

# Sifat geologi kejuruteraan batuan kuarzit di Bangi Golf Resort, Bandar Baru Bangi, Selangor D.E.

(Engineering geological characterisation of a quartzite at Bangi Golf  
Resort, Bandar Baru Bangi, Selangor D.E.)

ABDUL GHANI RAFEK, SITI RASHIDAH MOHD RASID & ABDUL RAHIM SAMSUDIN

Program Geologi  
Pusat Pengajian Sains Sekitaran dan Sumber Alam  
Fakulti Sains dan Teknologi  
Universiti Kebaangsaan Malaysia  
43600 Bangi, Selangor.

**Abstrak:** Gabungan tiga ujian indeks, iaitu ujian pantulan tukul Schmidt, ujian indeks beban titik dan ujian penetrometer poket dapat membezakan bahan batuan kuarzit dengan gred luluhawa yang berbeza di kawasan Bangi Golf Resort, Bandar Baru Bangi, Selangor D.E. Kuarzit yang segar atau gred I yang berwarna keputihan cerah, mempunyai nilai pantulan tukul Schmidt di antara 22 hingga 33 dengan nilai kekuatan beban titik,  $I_{s(50)}$  di antara 1.0–2.0 MPa. Batuan kuarzit gred II mempunyai jalur-jalur kemerahan sepanjang satah ketakselanjaraan utama dengan nilai 13–22 bagi nilai pantulan tukul Schmidt dan nilai  $I_{s(50)}$  di antara 0.5–0.9 MPa. Bahan gred III masih menghasilkan bacaan tukul Schmidt, iaitu 10–12 dengan  $I_{s(50)}$  di antara 0.15–0.45 MPa. Sebahagian besar bahan gred IV bersifat tanah kaku, tiada nilai pantulan tukul Schmidt dan  $I_{s(50)}$  dan penetrometer poket menghasilkan bacaan antara 0.2–0.45 MPa. Survei seismos biasan menghasilkan nilai halaju sebenar gelombang P,  $V_p$  di antara 1,400–1,500 m/s bagi gred I dan II, 500–800 m/s bagi gred III dan IV dan nilai purata 400 m/s bagi gred V dan VI.

**Abstract:** The combination of three index tests, namely the Schmidt hammer rebound test, the point load index test and the pocket penetrometer test were able to distinguish between quartzite rock material having different weathering grades in the vicinity of Bangi Golf Resort, Bandar Baru Bangi, Selangor D.E. Fresh or grade I quartzite, having a bright whitish colour has a Schmidt Hammer rebound value between 22 to 33, with a point load index value  $I_{s(50)}$  between 1.0–2.0 MPa. Slightly weathered grade II quartzite, characterised by reddish banding along major discontinuity planes has a Schmidt Hammer rebound value between 13–22 and  $I_{s(50)}$  of 0.5–0.9 MPa. Grade III material still yielded rebound values between 10–12 with  $I_{s(50)}$  values between 0.15–0.45 MPa. Most of grade IV material is a stiff soil, without Schmidt hammer rebound and  $I_{s(50)}$  values and with pocket penetrometer readings between 0.2–0.45 MPa. The refraction seismic survey resulted in true p-wave velocities,  $V_p$  between 1,400–1,500 m/s for grade I and II, 500–800 m/s for grade III and IV and an average value of 400 m/s for grade V and VI.

## PENDAHULUAN

Sifat bahan batuan, seperti kekuatan dan sifat jasad batuan seperti jarak pemisahan satah ketakselanjaraan utama bersama dengan gred luluhawa memainkan peranan penting dalam pencirian geologi kejuruteraan sesuatu kawasan. Lazimnya kekuatan bahan batuan ditentukan dengan ujian makmal seperti penentuan kekuatan mampatan sepaksi. Kaedah garis pengimbasan, seperti yang diubahsuai oleh Ibrahim Komoo *et al.* (1985) boleh digunakan bagi penentuan jarak pemisahan satah ketakselanjaraan. *International Society for Rock Mechanics*, ISRM (Brown, 1981) dan *International Association of Engineering Geology*, IAEG, (1981) masing-masing telah menyediakan garis panduan untuk penentuan gred luluhawa. Kedua-dua garis panduan ini adalah bersifat umum. Memandangkan hal ini, kajian yang dikemukakan di sini merupakan sesuatu usaha pencirian spesifik gred luluhawa batuan kuarzit yang

terdapat di sekitar kawasan Bandar Baru Bangi, Selangor D.E. Lokalti kajian ini merupakan satu cerun potongan batuan kuarzit yang memdedahkan profil luluhawa yang lengkap iaitu dari keadaan segar hingga terluluhawa sepenuhnya. Cerun ini sesuai untuk pencirian jasad batuan. Tumpuan diberi pada bahan yang bersifat batuan, iaitu segar sehingga terluluhawa sederhana memandangkan kekurangan data bagi bahan tersebut.

## GEOLOGI KAWASAN KAJIAN

Kawasan kajian terdiri daripada batuan metamorf bergred rendah yang berselang-lapis. Berdasarkan kajian Yin (1976) kawasan Bandar Baru Bangi terdiri daripada Formasi Kajang. Formasi ini terdiri daripada batuan meta-argilit berbutir halus iaitu filit dan batuan meta-arenit yang berbutir sederhana dari jenis kuarzit. Keistimewaan cerun potongan di Bangi Golf Resort ialah cerun tersebut terdiri

secara keseluruhan daripada kuarzit. Kandungan kuarza batuan ini menghampiri 90% dan mikanya ialah 10%. Butiran-butiran kuarza berbentuk bersudut dan bersaiz sederhana kasar serta berpadaman jenis bergelombang bila diteliti melalui mikroskop.

Jasad batuan memperlihatkan beberapa ciri canggaan tektonik seperti foliasi yang mempunyai lipatan kerdut dan lipatan bersaiz kecil. Kekar yang berbeza saiz juga dicerap di lapangan. Jurus rantau foliasi ialah hampir utara-selatan dengan kemiringan yang curam. Dua set kekar utama dapat dikesan di lapangan. Saiz blok batuan adalah dalam lingkungan desimeter padu sahaja.

## BAHAN DAN KAEDAH KAJIAN

Penentuan kekuatan bahan batuan samada yang segar ataupun yang terluluhawa sedikit hingga sederhana dilakukan dengan ujian indeks beban titik (Broch & Franklin, 1972 dan ISRM, 1985) dan ujian pantulan tukul Schmidt (Brown, 1981). Penentuan sempadan tanah/batuan dilakukan dengan kedua-dua ujian ini bersama dengan ujian penetrometer poket. Tujuan utama penggunaan ujian indeks untuk mencirikan kekuatan bahan batuan ialah kerana ini dapat mengelakkan masalah penyediaan teras gerudi bahan batuan daripada sampel blok yang diperolehi di lapangan. Dengan penggunaan ujian indeks lebih banyak ujian dapat dilakukan.

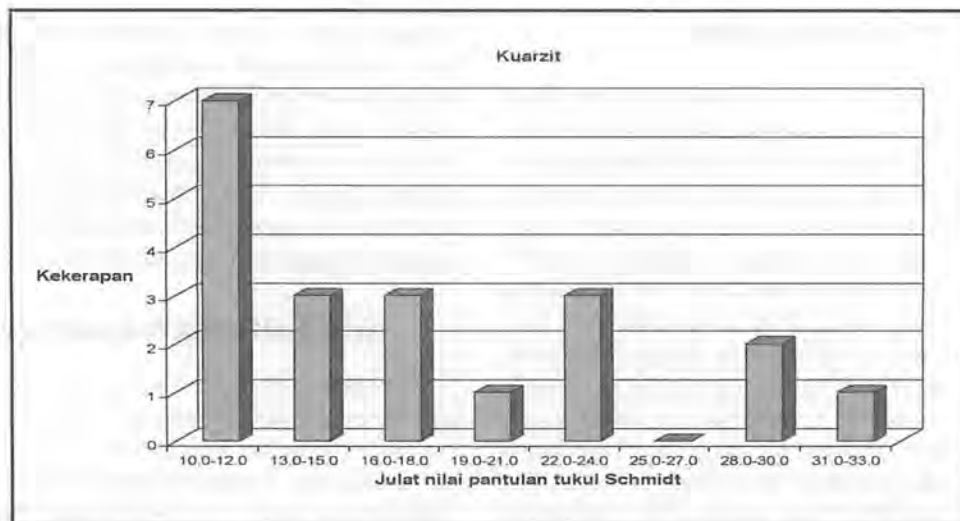
Survei profil luluhawa dan pemetaan gred luluhawa jasad batuan dilakukan berdasarkan pengelasan gred luluhawa oleh *International Society for Rock Mechanics*, ISRM (Brown, 1981) dan Abdul Ghani Rafek *et al.* (1991). Sistem pengelasan ini disesuaikan dengan keadaan jasad batuan di lapangan.

Untuk pencirian pukal jasad batuan, survei seismos biasan telah dilakukan dengan menggunakan seismograf 24 saluran ABEM Terraloc Mk3. Gelombang seismos

dijana melalui ketukan tukul besi seberat 4.5kg keatas sekeping plat besi. Sebanyak 24 geofon digunakan untuk mengesan ketibaan gelombang. Jarak diantara geofon-geofon adalah tetap iaitu 3 m dan teknik tujuh titik tembak di mana ketukan dilakukan pada jarak -10.0 m, 1.5 m, 16.5 m, 34.5 m, 52.5 m, 67.5 m dan 94.0 m telah digunakan dalam survei ini. Kaedah masa pintasan dan masa kesalingan digunakan untuk memperolehi halaju sebenar gelombang P, Vp, setiap lapisan bawah tanah bersama dengan ketebalan dan kedalamannya.

## HASIL DAN PERBINCANGAN

Gabungan tiga ujian, iaitu ujian penetrometer poket, ujian pantulan tukul Schmidt dan ujian indeks beban titik dapat digunakan untuk membezakan bahan batuan gred I, II, III dan IV. Bagi bahan batuan kuarzit, pembahagian gred luluhawa dengan kaedah cerapan mata kasar tidak begitu mudah, berbanding dengan batuan igneus seperti granit yang mempunyai beberapa mineral penunjuk. Untuk kuarzit gred I, batuannya berwarna keputihan cerah. Nilai pantulan tukul Schmidt melebihi 22 dan mencapai nilai maksimum 33. Batuan kuarzit gred II dicirikan oleh jalur-jalur kemerahan sepanjang satah ketakselajaran utama. Nilai pantulan tukul Schmidt bagi gred ini berjalut di antara 13 hingga 22. Gred ini juga menunjukkan darjah keheterogenen yang tinggi. Gred III merupakan bahan yang masih menghasilkan bacaan tukul Schmidt, iaitu 10-12, tetapi ada juga bahan yang tidak menghasilkan bacaan tukul Schmidt. Akan tetapi secara cerapan mata kasar bahan ini nampak sama, iaitu berwarna merah kecoklatan, dan lebih bersifat batuan (Rajah 1). Kekuatannya terlalu tinggi untuk ujian penetrometer poket, iaitu melebihi 0.45 MPa. Bahan gred IV bersifat tanah kaku dengan bacaan penetrometer poket di antara 0.2 hingga 0.45 MPa. Nilai bacaan penetrometer poket menyusut dengan peningkatan



Rajah 1. Taburan nilai pantulan tukul Schmidt untuk batuan kuarzit di Bandar Baru Bangi, Selangor D.E. Gred III = 10-12; Gred II = 13-22; Gred I = 22-33.

gred luluhawa. Tren yang serupa juga ditunjukkan oleh ujian indeks beban titik di mana gred III mempunyai nilai  $I_{s(50)}$ , di antara 0.15 sehingga 0.45 MPa dengan nilai purata 0.30 MPa, gred II bernilai purata 0.7 MPa (0.5–0.9 MPa) dan gred I bernilai purata 1.50 MPa (1.0–2.0 MPa).

Kaedah seismos biasan dapat mencirikan sifat pukal jasad batuan berdasarkan nilai sebenar halaju gelombang P,  $V_p$ . Didapati berlaku pertambahan halaju sebenar,  $V_p$  dengan bertambahnya kedalaman. Lapisan pertama mempunyai nilai purata halaju  $V_p = 400$  m/s dan merupakan zon gred V dan VI. Ketebalan zon ini adalah di antara 5–12 m dan bersifat tanih. Lapisan kedua berhalaju  $V_p$  yang berjalut antara 500–800 m/s. Nilai halaju ini ditafsirkan sebagai batuan kuarzit yang separuh terluluhawa dan mewakili profil luluhawa gred III dan IV. Kedudukannya adalah di antara 6–25 m dari permukaan tanah. Ketebalannya adalah 13.2–19.2 m. Lapisan ketiga pula, mempunyai julat halaju  $V_p$  di antara 1,400–1,500 m/s. Nilai halaju ini merupakan nilai batuan kuarzit (batuan dasar) yang segar ataupun terluluhawa sedikit sahaja iaitu mewakili lapisan gred I dan II. Kedalamannya di antara 18.2–30.0 m dari permukaan. Cerapan lapangan menunjukkan darjah peretakan jasad batuan yang tinggi. Saiz blok-blok batuan secara purata adalah dalam lingkungan sentimeter hingga desimeter sahaja. Perkara ini boleh menjelaskan nilai halaju sebenar  $V_p$  yang relatif rendah untuk batuan segar. Semasa di lapangan juga diperhatikan jentera penggorek masih mampu mengorek jasad batuan kuarzit yang segar tanpa penggunaan bahan letupan. Survei seismos biasan juga menunjukkan keheterogen lateral selain perubahan menegak.

## KESIMPULAN

Kajian ini menunjukkan keberkesanan gabungan tiga ujian indeks bersama dengan kaedah seismos biasan untuk pemetaan dan pencirian profil luluhawa batuan kuarzit di

lokaliti ini. Berdasarkan tiga ujian iaitu nilai pantulan tukul Schmidt, nilai indeks beban titik dan nilai penetrometer poket, gred bahan batuan dapat ditentukan. Kaedah seismos biasan dapat membezakan zon batuan terluluhawa tinggi, sederhana dan sedikit.

## PENGHARGAAN

Penulis ingin merakam setinggi-tinggi penghargaan kepada semua pihak yang telah membantu dalam menjayakan penyiasatan ini. Terima kasih juga diucapkan kepada Kementerian Sains Teknologi dan Alam Sekitar atas peruntukan penyelidikan IRPA 02-02-02-0010.

## RUJUKAN

- ABDUL GHANI RAFEK, IBRAHIM KOMOO & KADDERI MD. DESA, 1991. Survei lapangan profil luluhawa granit. Di dalam Zakri A. Hamid, Ismail Sahid & Mohd. Noor Embi (penyunting), *Prioriti Penyelidikan untuk Kemajuan Sains dan Teknologi*. Kumpulan Kertas Kerja 16. Universiti Kebangsaan Malaysia, 552–560.
- BROCH, E. & FRANKLIN, J.A., 1972. The point load strength test. *Int. J. Rock Mech. Min. Sci.* 9, 669–697.
- BROWN, E.T. (Ed.), 1981. *Rock Characterization Testing and Monitoring*. ISRM suggested methods. Pergamon Press London, 5–52.
- IBRAHIM KOMOO, IBRAHIM ABDULLAH & JUHARI MAT AKHIR, 1985. Ketakselajaran dan kestabilan cerun batuan di bukit Taman Melawati, Wilayah Persekutuan. *Sains Malaysiana*, 14(1), 65–82.
- INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ENGINEERING GEOLOGY, IAEG, 1981. Rock and soil description and classification for engineering geological mapping. *Bulletin of IAEG*, 24, 235–274.
- INTERNATIONAL SOCIETY FOR ROCK MECHANICS, ISRM, 1985. Suggested method for determining point load strength. *Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr.*, 22, 51–62.
- YIN, E.H., 1976. *Geological map of Selangor*. Diterbitkan oleh Ketua Pengarah, Jabatan Penyiastan Kajibumi Malaysia, Ipoh, Semenanjung Malaysia.