

Kajian geofizik di Kuala Betis, Kelantan

ABDUL RAHIM SAMUDIN, KAMAL ROSLAN MOHAMAD, IBRAHIM ABDULLAH DAN
AB. GHANI RAFEK

Jabatan Geologi
Universiti Kebangsaan Malaysia
43600 Bangi, Selangor D.E.

Abstrak: Kajian graviti dan magnet telah dijalankan di sepanjang dua jalan balak di kawasan Kuala Betis, Kelantan. Bentisan jalan ini memotong hampir tegak lurus sempadan batuan dan jurus rantau (NS) batuan Trias dan Palaeozoik yang tersingkap di kawasan kajian. Profil graviti dan magnet menunjukkan perubahan nilai anomali di zon selebar beberapa kilometer di sempadan antara kedua jenis batuan. Fitur ini mungkin berkaitan dengan sesar-sesar dan perubahan litologi rencam yang berkaitan dengan 'zon Suture Semenanjung Malaysia' atau lebih dikenali sebagai 'Zon Suture Bentong'.

Abstract: Gravity and magnetic traverses were conducted along two logging tracks in the vicinity of Kuala Betis area, Kelantan. The traverses run almost perpendicular to the regional NS strike and lithological boundary of the Triassic and Palaeozoic rocks in the study area. The gravity and magnetic profiles indicate the presence of a few kilometre wide anomalous zone at the boundary between the two rock types. This feature could be related to the suture zone of the Malay Peninsula or widely known as the 'Bentong Suture'.

PENDAHULUAN

Kajian geofizik telah dijalankan di kawasan Kuala Betis, Kelantan untuk mendapatkan maklumat perubahan sifat fizik batuan di permukaan dan di bawah permukaan. Dua kaedah geofizik yang digunakan ialah kaedah graviti dan kaedah magnet. Kaedah graviti menggunakan perbezaan ketumpatan antara batuan untuk menafsirkan struktur di bawah permukaan. Manakala kaedah magnet pula bergantung kepada perbezaan kemagnetan batuan. Prinsip pengukuran bagi kedua-dua jenis batuan ini tidak banyak berbeza cuma kelainan parameter fizik yang diukur.

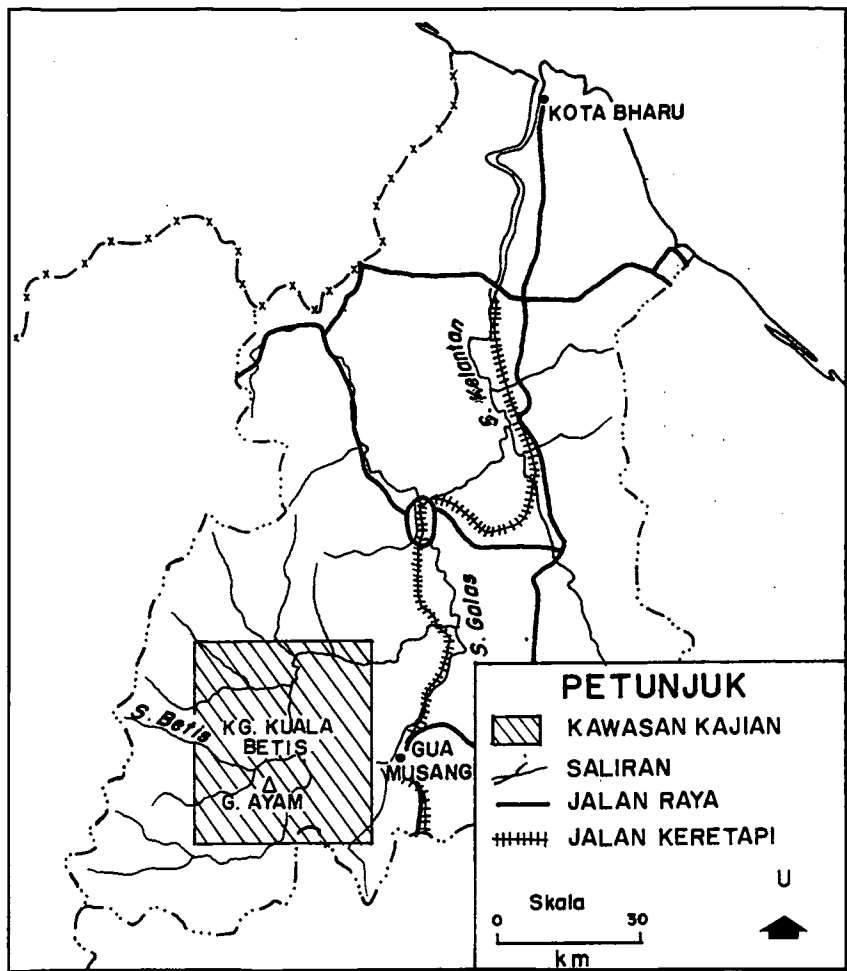
Kawasan Kuala Betis ini (Rajah 1) secara langsung belum lagi dikaji dengan menggunakan kaedah geofizik. Loke *et al.* (1983) telah melakukan kajian graviti di bahagian selatan Zon Tengah Semenanjung Malaysia. Kawasan Zon Tengah Malaysia memberikan nilai anomali graviti maksimum manakala Granit banjaran Besar menunjukkan nilai anomali graviti minimum.

Abdul Rahim Samsudin, *et al.* (1992) telah membuat kajian magnet di Lembah Tekai, Pahang yang juga terletak di Zon Tengah Semenanjung Malaysia. Anomali magnet di lembah Tekai dapat dikorelasikan dengan kewujudan sesar dan intrusi vulkanik di kawasan tersebut.

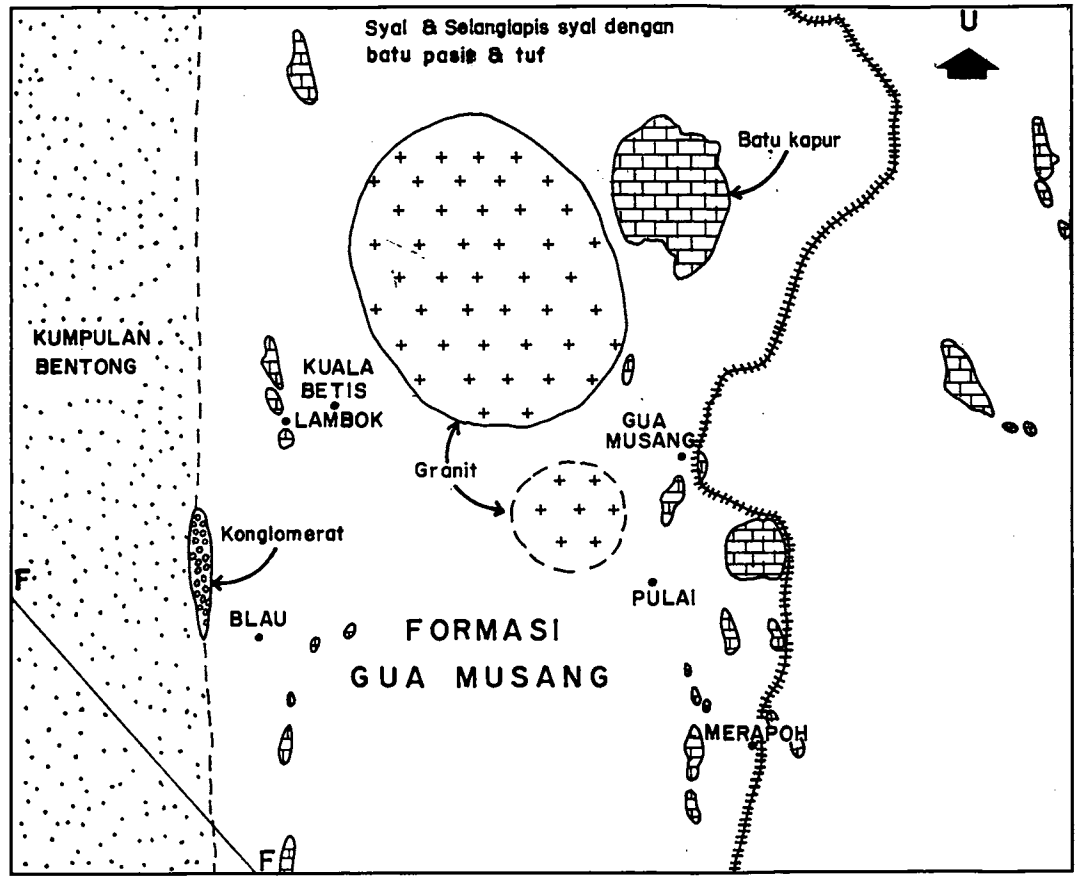
GEOLOGI KAWASAN KUALA BETIS

Kawasan kajian di Kuala Betis dan kawasan sekitarnya terdiri daripada beberapa unit batuan (Rajah 2). Batuan yang tertua terletak di sebelah barat, iaitu batuan metamorf Palaeozoik dan di sebelah timurnya pula terdapat batuan Formasi Gua Musang. Selain dari batuan utama tersebut, terdapat beberapa jasad batuan igneus yang menerobos Formasi Gua Musang dan batuan yang termuda ialah jujukan kuaterner yang kebanyakannya merupakan enapan aluvium di lembah-lembah sungai.

Stratigrafi untuk kawasan Kuala Betis ini ditunjukkan dalam Rajah 3. Batuan Palaeozoik yang dipercayai berusia Devon-Silur ini telah ditindih secara tidak selaras oleh batuan Formasi Gua Musang. Unit termuda pula menindih batuan Formasi Gua Musang juga secara tidak selaras. Dipercayai terdapat aktiviti tektonik sebelum pembentukan Formasi Gua Musang dan ini menyebabkan berlakunya perlipatan dalam batuan Palaeozoik dan juga pengangkatan. Pemendapan Formasi Gua Musang berlaku sejurus selepas pengangkatan, dengan pembentukan unit konglomerat. Batuan punca unit konglomerat ini berasal daripada batuan Palaeozoik yang terletak di sebelahnya. Aktiviti tektonik ini bertindak sekali lagi selepas pemendapan Formasi Gua Musang dan



Rajah 1. Peta lokasi kawasan kajian.



Rajah 2. Geologi am kawasan kajian.

ini menghasilkan lipatan terbuka yang besar di dalam batuan ini.

Batuan Palaeozoik

Batuan Palaeozoik merupakan unit batuan tertua yang terdapat di kawasan kajian, dan ianya telah mengalami proses metamorfisme peringkat sederhana hingga tinggi. Batuan ini menunjukkan sifat kesyisan, dan mempunyai penjaluran mineral kuarza yang jelas. Kajian teliti terhadap unit ini belum lagi dilakukan, tetapi unit ini dipercayai merupakan persambungan daripada unit Kumpulan Bentong yang terdapat di bahagian selatan. Pada umumnya, batuan metamorf ini berfoliasi jelas dengan jurusnya hampir utaraselatan dan telah mengalami lipatan-lipatan mikro yang ketat hingga isoklin. Terdapat beberapa fasies batuan di dalam batuan metamorf ini, dan di antaranya ialah syis grafit mika kuarza, syis mika kuarza, syis kuarza mika, gneis mika kuarza K-feldspar dan juga metakuarzit.

Setakat ini belum ada fosil atau lain-lain bukti untuk menentukan usia batuan ini. Usia unit batuan ini dijangkakan pertengahan Palaeozoik berdasarkan kedudukannya terletak secara tidak selaras di bawah Formasi Gua Musang yang berusia lewat Palaeozoik hingga Trias. Unit metamorf ini

juga mempunyai banyak persamaan dengan batuan Kumpulan Bentong dan Syis Pilah yang mana kedua-dua kumpulan ini dipercayai berusia Silur-Devon.

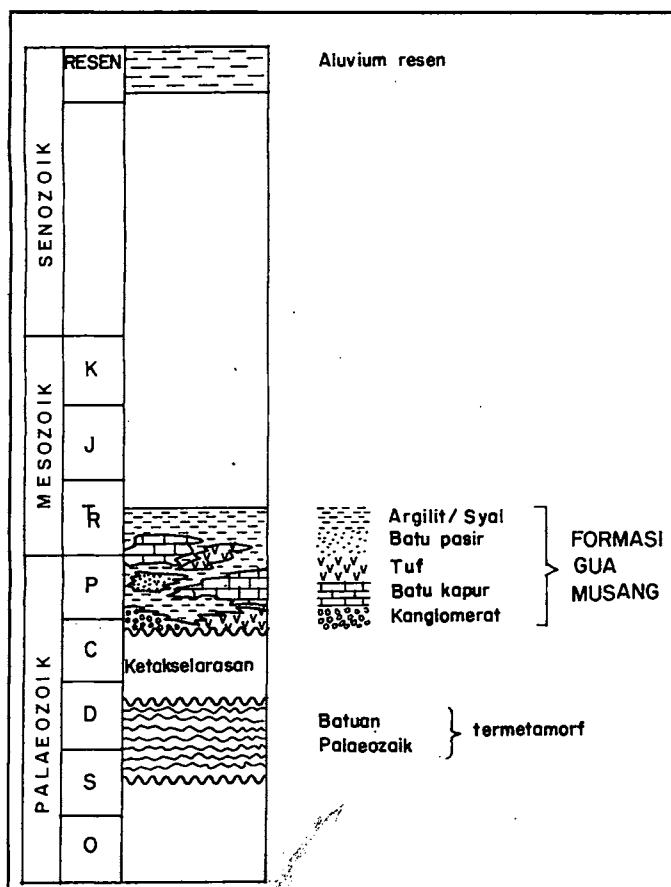
Formasi Gua Musang

Formasi Gua Musang yang terletak di sebelah timur batuan Palaeozoik merupakan unit batuan yang belum termetamorf atau termetamorf peringkat rendah sahaja (keperingkat sabak atau filit). Formasi ini mempunyai satu fasa lipatan terbuka yang besar. Kalau dilihat dari segi darjah metamorfisma dan juga canggaan, jelas menunjukkan yang Formasi Gua Musang mempunyai hubungan ketakselarasan di atas unit batuan Palaeozoik.

Unit atau fasies yang tertua yang terdapat di dalam Formasi Gua Musang terdiri dari konglomerat dan batu pasir yang membentuk permatang Gunung Ayam. Fasies konglomerat ini dikenali sebagai Konglomerat Gunung Ayam oleh Aw (1974), dan dikatakan konglomerat dasar kepada Formasi Gua Musang. Fasies konglomerat inilah yang bersempadan dengan batuan Palaeozoik. Fasies yang utama dan tersebar dengan meluas di dalam Formasi Gua Musang ialah fasies syal atau fasies argilit. Disebabkan fasies ini kurang tahan terhadap luluhawa, maka hampir keseluruhan fasies ini membentuk kawasan rendah yang beralun. Fasies lain yang dijumpai ialah fasies tuf, fasies batu kapur dan juga fasies batu pasir, dan fasies-fasies ini merupakan kekanta di dalam fasies argilit. Batu kapur ini saling menjejari atau merupakan kekanta dalam syal.

Fasies argilit dilapurkan berusia Perm Akhir. Jones *et al.* (1966) melapurkan fosil *Leptodus* (Brakiopoda) yang berusia Perm Akhir di Kg. Kuala Tuang berdekatan Sungai Galas. Ichikawa dan Yin (1966) juga melapurkan kewujudan fosil Brakiopoda dan Lamellibranches berusia Perm Akhir pada batuan syal. Terdapat juga beberapa bukti yang menunjukkan fasies argilit berusia Karbon (Ng, 1991). Jika ini benar, bermakna fasies konglomerat juga berusia karbon atau lebih tua lagi. Ini akan menjadikan usia Formasi Gua Musang dari Karbon hingga Trias, dan sama dengan Formasi Aring yang terdapat di kawasan Felda Aring.

Fasies batu kapur mudah dikenali kerana ia tersingkap sebagai bukit-bukit tinggi bertebing curam atau menunjukkan topografi kars. Fasies ini tersebar di beberapa tempat dan kawasan yang utama tersingkap fasies ini ialah di sekitar bandar Gua Musang, dan juga di kawasan Fort Lambok, di barat Kuala Betis. Selain dari tempat-tempat ini, fasies ini hanyalah merupakan bukit-bukit kecil seperti Gua Cha. Terdapat beberapa fasa atau



Rajah 3. Stratigrah umum kawasan Kuala Betis, Kelantan.

pengendapan batukapur, dan fasies batu kapur yang tertua dipercayai berusia Perm Akhir. Sebuah bukit kecil di bahagian barat Gua Panjang terdapat fosil berusia Perm Akhir. Igo *et al.* (1965) yang menjumpai fosil tersebut menamakan fosil itu sebagai Foraminifera dan Fusulinida seperti Verbeekina dan Neoschwagerina. Fosil ini didapati di dalam batukapur dolomit yang gelap. Alias Hj. Salleh (1982) juga mendapati Scholcodont dan Mikro bivalvia yang dipercayai berusia Perm Akhir pada lokaliti yang sama. Terdapat beberapa lokaliti yang fasies batu kapurnya berusia Trias seperti di Gunung Lambuk.

Kekanta fasies batu pasir dan fasies tuf juga terdapat dalam fasies argilit. Batupasir ini ada yang telah mengalami metamorfisme membentuk kuarzit. Fasies batu pasir biasanya membentuk permatang-permatang yang kecil. Hornfels terbentuk pada zon sentuhan antara igneus dan metasedimen. Rejahan igneus dipercayai berlaku pada masa Trias.

Batuan Igneus

Batuan igneus merupakan sebahagian kecil batuan yang terdapat di kawasan kajian. Singkapan yang besar terdapat di bahagian utara dan yang lainnya merupakan batholit yang kecil. Batuannya adalah mafik, dan berwarna kelabu gelap. Batuan igneus pada sampel tangan menunjukkan tekstur porfiri.

Mineral pembentuk batuan pada sampel yang boleh dikenali ialah kuarza dan feldspar. Ada juga igneus yang menunjukkan warna jingga atau 'pink'. Granit ini boleh dinamakan granit berporfiri dan 'pink granit'. Sistem kekar yang hebat terdapat di kuari dan potongan jalan. Telerang kuarza 2 cm hingga 4 cm tebal memotong batuan igneus. Kehadiran batuan asing adalah jelas yang dibentuk oleh mineral mafik.

Aplit selalunya wujud bersama igneus sebagai telerang. Relatifnya usia aplit adalah lebih muda. Aplit mempunyai saiz butiran yang halus. Warna kuning putih dan sifatnya keras. Kebanyakan aplit pecah bersudut-sudut. Saiz mencapai 12 m panjang dan tebal 2 m. Riolit adalah batuan igneus vulkanik yang kebanyakan telah mengalami luluhawa hebat. Kesan luluhawa cuma meninggalkan mineral kuarza yang tahan sebagai mineral pembentuk batuan. Warna umumnya putih dan kesan luluhawa menyebabkan ia memecah dan bersifat peroi. Mineral kuarza boleh wujud pada saiz 2 mm. Ada telerang kuarza yang bersaiz 5 cm hingga 8 cm. Biasanya wujud bersama metasedimen iaitu sebagai telerang.

Menurut Yin (1965), usia igneus adalah Trias Atas. Ini berasaskan korelasi pada kajian radiometri Granodiorit Hornblend yang didapati di

Sungai Sat Pahang dan Gneiss Biotit di Sungai Anali Kelantan yang berusia disekitar 215 juta tahun, iaitu terletak pada usia Trias Atas.

KAEDAH KAJIAN

Kaedah graviti dijalankan dengan menggunakan meter graviti La Coste Romberg yang berkejituan ± 0.01 miligal. Manakala kaedah magnet menggunakan meter magnet liukan proton. Model G826 dengan kejituan ± 1 gama.

Bacaan graviti dan magnet telah diperolehi sepanjang dua garisan jalan yang merentas kawasan kajian dalam arah timur-barat (GT1 & GT2). Jarak antara stesen cerapan adalah sekitar 1 ke 2 km, dan ketinggian stesen ditentukan dengan menggunakan barometer.

Kedua-dua data graviti dan magnet yang diperolehi dari lapangan telah diproses dan dibetulkan sebelum nilai anomali graviti atau magnet diperolehi. Hanya pembetulan harian dilakukan terhadap data magnet, manakala bagi data graviti keseluruhan pembetulan yang perlu kecuali pembetulan terain telah dilakukan.

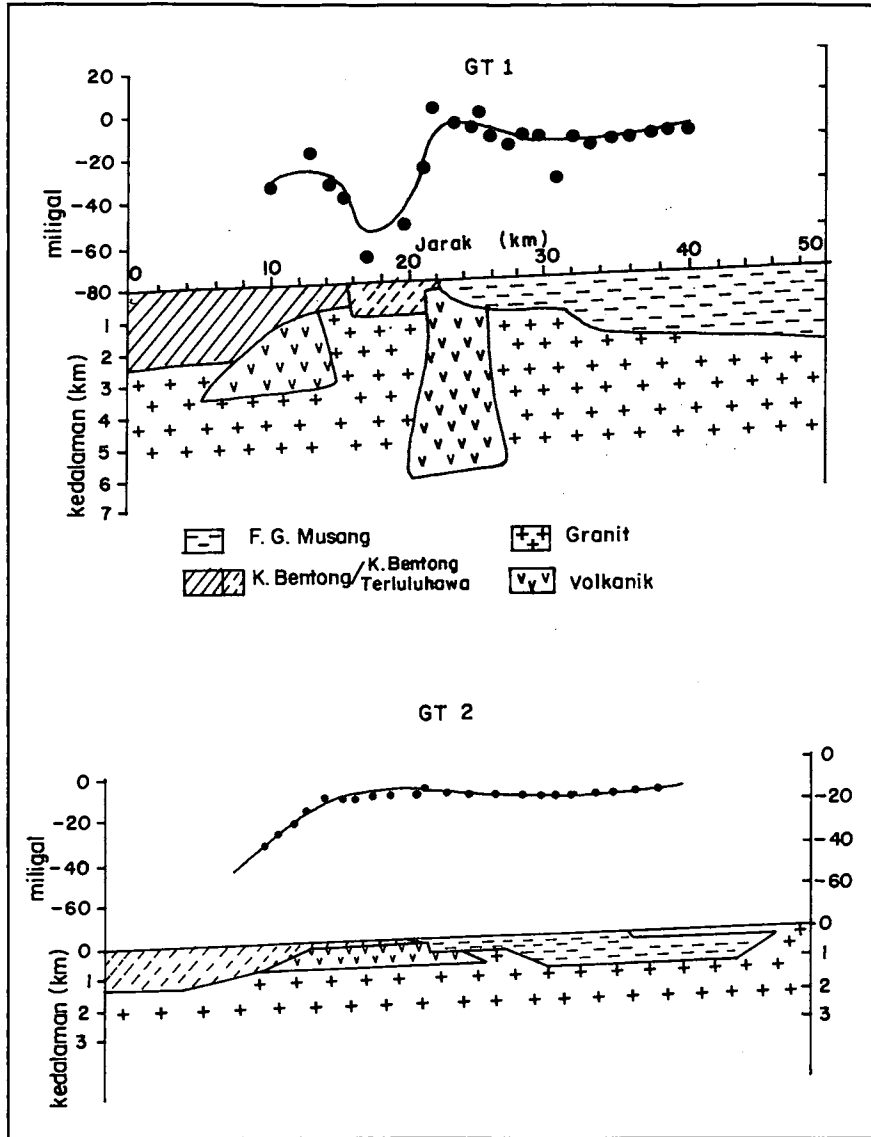
HASIL KAJIAN

Profil anomali graviti dan magnet (GT1 & GT2) serta model dua matra batuan di sepanjang garis rentisan ditunjukkan dalam Rajah 4a dan 4b.

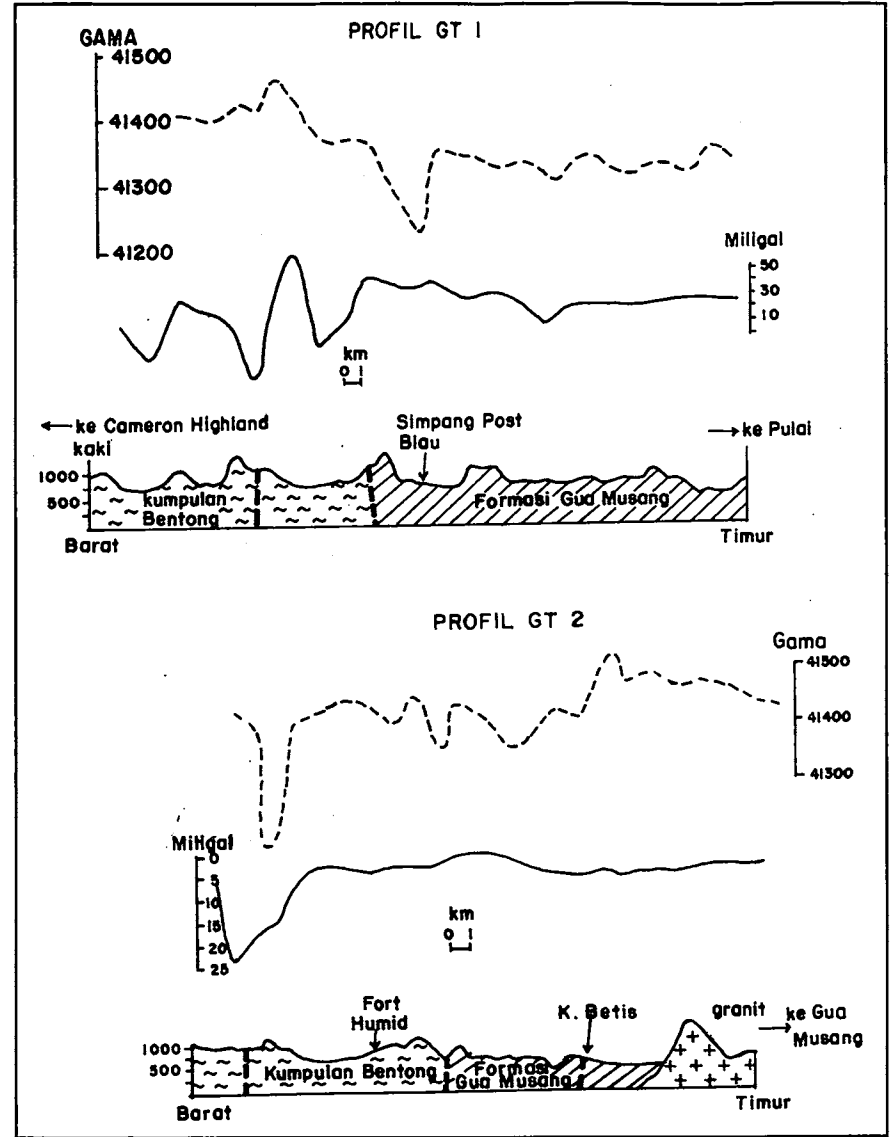
Profil magnet GT1 (Rajah 4a) menunjukkan nilai keamatan magnet di kawasan batuan Kumpulan Bentong relatif lebih tinggi daripada kemagnetan di kawasan Formasi Gua Musang. Walau bagaimanapun profil GT2 menunjukkan keamatan magnet di kawasan Formasi Gua Musang relatif lebih tinggi daripada kemagnetan di kawasan batuan kumpulan Bentong dan fitur ini dapat dikaitkan dengan jasad granit yang menerobos hampir ke permukaan dan sebahagiannya tersingkap di bahagian timur kawasan kajian.

Kedua-dua profil magnet menunjukkan nilai turun naik terutama di bahagian sempadan antara kedua jenis batuan. Fitur ini disebabkan oleh ketakhomogenan dan kerencaman struktur batuan yang berasosiasi dengan zon sesar Bentong yang melalui kawasan ini. Zon sesar ini dianggarkan mempunyai kelebaran sekitar 13 km (Tjia, 1989) dan terdiri daripada beberapa jenis litologi batuan seperti syis, konglomerat dan lain-lain yang mengalami perlipatan dan penyesaran di sana sini.

Profil graviti memberikan keputusan yang serupa dengan keputusan kajian magnet. Kedua-dua profil graviti menunjukkan nilai anomali graviti yang agak seragam di kawasan Formasi Gua Musang dengan profil graviti GT1 relatif lebih curam ke arah barat daripada profil graviti GT2.



Rajah 4a. Nomali graviti dan magnet serta kaitannya dengan geologi permukaan.



Rajah 4b. Model graviti dua matrik batuan di kawasan Kuala Betis, Kelantan.

Anomali graviti di kawasan batuan Kumpulan Bentong dan berhampiran dengan sempadan batuan menunjukkan nilai turun naik (fluktuasi). Fitur anomali turun naik ini dipercayai disebabkan oleh perbezaan ketumpatan yang ketara antara unit-unit batuan dan struktur rencam yang terdapat dalam zon sesar Bentong.

Secara relatif nilai anomali graviti bagi kawasan Gua Musang dalam profil graviti GT2 adalah lebih tinggi berbanding dengan profil graviti GT1 (Rajah 4b). Gejala ini boleh ditafsirkan akibat granit yang merejah hampir ke permukaan dan tersingkap di sebelah timur profil tersebut dan secara langsung menyokong hasil yang diperolehi melalui kaedah magnet.

Model dua matra yang diperolehi menunjukkan kewujudan jasad berketumpatan tinggi (kemungkinan kerak lautan) di bawah permukaan sekitar kawasan sempadan antara kedua batuan. Model akhir menunjukkan Formasi Gua Musang pada profil GT1 jauh lebih tebal (sekitar 1–2 km) berbanding ketebalannya (sekitar 0.5 ke 1 km) pada profil GT2. Keadaan ini mungkin disebabkan oleh intrusi granit yang terdapat di bawahnya.

KESIMPULAN

Kemagnetan batuan Formasi Gua Musang secara relatif adalah lebih tinggi daripada kemagnetan batuan Kumpulan Bentong. Kemagnetan Formasi Gua Musang juga dipengaruhi oleh batuan granit yang merejah dan tersingkap di timur kawasan kajian.

Nilai anomali magnet yang tinggi rendah dalam kedua-dua profil GT1 dan GT2 dapat dikorelasikan dengan geologi struktur yang rencam serta kewujudan sesar dalam Zon 'Sesar Bentong'.

Anomali graviti lebih seragam di kawasan Formasi Gua Musang dengan profil anomali GT1 lebih curam berbanding profil GT2.

Model dua matra yang diperolehi menunjukkan lapisan Formasi Gua Musang pada profil GT1 relatif lebih tebal daripada lapisan Formasi Gua Musang pada profil GT2.

Model ini juga menunjukkan wujudnya jasad berketumpatan tinggi di bawah permukaan yang

terletak di sekitar sempadan antara batuan Formasi Gua Musang dan batuan Kumpulan Bentong. Struktur sesar dan 'zon sesar Bentong' telah menyebabkan fluktuasi pada anomali magnet dan graviti.

PENGHARGAAN

Kajian ini berupa sebahagian hasil kerja penyelidikan projek UKM 54/91 dan IRPA 4-07-03-033. Penulis ingin merakamkan terima kasih kepada semua kakitangan makmal Jabatan Geologi, UKM yang telah membantu dalam mengumpul data lapangan dan semua rakan sekerja yang memberi galakan dan buah fikiran dalam menyediakan manuskrip ini.

RUJUKAN

- ABDUL RAHIM SAMSUDIN, IBRAHIM ABDULLAH DAN KAMAL ROSLAN MNHAMAD, 1992. Keputusan survei magnet di Lembah Tekai, Pahang. *Sains Malaysiana*, 21(1), 39–53.
- ALIAS HJ. SALLEH, 1982. *Stratigraphy, structure & paleontology at Gua Musang Area*. Tesis B.Sc. (Hons), Universiti Malaya (tidak diterbitkan).
- AW, P.C., 1974. General Geology of the Sg. Nenggiri-Sungai Betis area. Sheet 45, *Geological Survey Annual Report for 1974*, 107–112.
- ICHIKAWA, K. AND YIN, E.H., 1966. Discovery of Triassic bivalves from Kelantan Malaya. *Journal of Geoscience*, Osaka City University, 9, 101–106.
- IGO, H., KOIKE, T. AND YIN, E.H., 1965. Triassic conodonts from Kelantan, Malaya. *Memoir Mejiro Gakuen Women's College*, 2, 5–19.
- JONES, C.R., GOBBETT, D.J. AND KOBAYASHI, T., 1966. Summary of fossil record in Malaya and Singapore 1900–1965. *Geology and Palaeontology of Southeast Asia*, 2, 309–359.
- LOKE, M.H., REE, C.Y. AND VAN KLINKEN, G., 1983. Interpretation of regional gravity and magnetic data in Peninsular Malaysia. *Bulletin Persatuan Geologi Malaysia*, 16, 1–22.
- NG, C.S., 1991. *Geologi am Sungai Berok, Kelantan Selatan, Kelantan Darul Naim*. Tesis SmSn, Jabatan Geologi, Universiti Kebangsaan Malaysia (tidak diterbitkan).
- TJIA, H.D., 1989. The Bentong Suture. *Proceedings GEOSEA 6 Conference*. Jakarta, Indonesia, July 1987.
- YIN, E.H., 1965. 1963 Progress report on geological survey work done in the area of sheet 45 in South Kelantan. *Prof. Pap. Geological Survey Department Malaya*, E65.1G, 7–10.