

Tanah runtuh cetusan manusia di Bukit Antarabangsa, Hulu Kelang, Selangor

(Human-induced landslides at Bukit Antarabangsa, Hulu Kelang, Selangor)

CHOUN-SIAN LIM^{1,*}, TAJUL ANUAR JAMALUDDIN², IBRAHIM KOMOO¹

¹Pusat Kajian Bencana Asia Tenggara (SEADPRI), Institut Alam Sekitar dan Pembangunan,
Universiti Kebangsaan Malaysia, Selangor, Malaysia

²Program Geologi, Fakulti Sains & Teknologi, Universiti Kebangsaan Malaysia, Selangor, Malaysia

*Corresponding author email address: chounsian@gmail.com

Abstrak: Kajian ini meninjau kembali fenomena tanah runtuh Bukit Antarabangsa, iaitu kawasan perbukitan di Ampang Jaya yang telah mengorbankan 65 nyawa pada sekitar tahun 1990 hingga 2010. Antara tanah runtuh tersebut ialah runtuh Kondominium Highland Towers, Banglo Taman Hillview dan perumahan Taman Bukit Mewah. Kes-kes kejadian ini diteliti secara perspektif rantau bersama-sama dengan data tambahan baharu. Hasilnya, didapati banyak penunjuk yang menyokong bahawa permukaan bumi kawasan perbukitan ini telah diganggu dan diubahsuai oleh manusia sejak 50 tahun lepas sebelum tercetusnya tanah runtuh, terutamanya faktor degradasi mengikut masa seperti tanah terbiar gondol untuk satu tempoh yang panjang dari mula pembinaan sehingga siap; amalan pembinaan; dan pembinaan atas tapak cerun yang mempunyai sejarah tanah runtuh atau yang pernah terubahsuai. Faktor iklim khatulistiwa dan kesuburan tanah yang menggalakkan pertumbuhan semula vegetasi secara padat dan pantas untuk kembali kepada keadaan seakan-akan hutan primer pada permukaan juga menyebabkan tanda-tanda kesan gangguan masa lampau sukar dikesan. Justeru itu, kajian ini menyimpulkan, selain daripada faktor pencetus hujan dan geologi seperti terain granit terluluhawa dan struktur batuan, faktor terain terganggu yang tercetus oleh aktiviti manusia turut menjadi punca penyebab tanah runtuh yang utama. Kawasan ini juga adalah satu contoh yang menunjukkan bencana tanah runtuh cetusan manusia di mana impak daripada evolusi amalan semasa-pembinaan dan pengurusan guna tanah tidak terselia telah menyumbang kepada kejadian tanah runtuh.

Kata kunci: Guna tanah, tanah runtuh cetusan manusia, tragedi Highland Towers, strata Anthropocene

Abstract: This study revisits the Bukit Antarabangsa, a hilly topographic region of Ampang Jaya where a number of landslides occurred between year 1990 and 2010, resulted in 65 lives perished. Among those fatal landslides were the collapsed of a block of Highland Towers condominium, Taman Hillview bungalow and Taman Bukit Mewah housing estate. In examining historical cases of the area from regional perspective and new supplementary data, there were numerous evidences showing the lands had been greatly battered and modified since the last 50 years before the fatal landslides occurred. It was found these extensive land exploitation, specifically long duration of exposed barren land until construction completed; construction practices; and construction on old landslides or previously modified sloping lands, had significantly contributed to the causal factor of the landslides. The humid tropical and fertile soil in Malaysia that promotes thick vegetation regrowth to the extent of resembling a primary forest-cover might have hindered detection of modified lands during for new construction. Thus, this study suggested that, in addition to climatic-induced and geological factors namely weathered granitic terrain and lithological relicts as predisposing factors, these landslides were also attributed by human disturbed terrain from multiple land-use changes. The site is an example of human-induced landslide disasters from the consequence of land use management and during-construction practices.

Keywords: Land use, human-induced landslide, Highland Towers tragedy, Anthropocene strata

PENGENALAN

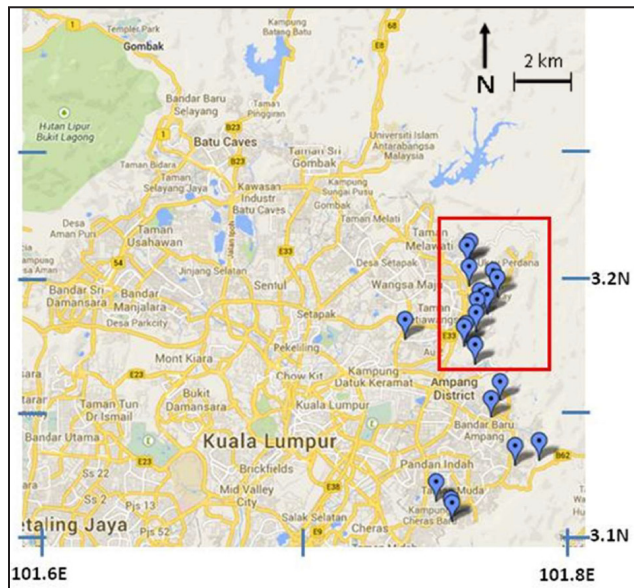
Walaupun secara umum kejadian tanah runtuh di Malaysia adalah jenis bersaiz kecil hingga sederhana yang panjang atau lebarnya jarang melebihi 500 m, akan tetapi kadar kehilangan nyawa akibat tragedi tanah runtuh agak tinggi dan membimbangkan. Kadar kematian akibat tanah runtuh di Malaysia, pada tempoh tahun 1961 hingga 2007, dilaporkan dalam JKR (2008) sebanyak 441 kejadian tanah runtuh telah berlaku dan terdapat 577 orang yang terbunuh, iaitu kadar purata kematian oleh tanah runtuh ialah lebih kurang 12 orang setahun. Dalam tempoh 5 tahun iaitu dari

1995 hingga 1999, kadar kematian tanah runtuh agak tinggi di mana sebahagiannya disebabkan oleh kejadian tanah runtuh Bukit Antarabangsa, iaitu sebanyak 109 orang atau purata 20 orang setahun telah terbunuh, dan angka ini tidak mengambil kira anomali korban taufan Greg yang menyebabkan bencana bersusul (*cascading*) tanah runtuh-banjir lumpur sebanyak 238 orang di Sabah (Komoo *et al.*, 2011).

Kejadian tanah runtuh di Bukit Antarabangsa merupakan perkara hangat yang sering menjadi perhatian banyak pengkaji tanah runtuh termasuk laporan akhbar tempatan. Ramai pengkaji telah menjalankan kajian

mengenai geologi dan tanah runtuh dan penyiasatan pos-bencana atau forensik di kawasan ini. Walau bagaimanapun, kebanyakan kajian ini lebih bersifat kes tunggal secara terpencil dan jarang dilihat secara saling-kaitan secara menyeluruh di kawasan sekitar ini. Kajian ini menganalisis isu kejadian tanah runtuh di Bukit Antarabangsa menggunakan pendekatan pelbagai skala dan bersiri. Istilah **tanah runtuh** atau *landslide* digunakan dalam sepanjang penulisan ini mengikut definisi Cruden (1991), iaitu merujuk secara umum kepada gerakan sebarang jasad batuan, tanah atau debris menuruni cerun tanpa mengambilkira pengelasan jenis bahan dan prosesnya. Penilaian dilakukan pada skala rantau, diikuti oleh penyiasatan secara skala tapak atau forensik pos-bencana dan kajian data sekunder serta fotograf udara dalam siri masa lebih kurang 50 tahun yang lepas semenjak 1960-an. Kecenderungan kajian ini bertujuan untuk mengenalpasti faktor atau dorongan utama yang mencetuskan penumpuan bilangan dan magnitud kejadian tanah runtuh yang relatifnya tinggi di sekitar kawasan ini. Kertas kajian ini akan menunjukkan terdapatnya faktor pengaruh dan kecuaiian manusia sebagai unsur antropogenik yang ketara dalam kejadian sesuatu bencana tanah runtuh.

Kawasan Bukit Antarabangsa ialah petempatan di atas perbukitan yang terletak di bahagian hulu kepada Sungai Kelang yang kebanyakannya terdiri daripada perumahan rumah tunggal atau banglo, rumah teres dan apartmen atau kondominium. Jaraknya lebih kurang 11 km di timur-laut pusat bandar Kuala Lumpur dan 3 km di selatan Zoo Negara. Kawasan ini yang terletak di bawah pentadbiran Majlis Perbandaran Ampang Jaya di negeri Selangor yang merangkumi kediaman seperti Taman Bukit Antarabangsa, Taman Hillview, Taman Wangsa, Taman Bukit Utama dan Taman Ukay.



Rajah 1: Kedudukan kawasan kajian iaitu Bukit Antarabangsa [dalam kotak merah] dan taburan kejadian tanah runtuh [titik biru] di sekitar Ulu Kelang (1993-2008). Sumber peta latar: Google Maps 2018.

Bukit Antarabangsa pada satu ketika merupakan satu kawasan yang sering dikaitkan dengan fenomena kegagalan cerun dan sentiasa dijadikan kes bandingan dalam perdebatan masalah tanah runtuh Malaysia. Di kawasan ini, beberapa kejadian tanah runtuh yang tidak asing kepada rakyat Malaysia seperti Highland Towers (berlaku tahun 1993); sekitar Kondominium Athenaeum Peak dan Wangsa Height (berlaku tahun 1999); Taman Hillview (berlaku tahun 2002); dan Taman Bukit Mewah (berlaku tahun 2008). Kesemua tanah runtuh ini didapati berlaku di sekitar kawasan perbukitan yang memanjang dalam lingkungan 1.8 km di sekitar Bukit Antarabangsa di Hulu Kelang (juga dikenali Ulu Kelang), Selangor. Kawasan ini seluas lebih kurang 4 x 5 km, terletak 5 km di selatan Empangan Klang Gates dan 2 km di selatan Zoo Negara. Rajah 1 menunjukkan lokasi Bukit Antarabangsa dan sekitarnya di Hulu Kelang serta sempadan kawasan kajian, dan bersama-sama Jadual 1 menunjukkan antara tahun 1993-2008, sekurang-kurangnya 21 kes tanah runtuh

Jadual 1: Rekod kejadian tanah runtuh di Bukit Antarabangsa dan kawasan sekitar Ampang.

Tarikh	Tempat	Impak
6 Dis 2008	Taman Bukit Mewah	4 mati
31 Mei 2006	Kampung Pasir / Taman Zooview	4 mati
1 Feb 2005	Jln Tebrau, Dataran Ukay	
31 Jan 2005	Jln Tebrau, Dataran Ukay	
7 Nov 2003	Jln Bukit Mulia	
2 Nov 2003	Oakleaf Park Condominium	
3 Mac 2003	Bukit Indah	-
20 Nov 2002	Taman Hillview	8 mati 5 cedera
9 Nov 2001	Jln Lee Woon, Tmn Zooview	-
29 Okt 2001	Taman Zooview	-
April 2001	Riverdale Park Apartment	-
4 Jan 2001	Taman Kosas	-
12 Dis 2000	Taman Mulia Jaya	-
30 Mac 2000	Sg Sering, Tmn Kelab Ukay	-
5 Okt 2000	Jln Wangsa - Bt. Antarabangsa	
24 & 27 Feb 2000	Kg. Seri Damai (dkt Tmn Kencana)	1 mati
6 Jun 1999	Taman Bt. Permai	-
11 Julai 1999	Mutiara Court, Bt. Indah	-
15 Mei 1999	Athenaeum Peak/ Tower, Bt. Antarabangsa	-
14 & 15 Mei 1999	Jalan Wangsa, Bt. Antarabangsa	-
9 Jun 1996	Taman Bt. Permai	-
26 Okt 1995	Taman Mulia Jaya	-
15 Mei 1995	Taman Keramat Permai	-
6 Mei 1994	Kg. Tasik Permai	-
18 Dis 1993	Taman TAR	-
11 Dis 1993	Blok 1 Highland Towers	48 mati

Sumber: Arkib atas-talian *The New Straits Times* (2009) dan *The Star* (2009), John (2008), JKR (2008).

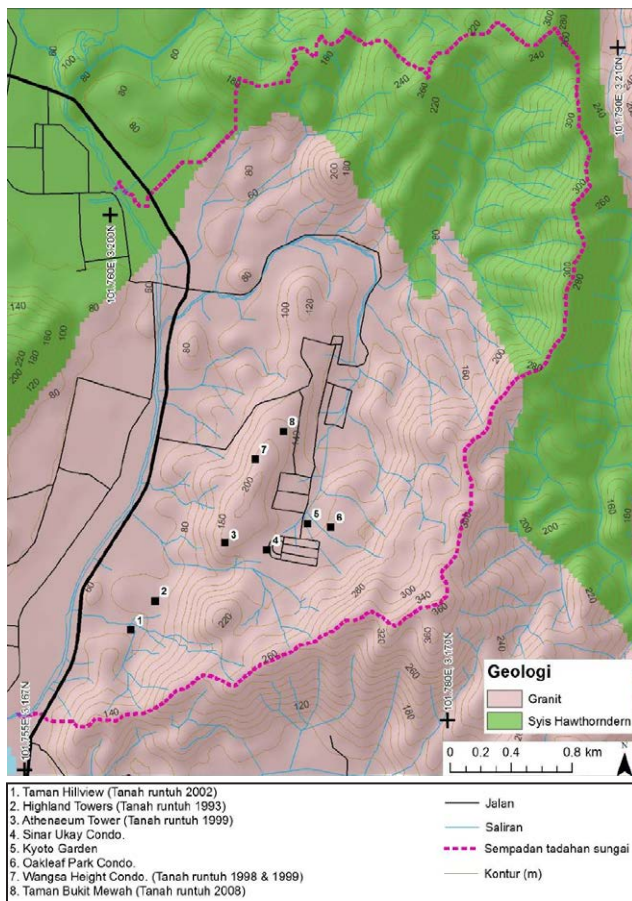
direkodkan di sekitar kawasan Hulu Kelang. Daripada 21 kes tersebut, 5 kejadian telah menyebabkan 65 kemalangan jiwa. Dalam pada itu, terdapat sekurang-kurangnya 12 kejadian berlaku di sekitar kawasan perbukitan di mana terletaknya kondominium Highland Towers. Hanya 5 kejadian sahaja iaitu 24% sahaja yang menyebabkan kematian, secara kebanyakan tidak melebihi 10 orang yang terbunuh dalam setiap kejadian, kecuali kes Highland Towers yang melibatkan 48 nyawa.

GEOMORFOLOGI DAN GEOLOGI

Geomorfologi Bukit Antarabangsa terdiri daripada satu permatang tirus memanjang lebih kurang 3 km yang menganjur hampir utara-selatan, dan merupakan sebahagian daripada permatang yang bersambung dengan Banjaran Titiwangsa. Permatang rendah tirus ini terletak antara dua lembah di mana terletaknya jalan utama Lebuhraya *Middle Ring Road 2* (MRR2) dan Jalan Bukit Antarabangsa. Di cerun barat yang menghadap Sungai Kelang dan Lebuhraya MRR2 ialah kawasan perumahan Taman Hillview dan Taman Sri Ukay yang merupakan lokasi tanah runtuh Highland Towers dan Taman Hillview. Cerun timur permatang ini pula, ialah lokasi Taman Bukit Mewah. Athenaeum Peak dan Wangsa Height pula terletak pada rabung permatang ini. Ketinggian Bukit Antarabangsa adalah sekitar 80 m hingga

230 m yang terletak pada lembangan Sungai Sering yang mengalir ke Sungai Kelang di mana paras terendahnya lebih kurang 50 m (Rajah 2). Topografi kawasan jenis beralun, lurah sempit dan bercerun agak curam (25° - 40°). Cerun hanya mulai landai di rabung bukit dan di cerun barat apabila menghampiri Sungai Kelang. Cabang kecilnya kawasan ini ialah Sungai Seriang yang mengalir selatan ke utara memasuki Sungai Sering yang kemudian mengalir arah timur ke barat ke sungai utama iaitu Sungai Kelang yang terletak di Barat.

Geologi kawasan ini keseluruhannya didasari oleh batuan dasar jenis granit berbutir sederhana kasar hingga kasar yang dikenali Granit Kuala Lumpur yang berusia Trias (Hutchison, 1973) dan Trias Akhir (Shu, 1989). Batuan granit ini merekah batuan syis dan filit daripada Formasi Hawthornden (Yin, 1976; JMG, 1976). Batuan syis Formasi Hawthornden boleh dijumpai ke arah utara kawasan ini. Rejahan telerang kuarza ke dalam batuan granit agak lumrah di kebanyakan kawasan ini, banyak batuan granit ini mengalami ricihan dan retakan. Granit Kuala Lumpur dicirikan oleh megakris K-feldspar yang dominan di mana mineral utama granit ini ialah K-felspar, plagioklas dan kuarza; terbahagi kepada 4 unit utama di mana 2 unit yang lazim ialah unit granit jenis megakris biotit dan megakris muskovit-biotit (Ng, 1994). Rajah 2 menunjukkan peta geologi kawasan relatif kepada lokaliti tanah runtuh dan Rajah 3 menunjukkan beberapa singkapan batuan di lapangan. Singkapan batuan segar dapat dicerap di cerun Jalan Wangsa 1 dan kawasan pembangunan tanah baru di Ukay Perdana. Profil luluhawa tanah terluluhawa tebal jelas kelihatan di kawasan cerun potongan baru sekitar rabung bukit dan kaki tebing, ketebalan tanah baki berkedalaman



Rajah 2: Peta topografi dan geologi batuan dasar kawasan Bukit Antarabangsa dan kawasan sekitarnya. (Sumber: Suratman, 1993; JMG, 1976; Yin, 1976).



Rajah 3: Singkapan batuan di lapangan pada beberapa keadaan landskap.

sekitar 1 - 2 m dan tanah terluluhawa mencapai 5 - 6 m sebelum batuan segar dapat diperhatikan.

KAJIAN TERDAHULU

Kajian mengenai batuan granit yang mendasari Bukit Antarabangsa; dan geologi guna berkaitan aspek kejuruteraan dilakukan semenjak tahun 1980-an. Kajian Tan & Komoo (1990) mendapati punca kepada kekerapan kejadian tanah runtuh di sekitar Kuala Lumpur termasuk Bukit Antarabangsa disebabkan terutamanya oleh kepelbagaian geologi yang kompleks seperti sifat kejuruteraan, struktur batuan dan profil keluluhawaan batuan. Pemetaan geologi kejuruteraan dalam Suratman (1993) di sekitar Kuala Lumpur juga merangkumi kawasan kajian ini, antara catatannya berserta satu fotograf ialah kes mengenai kejadian kerosakan deretan rumah akibat kegagalan cerun gelinciran cetek di Ukay yang juga merupakan tapak kejadian yang sama dengan tanah runtuh di Taman Bukit Mewah pada tahun 2008 ini. Kajian Komoo & Lim (2003) dan Raj (2003) juga menyebut beberapa kejadian geobencana di sekitar Bukit Antarabangsa yang memperlihatkan sifat aliran debris. Kajian sifat keluluhawaan terrain granit dengan kecenderungan untuk berlaku kejadian tanah runtuh di Malaysia termasuk Bukit Antarabangsa, dan Jepun telah dibandingkan dalam Chigira *et al.* (2011). Lee *et al.* (2014) pula telah membuat analisis mekanisme tanah runtuh cetusan hujan di sekitar kawasan ini yang mengaitkan taburan dan jumlah hujan untuk tercetusnya kejadian tanah runtuh. Literatur lain yang berkaitan ialah laporan-laporan penyiasatan pasca-kejadian atau bersifat forensik selepas kejadian tanah runtuh untuk mengenalpasti faktor dan punca sesuatu kejadian; antaranya laporan penyiasatan Highland Towers dalam MPAJ (1994), Komoo (1997; 1998) dan Ooi (2008); pemetaan tanah runtuh Taman Hillview oleh Komoo & Lim (2003); dan laporan penyiasatan tanah runtuh Taman Bukit Mewah oleh JKR (2009) dan Low *et al.* (2012).

METODOLOGI KAJIAN

Untuk memahami kejadian tanah runtuh yang berkisar di kawasan Bukit Antarabangsa, kajian ini dijalankan untuk merungkai faktor yang mendorong kejadian tanah runtuh di kawasan tersebut secara pemetaan kajian meja atau analisis fotograf udara, cerapan lapangan, dan singkapan data sekunder melalui huraian sejarah kegagalan cerun dan evolusi guna tanah secara bersistematik untuk memahami penyebab dan faktor pencetus kegagalan. Pendekatan dalam pemetaan ini merujuk kepada panduan amalan penyiasatan dan penilaian tapak BS 5930:1981 yang dibincangkan dalam Geological Society of London (GSL, 1986), termasuk kajian meja (West, 1986; Griffiths & Marsh, 1986), iaitu literatur, imej penderiaan jauh dan cerapan lapangan secara jelajah umum kawasan tapak yang merangkumi litologi, struktur geologi, permukaan bumi, air permukaan dan bahaya (*hazard*).

Kajian ini menggunakan data topografi, imej penderiaan jauh dan analisis topografi dengan bantuan perisian Sistem Maklumat Geografi (GIS). Ini termasuk data topografi

daripada Jabatan Ukur dan Pemetaan Malaysia (JUPEM), data *Digital Terrain Model* (DTM) Intermap *Interferometric Synthetic Aperture Radar* (IFSAR) tangkapan pada sekitar 12 November 2008 hingga 24 Disember 2008 dan imej fotograf udara tahun 1966 hingga 2002. Data peta topografi JUPEM 1:50,000 digunakan untuk maklumat saliran dan jalan raya dan kontur sela 5 m janaan DTM IFSAR untuk ketinggian topografi. Analisis fotograf udara di Bukit Antarabangsa lebih bertumpu pada perubahan evolusi litupan tanah atau guna tanah dengan kejadian tanah runtuh. Cerapan lapangan dan kajian terperinci terpilih dibuat di Bukit Antarabangsa pada skala besar secara berjalan kaki (skala pemetaan: ~satu meter) untuk beberapa lokaliti pos-bencana tanah runtuh dan analisis peristiwa kejadian.

Fotograf udara yang diperolehi daripada Jabatan Ukur dan Pemetaan Malaysia bagi tahun 1966, 1981, 1985, 1992, 1995, 1997 dan 2002 telah digunakan. Fotograf-fotograf udara ini kemudian diimbas sebagai imej digital format jpeg dan disurih tafsirannya dalam perisian Macromedia Freehand MX. Sambungan mozek untuk setiap fotograf bagi siri tahun yang sama dan berlainan tahun dibuat dengan bantuan geo-rujukan di kawasan kajian seperti bangunan dan persimpangan jalan dilakukan dengan bantuan perisian GIS iaitu ESRI ArcGIS 9.3.

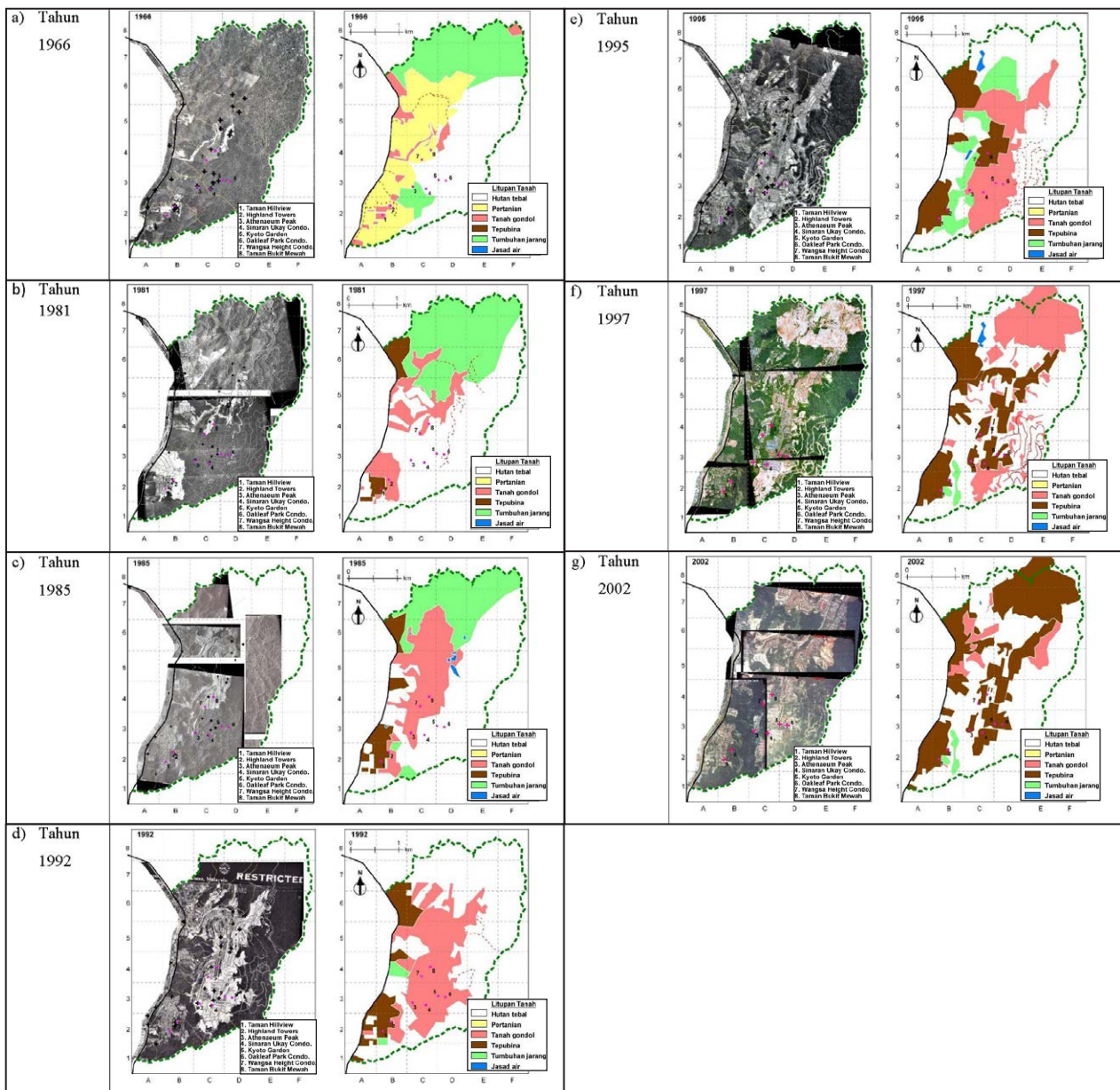
Perubahan litupan permukaan dan guna tanah diterangkan dengan teknik analisis fotograf udara bersiri masa untuk empat lokasi kejadian tanah runtuh di Bukit Antarabangsa, iaitu Highland Towers; Condominium Athenaeum Peak dan Wangsa Height; Banglo Taman Hillview dan Taman Bukit Mewah. Huraian dibuat berdasarkan perubahan pada beberapa siri fotograf udara dari tahun 1966 hingga 2002 untuk setiap tapak. Perubahan dan impak alam sekitar yang diperhatikan akan dihurai dengan bukti cerapan lapangan, rujukan literatur dan data sekunder. Tafsiran perubahan litupan permukaan bumi secara visual pada skala kasar dilakukan untuk pengelasan fitur-fitur berikut: (a) Hutan dan pertanian; (b) Tanah gondol dan pembinaan; (c) Denai jalan; dan (d) Jasad air atau kolam. Transisi guna tanah juga dicerap untuk aktiviti seperti pembersihan hutan atau pembalakan; pertumbuhan hutan semula (*regenerasi*) tanah pertanian ke hutan sekunder dan seterusnya hutan tebal; dan tanah ditinggalkan atau guna tanah terbenkakai. Tafsiran ini dipermudahkan dengan grid maya dilukis untuk memudahkan huraian dengan Lajur Menegak dilabel menggunakan A, B, C, hingga F, manakala Baris Membujur dilabel dengan 1, 2, 3, hingga 8. Beberapa lokasi relatif bangunan dan taman perumahan utama juga dilabelkan untuk memudahkan rujukan, iaitu Taman Hillview [1], Highland Towers [2], Athenaeum Peak Condominium [3], Sinar Ukay Condominium [4], Kyoto Garden [5], Oakleaf Park Condominium [6], Wangsa Height Condominium [7] dan Taman Bukit Mewah [8].

HASIL KAJIAN

Cerapan dimulakan dengan evolusi dan sejarah guna tanah di sekitar sekitar Bukit Antarabangsa kemudian menjurus kepada lokasi tanah runtuh. Jika disingkap sejarah

tanah runtuh yang berlaku di sekitar Bukit Antarabangsa, banyak kejadian yang boleh dikatakan tercetus semenjak 1990-an terutamanya selepas kes Highland Towers telah mencapai 21 kes (lihat Jadual 1). Sejarah guna tanah berdasarkan kepada litupan tanah daripada tafsiran fotograf udara digunakan untuk menjelaskan apa yang telah berlaku kepada permukaan bumi di sekitar kawasan ini. Guna tanah utama di kawasan ini terdiri daripada perumahan kondominium, rumah pangsa, rumah teres dan rumah persendirian. Hutan merupakan litupan tanah yang kedua terbesar selepas perumahan. Hutan di kawasan ini kebanyakan jenis sekunder seperti belukar dan pokok getah yang ditinggalkan di kawasan bercerun. Hutan primer pula kebanyakannya didapati di sekitar puncak sempadan sub-lembangan ini dan beberapa bahagian kecil di puncak permatang bukit.

Sejarah guna tanah di Bukit Antarabangsa dapat dikesan bermula sebelum tahun 1960-an. Berdasarkan fotograf udara terawal yang diperolehi iaitu 1966 (Rajah 4a), kawasan tersebut telah diterokai sejak kira-kira 50 tahun yang lepas lagi. Kawasan puncak bukit sekitar C4, C5, D4 dan D5 iaitu di mana pada masa kini terletaknya Wangsa Height Condominium [7] dan Taman Bukit Mewah [8] kanopi tumbuhan jarang mungkin aktiviti pertanian. Penerokaan tanah secara giat atau gondol juga kelihatan di sekitar B2 dan B3 iaitu di mana letaknya Taman Hillview [1] dan Highland Towers [2] masa kini. Fotograf udara tahun 1981 (Rajah 4b), iaitu 15 tahun kemudian, menampakkan lebih banyak aktiviti penerokaan ekstensif di sekitar yang masa kini ialah Wangsa Height Condominium [7], Taman Bukit Mewah [8], Taman Hillview [1] dan Highland Towers [2]. Petempatan kelihatan di sekitar Taman Hillview dan penggondolan tanah



Rajah 4: Fotograf udara (a) 1966; (b) 1981; (c) 1985; (d) 1992; (e) 1995; (f) 1997; (g) 2002 di (kiri), dan tafsiran litupan tanahnya (kanan).

secara meluas kelihatan pada B2-B2 iaitu sekitar tapak Highland Towers sedang dalam pembangunan.

Fotograf udara tahun 1985 (Rajah 4c) menunjukkan Taman Hillview [1] dan Highland Towers [2] telah selesai dibangunkan, dan kerja-kerja tanah di cerun atas hingga puncak bukit (B2) kepada Taman Hillview dan Highland Towers sedang giat digondolkan. Penggondolan tanah di C3 – C6 amat jelas kelihatan, ini melibatkan kawasan untuk Athenaeum Peak Condominium [3], Wangsa Height Condominium [7] dan Taman Bukit Mewah [8]. Fotograf udara tahun 1992 (Rajah 4d), menunjukkan puncak bukit (B2) Taman Hillview [1] dan Highland Towers [2] masih lagi gondol dan pembersihan tanah masih berterusan hingga ke puncak bukit. Hampir keseluruhan permatang Bukit Antarabangsa iaitu C2 – C6 dan D3 – D6 kelihatan telah digondolkan, kawasan ini merupakan tapak perumahan untuk Athenaeum Peak Condominium [3], Sinar Ukay Condominium [4], Kyoto Garden [5], Oakleaf Park Condominium [6], Wangsa Height Condominium [7], dan Taman Bukit Mewah [8].

Dalam tafsiran fotograf udara tahun 1995 (Rajah 4e) dan 1997 (Rajah 4f), fotograf udara tahun 1995 menunjukkan kebanyakan kawasan yang sebelum ini gondol telah hampir selesai pembinaan. Kawasan baru pembersihan tanah berlaku pada C2 yang berada di selatan Bukit Antarabangsa. Denai jalan yang baru kelihatan pada D2 – D4 dan E2 – E4 juga menunjukkan penerokaan baru di timur permatang Bukit Antarabangsa yang berkemungkinan untuk tujuan pertanian. Pemerhatian yang penting bagi secara siri jangka masa ini ialah banyak kawasan yang dahulunya digondolkan telah mengalami pertumbuhan vegetasi semula. Ini dapat dilihat terutamanya di cerun-cerun bukit Taman Hillview [1], Highland Towers [2], Athenaeum Peak Condominium [3], dan Wangsa Height Condominium [7], di mana cerun bukit sekitar B2 – B5 yang bertumbuhan jarang kelihatan telah seperti hutan lebat atau hutan asal pada fotograf udara tahun 1997. Pada fotograf udara tahun 1997, penerokaan tanah yang baru didapati pada D7 dan E7 di utara permatang Bukit Antarabangsa, dan juga di timur permatang di mana denai-denai jalan pada D2 – D4 dan E2 – E4 kelihatan lebih jelas.

Fotograf udara tahun 2002 (Rajah 4g), menampakkan pembangunan tanah di sekitar Bukit Antarabangsa telah hampir selesai sepenuhnya dan kebanyakan kawasan yang gondol yang dapat diperhatikan pada fotograf udara masa lepas telah mengalami pertumbuhan vegetasi semula. Hanya sedikit sahaja kawasan baru yang dibersihkan dan kelihatan gondol seperti di B5, C6 dan E5.

Ringkasan kepada Rajah 4 ialah didapati tumbuhan kawasan tropika lembab di Malaysia ini menggalakkan pertumbuhan vegetasi lebat secara pantas dan tumbuhan terjana semula menggambarkan seolah-olah tidak meninggalkan kesan ketara bahawa sesuatu kawasan pernah digondolkan. Ini mencadangkan bahawa adalah agak sukar untuk menentukan sejarah guna tanah atau litupan bumi sesuatu kawasan secara memerhatikan fitur lapangan semasa yang mungkin menggambarkan keadaan 5 hingga

10 tahun yang lepas sahaja, penyiasatan sejarah lampau sesuatu kawasan perlu ditentukan dengan bukti-bukti seperti fotograf udara dan imej satelit yang berusia 10 hingga 50 tahun lebih lama.

PERBINCANGAN

Analisis perubahan dan kejadian tanah runtuh daripada tafsiran fotograf udara tahun 1966, 1981, 1985, 1992, 1995, 1997 dan 2002, secara rujukan silang juga dibuat dengan kejadian tanah runtuh di kawasan Bukit Antarabangsa. Daripada Jadual 1, berikut diringkaskan beberapa peristiwa bencana tanah runtuh yang menyebabkan impak kematian, kecederaan dan gangguan masyarakat yang signifikan semasa kejadian:

- Tahun 1993: Highland Towers, 48 mati
- Tahun 1999: Athenaeum Peak, semua penghuni dipindahkan sementara waktu
- Tahun 1999: Jalan Wangsa, jalan terputus
- Tahun 2001: Jalan Wangsa, jalan utama terputus
- Tahun 2002: Taman Hillview, 8 mati dan 5 cedera
- Tahun 2006: Kampung Pasir, 4 mati
- Tahun 2008: Taman Bukit Mewah, 4 mati

Huraian dibuat untuk 3 kes terpilih di Bukit Antarabangsa berdasarkan kajian literatur, fotograf udara, fotograf jarak dekat dan kajian lapangan. Ketiga-tiga lokasi terletak di sebuah bukit yang sama dan beza jarak tidak lebih 2 kilometer, dalam lingkungan kotak 3 km x 2 km (Rajah 1) untuk (i) Runtuhan Highland Towers pada tahun 1993; (ii) Runtuhan cerun banglo Taman Hillview pada tahun 2002; dan (iii) Runtuhan cerun Taman Bukit Mewah pada tahun 2008.

Kes 1: Highland Towers (1993)

Pada 11 Disember 1993 kira-kira jam 1.30 petang, bangunan Blok 1 iaitu satu daripada tiga blok kodominium Highland Towers di kaki cerun bukit tiba-tiba runtuh dan 48 penghuni terbunuh. Laporan penyiasatan kejadian menyatakan satu tanah runtuh bersaiz 120 m panjang dan 90 m lebar telah berlaku dan isipadu debris tanah yang gagal dianggarkan berjumlah 40,000 meter padu (MPAJ, 1994). Tekanan akibat tanah runtuh yang bermula di belakang Blok 1 menyebabkan dinding penahan diikuti oleh cerucuk pendasarannya di hadapan bangunan gagal. Akhirnya bangunan tumbang ke arah hadapan. Tapak tanah runtuh ini masih lagi ditinggalkan sehingga kini. Dua blok bangunan yang telah diisytiharkan tidak selamat dan telah ditinggalkan. Lawatan tapak pada tahun 2010 hingga 2013, menunjukkan terdapat saluran baru telah dibina dan ada tanda penyelenggaraan cerun di belakang dijalankan dari masa ke masa.

Dalam kajian kronologi perubahan litupan dan guna tanah di kawasan Bukit Antarabangsa. Walaupun dokumen rasmi menunjukkan pembinaan mengambil masa antara 1974 – 1986 dalam beberapa peringkat (MPAJ, 1994), tafsiran fotograf udara kajian ini menunjukkan terdapat tanda pembersihan tanah sejak tahun 1966 lagi (Rajah 4a) dan banjir lumpur ketika hujan juga dilaporkan berlaku

di tapak bangunan pada tahun 1979 (semasa pembinaan). Tahun 1974 bermulanya pemotongan cerun untuk kerja pembinaan Highland Tower dan hakisan masih jelas kelihatan pada tafsiran fotograf udara tahun 1981 (Rajah 4b). Fotograf udara tahun Rajah 4c seterusnya menunjukkan pembersihan tanah di atas bukit belakang Highland Towers pada tahun 1985.

Tragedi tanah runtuh berlaku pada tahun 1993 iaitu kira-kira 27 tahun kemudian, di mana bangunan Highland Towers yang siap dibina pada sekitar tahun 1983 ini, berdasarkan tafsiran fotograf udara keadaan penggondolan terdedah kepada hakisan dan perluluhawaan sejak tahun 1966 iaitu lebih kurang selama 15 tahun (Lihat Rajah 4a - 4f untuk fotograf udara tahun 1966, 1974, 1985 dan 1992). Fotograf udara tahun 1985 menunjukkan gangguan pembersihan tanah pada cerun atas di belakang Highland Towers, dan fotograf udara pada tahun 1992 juga menunjukkan cerun di belakang Highland Towers sehingga ke puncak seolah-olah terbengkalai dan kesan-kesan hakisan agak ketara.

Dalam laporan Majlis Perbandaran Ampang Jaya (MPAJ, 1994), tanah runtuh retrogresif ini dicituskan oleh penyerapan air ke dalam tanah akibat pembersihan tanah di atas bukit, sistem saliran yang lemah dan hujan yang lebat dan berpanjangan selama beberapa hari sebelum kejadian. Laporan tersebut menyatakan cerun dan dinding penahan jenis bongkah batuan di hadapan dan belakang Blok 1, hasil analisis kestabilan cerun menunjukkan cerun-cerun berkenaan faktor keselamatan $FoS < 1$, iaitu tidak selamat, dan sistem saliran yang dibina tidak mengikut spesifikasi Jabatan Pengairan dan Saliran, serta penyiataan pos-kejadian menunjukkan ia tidak diselenggara dengan baik (rosak atau tersumbat). Laporan itu menambah, semasa kerja tanah dan peringkat pembinaan tidak dipantau oleh ahli bertauliah. Keadaan geologi diulas dalam Komoo (1997) lebih mendalam analisis punca kejadian dengan kawalan geologi seperti batuan dan struktur geologi.

Sebahagian cerapan ini juga disokong oleh keputusan satu prosiding Mahkamah Tinggi (Ooi, 2008), iaitu hakim memutuskan punca utama tanah runtuh ialah saliran dan penyelenggaraan, sebahagian tanggungjawab penyebab kesalahan juga ditujukan kepada pihak-pihak yang terlibat dalam pembangunan Highland Towers dan juga pihak-pihak yang membangunkan kawasan sekitar Highland Towers. Banyak tanda-tanda penerokaan tanah yang bermula sejak awal disokong oleh bukti fotograf udara dan kajian lapangan. Keadaan geologi yang rentan terhadap tanah runtuh seperti perluluhawaan bahan granit pada zon profil tanah granit yang lemah, saliran permukaan dan hujan lebat yang berlarutan (Komoo, 1997; 1998). Keputusan mahkamah dalam Ooi (2008) juga tidak menghindarkan peranan kecuai dalam kejadian tragedi ini berpunca daripada penerokaan tanah sebelum, semasa dan selepas pembinaan, dan juga aspek pengurusan pembinaan struktur bangunan.

Kes 2: Taman Hillview (2002)

Pada 20 November 2002, satu tanah runtuh telah menimbus sebuah rumah banglo di kaki cerun dan

mengorbankan lapan nyawa. Tanah runtuh di Taman Hillview, Hulu Kelang ini terletak berjarak 30 m selatan dari tapak tanah runtuh Highland Towers yang berlaku pada tahun 11 Disember 1993. Kedua-duanya adalah di kaki cerun Bukit Antarabangsa yang sama.

Perubahan litupan tanah dari hutan di Taman Hillview yang berada di permukaan datar di bawah kaki bukit mungkin terjadi lebih awal sejak 1960-an di mana dalam fotograf udara tahun 1966 (Rajah 4) telah menunjukkan kesan pembersihan tanah dan pembinaan ditafsirkan selesai pada awal 1980-an berdasarkan tafsiran pada fotograf udara tahun 1981. Pembinaan di cerun bukit belakang Taman Hillview juga didapati bermula pada awal 1980-an, pembersihan tanah pada cerun dan platform atas cerun bukit jelas kelihatan pada fotograf udara 1981 dan keadaan gondol ini berlarutan sehingga tahun fotograf udara 1992. Pada fotograf udara 1995 menampakkan pertumbuhan vegetasi yang jarang dan binaan pada cerun yang terbengkalai. Pada fotograf tahun 1997 dan 2002 memperlihatkan pertumbuhan vegetasi semakin meningkat dan sebahagiannya telah seakan-akan hutan.

Kajian siri fotograf udara juga mendapati aktiviti pembinaan di atas bukit di belakang cerun pada satu masa dahulu dan penyingkiran tanah ke bawah cerun semasa pembersihan tanah. Tanah runtuh yang menimpa sebuah banglo di bawah cerun bukit yang terletak di Taman Hillview ini berlaku pada tahun 2002, di mana cerun yang gagal ini ialah cerun dan benteng penahan yang terbengkalai seperti dalam fotograf udara tahun yang diterokai iaitu gondol antara tahun 1981 hingga tahun 1992 iaitu 11 tahun (Rajah 4b-4d), dan seterusnya ditinggalkan dalam keadaan uzur tanpa penyelenggaraan. Setelah 21 tahun kemudian, iaitu tanah runtuh ini yang menimpa rumah banglo pada tahun 2002. Menurut MPAJ (1994), kerja penerokaan tanah juga berlaku pada tahun 1985.

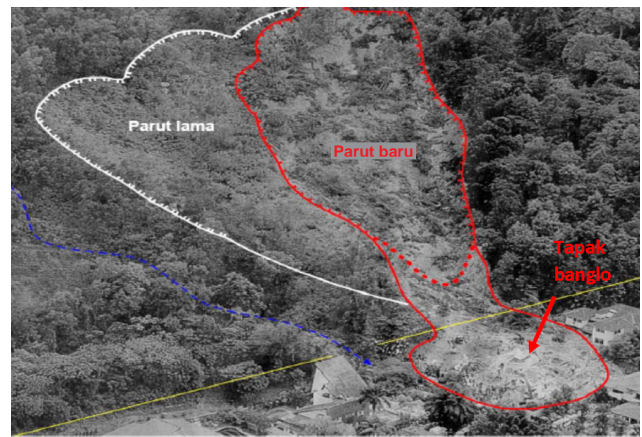
Fotograf udara tahun 1995 dan 1999 dalam Rajah 5 juga mendedahkan terdapat satu parut tanah runtuh yang lebih besar telah wujud pada tapak tanah runtuh tahun 2002 ini, kejadian ini merupakan perulangan yang berlaku pada sebahagian parut tanah runtuh lama. Parut lama juga bertepatan dengan parut yang dikesan dalam fotograf udara tahun 1985 laporan forensik Highland Towers dalam MPAJ (1994). Kewujudan morfologi parut tanah runtuh lama juga menunjukkan suatu kawasan struktur tanah yang bermasalah atau kemungkinan baki jasad koluvium dan perulangan tanah runtuh mungkin berlaku jika tiada langkah mitigasi susulan diambil. Pemetaan terperinci telah dirakamkan dalam Komoo & Lim (2003), menyatakan keadaan pasca-kejadian di mana mekanisme tanah runtuh ini jenis kompleks; jasad tanah runtuh yang gagal terbahagi kepada 3 bahagian iaitu mod gelinciran (*rotational sliding*) di kepala sekitar benteng penahan terbengkalai, mod gelonsoran (*sliding*) di perantaraan dan di hujung bersifat aliran (*flow*). Kejadian ini tercetus selepas hujan yang lebat dan pengumpulan air yang banyak dalam tanah menyebabkan tanah runtuh ini bersifat aliran. Rumah banglo yang terletak di bawah kaki cerun ini



Rajah 5: Fotograf udara bersiri tahun 1995, 1999 dan pos-kejadian 2002.

hampir ditenggelami oleh rebakan aliran debris. Geologi kawasan tanah runtuh ini jenis granit yang sama dengan kawasan Highland Towers, bahan batuan di lapangan mengalami luluhawa tinggi, tanah baki dan juga bahan tambakan. Beberapa benteng penahan jenis bongkah batu yang ditinggalkan tanpa penyelenggaraan juga dijumpai semasa penyiasatan lapangan.

Kajian lapangan dan fotograf udara telah dilakukan dalam Komoo & Lim (2003) dan Lim (2004). Ringkasan berdasarkan pemetaan forensik tersebut mengenalpasti faktor penyumbang kepada tragedi Taman Hillview ini terdiri daripada punca aktiviti manusia pada cerun untuk tempoh



Rajah 6: Parut cerun lama pada cerun tanah runtuh di Taman Hillview. (Sumber: Komoo & Lim, 2003).

masa yang lama, pembinaan dan penyelenggaraan benteng penahan dan tanah runtuh lama. Aktiviti antropogenik di atas dan bawah cerun mendorong kemasukan air tambahan ke dalam tanah dan mendapan bahan longgar oleh gangguan kepada morfologi cerun oleh aktiviti manusia, benteng penahan jenis bongkah batu terbengkalai (bukan kejuruteraan) atas cerun tanpa penyelenggaraan, saluran cerun yang tidak berfungsi dan bahan tambak cerun atau dibuang ke atas jasad tanah runtuh yang gagal ini pada masa yang lampau juga dikenalpasti mungkin menjadi punca penyumbang. Siri fotograf udara tahun 1995, 1999 dan pos-kejadian 2002 (Rajah 5), secara visual menunjukkan aktiviti guna tanah dan parut tanah runtuh pada fotograf udara 1995, tumbuhan sekunder yang menyeliputi kesan tanah runtuh lama dan seterusnya tanah runtuh Taman Hillview 2002 pada tempat yang sama. Parut lama mungkin juga adalah parut yang dikesan dalam kajian fotograf udara tahun 1995 (Rajah 5) dan Rajah 6 (Komoo & Lim, 2003) juga disokong dalam fotograf udara tahun 1985 (MPAJ, 1994).

Kes 3: Taman Bukit Mewah (2008)

Pada 6 Disember 2008 kira-kira pada jam 3.30 pagi, satu tanah runtuh telah berlaku di Taman Bukit Mewah, Bukit Antarabangsa, Hulu Kelang, Selangor. Tanah runtuh yang bersaiz 109 m lebar dan 120 m panjang ini dengan debris bahan gagalnya menyasar (*run-out*) sejauh 210 m ke bawah cerun menyebabkan 14 buah banglow termusnah, 5 orang terbunuh dan 14 orang tercedera (JKR, 2009). Tanah runtuh ini juga menyekat satu-satunya jalan penghubung yang digunakan oleh 5,000 orang penduduk Bukit Antarabangsa. Lebih 3,000 penduduk terpaksa dipindahkan semasa kejadian dan 268 keluarga dikenalpasti terimpak langsung oleh kejadian ini diberi bantuan oleh kerajaan Selangor (Yuen, 2008).

Dalam JKR (2009), mod tanah runtuh ini dikelaskan sebagai jenis gelongsoran yang disebabkan oleh kandungan tinggi air keliangan tanah. Kebocoran air bekalan paip dipercayai sebagai pencetus utama kejadian ini. Selain itu, empat (4) faktor penyebab lain juga dinyatakan yang sama ada secara individu atau gabungan menyumbang kepada kejadian ini, iaitu:

- Tanah longgar akibat daripada buangan bahan tanah semasa pembinaan tapak.
- Sistem saliran yang tidak diselenggara atau rosak pada cerun dan sekitarnya.
- Hujan yang berlarutan pada bulan Oktober dan November 2008.
- Gerakan tanah mencetuskan lebih banyak bukaan regangan pada retakan lama dan baru pada permukaan tanah.
- Paip bekalan air yang bocor akibat gerakan tanah pada perumahan terbengkalai yang terletak di atas cerun.

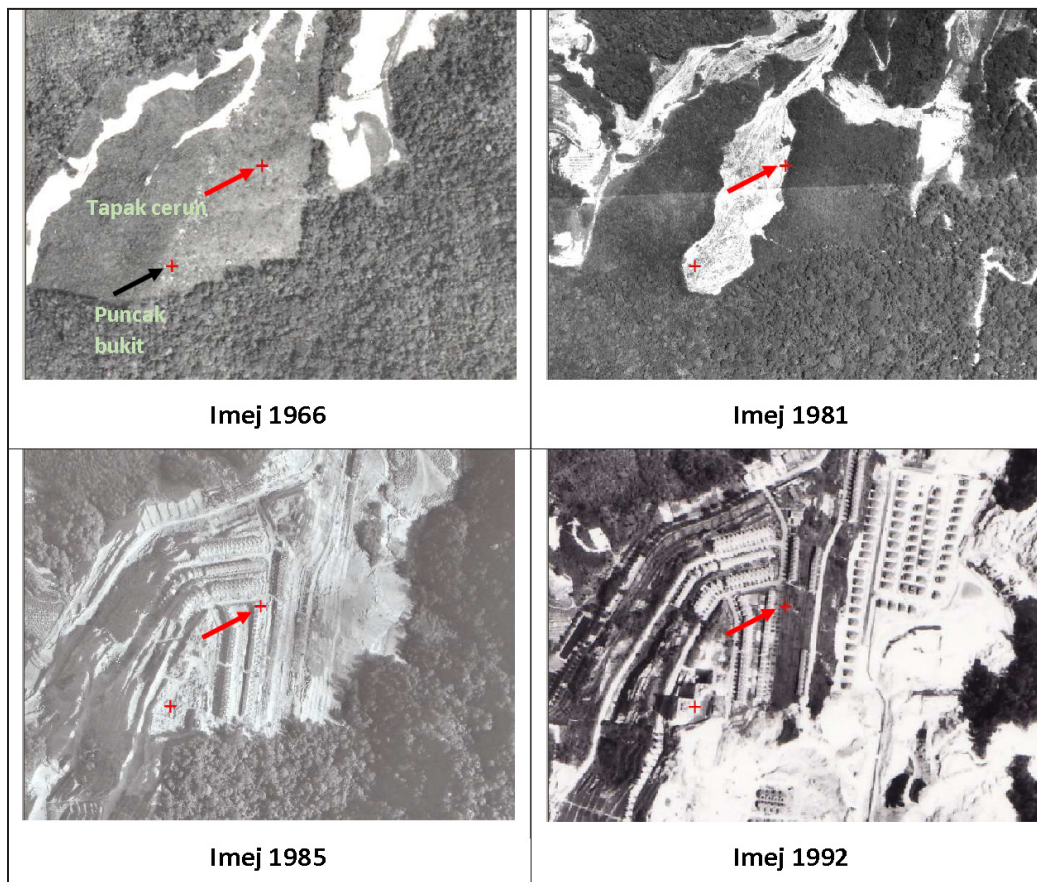
Mengikut analisis siri fotograf udara, Taman Bukit Mewah diterokai sebelum tahun 1966 lagi dan penerokaan intensif penggondolan tanah dapat dilihat bermula pada fotograf udara 1981 dan secara meluas melibatkan hampir seluruh permatang bukit ini pada 1985 dan 1992. Pembinaan bangunan yang dikatakan bermula sejak 1980-an (JKR, 2008), masih kelihatan dalam fotograf udara 1985.

Dapatan yang penting dalam kajian ini ditunjukkan dalam Rajah 7, dapat diperhatikan pada fotograf udara tahun 1992 didapati beberapa deret rumah yang dibina yang kelihatan dalam fotograf udara tahun 1985 telah 'hilang' pada fotograf udara tahun 1992. Menurut JKR (2008), kawasan ini telah mengalami masalah cerun pada tahun 1984 dan roboh sekitar tahun 1985, iaitu deretan rumah tersebut termusnah oleh tanah runtuh 5 tahun kemudian setelah pembinaannya pada tahun 1981. Suratman (1993) juga mengesahkan

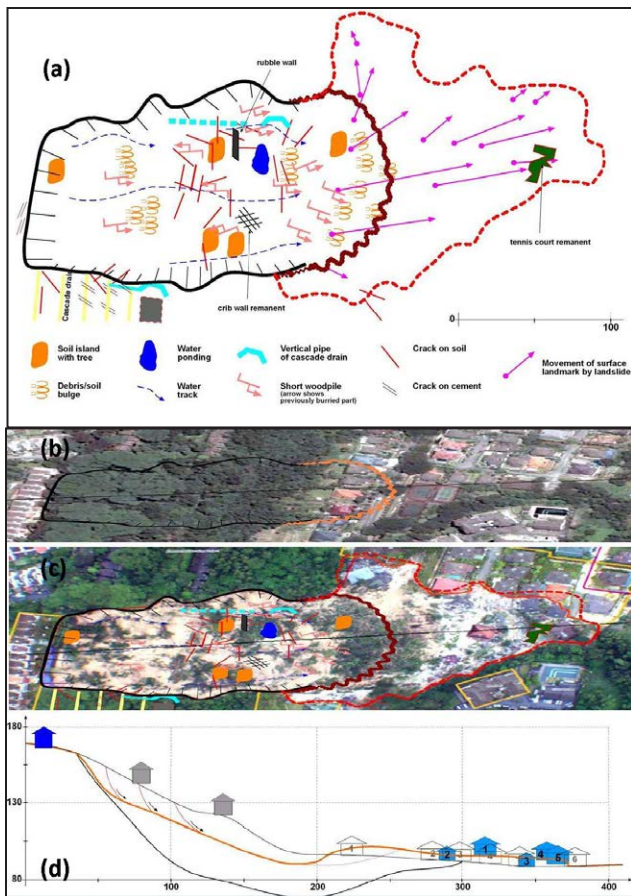
kerusakan teruk deretan rumah ini tetapi tidak memberi masa kejadian. Pada tahun 2008 kawasan ini sekali lagi mengalami tanah runtuh iaitu setelah 28 tahun kemudian. Kawasan ini juga merupakan tebing Sungai Seriang dan saluran asal sungai ini telah digantikan dengan parit monsun semasa pembinaan (Low *et al.*, 2012). Dapat disimpulkan di sini, cerun yang runtuh pada tahun 2008 ini sebenarnya ialah cerun yang telah runtuh pada tahun 1985, seperti yang dilaporkan oleh JKR (2008) dan Suratman (1993).

Kajian lapangan juga dijalankan pada 8 - 26 Disember 2008 pada tapak tanah runtuh. Hasil pemetaan di lapangan dengan bantuan imej satelit masa terdahulu dan fotograf udara pos-kejadian ditunjukkan dalam Rajah 8. Pemetaan tersebut mendapati keadaan tanah di lapangan didapati amat berair, sebahagian rumah banglo di bawah cerun didapati seperti "hanyut" dan bergerak melebihi 50 m dari kedudukan asal, banyak kolam air takungan terbentuk dan kelihatan campuran tanah kemungkinan daripada cerun tambakan berserta bahan-bahan seperti *crib wall* dan kayu cerucuk pendek yang disyaki bahan benteng penahan menjadi bahan utama debris tanah runtuh selaras dengan cerapan JKR (2008). Jarak maksimum sesaran (*run-out*) tanah runtuh dianggarkan 200 m dengan bantuan imej satelit dan fotograf udara. Ini menggambarkan sifat bendalir tanah runtuh dan kekuatannya untuk memindahkan objek pada permukaan bumi.

Pada fotograf udara 1985 dan 1992 pula, didapati beberapa deretan rumah yang dibina yang kelihatan dalam



Rajah 7: Siri fotograf udara tahun 1966, 1981, 1985 dan 1992 menunjukkan evolusi litupan tanah pada tapak tanah runtuh di Taman Bukit Mewah.



Rajah 8: (a) Hasil pemetaan lapangan tanah runtuh; (b) Imej satelit sebelum kejadian (Sumber: Google Earth); (c) fotograf udara pos-kejadian (Sumber: Ihsan JMG); dan (d) tafsiran keratan rentas tanah runtuh berdasarkan pemetaan.

fotograf udara tahun 1985 dan ‘hilang’ pada fotograf udara tahun 1992. Ia terletak di kawasan rumah teres terbengkalai yang dibina atas cerun, mengikut JKR (2008) deretan rumah teres ini dimajukan sejak 1980-an telah mengalami masalah cerun pada tahun 1984 dan 1985, dan pada November 1985 dua blok rumah teres telah roboh. Kesemua rumah teres yang dimajukan oleh Superview Sdn. Bhd. pada cerun ini telah ditinggalkan sejak 1985 atas masalah kestabilan dan kerosakan teruk sebelum sempat didiami lagi. Hasil penyiasatan pasukan penyiasatan dalam JKR (2008) mengenalpasti saluran yang tidak diselenggara dan kebocoran paip bekalan air milik Syarikat Bekalan Air Selangor (SYABAS) sebagai penyebab pengumpulan air yang banyak dalam cerun (JKR, 2008; Kong, 2009).

Kejadian ini juga mencetuskan tuntutan kes mahkamah terhadap pihak yang bertanggungjawab mengakibatkan cerun ini runtuh. Jurutera JKR menerangkan bahawa kebocoran paip air yang masih aktif milik SYABAS disyaki sebagai punca paling mungkin, menurut Jurutera Jabatan Kerja Raya semasa dalam keterangan mahkamah (Tariq, 2013a; 2013b; 2013c). Dalam satu lagi sidang mahkamah, plaintif juga mendakwa selain SYABAS dan Superview Development Sdn. Bhd. sebagai pihak pemaju perumahan juga bertanggung jawab di mana menurut mereka: pemaju

	Highland Towers (HLT) & Taman Hillview (TMH)	Taman Bukit Mewah
1966*	1966 Pembersihan tanah HLT dan TMH	1966 Tapak tanah dibersihkan
1970	1974 Pemetongan cerun tapak HLT	
1975	1979 Banjir lumpur HLT	
1981*	1981 Tapak HLT masih gondol TMH telah siap dibina	1981 Penggondolan Intensif dan pembangunan pembinaan 1984/85 Tanah runtuh beberapa deret rumah Superview S/B musnah
1985*	1983 Mula Pembinaan HLT 1985 Pembersihan puncak bukit	1985 Penggondolan Intensif berterusan dan pembinaan Taman Bukit Mewah
1992*	1992 Cerun masih gondol dan terhakis 1993 Tanah runtuh HLT	1992 Penggondolan intensif berterusan Taman Bukit Mewah
1995*	1995 Hutan Sekunder	
1997*	1995 Tanah runtuh cerun kecil TMH	
2002*	2002 Tanah runtuh TMH	
		2008 Tanah runtuh pada cerun runtuh kejadian 1984/85 Superview S/B menimpa Taman Bukit Mewah

Rajah 9: Kronologi beberapa kejadian bencana.

mula menambak tanah pada cerun tersebut dan membina rumah teres pada tahun 1984 lagi dan tanah runtuh juga pernah terjadi pada tahun 1984 dan November 1985 (Mageswari, 2010a; Mageswari, 2010b; Tariq, 2013a).

KESIMPULAN

Rajah 9 meringkaskan analisis siri fotograf udara dan kronologi gangguan tanah sehingga kepada kejadian tanah runtuh yang menunjukkan bahawa kawasan tersebut telah diterokai sebelum tahun 1966 lagi berkemungkinan besar untuk pertanian atau pembalakan dan penerokaan intensif pada tahun 1980-an. Terdapat banyak juga lompong masa keadaan cerun dipotong dan digondolkan terbiar selama 5 hingga 10 tahun, kebanyakan cerun di sini yang dahulunya yang kelihatan seperti cerun tabii mungkin adalah cerun yang telah banyak diubahsuai, dan perlu diselidiki secara teliti. Banyak juga bukti yang menunjukkan pertumbuhan pesat vegetasi di mana hutan sekunder yang kelihatan seakan-akan hutan asal setelah beberapa tahun dan tidak meninggalkan sebarang jejak bahawa kawasan ini pada satu masa dahulu pernah terokai sehingga gondol.

Pada zaman ini, evolusi permukaan bumi dan cerun amat dipengaruhi oleh aktiviti manusia. Lapisan permukaan bumi atau strata pada hari ini mungkin merupakan interaksi manusia dengan bumi seperti olahan atau tambakan daripada puluhan atau ratusan tahun yang lepas. Bencana tanah runtuh cetusan manusia boleh terjadi hasil daripada

proses antropogenik dan amalan semasa-pembinaan dan pengurusan guna tanah telah menyumbang kepada kejadian tanah runtuh. Kawasan ini juga adalah satu contoh yang menunjukkan pembinaan atas tapak cerun yang mempunyai sejarah tanah runtuh atau terubahsuai di mana faktor terain terganggu yang tercetus oleh aktiviti manusia turut menjadi punca penyebab tanah runtuh yang utama.

Kajian ini ialah satu demonstrasi di mana permukaan bumi kawasan perbukitan yang telah diganggu dan diubahsuai oleh manusia sejak 50 tahun lagi tidak mudah dicerap; dan amalan pembinaan dan faktor degradasi masa seperti tanah terbiar gondol untuk tempoh yang panjang antara mula pembinaan hingga siap mempunyai pengaruh terhadap satu bencana tanah runtuh. Faktor iklim khatulistiwa dan kesuburan tanah yang menggalakkan pertumbuhan semula vegetasi secara padat dan pantas untuk kembali kepada keadaan seakan-akan hutan primer pada permukaan juga menyebabkan tanda-tanda kesan gangguan masa lampau sukar dikesan. Ini menekankan kepentingan dan langkah khusus perlu diambil ketika menjalankan penyiasatan lapangan dan sejarah sesuatu kawasan.

PENGHARGAAN

Penghargaan kepada Jabatan Mineral dan Geosains Malaysia atas bantuan di lapangan dan perkongsian maklumat.

RUJUKAN / REFERENCES

- Chigira, M., Mohamad, Z., Lim, C.S., Komoo, I., 2011. Landslides in weathered granitic rocks in Japan and Malaysia. *Bulletin of the Geological Society of Malaysia*, 57, 1 – 6.
- Cruden, D.M., 1991. A simple definition of a landslide. *Bulletin of International Association for Engineering Geology*, 43, 27-29.
- Griffiths, J.S., Marsh, A.H., 1986. The role of geomorphological and geological techniques in a preliminary site investigation. In: Hawkins, A.B. (Eds.), *Site Investigation Practice: Assessing BS 5930*. Geological Society, London, Engineering Geology Special Publications No. 2, 2, 261-267.
- GSL – Geological Society [of London], 1986. In: Hawkins, A.B. (Eds.), *Site Investigation Practice: Assessing BS 5930*. Geological Society, London, Engineering Geology Special Publications No. 2.
- Hutchison, C.S., 1973. Chapter 8: Plutonic Activity. In: Gobbett, D.J. & Hutchison, C.S. (Eds.), *Geology of the Malay Peninsula: West Malaysia and Singapore*. Wiley-Interscience, New York. p. 215-252.
- John, E., 2008. Safe Slope Safe Lives. *New Sunday Times* 16 Nov, p. 30.
- JKR- Jabatan Kerja Raya, 2008. Appendix B -Landslide Inventory and Total Estimated Costs. *National Slope Master Plan 2009-2023*. Jabatan Kerja Raya Malaysia.
- JKR- Jabatan Kerja Raya, 2009. Final Landslide Investigation Report: Investigation of Slope Failure at Taman Bukit Mewah, Bukit Antarabangsa, Hulu Klang, Selangor 6 December 2008. Volume I & II. Cawangan Kejuruteraan Cerun, Jabatan Kerja Raya Malaysia.
- JMG – Jabatan Mineral dan Geosains Malaysia (Jabatan Kajibumi Malaysia), 1976. *The Geological Map of Selangor (Sheet 94) Kuala Lumpur 1:63,000*. Jabatan Kajibumi Malaysia.
- Komoo, I., Lim, C.S., 2003. Tragedi Gelinciran Tanah Taman Hillview. *Bulletin of the Geological Society of Malaysia*, 46, 33 – 100 (in Malay with English abstract).
- Komoo, I., 1997. Slope failure disasters – a Malaysian predicament. In: Marinos, Koukis, In. Tsiambaos, G.C. & Stoumaras G.C. (Eds.), *Engineering Geology and the Environment*, 1, 777-782. Balkema, Rotterdam.
- Komoo, I., 1998. Deep weathering: Major causes of slope failure in wet tropical terrain. In: Moore & Hungr (Eds.), *Proc. 8th International Congress International Association for Engineering Geology and the Environment, 1773-1778*. Rotterdam, Balkema.
- Komoo, I., Aziz, S., Lim, C.S., 2011. Incorporating the Hyogo Framework for Action into landslide disaster risk reduction in Malaysia. *Bulletin of the Geological Society of Malaysia*, 57, 7-11.
- Kong, L., 2009. Report: Pipe water leakage the cause of landslide. *The Star*, 7 December. <http://www.thestar.com.my/news/nation/2009/12/07/report-pipe-water-leakage-the-cause-of-landslide> [17 Julai 2016].
- Lee, M.L., Ng, K.Y., Huang, Y.F., Li, W.C., 2014. Rainfall-induced landslides in Hulu Kelang area, Malaysia. *Natural Hazards*, 70(1), 353–375. <https://doi.org/10.1007/s11069-013-0814-8>.
- Lim, C.S., 2004. Pemetaan Geobencana Menggunakan Sistem Maklumat Geografi: Kajian Kes di Wilayah Lembah Klang. Tesis Sarjana Sains, Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi (MSc dissertation in Malay).
- Low, T.H., Ali, F., Ibrahim, A.S., 2012. An Investigation on one of the Rainfall-Induced Landslides in Malaysia. *Electronic Journal of Geotechnical Engineering*, 17, 435-449.
- Mageswari, M., 2010a. Bukit Antarabangsa landslide victims sue developer, SYABAS for negligence. *The Star*, 8 Sept. <http://www.thestar.com.my/news/nation/2010/09/08/bukit-antarabangsa-landslide-victims-sue-developer-syabas-for-negligence/> [17 Julai 2016].
- Mageswari, M., 2010b. Families sue over landslide. *The Star*, 9 September. <http://www.thestar.com.my/news/nation/2010/09/09/families-sue-over-landslide/> [17 Julai 2016].
- MPAJ – Majlis Perbandaran Ampang Jaya, 1994. Report of the Technical Committee of Investigations on the Collapse of Block 1 and the Stability of Block 2 and 3 Highland Towers Condominium Hulu Klang Selangor Darul Ehsan.
- Ng, T.F., 1994. Microstructures of the deformed granites of eastern Kuala Lumpur Implications for mechanisms and temperatures of deformation. *Bulletin of the Geological Society of Malaysia*, 55, 47-59.
- Ooi, T.A., 2008. Some Aspects of the Mitigations and Rehabilitations of Natural Disasters in Malaysia. In: Liu, Han-Long, Deng, An & Chu, Jian (Eds.), *Proceedings of the 2nd International Conference GEDMAR08, Nanjing, China. Geotechnical Engineering for Disaster Mitigation and Rehabilitation 2008*. Science Press Beijing & Springer-Verlag GmbH., Berlin Heidelberg, 116-133.
- Raj, J.K., 2003. Guidelines to prevention of slope failure related disasters in granitic bedrock areas of Malaysia. *Bulletin of the Geological Society of Malaysia*, 46, 11-17.
- Shu, Y.K., 1989. *Geology and Mineral Resources of Kuala Kelawang Area*. District Memo 20. Geological Survey Malaysia, Kuala Lumpur.
- Suratman, S., 1993. *Engineering Geological Mapping of Wilayah Persekutuan and Surrounding Areas*. Geological Survey of Malaysia, Urban Geology Section Report No. UG/1/1993. Geological Survey of Malaysia, Kuala Lumpur (in Malay

- with English abstract).
- Tan, B.K., Komoo, I., 1990. Urban geology: Case study of Kuala Lumpur, Malaysia. *Engineering Geology*, 28(1–2), 71-94.
- Tariq, Q., 2013a. Engineer: Report meant to shed light on landslide. *The Star*, 5 April. <http://www.thestar.com.my/news/nation/2013/04/05/engineer-report-meant-to-shed-light-on-landslide/> [17 Julai 2016].
- Tariq, Q., 2013b. Engineer tells court the 2008 Bkt Antarabangsa landslide likely caused by water pipe leaks. *The Star*, 8 April. <http://www.thestar.com.my/news/nation/2013/04/08/engineer-tells-court-the-2008-bkt-antarabangsa-landslide-likely-caused-by-water-pipe-leaks/> [17 Julai 2016].
- Tariq, Q., 2013c. Leakage from Syabas' water pipes most likely cause of 2008 Bukit Antarabangsa landslide, court hears. *The Star*, 9 April. <http://www.thestar.com.my/news/nation/2013/04/09/leakage-from-syabas-water-pipes-most-likely-cause-of-2008-bukit-antarabangsa-landslide-court-hears/> [17 Julai 2016].
- West, G., 1986. Desk Studies, Air Photograph Interpretation and Reconnaissance for Site Investigation. In: Hawkins, A.B. (Ed.), *Site Investigation Practice: Assessing BS 5930*. Geological Society, London, *Engineering Geology Special Publications No. 2*, 2:9-13.
- Yin, E.H., 1976. *The Geology and Mineral Resources of the Kuala Lumpur Area*. Geological Survey Malaysia Manuscript, Geological Survey Malaysia.
- Yuen, M., 2008. Landslide: 15 areas in Ampang at risk. *The Star*, 21 December 2008. <http://www.thestar.com.my/news/nation/2008/12/21/landslide-15-areas-in-ampang-at-risk/> [17 Julai 2016].

Manuscript received 17 July 2018
Revised manuscript received 9 February 2019
Manuscript accepted 12 February 2019