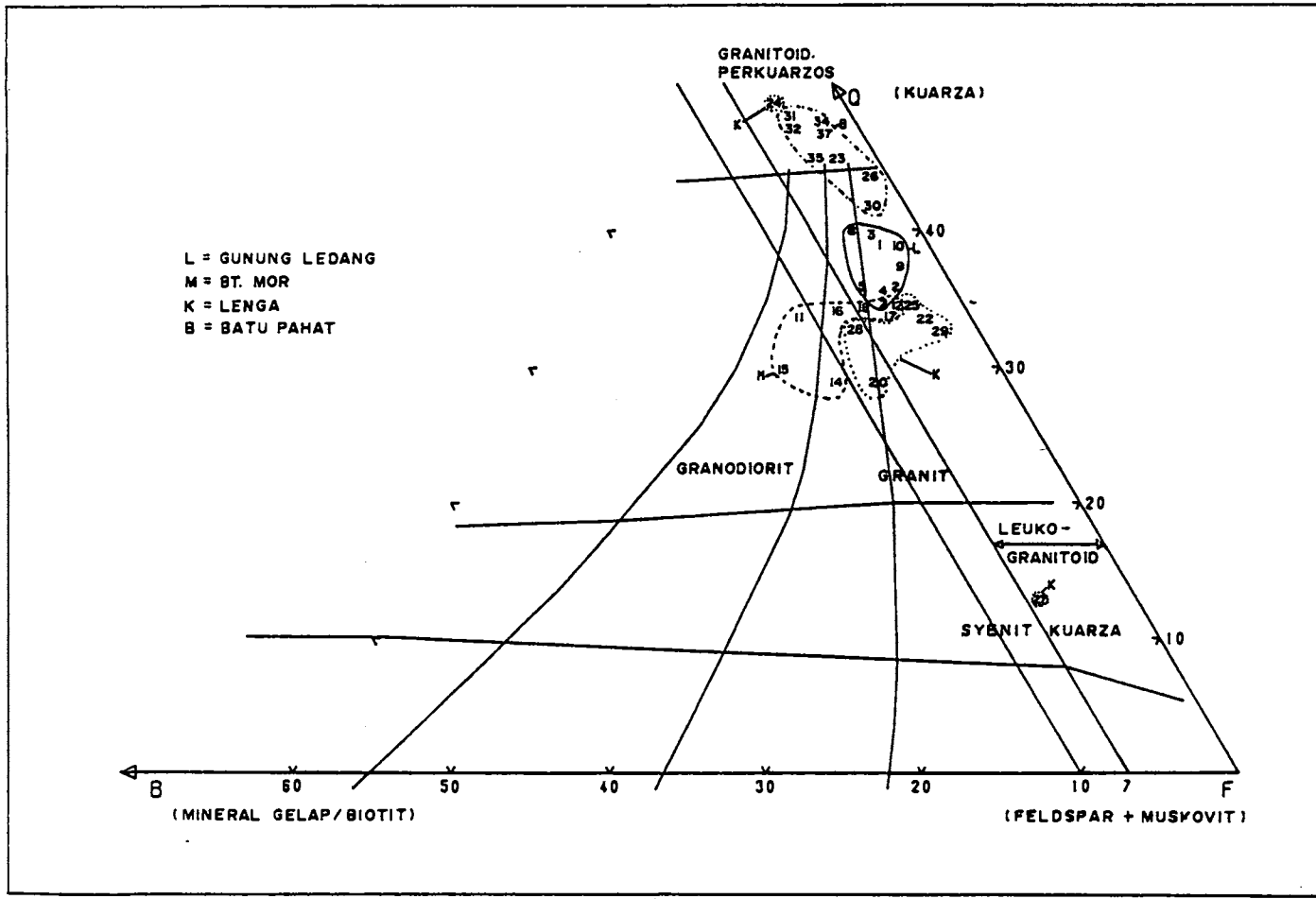
KBM (Gc)D-06-91

Rajah 4: Plot A-B bagi menentukan alumina granitoid (Debon dan Le Fort, 1983).



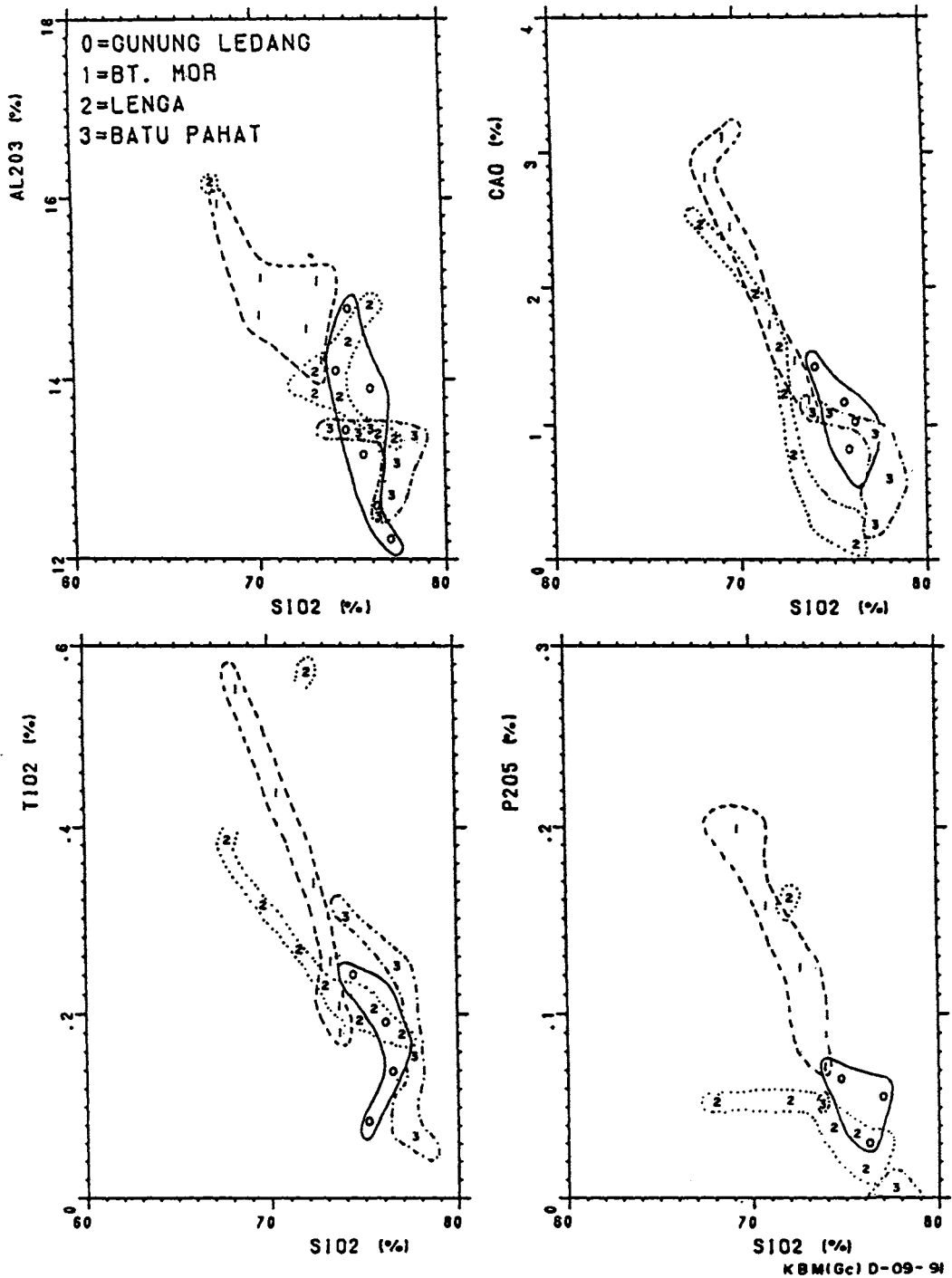
KBM(Gc)D-07-91

Rajah 5: Plot  $SiO_2 - Al_2O_3 / (CaO + Na_2O + K_2O)$  untuk perincian alumina.



KBMIGc) D-08-91

Rajah 6: Plot Q-B-F bagi menentukan komposisi granitoid mengikut Debon dan Le Fort. (1983)



Rajah 7: Plot gambarajah Harker untuk Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/SiO<sub>2</sub>, CaO/SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub> dan P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/SiO<sub>2</sub>

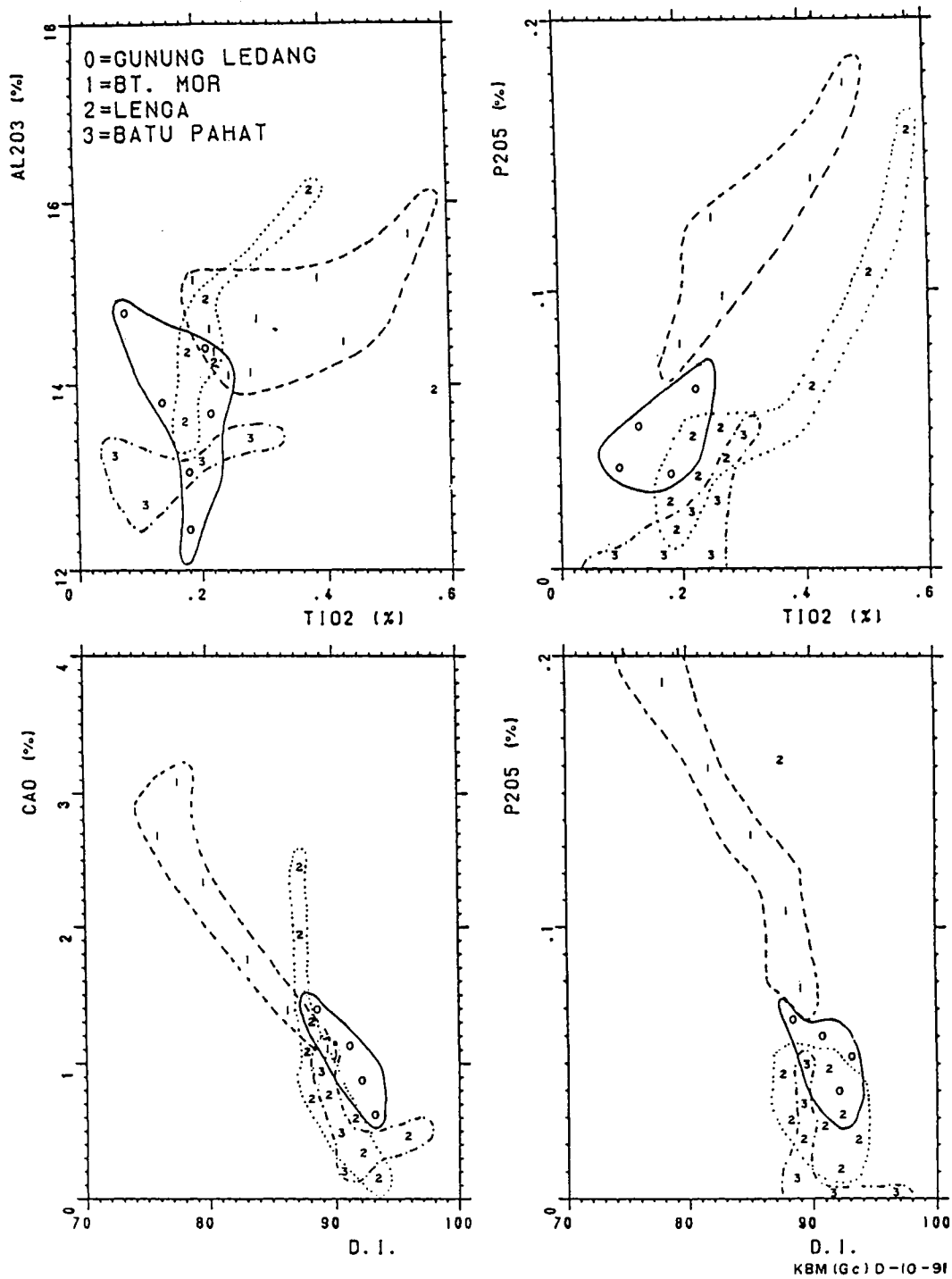
yang nyata di antara satu sama lain. Hal tersebut ditegaskan lagi oleh Rajah 8, menunjukkan populasi dan kecenderungan variasi mempamerkan perbezaan yang jelas terutamanya pada plot-plot  $P_2O_5/TiO_2$ ,  $CaO/D.I.$  dan  $P_2O_5/D.I.$

Berdasarkan rajah-rajah yang diterangkan di atas, adalah dipercayai pluton Bt. Mor kurang terevolusi jika dibandingkan dengan granitoid Batu Pahat yang terevolusi ke tahap granitoid perkuarzos ataupun magmatik tahap akhir.

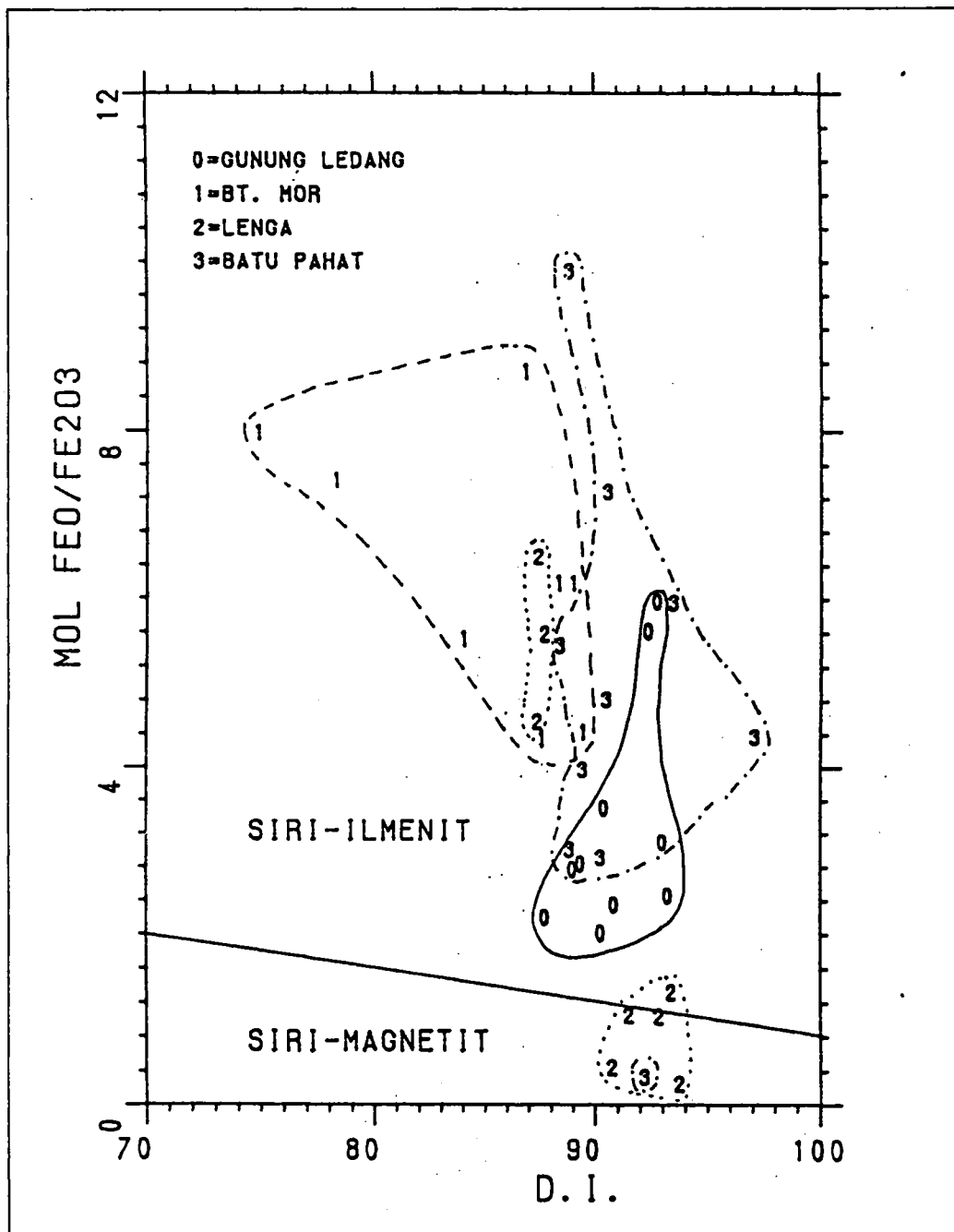
Bagi mengelaskan siri-magnetit dan ilmenit, Ishihara *et al.* (1979) telah membuat perbandingan melalui variasi D.I. - mol  $FeO/Fe_2O_3$  dan mol  $Fe_2O_3/FeO$ . Rajah 9 menunjukkan hubungan di antara D.I. dengan mol  $FeO/Fe_2O_3$ , yang mana hampir keempat-empat pluton berkenaan terangkum dalam siri-ilmenit, kecuali granofir Lenga dan granit bertekstur granofir Batu Pahat berada dalam siri-magnetit.

Pengelasan granit jenis -S dan -I tidak kurang pentingnya dalam menentukan genesis granitoid. Rajah 10 menunjukkan variasi di antara  $K_2O/Na_2O$  dan pembahagiannya dipetik dari Chappel dan White (1974). Sejumlah empat titik rujukan yang telah dikenalpasti jenisnya diplot sebagai perbandingan bertandakan SL (jenis-S Lachlan, Australia) dan IL (jenis-I Lachlan, Australia)(Chappel dan White, 1983), SB (jenis-S, Bujang Melaka) dan IK (jenis-I, Kuantan)(Schwartz dan Askury, 1987 dan 1989). Didapati granitoid dari pluton-pluton Gunung Ledang, Bt. Mor dan Lenga tergolong dalam jenis-I sementara pluton Batu Pahat berjenis-S. Hasil tersebut bertepatan dengan apa yang dicadangkan oleh Cobbing *et al.* (1986) yang mengelaskan pluton-pluton berkenaan berada dalam jalur granit pantai timur dari jenis-I. Hasil tersebut diperkukuhkan lagi oleh rajah segitiga ACF (Rajah 11) di mana garis sempadan pemisah di antara jenis-I dan -S telah diubahsuai dari White dan Chappel (1977) dan Hine *et al.* (1978). Titik-titik rujukan SL dan IL dari nilai purata Chappel dan White (1983) juga diplot bagi mensahih dan menyakinkan lagi garis pemisah. Hasilnya didapati, pluton Gunung Ledang dan Bt. Mor tergolong ke dalam jenis-I, kebanyakannya berada dalam domain plagioklas-biotit-hornblend, sementara pluton Batu Pahat dengan jelas berada dalam jenis-S dan granit Lenga merupakan paduan di antara kedua-dua jenis-I dan -S yang menunjukkan pengkayaan kandungan alumina yang agak ketara.

Plot segitiga Qz-Ab-Or (Rajah 12) mempamerkan keempat-empat pluton berkenaan terletak di dalam komposisi granit yang amat terbatas sebagaimana yang ditentukan oleh Tuttle dan Bowen (1958). Titik-titik minimum yang dihasilkan dari ujikaji dalam sistem  $NaAlSi_3O_8-KAlSi_3O_8-SiO_2-H_2O$  pada 0.5, 1, 2, 5, 10 kbar ( $P_{H_2O} = P_{total}$ ) dari Tuttle dan Bowen (1958) dan Luth *et al.* (1964) telah diplot untuk menganggarkan tekanan leburan minimum granit. Apabila tekanan meningkat, leburan minimum akan bergerak menuju ke arah apeks albit. Dianggarkan, keempat-empat pluton tersebut mempunyai tekanan minimum sekitar 0.5 hingga 2 kbar iaitu granit terejah pada aras tinggi atau epizon.



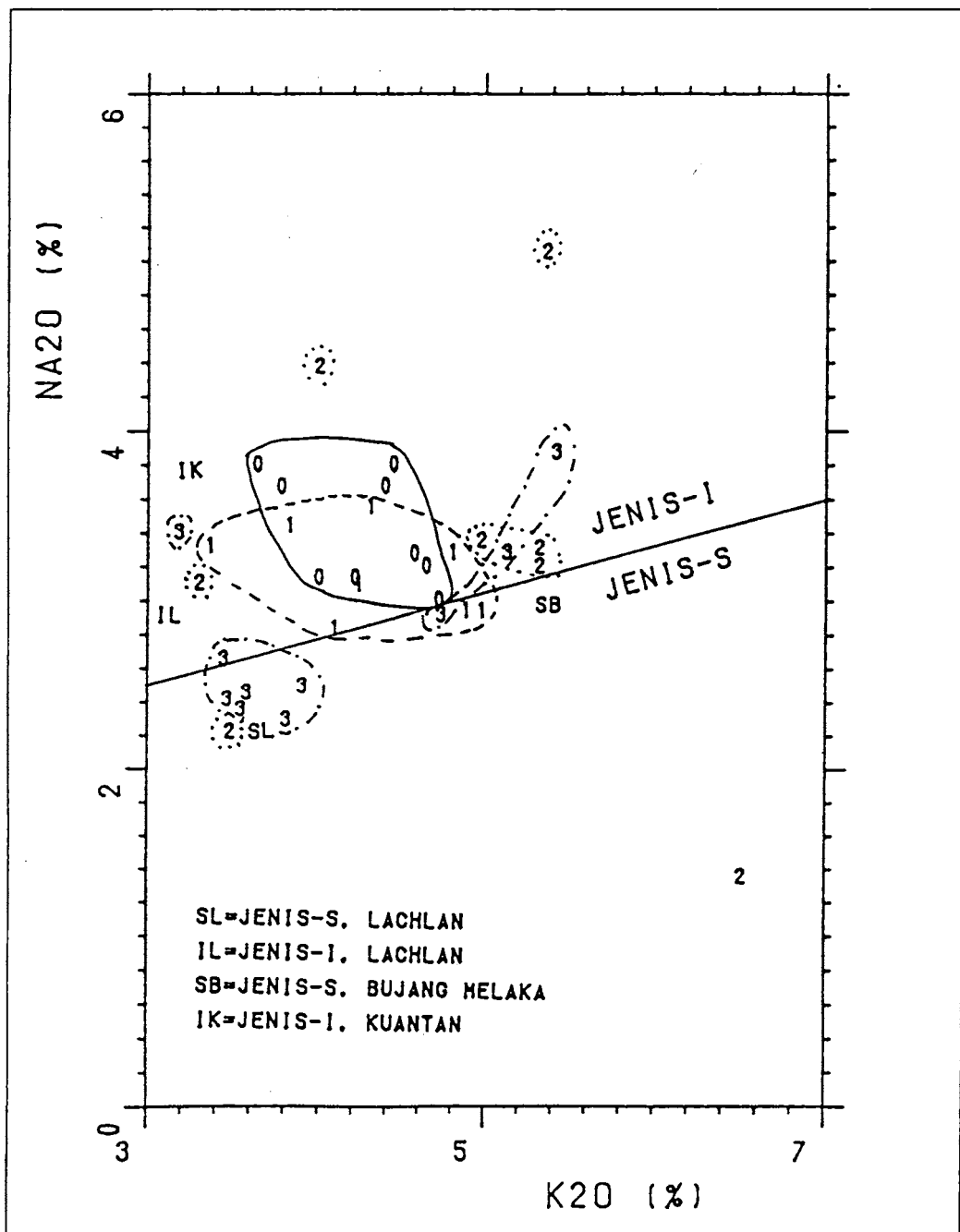
Rajah 8: Plot variasi  $Al_2O_3/TiO_2$ ,  $P_2O_5/TiO_2$ ,  $CaO/D.I.$  dan  $P_2O_5/D.I.$



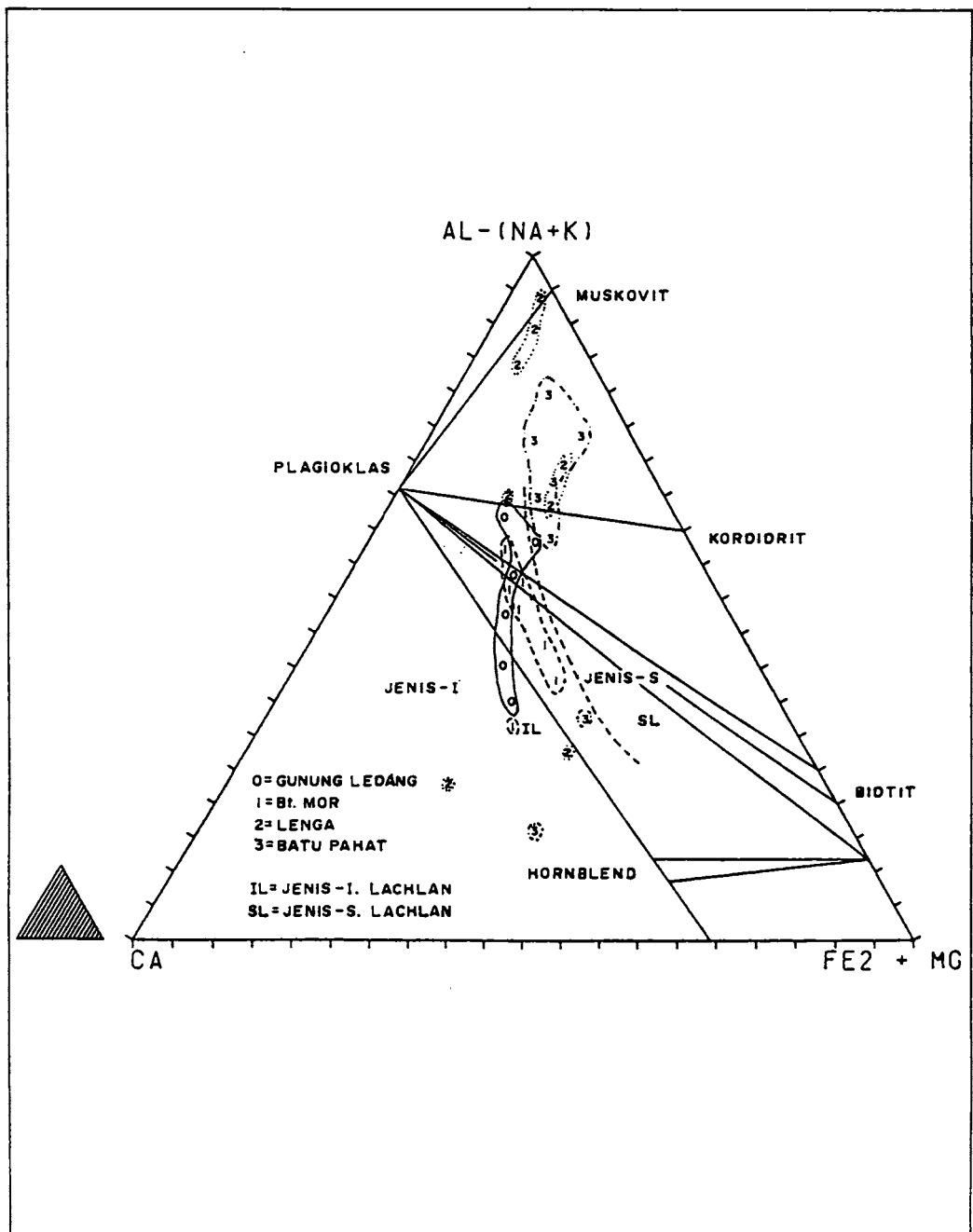
KBM(Gc) D - II - 91

Rajah 9: Plot Mol FeO/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-D.I. bagi pengkelasan siri - Ilmenit dan - Magnetit



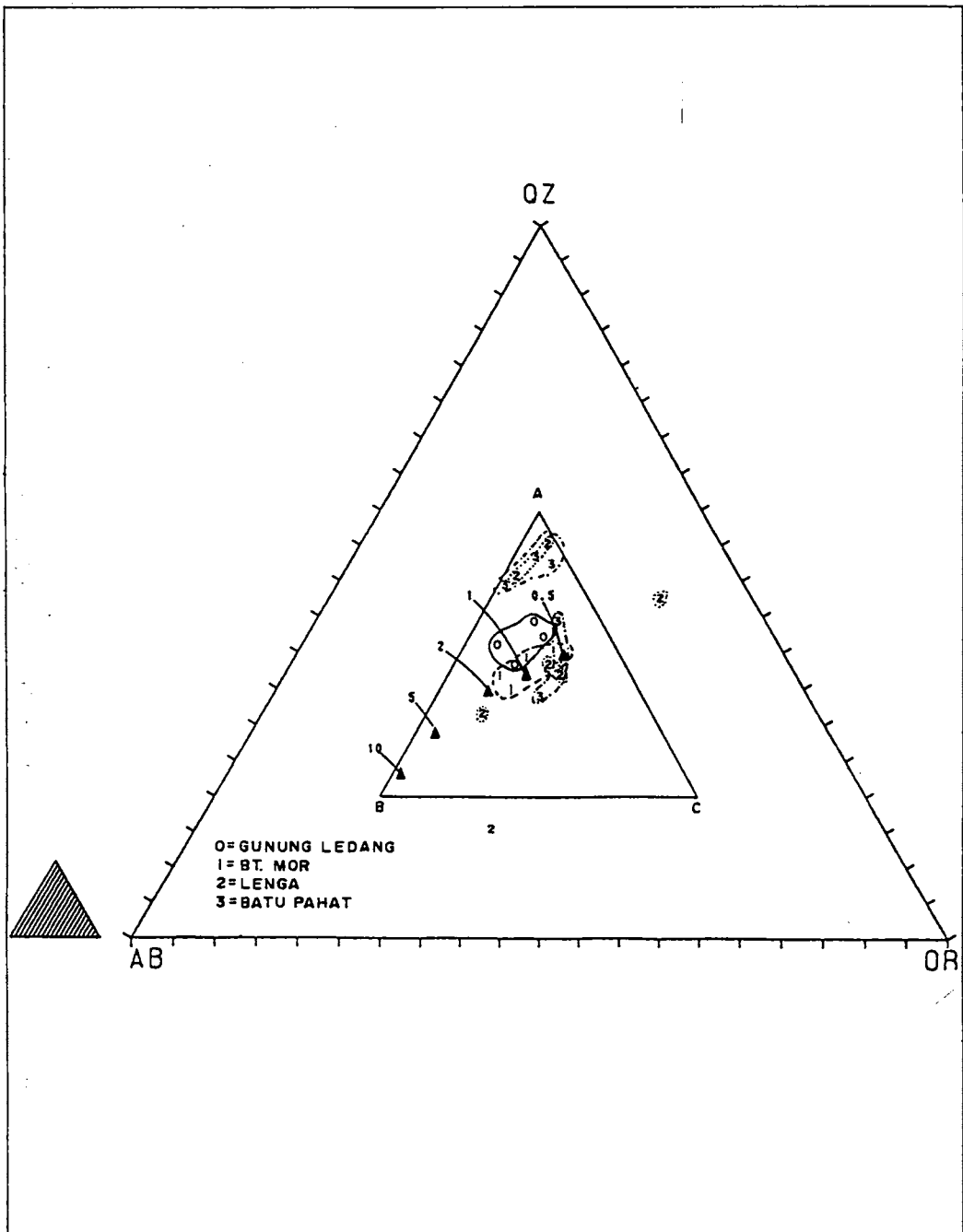


Rajah 10: Plot  $Na_2O/K_2O$  bagi pembahagian granit jenis - I dan - S



KBM(Gc) D-13-91

Rajah 11: Plot segitiga ACF bagi membezakan granit jenis-I dan -S



KBM(Gc)D - 14 - 91

Rajah 12: Plot segitiga QZ-AB-OR bersama-sama titik minimum 0.5, 1, 2, 5 dan 10 Kbars ( $Ph_2O = P_{total}$ ) daripada Tuttle dan Bowen (1958) dan Luth *et al.* (1964)

## PERBINCANGAN

Walaupun kedudukan keempat-empat pluton berkenaan berhampiran atau berjiran di antara satu sama lain, namun sifat-sifat petrokimianya agak berbeza. Pada dasarnya, granitoid berkenaan berada di dalam domain granit (Rajah 2, 3, dan 6) tetapi komposisi lebih menumpu mengikut pluton masing-masing, dan mempunyai tahap pembezaan magma tersendiri tanpa perkaitan antara mereka, meskipun mempunyai sifat-sifat petrografi yang hampir sama. Ciri-ciri tersebut membuktikan bahawa mereka tiada perkaitan secara genetik dan berkemungkinan hasil dari punca magma yang berbeza. Hal tersebut ditegaskan lagi oleh plot-plot variasi (Rajah 7 dan 8) yang menggambarkan tiada keterusan (*continuity*) atau perhubungan variasi yang nyata. Sekiranya, keempat-empat pluton tersebut saling berkaitan, sudah tentu satu variasi berterusan wujud dan menggambarkan pembezaan magma (*magmatic differentiation*) dan penghabluran berperingkat (*fractional crystallization*).

Sebagaimana yang diterangkan sebelum ini, keempat-empat pluton tersebut berada dalam siri-ilmenit (Rajah 9). Ishihara *et al.* (1979) mendapati granit Gunung Ledang (Mr. Ophir) berada dalam siri-magnetit bersama-sama dengan granit berusia Kapur di Batang Melaka dan Gunung Pulai. Dari fakta-fakta yang diperolehi iaitu nilai kadar mol FeO/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang tinggi (purata 2.5) dan indeks pembezaan magma (D.I.) Thornton dan Tuttle (1960) bernilai purata 92, didapati pluton Gunung Ledang termasuk dalam siri-ilmenit. Di samping itu, Cobbing (Persendirian, 1989) mendapati nilai 'magnetic susceptibility' bagi Bt. Mor, Lenga dan Batu Pahat ialah 0.1 - 1.0 x 10<sup>-3</sup> unit SI; dan 15 x 10<sup>-3</sup> unit SI bagi Gunung Ledang, terletak di bawah garis pemisah 40 x 10<sup>-3</sup> unit SI granitoid Jepun (Ishihara *et al.*, 1979) dan semuanya tergolong dalam granit siri-ilmenit.

Berdasarkan Rajah 10 dan 11, didapati pluton-pluton Gunung Ledang, Bt. Mor dan Lenga termasuk granit jenis-I dipercayai berasal dari punca igneus melalui proses peleburan separa. Sementara pluton Batu Pahat termasuk dalam jenis-S yang dianggapkan berasal dari punca sedimen dengan kandungan alumina (Al-Na-K) yang tinggi.

## KESIMPULAN

1. Keempat-empat pluton terasing tersebut tiada perkaitan atau hubungan petrogenesis di antara satu sama lain. Tahap pembezaan magma cuma terbatas di dalam pluton masing-masing.
2. Keempat-empat pluton tergolong dalam granit siri-ilmenit dengan nilai 'magnetic susceptibility' kurang daripada 15 x 10<sup>-3</sup> unit SI serta bernilai mol FeO/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang tinggi.
3. Pluton Gunung Ledang, Bt. Mor dan Lenga mencirikan granit jenis-I yang berasal dari punca igneus, sementara pluton Batu Pahat lebih mirip kepada jenis-S berpunca dari sedimen.

4. Keempat-empat pluton mempunyai komposisi kuarza-albit-ortoklas yang amat terbatas dan mempunyai tekanan minimum sekitar 0.5 hingga 2.0 kbar menggambarkan granit terejah pada aras tinggi atau epizon.

### PENGHARGAAN

Penulis ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada Ketua Pengarah Penyiasatan Kajibumi Malaysia kerana memberikan keizinan untuk menerbitkan laporan ini di dalam Bulletin Persatuan Geologi Malaysia. Penghargaan juga ditunjukkan kepada En. Kwan Tai Seong yang sudi menyemak dan memberikan komen-komen yang amat berguna dan bermanfaat. Ucapan terima kasih yang tidak terhingga kepada Pegawai Kimiabumi, En. Lam Siu Kam dan En. Chin Siew Yee kerana sudi menganalisis sampel-sampel. Akhir sekali kepada semua staf Jabatan Kajibumi Ipoh yang terlibat secara langsung ke arah menerbitkan laporan ini.

### RUJUKAN

- ASKURY ABD. KADIR, 1986. Petrology and Petrochemistry of the granites in the Gunung Ledang area, Johor. *Geological Survey Malaysia Annual Report 1986*. pp. 369-384.
- ASKURY ABD. KADIR, 1987. The geology of the Lenga granite, Johor with emphasis on the granophyre occurrence. *Geological Survey Malaysia Annual Report 1987*, pp. 111-118.
- AW, P.C., 1983. Feldspar from Bt. Mor (Muar), Johor: As a commercial source. *Geological Survey Malaysia Annual Report 1983*, pp. 189-196.
- BIGNELL, J.D. DAN SNELLING, N.J., 1977. Geochronology of Malayan granites. *Overseas Geology and Mineral Resources (IGS)*, No. 47, 70p.
- CHAPPEL, B.W. DAN WHITE, A.J.R., 1974. Two-contrasting granites types. *Pacific Geology*, v. 8, pp. 173-174.
- CHAPPEL, B.W. DAN WHITE, A.J.R., 1983. Granitoid types and their distribution in the Lachlan Fold Belt, southern Australia. *Geological Society America Memoir* 159.
- COBBING, A.J., MALLICK, D.I.J., PITFIELD, P.E.J. DAN TEOH, L.H., 1986. The granites of the Southeast Asian tin belt. *Journal Geological Society London*, v. 143, pp. 537-550.
- DEBON, F. DAN LE FORT, D., 1983. A chemical-mineralogical classification of common plutonic rocks and association. *Trans. Royal Society Edinburgh Earth Science*, v. 73, pp. 135-149.
- HAMADI CHE HARUN, 1980. Geology of the Muar-Batu Pahat area (sheet 121 & 122). *Geological Survey Malaysia Annual Report 1980*, pp. 143-148.
- HINE, R., WILLIAMS, I.S., CHAPPEL, B.W. DAN WHITE, A.J.R., 1978. Contrasts between I- and S-type granitoids of the Kosciusko batholith. *Journal Geological Society Australia*, v. 25 (4), pp. 219-234.
- HUTCHISON, C.S., 1978. Southeast Asian tin granitoids of contrasting tectonic setting. *Journal Phys. of Earth*, v. 26, pp. 221-232.

- ISHIHARA, S., SAWATA, H., ARPORNUSWAN, S., BUSARACOME, P. DAN BUNGBRAKEARTI, N., 1979. The magnetite-series and ilmenite-series granitoids and their bearing on tin mineralization, particularly of the Malay peninsular region. *Bull. Geological Society Malaysia*, v. 11, pp. 103-110.
- LIEW, T.C., 1983. *Petrogenesis of the Peninsular Malaysia granitoid batholiths*. Ph.D. thesis, Australian National University, Canberra, 291p (Not published).
- LOGANATHAN, P., 1975. Geology of the Segamat area, sheet 115, Johor. *Geological Survey Malaysia Annual Report 1975*, pp. 111-117.
- LUTH, W.C., JAHNS, R.H. DAN TUTTLE, O.F., 1964. The granite system at pressure of 4 to 10 kilobars, *Journal Geophysical Research*, v. 69, pp. 759-773.
- PITCHER, W.S., 1979. Comments on the geological environment of granite. In Artherton, M.P. dan Tarney, J., 1979. *Origin of granite batholiths: Geochemical evidence*. Shiva Publishing Ltd., pp. 1-8.
- SCHWARTZ, M.O. DAN ASKURY, A.K., 1987. Report on tin-bearing and tin-barren granites, primary tin mineralization in Malaysia, Sub-project: Bujang Melaka, v. 1, BGR, Hannover, 243 p.
- SCHWARTZ, M.O. DAN ASKURY, A.K., 1989. Report on tin-bearing and tin-barren granites, primary tin mineralization in Malaysia, Sub-project: Kuantan-Dungun, v. 2, BGR, Hannover, 243 p.
- STRICKEISEN, A., 1976. To each plutonic rock, it proper name. *Earth Science Review*, v. 12, pp. 1-33.
- THORNTON, C.P. DAN TUTTLE, O.F., 1960. Chemistry of igneous rocks. 1. Differentiation Index. *American Journal of Science*, v. 258, pp. 664-684.
- TUTTLE, O.F. DAN BOWEN, N.L., 1958. Origin of granite in the light experimental studies in the system  $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8\text{-KAlSi}_3\text{O}_8\text{-SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$ . *Geological Society America Memoir* 74, 153 p.
- WAHID ABDUL RAHMAN, 1980. Geology of part of the Yong Peng area, Johor (Sheet 123) *Geological Survey Malaysia Annual Report 1980*, pp. 160-164.
- WAHID ABDUL RAHMAN, 1981. Geologi kawasan Yong Peng (Syit 123), Johor *Geological Survey Malaysia Annual Report 1981*, pp. 162-166.
- WHITE, A.J.R. DAN CHAPPEL, B.W., 1977. Ultrametamorphism and granitoid genesis *Tectonophysics*, v. 43, pp. 7-22.