



Potensi tanah runtuh bagi cerun-cerun berhampiran kolej kediaman pelajar di Universti Kebangsaan Malaysia (UKM)

Mokhtar Jaafar¹, Mohamad Afif Mohd Sany¹

¹Pusat Pengajian Sosial, Pembangunan & Persekitaran, Fakulti Sains Sosial dan Kemanusiaan, Universiti Kebangsaan Malaysia

Correspondence: Mokhtar Jaafar (email: mokhtar@eoc.ukm.my)

Abstrak

Tanah runtuh merupakan salah satu proses geomorfologi yang dikaitkan dengan pergerakan jisim secara semula jadi. Dalam konteks UKM, Bangi, terdapat banyak bangunan kediaman pelajar dibina berhampiran dengan cerun. Sehubungan itu, satu kajian telah dilakukan bagi mengenal pasti potensi tanah runtuh di enam cerun terpilih berhampiran kolej kediaman pelajar di sekitar kampus UKM, Bangi. Penentuan potensi tanah runtuh ini didasarkan kepada Skala ROM. Hasil kajian menunjukkan tahap kebolehruntuhan tanah di cerun-cerun yang dikaji adalah pada tahap sederhana dan rendah sahaja. Ini dapat dikaitkan dengan komposisi tekstur tanah liat yang banyak di semua cerun yang dikaji. Tanah liat berupaya mengikat kumin-kumin tanah dengan kuat menyebabkan proses peleraian kumin-kumin tanah dan potensi tanah runtuh dapat dikurangkan. Walau bagaimanapun, sebagai langkah keselamatan jangka panjang proses pemeliharaan dan pemuliharaan cerun-cerun bermasalah sedia ada perlu digerakkan melalui pemantauan ke atas petunjuk geomorfologi yang memungkinkan berlakunya kejadian tanah runtuh pada masa hadapan.

Katakunci: cerun kritikal, hakisan tanah, partikel tanah, Skala ROM, tanah runtuh, tekstur tanah

Landslide potentials of slopes surrounding student colleges at Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM)

Abstract

Landslide is a geomorphological process associated with natural mass movement. In UKM's Bangi campus several student hostels were built near slopes. This provided the setting for this study which sought to examine the potential of six sites of such slopes to landslide. The slope landslide potential was determined according to the ROM Scale. The findings revealed that the level of landslide erodibility at those selected slopes is either moderate or low. This could be related to the high composition of clay in the soil texture of the slopes. Clay soil had the ability to bind soil particles strongly enough to prevent them from crumbling thus reducing their potentials for sliding. However, for the purpose of long term safety, conservation and rehabilitation measures at existing problematic slopes should be activated to enable the monitoring of the geomorphological indicators of possible landslide events.

Keywords: critical slope, landslides, ROM Scale, soil erosion, soil particles, soil texture

Pengenalan

Kejadian tanah runtuh sering mendapat perhatian masyarakat di Malaysia kerana impaknya bukan sekadar melibatkan kerosakan dan kemusnahan kepada alam sekitar fizikal tetapi juga melibatkan kehilangan nyawa manusia. Secara umumnya, Cruden (1991) mendefinisikan tanah runtuh sebagai pergerakan jisim batuan, debris atau tanah menuruni cerun. Definisi mudah ini menjelaskan suatu proses geomorfologi yang melibatkan pergerakan dan pemindahan kelompok bahan-bahan tersebut daripada tempat asalnya ke suatu tempat lain. Proses tanah runtuh juga sinonim dengan aspek kegagalan cerun di mana kegagalan cerun dicirikan oleh isipadu bahan yang terlibat dan bergerak dengan pantas pada satah lemah dan secara relatifnya adalah curam (Sassa, 1985 dlm. Ibrahim, 1985).

Walaupun proses tanah runtuh merupakan suatu proses semulajadi namun beberapa faktor pendorong kepada potensi berlakunya tanah runtuh tidak dapat tidak turut menyumbang kepada saiz sesuatu kejadian tanah runtuh. Faktor pendorong tersebut antara lain dapat dibahagikan kepada dua kelompok. Kelompok pertama berkait dengan parameter fizikal seperti (i) aspek kecuraman cerun di mana cerun yang curam lebih mudah berlaku pergerakan bahan, (ii) magnitud hujan di mana jumlah hujan yang banyak dan kekerapan hujan menjadi faktor penggalak yang efektif, dan (iii) pola suhu di mana suhu permukaan dan suhu dalaman tanah yang tinggi menggalakkan proses luluhawa. Manakala kelompok kedua melibatkan faktor antropogenik seperti potongan cerun bagi pembangunan jalan raya dan perumahan di kawasan tanah tinggi, lebih beban kesan daripada pembangunan di bahagian puncak sesuatu cerun dan penakungan air seperti empangan dan kolam tadahan hujan. Perincian mengenai faktor-faktor pendorong tersebut serta faktor-faktor lain terhadap potensi kejadian tanah runtuh dan kegagalan cerun telah banyak dibincangkan seperti oleh Ibrahim (1985), Cornforth (2005), Bujang et al. (2008), dan van Beek et al. (2008).

Dalam konteks Malaysia, siri kejadian tanah runtuh telah berlaku sekian lama. Bujang et al. (2008) menyenaraikan beberapa siri kejadian tanah runtuh utama yang berlaku di Malaysia yang melibatkan kehilangan nyawa manusia. Salah satu daripadanya adalah kejadian tanah runtuh di pangsapuri Highland Tower, Hulu Klang, Selangor pada tahun 1993 yang mengorbankan 48 nyawa. Lain-lain kejadian tanah runtuh utama di Malaysia adalah seperti tanah runtuh di Fraser's Pine Resort di Fraser Hill, Raub, Pahang pada 1994 (mengorbankan 22 nyawa) dan aliran lumpur daripada runtuh tanah di petempatan Orang Asli Pos Dipang, Kampar, Perak pada tahun 1996 (mengorbankan 44 nyawa). Berdasarkan senarai kejadian tanah runtuh yang dikemukakan oleh Bujang et al. (2008) tersebut adalah jelas kebanyakan kejadian tanah runtuh amat berkait dengan faktor antropogenik terutama akibat daripada pemotongan cerun, aktiviti pertanian dan pembalakan di kawasan cerun curam, serta beban berlebihan di bahagian atas cerun seperti kewujudan petempatan mewah dan pusat pelupusan sampah.

Kampus Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM), Bangi juga tidak terkecuali mengalami beberapa siri kejadian tanah runtuh. Berdasarkan pemerhatian lapangan di sekitar kawasan kampus, dengan mengambil kira cerun yang dimitigasi dan petunjuk semulajadi pada permukaan cerun seperti kewujudan teres tanah dan sisa runtuh tanah di bahagian dasar cerun, maka adalah dipercayai telah berlaku beberapa kejadian tanah runtuh dalam pelbagai saiz pada masa lalu. Ibrahim (1987) pernah melaporkan bahawa kegagalan cerun yang berlaku di sekitar kampus UKM, Bangi dapat dikaitkan dengan tiga faktor utama iaitu tahap erodibiliti tanah yang rendah, pengumpulan air bawah tanah secara berlebihan bagi suatu tempoh masa yang panjang, dan kurang langkah mitigasi terhadap cerun dan permukaan cerun daripada agen hakisan tanah. Mokhtar et al. (2011) pula melaporkan terdapat empat daripada 12 lokasi cerun bermasalah (cerun yang pernah mengalami tanah runtuh) di sekitar kampus UKM, Bangi yang dikategorikan tahap kebolehruntuhannya sebagai kritikal. Manakala tiga lagi lokasi dikategorikan mempunyai tahap kebolehruntuhan tanah yang tinggi. Ini jelas menunjukkan potensi cerun-cerun di sekitar UKM, Bangi terutama cerun potong untuk mengalami proses tanah runtuh pada masa akan datang. Mokhtar et al. (2011) turut melaporkan beberapa runtuh tanah telah diperhatikan di beberapa cerun potong berhampiran bangunan kolej kediaman pelajar. Situasi tersebut sudah tentu merbahaya dan boleh mengundang kepada korban nyawa jika tindakan awal tidak diambil untuk memitigasi cerun bermasalah berhampiran kolej kediaman pelajar.

Sehubungan itu, satu kajian telah digerakkan bagi mengenalpasti tahap kebolehruntuhan tanah bagi beberapa cerun berhampiran dengan bangunan penginapan pelajar di UKM, Bangi. Kajian ini dilakukan dengan andaian bahawa cerun-cerun yang berhampiran dengan bangunan kolej kediaman pelajar juga mempunyai potensi yang tinggi untuk runtuh dengan mengambil kira ciri fizikal kampus UKM, Bangi adalah bersifat homogenus. Kajian ini juga perlu bukan sekadar untuk tindakan awal bagi mengenal pasti potensi tanah runtuh di kawasan kajian namun juga untuk memberi gambaran secara keseluruhan tentang potensi tanah runtuh di kawasan sekitar UKM, Bangi. Ini bersesuaian dengan kenyataan Ibrahim (1987) yang menyatakan terdapat 75 lokasi cerun buatan di sekitar kampus UKM, Bangi yang dikategorikan sebagai cerun yang gagal, secara geomorfologinya.

Kawasan kajian

Kajian dilakukan di enam lokasi cerun terpilih di enam buah kolej kediaman pelajar sebagaimana ditunjukkan dalam Rajah 1. Pemilihan cerun-cerun tersebut mengambil kira kedudukan cerun yang sangat hampir dengan bangunan penginapan pelajar. Jadual 1 menunjukkan beberapa ciri cerun-cerun terpilih tersebut. Berdasarkan ciri-ciri fizikal cerun terpilih tersebut didapati tiada perbezaan yang ketara daripada aspek kecuraman cerun dan kelembapan tanah. Kecuraman cerun adalah antara 25° hingga hampir 39° dengan nilai purata adalah 30.4° manakala kadar kelembapan tanah adalah antara 20–40 peratus. Kapanjangan cerun terpilih mempunyai perbezaan yang ketara dengan panjang minimum adalah 5.5 m dan panjang maksimum adalah 38.4 m. Selain daripada ciri-ciri lain yang dinyatakan dalam Jadual 1, kombinasi ketiga-tiga ciri fizikal ini sangat penting kerana melibatkan daya lekitan dan kandungan air sedia ada dalam liang-liang tanah (kelembapan tanah) yang berupaya menggagalkan kestabilan cerun terutama cerun yang curam. Kebanyakan permukaan cerun yang dikaji juga mempunyai litupan tumbuhan yang kurang di mana hanya dilitupi oleh rumput dan beberapa pokok besar sahaja. Bagi cerun di lokasi P4 (Kolej Keris Mas), P5 (Kolej Pendita Zaaba) dan P6 (Kolej Ibu Zain), permukaan cerun didominasi oleh tumbuhan renek dan paku-pakis. Kepadatan litupan tumbuhan pada permukaan cerun juga penting kerana dapat mengurangkan impak titisan hujan dan memperlahankan pergerakan air larian.

Menurut Mokhtar et al. (2011), kampus UKM, Bangi menerima purata hujan tahunan sebanyak 175.9 mm th^{-1} dan purata suhu tahunan adalah 23.3°C . Pola hujan dan suhu tersebut dikatakan berpotensi menggalakkan proses luluhawa dan hakisan tanah dan seterusnya cenderung berlaku pergerakan jisim. Ini ditambah pula dengan struktur batuan di kampus UKM, Bangi yang terdiri daripada jenis metasedimen bercirikan meta-argilit berbutiran halus bersama dengan meta-arenit berbutiran kasar. Batuan tersebut dikatakan mempunyai tahap erodibiliti bahan yang rendah di mana daya lekitan bahan adalah kurang menyebabkan bahan berpotensi terlerai dengan mudah oleh tindakan sesuatu agen geomorfologi (Mohamad Rasik & Ibrahim 1984). Ibrahim (1984) menegaskan bahawa hampir semua kawasan cerun di sekitar kampus UKM, Bangi berada dalam situasi berpotensi untuk gagal sama ada disebabkan oleh proses hakisan tanah mahupun oleh pergerakan jisim. Wong (1970) pula menyatakan kampus UKM, Bangi terdiri daripada tanah siri Munchong-Seremban yang tergolong dalam kumpulan tropeptik haplortoks iaitu jenis tanah yang bersifat rapuh, mudah pecah dan mudah diserapi air. Semua kenyataan di atas memperlihatkan potensi berlaku tanah runtuh bagi cerun-cerun di sekitar UKM, Bangi. Ini menjadikan pemilihan beberapa cerun terpilih yang berhampiran dengan lokasi atau bangunan penginapan pelajar di enam kolej tersebut sangat relevan dalam menentukan tahap erodibiliti atau kebolehruntuhan tanahnya.

Jadual 1. Ciri-ciri cerun terpilih dalam kajian yang dilakukan

Titik sampel	Panjang (m)	Kecuraman (⁰)	Kelembapan tanah (%)	Anggaran litupan tumbuhan pada permukaan cerun (%)	Kaedah mitigasi yang digunakan	Posisi bangunan penginapan berbanding posisi cerun
P1 (Kolej Rahim Kajai)	5.5	25.0	40	20	Dinding groin bersimen	Bangunan di atas puncak cerun berjarak ≈ 10 m
P2 (Kolej Ibrahim Yaakob)	18.3	38.8	20	40	Cerun berteres	Bangunan di atas puncak cerun berjarak ≈ 25 m
P3 (Kolej Burhanudin Helmi)	8.0	26.0	40	100	Cerun berteres	Bangunan di atas puncak cerun berjarak ≈ 35 m
	11.7	28.8	20	50	Tiada	
P4 (Kolej Keris Mas)	38.4	25.0	20	60	Cerun berteres	Bangunan di bahagian dasar cerun berjarak ≈ 5 m
					Cerun berteres	Bangunan di atas puncak cerun berjarak ≈ 70 m
P5 (Kolej Pendeta Za'ba)						Bangunan di atas puncak cerun berjarak ≈ 20 m
P6 (Kolej Ibu Zain)						

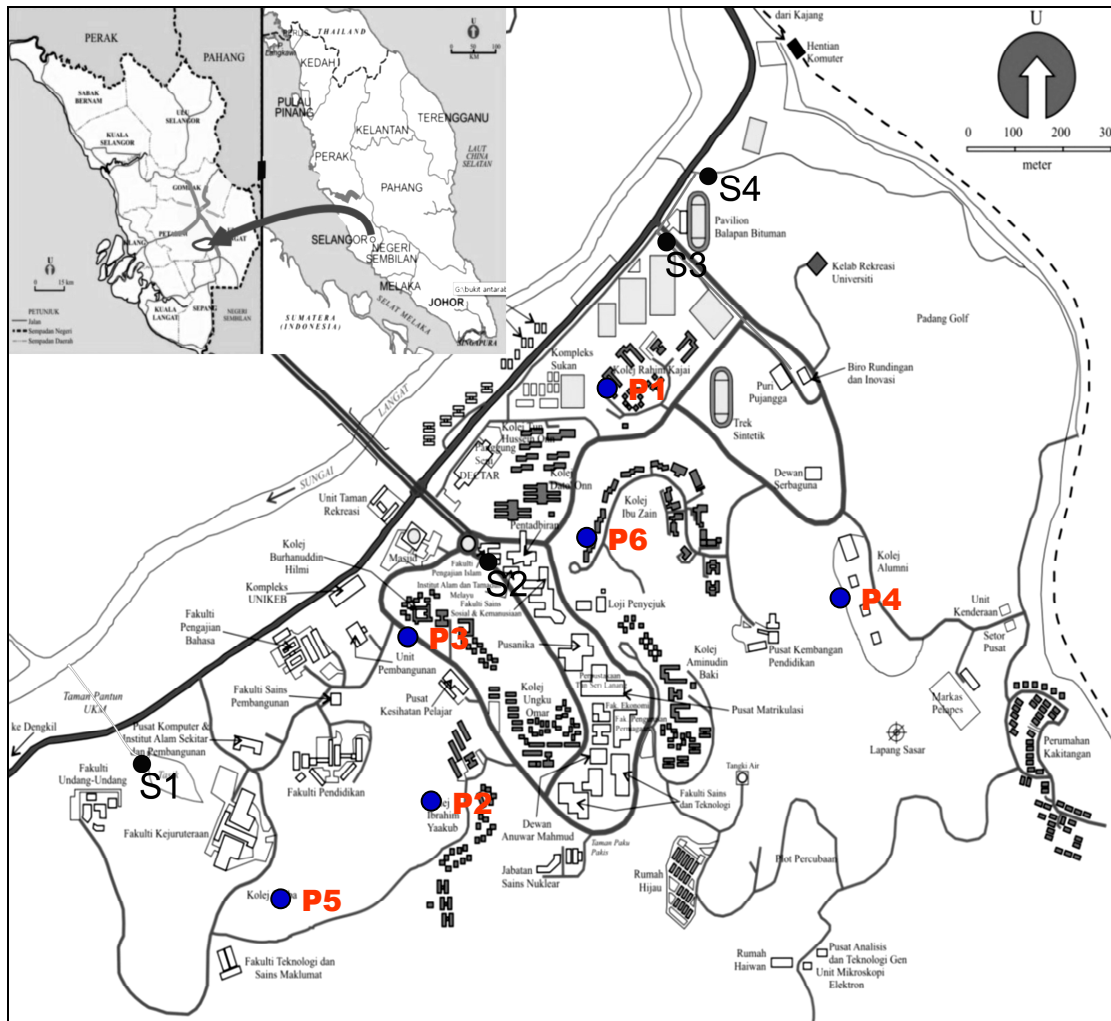
Sumber: Pengukuran dan pemerhatian di lapangan (Mei 2012)

Metod kajian

Kerja lapangan bagi mengumpul sampel tanah dilakukan di enam lokasi cerun terpilih sebagaimana yang dinyatakan dalam bahagian kawasan kajian. Bagi mengelak pengaruh hujan dan suhu maka pengambilan sampel tanah dilakukan dalam keadaan normal iaitu tanpa kehadiran hujan dan suhu sederhana beberapa hari sebelum dan ketika persampelan tanah dilakukan. Sampel tanah sebanyak 1 kg diambil di bahagian tengah cerun dan dibawa ke makmal untuk dikering-udarkan pada suhu makmal (24-25⁰C). Sampel tanah yang telah kering sepenuhnya diayak secara manual bagi mendapatkan sampel tanah bersaiz kurang daripada 1 mm. Sampel tanah ini diperlukan untuk menentukan tekstur tanah melalui ujian pipet.

Penentuan tekstur tanah didasarkan kepada pengelasan tekstur UK-ADAS. Dapatan tekstur tanah tersebut akan digunakan bagi menentukan tahap kebolehruntuhan tanah berdasarkan Skala ROM yang dibangunkan oleh Roslan dan Mazidah (Roslan & Zulkifli 2005). Skala ROM digunakan sebagai petunjuk awal tahap kebolehruntuhan tanah dalam kajian ini kerana skala ini memberi penekanan yang lebih kepada fungsi kandungan tanah liat. Tanah liat berfungsi untuk menyimpan kandungan air yang banyak serta tahap rentan yang tinggi daripada tindakan titisan hujan dan air larian permukaan menyebabkan tanah jenis ini mempunyai daya lekitan yang tinggi bagi mengikat kumin-kumin tanah. Ini menjadikan tanah yang banyak kandungan liat adalah lebih stabil berbanding tanah yang mengandungi pasir dan lumpur. Berdasarkan komposisi tekstur tanah yang diperolehi maka pengiraan nilai kebolehruntuhan tanah/cerun ditentukan berdasarkan rumus berikut:

$$EI_{ROM} = \frac{(\% \text{ pasir} + \% \text{ kelodak})}{2 (\% \text{ liat})} \quad (1)$$



- Nota:
 S1-S4 Laluan keluar aliran utama dari kawasan kampus induk UKM, Bangi
 P1 Kolej Rahim Kajai
 P2 Kolej Ibrahim Yaakob
 P3 Kolej Burhanuddin Helmi
 P4 Kolej Keris Mas
 P5 Kolej Za'ba
 P6 Kolej Ibu Zain

Rajah 1. Titik persampelan di sekitar UKM

Nilai yang diperolehi daripada kiraan tersebut digunakan untuk menentukan tahap kebolehruntahan tanah/cerun sebagaimana ditunjukkan dalam Jadual 2.

Jadual 2. Tahap kebolehruntahan tanah berdasarkan Skala ROM

Skala ROM	Tahap kebolehruntahan
< 1.5	Rendah
1.5 – 4.0	Sederhana
4.0 – 8.0	Tinggi
> 8.0	Kritikal

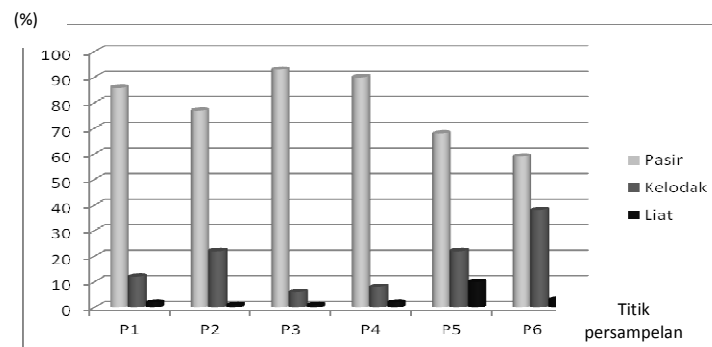
Sumber: Roslan et al. (2007)

Hasil kajian dan perbincangan

Komposisi saiz partikel tanah berdasarkan kaedah ayakan

Analisis saiz partikel ke atas sampel-sampel tanah bagi enam lokasi cerun terpilih menunjukkan partikel pasir adalah komponen yang paling banyak terdapat di semua lokasi persampelan tersebut (Rujuk Rajah 2). Secara purata, partikel pasir mewakili 78.8 peratus daripada keseluruhan komponen tanah di enam lokasi persampelan, dan titik persampelan P1 (Kolej Rahim Kajai), P3 (Kolej Burhanudin Helmi) dan P4 (Kolej Keris Mas) mengandungi komponen tanah pasir melebihi 80 peratus. Partikel kelodak tertinggi dicatatkan di lokasi persampelan P6 (Kolej Ibu Zain) iaitu hampir mencapai nilai 40 peratus manakala titik-titik persampelan lain mengandungi partikel kelodak kurang daripada 30 peratus. Partikel liat bagi semua titik persampelan adalah sangat rendah dengan peratusan tertinggi hanya 10 peratus, iaitu dicatatkan di titik persampelan P5 (Kolej Pendeta Za'ba).

Dapatan ini tidak menunjukkan perbezaan yang ketara dengan dapatan yang dilaporkan oleh Mokhtar et al. (2011) bagi cerun-cerun bermasalah di sekitar UKM, Bangi. Peratusan partikel pasir, kelodak dan liat yang dilaporkan dalam kajian ini hanya menunjukkan perbezaan yang kecil sebagaimana dilaporkan oleh Mokhtar et al. (2011) tersebut. Sebagai contoh, kedua-dua kajian melaporkan peratusan yang sangat tinggi bagi partikel pasir di semua lokasi kajian manakala peratusan liat pula adalah yang paling rendah dengan perbezaan nilai purata antara dapatan Mokhtar et al. (2011) dan hasil kajian yang dilakukan hanya 2.7 peratus sahaja.



Rajah 2. Peratusan komposisi partikel tanah berdasarkan kaedah ayakan

Hasil ujian ayakan jelas menunjukkan komponen tanah di bahagian sub-permukaan tanah didominasi oleh partikel pasir. Keadaan ini patut diberi perhatian yang sewajarnya kerana komponen pasir merupakan partikel tanah yang sangat mudah dihakis sama ada melalui impak titisan hujan mahupun oleh tindakan air larian permukaan. Kandungan liat yang kurang menunjukkan komponen tanah di bahagian sub-permukaan tidak mampu menyerap air dengan banyak. Keadaan ini akan menyebabkan berlaku pengumpulan air di bahagian permukaan tanah. Peningkatan isipadu air larian permukaan pula mampu meningkatkan penghasilan sedimen melalui tindakan hakisan permukaan, galir dan galur.

Mengambil kira kerapuhan jenis batuan di sekitar kawasan kajian yang merupakan batuan metasedimen yang didominasi oleh filit berbutiran halus daripada mineral kuarza, krolit dan muskovit yang mudah terluluhawa (Ibrahim 1984) serta tanah Munchong-Seremban yang mempunyai saiz agregat kumin yang kasar maka hakisan tanah adalah dijangkakan mudah berlaku. Selain daripada itu, mengambil kira kombinasi proses luluhawa dan hakisan tanah yang juga dipercayai mudah berlaku di kawasan kajian maka pergerakan jisim juga akan mudah berlaku kesan daripada ikatan kumin-kumin tanah yang longgar kerana kekurangan daya lekit yang dikaitkan dengan kurangnya komponen liat dalam semua sampel tanah yang dikaji.

Tekstur tanah

Ujian tekstur tanah bagi sampel tanah bersaiz kurang daripada 1 mm pula menunjukkan empat daripada enam sampel tanah terdiri daripada jenis campuran loam (Rujuk Jadual 3). Tekstur tanah yang berloam menunjukkan kehadiran partikel pasir di dalam komposisi tanah tersebut. Ia juga sebagai petunjuk bahawa tanah yang berloam kebiasaannya mudah terhakis. Hanya sampel tanah di lokasi persampelan P3 dan P6 sahaja yang menunjukkan tekstur tanah liat sepenuhnya. Ini memberi gambaran kesukaran agen geomorfologi untuk bertindak sama ada secara luluhawa mahupun hakisan tanah permukaan.

Dapatan ini berbeza dengan dapatan Mokhtar et al. (2011) yang melaporkan kandungan tekstur tanah berpasir yang tinggi dan tekstur liat yang rendah di semua 12 lokasi titik persampelan bagi cerun-cerun bermasalah sekitar UKM, Bangi. Hanya sampel tanah di titik persampelan P4 dan P5 sahaja yang mencatatkan komposisi pasir yang tinggi bagi sampel tanah yang kurang daripada 1 mm. Kandungan liat bagi keenam-enam sampel tanah juga didapati jauh lebih tinggi di mana secara puratanya kajian ini menunjukkan kandungan liat sebanyak 28.8 peratus sedangkan kajian Mokhtar et al. (2011) melaporkan nilai purata liat sebanyak 12.5 peratus sahaja. Ini bermakna, dalam konteks erodibiliti bagi berlakunya proses pergerakan jisim secara tanah runtuh di keenam-enam lokasi persampelan mungkin sesuatu yang tidak mengusarkan. Bahagian seterusnya akan membuktikan sama ada perkara ini sesuatu yang benar mahupun tidak. Namun, dalam konteks proses hakisan tanah permukaan, perkara ini perlu diberi perhatian kerana tanah campuran berloam secara umumnya mudah terhakis akibat impak titisan hujan dan tindakan air larian permukaan.

Tahap kebolehruntuhan tanah berdasarkan Skala ROM

Komposisi tanah yang diperolehi daripada ujian tekstur tanah bagi setiap sampel tanah digabungkan ke dalam rumus Skala ROM bagi menentukan tahap kebolehruntuhan tanah dan keputusan kiraan ditunjukkan dalam Jadual 4. Dapatan yang diperolehi menyokong pandangan di atas bahawa tahap kebolehruntuhan tanah di enam lokasi cerun yang dikaji adalah sesuatu yang tidak serius. Empat daripada enam cerun yang dikaji mempunyai tahap kebolehruntuhan tanah yang dikategorikan sebagai rendah (P1, P3, P5 dan P6) manakala dua lokasi lain dikategorikan sebagai sederhana. Dapatan ini juga berbeza dengan dapatan Mokhtar et al. (2011) yang melaporkan tujuh daripada 12 cerun yang dikaji di sekitar UKM, Bangi mempunyai tahap kebolehruntuhan tanah yang dikategorikan sebagai kritikal dan tinggi.

Jadual 3. Jenis tekstur tanah bagi sampel tanah yang dikaji

Titik sampel	% pasir	% kelodak	% liat	Jenis tekstur tanah
P1	43.5	19.2	37.3	Loam liat
P2	29.4	52.2	18.4	Loam berkelodak
P3	37.3	21.9	40.8	Liat
P4	65.9	11.8	22.3	Loam liat berpasir
P5	61.2	12.3	26.5	Loam liat berpasir
P6	38.2	34.3	27.5	Liat

Berdasarkan Jadual 4 adalah jelas cerun-cerun yang berhampiran dengan bangunan kolej kediaman pelajar mempunyai potensi tanah runtuh yang tidak membimbangkan. Ini secara tidak langsung menafikan andaian awal yang dibuat oleh penulis bahawa cerun-cerun berhampiran kolej kediaman pelajar juga berpotensi tinggi untuk berlaku tanah runtuh.

Jadual 4. Tahap kebolehruntuhan tanah

Titik sampel	Nilai kiraan berdasarkan Skala ROM	Tahap kebolehruntuhan tanah
P1	0.84	Rendah
P2	2.21	Sederhana
P3	0.73	Rendah
P4	1.74	Sederhana
P5	1.39	Rendah
P6	1.32	Rendah

Kesimpulan

Artikel ini adalah mengenai potensi tanah runtuh bagi enam cerun terpilih yang berhampiran dengan bangunan penginapan pelajar di kolej kediaman pelajar UKM, Bangi. Kajian digerakkan dengan andaian bahawa cerun-cerun berhampiran bangunan penginapan pelajar mempunyai potensi yang tinggi bagi proses pergerakan jisim yang boleh menghasilkan kejadian tanah runtuh yang sama sebagaimana yang pernah dilaporkan oleh Ibrahim (1987) dan Mokhtar et al. (2011). Walau bagaimanapun, andaian tersebut terpaksa ditolak kerana hasil kajian mendapati tahap kebolehruntuhan tanah di cerun-cerun terpilih dalam kajian yang dijalankan tidak menunjukkan tahap yang serius. Perkara ini mungkin dapat dikaitkan dengan kandungan tekstur liat yang banyak bagi kumin-kumin tanah yang halus di mana kumin-kumin tersebut beragregasi padu dengan kehadiran daya lekitan tanah yang tinggi.

Walaupun kajian ini tidak menunjukkan potensi tanah runtuh yang membimbangkan bagi cerun-cerun di kolej kediaman yang dikaji namun proses pemeliharaan dan pemuliharaan cerun-cerun di sekitar kampus UKM, Bangi terutama cerun-cerun yang berhampiran dengan kolej kediaman pelajar perlu diteruskan. Cerun-cerun yang tidak menunjukkan sebarang petunjuk proses luluhawa, hakisan tanah mahupun pergerakan jisim perlu terus dipelihara dengan memastikan permukaan cerun dilitupi dengan tumbuhan yang bersesuaian mengikut kecuraman cerun. Cerun yang curam tidak memerlukan tumbuhan besar yang banyak kerana boleh menambah bebanan berlebihan kepada cerun sebaliknya cukup dengan tumbuhan renek yang padat. Bagi cerun yang telah menunjukkan kerosakan seperti kehadiran galir dan galur serta runtuh kecil, maka usaha pemuliharaan perlu digerakkan segera menggunakan kaedah mitigasi yang sesuai mengikut ciri-ciri fizikal sesuatu cerun dengan memberi penekanan kepada aspek kecuraman dan kepanjangan cerun.

Proses pemantauan harus digerakkan dengan lebih agresif terutama pada masa berlakunya kejadian hujan bermagnitud tinggi. Usaha ini perlu bagi mengesan petunjuk awal proses geomorfologi terutama hakisan galur dan pergerakan jisim secara kecil-kecilan. Petunjuk awal seperti ini jika tidak dipedulikan boleh mengundang mala petaka yang lebih besar iaitu proses tanah runtuh. Oleh itu, aspek pengurusan cerun di sekitar UKM, Bangi harus menjadi salah satu agenda keselamatan untuk mengelak kejadian bencana yang berpunca daripada kegagalan mengesan petunjuk geomorfologi yang berpotensi menghasilkan kejadian tanah runtuh.

Rujukan

- Bujang, BKH, Faisal A, Baker DH, Harwant S, Husaini O (2008) *Landslide in Malaysia: Occurrences, assessment, analyses and remediation*. Penerbit Universiti Putra Malaysia, Serdang.
- Cornforth DH (2005) *Landslides in practice: Investigation, analysis and remedial/preventative options in soils*. John Wiley & Sons Inc, New Jersey.
- Cruden DM (1991) A simple definition of a landslide. *Bulletin of International Association of Engineering Geology* **43**, 27-29.

- Ibrahim Komoo (1984) Aspek geologi kejuruteraan bahan bumi di kawasan Bangi, Selangor. *Ilmu Alam* **12&13**, 41-54.
- Ibrahim Komoo (1985) Pengelasan kegagalan cerun di Malaysia. *Ilmu Alam* **14&15**, 47-58.
- Ibrahim Komoo (1987) Survei kegagalan cerun di kawasan Selangor. *Sains Malaysiana* **16**(1), 1-14.
- Mohamad Rasik Muda, Ibrahim Komoo (1984) Peta kestabilan cerun kawasan Bangi, Selangor. *Sains Malaysiana* **13**(1), 9-20.
- Mokhtar Jaafar, Abdul Halim Yusof, Asiah Yahaya (2011) Analisis tahap kebolehruntuhan tanah dengan menggunakan skala ROM: Kajian di kampus Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi. *GEOGRAFIA Malaysian Journal of Society and Space* **7**(3), 45-55.
- Roslan Zainal Abidin, Badiah Sujak, Mohd Shafee Harun, Yang Emirza-Ain Mat Aris, Wan Fatmasuriati Yahya, Wan Nur Shakirin Wan Mansor (2007) Kajian tahap kebolehruntuhan tanah dan kebolehakisan hujan di Sungai Keniam, Taman Negara Pahang. *Prosiding Seminar Biodiversiti Kebangsaan*, pp.183-198. Jabatan Perhilitan Malaysia.
- Roslan Zainal Abidin, Zulkifli Abu Hassan (2005) ROM scale for forecasting erosion induced landslide risk on hilly terrain. In: Sassa K, Fukuoka H, Wang F, Wang G (eds) *Landslides: Risk analysis and sustainable disaster management*, pp.197-202. Springer, Berlin.
- Wong IFT (1970) *Reconnaissance soil survey of Selangor*. Ministry of Agriculture and Lands, Kuala Lumpur.
- van Beek R, Cammeraat E, Andreu V, Mickovski SB, Dorren L (2008) Hillslope processes: Mass wasting, slope stability and erosion. In: Norris JE, Stokes A, Mickovski SB, Cammeraat E, van Beek R, Nicoll BC, Achim A (eds) *Slope stability and erosion control: Ecotechnological solutions*, pp.17-64. Springer, Dordrecht.