

Pengimejan lempung samudera dengan survei geoelektrik dan seismos: Kajian kes di Banting, Selangor

UMAR HAMZAH, ABDUL RAHIM SAMSUDIN, MOHD SHAHID AYUB, LAI KIAN VOON,
RAHMAN YAACUP & LAKAM MEJUS

Pusat Pengajian Sains Sekitaran dan Sumber Alam, Fakulti Sains dan Teknologi
Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 Bangi, Selangor Darul Ehsan

Abstrak: Satu kajian geofizik telah dilakukan di sekitar Dengkil-Morib untuk mengkaji struktur aluvium Holosen Formasi Gula dan Beruas. Formasi Beruas dibentuk oleh bahan gambut dan gambut berlempung serta lodak dan pasir manakala Formasi Gula adalah terdiri daripada lempung, lodak, pasir dan kelikir. Kedua-dua Formasi tersebut terendap di atas batuan syal Formasi Bukit Kenny yang berusia Karbon. Survei geofizik yang dilakukan ialah tomografi geoelektrik 2D dan survei seismos pantulan. Pengukuran rintangan elektrik dilakukan dengan alat ABEM Terrameter SAS 1000/4000. Imej keberintangan 2D di setiap garis survei diperolehi dengan teknik pemrosesan model kesongsangan dan dibandingkan dengan maklumat lubang gerudi. Imej keberintangan kesemua garis survei menunjukkan pola yang hampir sama iaitu berbentuk peralihan dan peralihan berkekanta berjulat keberintangan di antara 0.1 hingga 50 Ω m. Lapisan teratas berjulat keberintangan 0.1 hingga 5 Ω m ditafsirkan sebagai lempung dengan ketebalan sehingga 45 m. Lapisan kedua di bawahnya berkeberintangan 5 hingga 20 Ω m yang dirujuk sebagai pasir kasar dan kelikir pada kedalaman 45 hingga 70 m berdasarkan lubang gerudi. Julat keberintangan lapisan terbawah bernilai 20-50 Ω m yang dikorelasikan sebagai batuan metasedimen yang terletak di kedalaman bawah daripada 70 m. Satu survei seismos pantulan sepanjang 1.7 km yang dilakukan menggunakan teknik pemprofilan titik kedalaman sepunya menunjukkan dengan jelas peralihan lempung yang terletak di atas batu dasar metasedimen.

Abstract: A geophysical study was carried out around the Dengkil-Morib area to investigate the Holocene alluvial structure of the Gula and Beruas Formations. The Beruas Formation comprises peat and clayey peat material as well as silt and sand while the Gula Formation consists of clay, silt, sand and gravel. Both Formations were deposited on the Carboniferous shale of the Kenny Hill Formation. 2D geoelectrical tomography and reflection seismic surveys were employed. The geoelectrical resistivity measurement was carried out using ABEM Terrameter SAS 1000/4000. The 2D resistivity image for each survey line was calculated through inverse modelling and then compared with borehole data. Resistivity images of all the survey lines show a similar pattern of continuous layers with some lenses showing resistivity ranging from 0.1 to 50 Ω m. The topmost layer has resistivity ranging from 0.1 to 5 Ω m representing clay with a thickness of up to 45 m. The second layer at a depth of 45 to 70 m below surface has resistivity ranging from 5 to 20 Ω m, and is indicated as coarse sand with some gravel in the borehole data. The lowermost layer at a depth below 70 m shows resistivity values ranging from 20-50 Ω m and can be correlated with metasedimentary rocks. A 1.7 km seismic reflection survey using the common-depth-point profiling technique gives rise to a subsurface image which clearly shows the shape of clay layers residing on top of the metasedimentary bedrock.

PENDAHULUAN

Teknik pengukuran keberintangan secara 2D (Griffith & Barker, 1993) telah digunapakai secara meluas oleh ramai para pengkaji untuk penyiasatan dalam berbagai-bagai bidang termasuklah geologi, geologi sekitaran dan geologi kejuruteraan. Melalui pengukuran keberintangan dan proses kesongsangan model oleh Loke & Barker (1996), imej keberintangan 2D yang dihitung akan memberikan gambaran secara kasar bentuk-bentuk geologi yang dikehendaki. Sebagai contoh Nawawi *et al.* (2001) telah menggunakan teknik keberintangan dalam kajian bentuk akuifer di Selangor manakala Abdul Nassir *et al.* (2000) telah berjaya menyiasat kesan intrusi dan sempadan air masin di Kedah. Ibrahim *et al.* (2003) dalam mengkaji akuifer air bawah tanah di Selangor telah mentafsirkan peralihan berkeberintangan kurang daripada 5 Ω m sebagai peralihan yang diterobosi air masin. Teknik pentafsiran

yang serupa telah digunapakai oleh Rahman Yaccup *et al.* (2003) dalam mentafsirkan hasil kajian akuifer air bawah tanah di kawasan Banting. Satu pentafsiran semula ke atas data Rahman Yaccup *et al.* (2003) dibentangkan dalam kertaskerja ini khususnya mengenai korelasi bahan endapan berdasarkan pola imej keberintangan dan hasil yang diperolehi dalam kajian permodelan makmal terhadap keberintangan lempung serta perbandingan dengan data lubang gerudi. Di samping survei tomografi elektrik 2D, kajian seismos pantulan juga telah dilakukan pada satu garis rentasan untuk melihat imej lempung yang menindih batu dasar. Sumber tenaga yang digunakan untuk menghasilkan gelombang anjal ialah bahan letupan yang dikorek sedalam 0.5 m ke dalam bumi. Survei seismos pantulan belum pernah dilakukan di kawasan kajian dan hasilnya telah dibandingkan dengan keratan rentas keberintangan elektrik. Kawasan kajian terletak dalam negeri Selangor meliputi Dengkil, Olak Lempit, Banting

dan Pantai Morib (Rajah 1). Lokasi garis rentas dan lubang gerudi pula diberikan dalam Rajah 2. Tiga garis rentas survei geoelektrik dilakukan pada arah barat daya-timur laut dan dua lagi garis ialah pada timur-barat dan barat-laut-tenggara. Panjang garis rentas maksimum mencapai 3 km.

METODOLOGI

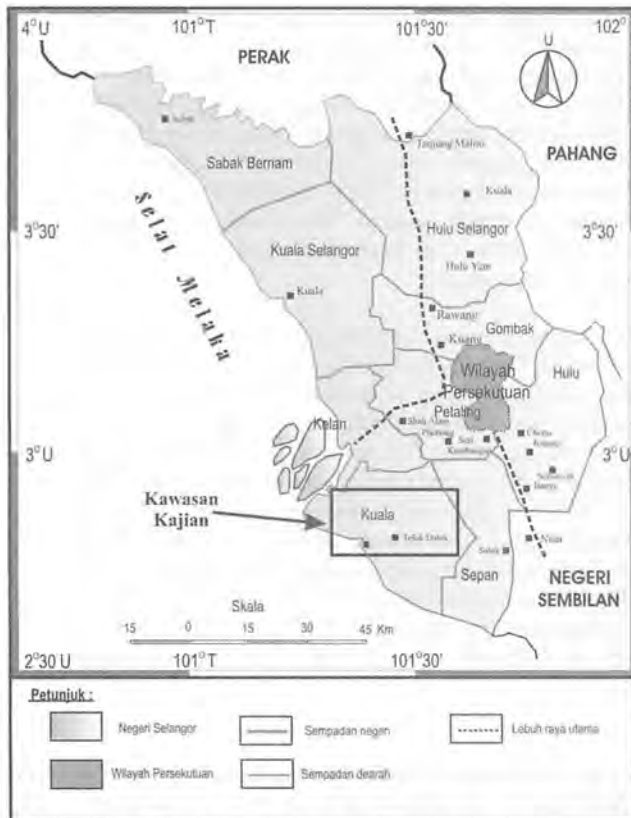
Survei pengimejan geoelektrik dijalankan dengan menggunakan sistem pengukur rintangan multielektrod (Rajah 3). Elektrod yang digunakan terdiri daripada 62 batang besi keluli sepanjang 1 m yang disusun di atas garis lurus dan disambungkan dengan kabel multiteras kepada alat pengukur rintangan ABEM SAS 4000. Satu sistem

kawalan komputer digunakan untuk memilih secara automatik elektrod-elektrod yang aktif semasa pengukuran. Teknik ini telah dibangunkan oleh Griffiths & Barker (1993). Elektrod aktif ditentukan menurut susunatur Wenner. Data yang dipungut di lapangan ditafsirkan dengan bantuan komputer. Untuk mentafsirkan data yang diperolehi melalui survei pengimejan 2D, satu model 2D bawah tanah yang terdiri daripada blok-blok empatsegi yang banyak telah dibina. Perisian komputer digunakan untuk menentukan keberintangan blok-blok tersebut supaya nilai keberintangan ketara kiraan sepadan dengan nilai keberintangan ketara yang dicerap di lapangan. Perisian komputer RES2DINV akan membahagikan zon bawah tanah kepada sejumlah blok dan dengan menggunakan skema kesongsangan kuasadua-terkecil (least-squares) akan mengira keberintangan yang sesuai bagi setiap blok (Loke & Barker, 1996). Keberintangan yang dihitung diberikan dalam bentuk keratan rentas pseudo yang siap untuk ditafsirkan. Kaedah keberintangan pada asasnya mengukur taburan keberintangan bahan-bahan subpermukaan yang mana setiap bahan akan mempunyai nilai keberintangan yang berbeza (Keller & Frischknecht, 1966). Keberintangan ini disukat dengan sepasang elektrod keupayaan setelah arus dialirkan ke dalam bumi melalui sepasang elektrod arus.

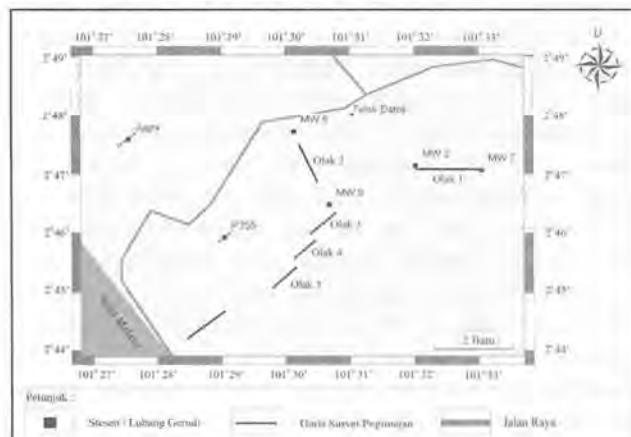
Teknik titik kedalaman sepunya telah digunakan dalam survei seismos sepanjang hampir satu kilometer di antara dua lubang gerudi (MW2 dan MW7). Peralatan yang digunakan terdiri daripada seismograf ABEM Terraloc MK3 dengan 24 pengesan berfrekuensi 50Hz dan bahan letupan dinamit sebagai punca gelombang. Geofon dipasang di sepanjang satu garis pada jarak 5 m dan letupan dilakukan pada sela 10 m. Selepas setiap rakaman, punca dan geofon dianjakkan sejauh 10 m ke satu arah. Data diproses dengan perisian komputer untuk menghasilkan keratan rentas seismos yang merupakan imej keratan rentas bumi di bawah garis survei. Penerangan yang lebih mendalam diberikan dalam Umar Hamzah *et al.* (2003).

HASIL DAN PERBINCANGAN

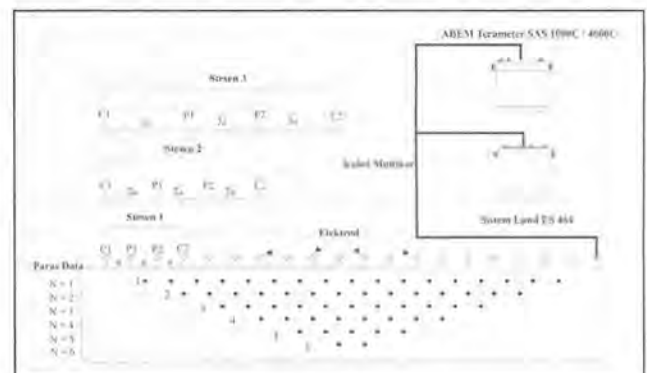
Model keberintangan hasil proses kesongsangan bagi garis Olak 1 yang merentas hampir 3 km pada arah timur-



Rajah 1. Peta lokaliti kawasan kajian.



Rajah 2. Peta lokaliti garis survei.



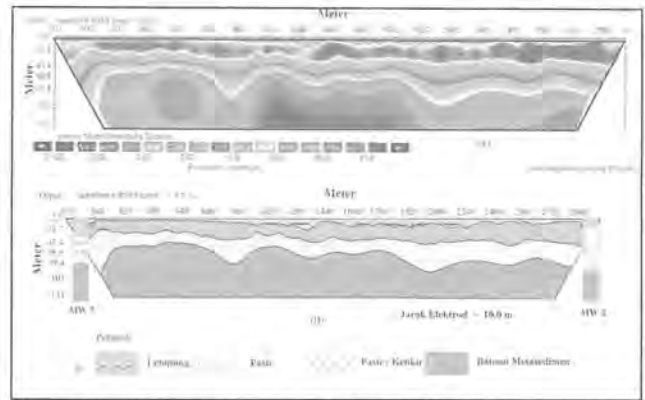
Rajah 3. Teknik survei elektrik di lapangan.

barat di antara lubang gerudi MW2 dan MW7 berserta dengan pentafsiran geologi berdasarkan maklumat lubang gerudi MW7 diberikan dalam Rajah 4. Keratan rentas pseudo jelas menunjukkan pola julat nilai keberintangan berbentuk peralihan yang beralun dan berkekanta. Julat keberintangan lapisan teratas bernilai di antara 0.1 hingga 5 Ωm pada kedalaman anggaran 0-30 m ditafsirkan sebagai lempung dan pasir berlempung berdasarkan korelasi dengan lubang gerudi MW7 manakala lapisan keberintangan warna hijau yang bernilai 5-20 Ωm ditafsirkan sebagai mewakili bahan pasir dan kelikir pada kedalaman 30-70 m. Nilai keberintangan yang ditandakan sebagai warna coklat, merah dan ungu yang membawa nilai keberintangan di antara 20-60 Ωm dirujuk sebagai batu dasar metasedimen berdasarkan data lubang gerudi. Korelasi yang hampir sama juga boleh diperolehi dengan merujuk kepada lubang gerudi MW2.

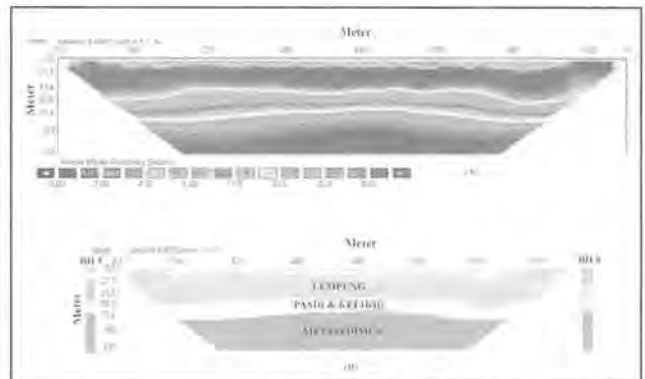
Rajah 5 pula menunjukkan hasil yang lebih baik dengan pola keberintangan berbentuk peralihan di mana lapisan teratas berjulat 0.1 hingga 5 Ωm ditafsirkan sebagai lapisan lempung bila dikorelasi dengan lubang gerudi MW5 dan MW8. Ketebalan lapisan lempung ini ialah di sekitar 43 m. Julat keberintangan bernilai 5 hingga 20 Ωm setara dengan lapisan pasir dan kelikir pada kedalaman 45 hingga 70 m. Keberintangan berjulat 20 hingga 50 Ωm yang berwarna coklat ditafsirkan sebagai batuan metasedimen pada kedalaman melebihi 60 m.

Satu contoh garis rentas yang menunjukkan pola keberintangan berbentuk peralihan beralun dan berkekanta ditunjukkan dalam Rajah 6 yang mewakili garis survei Olak 3 sepanjang 1.2 km pada arah timur laut-barat daya. Lapisan teratas menunjukkan pola keberintangan berjulat 0.1 hingga 5 Ωm berwarna biru berbentuk lapisan dan berkekanta di bahagian tengah. Lapisan ini mempunyai ketebalan di sekitar 40 m terdiri daripada lempung yang berada dalam lapisan pasir-kelikir berdasarkan korelasi dengan lubang gerudi MW8. Di bawahnya ialah lapisan pasir berkeberintangan bernilai di antara 5-20 Ωm dan terletak pada kedalaman 60-70 m. Lapisan berkeberintangan melebihi 20 Ωm yang terletak pada kedalaman melebihi 60-70 m ditafsirkan sebagai bahan metasedimen batu dasar.

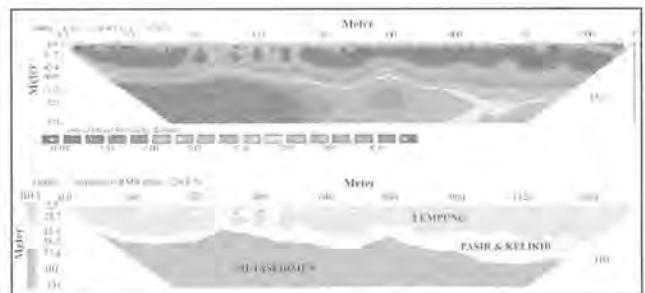
Survei seismos sepanjang 1.7 km telah dilakukan di antara MW2 dan MW7 selari dengan garis survei keberintangan Olak 1. Rajah 7A dan 7B menunjukkan keratan rentas seismos dan pentafsiran geologi yang dibuat berdasarkan korelasi dengan data lubang gerudi. Lapisan di antara permukaan dengan kedalaman 50 m ditafsirkan mewakili lempung manakala satu lembangan bercerun di bahagian yang lebih dalam dari 50 m dibentuk oleh lapisan pasir dan kelikir. Kedalaman batu dasar metasedimen bermula daripada 80 m disebelah timur dan bertambah sehingga 150 m di bahagian barat. Perbezaan kedalaman ini boleh ditafsirkan sebagai kewujudan struktur palung sungai kuno yang terbentuk di zaman Pleistosen. Lebar palung kuno dianggarkan di sekitar 500 m.



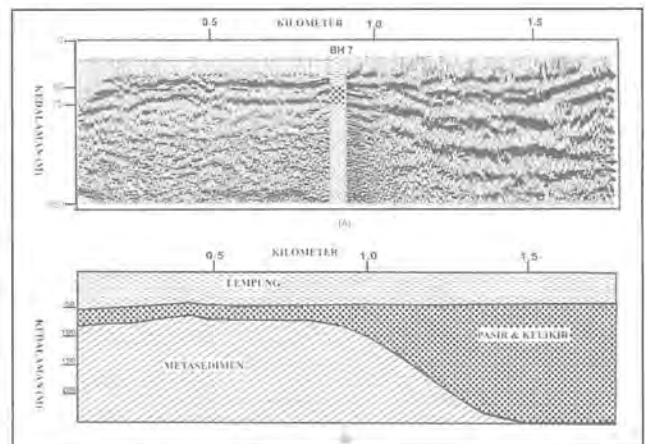
Rajah 4. Imej keberintangan garis Olak 1 (A) dan tafsiran geologi (B).



Rajah 5. Imej keberintangan garis Olak 2 (A) dan tafsiran geologi (B).



Rajah 6. Imej keberintangan garis Olak 3 (A) dan tafsiran geologi (B).



Rajah 7. Keratan seismos 2-D (A) dan tafsiran geologi (B).

KESIMPULAN

Survei keberintangan 2-D dapat disimpulkan sebagai satu teknik yang pantas, murah dan sangat berkesan untuk digunakan dalam pemetaan bahan subpermukaan khususnya di kawasan dataran beraluvium yang berstruktur berlapisan mudah. Bukan sahaja ianya dapat digunakan untuk pemetaan lapisan malah bebola lempung dalam lapisan pasir juga dapat dikesan dengan baik. Teknik ini dapat membezakan di antara lapisan pasir dan lempung serta lapisan kelikir di dalam sesuatu unit aluvium dan juga dapat mengesan sempadan di antara kelikir dan metasedimen dengan baik. Oleh itu teknik ini adalah baik untuk digunapakai dalam eksplorasi bebola lempung dan juga longgokan lempung dataran untuk industri seramik. Teknik seismos pantulan juga didapati berupaya untuk memetakan lempung samudera dan longgokan kelikir di kawasan kajian tetapi teknik seismos pantulan ini tidak dapat mengesan sempadan di antara lempung dan pasir pada kedalaman di sekitar 30 m. Berdasarkan keratan seismos, hanya sempadan di antara lempung-kelikir pada kedalaman 50 m dan kelikir-metasedimen pada kedalaman 70m sahaja dapat dikesan melalui perantaraan survei seismos pantulan. Gelombang pantulan daripada kedalaman kurang daripada 30 m biasanya akan bercampur dengan gelombang biasan yang lebih dominan. Ini akan menyebabkan gelombang pantulan tersebut tidak dapat dipisahkan dalam pemrosesan data.

RUJUKAN

- Abdul Nassir, S.S., Loke, M.H., Lee, C.Y. & Nawawi, M.N.M., 2000. Saltwater Intrusion by geoelectrical imaging surveys. *Geophysical Prosp.* 48:647-661.
- Griffiths, D.H. & Barker, R.D., 1993. Two dimensional resistivity imaging and Modeling in areas of complex geology. *Journal of Appl. Geology* 29:211-226.
- Ibrahim, A.N., Harith, Z.Z.T. & Nawawi, M.N.M. 2003. Using integrated 2-D electrical imaging and seismic refraction methods for study of groundwater aquifer in Brookland Plantation, Selangor, Malaysia. *Proceedings of the 6th SEGJ International Symposium on Imaging Technology*, Tokyo, Japan, p. 398-404.
- Keller, G.V. & Frischknecht, F.C., 1966. *Electrical Methods in Geophysical Prospecting*. Pergamon Press, Oxford. 517 p.
- Loke, M.H. & Barker, R.D., 1996. Rapid least-squares inversion of apparent Resistivity pseudosection using a quasi-Newton method. *Geophysical Prospecting* 44:131-152.
- Nawawi, M.N.M., Harith, Z.Z.T., Ayub, M.S., Ibrahim, A.N. & Alphonse, A., 2001. Modeling of an undergroundwater aquifer using 2-D electrical imaging technique in Brooklands Plantation, Selangor, Malaysia. *Proceedings of the Second International Symposium on Geophysics, Egypt*, p. 293-297.
- Rahman Yaacup, Mohd Shahid Ayub, Abdul Rahim Samsudin, Mohd Tadz Abdul Rahman, Lakam Mejus & Mohd Rifaie Mohd Murtadza, 2003. Kaedah keberintangan geoelektrik profil dalam untuk kajian air tanah di Lembangan Kuala Langat, Banting, Selangor. *Bull. Geol. Soc. Malaysia* 46:405-408.
- Umar Hamzah, Abdul Rahim Samsudin & Abdul Ghani Rafek, 2003. Penggunaan kaedah seismos pantulan cetek untuk mengesan struktur subpermukaan. *Sains Malaysiana* 32:13-23.

—◆◆◆◆◆—
Manuscript received 31 March 2004