

## **Penggunaan Teknik Geofizik dan Geokimia Untuk Mencirikan Struktur Subpermukaan dan Akuifer di Sekitar Olak Lempit, Selangor**

UMAR HAMZAH, ABDUL RAHIM SAMSUDIN, ABDUL RAHMAN YACCUP,  
RASHID BACHIK & ABDUL GHANI RAFEK

Pusat Pengajian Sains Sekitaran dan Sumber Alam  
Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 Bangi, Selangor, Malaysia

### **Abstrak**

Satu kajian geologi, geofizik dan geokimia air tanah telah dilakukan disekitar Dengkil hingga ke Olak Lempit, Selangor untuk mengkaji struktur bawah tanah dan ciri-ciri akuifer yang terdapat dalam lembangan tersebut. Kawasan kajian dibatasi oleh garis lintang 2°46'U hingga 2°53'U dan garis bujur 101°30'T hingga 101°41'T serta mencakupi keluasan disekitar 260 km<sup>2</sup>. Hampir 80% dari kawasan kajian dilitupi oleh enapan Kuaterner dari Formasi Gula dan Formasi Beruas yang berusia Holosen. Terenap dibawah aluvium ini ialah Formasi Bukit Kenny yang sebahagian darinya tersingkap disekitar Bukit Tampoi, Dengkil. Singkapan tersebut menunjukkan ciri litologi dan struktur yang sedikit berbeza dari yang pernah dilaporkan. Ciri-ciri metamorfisme yang terdapat tidak begitu jelas, batuan gunung berapi yang belum pernah dilaporkan sebelumnya telah ditemui di lokaliti berhampiran dengan Bukit Tampoi. Batuan andesit (?) ini dipercayai berasal dari letupan bom volkano yang datangnya dari tempat yang berlainan. Kajian geofizik berpusat di sekitar hampir kesemua lubang gerudi yang terdapat di kawasan kajian digunakan untuk pemantauan air bawah tanah oleh Jabatan Mineral dan Geosains. Teknik-teknik survei yang dijalankan termasuklah survei seismos biasan, seismos pantulan dan survei kerintangan geoelektrik. Survei-survei tersebut dilakukan khususnya untuk mentafsir struktur bawah tanah dan kedudukan akuifer. Peralatan yang digunakan termasuklah ABEM TM3, ABEM SAS 300C dan ABEM AC Terrameter. Survei seismos dijalankan secara konvensional manakala survei pengprofilan geoelektrik dijalankan menggunakan susunatur Wenner. Kesemua hasil yang diperolehi adalah dalam bentuk keratan rentas 2-D. Hasil survei geofizik akan dirujuk kepada maklumat lubang gerudi untuk pentafsiran selanjutnya. Pada amnya survei seismos berhasil untuk menbahagikan bahan bawah tanah di kawasan kajian kepada beberapa lapisan berdasarkan kepada julat halaju yang dihitung. Bahan yang berhalaju di sekitar < 600 m/s dikelompokkan sebagai lapisan tanah atau aluvium teratas yang biasanya lembut dan tepu air. Manakala halaju seismos yang diukur dalam julat 1000-3000 m/s ditafsirkan sebagai mewakili lempung berpasir dan pasir berkerikil. Bahan berhalaju melebihi 3000 m/s dianggap mewakili batu dasar yang terdiri dari batuan metasedimen terluluhawa. Gambaran mengenai kemasinan air bawah tanah dan kadangkala jenis batuan yang diwakilinya dapat dianggarkan dan hasil survei keberintangan geoelektrik. Bahan berkeberintangan <10 Ωm digolongkan kedalam kelompok berair masin, manakala zon air payau berkeberintangan diantara 10 hingga 70 Ωm dan zon air tawar pula adalah dalam lingkungan 100 hingga 200 Ωm. Nilai keberintangan >1000 Ωm adalah mewakili batuan dasar. Analisis kimia yang dijalankan terhadap sampel-sampel air dari telaga pemantauan cetek dan dalam menguatkan lagi penemuan zon-zon air yang ditentukan oleh survei geoelektrik. Survei seismos pantulan yang dijalankan disekitar satu telaga telah dapat mengprofilkan bentuk batu dasar metasedimen pada kedalaman disekitar 50 meter yang gagal diterokai oleh survei geofizik yang lain.

## **Application of Geophysical and Geochemical Techniques in the Characterization of Subsurface Structures and Aquifers in the Vicinity of Olak Lempit, Selangor**

### **Abstract**

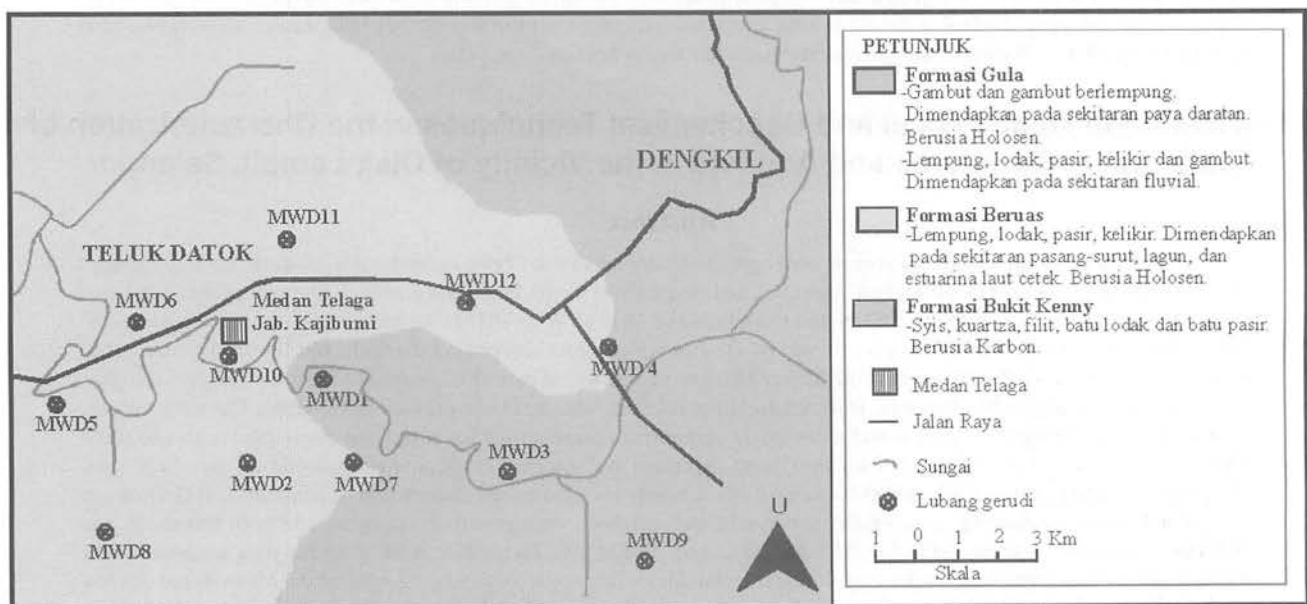
A geological, geophysical and ground water geochemistry survey has been carried out in an area between Dengkil and Olak Lempit to study the subsurface structures and characterise the underground aquifers. The survey area is located within the longitude of 2°46'N to 2°53'N and the latitude of 101°30'W to 101°41'W with a size of approximately 260 km<sup>2</sup>. Almost 80% of the survey area is covered by Quaternary deposits comprising the Gula and Beruas Formations of Holocene age. Beneath the alluvium is the Kenny Hill Formation where part of it is exposed at Bukit Tampoi, Dengkil. However, the lithology and structures observed are different from what has been previously reported. The metamorphic characteristic of the rocks is unclear and a previously unreported volcanic rock has also been discovered in this locality. The andesitic rock (?) is interpreted to have been deposited by volcanic eruption from outside of the study area. Geophysical surveys were conducted close to most of the boreholes used by the Department of Minerals and Geoscience for ground water monitoring. Among the surveys carried out here were resistivity imaging and both refraction and reflection seismics. ABEM TM3, ABEM SAS 300C and ABEM AC Terrameter were used for data acquisition. The seismic survey was carried out using conventional techniques while resistivity imaging utilised the offset-Wenner array method. The results in 2D cross sections were then compared to the nearest borehole information for further interpretation. Based on the seismic survey, the subsurface materials can be divided into several layers depending on the observed

velocities. Layers with P-wave velocity of less than 600 m/s is interpreted as loose and saturated top soil or alluvium. Layers with velocities between 1000–3000 m/s is interpreted as clayey sand or sandy gravel. Layers with velocity greater than 3000 m/s is interpreted as weathered metasediment bedrock. The groundwater salinity in the layers and the types of rocks can be estimated from the resistivity imaging surveys. Resistivities of less than 10  $\Omega\text{m}$  is interpreted as representing salt water zone. Resistivities between 10 to 70  $\Omega\text{m}$  is interpreted to be representing brackish water zones and resistivities between 100 to 200  $\Omega\text{m}$  is considered to represent freshwater zones. Resistivities greater than 1000  $\Omega\text{m}$  represent weathered metasediment bedrock. Chemical analysis of water from deep and shallow monitoring wells have testified the result of water zonation in the resistivity survey. The seismic reflection survey enabled the determination of the shape of the bedrock surface at a depth of approximately 50 meters, and this was not detected by other geophysical techniques.

## PENDAHULUAN

Dalam mengatasi masalah air yang dihadapi oleh Jabatan Bekalan Air Selangor pada pertengahan tahun 1998, Jabatan Mineral dan Geosains (Rashid Bachik, 1998) telah melakukan eksplorasi air bawah tanah untuk menampung kekurangan bekalan air untuk kegunaan domestik. Diantara kawasan yang menjadi sasaran eksplorasi ialah dilembangan Kuala Langat disekitar Dengkil, Olak Lempit, Telok Datuk dan Banting. Beberapa telaga pemantauan telah digali dan dilakukan ujian pengepaman serta analisis air tanah untuk melihat kesesuaian penggunaan mengikut piawaian WHO. Survei-survei geofizik permukaan telah dilakukan sebelum telaga-telaga tersebut ditemui dan digali. Sebagai hasil dari kajian-kajian tersebut, beberapa perigi penghasilan telah berjaya diperolehi diantaranya ialah dikawasan Ladang Brooklands, Olak Lempit dimana empat telaga iaitu TD1 hingga TD4 telah berjaya menghasilkan ribuan meter padu air sehari. Kemasinan air tersebut berjulat dari tawar hingga kepayau. Walau pun lembangan Kuala Langat adalah merupakan kawasan tadahan air bawah tanah atau akuifer aluvium yang kaya dengan air takungan, kebanyakan perigi ujian menunjukkan kemasinan air adalah berjenis air payau dan air masin khususnya dikawasan pesisiran pantai dan

dibahagian yang berhampiran dengan lembangan Sungai. Objektif kajian adalah untuk mengkaji profil geologi, morfologi akuifer dan kemasinan air yang dikandunginya serta arah intrusi air laut sekiranya kemasinan adalah didapati berasal dari pengaruh lautan yang berhampiran. Data-data yang diperolehi oleh Jabatan Mineral dan Geosains digunakan sebagai data primer dalam kajian ini ditambah dengan data-data lain yang yang diperolehi hasil cerapan lapangan dan makmal survei geologi, geokimia dan geofizik permukaan. Kawasan yang dikaji adalah diantara Dengkil sehingga Olak Lempit dan Banting, Kuala Langat, Selangor D.E. Keluasan keseluruhan adalah dianggarkan disekitar 260 kilometer persegi dan dibatasi oleh garis latitud  $2^{\circ}46'U$  hingga  $2^{\circ}53'U$  serta garis longitud  $101^{\circ}30'T$  hingga  $101^{\circ}42'T$ . Rajah 1 menunjukkan peta kawasan kajian yang terdiri dari hampir 80% aluvium yang dipercayai menindih Formasi Bukit Kenny. Aluvium tersebut terdiri dari sedimen peroi seperti gambut, lempung, pasir dan kerikil yang berusia Holosen dalam Formasi Beruas dan Gula (Fadlee, 1997). Formasi Beruas secara khususnya terdiri dari gambut dan gambut berlempung hasil endapan disekitaran paya daratan manakala lodak, pasir dan kerikil yang diendap disekitaran fluvial atau sungai kuno. Formasi Gula pula terdiri dari bahan lempung, lodak,



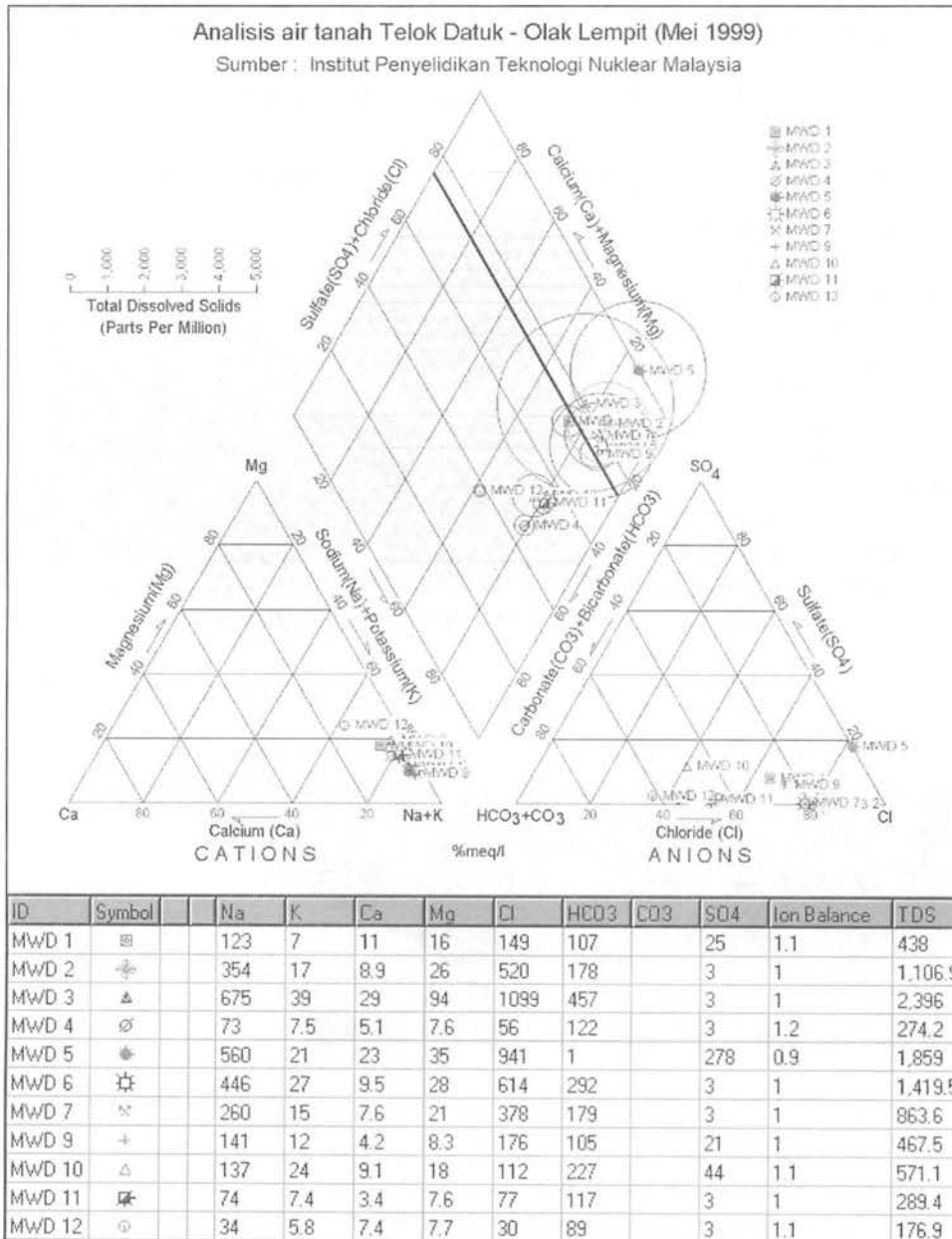
Rajah 1: Peta lokaliti kawasan kajian dan kedudukan lubang gerudi.

pasir dan kerikil yang merupakan endapan pasang surut, lagun, estuarin dan laut cetek. Kesemua endapan Kuaterner tersebut menindih batuan Formasi Bukit Kenny yang berusia Karbon. Survei-survei geofizik permukaan yang dilakukan termasuklah teknik seismos biasan, seismos pantulan, pengimejan geoelektrik dan graviti.

**METODOLOGI**

Fasies enapan Kuaterner akan dicirikan melalui analisis yang dilakukan keatas log lubang gerudi yang terdapat dikawasan kajian untuk menghasilkan keratan rentas geologi secara anggaran. Dari kajian tersebut juga dapat dilihat morfologi batuan dasar yang terdiri dari batuan metasedimen yang terluluhawa disepanjang kawasan kajian. Perubahan fasies-fasies dan batuan dasar secara sisi disekitar seratus meter berhampiran dengan telaga pemantauan juga telah diselidiki dengan kaedah seismos biasan dan pantulan.

Teknik seismos biasan telah dilakukan secara konvensional (Telford *et al.*, 1990) iaitu dengan memberikan sumber tenaga yang merupakan ketukan tukul seberat 7 kg ke atas kepingan besi 15 ∞ 15 ∞ 3 cm. Pada 7 titik di sepanjang rebakan sepanjang 115 m. Ini bermakna di setiap satu lokasi survei akan diperolehi satu keratan rentas geologi sepanjang 115 meter. Oleh kerana survei ini hanya boleh mencapai kedalaman disekitar 10-15 % dari jumlah panjang rebakan iaitu disekitar 11.5 hingga 17.25 m, satu survei lain iaitu teknik seismos pantulan dilakukan dibeberapa lokasi tertentu untuk memperolehi profil yang lebih dalam. Survei pantulan dilakukan dengan teknik pengprofilan TKS (titik kedalaman sepunya) dimana jarak anjakan titik tenaga adalah sama dengan sela geofon. Ini akan menghasilkan maksimum 12 lipat TKS (King, 1992). Perubahan keberintangan enapan Kuaterner disetiap perigi rakaman juga disiasat dengan teknik survei pengimejan geoelektrik secara 2-D (Dahlin *et al.*, 1997). Air tanah yang dipam dari



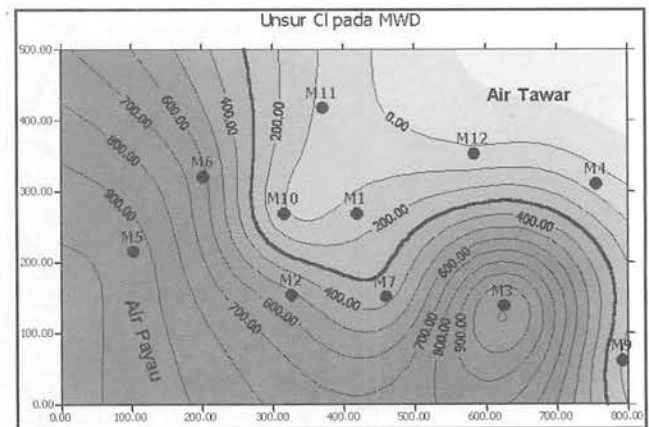
Rajah 2: Hasil analisis kimia air tanah akuifer dalam.

telaga pemantauan cetek dan telaga pemantauan dalam dianalisis di makmal untuk menentukan kepekatan anion dan kation dari unsur-unsur major dengan menggunakan teknik Spektrometer Serapan Atom, titratan dan Fotometer nyalaan. Sampel-sampel air tanah diperolehi dari Institut Penyelidikan Teknologi Nuklear Malaysia (MINT). Hasil cerapan diplotkan dalam rajah Piper dimana fasies hidrogeokimia air bawah tanah diperolehi.

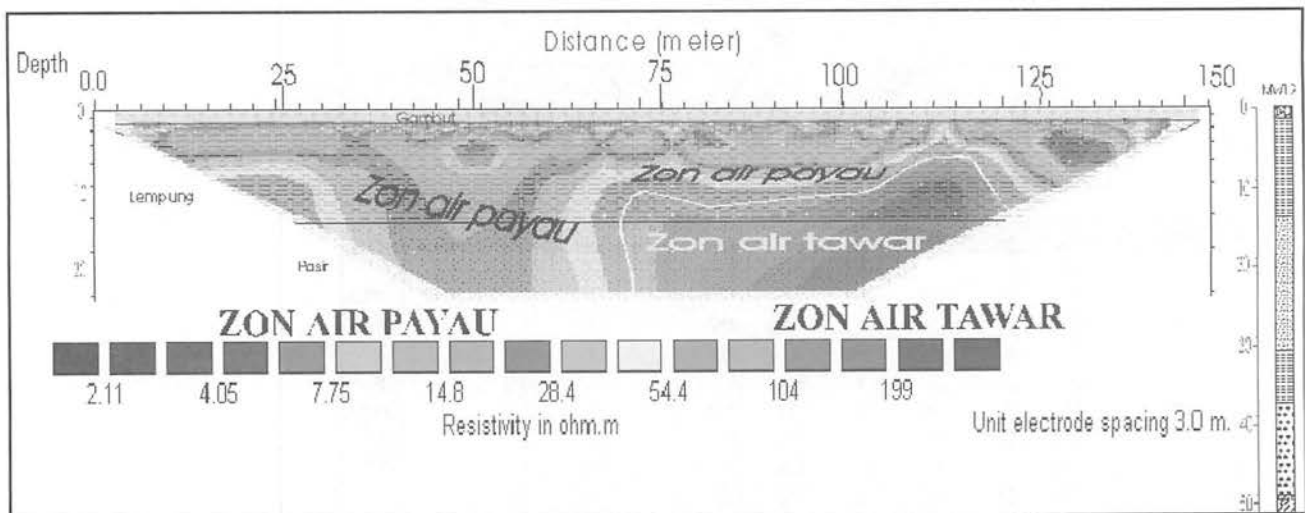
**HASIL DAN PERBINCANGAN**

Hasil cerapan yang telah dilakukan keatas log litologi telaga-telaga yang digali disekitar kawasan kajian menunjukkan enapan Kuaterner yang menindih batu dasar metasedimen boleh dibahagikan kepada beberapa fasies iaitu lempung, lempung berpasir, pasir, pasir berlempung dan pasir berkerikil. Keratan rentas geologi yang dibuat di sepanjang timur-barat dan barat-laut-tenggara menunjukkan enapan Kuaterner adalah berbentuk satu lembangan yang tebal di bahagian tengah iaitu di perigi MW1 dan MW10. Ketebalan maksimum aluvium Kuaterner ialah 60 m dan ianya menipis pada arah timur dan tenggara dengan kedalaman di sekitar 58 dan 38 meter. Kualiti air bawah tanah di lembangan saliran Kuala Langat khususnya di kawasan kajian mempamerkan nilai jumlah pepejal terlarut (JPL) yang berjulat diantara 432 hingga 6934 ppm bagi sampel dari telaga cetek manakala bagi telaga dalam ialah dari 438 hingga 2396 ppm. Kandungan JPL berubah-ubah mengikut kawasan. Nilai-nilai ini mengkategorikan air bawah tanah di kawasan kajian sebagai kelompok air payau di mana Nasiman *et al.* (1996) mengelompokkan air tawar sebagai mengandungi kurang dari 100 ppm JPL dan 23000 ppm sebagai takat air masin. Nilai diantaranya mewakili air payau. Nilai kepekatan anion dan kation major yang telah dicerap dimasukkan kedalam rajah Piper (Rajah 2) dan sebagai hasilnya air bawah tanah telaga cetek dapat dibahagikan kepada beberapa fasies hidrokimia. Fasies 1 iaitu naterium bikarbonat diwakili oleh sampel MWS3

iaitu telaga yang jauh dari laut tetapi hampir dengan sungai. Oleh itu anion bikarbonat dipercayai berpunca dari air meteorit dan nateriumnya mungkin disumbangkan oleh air laut yang bercampur dengan air sungai terutama di kala air pasang. Fasies kedua ialah dari sampel yang paling hampir dengan tepi laut di mana kandungan natrium, sulfat dan kloridanya amat tinggi (>80%) jelas menunjukkan pengaruh air laut. Hasil analisis sampel yang diambil dari air telaga dibahagian dalam juga dimasukkan ke dalam rajah Piper yang hasilnya didapati hampir keseluruhan sampel digolongkan ke dalam fasies natrium klorida (MW2, MW3, MW5, MW7, MW8 & MW9) dan natrium bikarbonat (MW4, MW10, MW11, dan MW12). Selain dari memplotkan hasil analisis kimia air telaga ke dalam rajah Piper, taburan beberapa kation dan anion juga telah dipetakan. Rajah 3 menunjukkan peta taburan klorida. Dari peta taburan klorida, dapat dilihat sempadan air payau dan air tawar pada nilai 250 ppm (Haryono *et al.*, 1996). Survei pengimejan geoelektrik dan seismos biasan telah dilakukan dikeluruhan lubang gerudi untuk melihat struktur bawah permukaan dan taburan keberintangan air bawah tanah di kawasan di sekitarnya. Rajah 4 menunjukkan satu contoh



Rajah 3: Peta taburan kemasinan air tanah berdasarkan klorida (ppm).

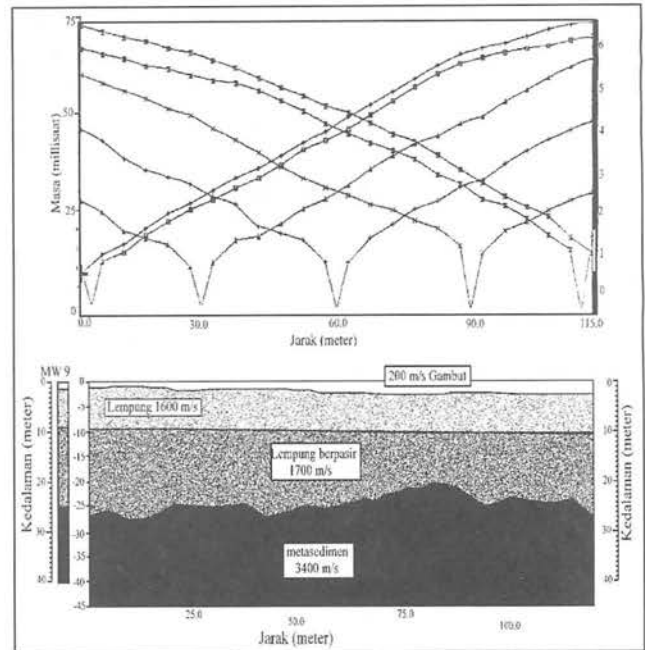


Rajah 4: Profil pengimejan keberintangan 2D dilokality MW12.

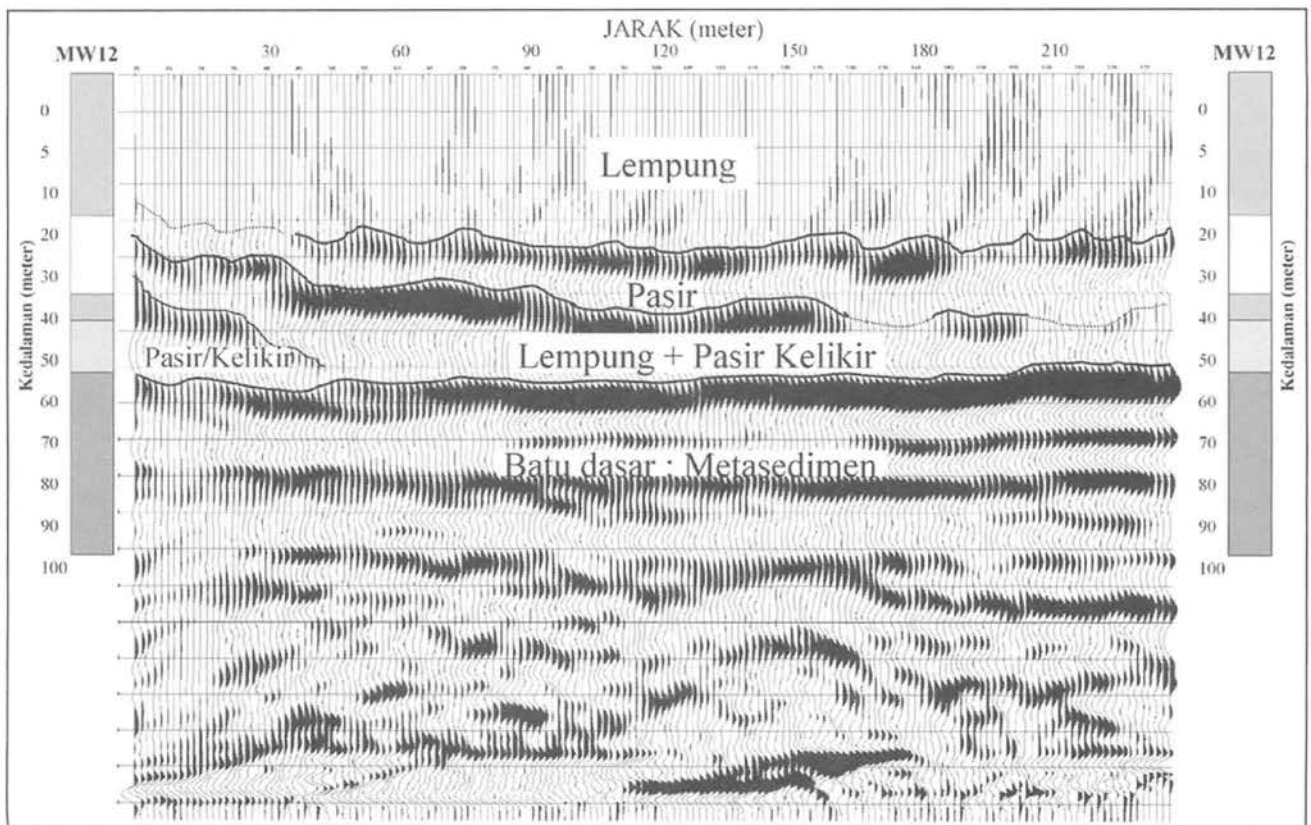
keratan rentas 2-D taburan keberintangan geoelektrik yang dilakukan berhampiran dengan lubang gerudi MW12. Rajah tersebut menunjukkan kawasan tersebut mempunyai julat air tawar, payau dan sedikit masin berdasarkan nilai keberintangan yang diperolehi. Rajah 5 pula adalah salah satu contoh profil seismos biasan yang dilakukan di lokaliti MW9 dengan jelas memperlihatkan struktur bawah permukaan di kebanyakan kawasan kajian. Tanah gambut, lempung, lempung berpasir dan metasedimen terluluhawa dicirikan oleh halaju gelombang P 200m/s, 1600m/s, 1700m/s dan 3400m/s. Di samping itu satu survei seismos pantulan telah dilakukan hanya di satu lokaliti di MW12 untuk melihat stratigrafi enapan Kuaterner yang menindih batu dasar metasedimen. Satu pantulan yang beramplitud besar yang mewakili permukaan batu dasar tersebut telah dapat dikesan pada kedalaman disekitar 50 m (Rajah 6).

**KESIMPULAN**

Integrasi teknik-teknik geofizik dan geokimia secara gabungan telah dapat memberikan satu gambaran secara umum tentang struktur bawah tanah dan ciri-ciri kandungan air yang terdapat diadalam. Air di kawasan kajian secara amnya terdiri dari air tawar dibahagian timur laut dan air payau dibahagian barat daya. Oleh kerana sempadan kedua jenis air tersebut selari dengan laut, ditambah lagi dengan tingginya kandungan unsur-unsur Na, K dan klorida, kehadiran zon air payau tersebut adalah dipercayai berasal dari intrusi air laut. Kajian survei keberintangan dapat



Rajah 5: Lengkung T-X dan profil seismos biasan dilokality MW9.



Rajah 6: Keratan seismos pantulan dilokality MW12.

memberikan taburan zon-zon air secara lebih terperinci pada kawasan yang lebih kecil disepanjang garis survei. Gambaran litologi kawasan kajian diperolehi dari data penggerudian setempat dan survei seismos.

## RUJUKAN

- Dahlin, T & Loke, M.H. 1997. Resolution of 2D Wenner resistivity imaging as assessed by numerical modelling. *Journal of Applied Geophysics* 38: 237-249.
- Haryono, Abdul Rahim Samsudin, Abdul Ghani Rafek & Nasiman Sapari. 1996. Analisis kemasinan air tanah akuifer kedua disepanjang pantai Kelantan Utara. *Prosiding Seminar Geologi & Sekitaran: Impak dan Pengauditan*. UKM, Bangi.
- King, R.F. 1992. High-resolution shallow seismology: History, principle and problems. *Quarterly Journal of Engineering Geology* 25:177-182.
- Nasiman Sapari & Mohd Nazan Awang. 1996. Alluvial aquifer in Selangor: A threatened water resource. *Prosiding Seminar Geologi & Sekitaran: Impak dan Pengauditan*. UKM, Bangi.
- Rashid Bachik. 1998. Krisis air Selangor: Penyiasatan dan Pembangunan sumber air tanah sebagai sumber air tambahan. Laporan Jabatan Penyiasatan Kajibumi GPH 03/98.
- Telford, W.M., Geldart, L.P. & Sherrif, R.E. 1990. *Applied Geophysics*, Second edition. New York, Cambridge University Press.