

Rakaman seismos dalam lubang gerudi bagi penyiasatan tanah runtuh: kajian kes tapak Stesen Pemancar Gelombang Mikro Telekom, Jalan Temerloh-Mentakab, Pahang

(Downhole seismic logging for landslide investigations: case study at the Microwave Transmission Station, Temerloh-Mentakab Road, Pahang)

ABDUL GHANI RAFEK¹, RAHMAN B. YACCUP¹, ABDUL RAHIM SAMSUDIN¹,
KHAIRUL ANUAR MOHD. NAYAN² AND UMAR HAMZAH¹

¹Program Geologi

Universiti Kebangsaan Malaysia
43600 UKM, Bangi, Selangor D.E.

²Jabatan Kejuruteraan Awan dan Struktur
Universiti Kebangsaan Malaysia
43600 UKM, Bangi, Selangor D.E.

Abstrak: Rakaman seismos dalam lubang gerudi dengan penentuan halaju gelombang P, Vp dan gelombang S, Vs dapat mengesan kedudukan satah lemah di suatu tanah runtuh di bukit pemancar gelombang mikro di km 7, Jalan Temerloh-Mentakab. Hasil rakaman seismos lubang gerudi dikorelasikan dengan hasil ujian penusukan piawai. Kedudukan satah lemah dicirikan oleh penyusutan dan peningkatan nilai halaju kedua-dua gelombang P, Vp dan gelombang S, Vs pada satu kedalaman yang sama. Rakaman ini dilakukan dalam tiga lubang gerudi dan dua hingga tiga satah lemah dikesan. Satah lemah ini kemungkinan besar merupakan satah gelinciran. Korelasi dengan hasil ujian penusukan piawai yang dilakukan dalam lubang yang berdekatan menunjukkan perubahan tren yang selari pada kedalaman yang hampir sama ($\pm 10\%$). Keputusan ini menunjukkan keberkesanan kaedah rakaman seismos dalam lubang gerudi untuk mengesan kedudukan atah-satah lemah dalam sesuatu kawasan tanah runtuh.

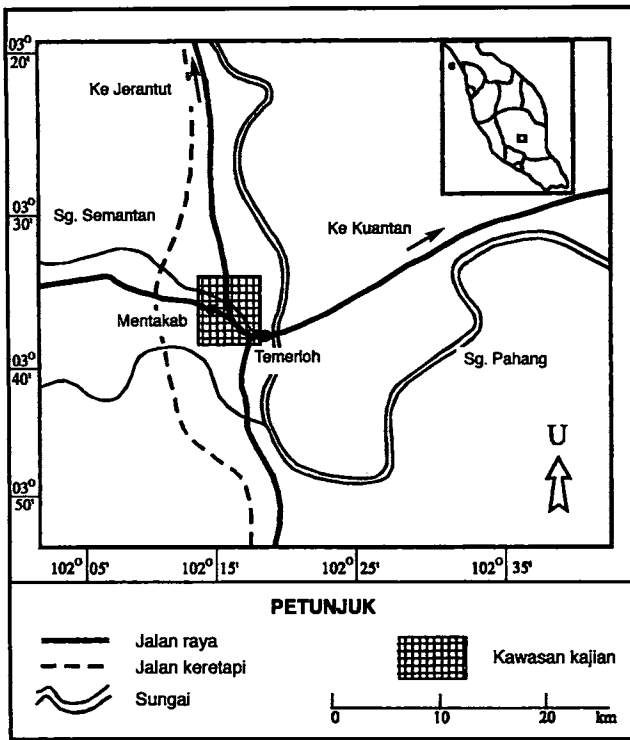
Abstract: Downhole seismic logging with the determination of P-wave and S-wave velocities, Vp and Vs enabled the detection of weak planes in a landslide at the microwave transmission station hill at km 7, Temerloh-Mentakab road. The results of downhole logging were correlated with standard penetration test results. The location of a weak plane was characterised by reduction and subsequent increase in the values of both the P-wave and S-wave velocities, Vp and Vs at the same depth. Logging was conducted in three boreholes and two to three weak planes were detected. These weak planes are possibly failure or slide planes. Correlation with standard penetration test results in adjacent boreholes shows a parallel trend in the change of values at approximately the same depths ($\pm 10\%$). This result shows the effectiveness of downhole seismic logging for the detection of weak planes within a landslide area.

PENGENALAN

Tanah runtuh ditakrifkan sebagai pergerakan bahan bumi turun cerun yang pantas dan digerakkan oleh daya graviti. Kebanyakan kejadian tanah runtuh dapat dikaitkan dengan kewujudan sesuatu satah lemah yang memisahkan bahan bumi yang mengalami kegagalan daripada bahan bumi yang tidak mengalami kegagalan dan membentuk dasar pada jasad yang gagal. Bentuk dan kedudukan satah kegagalan ini berbeza dan dipengaruhi oleh jenis kegagalan. Penentuan kedudukannya memainkan peranan penting dalam penyiasatan tanah runtuh dan merekabentuk serta

melaksanakan langkah-langkah pemuliharaan dan pencegahan.

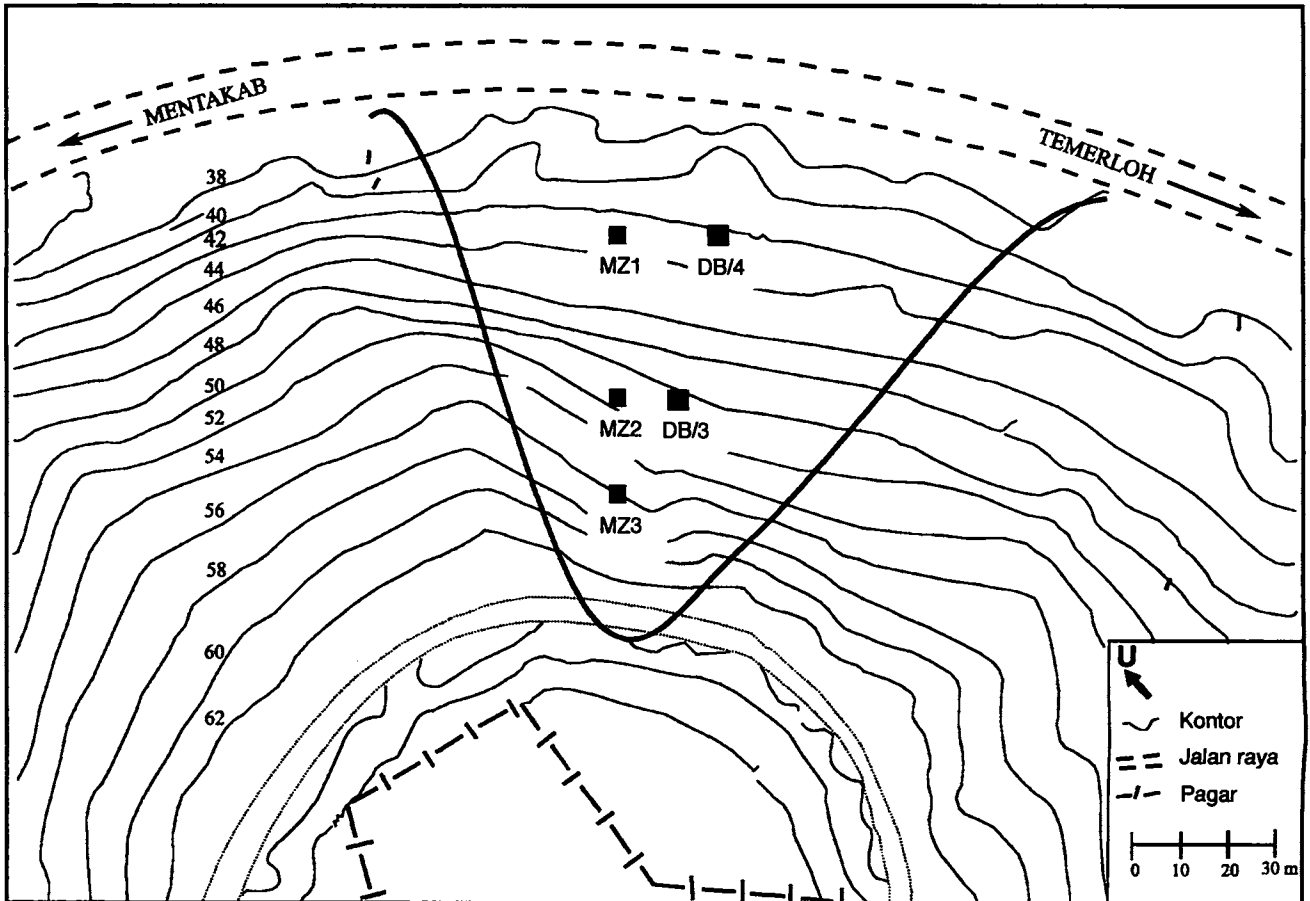
Bahan bumi gagal mengalami perubahan ciri fisis dan mekanik. Struktur dalaman jasad kegagalan terganggu berbanding dengan keadaan asal dan boleh juga termusnah. Perubahan ciri fisis dan mekanik ini juga mempengaruhi pemilihan langkah-langkah pemuliharaan dan pencegahan. Berdasarkan ini, di antara perkara-perkara utama yang perlu ditentukan dalam penyiasatan tanah runtuh ialah kedudukan, kedalaman dan bentuk satah kegagalan dan pencirian fisis dan mekanik bahan yang gagal berbanding dengan bahan yang tidak mengalami kegagalan.



Rajah 1. Lokasi kawasan kajian.

Kertas kerja ini membentangkan hasil survei seismos dalam lubang gerudi yang dilakukan di tapak tanah runtuh di Bukit Pemancar Gelombang Mikro, km 7, Jalan Temerloh-Mentakab. Rajah 1 menunjukkan kedudukan tapak penyiasatan. Rakaman seismos kedua-dua gelombang primer, P dan gelombang sekunder, S dilakukan untuk mengesan kedudukan satah kegagalan dan mencirikan bahan yang mengalami kegagalan. Hasil survei seismos dikorelasikan dengan hasil ujian penusukan piawai (Standard Penetration Test, SPT).

Tapak penyiasatan ini merupakan satu kawasan yang telah mengalami runtuh beberapa kali. Kejadian pertama dilaporkan pada bulan Mei 1985. Pada bulan April 1995 sekali lagi runtuh berlaku di mana tirusan air dijumpai di kaki cerun ke atas jalan raya setiap kali hujan turun. Jalan raya di bawah cerun juga mengalami pengangkatan. Penyiasatan seismos dalam lubang gerudi yang dilaporkan dalam kertas kerja ini adalah sebahagian daripada penyiasatan tapak selepas tanah runtuh pada 1995.



Rajah 2. Kedudukan lubang gerudi untuk survei seismos dalam lubang gerudi dan lubang gerudi ujian penusukan piawai (SPT).

GEOLOGI TAPAK PENYIASATAN

Kawasan sekitar jalan Temerloh-Mentakab terdiri daripada batuan argilit dan arenit Formasi Semantan seperti yang telah dijelaskan oleh Jaafar Ahmad (1976) dan Kamal Roslan Mohamad (1989). Jenis batuan utama di kawasan ini ialah batu pasir bertuf, batu lodak, batu lumpur dan syal hitam. Di tapak penyiataan, kebanyakan batuan telah mengalami luluhawa tinggi, khususnya fasies argilit. Batuan arenit nampaknya lebih tahan terhadap luluhawa di mana per lapisannya masih dapat diperhatikan. Batu lumpur telah berubah sepenuhnya dan terubanh kepada tanah. Tetapi per lapisan asal masih dapat dikesan bersama dengan laminasi, nendatan dan perlipatan kecil. Jurus per lapisan adalah sekitar 150° – 170° dengan kemiringan sederhana hingga curam.

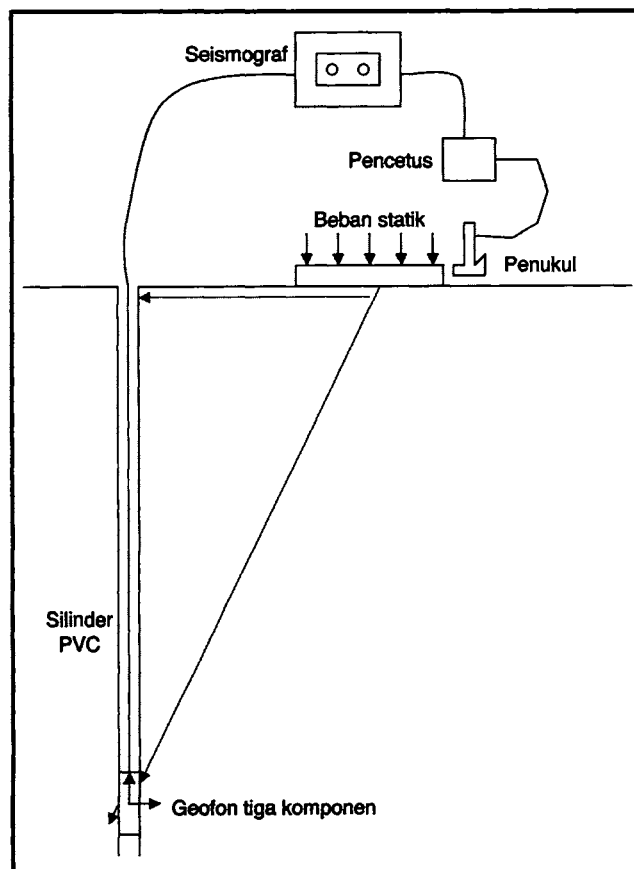
PENYIASATAN LAPANGAN

Kedudukan lubang gerudi di mana rakaman seismos dalam lubang gerudi dan ujian penusukan piawai (standard penetration test) di jalankan ditunjukkan dalam Rajah 2. Lubang gerudi MZ1, MZ2 dan MZ3 mewakili lubang gerudi di mana survei gelombang primer P, dan gelombang

sekunder, S dilakukan, manakala DB/3 dan DB/4 adalah lubang gerudi bagi ujian penusukan piawai. Kedudukan lubang gerudi DB/3 adalah 4.5 m dari lubang MZ2 pada ketinggian yang hampir sama. Sementara lubang MZ1 adalah 8.0 m dari lubang DB/4 juga pada ketinggian yang sama. Jarak pemisahan yang dekat di antara lubang gerudi bagi kedua-dua jenis ujian ini membolehkan korelasi dilakukan untuk kedua-dua ujian.

Susunan lapangan survei seismos dalam lubang gerudi ditunjukkan dalam Rajah 3. Geofon tiga komponen diturunkan dalam lubang gerudi yang dipasangkan dengan silinder PVC dan disambung dengan alat seismograf (ABEM Terraloc Mark 3). Tenaga seismos dijanakan di permukaan bumi pada jarak tertentu daripada lubang gerudi. Gelombang P dijanakan dengan pukulan tegak ke atas kepingan besi manakala gelombang S dijanakan dengan pukulan mendatar kepada papan kayu yang dibebankan (seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3).

Pengiraan halaju gelombang P dan S dalam lubang gerudi adalah berdasarkan kaedah Kennett (1981) seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4. Kaedah ini adalah kaedah masa sela pseudo dan dengan cara ini halaju sela untuk kedalaman berbeza dapat ditentukan.

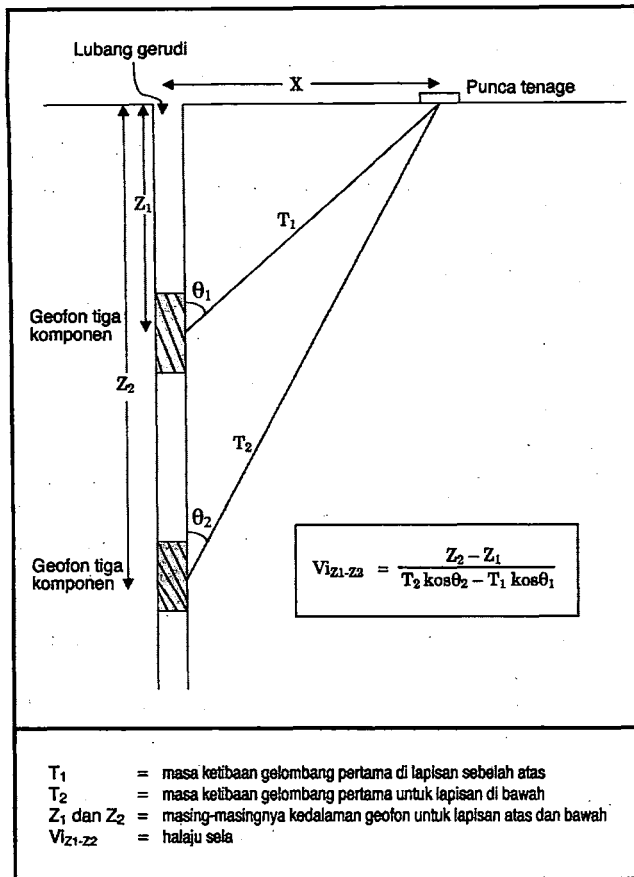


Rajah 3. Skema peralatan dalam survei rakaman seismos lubang gerudi.

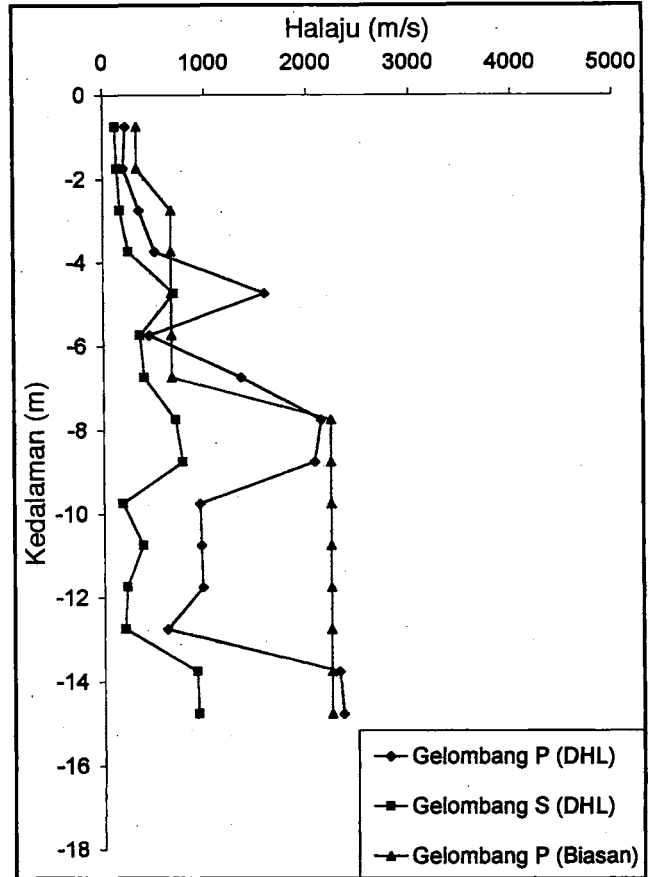
HASIL DAN PERBINCANGAN

Hasil penentuan halaju gelombang P, V_p dan gelombang S, V_s bagi setiap lubang gerudi MZ1, MZ2 dan MZ3 masing-masing ditunjuk dalam Rajah 5, Rajah 6 dan Rajah 7. Rajah 8 menunjukkan gabungan hasil daripada ketiga-tiga lubang gerudi. Rakaman dalam lubang gerudi ditanda sebagai "Gelombang P (DHL)" bagi V_p , dan "Gelombang S (DHL)" bagi V_s . Di samping itu hasil survei seismos biasan permukaan pada lokasi ini juga ditunjuk sebagai "Gelombang P (Biasan)". Rajah 9 adalah hasil ujian penusukan piawai, SPT, bagi lubang gerudi DB/3 dan DB/4. Dalam Rajah 8 dan Rajah 9, kedudukan satah-satah gelinciran masing-masing daripada hasil kajian seismos dan nilai SPT juga ditunjukkan.

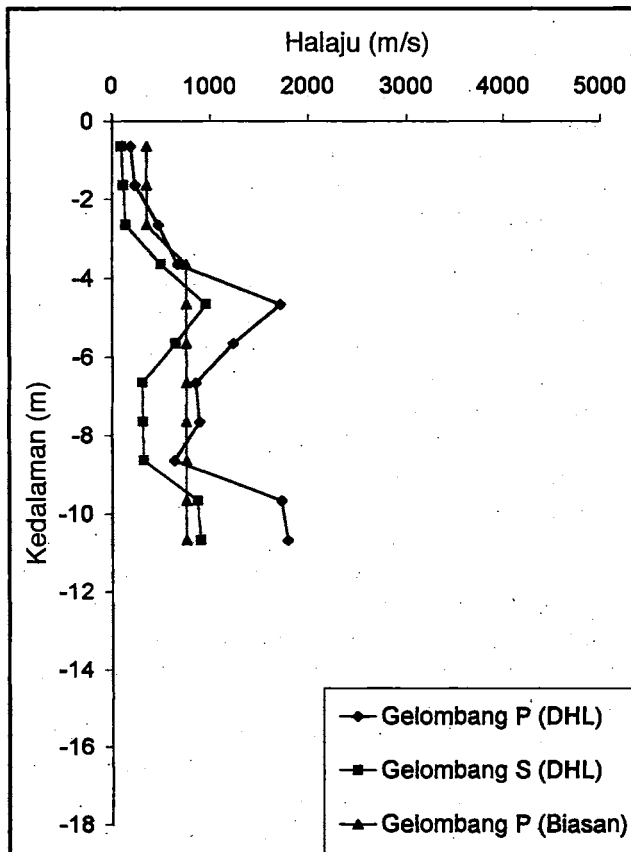
Hasil survei seismos dalam lubang gerudi menunjukkan taburan nilai halaju bagi kedua-dua halaju gelombang P, V_p dan halaju gelombang S, V_s yang dapat dikaitkan dengan kehadiran satah lemah yang mungkin merupakan satah gelinciran. Perkara ini adalah jelas bagi MZ2 dan MZ1, manakala bagi MZ3 perubahan ini adalah kurang jelas. Bagi MZ1, satu peningkatan halaju kedua-dua V_p dan V_s dapat diperhatikan pada kedalaman -3.8 m. Ini diikuti oleh peningkatan nilai dan penyusutan semula pada kedalaman -5.8 m. Penyusutan nilai dan peningkatan semula yang



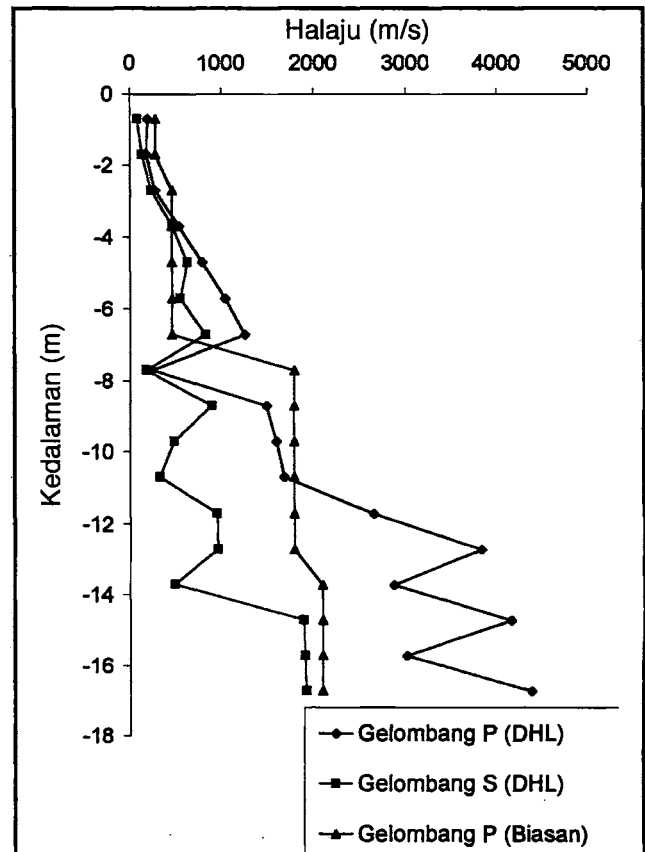
Rajah 4. Skema pengiraan halaju dengan menggunakan pseudo-interval seperti yang dilaporkan oleh Kennett (1981).



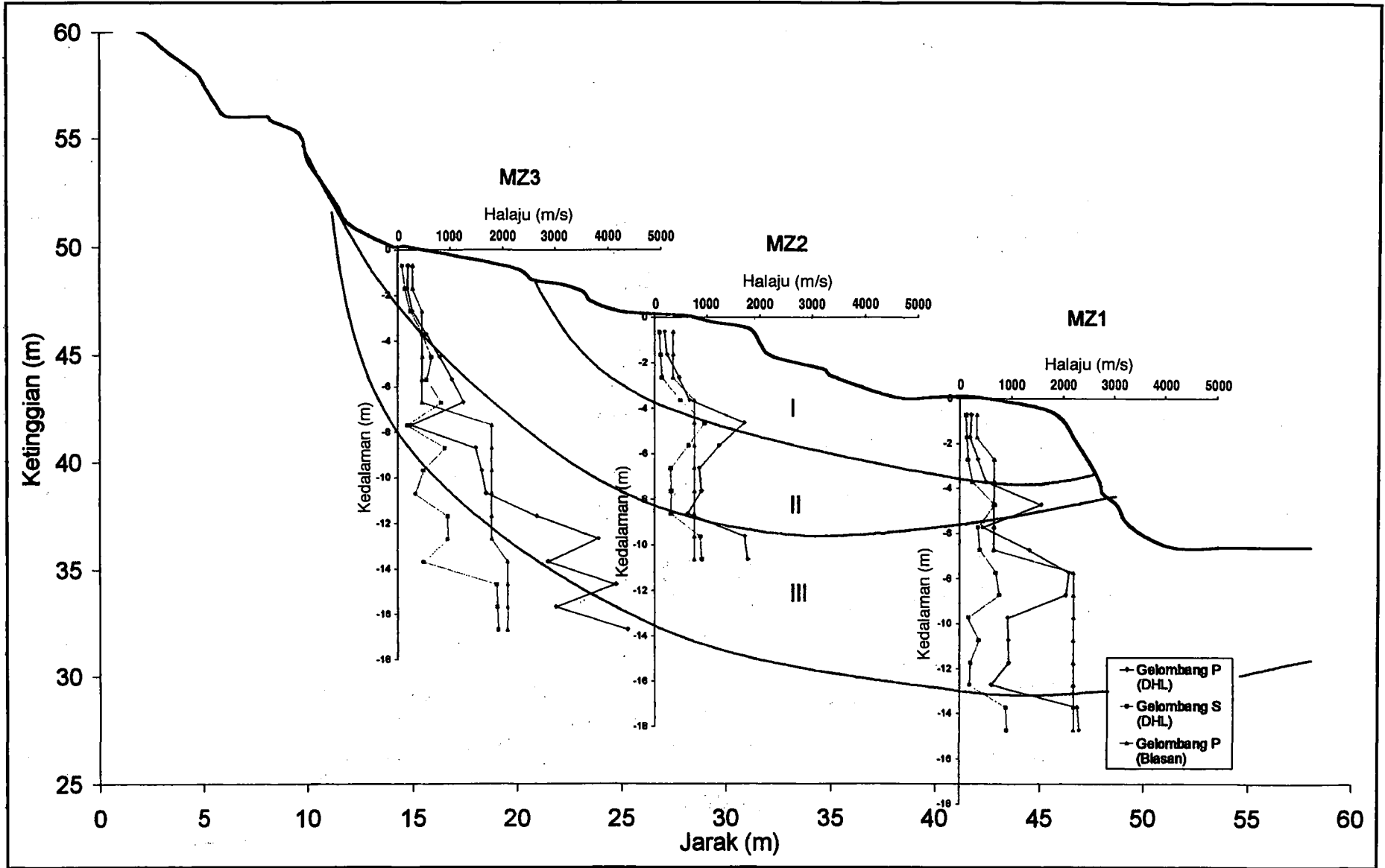
Rajah 5. Graf halaju gelombang P dan S terhadap kedalaman untuk lubang gerudi MZ1.



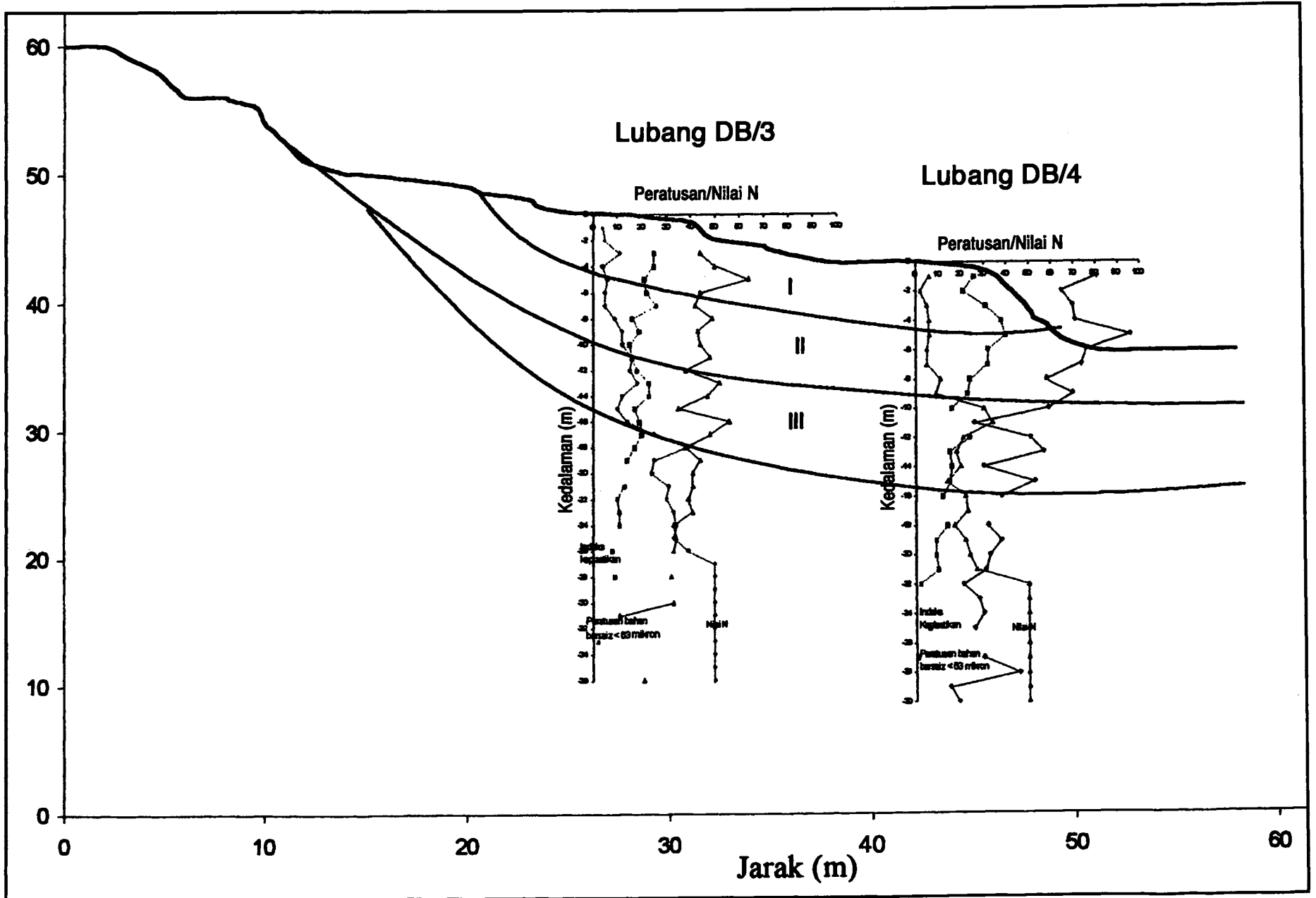
Rajah 6. Graf halaju gelombang P dan S terhadap kedalaman untuk lubang gerudi MZ2.



Rajah 7. Graf halaju gelombang P dan S terhadap kedalaman untuk lubang gerudi MZ3.



Rajah 8. Cadangan kedudukan satah gelinciran daripada hasil kajian seismos.



Rajah 9. Cadangan kedudukan satah gelinciran daripada ujian penusukan piawai (SPT).

ketiga didapati pada kedalaman -13 m. Setiap penyusutan dan peningkatan nilai ditafsirkan sebagai kehadiran sesuatu satah lemah dan kemungkinan besar satah-satah ini adalah satah gelinciran. Bagi MZ2, dua kedudukan iaitu -3.9 m dan -8.1 m menunjukkan perubahan nilai Vp dan Vs manakala bagi lubang MZ3 hanya pada kedalaman -7.8 m perubahan demikian diperhatikan. Daripada rakaman ini, tiga satah gelinciran ditafsirkan seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 8.

Korelasi rakaman halaju Vp dan Vs dengan nilai ujian penusukan piawai, SPT menunjukkan tren yang selari. Perbandingan MZ1 dengan DB/4 menunjukkan ketiga-tiga satah berada pada kedalaman yang hampir sama ($\pm 10\%$) di mana terdapat perubahan halaju seismos dan nilai SPT. Untuk perbandingan MZ2 dan DB/3, terdapat dua kedalaman di mana korelasi yang serupa diperhatikan. Dalam kes ini satah lemah terdalam tidak dikesan oleh rakaman seismos kerana rakaman seismos tidak mencapai kedalaman tersebut.

KESIMPULAN

Penyiasatan ini menunjukkan keberkesanan rakaman seismos lubang gerudi untuk menentukan kedudukan satah-satah lemah dalam suatu kawasan tanah runtuh. Satah-satah lemah dicirikan oleh penyusutan dan peningkatan semula nilai halaju gelombang P, Vp dan gelombang S, Vs. Hasil ini dapat dikorelasikan dengan nilai-nilai ujian penusukan piawai yang menunjukkan tren yang selari.

RUJUKAN

- JAAFAR AHMAD, 1976. The geology and mineral resources of the Karak and Temerloh area, Pahang. *Geological Survey of Malaysia Memoir 15*.
- KAMAL ROSLAN MOHAMAD, 1989. *Stratigraphy and sedimentology of the Triassic rocks of Peninsular Malaysia*. Ph.D. Thesis (unpubl.), Department of Geological Sciences, University College London.
- KENNETT, P., 1981. Well geophone survey and calibration of acoustic logs. In: A.A. Fitch, *Developments in Geophysical Exploration Method 1*, 93-141

Manuscript received 7 September 1999