

Kajian Geofizik Kejuruteraan Dalam Penentuan Satah Gelinciran di km 6, Jalan Temerloh-Mentakab, Pahang

RAHMAN B. YACCUP, ABDUL RAHIM SAMSUDIN, UMAR HAMZAH & ABDUL GHANI RAFEK

Pusat Pengajian Sains Sekitaran dan Sumber Alam
Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600, Bangi, Selangor, Malaysia

Abstrak

Satu kajian geofizik kejuruteraan telah dilakukan secara terperinci untuk mengkaji gelinciran tanah, di km 6, Jalan Temerloh-Mentakab, Pahang. Hasil kajian menunjukkan, terdapat tiga satah lemah yang mungkin mewakili satah gelinciran untuk cerun potongan jalan yang dikaji. Satah-satah ini dijumpai di kedalaman 5.45m, 10.1m dan 15.45m dari permukaan. Satah pertama dicirikan oleh nilai $N=6$, peratusan bahan bersaiz $<63 \mu\text{m}$ lebih daripada 63%, perubahan halaju gelombang P dari 510m/s ke 1700m/s dan gelombang S dari 250m/s ke 960m/s. Satah kedua dicirikan oleh perubahan halaju purata gelombang P dari 670m/s ke 2210m/s, perubahan halaju sela gelombang S dari 320m/s ke 870m/s dan kadar penusukan mata gerudi 10cm/minit. Sementara satah ketiga dicirikan oleh purata halaju gelombang P yang berubah dari 610m/s ke 2300m/s, gelombang S dari 180m/s ke 890m/s, halaju penusukan mata gerudi yang pantas iaitu berjalat 6.33cm/minit-10cm/minit dan nilai kerintangan penusukan piawai $N=10$.

Engineering Geophysical Survey in the Determination of Sliding Planes at km 6, Temerloh-Mentakab Road, Pahang

Abstract

Engineering geophysical survey was conducted to investigate the landslide at km 6, Jalan Temerloh-Mentakab, Pahang. Three sliding planes were identified, each of which are at depths of 5.45m, 10.1m and 15.45m from the surface. The first sliding plane at 5.45m is determined based on engineering geological parameters ($N=6$, more than 63% of the grain size is $<63 \mu\text{m}$) and it is substantiated by the sudden increase of P and S wave velocities ($P=510\text{m/s}$ to 1700m/s and $S=250\text{m/s}$ to 960m/s). The second sliding plane is characterised by increasing P and S wave velocities ($P=670\text{m/s}$ to 2210m/s and $S=320\text{m/s}$ to 870m/s) and high drilling penetration rates of 10 cm/minute. The third sliding planes at 15.45m depth was interpreted based on drastic changes of seismic P and S wave velocities ($P=610\text{m/s}$ to 2300m/s and $S=180\text{m/s}$ to 890m/s), high drilling penetration velocities (6.33cm/minute to 10cm/minute) and low SPT N value ($N=10$).

PENDAHULUAN

Gelinciran tanah merupakan satu bencana yang sedang diberi perhatian secara serius. Fenomena ini sering dikaitkan dengan aktiviti volkano, gempa bumi, banjir dan ribut taufan (Brabb *et al.*, 1989). Tetapi bagi kawasan yang mempunyai ciri-ciri geologi yang stabil seperti di Malaysia, kejadian ini sering dikaitkan dengan sifat kejuruteraan bahan yang gagal, sifat geologi, curahan hujan dan aktiviti pembangunan tak terancang (Ibrahim, 1992). Kesan daripada kejadian ini amat jelas seperti kemusnahan keindahan alam sekitar, harta benda dan kehilangan nyawa manusia.

Di Malaysia, kebanyakan bencana geologi berlaku di kawasan pembangunan. Contohnya kejadian runtuhannya Kondominium Highland Tower (Mohd. Asbi *et al.*, 1994), gelinciran tanah aliran puing di jalan susur ke Genting Highland (Ibrahim Komoo, 1995), runtuhannya cerun di Taman Melawati (Tan, 1986) dan beberapa kejadian lain sepanjang dekad 1990an. Institut Penyelidikan Kerja Raya Malaysia (IKRAM) melaporkan satu kejadian gelinciran cerun di Bukit Stesen Pemancar Gelombang Mikro km 6 Jalan Temerloh-Mentakab pada 1995. Kejadian ini merupakan

gelinciran kali kedua di cerun yang sama selepas kejadian pertama pada Mei 1985. Gelinciran ini berulang lagi pada Disember 1996 mengakibatkan sistem perparitan telah musnah dan jalan yang terletak di bawah cerun mengalami pengangkatan.

Kertas kerja ini membentangkan hasil kajian lanjutan yang telah dilakukan di kawasan tersebut. Tujuan kajian ialah untuk memperolehi maklumat sebanyak mungkin mengenai punca kejadian serta menentukan kedudukan satah gelinciran untuk cerun berkenaan. Bagi mencapai matlamat ini, beberapa teknik telah digunakan secara integrasi termasuklah kaedah geofizik yang terdiri daripada teknik seismos biasan dan kajian seismos dalam lubang gerudi serta kaedah geologi kejuruteraan yang melibatkan teknik penggerudian basuhan dan kajian halaju penusukan mata gerudi.

Secara amnya zon bencana terletak dalam Formasi Semantan dianggarkan berusia Trias Tengah-Trias Akhir berdasarkan fosil yang dijumpai di kawasan berkenaan (Khairul Zaman, 1994). Batuan yang membentuk cerun yang runtuh terdiri daripada dua fasies yang utama iaitu fasies arenit (batu pasir/konglomerat) dan fasies argilit (batu lodak, syal hitam dan batu lumpur).

BAHAN DAN KAEDAH

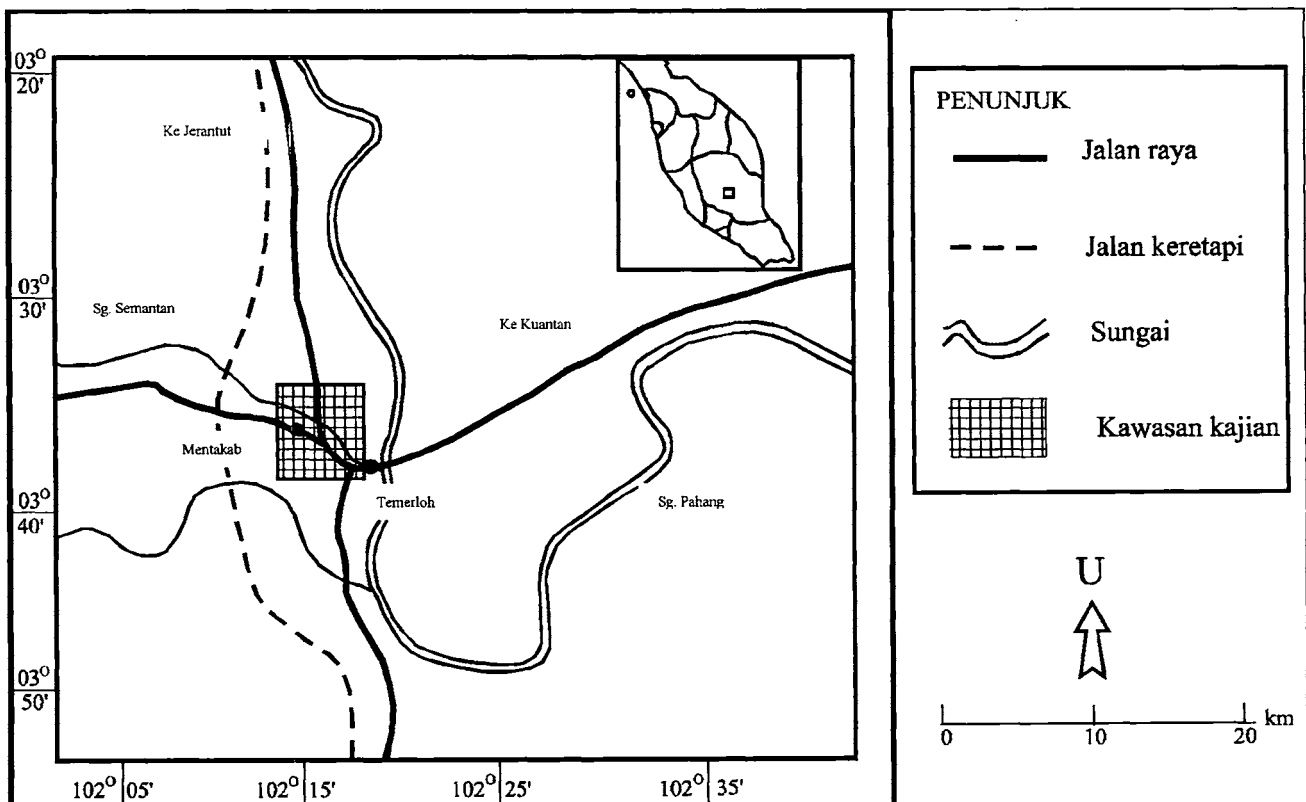
Kajian dilakukan untuk memperolehi parameter geofizik dan geologi kejuruteraan bahan yang boleh digunakan untuk mengesan kedudukan satah gelinciran untuk cerun yang dikaji. Bagi merealisasikan objektif ini maka kaedah seismos biasa telah dilakukan bagi melihat perubahan halaju purata gelombang P bahan secara mendatar. Sementara kajian seismos dalam lubang gerudi dijalankan untuk mendapatkan maklumat halaju sela gelombang P dan gelombang S secara menegak. Selain daripada itu nilai halaju sela gelombang P dan S boleh digunakan untuk memperolehi Nisbah Poisson mengikut kedalaman yang boleh menggambarkan sifat kejuruteraan bahan dari aspek kekerasan.

Kaedah penggerudian basuhan digunakan bagi memperolehi nilai rintangan penusukan piawai bahan disamping memperolehi sampel bahan terganggu yang digunakan dalam analisis saiz butiran dan penentuan nilai Had Atterberg bahan. Kajian penusukan mata gerudi dibuat dengan melihat kadar penusukan mata gerudi untuk setiap kedalaman 0.5m. Ia dilakukan dengan menetapkan halaju pusingan mata gerudi tanpa mengenakan tekanan yang berlebihan semasa ujian dilakukan.

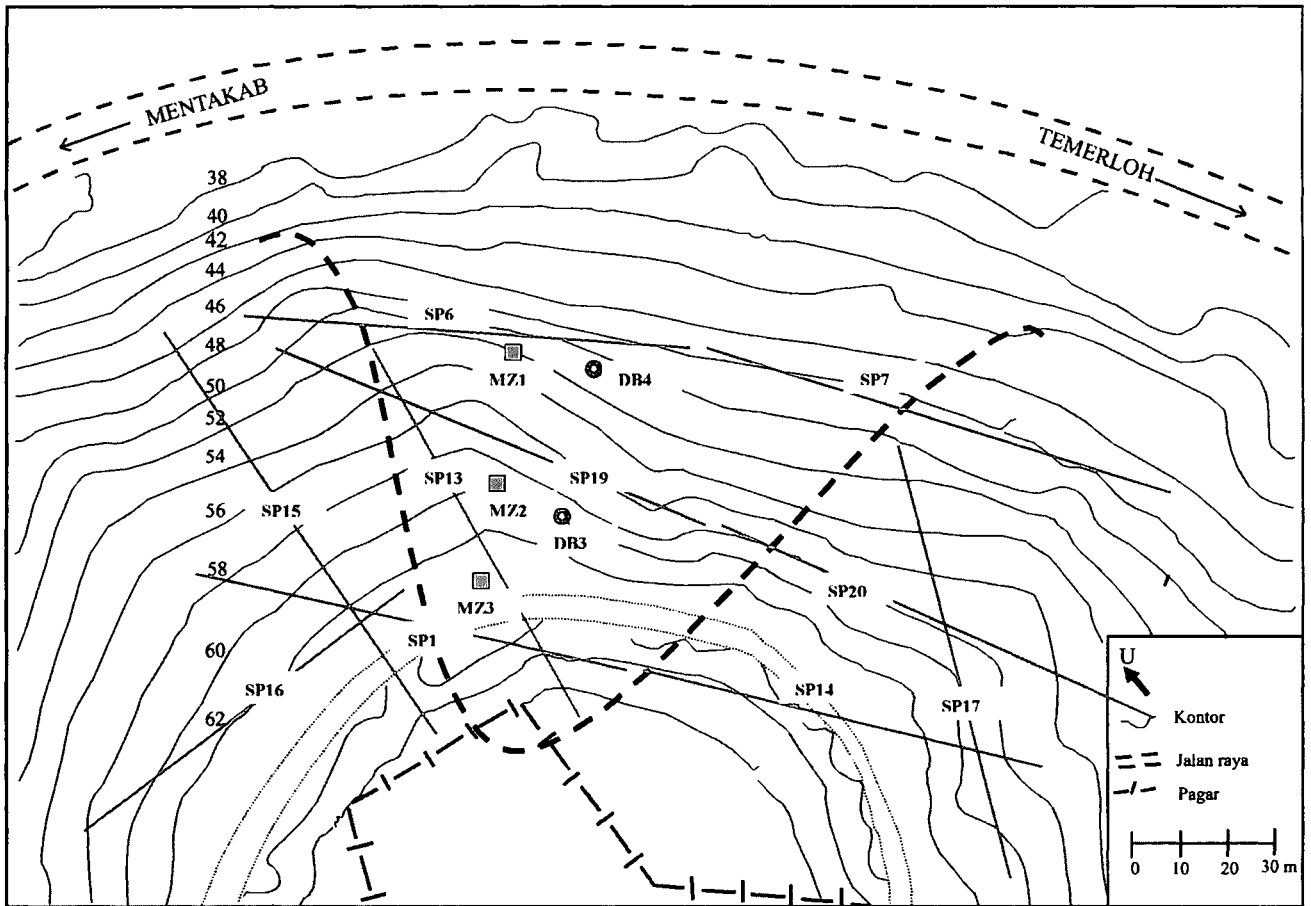
HASIL DAN PERBINCANGAN

Hasil yang diperolehi ditunjukkan dalam Rajah 3 dan Rajah 4 masing-masingnya mewakili hasil daripada kajian menggunakan lubang gerudi basuhan dan lubang gerudi

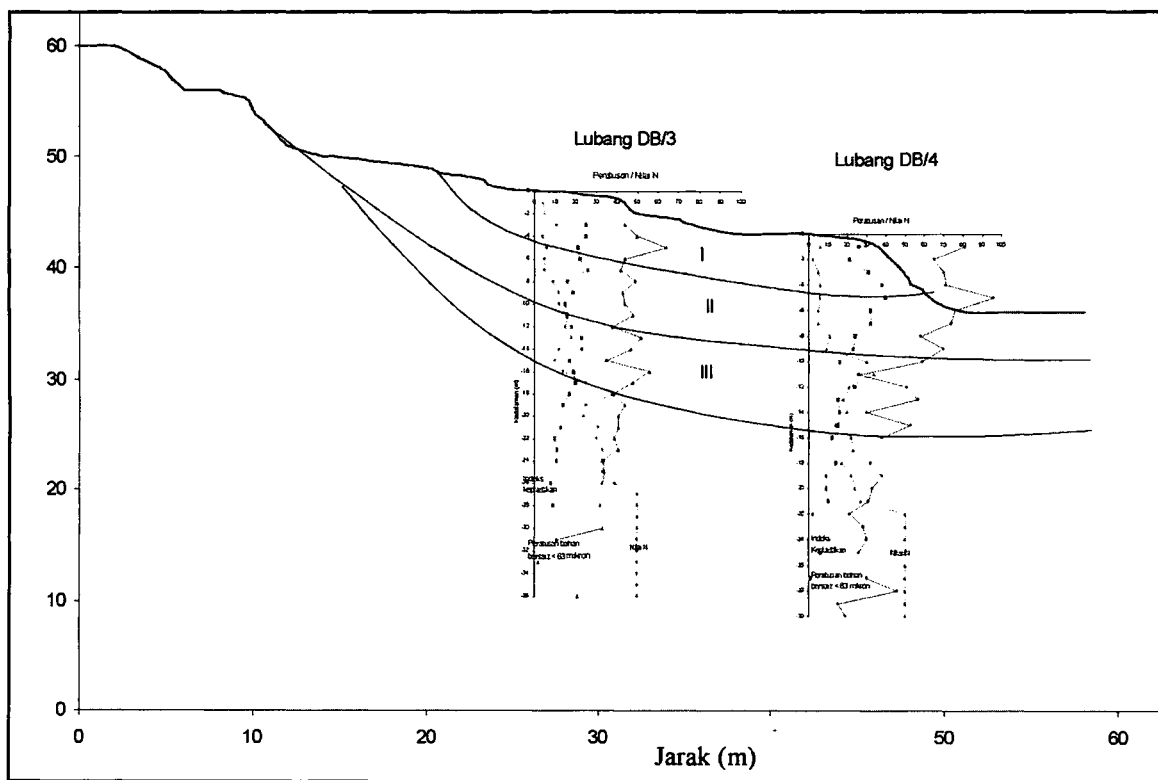
Mazier. Untuk lubang gerudi basuhan (DB3 dan DB4), didapati tiga lapisan yang boleh mewakili lapisan lemah yang cenderung untuk membentuk satah gelinciran iaitu masing-masingnya di kedalaman maksimum 5.45m, 10.1m dan 15.45m dari permukaan. Kedudukan ini dipilih berdasarkan kepada perubahan halaju gelombang biasa (P) yang melalui lapisan berkenaan, perubahan nilai kerintangan penusukan piawai (N) dan berdasarkan kepada peratusan bahan yang bersaiz $<63\mu$ yang boleh mewakili bahan bersaiz lodak ke lumpur. Satah pertama dikenal pasti berdasarkan kepada nilai N yang rendah untuk kedua-dua lubang gerudi iaitu $N=6$ dan ia disokong oleh peratusan bahan bersaiz $<63\mu$ yang tinggi (DB3=64%, DB4=96%) berbanding dengan lapisan di bahagian atas dan bawah lapisan berkenaan. Ini menunjukkan lapisan berkenaan terbentuk dari batu lodak atau batu lumpur yang secara relatifnya lemah berbanding dengan batu pasir. Satah kedua dijumpai pada kedalaman 10.1m dari permukaan berdasarkan kepada perubahan halaju gelombang P (dari survei biasa) dari 760 m/s ke 1200 m/s (DB3) dan dari 750 m/s ke 2210 m/s (DB4). Nilai N-SPT untuk kedalaman ini agak tinggi iaitu masing-masingnya $N=12$ dan $N=9$. Nilai yang sedemikian ini menunjukkan bahan dalam keadaan agak keras tetapi berdasarkan kepada nilai N yang diperolehi untuk lapisan ini yang lebih rendah berbanding dengan lapisan bahagian atas dan bawah maka nilai ini dianggap relevan dan mampu menyokong kenyataan di atas. Selain daripada itu, peratusan bahan bersaiz $<63\mu$ juga tinggi iaitu masing-masingnya 43% dan 70% yang menandakan bahan bersifat argilit.



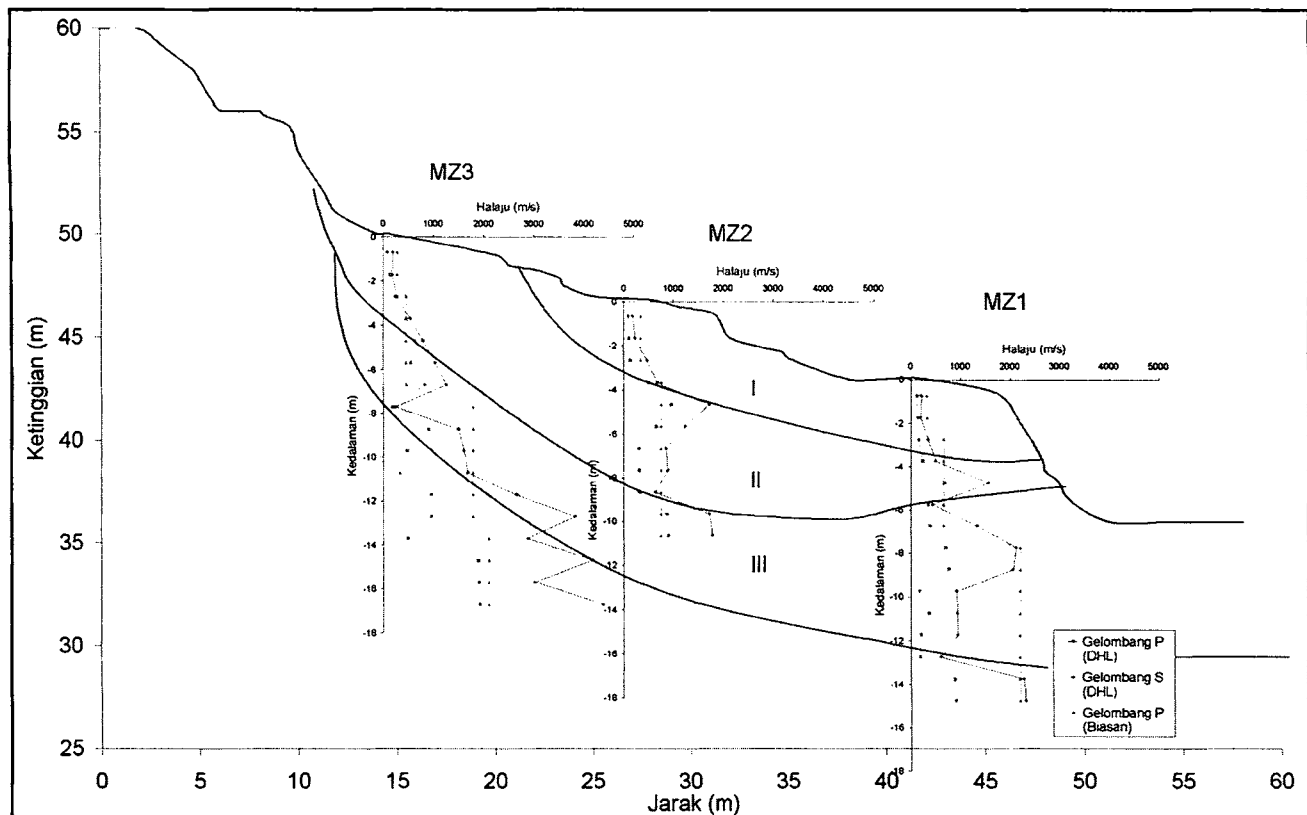
Rajah 1: Peta lokasi kawasan kajian.



Rajah 2: Kedudukan lubang gerudi dan garisan rebakan seismos biasa.



Rajah 3: Cadangan kedudukan satah gelinciran dari lubang gerudi DB.



Rajah 4: Cadangan kedudukan satah gelinciran daripada hasil kajian seismos.

Sementara satah ketiga yang terletak di kedalaman 15.45m ditafsirkan berdasarkan penyusutan nilai N untuk kedua-dua lubang gerudi (dari N=16 ke N=10 untuk lubang gerudi DB3 dan N=22 ke N=14 bagi lubang gerudi DB4). Kemudian nilai ini meningkat semula ke N=22 untuk DB3 dan N=28 bagi DB4. Selain daripada itu kenyataan ini disokong oleh kehadiran bahan bersaiz <63 μ yang tinggi iaitu masing-masingnya 68% bagi DB3 dan 54% bagi DB4 yang menandakan lapisan sekali lagi terdiri daripada bahan bersifat argilit.

Hasil yang sama turut diperolehi dalam kajian menggunakan lubang gerudi Mazier. Keratan rentas untuk lubang gerudi Mazier adalah selaras dengan lubang gerudi basuhan (Rajah 2). Hasil yang didapati menunjukkan survei seismos dalam lubang gerudi mengenalpasti terdapat tiga satah gelinciran untuk cerun berkenaan dan ia hampir selari dengan hasil yang diperolehi dalam ujian penggerudian basuhan. Tafsiran ini dibuat berdasarkan perubahan mendadak pada halaju gelombang P dan S melalui lapisan berkenaan. Di lubang MZ1 satah pertama dijumpai pada kedalaman 3.74 meter iaitu dalam keadaan halaju gelombang P meningkat dari 510m/s ke 1580 m/s dan gelombang S dari 250 m/s ke 690 m/s. Satah kedua pula pada kedalaman 5.74 meter di mana terdapat penyusutan halaju gelombang P dari 1580m/s ke 450m/s dan gelombang S dari 690 m/s ke 360 m/s. Sementara satah ketiga dijumpai di kedalaman 12.74 meter iaitu semasa berlakunya peningkatan halaju gelombang P dari 610 m/s ke 2290m/s dan gelombang S dari 200 m/s ke 900 m/s. Penusukan pantas penggerudian untuk satah dua dan tiga (masing-

masingnya 10cm/minit dan 6.33cm/minit) menggambarkan bahan bersifat lembut dan bersesuaian untuk mewakili lapisan lembut.

Dalam lubang gerudi Mazier kedua hanya dua satah gelinciran sahaja yang dapat dikenal pasti iaitu pada kedudukan 3.65 m dan 8.65 m dari permukaan. Peningkatan halaju gelombang P dari 670 m/s ke 1720m/s dan gelombang S dari 450 m/s ke 960m/s bagi satah pertama menjadi dasar kepada pemilihan kedalaman ini. Satah kedua juga menunjukkan perubahan yang sama di mana halaju gelombang P telah meningkat dari 630 m/s ke 1730 m/s dan gelombang S dari 320 m/s ke 870 m/s. Untuk kedudukan yang hampir sama iaitu 8.0m halaju penusukan penggerudian turut meningkat ke 5cm/ minit. Satah ketiga tidak dapat dikenalpasti dengan menggunakan kaedah ini kerana semasa kajian dijalankan lubang gerudi berkenaan telah tertimbus dan ujian hanya boleh dilakukan untuk kedalaman 10.65m sahaja. Tetapi berdasarkan kajian dengan menggunakan seismos biasan didapati satu lagi lapisan lemah dijumpai pada kedalaman 13.5 m yang ditunjukkan oleh perubahan mendadak halaju gelombang P dari 760 m/s ke 1170 m/s. Dalam keadaan ini, lapisan lembut telah menindih satu lapisan yang keras. Ini terbukti, semasa ujian penusukan penggerudi dijalankan, halaju penusukan telah meningkat ke 10cm/minit pada kedalaman 10.75m (1 cm/minit sebelumnya - 9.75m).

Untuk lubang gerudi MZ3, hanya dua satah yang dijumpai iaitu pada kedalaman 2.7 m dan 7.7 m dari permukaan. Halaju gelombang P untuk satah pertama meningkat dari 350 m/s ke 570 m/s dan halaju gelombang

S turut meningkat dari 170 m/s ke 370 m/s. Satah kedua pula berlaku juga peningkatan terhadap halaju gelombang P dari 280 m/s ke 1510 m/s dan gelombang S dari 180 m/s ke 890 m/s. Satah pertama dan kedua dalam lubang gerudi ini ditafsirkan bersambung dengan satah kedua dan ketiga dalam lubang gerudi MZ1 dan MZ2. Ini disebabkan selepas kedalaman tersebut tiada lagi satah lemah yang dijumpai berdasarkan halaju gelombang P dan S yang terus meningkat.

KESIMPULAN

Kajian ini telah berjaya mengenal pasti tiga lapisan batuan lemah yang mampu menjadi satah gelinciran untuk cerun yang dikaji. Kedudukan satah-satah tersebut adalah di kedalaman maksimum 4.45 m, 10.1 m dan 15.45 m dari permukaan bagi kajian dengan menggunakan lubang gerudi basuhan (DB3 dan DB4). Sementara kajian dengan menggunakan lubang gerudi MZ1, MZ2 dan MZ3 didapati kedalaman maksimum satah gelinciran ialah di kedudukan 3.74 m, 8.65 m dan 12.74 m dari permukaan. Kedudukan yang diperolehi dalam kedua-dua survei berlainan kerana kedudukan lubang gerudi MZ secara relatifnya rendah 1-2m dari lubang gerudi DB. Jadi sekiranya faktor topografi ini diambilkira, hasil yang diperolehi adalah relevan dan dianggap sama untuk lubang gerudi MZ dan DB.

PENGHARGAAN

Ucapan terima kasih kepada semua yang terlibat dalam kajian ini, terutamanya kepada pihak Institut Kerja Raya Malaysia (IKRAM) yang mencari tapak untuk penyelidikan,

bantuan peralatan dan kaki tangan kerja lapangan. Jutaan terima kasih juga diberikan kepada En. Khairul Anuar Mohd Nayan yang banyak membantu dalam pengumpulan data lapangan, pembantu makmal En. Tajul Arus yang banyak membantu untuk kerja lapangan. Setinggi-tinggi penghargaan juga diucapkan kepada kerajaan Malaysia yang telah memberi gran penyelidikan IRPA 02-02-02-0010. Tanpa peruntukan ini kajian lanjutan pasti tidak dapat dilakukan.

RUJUKAN

- Brabb, E.E. dan Betty, L.H. 1989. Landslides: Extent and economic Significance. *Occurrence and Significance of landslide in South East Asia*: 258-269. United State Geological Survey. A.A Balkema-Retterdom-Brookfield.
- Ibrahim Komoo. 1995. Tragedi gelinciran tanah di jalan susur ke Genting Highlands.
- Laporan terbuka Institut Alam Sekitar dan Pembangunan UKM (LESTARI). Bangi. UKM
- Ibrahim Komoo. 1992. *Geologi Kejuruteraan. Prespektif rantau Tropika lembab* (Syarahan Perdana). UKM. Bangi
- Khairul Zaman Ibrahim. 1994. *Geologi am Daerah Benta, Pahang*. Tesis Sarjana Muda (Kep). Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Mohd. Asbi Othman, Azman, A.S., Mat Barhan, H., Norman, M.Y. 1994. Some Thoughts on the collapse of the Highland Towers, Ulu Kelang, Selangor. *Forum "Geology and hillside development"*. Kuala Lumpur: 4.1-4.14
- Rahman b. Yaccup. 1999. Penggunaan Integrasi Kaedah Geofizik dan Geologi Kejuruteraan Untuk Mengkaji Gelinciran Tanah. Tesis Sarjana. UKM. Bangi
- Tan. B.K. 1986. Landslide and hillside development. Recent case studies in Kuala Lumpur, Malaysia. *Proceedings Landplan*. III: 373-382