

Pencirian sifat air bawah tanah dalam singkapan granit di Lebuhraya SILK sepanjang Kajang – Sungai Long, Hulu Langat, Selangor

(Characterization of groundwater in fractured granite at SILK Highway along Kajang – Sungai Long, Hulu Langat, Selangor)

MUHAMMAD FUAD RAZALI, NORSYAFINA ROSLAN*

Program Geologi, Pusat Sains Bumi dan Alam Sekitar, Fakulti Sains dan Teknologi Universiti Kebangsaan Malaysia,
43600 Bangi, Selangor, Malaysia

*Corresponding author email address: finalan@ukm.edu.my

Abstrak: Kawasan kajian terdiri daripada singkapan granit di antara Plaza Tol Sungai Long dan Plaza Tol Bukit Kajang. Pada cerun yang bertentangan dengan simpang ke Taman Goodview Height, terdapat tempat tadahan air yang popular di kalangan orang awam untuk kegunaan domestik di sebabkan rasanya yang sedap. Sebanyak lima buah tiub getah telah dipasang bagi memudahkan orang awam mengambil air. Objektif kajian ini dijalankan adalah untuk menentukan sama ada satah ketakselanjarian yang mengandungi air mempunyai orientasi tertentu serta menentukan cirian fiziko kimia sampel air di kawasan kajian. Jenis batuan yang tersingkap di sepanjang cerun ialah batuan granit berbutir kasar dan granit biotit berporfiri. Struktur geologi yang dicerap adalah kekar dan sesar. Analisis ketakselanjarian terhadap enam buah cerun (C1 – C6) menunjukkan terdapat lima set kekar utama, iaitu J1, J2, J3, J4 dan J5 dengan jurus dan kemiringan $U60^{\circ}T/71^{\circ}$, $U287^{\circ}T/69^{\circ}$, $U0^{\circ}T/66^{\circ}$, $U110^{\circ}T/66^{\circ}$ dan $U305^{\circ}T/64^{\circ}$. Satah kekar di mana air di dapati keluar adalah pada arah timur laut-barat daya dan barat laut-tenggara. Nilai oksigen terlarut (DO), jumlah pepejal terlarut (TDS) dan kekonduksian elektrik yang rendah berbanding sampel air telaga di kawasan industri mencirikan kualiti air di kawasan kajian adalah lebih baik.

Kata kunci: Lebuhraya Kajang-SILK, pencirian sifat akuifer dalam granit terkekar

Abstract: The study area comprises of outcrops between the Sungai Long Toll Plaza and the Bukit Kajang Toll Plaza. It is one of the popular water collection spots among the public due to its good taste. The research objective is to determine the pattern of fractures with water inflow and to identify the physical and chemical characteristics of the water. The types of rocks along the exposed cut slopes are coarse-grained granites and porphyritic coarse-grained biotite granite. Geological structures found in the study area are joints and faults. A discontinuity analysis on the six slopes show that there are five joint sets, namely, J1, J2, J3, J4 and J5 with strikes and dips $N60^{\circ}E/71^{\circ}$, $N287^{\circ}E/69^{\circ}$, $N0^{\circ}E/66^{\circ}$, $N110^{\circ}E/66^{\circ}$ and $N305^{\circ}E/64^{\circ}$ respectively. The fracture which the water flow from shows the same fracture pattern with the general discontinuities concentrated towards NE – SW and NW – SE. Low values of Dissolved Oxygen (DO), Total Dissolved Solid (TDS) and electrical conductivity compared to well water samples from industrial areas show that the water quality in the study area is much better.

Keywords: Kajang-SILK Expressway, characteristic of aquifer in fractured granite

PENGENALAN

Kawasan kajian merupakan di antara beberapa cerun batuan di Selangor yang menjadi tumpuan orang ramai untuk mendapatkan sumber air bawah tanah yang mengalir keluar secara semulajadi dari rekahan batuan. Kawasan ini terdiri daripada batuan granit biotit berbutir kasar, granit biotit muskovit berbutir sederhana, dan granit biotit berbutir kasar berporfiri. Kemampuan batuan igneus sebagai akuifer adalah bergantung kepada satah ketakselanjarian yang wujud di dalamnya. Satah ketakselanjarian ini merupakan sebarang kekar, sesar, perlapisan, rekahan dan foliasi (Ibrahim Komoo & Ibrahim Abdullah, 1983). Kekar dan sesar merupakan laluan utama bagi air dalam batuan (Singhal & Gupta, 1999). Kajian oleh Nasiman *et al.* (1996) di Negeri Sembilan mendapati kekar membawa air adalah berorientasi utara-selatan, timur laut – barat daya dan barat laut – tenggara.

Kajian oleh Hifdzi Zaim (2018) di sebuah kuari granit di Seremban mendapati bahawa orientasi satah kekar yang membawa air adalah selari dengan arah kekar tensi iaitu juga pada arah timur laut- barat daya. Justeru itu, objektif utama kajian adalah untuk menentukan sama ada satah ketakselanjarian yang mengandungi air di kawasan kajian mempunyai corak tertentu. Selain daripada itu, kajian juga ingin menentukan cirian fiziko kimia sampel air di kawasan kajian. Kajian oleh Muhammad Fuad *et al.*, 2017 di kawasan kajian mendapati air yang mengalir dari tiub B dan C di dapati tidak selamat untuk diminum tanpa dirawat kerana mengandungi *e.coli*, *coliform* dan unsur radionuklid yang melebihi had yang ditetapkan oleh WHO. Nilai Ra-228 bagi sampel air dari tiub B dan C adalah 2.2 ± 0.2 Bq/L dan 2.1 ± 0.2 Bq/L dan 1.6 ± 0.1 Bq/L dan 0.61 ± 0.1 Bq/L bagi Ra-226. Kajian oleh Hamdan & Burnham (1996) ke atas

salah sebuah sungai yang mengalir dalam kawasan granit di Selangor mendapati bahawa nilai pH dan EC adalah 6.67 dan 36 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Nilai gros alpha (α) dan gamma (γ) bagi sampel air sungai (dalam kawasan granit) di Kelantan yang dikaji oleh Zaini *et al.*, 2011 adalah jauh lebih tinggi berbanding sampel air permukaan dan air bawah tanah di negara-negara lain. Kajian oleh Zaini *et al.*, 2012 ke atas sampel tanah baki granit di sepanjang sungai di Kuala Krai, Kelantan mendapati bahawa unsur radionuklid adalah tinggi (491 – 2632.2 Bq/kg) dan bertambah dengan kedalaman.

KAWASAN KAJIAN

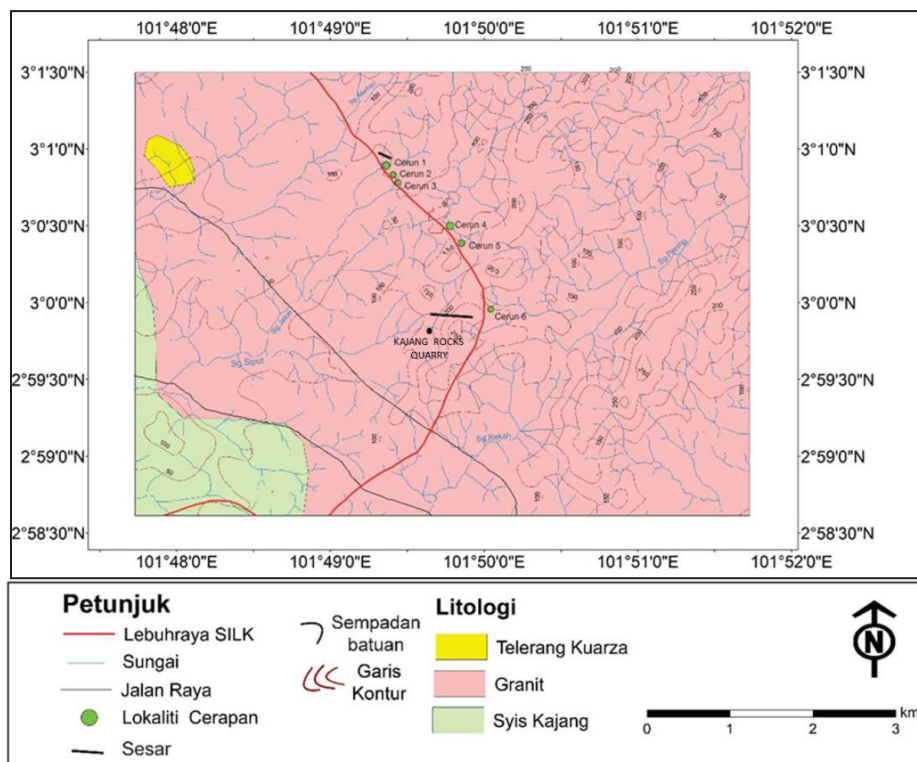
Lebuhraya Kajang SILK telah dibuka bagi lalu lintas pada tahun 2004. Kajian dijalankan di enam buah cerun sepanjang lebuhraya ini menghala ke Semenyih. Kawasan ini berada kira-kira enam kilometer dari Bandar Sungai Long dan kira-kira tiga kilometer dari *Kajang Battlefield Paintball Park*. Topografi bumi di kawasan kajian adalah kawasan tanah dataran dan perbukitan pada julat ketinggian 50 m hingga 200 m. Sungai-sungai utama berhampiran kawasan kajian ialah Sungai Rekah, Sungai Merbau, Sungai Siput, Sungai Jeloh dan Sungai Pening. Terdapat sebatang sungai yang mengalir di kawasan kajian iaitu pada Km13. Jenis saliran yang terdapat di kawasan kajian ialah saliran reranting dan saliran jejari. Jumlah hujan tahunan yang direkodkan pada tahun 2008 hingga 2016 di stesen cerapan hujan yang berdekatan dengan kawasan kajian (Stor JPS Hulu Langat) adalah dari 2213 hingga 2992 mm. Purata jumlah hujan bulanan yang direkodkan pada tahun yang sama adalah paling tinggi direkodkan pada bulan November (400 mm) dan paling rendah iaitu pada bulan Jun (106 mm). Rajah 1 menunjukkan kawasan kajian. Cerun di Km14.3 berhadapan dengan pintu masuk ke Taman Goodview

Heights menjadi kawasan tumpuan orang awam menadah air untuk kegunaan domestik. Terdapat lima buah tiub getah yang telah dipasang bagi memudahkan air ditadah. Kawasan sekitar lebuhraya ini sedang giat dibangunkan dengan beberapa kawasan perumahan, seperti Goodview Heights, Twin Palms dan Sutera Pines.

GEOLOGI AM

Granit di kawasan kajian merupakan satu batolitos yang menganjur dari utara ke selatan Malaysia yang merejah pada era Mesozoik, iaitu antara Trias Tengah hingga Jura Tengah (Gobbett & Hutchison, 1973). Granit adalah berbutiran sederhana kasar (0.06-2 mm) ke kasar (2-60 mm) dan mengandungi mineral kuarza, feldspar dan mika (Shu, 1989). Sebahagian besar granit kawasan kajian adalah berwarna kelabu cerah, berbutir kasar dan masif (Muhammad Fuad, 2017). Granit di kawasan kajian merupakan sebahagian daripada Granit Kuala Lumpur dan kebanyakan komposisinya adalah granit biotit muskovit berbutiran sederhana hingga kasar, sedikit hingga sederhana berporfiri dan kelabu cerah kebiru-biruan (Goh *et al.*, 2016).

Sesar utama yang berhampiran dengan kawasan kajian adalah Sesar Bukit Tinggi. Sesar ini memotong Granit Banjaran Besar dan membentuk sempadan di antara granit dan batuan Paleozoik Bawah. Sesar berorientasi utara – selatan memotong kawasan Kuala Lumpur dan membentuk lineamen dengan zon selebar 25 km merentasi Banjaran Utama (Mustafa Kamal Shuib, 2009). Sesar berorientasi timur laut – barat daya juga memotong Granit Banjaran Utama yang berasosiasi dengan terumbu kuarza atau korok pegmatit. Mata air panas Dusun Tua dan Semenyih juga terbentuk di sepanjang zon sesar tersebut.



Rajah 1: Peta Geologi kawasan kajian (Ketua Pengarah Jabatan Penyiasatan Kajibumi Malaysia, 1985).

BAHAN DAN KAEDAH

Di setiap lokaliti singkapan, litologi dan struktur batuan dicerap dan koordinat lokasi diambil untuk diplot di atas peta. Survei ketakselajaran pula dilaksanakan menggunakan teknik garis imbas (Ibrahim Komoo & Ibrahim Abdullah, 1983). Parameter-parameter yang dianalisis digunakan dalam survei ini ialah jarak pisahan, jenis ketakselajaran, orientasi, panjang, bukaan, isian, kekasaran dan kehadiran air seperti dicadangkan oleh *International Society for Rock Mechanics* (ISRM, 1981). Satah ketakselajaran diplot menggunakan stereonet. Corak lineamen bagi kawasan sekitar kawasan kajian juga dianalisis sebagai perbandingan dengan satah ketakselajaran yang dicerap di kawasan kajian. Satah ketakselajaran yang menjadi laluan air juga dikenalpasti. Sampel batuan diambil untuk analisis petrografi. Sampel air yang diambil daripada lima tiub getah di Cerun 5 dianalisis *in-situ* dengan menggunakan alat YSI Water Quality Meter.

Rajah 2 menunjukkan lokasi persampelan air di kawasan kajian.

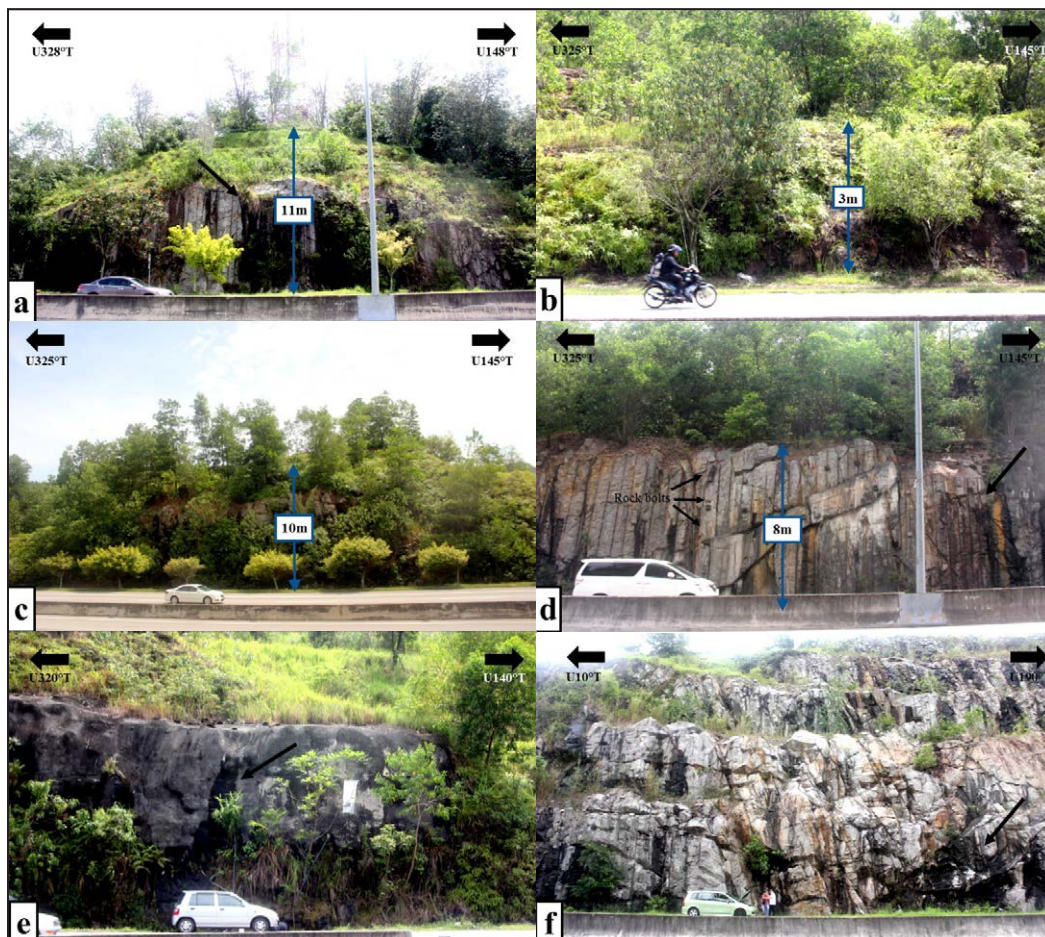
HASIL DAN PERBINCANGAN

Cerapan di lapangan

Cerun 1 merupakan singkapan batu granit di tepi jalan. Ketinggian cerun adalah sekitar 10-11 meter (Rajah 3a). Orientasi jurus dan kemiringan muka cerun adalah U160T/70°. Mercu tanda paling jelas di lokaliti ini ialah papan tanda 'Dilarang Mandi'. Terdapat satah sesar sepanjang 7 meter dan set-set kekar. Terdapat tanah atau lempung di dalam satah sesar. Keseluruhan singkapan dikategorikan sebagai lembap. Terdapat pengaliran air yang perlahan di bahagian atas cerun. Gred luluhawa batuan adalah bergred II-III. Saiz butiran adalah 5-6 mm iaitu bersaiz kasar dan mengandungi mineral kuarza, plagioklas, feldspar alkali, dan mineral mika biotit dan muskovit.



Rajah 2: Sebahagian Cerun 5 yang menjadi tumpuan tadahan air orang awam. A, B, C, D dan E merupakan lokasi persampelan air.

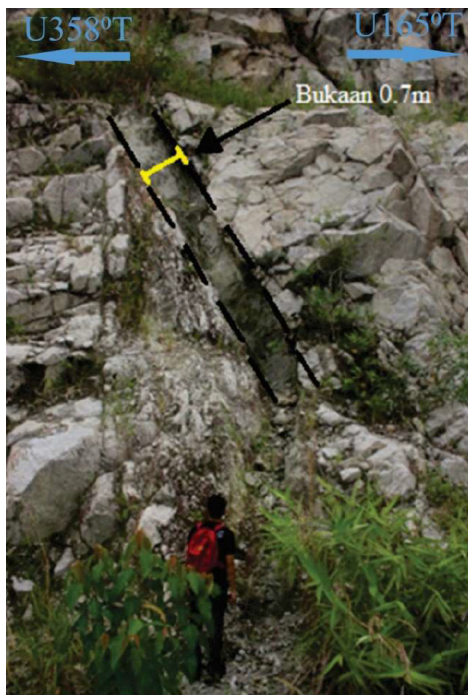


Rajah 3: Cerun 1 hingga Cerun 6. Anak panah menunjukkan permukaan cerun yang basah disebabkan aliran air dari rekahan batuan.

Cerapan sampel tangan mempamerkan tekstur faneritik dan batuan dikenalpasti sebagai granit biotit berbutir kasar. Cerun 2 mempunyai ketinggian sekitar 3 meter yang terletak di Km13.2 (Rajah 3b). Cerun 3 mempunyai ketinggian 9-10 meter (Rajah 3c) yang terletak di Km13.3. Orientasi jurus dan kemiringan kedua-dua muka cerun adalah $U169^{\circ}T/70^{\circ}$. Gred lulu hawa bagi batuan di kedua-dua cerun ini adalah bergred II- III. Melalui cerapan lapangan, didapati bahawa keseluruhan singkapan di cerun 2 adalah kering. Tiada sebarang kehadiran air direkodkan. Satah ketakselajaran yang dicerap pada cerun ini juga adalah sangat sedikit. Manakala keseluruhan cerun 3 adalah basah diliputi oleh tumbuh-tumbuhan. Terdapat pengaliran-pengaliran air yang perlahan pada cerun. Namun punca air sukar untuk dikenalpasti kerana satah-satah kekar yang lembab telah diisi oleh akar-akar pokok. Jenis batuan pada Cerun 2 dan 3 adalah serupa dengan batuan di Cerun 1.

Cerun 4 dan Cerun 5 (Rajah 3d dan 3e) merupakan singkapan batu granit yang sama tetapi dipisahkan oleh muka cerun yang dilitupi dengan lapisan 'shotcrete'. Cerun 4 mempunyai ketinggian sehingga 8 meter manakala sebahagian Cerun 5 mencecah 14-15 meter. Orientasi jurus dan kemiringan kedua-dua muka cerun adalah $U150^{\circ}T/70^{\circ}$. Cerun ini bertentangan dengan taman perumahan Goodview Heights. Batuan granit yang tersingkap adalah granit bergred II dan III. Mineral yang dapat dicerap pada sampel tangan adalah mineral kuarza, plagioklas, alkali feldspar, muskovit dan biotit. Saiz butiran pada sampel tangan adalah bersaiz kasar (5-8 mm) dan mempunyai fenokris bersaiz amat kasar (30 mm). Batuan dinamakan sebagai granit biotit berbutir kasar berporfiri. Mineral aksesori biotit dan muskovit adalah sedikit jika dibandingkan dengan sampel-

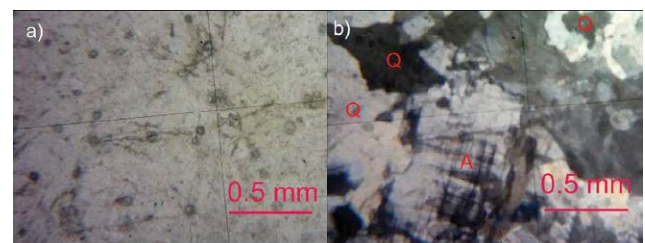
sampel pada cerun lain. Granit yang dicerap di cerun ini dikenalpasti sebagai granit biotit muskovit berdasarkan jumlah biotit dan muskovit yang sama banyak. Sebahagian daripada Cerun 4 dan 5 telah dipasang selak batuan 'rock bolt' (Rajah 3d) dan dilapisi dengan 'shotcrete' (Rajah 3e) sebagai langkah-langkah kestabilan cerun. Bahagian ini juga didapati menunjukkan kehadiran air yang tinggi berbanding bahagian lain di cerun ini. Di bahagian inilah yang menjadi kawasan tadahan air oleh orang awam. Terdapat 5 tiub getah yang telah dipasang ke dalam batuan melalui kekar-kekar bagi memudahkan penadahan air. Tiub-tiub ini dilabel sebagai Tiub A, Tiub B, Tiub C, Tiub D dan Tiub E (rujuk Rajah 2). Satah ketakselajaran yang dikenalpasti sepanjang Cerun 4 dan 5 hanyalah kekar. Namun begitu, terdapat satu zon sesar ditemui di kawasan berdekatan iaitu Kajang Rock Quarry bersebelahan dengan Goodview Heights (Rajah 4 dan Rajah 7). Satah sesar mempunyai jurus dan kemiringan $U94^{\circ}T/62^{\circ}$. Zon sesar adalah seluas 0.7 m yang diisi oleh batuan hancur dan lempung. Terdapat pengaliran air yang perlahan di dalam zon sesar itu. Cerun 6 mempunyai ketinggian sekitar 15-16 meter (Rajah 3f). Orientasi jurus dan kemiringan muka cerun adalah $U180^{\circ}T/74^{\circ}$. Batuan granit di muka cerun adalah bergred II-III. Cerapan sampel tangan mendapati bahawa batuan di cerun ini mempunyai cirian yang serupa dengan Cerun 4. Batuan mempamerkan tekstur faneritik dan dikenalpasti sebagai granit biotit berbutir kasar. Terdapat set-set kekar pada singkapan sepanjang 300 m ini. Panjang kekar yang dicerap adalah sehingga 10 m. Tiada sesar yang ditemui. Sebahagian singkapan dikategorikan sebagai lembap di mana terdapat air yang mengalir melalui satah kekar.



Rajah 4: Sesar di Kajang Rock Quarry bersebelahan Goodview Heights berjurus dan kemiringan $U94^{\circ}T/62^{\circ}$.

Analisis petrografi

Keratan nipis bagi dua sampel batuan di kawasan kajian dicerap di bawah mikroskop. Rajah 5 menunjukkan imej keratan nipis bagi sampel batuan yang diambil di Cerun 1. Batuan ini merupakan granit biotit berbutir kasar. Mineralogi batuan terdiri daripada $\pm 45\%$ kuarza, $\pm 35\%$ feldspar alkali, $\pm 15\%$ plagioklas, dan $\pm 5\%$ terdiri daripada biotit dan muskovit. Saiz mineral berjulat antara 5.0 mm-6.0 mm; purata saiz adalah 5.0 mm (saiz butiran kasar). Kuarza dapat dicerap melalui padaman bergelombang pada nikol silang. Kuarza dilihat mempunyai jasad timbul yang rendah dan tidak berwarna. Kuarza pada irisan nipis ini berbentuk anhedral.



Rajah 5: Sampel batu granit di Cerun 1. Ditandakan mineral kuarza (Q), feldspar alkali (A). a) Tanpa nikol silang dan b) Dengan nikol silang

Rajah 6 menunjukkan imej keratan nipis bagi sampel batuan yang diambil di Cerun 4. Batuan ini merupakan granit biotit berbutir kasar berporfiri. Mineralogi batuan terdiri daripada $\pm 55\%$ kuarza, $\pm 30\%$ feldspar alkali, $\pm 15\%$ plagioklas, dan $\pm 5\%$ mineral lain adalah biotit dan muskovit. Saiz mineral berjulat antara 5.0 mm-8.0 mm; purata saiz adalah 5.0 mm (saiz butiran kasar). Kuarza dapat dicerap melalui padaman bergelombang pada nikol silang. Kuarza berbentuk anhedral. Kembaran albit pada mineral menunjukkan plagioklas dan berbentuk anhedral juga. Kembaran mudah pada mineral menunjukkan feldspar alkali dan berbentuk anhedral juga. Kembaran 'crosshatch' pada mineral K-Feldspar menunjukkan feldspar jenis mikroklin. Batuan ini sedikit terluluhawa (gred II).

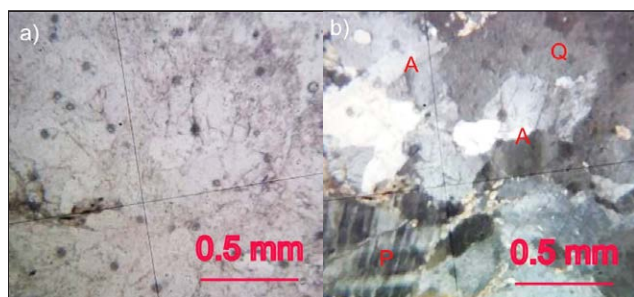
Analisis satah ketakselanjaran

Sebanyak 523 satah ketakselanjarian yang telah dicerap. Analisis menunjukkan terdapat lima set kekar utama iaitu J1, J2, J3, J4 dan J5 dengan jurus dan kemiringan $U60^\circ T/71^\circ$, $U287^\circ T/69^\circ$, $U360^\circ T/66^\circ$, $U110^\circ T/66^\circ$ dan $U305^\circ T/64^\circ$. Dua satah sesar telah dicerap di kawasan kajian dengan jurus dan kemiringan $U130^\circ T/76^\circ$ dan $U94^\circ T/62^\circ$. Rajah 6 menunjukkan rajah mawar yang mewakili setiap cerun dan mewakili kawasan kajian secara menyeluruh.

Sebanyak 16 satah ketakselanjarian di dapati berair di Cerun 1. Kehadiran air pada satah ketakselanjarian di Cerun 1 didapati tertumpu pada arah $U 300^\circ -305^\circ T$ iaitu pada arah barat-barat laut – timur tenggara (BBL-TTG). Set kekar yang paling dominan di Cerun 1 adalah pada arah $U291^\circ T$ yang juga selari dengan arah kekar tensi. Terdapat sesar yang dicerap pada arah jurus dan kemiringan $U130^\circ T/76^\circ$. Satah ketakselanjarian di Cerun 2 didapati kering. Satah ketakselanjarian yang paling dominan adalah pada arah timur laut- barat daya.

Sebanyak 62 satah ketakselanjarian didapati berair di Cerun 3. Kehadiran air pada satah ketakselanjarian di Cerun 3 didapati tertumpu pada sela arah $U 280^\circ -285^\circ T$ iaitu pada arah barat-barat laut – timur tenggara (BBL-TTG). Set kekar yang paling dominan di Cerun 3 adalah pada arah $U291^\circ T$ yang juga selari dengan arah kekar tensi.

Sebanyak 31 satah ketakselanjarian didapati berair di Cerun 4. Kehadiran air pada satah ketakselanjarian di Cerun 4 didapati tertumpu pada sela arah $U 340^\circ -345^\circ T$ iaitu pada arah utara barat laut – selatan tenggara (UBL-STG).



Rajah 6: Sampel batu granit di Cerun 4. Ditunjukkan mineral kuarza (Q), feldspar alkali (A) dan plagioklas (P). a) Tanpa nikol silang dan b) Dengan nikol silang.

Set kekar yang paling dominan di Cerun 4 adalah pada arah $U42^\circ T/71^\circ$.

Sebanyak 64 satah ketakselanjarian didapati berair di Cerun 5. Kehadiran air pada satah ketakselanjarian di Cerun 5 didapati tertumpu pada sela arah $U 65^\circ -70^\circ T$ iaitu pada arah timur-timur laut – barat-barat daya (TTL-BBD). Set kekar yang paling dominan di Cerun 5 adalah pada arah $U60^\circ T$ yang juga selari dengan arah kekar tensi.

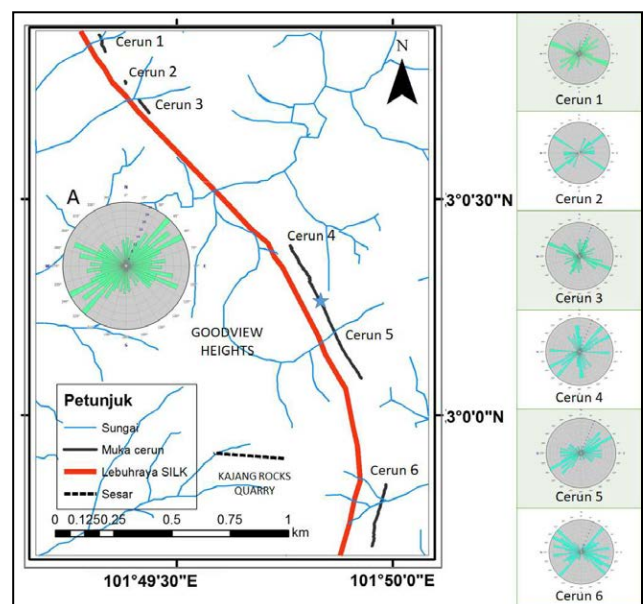
Sebanyak 47 satah ketakselanjarian didapati berair di Cerun 6. Kehadiran air pada satah ketakselanjarian di Cerun 6 didapati tertumpu pada sela arah $U 310^\circ -315^\circ T$ iaitu pada arah barat laut – tenggara (BL-TG). Set kekar yang paling dominan di Cerun 6 adalah pada arah $U117^\circ T$ yang juga selari dengan arah kekar tensi.

Survei ketakselanjarian terhadap cerun-cerun mendapati bahawa sebahagian besar daripada kawasan kajian menunjukkan kehadiran air dalam ruang-ruang kekar, iaitu sama ada lembap atau ada air yang mengalir. Kekar yang dicerap di Cerun 4, 5 dan 6 kebanyakannya mengalirkan air tetapi hanya sebahagian Cerun 5 sahaja yang mengalirkan air yang jumlahnya signifikan bagi kegunaan domestik orang awam.

Berdasarkan analisis lineamen, arah sungai didapati sama ada selari atau serenjang dengan satah ketakselanjarian dominan yang dicerap di setiap cerun (Rajah 7). Tiada lineamen/sungai pada cerun yang kering iaitu Cerun 2. Arah sungai juga tertumpu ke arah timur laut – barat daya dan barat laut – tenggara. Rajah 8 menunjukkan perbandingan analisis lineamen di kawasan kajian dan juga di sekitarnya.

Sifat fiziko kimia air

Jadual 1 menunjukkan parameter-parameter yang diukur bagi sampel air di kawasan kajian. Julat suhu air yang dicerap adalah di antara $26.92^\circ C - 27.09^\circ C$. Tiada



Rajah 7: Garis rintisan dan rajah mawar di setiap cerun (Cerun 1-6). Rajah mawar bagi keseluruhan kawasan kajian ditandai sebagai A.

perbezaan suhu yang ketara kerana air berada daripada cerun yang sama. Julat pH air yang diukur adalah antara 6.59 – 6.66. Ini menunjukkan air bersifat sedikit asid. Nilai TDS purata bagi sampel air di kawasan kajian adalah antara 19.5 mg/L. Purata nilai kekonduksian elektrik bagi sampel air adalah 30.8 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Nilai TDS dan kekonduksian elektrik di Tiub D adalah paling tinggi iaitu 41 mg/L dan 39 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Suhu pada tiub ini juga didapati lebih tinggi berbanding tiub lain. Julat *Dissolved Oxygen* (DO) bagi tiub-tiub air di Cerun 5 adalah antara 3.13 – 4.30 mg/L. Kebanyakan air tanah mempunyai kepekatan oksigen terlarut yang rendah (Bouwer & Gerrals, 1978).

Satu perbandingan dilakukan dengan sampel air telaga dari batuan granit di kawasan lain di Selangor. Nilai TDS yang direkodkan bagi sampel air telaga dari batuan granit di sekitar Beranang, Semenyih, Kajang, Cheras, Seri Kembangan dan Sungai Buloh adalah dari 58 sehingga 184 mg/L (Hamizah Mohamad, 2017). Purata nilai pH yang direkodkan adalah 6.17. Nilai DO yang direkodkan pula dari 4.24 sehingga 8.2 mg/L. Nilai kekonduksian elektrik yang direkodkan adalah 36 sehingga 250 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Semua telaga ini terletak di dalam kawasan perindustrian di mana

air bawah tanah digunakan untuk industri. Nilai DO, TDS dan kekonduksian elektrik bagi kawasan industri ternyata lebih tinggi berbanding dengan kawasan kajian.

Data kawasan kajian juga turut dibandingkan dengan data analisis sampel air telaga dari batuan granit di Negeri Sembilan. Nilai TDS yang direkodkan bagi sampel air telaga dari batuan granit di dua buah telaga berdekatan dengan kuari IJM di Seremban adalah 174 dan 294 mg/L (Hifdzi Zaim, 2018). Purata nilai pH yang direkodkan adalah 7.45. Tiada nilai DO yang direkodkan. Nilai kekonduksian elektrik yang direkodkan adalah 239 dan 386 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Kedua-dua buah telaga ini digunakan untuk kegunaan domestik. Nilai pepejal terlarut dan kekonduksian elektrik bagi granit di Negeri Sembilan juga ternyata lebih tinggi berbanding dengan kawasan kajian.

KESIMPULAN

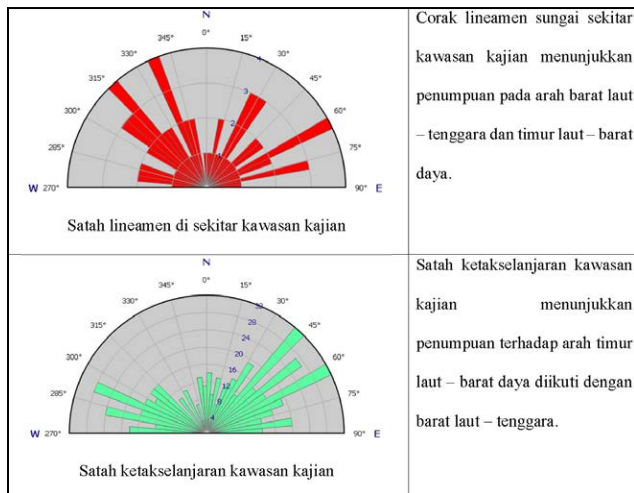
Hasil analisis satah ketakselajaran di kawasan kajian menunjukkan satah ketakselajaran yang mengandungi air mempunyai arah yang sama dengan arah kekar tensi iaitu berorientasi barat laut – tenggara dan arah kekar ricih iaitu berorientasi timur laut – barat daya. Satah ketakselajaran di kawasan kajian juga didapati berasosiasi dengan satah sesar yang memotong Granit Banjaran Utama. Sifat fiziko kimia sampel air di kawasan kajian didapati mempunyai nilai yang lebih rendah berbanding sampel air telaga dari batuan granit di kawasan membangun. Ini menunjukkan kualiti air di kawasan kajian yang jauh lebih baik.

PENGHARGAAN

Kajian ini tidak dapat dijalankan tanpa usahasama dari Puan Mazatul Akmar Aros dari Jabatan Mineral dan Geosains Selangor dan juga kakitangan dari Fakulti Sains dan Teknologi, UKM.

RUJUKAN / REFERENCES

- Bouwer, O. P. & Garrels, R. M., 1978. Mineralogic factors in natural water equilibria. In: Faust, S. D. & Hunter, J. V. (Eds.), *Principal and application of water chemistry*. John Wiley & Son, New York.
- Gobbett, D.J. & Hutchison, C.S., 1973. *Geology of the Malay*



Rajah 8: Perbandingan arah lineamen sungai dan satah ketakselajaran yang dicerap di kawasan kajian.

Jadual 1: Keputusan parameter-parameter analisis *in-situ* sampel air dari Cerun 5.

Tiub	Masa	pH	Suhu (°C)	Kemasinan (ppm)	Kekonduksian ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	TDS (mg/L)	DO (mg/L)	Kadar aliran (mL/s)
A	11.40 pagi	6.66	27.05	0.01	28	18	3.13	9.80
B	11.49 pagi	6.64	26.92	0.01	28	18	3.69	2.2×10^1
C	11.52 pagi	6.63	27.07	0.01	32	21	3.47	1.7×10^2
D	11.58 pagi	6.59	27.09	0.02	39	41	3.78	3.6×10^1
E	12.08 tengahari	6.63	27.00	0.01	32	21	4.30	4.8×10^1

- Peninsula. Wiley Interscience, New York. 438 p.
- Goh, T. L., Reza, M. S., Rafek, A. G., Serasa, A. S., Hussin, A., & Ern, L.K., 2016. Assessment of ultimate bearing capacity based on the Hoek-Brown failure criterion. *Sains Malaysiana*, 45(11), 1603-1607.
- Hamdan, J. & C.P. Burnham, 1996. The contribution of nutrients from parent material in three deeply weathered soils of Peninsular Malaysia. *Geoderma*, 74, 219-233.
- Hamizah Mohamad, 2017. Kajian Hidrogeologi di Kuari IJM Sungai Buloh, Selangor. Tesis Sarjana Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Hifdzi Zaim Zamri, 2018. Kajian Geologi dan Pencirian Akuifer di Kuari IJM, Labu. Tesis Sarjana Muda Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Ibrahim Komoo & Ibrahim Abdullah, 1983. Ketakselajaran dan kaedah pengukuran di lapangan. *Sains Malaysiana*, 12(2), 119-140.
- ISRM, 1981. Rock Characterization, Testing and Monitoring. ISRM Suggested Methods. Brown (Eds.), Pergamon Press, Oxford.
- Ketua Pengarah Jabatan Penyiasatan Kajibumi Malaysia, 1985. Peta Geologi Semenanjung Malaysia. Cetakan ke-8. Scale 1:500,000.
- Muhammad Fuad Razali, Wan Syaidatul Aqma, Aznan Fazli & Norsyafina Roslan, 2017. Analisis Kualiti Air Bawah Tanah di Lebuhraya SILK Kajang–Sungai Long, Hulu Langat, Selangor. *Undergraduate Research Journal for Earth Sciences*, 46 – 50.
- Muhammad Fuad Razali, 2017. Kajian hidrogeologi dalam singkapan granit di Lebuhraya SILK sepanjang Kajang-Sg. Long, Hulu Langat. Tesis Sarjana Muda Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Mustafa Kamal Shuib, 2009. The recent Bukit Tinggi earthquakes and their relationship to major geological structures. *Bulletin of the Geological Society of Malaysia*, 55, 67–72.
- Nasiman S., Raja Zainariah A. & Firuz Ramli, 1996. Fracture pattern and its relationship to groundwater in hardrocks of Negeri Sembilan. *Bulletin of the Geological Society of Malaysia*, 40, 47-49.
- Shu, Y.K., 1989. Geology and mineral resources of Kuala Kelawang area. District Memo, 20(1989). Geological Survey Malaysia, Kuala Lumpur.
- Singhal, B.B.S. & Gupta, R.P., 1999. Applied Hydrogeology of Fractured Rocks. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands. 400 p.
- WHO, 2011. Guidelines for Drinking-water quality, Fourth edition incorporating the first addendum. WHO Library Cataloguing-in-Publication Data.
- Zaini Hamzah, Ahmad Saat, Masitah Alias, Siti Afiqah Abdul Rahman, Mohamed Kassim & Abdul Kadir Ishak, 2011. Measurement of Gross Alpha, Gross Beta, Radon and Radium Activity Concentrations in Aqueous Samples Using Liquid Scintillation Technique. *Journal of Nuclear and Related Technologies*, 8(2), 85-93.
- Zaini Hamzah, Siti Afiqah Abdul Rahman, Ahmad Saat & Mohd Shuhaimi Hamzah, 2012. Evaluation of Natural Radioactivity in Soil in District of Kuala Krai, Kelantan. *The Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 16(3), 335-345.

Manuscript received 7 October 2017
Revised manuscript received 17 November 2018
Manuscript accepted 20 November 2018