

## Pencirian geologi kejuruteraan dan geofizik batuan formasi Kenny Hill di tapak Kamsis H, Universiti Kebangsaan Malaysia

### Engineering geological and geophysical characterization of rocks of the Kenny Hill formation at Kamsis H, Universiti Kebangsaan Malaysia

LAKAM ANAK MEJUS<sup>1</sup>, ABDUL GHANI RAFEK<sup>2</sup>, ABDUL RAHIM SAMSUDIN<sup>2</sup>,  
UMAR HAMZAH<sup>2</sup> DAN RAHMAN YACCUP<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut Penyelidikan Tenaga Nuklear Malaysia (MINT)  
Bangi, 43000 Kajang, Malaysia

<sup>2</sup>Program Geologi, Pusat Pengajian Sains Sekitaran dan Sumber Alam  
FST, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 Bangi, Selangor, Malaysia

**Abstrak:** Penyiasatan bawah tanah adalah sesebuah peringkat kajian yang penting dalam menentukan kesesuaian sesuatu kawasan yang akan dibangunkan. Satu kajian pencirian jasad batuan formasi Kenny Hill yang menggabungkan kaedah geofizik dan geologi kejuruteraan telah dijalankan pada dua buah potongan cerun pada batuan filit, batuan kuarzit dan selang-lapis batuan filit dan kuarzit di tapak Kamsis H, Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM). Kaedah geofizik yang digunakan adalah survei seismos biasan dan survei keberintangan geoelektrik, manakala kaedah geologi kejuruteraan melibatkan survei profil luluhawa. Berdasarkan data survei seismos biasan, empat lapisan dapat dikesan; lapisan pertama (penutup bumi) mempunyai nilai halaju sebenar gelombang P ( $V_p$ ) yang berjulat antara 180 m/s-920 m/s, dengan kedalaman <1.5 m. Lapisan kedua mempunyai nilai  $V_p$  berjulat antara 510 m/s-1,280 m/s, pada kedalamannya di antara 0.5-4.0 m. Bagi lapisan ketiga nilai  $V_p$  ialah di antara 1,020 m/s-1,940 m/s pada kedalamannya di antara 3.0 m-11.0 m manakala lapisan keempat mempunyai  $V_p$  berjulat di antara 1,860 m/s-3,150 m/s. Berdasarkan nilai halaju sebenar gelombang P ( $V_p$ ) yang diperolehi, terdapatnya perbezaan yang jelas antara batuan filit dan kuarzit dengan nilai 1,800 m/s-2,500 m/s untuk batuan filit dan 2,500 m/s-3,200 m/s untuk batuan kuarzit. Bagi survei keberintangan geoelektrik, terdapat tiga zon keberintangan yang utama iaitu zon berkeberintangan rendah berjulat 20 Wm-1,000 Wm, zon berkeberintangan sederhana berjulat antara 1,000 Wm-3,500 Wm dan zon berkeberintangan tinggi iaitu >3,500 Wm. Daripada kajian profil luluhawa, enam gred luluhawa daripada gred I hingga gred VI telah dapat dikelaskan dan dipetakan. Pengredan luluhawa ini dapat dibandingkan dan dikorelasikan dengan parameter geofizik.

**Abstract:** Investigation of the subsurface conditions is one of the important factors that is needed for the determination of the suitability of an area for development. A study to characterize the Kenny Hill formation was conducted by using geophysical and engineering geological methods at two different slope cuts at Kamsis H, Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM). The lithologies consist of phyllite, quartzite and interbedded phyllite and quartzite. The geophysical methods employed were seismic refraction and geoelectrical resistivity surveys. Engineering geological survey of the weathering profile was carried out. Based on the seismic refraction surveys, four subsurface layers have been determined. Each of the layers are characterized by different true P-wave velocities,  $V_p$ , that ranges from 180 m/s to 920 m/s for the first layer, 510 m/s to 1,280 m/s for the second layer, 1,020 m/s to 1,940 m/s for the third layer and 1,860 m/s to 3,150 m/s for the fourth layer. The thicknesses of each of these layers were determined as <1.5 m, 0.5-4.0 m and 3.0-11.0 m. Based on the distribution of true P-wave velocities, phyllite and quartzite have distinctly different true P-wave velocities,  $V_p$ , that are 1,800 m/s to 2,500 m/s for phyllite and 2,500 m/s to 3,200 m/s for quartzite. Geoelectrical resistivity results show three main zones of different specific geoelectrical resistivities ranging from 20 Wm-1,000 Wm, 1,000 Wm-3,500 Wm and >3,500 Wm. From the weathering profile, six weathering grades from grade I to grade VI were classified and mapped. Each of the weathered layers can be correlated with the geophysical parameters.

## PENDAHULUAN

Kajian telah dijalankan pada dua buah potongan cerun yang berbeza dimana cerun potongan 1 didominasi oleh batuan filit dan cerun potongan 2 yang didominasi oleh batuan kuarzit. Kajian profil luluhawa dijalankan pada jasad batuan yang belum mengalami proses pengangkutan dan berada dalam keadaan asalnya, iaitu dikatakan berada

dalam keadaan *insitu*. Dalam satu zon profil luluhawa yang kompleks berlaku perubahan secara beransur-ansur bermula daripada lapisan penutup bumi hinggalah lapisan yang lebih dalam yang dianggap sebagai batuan dasar.

Memandangkan tapak Kamsis H, kampus UKM merupakan tapak yang akan dibangunkan iaitu kerja-kerja pembinaan dilakukan secara berperingkat bermula dengan kerja penyiasatan tapak, pembersihan tapak, pemotongan

cerun dan tambakan dan akhir sekali pembinaan bangunan, penulis dapat menggunakan maklumat-maklumat yang diperolehi daripada setiap peringkat penyiasatan tapak dan kajian lapangan dan membandingkannya dengan apa yang dicerap sebelum dan selepas proses pembersihan dan pemotongan cerun untuk mendapatkan maklumat bahan batuan dan keadaan struktur jasad batuan dengan lebih terperinci (Lakam, 2002; Metro Bina, 1999). Peta taburan litologi di kawasan kajian ditunjukkan dalam Rajah 1 yang berdasarkan cerapan di lapangan dan kajian pengkaji terdahulu (Tjia, 1976).

Kajian ini memberikan penekanan terhadap pencirian jasad batuan berselang-lapis filit dan kuarzit kerana sebahagian besar pembinaan dilakukan pada kawasan berlitologi ini. Bagi mencapai matlamat ini beberapa objektif telah disarankan antaranya adalah mendapatkan parameter geofizik jasad batuan seperti halaju sebenar gelombang P ( $V_p$ ) dan pengimejan keberintangan geoelektrik lapisan bawah tanah, menentukan struktur bawah permukaan terutamanya peralihan dan kedudukan batuan dasar, membuat pemetaan profil luluhawa dan melakukan perbandingan antara maklumat-maklumat yang diperolehi.

## BAHAN DAN KAEDAH

Pemetaan profil luluhawa dilakukan berdasarkan cerapan lapangan pada potongan cerun tersebut dan berlandaskan garis panduan oleh Ibrahim Komoo & Mogana (1988) dan Jasni Yaakub (1990) yang memberi tumpuan pengelasan dan pencirian profil luluhawa batuan metasedimen serta cadangan *International Society of Rock Mechanics, ISRM* (Brown, 1981) bagi pengelasan gred luluhawa.

Survei pengimejan geoelektrik dijalankan dengan menggunakan Terrameter ABEM SAS300C dan sistem pemilih elektrod LUND ES464 yang disambungkan kepada 80 batang elektrod sama jarak yang tersusun dalam satu garisan lurus dengan menggunakan kabel multikor LUND. Data yang diperolehi diproses dan ditafsir dengan

menggunakan perisian RES2DINV (Loke & Barker, 1995).

Kaedah seismos biasan dilakukan bagi melihat perubahan halaju purata gelombang P bahan secara mendatar (Abdul Rahim Samsudin, 1990). Data diproses dan ditafsir dengan menggunakan perisian BIASAN.EXE.

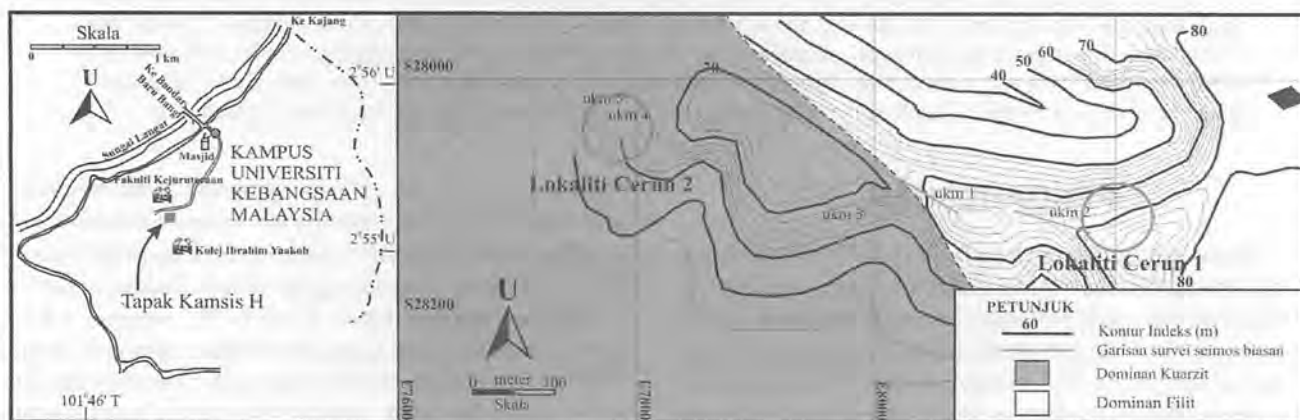
## KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Kajian pengimejan keberintangan geoelektrik dilakukan pada keadaan matahari panas dan kering serta tiada gangguan air larian. Secara umumnya, daripada model songsangan, nilai keberintangan yang diperolehi mempunyai julat nilai keberintangan yang luas dan boleh dibahagikan kepada 3 zon nilai keberintangan yang utama iaitu zon berkeberintangan rendah ber julat antara 20 Wm-1,000 Wm, zon berkeberintangan sederhana ber julat antara 1,000 Wm-3,500 Wm dan zon berkeberintangan tinggi iaitu > 3,500 Wm.

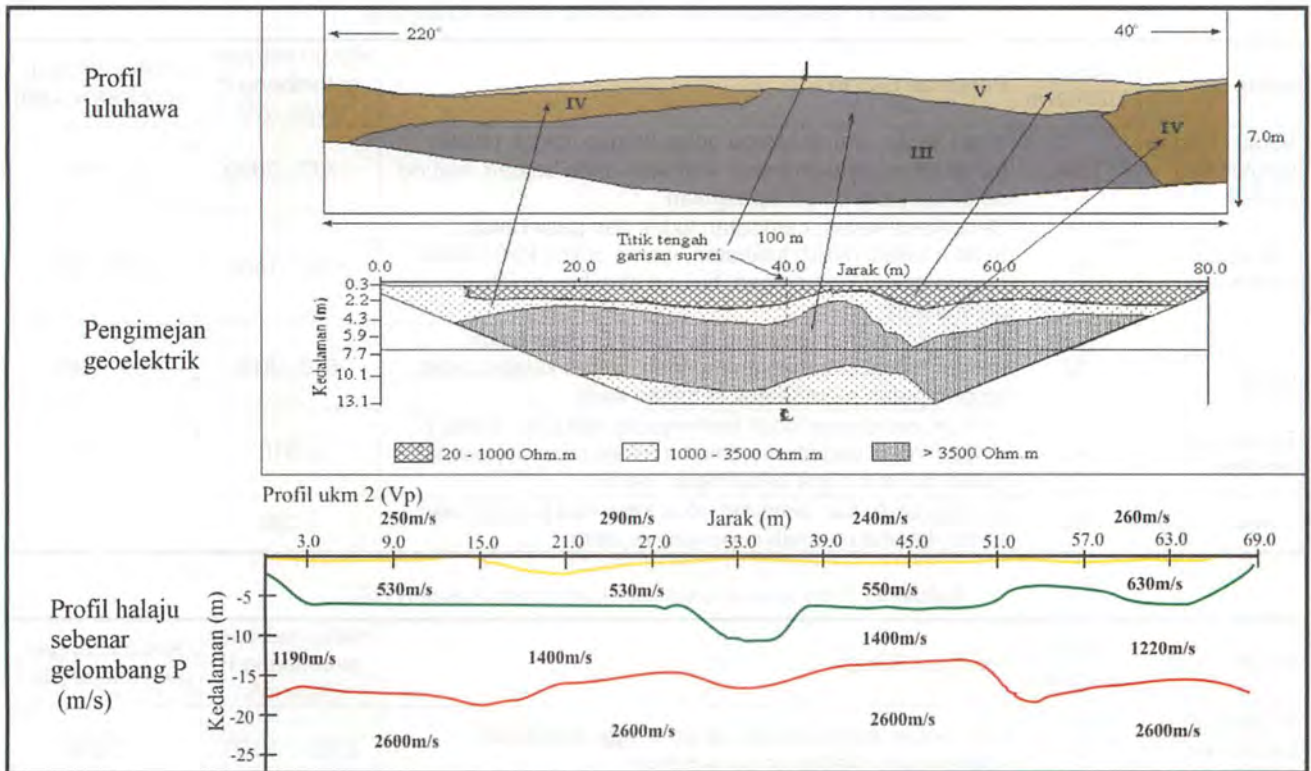
Pada kedua-dua cerun potongan didapati bahan batuan yang terluluhawa sedikit (gred II) dicirikan oleh nilai keberintangan spesifik yang tinggi (>3,500 Wm). Bahan batuan yang lemah atau terluluhawa tinggi (gred IV) dicirikan oleh nilai keberintangan spesifik yang rendah (20 Wm-1,000 Wm). Hasil daripada perbandingan yang dibuat, gred luluhawa yang berbeza dapat ditentukan dengan kaedah pengimejan geoelektrik (Rajah 2 dan 3).

Walaupun bagaimanapun masalah timbul dalam pengesanan lapisan batuan yang berlapis nipis dan yang terlipat agak rencam. Ini menyukarkan kaedah pengimejan keberintangan membuat satu keratan pseudo yang boleh menggambarkan keadaan tersebut. Satu lagi perkara yang harus diberi perhatian adalah ketidakhomogenan peluluhawaan. Profil luluhawa yang dilakukan menunjukkan taburan peluluhawaan seperti yang ditemui di permukaan singkapan.

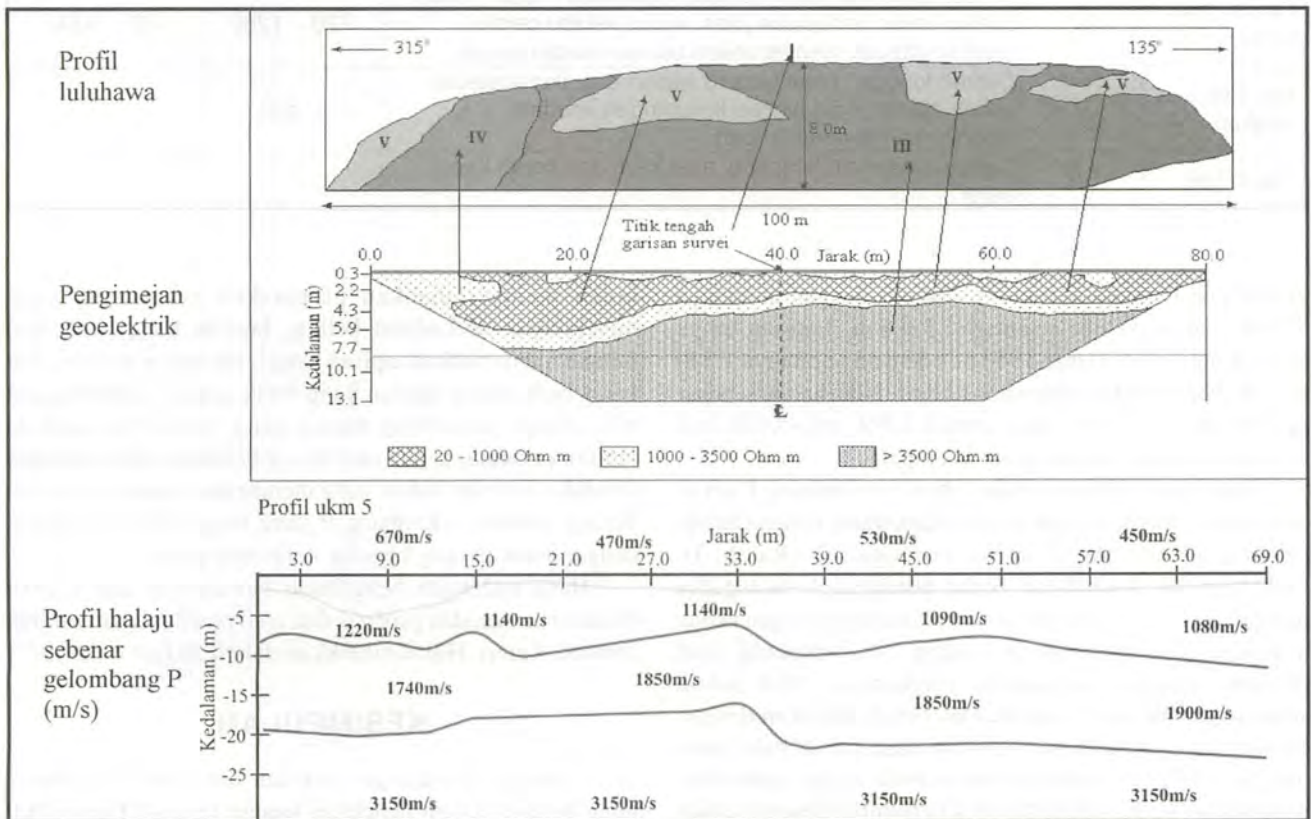
Secara keseluruhannya hasil kajian seismos, kawasan kajian dibahagikan kepada empat lapisan dengan lapisan pertama mempunyai halaju sebenar gelombang P ( $V_p$ ) yang ber julat antara 180 m/s-920 m/s dengan puratanya 390 m/s. Lapisan kedua pula mempunyai julat halaju sebenar



Rajah 1. Peta menunjukkan litologi dan kedudukan cerun kajian.



Rajah 2. Perbandingan profil antara kaedah geofizik dan profil luluhawa cerun potongan 1.



Rajah 3. Perbandingan profil antara kaedah geofizik dan profil luluhawa cerun potongan 2.

**Jadual 1.** Pengelasan umum batuan filit formasi Kenny Hill.

Istilah	Gred Luluhawa	Pencirian Bahan	Halaju sebenar gelombang P (Vp), m/s	Keberintangan geoelektrik ( $\Omega\text{m}$ )
Segar hingga terluluhawa sedikit	I & II	Amat keras, warna kelabu gelap hingga coklat, tekstur foliasi jelas, retakan minor kelihatan pada batuan, hujung serpihan tidak boleh dipatahkan	1860 - 2600	> 3500
Terluluhawa sederhana	III	Sederhana keras, campuran lodak dan pasir halus, tekstur foliasi masih kelihatan, warna coklat kemerahan hingga coklat kekuningan, hujung serpihan boleh dipatahkan	1020 - 1400	1000 - 3500
Terluluhawa tinggi	IV	Keras, campuran lempung dan pasir bersaiz halus, tekstur foliasi sebahagian musnah, warna kelabu cerah, mudah patah membentuk serpihan kecil	510 - 810	20 - 1000
Terluluhawa lengkap	V	Lemah, campuran lodak berlempung dan pasir bersaiz halus hingga sederhana, tekstur foliasi musnah, warna coklat cerah hingga kekuningan, peroi	$\leq 510$	-
Tanah baki	VI	Campuran bahan lempung, akar kayu dan butiran pasir kasar, tekstur musnah sepenuhnya, peroi	$\leq 390$	-

**Jadual 2.** Pengelasan umum batuan kuarzit formasi Kenny Hill.

Istilah	Gred Luluhawa	Pencirian Bahan	Halaju sebenar gelombang P (Vp), m/s	Keberintangan geoelektrik ( $\Omega\text{m}$ )
Segar hingga terluluhawa sedikit	I & II	Amat keras, warna kelabu cerah hingga keputihan, retakan minor kelihatan pada batuan	2750 - 3150	> 3500
Terluluhawa sederhana	III	Sederhana keras, campuran pasir dan kelikir, kelihatan tekstur seakan-akan perlapisan yang sangat jelas, warna kelabu kemerahan hingga coklat kekuningan, retakan jelas tapi batuan masih keras	1400 - 1940	1000 - 3500
Terluluhawa tinggi	IV	Keras, campuran pasir bersaiz sederhana - kasar, tekstur seakan-akan perlapisan jelas, warna kelabu cerah, retakan banyak menyebabkan batuan mudah pecah	720 - 1280	20 - 1000
Terluluhawa lengkap	V	Butiran longgar, pasir bersaiz sederhana, tiada tekstur, warna coklat cerah hingga kekuningan, mudah dihancurkan dengan tangan	$\leq 600$	-
Tanah baki	VI	Campuran bahan lempung, akar kayu dan kelikir kasar, peroi	-	-

gelombang P antara 510 m/s-1,280 m/s dengan puratanya 870 m/s dan berketebalan antara 1.5-8.8 m. Lapisan ketiga berjulat antara 1,020 m/s-1940 m/s dengan puratanya 1,540 m/s dan berketebalan antara 0.9-12.8 m. Nilai halaju sebenar gelombang P dengan julat antara 1,860 m/s-3,150 m/s diperolehi untuk lapisan yang keempat.

Dapat diperhatikan halaju sebenar gelombang P cerun potongan 1 (Rajah 2) lebih rendah berbanding dengan halaju sebenar gelombang P cerun potongan 2 (Rajah 3). Perbezaan ini disebabkan cerun potongan 1 litologinya didominasi oleh batuan filit manakala cerun potongan kedua didominasi oleh batuan kuarzit. Ini disokong oleh cerapan lapangan permukaan singkapan. Julat halaju sebenar gelombang P yang rendah boleh dikaitkan dengan batuan yang terluluhawa lengkap atau tanah baki yang longgar dan terdiri daripada lapisan humus yang agak tebal, cirian bahan terdiri daripada lodak berlumpur dengan sedikit butiran pasir, kelikir dan akar kayu dengan ketebalannya sekitar 0.5 m-1.2 m dan boleh dikelaskan dalam gred V dan VI. Keadaan lapisan atas yang longgar dan kurang tumpat

boleh memperlambatkan pergerakan gelombang yang melaluinya. Kehadiran kelikir, lapisan yang padat dan tumpat menyebabkan lapisan yang lebih dalam adalah lebih keras berbanding lapisan yang lebih cetek. Kepelbagaian nilai halaju gelombang biasa yang diperolehi daripada lapisan pertama, kedua dan ketiga boleh dikaitkan dengan ketidakisotropian bahan yang membentuk lapisan tersebut. Halaju sebenar gelombang P yang tinggi boleh dikaitkan dengan batuan yang bersifat keras dan padat.

Hasil cadangan pengelasan batuan filit dan kuarzit berdasarkan kaedah geofizik dan gred profil luluhawa untuk formasi Kenny Hill ditunjukkan dalam Jadual 1 dan 2.

## KESIMPULAN

Gabungan kaedah geofizik dan survei profil luluhawa telah berjaya dalam pencirian batuan formasi Kenny Hill terutamanya batuan yang boleh dikategorikan sebagai batuan metamorf lemah. Pencirian batuan metamorf yang dikemukakan oleh penulis meliputi gred luluhawa I, II, III,

IV, V dan VI. Bahan yang berbeza gred luluhawa dan litologi dapat dipetakan dengan gabungan kedua-dua kaedah ini.

### PENGHARGAAN

Setinggi-tinggi penghargaan kepada semua pihak yang terlibat secara langsung dan tidak langsung dalam kajian ini terutamanya kumpulan geofizik UKM dan pihak Kementerian Sains, Teknologi dan Alam Sekitar atas bantuan kewangan melalui peruntukan IRPA 02-02-02-0010. Jutaan terima kasih juga diberikan kepada En. Mohd Azmi dan En. Mohd Hafizal Zahir yang banyak membantu, memberi pandangan dan menyumbangkan ilmu semasa di lapangan dan perbincangan serta pembantu makmal Tuan Haji Tajul Arus Othman yang banyak membantu semasa di lapangan.

### RUJUKAN

- ABDUL RAHIM SAMSUDIN, 1990. *Geofizik: Konsep dan Penggunaan*. Kuala Lumpur, Dewan Bahasa dan Pustaka.
- BROWN, E.T., 1981. *Rock Characterization Testing and Monitoring: ISRM Suggested Methods*. Great Britain, Pergamon Press Ltd.
- IBRAHIM KOMOO AND MOGANA, S.N., 1988. Physical characterization of weathering profile of clastic metasediments in Peninsular Malaysia. *Proc. 2nd. Int. Cong. Geomech. In Tropical Soil. Singapore, 1*, 37-42.
- INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ENGINEERING GEOLOGY, 1981. Rock and soil description for engineering geological mapping. *Bull. Int. Assoc. Eng. Geol.* 24, 235-274.
- JASNI YAAKUB, 1990. *Teknik penentuan sifat kejuruteraan batuan metasedimen klastik terluluhawa dan pengelasan*. Tesis Sarjana Sains, Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi (tidak diterbitkan).
- LAKAM ANAK MEJUS, 2002. *Pencirian Batuan formasi Kenny Hill di Tapak Kamsis H, Universiti Kebangsaan Malaysia dengan Kaedah Geofizik dan Geologi Kejuruteraan*. Tesis Sarjana Sains, Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi (tidak diterbitkan).
- LOKE, M.H. AND BARKER, R.D., 1995. Least-Squares Deconvolution of Apparent Resistivity Pseudosections. *Geophysics*, 60, 1682-1690.
- METRO BINA SDN. BHD., 1999. *Kerja-kerja penyiasatan tanah untuk Penswastan Kamsis H, Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi*. Laporan disediakan untuk Pusat Kejuruteraan Termaju (tidak diterbitkan).
- TJIA, H.D., 1976. Overtuned structure in Kenny Hill Formation. *Warta Geology* 2(4), 63-64.

---

Manuscript received 14 February 2003