

Pencirian geofizik kejuruteraan batuan formasi Kenny Hill di cadangan tapak pembinaan MINT-Dengkil, Selangor D.E.

UMAR HAMZAH¹, MOHD TADZA ABDUL RAHMAN², RAHMAN YAACUP²
DAN ABDUL RAHIM SAMSUDIN¹

¹Program Geologi, Fakulti Sains dan Teknologi
Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 Bangi, Selangor

²Institut Penyelidikan Teknologi Nuklear Malaysia (MINT)
Bangi, Kajang, Selangor D.E.

Abstrak: Satu kajian geofizik kejuruteraan menggunakan teknik-teknik survei keberintangan geoelektrik menegak, pengimejan geoelektrik 2D dan seismos gelombang P-S telah dilakukan di tapak cadangan pembinaan MINT-Dengkil. Tujuan kajian adalah untuk mencirikan bahan-bahan subpermukaan berdasarkan nilai keberintangan dan halaju seismos serta mengkorelasikan data tersebut dengan log litologi dan indek ujian penusukan piawai. Kawasan kajian mempunyai keluasan 40 kilometer persegi terdiri daripada syal, sabak dan lodak formasi Kenny Hill. Survei geoelektrik menegak dan pengimejan 2D masing-masing menggunakan alat pengukur ABEM SAS300c dan SAS 4000 serta kabel dan multielektrod yang disusun mengikut tatacara Wenner dan Schlumberger. Survei-survei tersebut telah dilakukan berhampiran dengan 12 lubang gerudi dengan panjang maksimum kabel sebesar 200 meter. Survei seismos gelombang P juga telah dilakukan di setiap lubang gerudi manakala survei seismos gelombang S hanya dilakukan pada dua lubang gerudi sahaja. Kedua-dua survei seismos menggunakan tukul sebagai sumber tenaga gelombang seismos. Alat ABEM MK 3 dan 24 geofon 14 Hz telah digunakan sebagai perakam dan pengesan gelombang seismos. Pada amnya, halaju gelombang P bagi lapisan pertama yang terdiri daripada lodak berlempung ialah diantara 200-900 m/s manakala halaju gelombang S bagi lapisan tersebut ialah diantara 60-160 m/s. Halaju gelombang P bagi lapisan kedua yang terdiri daripada lodak berpasir ialah diantara 700-2,400 m/s manakala gelombang S ialah diantara 240-360 m/s. Halaju gelombang P mewakili lapisan ketiga yang terdiri daripada lodak bergravel keras ialah diantara 2,200-3,600 m/s. Halaju gelombang S mewakili lapisan ketiga tidak dapat dihitng. Hasil-hasil yang diperolehi telah dikorelasikan dengan log litologi dan indek ujian penusukan piawai bagi setiap lubang gerudi. Pada amnya sempadan diantara tanah penutup atau lempung dengan batuan metamorf terluluhawa dapat dicirikan dengan baik oleh kedua-dua survei ini tetapi sempadan diantara bahan terluluhawa dengan batuan dasar hanya dapat dicirikan oleh survei pengimejan sahaja. Ujian penusukan piawai memberikan bacaan indek $N = 50$ pada sempadan tanah-batuan terluluhawa bukan di sempadan batuan segar. Survei elektrik menegak mumpuratakan bacaan bagi metasedimen terluluhawa dengan batuan segar.

Abstract: An engineering geophysical survey using vertical geoelectrical resistivity sounding, 2D geoelectrical imaging and P-S seismic refraction techniques was carried out at a proposed development site at MINT-Dengkil. The aim of study was to characterize the subsurface materials based on geoelectrical resistivities and seismic velocities as well as to correlate these data with the lithologic logs and the standard penetration test index. The study area is about 40 km², consisting of shale, slate and siltstones of the Kenny Hill Formation. ABEM SAS300C and ABEM SAS4000 resistivity meters, multicore cables and 40 steel electrodes were used in the vertical geoelectrical sounding and 2D geoelectrical imaging surveys. The electrode arrangements follows Wenner and Schlumberger configuration in the electrical surveys. All surveys were carried out close to 12 boreholes with a maximum cable length of about 200 metres. P-wave seismic surveys were carried out at all boreholes while S-wave seismic surveys were carried out at only two boreholes. Both surveys used ABEM MK 3 and 24-14 Hz geophones to record and detect the seismic waves. P-wave velocities representing first layer consisting of silty clay are in between 200-900 m/s while S-wave velocities for this layer are in between 60-160 m/s. P-wave velocities for the second layer consisting of sandy silt are in between 700-2,400 m/s while velocities for the S-wave are in between 240-360 m/s. For the hard silt and gravel third layer the P-wave velocities are in between 2,200-3,600 m/s. S-wave velocities for the third layer could not be detected. Results for each borehole was correlated with the lithologic log and the standard penetration test index. In general the boundary of clay and weathered metasediment was well characterized by these two surveys but the boundary of weathered and fresh metasediment could only be characterized by electrical imaging survey. The standard penetration test gives a maximum value of $N = 50$ at the soil-weathered metasediment boundary but not at the weathered-fresh metasediment boundary. The vertical geoelectrical sounding survey averages out the resistivities of fresh and weathered metasedimentary rock.

PENDAHULUAN

Kajian geologi subpermukaan menggunakan teknik keberintangan geoelektrik dengan bantuan data lubang gerudi samaada untuk kegunaan dalam geologi kejuruteraan, hidrogeologi dan sekitaran sudah menjadi satu rutin dan banyak sekali dilaporkan. Ibe & Uzoukwu (2001) dan Tizro (2002) adalah diantara contoh pengkaji geologi dan hidrogeologi menggunakan teknik keberintangan khususnya untuk mencari air tanah. Sementara itu Nordin & Alphonse (2000) dan Abdul Rahim Samsudin & Ngoo (2001) telah menggunakan pengimejan geoelektrik 2D dalam kajian mereka untuk mencirikan batuan secara kejuruteraan manakala survei seismos gelombang P dan S sudah lama digunakan dalam geologi kejuruteraan terutama untuk mencirikan petanda gred mutu batuan dengan sifat halaju gelombang tersebut (Sjogren *et al.*, 1979). Lim & Jones (1982) telah mengulas mengenai aspek penggunaan teknik seismos biasan dalam projek-projek kejuruteraan di Malaysia. Sjogren *et al.* (1979) telah mengkorelasikan halaju seismos dengan kualiti jasad batuan. Kong (2001) telah mencirikan batu pasir Kumpulan Tembeling dengan menggunakan survei seismos gelombang P dan S. Kertas kerja ini melaporkan beberapa hasil kajian yang telah dilakukan untuk mencirikan batuan metasedimen terluluhawa formasi Kenny Hill yang terletak di Dengkil, Selangor. Teknik yang digunakan ialah survei seismos gelombang P dan S, survei keberintangan duga dalam geoelektrik menegak dan survei keberintangan geoelektrik 2D. Survei telah dilakukan dikawasan seluas hampir 40 kilometer persegi (Rajah 1) yang telah pun dikaji secara kejuruteraan terutama dari aspek perubahan kekerasan batuan dengan kedalaman iaitu ujian penusukan piawai dalam lubang gerudi. Bagi kajian kejuruteraan, sebanyak 12 lubang gerudi telah digali dan paras air bawah tanah juga telah direkodkan semasa penggerudian. Kebanyakan survei geofizik telah dilakukan di lokasi lubang gerudi. Hasil akhir adalah merupakan pencirian seismos dan keberintangan yang mewakili stratigrafi di sekitar kawasan lubang gerudi. Halaju gelombang P dan S digunakan untuk menghitung Modulus Kenyal dan Nisbah Poisson iaitu petanda kekerasan batuan metasedimen tersebut.

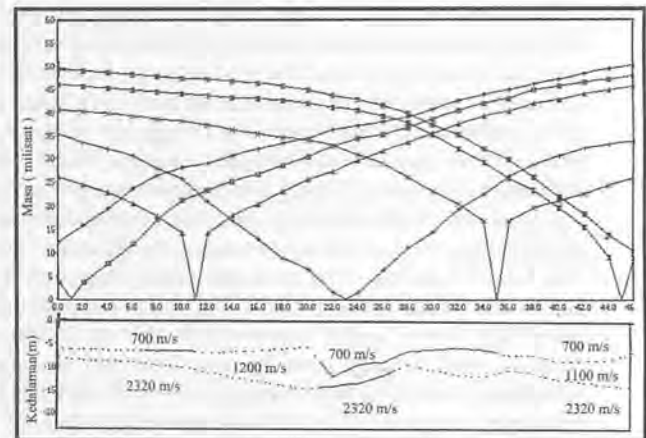
BAHAN DAN KAEDAH

Formasi Kenny Hill pada amnya terdiri daripada jujukan selang lapis syal, batu lodak dan batu pasir yang merupakan batuan metasedimen atau batuan sedimen yang telah mengalami metamorfisme sehingga kepada fasies skis hijau dan argilit (Mustafar, 1980). Usia formasi ini ialah Plaeozoik Akhir iaitu Karbon. Formasi ini terletak di atas Batu Kapur Kuala Lumpur. Batuan formasi ini diendapkan disekitaran laut cetek hingga sederhana dalam.

Survei seismos menggunakan punca gelombang P dan S telah dilakukan pada beberapa lubang gerudi bersama-sama survei keberintangan geoelektrik. Ofset dan jarak geofon adalah diantara 5-10 meter manakala tukul baji 5

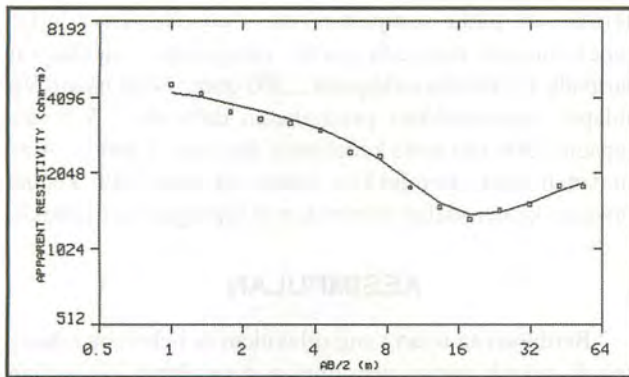


Rajah 1. Peta kawasan kajian.

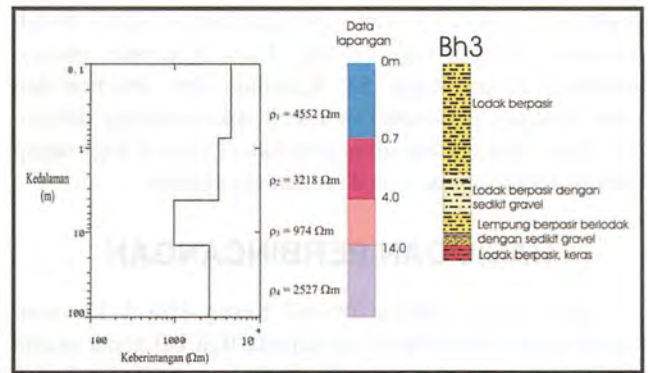


Rajah 2. Contoh data seismos lapangan dan pentafsiran.

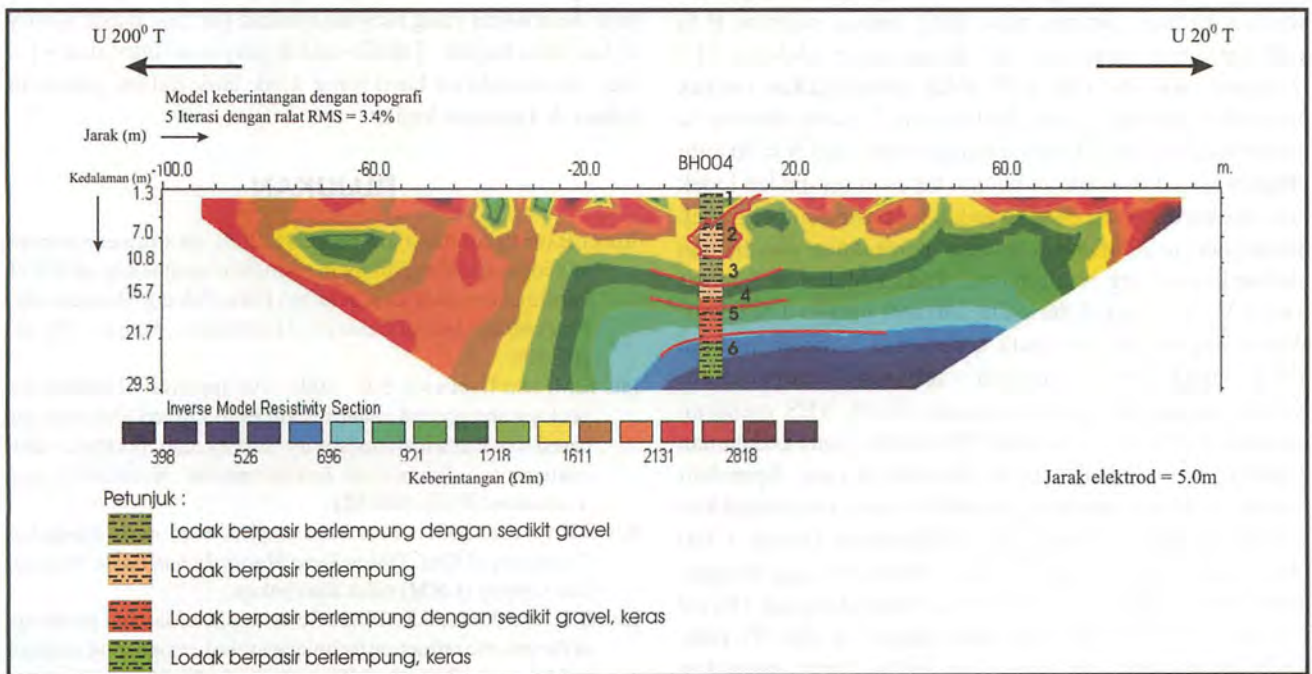
kilogram yang dihentak keatas keping besi leper dan keping berbentuk H merupakan sumber tenaga gelombang seismos yang dihasilkan. Punca gelombang seismos diberikan pada 7 kedudukan di sepanjang garis survei mengikut teknik Salingan (Reciprocal technique). Contoh data mentah plot masa-jarak dan profil halaju-kedalaman adalah seperti yang diberikan dalam Rajah 2. Survei keberintangan duga dalam geoelektrik menegak dijalankan di setiap lubang gerudi. Teknik susunatur elektrod yang digunakan ialah Schlumberger dengan panjang maksimum elektrod ialah 200 meter. Peralatan yang digunakan ialah elektrod keluli, kabel dan alat ABEM SAS 300C. Data diproses secara inversi untuk mendapatkan model geologi dan nilai keberintangan geoelektrik sebenar. Rajah 3 menunjukkan contoh data lapangan, manakala Rajah 4 menunjukkan peralihan keberintangan dengan kedalaman sebagai hasil akhir pemrosesan. Pengimejan geoelektrik 2D juga dilakukan pada beberapa lubang gerudi dengan menggunakan susunatur Wenner S32X dan 40 batang elektrod yang dihubungkan dengan 2 kabel multiteras. Teknik ini menggunakan sistem LUND dengan alat SAS4000 dan sistem pemilih elektrod automatik menggunakan perisian komputer ES464. Hasil akhir merupakan keratan rentas pseudo kontur keberintangan



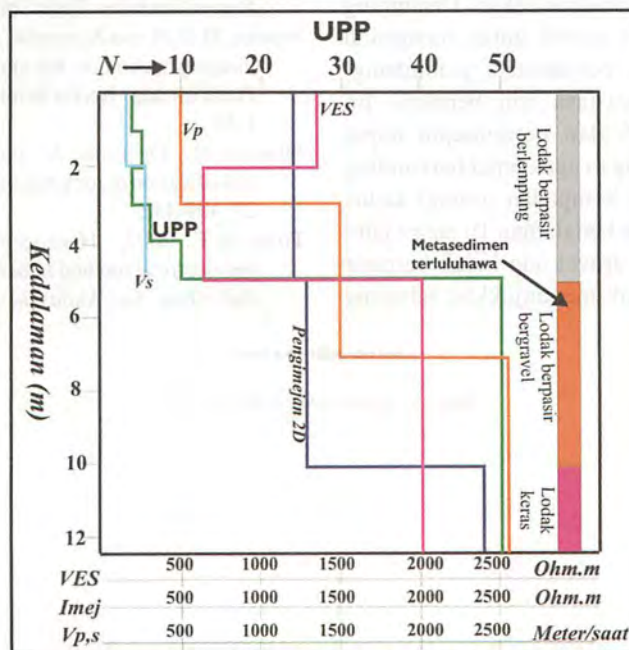
Rajah 3. Contoh data keberintangan menegak (VES).



Rajah 4. Model kedalaman-keberintangan dan korelasi data lubang gerudi Bh3.



Rajah 5. Model sosangan dan korelasi dengan lubang gerudi BH4.



Rajah 6. Korelasi di antara log litologi, UPP, VES, pengimejan elektrik 2D dan Vp-Vs.

geoelektrik sebenar dengan kedalaman yang boleh dibanding dengan log litologi. Contoh keratan pseudo diberikan dalam Rajah 5. Kesemua data seismos dan keberintangan digabungkan untuk dikorelasikan dengan maklumat litologi dan ujian penusukan piawai bagi setiap lubang gerudi untuk dicirikan dan ditafsirkan.

HASIL DAN PERBINCANGAN

Bahan metasedimen formasi Kenny Hill di kawasan kajian dapat dikelompokkan kepada tiga bahagian utama iaitu lodak berpasir, lodak berpasir bergravel dan lodak berpasir keras secara litologi. Rajah 6 menunjukkan contoh pentafsiran pada lubang gerudi BH1 yang menunjukkan korelasi litologi dengan nilai UPP, halaju seismos P-S, keberintangan menegak dan pengimejan elektrik 2D. Daripada rajah ini, nilai UPP tidak menunjukkan banyak perubahan sehingga pada kedalaman 5 meter dimana ia menunjukkan peningkatan sehingga mencapai $N = 50$ iaitu petanda kepada kehadiran batuan keras di sempadan lodak berpasir berlempung dengan lodak berpasir dan bergravel. Sempadan ini ditafsirkan sebagai permukaan atas batuan metasedimen yang terluluhawa. Pada kedalaman 3 meter halaju V_p meningkat daripada 500 m/s hingga 1,500 m/s. Walau bagaimana pun pada kedalaman 3 meter ini nilai VES tidak menunjukkan sebarang perubahan. Keberintangan geoelektrik dengan teknik VES menurun daripada 1,400 ohm.m kepada 700 ohm.m. pada kedalaman 2 meter. Nilai keberintangan geoelektrik yang diperolehi melalui survei pengimejan geoelektrik hanya menunjukkan sedikit peningkatan iaitu dari 1,200 ohm.m kepada 1,300 ohm.m pada kedalaman 5 meter. Halaju V_s juga didapati meningkat tetapi pada kedalaman 2 meter daripada 162 m/s kepada 355 m/s. Peningkatan halaju V_p dan V_s pada kedalaman yang berbeza dan tidak sama mungkin disebabkan oleh ralat semasa menghasilkan punca tenaga gelombang S yang boleh dikatakan agak sukar. Disamping itu punca ralat yang lain adalah teknik untuk mengenali gelombang S yang melibatkan pertindanan gelombang-gelombang di setiap geofon pada fasa yang berbeza. Ini menunjukkan nilai UPP, VES dan pengimejan dapat mengesan sempadan litologi dengan agak tepat berbanding dengan teknik survei seismos. Sempadan litologi kedua pada lubang gerudi ini ialah pada kedalaman 10 meter iaitu diantara lodak berpasir dengan gravel dan lodak berpasir keras. Nilai UPP dan VES tidak menunjukkan sebarang

perubahan pada sempadan ini. Dibalikannya nilai keberintangan daripada survei pengimejan meningkat daripada 1,200 ohm.m kepada 2,300 ohm. Nilai halaju V_p didapati menunjukkan peningkatan daripada 1,500 m/s kepada 2,500 m/s pada kedalaman disekitar 7 meter. Aras air tanah tidak ditunjukkan dalam rakaman UPP kerana kawasan kajian adalah merupakan di sepanjang cerun bukit.

KESIMPULAN

Berdasarkan ujian yang dilakukan di beberapa lubang gerudi, teknik survei pengimejan geoelektrik 2D adalah merupakan teknik yang terbaik untuk mengesan sempadan litologi diantara bahan berlempung, berpasir-gravel dan batu dasar keras yang mewakili bahan formasi Bukit Kenny di kawasan kajian. Teknik-teknik survei seismos dan VES juga menunjukkan hasil yang agak baik dalam pencirian bahan di kawasan kajian.

RUJUKAN

- ABDUL RAHIM SAMSUDIN AND NGOO, C.N., 2001. *In-situ* measurement of geoelectrical resistivity in relation to weathering profile of a sedimentary rock mass at Lubuk Paku, Pahang: A case study. *Proceedings Annual Geological Conference, Pangkor, Perak*, 205-208.
- IBE, K.M. AND UZOURWU, S.C., 2001. An appraisal of subsurface geology and ground water resources of Owerri and environs based on electrical resistivity survey and borehole data evaluation. *Journal of Environmental Monitoring and Assessment* 70(3), 303-321.
- KONG KIT YEE, 2001. *Pencirian geofizik batu pasir kumpulan Tembeling di Km1.5 jalan Raya Maran-Lubuk Paku, Pahang*. Tesis SmSn (UKM) tidak diterbitkan.
- LIM, B.K. AND JONES, S.J., 1982. Some applications and problems of the seismic refraction technique in civil engineering projects in Malaysia. *Bull. Geol. Soc. Malaysia* 15, 95-121.
- MUSTAFAR HANZAH, 1980. *Geologi kawasan Salak-Labu, Selangor-Negeri Sembilan*. Tesis SmSn (kep) UKM (Tidak diterbitkan).
- NORDIN, M.N.M AND ALPHONSE, A., 2000. Mapping boulders using imaging technique for site investigation in sungai Nibong, Pulau Pinang. Kertas Seminar Persatuan Geologi Malaysia 4, 1-10.
- SJORGEN, B., OFSTHUS, A. AND SANDBERG, J., 1979. Seismic classification of rock mass qualities. *Geophysical Prospecting* 27, 409-442.
- TIZRO, A.T., 2002. Hydrogeological investigations by surface geoelectrical method in hard-rock formation — a case study. *Bull. Geol. Soc. Malaysia* 45, 37-41.