

Keberkesanan Langkah Pengawalan Hakisan di Tapak Kampus Baharu, Universiti Pendidikan Sultan Idris

*Effectiveness of Erosion Control Measures on
New Campus Site, Universiti Pendidikan Sultan Idris*

**Mohamad Suhaily Yusri Che Ngah, Mohmadisa Hashim,
Nasir Nayan, Yazid Saleh, Mohd Shiefpool Ahamad, Tariq Syabil Ismail**

*Kumpulan Penyelidik Impak Pembangunan & Persekitaran,
Jabatan Geografi & Alam Sekitar, Fakulti Sains Kemanusiaan,
Universiti Pendidikan Sultan Idris, 35900 Tanjong Malim, Perak
e-mel: suhaily@fsk.upsi.edu.my*

Abstrak

Pengaruh manusia dan faktor semula jadi, sering menjadi penyumbang utama kepada masalah kemerosotan kualiti alam sekitar di sesuatu kawasan pembangunan tanah. Langkah menstabilkan cerun dan pembinaan kolam takungan sedimen merupakan antara proses utama pengawalan tindakan hakisan dan pemendapan di kawasan tersebut bagi mengurangkan kesan kepada persekitaran. Tapak kampus baharu UPSI merupakan salah satu kawasan yang mengalami permasalahan ini dan telah diambil tindakan pengawalan hakisan di kawasan tersebut. Pengukuran dan pemerhatian di lapangan telah dilakukan bagi mengenal pasti keberkesanan tindakan kawalan tersebut. Ia dilakukan dengan meletakkan pin di salah satu cerun yang dinamakan sebagai Slope K yang tidak mengikut spesifikasi dan juga pengukuran kadar pemendapan dalam salah satu kolam perangkap sedimen iaitu Pond 4. Dalam masa tujuh hari dengan jumlah hujan sebanyak 106.4 mm pada bulan November 2011, jumlah hakisan tanah adalah sebanyak 6.3 cm dicatatkan pada pin yang dipasangkan pada Slope K. Apabila hujan, tanah pada Slope K yang terhakis dibawa masuk ke dalam kolam takungan sedimen melalui saluran seperti rock sway dan earth drain dan menyebabkan pemendapan sedimen dalam Pond 4 sebanyak 4 cm dalam masa seminggu. Dalam hal ini, langkah pengawalan sedimen iaitu kolam takungan sedimen dan saluran adalah berkesan dalam memerangkap sedimen.

Kata kunci hakisan tanah, sedimen, cerun, kolam perangkap sedimen

Abstract

Due to anthropogenic influence and natural factors, land developments are often regarded as major contributors to the degradation of environmental quality. Stabilising slopes and construction of sediment ponds are some steps in the main processes of erosion and sedimentation control to reduce the environment impacts.

The UPSI new campus site is experiencing this problem and some action has been taken to control soil erosion. Measurements and observations in the field have been conducted to identify the effectiveness of the control measures. It is done by mounting erosion pins on one of the slopes (K-Slope), which was purposely not made according to specification and followed by measurement of sediment deposition rate in one of the ponds (Pond 4) using sediment trap. In just seven days and with a total rainfall of 106.4 mm in November 2011, the total eroded soil measured using pins mounted on the Slope K is 6.3 cm. The storms brought down soil from K-Slope K into the pond through rock swales and earth drains and has cause deposition of 4 cm sediment in Pond 4. In this study, sediment control measures of sediment retention ponds and drainage is effective in trapping sediment.

Keywords soil erosion, sediment, slope, pond sediment trap

Pengenalan

Pada masa kini, pembangunan merupakan aspek yang sangat penting dalam menentukan kemajuan sesebuah negara. Di negara sedang membangun seperti Malaysia banyak proses pembangunan tanah dijalankan bagi pelbagai tujuan seperti pembinaan kawasan petempatan, kawasan institusi pendidikan, pembinaan pelbagai kemudahan serta jaringan jalan raya. Semasa proses pembangunan, cerun-cerun bukit dipotong dan diratakan bagi memudahkan proses pembangunan dan pembinaan dijalankan. Oleh itu, permukaan tanah akan terdedah kepada agen utama hakisan iaitu air. Agen air ini akan menyebabkan dua proses yang saling berkait iaitu hakisan dan pemendapan yang juga menunjukkan kegagalan cerun berlaku.

Semasa proses pembangunan dilakukan, tapak pembangunan akan diratakan dan proses pemotongan cerun dilakukan. Cerun merupakan struktur yang biasanya terdiri daripada tanah yang mempunyai sudut dan darjah tertentu (Atkinson, 2004). Secara umumnya, Malaysia mempunyai bentuk muka bumi semula jadi yang bercerun dan berbukit di samping menerima jumlah keamatan hujan yang tinggi sepanjang tahun. Dengan keadaan bentuk cerun yang curam serta faktor curahan hujan yang lebat dan berterusan, menyebabkan berlakunya peningkatan larian permukaan serta aliran air bawah tanah menyebabkan cerun di negara ini lebih mudah terdedah kepada proses hakisan dan seterusnya fenomena tanah runtuh atau kegagalan cerun. Sebagai contoh, dalam kajian yang dilakukan oleh Azman & Fauziah (2003) menunjukkan dengan jelas bahawa curahan hujan di Malaysia adalah tinggi dan ia menyebabkan berlakunya kejadian runtuh tanah.

Proses hakisan pula akan menyebabkan masalah kegagalan cerun berlaku. Ia dapat diatasi sekiranya terdapat suatu sistem kaedah kawalan cerun yang berkesan, yang mampu menahan dan melindungi permukaan cerun (Eric & Tew, 2006). Kaedah kawalan cerun yang berkesan dapat mengelakkan dari berlakunya masalah kegagalan cerun seperti hakisan tanah dan runtuh tanah. Cerun yang berisiko berlakunya tanah runtuh mestilah diatasi dengan kaedah-kaedah pengukuhan cerun yang sesuai agar ia kukuh dan selamat kepada manusia. Kaedah pengukuhan cerun tersebut hendaklah mengambil kira aspek kos dan keberkesannya dalam menstabilkan struktur cerun.

Kebanyakan masalah kegagalan cerun terjadi akibat daripada aktiviti pembinaan yang dijalankan di kawasan cerun dan berhampiran dengan cerun. Ia sebenarnya berasal daripada cerun semula jadi yang stabil dan kukuh, namun gangguan ini telah menambahkan tegasan ricih atau mengurangkan kekuatan ricih tanah akibat perubahan pada struktur bentuk asalnya (Mohd Firdaus, 2006). Berdasarkan pemerhatian yang telah dilakukan, kawasan-kawasan cerun di kampus baharu Sultan Azlan Shah (KSAS), Universiti Pendidikan Sultan Idris (UPSI) telah mengalami hakisan dan runtuhan. Terdapat beberapa faktor yang menyebabkan berlakunya masalah ini antaranya kurang keberkesanan kaedah kawalan cerun yang digunakan bagi mengawal dan mengukuhkan struktur cerun-cerun tersebut. Selain itu, faktor yang seterusnya ialah faktor tindakan semula jadi seperti sifat bahan, hakisan, cuaca serta keadaan geologi yang tidak dapat dielakkan tetapi dapat dikawal dengan kaedah-kaedah pengawalan cerun.

Semasa proses pembangunan tanah dilaksanakan, keadaan tanah di sesebuah kawasan menjadi terdedah dan tidak stabil akibat daripada kerja-kerja pembangunan tanah seperti pengorekan, penimbunan, pemotongan teres dan sebagainya yang dilakukan oleh manusia dan mendorong berlakunya hakisan di kawasan pembinaan (Nazarul Saufi, 2006). Selain itu, faktor cuaca dan iklim juga amat mempengaruhi proses hakisan dan sedimentasi di kawasan tapak pembinaan. Ini dibuktikan oleh laporan yang dikeluarkan oleh United Nations Environment Programme (1994) yang menjelaskan empat faktor yang mempengaruhi kadar hakisan dan sedimentasi adalah seperti iklim, tanah, topografi, dan tanaman tutup bumi. Masalah ini akan memberi kesan negatif terhadap sistem saliran dan sungai (Shazarina, 2009). Hal ini demikian kerana sedimen atau butiran tanah yang terhakis akan dibawa oleh air larian permukaan melalui galir-galir sedia ada dan seterusnya masuk ke dalam sistem saliran seperti longkang, parit, anak sungai dan seterusnya masuk ke dalam sungai utama dan tasik. Kesannya, sungai dan tasik akan menjadi cetek dan kualiti air menurun.

Hakisan tanah didefinisikan sebagai penyingkiran dan pergerakan zarah-zarah tanah daripada kedudukan asal disebabkan oleh agen-agen tertentu seperti air, angin dan graviti (Nazarul Saufi, 2006). Proses hakisan ini berlaku disebabkan beberapa faktor seperti hujan dan kekurangan litupan tumbuhan di kawasan pembinaan (Mohamad Suhaily Yusri et al., 2010). Oleh kerana kawasan kajian merupakan kawasan beriklim tropika maka dapat disimpulkan faktor utama berlakunya hakisan adalah disebabkan oleh faktor hujan. Menurut Tjia et al. (1987) semasa hujan lebat, hakisan oleh hujan boleh memindahkan tanah sehingga mencapai 100 tan untuk setiap hektar. Sementara itu, Mohmadisa et al. (2012) pula menjelaskan hujan yang tinggi di Tanjong Malim iaitu melebihi 2400 mm setahun akan mempengaruhi kadar hakisan jika sesuatu permukaan tanah itu terdedah sebarang litupan tumbuh-tumbuhan. Oleh itu, kadar hakisan adalah tinggi semasa hujan lebat berlaku dan ini dipengaruhi juga oleh keadaan tanah sama ada terdedah atau diliputi tumbuh-tumbuhan

Pemendakan atau sedimentasi merupakan kesan selepas proses hakisan berlaku. Sedimen merupakan bahan kelodak yang terhasil daripada proses hakisan seperti zarah-zarah tanah, lumpur, pasir, butiran batu kecil dan bendasing yang dibawa oleh air larian permukaan semasa hujan (Nazarul Saufi, 2006). Manakala pemendakan pula merupakan proses pelonggokan sedimen sama ada di atas permukaan rata atau di dasar sungai atau tasik. Sedimen yang terhasil akan menyebabkan air sungai menjadi

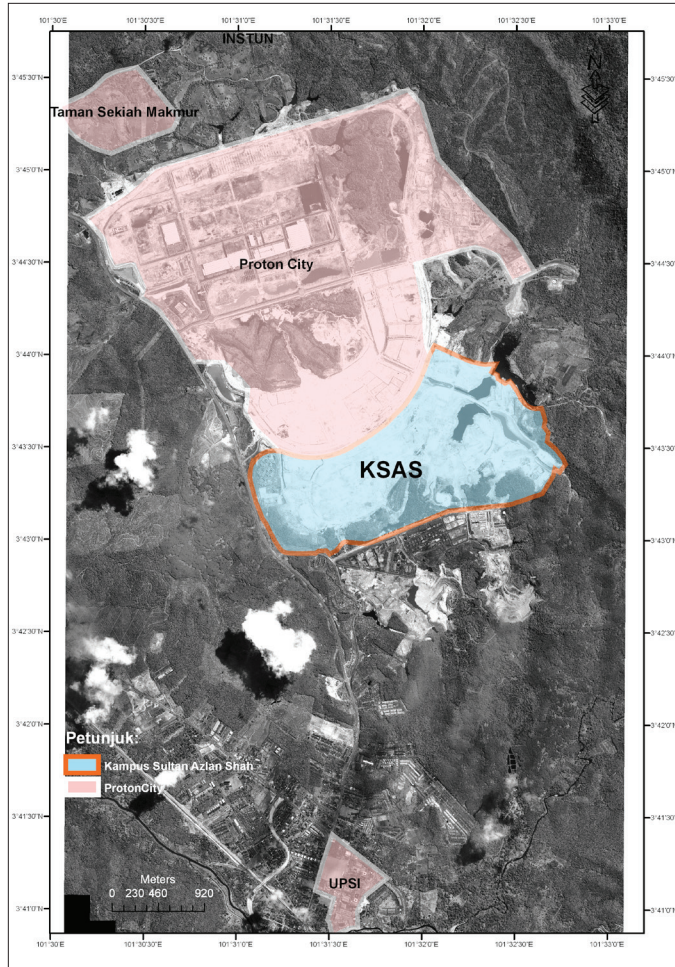
keruh, kotor dan lama-kelamaan sungai menjadi cetek. Masalah ini memerlukan kos yang tinggi untuk membaiki pulihnya. Ini dibuktikan melalui laporan kewangan Jabatan Pengairan dan Saliran 2007-2008, perbelanjaan bagi mengorek kuala-kuala sungai bagi mendalamkan dan mengalihkan sedimen yang termendap pada tahun 2008 adalah sebanyak RM 25 734 054.41 (Jabatan Pengairan & Saliran, 2007). Masalah ini juga akan memberi kesan negatif terhadap alam sekitar khususnya menghilangkan nilai keindahan semula jadi sungai dan tasik serta memberi kesan kepada manusia khususnya pengguna atau penduduk berdekatan dengan kawasan sungai.

Pembukaan kampus baharu UPSI telah menyebabkan banyak kawasan telah terdedah dan dibiarkan begitu lama sehingga berlakunya masalah hakisan permukaan menyebabkan berlakunya kemerosotan terhadap kualiti air Sungai Behrang. Bagi mengatasi masalah hakisan tanah, pihak UPSI telah mengambil langkah segera dengan melantik kontraktor bagi mengatasi masalah ini. Matlamat utama kajian ini adalah untuk menilai keberkesanan kaedah pengurusan cerun dan kolam takungan sedimen yang dibina di Kampus Sultan Azlan Shah, UPSI dalam mengawal masalah hakisan dan tanah runtuh serta kadar perlepasan enapan ke dalam sistem saliran yang dibina khas yang mengalir ke sistem saliran semula jadi khususnya sungai dan tasik.

Kawasan dan Metodologi Kajian

Kampus Sultan Azlan Shah (KSAS), UPSI merupakan kampus yang baru dibina di Bandar Proton, Tanjong Malim. Rajah 1 menunjukkan keluasan kawasan KSAS. Tanjong Malim merupakan salah satu kawasan yang termasuk dalam daerah Batang Padang bagi negeri Perak. Daripada aspek persekitaran fizikal, luas kawasan KSAS ialah lebih kurang 600 ekar yang berada dalam sub-lembangan Sungai Behrang. Selain itu terdapat dua sub lembangan lain iaitu sub-lembangan Sungai Keruh dan Sungai Salak. Keluasan untuk pembangunan baru KSAS ini tidak meliputi kawasan pembangunan sedia ada iaitu bangunan asrama pelajar (Kolej Aminuddin Baki dan Kolej Za'ba). Selain itu, KSAS terletak di kawasan berketinggian antara 60 hingga 120 meter dari aras laut. Kawasan timur yang berdekatan dengan banjaran gunung (Banjaran Titiwangsa) adalah kawasan yang tinggi dengan ketinggian 120 meter. Kawasan tengah pula berketinggian 80 meter dan kawasan barat serta utara mempunyai ketinggian 60 meter.

Dalam kajian ini, satu kawasan telah dipilih bagi mengenal pasti keberkesanan kaedah pengawalan cerun dan pengawalan hakisan serta pemendapan sedimen. Kawasan yang dipilih adalah Cerun K iaitu cerun kawalan dan kolam takungan sedimen yang dipilih adalah kolam takungan sedimen yang berdekatan, iaitu berhadapan dengan Cerun K. Kaedah pemerhatian dan tinjauan dibuat bagi mengenal pasti cerun dan kolam takungan yang aktif. Cerun K iaitu cerun yang bersebelahan dengan Pond 4 diukur kadar hakisanannya selama seminggu dengan menggunakan alatan iaitu *erosion pin* yang dipacak secara menegak bagi mengukur kehilangan tanah pada Cerun K. Data yang diperolehi selama tujuh hari dicatatkan dan dibandingkan dengan jumlah hujan ketika itu. Di samping itu, kedalaman kolam takungan sedimen juga diukur sebanyak dua kali pada hari pertama dan hari ketujuh sama dengan pengukuran kadar hakisan dibuat. Dapatan jumlah pengukuran bagi hakisan, pemendapan serta jumlah hujan



Rajah 1 Lokasi KSAS yang terletak di Bandar Proton, Tanjung Malim, Perak

turut dicatatkan. Selain itu, keberkesanan saluran sekitar kolam takungan sedimen yang dibina juga diperhatikan keberkesannya membawa sedimen yang terhakis masuk ke dalam kolam takungan sedimen yang dibina. Semua data dicatat dan dianalisis bagi mengetahui keberkesanan kaedah kawalan hakisan dan kawalan pempadapan sedimen.

Dapatan Kajian dan Perbincangan

Kawasan Cerun K merupakan kawasan cerun yang terletak di aliran sungai asal yang dicadang kekal berada dalam KSAS. Aliran asal ini menghubungkan dari kawasan bawah cerun ke tasik. Seterusnya berhampiran kawasan Cerun K juga terdapat sistem saluran *rock swale* yang disalurkan ke kawasan kolam takungan sedimen atau Pond 4. Pond 4 merupakan kolam yang aktif dalam memerangkap sedimen. Berdasarkan kajian lapangan yang telah dilakukan jarak antara Cerun K dengan Pond 4 ialah 177.1 meter melalui *rock swale*. Kemudian aliran *rock swale* ini juga disalurkan terus ke tasik.

Kawasan Cerun K merupakan kawasan cerun yang dipotong seperti dalam Rajah 2. Panjang Cerun K ialah 17.6 meter dan pin hakisan telah dipacakkan di tiga kawasan iaitu di bahagian atas cerun, bahagian tengah cerun dan bahagian bawah cerun. Setiap pin hakisan dipacakkan ke dalam tanah sebanyak 26.5cm. Kemudian bacaan akan diambil mengikut minggu untuk mengenal pasti kadar hakisan yang berlaku di kawasan cerun yang tidak dilitupi oleh tumbuhan dan tidak mempunyai kaedah pengawalan hakisan. Kajian dilakukan selama satu minggu untuk mengenal pasti kadar hakisan yang berlaku di kawasan Cerun K. Setiap minggu ukuran penurunan dan kenaikan tanih yang berlaku di kawasan Cerun K dilihat dan dicatatkan. Ukuran diambil dengan menggunakan pita pengukur.

Hasil keputusan kajian menunjukkan berlakunya proses hakisan yang giat di kawasan Cerun K. Jadual 1 menunjukkan kadar hakisan yang berlaku di kawasan Cerun K dalam tempoh masa seminggu. Jadual 1 juga menunjukkan kadar hakisan yang berlaku selama seminggu di tiga plot kawasan cerun iaitu cerun bawah, cerun tengah dan cerun atas. Pada hari pertama uji kaji dijalankan, pin hakisan dipacakkan sedalam 25.9 cm ke dalam tanih. Pada hari pertama aras tanih Cerun K berada pada kedudukan yang sama, iaitu pada paras 25.9cm. Kemudian bacaan akan diambil bermula dari hari pertama sehingga cukup waktu seminggu uji kaji dijalankan. Pada hari kedua paras tanih mula menunjukkan perubahan. Terdapat plot kawasan yang mengalami penurunan dan peningkatan tanih.

Kadar penurunan tanih paling ketara pada hari kedua (20 November 2011) iaitu menurun kepada 23.9 cm. Pada hari seterusnya, tanih mengalami penurunan sedikit demi sedikit sehingga pada hari terakhir uji kaji pada 25 November 2011, tanih telah mengalami penurunan sebanyak 6.3 cm. Hal ini dikaitkan dengan jumlah hujan sebanyak 106.4 mm sebulan untuk bulan November 2011 (Mohmadisa et al., 2012). Paras tanih yang mengalami penurunan disebabkan oleh berlakunya kadar hakisan yang giat pada permukaan atas cerun disebabkan oleh jatuhnya hujan yang menghasilkan larian air permukaan yang giat pada permukaan atas cerun. Selain itu, faktor ketiadaan litupan tumbuhan pada permukaan Cerun K juga mempengaruhi kadar hakisan pada tanih atas cerun. Seterusnya kawasan tanih di bahagian tengah cerun pula menunjukkan berlakunya peningkatan tanih.

Pada 19 November 2011 paras tanih sama seperti paras tanih di kawasan cerun atas iaitu 25.9 cm. Namun, pada hari kedua iaitu 20 November 2011, tanih meningkat kepada 29.2 cm dan terus meningkat sehingga ke hari ketujuh, iaitu 33.2 cm dengan peningkatan sebanyak 7.3 cm. Hal ini disebabkan tanih yang terhakis di plot atas menuruni dan menimbus sedikit plot tengah. Oleh itu, berlaku peningkatan sedikit pada plot tengah. Di samping itu, plot bawah menunjukkan penambahan sebanyak 9.3 cm tanih. Hal ini kerana struktur tanih yang telah dihakis di plot atas telah dibawa menuruni Cerun K dan tersangkut atau termendap pada pin hakisan di plot tengah dan bawah. Jumlah tanih yang terhakis dibawa oleh larian air permukaan masuk ke dalam saluran *rock swale* dan seterusnya masuk ke dalam kolam takungan sedimen (Pond 4).

Jadual 1 Kadar hakisan di kawasan Cerun K

Hari	Plot Bawah (cm)	Plot Tengah (cm)	Plot Atas (cm)
Sabtu 19/11/2011	25.9	25.9	25.9
Ahad 20/11/2011	30.1	29.2	23.2
Isnin 21/11/2011	32.1	31.0	20.2
Selasa 22/11/2011	32.3	31.2	20.4
Rabu 23/11/2011	32.5	31.5	19.1
Khamis 24/11/2011	34.6	32.0	19.3
Jumaat 25/11/2011	35.1	33.2	19.6



Rajah 2 Keadaan Cerun K

Bagi kolam takungan sedimen iaitu Pond 4 pula kedalaman kolam takungan sedimen diukur sebanyak dua kali, iaitu pertama pada 19 November 2011 dan kedua pada 25 November 2011. Ia dilakukan di dua kawasan dalam kolam, iaitu inlet kolam dan outlet kolam takungan sedimen (Pond 4). Pengukuran dilakukan dengan menggunakan kayu pancang sebanyak tiga kali dan jumlah pengukuran dipuratakan untuk mendapat jumlah sebenar. Jadual 2 menunjukkan jumlah keseluruhan pengukuran. Berdasarkan pengukuran yang dilakukan, purata kedalaman sedimen di inlet Pond 4 pada 19 November 2011 adalah sebanyak 28.37 cm manakala di outlet Pond 4 pula sebanyak 21.41 cm. Jumlah ini menunjukkan jumlah yang dilakukan pada pengukuran pertama. Pengukuran kedua pula iaitu pada 25 November 2011 dilakukan, jumlah sedimen dalam kolam takungan meningkat sama ada di inlet Pond 4 mahupun di outlet Pond 4. Purata jumlah pengukuran kedua pada inlet Pond 4 adalah sebanyak 32.63 cm, iaitu meningkat sebanyak 4.26 cm dalam masa tujuh hari. Manakala purata kedalaman sedimen di outlet Pond 4 juga menunjukkan peningkatan iaitu daripada 21.41 cm kepada 25.41 cm dengan peningkatan sebanyak 4 cm. Oleh itu, dapat disimpulkan bahawa jumlah tanah yang terhakis pada Cerun K dibawa masuk ke dalam kolam takungan sedimen dan dimendapkan.

Jadual 2 Kedalaman mendapan sedimen di saluran masuk (inlet) dan saluran keluar (outlet) Pond 4 terpilih pada 19 November 2011 dan 25 November 2011

Bilangan Pengukuran Kedalaman Paras Sedimen	Kedalaman Paras Sedimen Termendap pada 19 November 2011 (cm)		Kedalaman Paras Sedimen Termendak pada 25 November 2011 (cm)	
	<i>Inlet</i>	<i>Outlet</i>	<i>Inlet</i>	<i>Outlet</i>
1	29.50	20.10	33.50	25.50
2	25.60	20.43	30.40	23.03
3	30.00	23.70	34.00	27.70
Jumlah Keseluruhan	85.10	64.23	97.90	76.23
Purata	28.37	21.41	32.63	25.41

Rajah 3 menunjukkan keadaan kolam takungan sedimen dipenuhi dengan sedimen yang termendap. Rajah 4 pula menunjukkan pandangan dari atas kawasan kolam takungan sedimen yang terdedah tanpa tanaman tutup bumi dan pokok. Manakala Rajah 5 menunjukkan permukaan cerun yang berdekatan dan merupakan salah satu Cerun K yang terhakis sehingga membentuk galur. Hakisan ini menyebabkan sedimen dibawa oleh larian air permukaan apabila hujan. Berdasarkan Rajah 6, kelihatan sedimen yang termendap dan masih belum dibawa masuk ke dalam kolam takungan sedimen. Sementara itu, Rajah 7 menunjukkan sedimen yang termendap sementara di dalam laluan alternatif yang dibina sebelum masuk ke dalam Pond 4. Rajah 8 pula menunjukkan sedimen baru masuk dan termendap di dalam kolam takungan.



Rajah 3 Kolam takungan sedimen
Sumber: Kerja Lapangan, 20 November 2011



Rajah 4 Permukaan persekitaran Pond 4 dari Cerun K
Sumber: Kerja Lapangan, 25 November 2011



Rajah 5 Hakisan galur yang terbentuk akibat ketiadaan kawalan hakisan di permukaan Cerun K
Sumber: Kerja Lapangan, 25 November 2011



Rajah 6 Pergerakan sedimen yang terhasil dari proses hakisan di permukaan Cerun K
Sumber: Kerja Lapangan, 25 November 2011



Rajah 7 Pergerakan Sedimen Masuk ke Dalam Laluan Alternatif Sebelum Masuk ke Pond 4
Sumber: Kerja Lapangan, 25 November 2011



Rajah 8 Pemendakan sedimen di dalam Pond 4 serta pandangan hadapan Cerun K
Sumber: Kerja Lapangan, 25 November 2011

Walau bagaimanapun, jika langkah pengawalan persekitaran Pond 4 seperti pengawalan cerun tidak gagal, maka masalah ini dapat dikurangkan. Pengawalan Cerun K masih tidak efektif atau bersifat gagal manakala pembinaan kolam takungan sedimen (Pond 4) adalah efektif dan berjaya. Oleh itu, kaedah kawalan kestabilan cerun perlu dikaji untuk menjadikan cerun K lebih stabil.

Kesimpulan

KSAS merupakan kawasan yang terletak berhampiran dengan Banjaran Titiwangsa. Oleh itu, faktor hujan sangat mempengaruhi tahap kestabilan cerun di kawasan kajian. Intensiti hujan yang tinggi menyumbang kepada kejadian hakisan di kawasan kajian. Selain itu penggunaan kaedah kawalan cerun yang tidak seragam di kawasan-kawasan cerun yang terdapat di kawasan kampus baharu menyebabkan terdapatnya kawasan cerun yang mengalami masalah hakisan tanah. Oleh yang demikian langkah-langkah pengawalan dan pengurusan cerun perlu dilakukan bagi mengelakkan berlakunya

kerusakan yang berterusan di kawasan tapak kajian. Selain itu melalui langkah perundangan juga aspek-aspek pengawalan dan penyenggaraan cerun dapat dilakukan mengikut spesifikasi yang telah ditetapkan oleh pihak kerajaan dan pihak berwajib.

Selain itu, keberkesanan kolam takungan sedimen amat bergantung kepada langkah pengawalan hakisan dan penyenggaraan kolam takungan serta kawasan persekitarannya. Masalah pengaliran air dari kolam takungan sedimen yang tidak memenuhi standard INWQS Malaysia yang dikeluarkan oleh Jabatan Alam Sekitar (JAS) akan berterusan jika langkah pengawalan persekitaran dan penyenggaraan dilakukan dengan segera. Berdasarkan pemerhatian yang dilakukan, kaedah pengawalan hakisan yang paling efisien dilakukan bagi mengatasi masalah hakisan di kawasan kajian adalah seperti penanaman rumput *vertiver* secara rapat dan penggunaan bersama kaedah *mulching* di kawasan cerun yang terdedah. Kolam takungan sedimen juga perlu diselenggara dalam tempoh tiga bulan sekali khususnya pada musim Monsun Timur Laut, iaitu pada bulan November yang tinggi kadar hujannya di Tanjong Malim.

Rujukan

- Azman Kasim & Fauziah Kasim. (2003). A simulation study of slope stability affected by construction of new building at Universiti Teknologi Malaysia, Skudai. *Jurnal Kejuruteraan Awam*, 15(1), 49-61.
- Atkinson, D. (2004). *Weathering, slopes and landforms*. London: Hodder & Stoughton.
- Eric Goh & Tew Kia Hui. (2006). *Soil erosion engineering*. Pulau Pinang: Penerbit Universiti Sains Malaysia.
- Jabatan Pengairan & Saliran. (2007). *Kompendium dan data asas JPS Negeri Perak*. Diperoleh daripada <http://www.jpsperak.gov.my/userfiles/files/PDF/Publication/Kompendium%20Data%20dan%20Maklumat%20Asas%20JPS%20Negeri%20Perak.pdf>.
- Mohmadisa Hashim, Mohamad Suhaily Yusri Che Ngah & Nasir Nayan. (2012). Trend hujan jangka masa panjang dan pengaruhnya terhadap hakisan permukaan: Implikasinya kepada tapak kampus baru Sultan Azlan Shah, Tanjong Malim. *GEOGRAFIA Online Malaysia Journal of Society and Space*, 8(2), 38-51.
- Mohamad Suhaily Yusri Che Ngah, Nasir Nayan, Mohmadisa Hashim & Mohd Faris Dziauddin (2010). Kajian hidrologi di Kampus Sultan Azlan Shah, Universiti Pendidikan Sultan Idris. Laporan akhir penyelidikan universiti yang tidak diterbitkan.
- Mohd Firdaus Roslan. (2006). Kajian keberkesanan kaedah pengawalan hakisan pada kestabilan cerun. Tesis Ijazah Sarjana Muda Universiti Teknologi Malaysia yang tidak diterbitkan.
- Nazarul Saufi. (2006) Analisis reka bentuk saiz kolam perangkap sedimen. Tesis Ijazah Sarjana Muda Universiti Teknologi Malaysia yang tidak diterbitkan.
- Shazarina Hashim. (2009). Kajian hakisan tanah dan keberkesanan kolam perangkap sedimen di tapak pembinaan. Tesis Ijazah Sarjana Muda Universiti Teknologi Malaysia yang tidak diterbitkan.
- Tjia, H. D., Juhari Mat Akhir, Ibrahim Komoo, Ibrahim Abdullah, Zaiton Harun & Anizan Ishak (1987). *Proses eksogen*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- United Nation Environment Programme (UNEP). (1994). *Guidelines for sediment control practices in Insular Caribbean: CEP Technical Report*. Diperoleh April 25, 2011 daripada www.cep.unep.org/publications-and-resources/technical.../tr32_en.pdf.