

# Beberapa sifat geologi kejuruteraan batuan porfir kuarza, kawasan Genting Sempah, Selangor-Pahang

(Some engineering geological properties of quartz porphyry, Genting Sempah area, Selangor-Pahang)

ABDUL GHANI RAFEK DAN TOSRI AMIN

Jabatan Geologi  
Universiti Kebangsaan Malaysia  
43600 UKM Bangi  
Selangor Darul Ehsan

**Abstrak:** Batuan porfir kuarza atau porfir riolit adalah penamaan umum salah satu jenis batuan yang membentuk sisa bumbung di atas banjaran Titiwangsa di Kawasan Genting Sempah, Selangor-Pahang. Batuan ini berupa batuan volkano, bertekstur porfir dengan warna kelabu dan kelabu kehijauan sebagai warna utama. Fenokris bersaiz butiran sederhana (2 mm–5 mm) dan jisim latar adalah halus (< 2 mm).

Penentuan kekuatan batuan porfir kuarza ini membolehkan batuan tersebut dikelaskan sebagai sangat kuat, dengan nilai purata kekuatan mampatan sepaksi sebanyak 222 MPa dan nilai maksimum 235 MPa. Nilai purata indeks beban titik adalah 9.7 MPa manakala nilai purata kekuatan regangan (Ujian Brazil) ialah 16.5 MPa. Kehadiran ketakselajaran menyebabkan penyusutan nilai kekuatan. Bagi kekuatan mampatan sepaksi penyusutan nilai sebanyak 40% dan 70% iaitu dalam dua kelompok yang jelas berbeza diperolehi. Nilai-nilai purata berkaitan ialah 136 MPa dan 66 MPa. Untuk ujian beban titik penyusutan nilai ialah 60% kepada nilai purata 3.8 MPa dan bagi kekuatan regangan penyusutan nilai ialah 65% kepada nilai purata 5.7 MPa.

**Abstract:** Quartz porphyry or rhyolite porphyry is a general name for one of the rock types which forms part of the roof pendant in the Main Range in the Genting Sempah area of Selangor-Pahang. This is a volcanic rock with a porphyritic texture and grey to greenish grey as its main colour. The phenocrysts are of medium grain size (2 mm–5 mm) with a fine grained groundmass (< 2 mm).

Determination of the strength of the quartz porphyry enabled its classification as having very high strength, with an average value of the uniaxial compressive strength of 222 MPa, and a maximum value of 235 MPa. The average point load index has a value of 9.7 MPa with an average tensile strength (Brazilian test) of 16.5 MPa. The presence of discontinuities leads to a reduction in strength. For uniaxial compressive strength, a reduction of 40% and 70%, that is in two distinctly different groups was obtained. The respective average values are 136 MPa and 66 MPa. For the point load index, a reduction of 60% to an average value of 3.8 MPa was obtained and the tensile strength showed a reduction of 65% to an average value of 5.7 MPa.

## PENGENALAN

Kawasan Genting Sempah di sempadan negeri Selangor dan Pahang bersama dengan kawasan Genting Highlands telah dan sedang mengalami pembangunan dan pembinaan infrastruktur yang agak pesat kebelakangan ini. Geologi kawasan tersebut juga tidak kurang menarik dan telah dikaji oleh beberapa ahli geologi. Hasil kajian-kajian dilaporkan antara lain oleh Haile *et al.* (1977) yang mendapati kawasan tersebut merupakan suatu sisa bumbung di atas banjaran Titiwangsa. Sisa bumbung ini yang berlebar 1–2 km dan mengunjur utara-barat laut sepanjang lebih kurang 30 km mempunyai lebar maksimum di kawasan Genting

Sempah. Di situ juga tersingkap lima litologi yang membentuk sisa bumbung tersebut, iaitu:

- 1) Syis Selut
- 2) Rijang Gombak
- 3) Konglomerat Sempah
- 4) Riolit, atau porfir kuarza
- 5) Mikrogranodiorit

Sebahagian besar pembinaan infrastruktur yang sedang dijalankan di kawasan Genting Sempah adalah dalam kawasan di mana batuan porfir kuarza atau riolit tersingkap. Perkara ini mendorong minat untuk mengkaji sifat-sifat geologi kejuruteraan batuan tersebut, kerana data sedemikian untuk batuan ini masih kurang dilaporkan. Sebahagian sampel batuan untuk

kajian ini diperolehi daripada kuari berdekatan dengan simpang jalan Genting Highlands-Batang Kali yang ditunjuk pada Rajah 1. Rajah 1 juga menunjukkan geologi kawasan ini hasil pemetaan yang dilakukan oleh Tosri Amin (1995). Sampel lain diperolehi daripada lubang gerudi 50m ke utara portal barat terowong Genting Sempah. Kaedah kajian yang digunakan adalah mengikut syor-syor International Society of Rock Mechanics (Brown, 1981).

### Pencirian bahan batuan

Batuan porfir riolit atau porfir kuarza adalah penamaan umum yang boleh digunakan untuk beberapa batuan volkano yang wujud sebagai satu jalur di kawasan Genting Sempah dan Genting Highlands. Di antaranya ialah riolit berporfir, riolit, riodasit, dasit dan juga breksia tuf riolit. Batuan tersebut dicirikan oleh tekstur porfir dengan warna kelabu dan kelabu kehijauan sebagai warna utama. Tekstur porfir jelas kelihatan pada sampel tangan sebagai bintik-bintik berwarna cerah dalam jisim latar yang lebih gelap. Fenokris bersaiz butiran sederhana (2 mm–5 mm) dan jisim latar adalah halus (< 2 mm). Kuarza merupakan mineral utama yang membentuk fenokris dengan butiran euhedron hingga subhedron, seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2 dan Rajah 3. Kebanyakan butiran kuarza memperlihatkan penelukan yang membuktikan batuan ini berasal volkanik. Kuarza juga merupakan mineral yang paling melimpah. Felspar juga wujud sebagai fenokris (Rajah 2) dengan bentuk subhedron. Jisim latar adalah berbutir halus dan kandungannya sukar dikenal pasti walaupun dengan bantuan mikroskop. Diantara mineral jisim latar yang dapat ditentukan ialah kuarza, felspar, biotit dan klorit.

Beberapa variasi batuan porfir kuarza, seperti yang berwarna kemerahan dan ungu dengan perubahan tekstur juga ditemui. Ricihan dan peretakan yang disebabkan oleh canggaaan tektonik menghasilkan breksia tuf dengan tekstur berbutir halus dan menghampiri foliasi. Beberapa mineral sekunder seperti kalsit, pyrit dan kuarza dicerpakan dalam batuan. Kalsit wujud sebagai pengisian rekahan dan menyebabkan batuan berjaluran putih halus. Jalur halus berwarna merah jambu juga diperhatikan dan dipercayai dolomit. Pirit juga wujud sebagai pengisian rekahan dan dalam poket terpendil. Hablur kuarza yang halus dan jernih diperhatikan dalam geod yang bersaiz beberapa mm sahaja.

### Ujian mekanik batuan

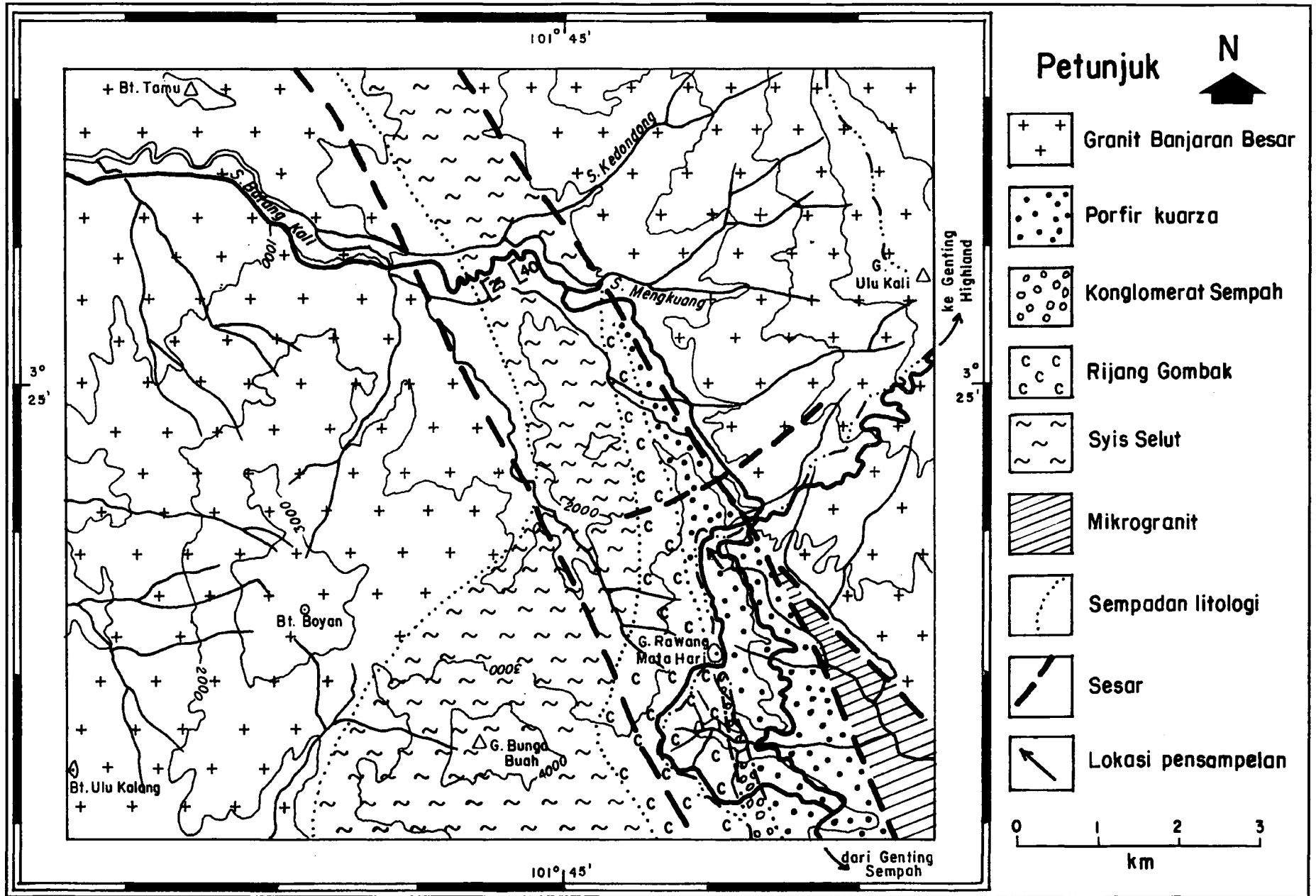
Penentuan sifat fizis dan mekanik bahan batuan porfir kuarza yang telah dilakukan dipersembahkan dalam Jadual 1. Bagi setiap parameter yang ditentukan, nilai purata, julat nilai beberapa penentuan serta bilangan ujian atau penentuan dilaporkan.

Nilai ketumpatan kering dan keliangan batuan porfir kuarza adalah nilai lazim untuk batuan igneus. Ketumpatan kering yang bernilai purata  $2.65 \text{ g/cm}^3$  adalah lebih tinggi bila dibandingkan dengan granit porfir berbutir kasar kawasan Genting Highlands (Tosri Amin, 1995). Nilai keliangan yang rendah juga berupa tipikal untuk batuan igneus dan dipercayai disebabkan oleh peretakan batuan.

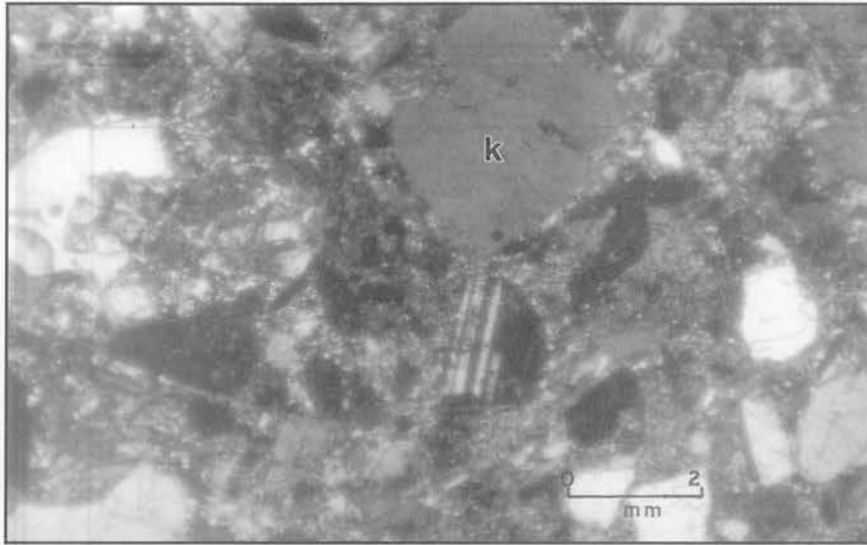
Penentuan kekuatan porfir kuarza memperlihatkan ragam kegagalan yang berbeza dan pekumpulan nilai-nilai kekuatan. Ragam kegagalan yang diperhatikan ialah kegagalan bahan batuan ataupun kegagalan yang dipengaruhi oleh satah-satah ketakselajaran. Ini menghasilkan tiga kelompok nilai untuk ujian kekuatan mampatan sepaksi dan dua kelompok untuk ujian beban titik dan kekuatan regangan (ujian Brazil).

Nilai kekuatan mampatan sepaksi batuan porfir kuarza dimana kegagalan bahan berlaku adalah sangat tinggi dengan nilai purata 222 MPa dan nilai maksimum 235 MPa. Nilai ini membolehkan bahan tersebut dikelaskan sebagai mempunyai kekuatan yang sangat tinggi. Bahan batuan mengalami penghancuran, seperti yang ditunjuk dalam Rajah 4. Kelompok kedua nilai kekuatan mampatan sepaksi adalah sederhana tinggi dengan nilai purata 136 MPa. Kegagalan berlaku sepanjang satah yang tidak rata dan beralunan hingga kasar (Rajah 5). Ini dipercayai berkaitan dengan peretakan batuan. Kelompok ketiga nilai kekuatan mampatan sepaksi yang boleh dikatakan sederhana rendah dengan nilai purata 66 MPa adalah jelas berkaitan dengan kegagalan sepanjang satah ketakselajaran yang agak rata dan terbentuk dengan baik serta berterusan.

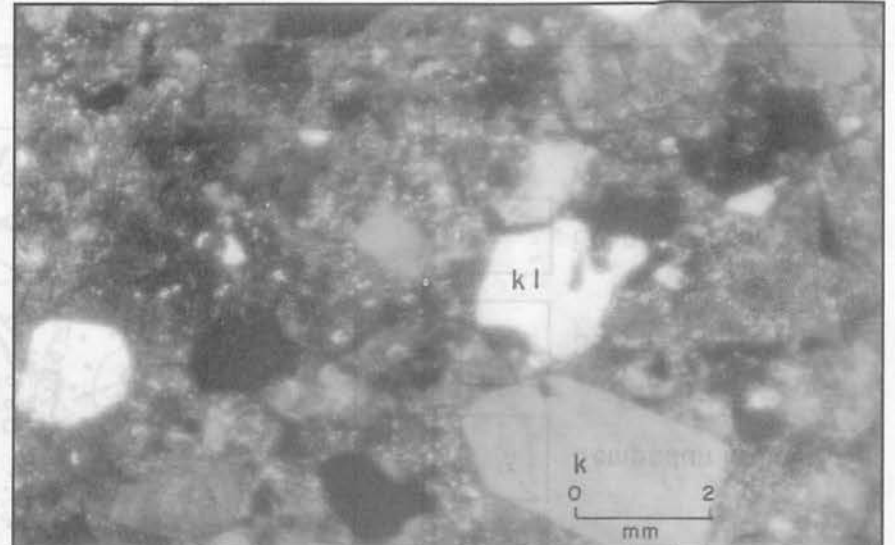
Ujian beban titik dan ujian kekuatan regangan menghasilkan dua kelompok nilai kekuatan sahaja yang juga dapat dikaitkan dengan ragam kegagalan. Untuk kes kegagalan bahan yang sering diiringi penghancuran bahan, nilai kekuatan boleh dikelaskan sebagai sangat tinggi. Nilai purata indeks beban titik ialah 9.7 MPa dengan nilai maksimum 11.5 MPa manakala nilai purata



Rajah 1. Peta geologi kawasan kajian dan lokasi pensampelan.



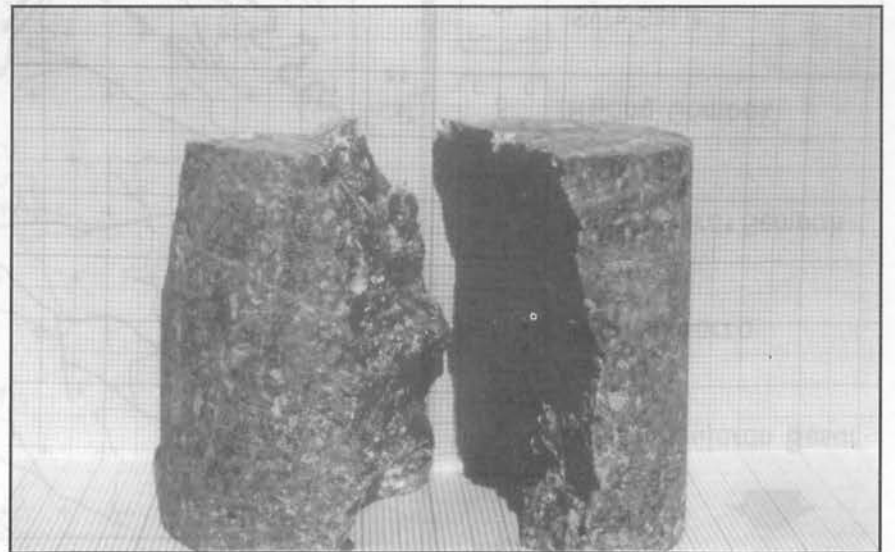
**Rajah 2.** Fotomikro porfir kuarza dengan kuarza berteluk (k) dan butiran kuarza dan felspar dikelilingi oleh matrik halus.



**Rajah 3.** Bentuk kuarza euhedron (k) dan berteluk (k1) dalam porfir kuarza.



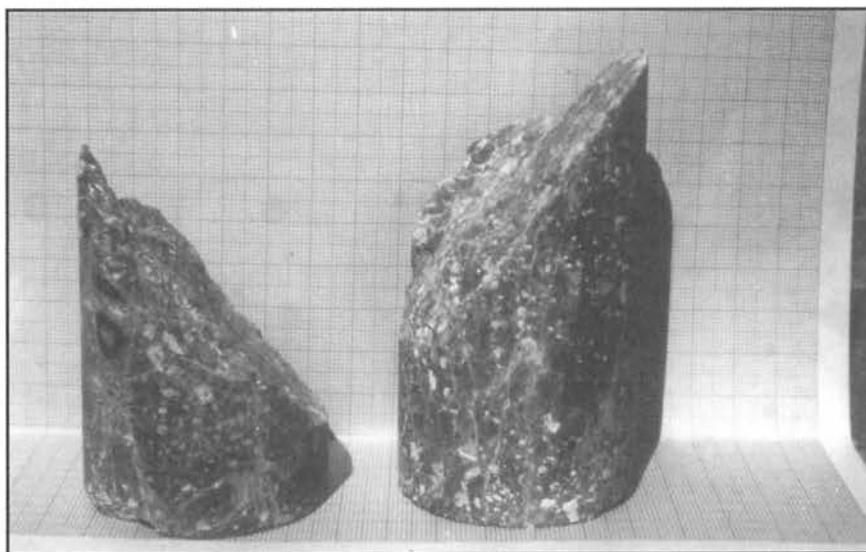
**Rajah 4.** Penghancuran sampel porfir kuarza yang dicirikan oleh kekuatan sangat tinggi.



**Rajah 5.** Kegagalan yang dipengaruhi oleh peretakan batuan dengan kekuatan sederhana tinggi.

**Jadual 1.** Hasil ujian mekanik batuan, porfir kuarza, Genting-Sempah.

PARAMETER	NILAI PURATA	JULAT NILAI	CATATAN
Ketumpatan kering (g/cm <sup>3</sup> )	2.655	2.560–2.658	Purata 25 bacaan.
Kangungan air, W (%)	0.11	0.0–0.8	Purata 25 bacaan.
Keliangan, n (%)	0.29	0.15–0.65	Purata 25 bacaan.
Kekuatan mampatan sepaksi (MPa)	222	197–235	Nilai-Nilai daripada ujian di mana bahan batuan gagal. Sampel terhancur. Purata 5 ujian.
Kekuatan mampatan sepaksi (MPa)	136	122–144	Kegagalan satah. Purata 3 ujian.
Kekuatan mampatan sepaksi (MPa)	66	64–68	Kegagalan satah. Purata 3 ujian.
Ujian beban titik (MPa)	9.7	11.5–7.5	Kegagalan bahan. Purata 9 ujian.
Ujian beban titik (MPa)	3.8	4.8–2.3	Kegagalan satah. Purata 5 ujian.
Ujian kekuatan regangan (Ujian Brazil) (MPa)	16.5	13.1–25.1	Kegagalan bahan. Purata 8 ujian.
Ujian kekuatan regangan (Ujian Brazil) (MPa)	5.7	7.4–2.1	Kegagalan satah. Purata 4 ujian.



**Rajah 6.** Kegagalan sepanjang satah ketakselajaran, dengan nilai kekuatan sederhana rendah.

kekuatan regangan ialah 16.5 MPa dengan nilai maksimum 25.1 MPa. Bagi kegagalan yang berlaku sepanjang satah-satah ketakselanjarian yang rata dan terbentuk dengan baik, nilai-nilai purata yang berkaitan adalah 3.8 MPa dan 5.7 MPa.

Kehadiran satah ketakselanjarian menyebabkan nilai kekuatan bahan batuan menyusut. Bagi kekuatan mampatan sepaksi, purata dua kelompok nilai lebih rendah yang jelas berbeza, iaitu 136 MPa dan 66 MPa ialah masing-masing penyusutan 40% dan 70% nilai purata kes kegagalan bahan, iaitu 222 MPa. Bagi ujian beban titik penyusutan nilai indeks kekuatan ialah 60% manakala bagi kekuatan regangan ialah 65% untuk kegagalan sepanjang satah ketakselanjarian berbanding dengan kegagalan bahan.

### KESIMPULAN

Penentuan kekuatan batuan porfir kuarza daripada kawasan Genting Sempah dan Genting Highlands di sempadan negeri Selangor dan Pahang membolehkan pengelasan bahan batuan tersebut sebagai mempunyai kekuatan sangat tinggi. Kehadiran satah-satah ketakselanjarian dalam batuan menyebabkan penyusutan nilai kekuatan

sebanyak maksimum 70% berbanding dengan nilai kekuatan bahan.

### PENGHARGAAN

Para pengarang ingin merakamkan penghargaan kepada ahli akademik, makmal dan pejabat am Jabatan Geologi, Universiti Kebangsaan Malaysia atas bantuan, galakkan dan kerjasama yang membolehkan kertas kerja ini disediakan. Tidak lupa juga pihak MTD Sdn. Bhd. yang menyumbangkan sebahagian sampel teras gerudi yang digunakan untuk ujian mekanik batuan.

### RUJUKAN

- BROWN, E.T. (Ed.), 1981. Rock characterization, testing and monitoring. ISRM suggested methods. Pergamon, 211p.
- HAILE, N.S., STAUFFER, P.H., KRISHNAN, D., LIM, T.P. AND ONG, G.B., 1977. Palaeozoic redbeds and radiolarian chert: reinterpretation of their relationship in the Bentong and Raub areas, West Pahang, Peninsular Malaysia. *Bull. Geol. Soc. Malaysia*, 8, 45-60.
- TOSRI AMIN, 1995. *Geologi am kawasan Ulu Selangor/Bentong, Selangor/Pahang*. Tesis Sm Sn, Universiti Kebangsaan Malaysia (tidak diterbitkan).

---

Manuscript received 25 January 1996