

# Analisis Frekuensi Kejadian Bencana Tanah Runtuh di Negara-negara Sedang Membangun

## *Frequency Analysis of Landslide Catastrophe in Developing Nations*

**Nurfashareena Muhamad<sup>1</sup> & Shahrudin Ahmad<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Pusat Kajian Bencana Asia Tenggara (SEADPRI), Institut Alam Sekitar & Pembangunan (LESTARI), Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 UKM, Bangi, Selangor, Malaysia

<sup>2</sup>Pusat Pengajian Sosial, Pembangunan dan Persekitaran, Fakulti Sains Sosial dan Kemanusiaan, Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM) UKM, Bangi, Selangor, Malaysia

e-mel: fashamuhamad@gmail.com

---

### **Abstrak**

Artikel ini bertujuan untuk menganalisis pola kejadian bencana tanah runtuh di negara-negara yang sedang membangun dan juga membuat perbandingan kekerapan kejadian dalam kalangan negara tersebut. Kajian ini menggunakan data sekunder tanah runtuh yang didapati melalui laman web *United State Geological Survey (USGS)* bagi jangka masa 2006 hingga 2013. Data dianalisis berdasarkan masa dan juga bilangan negara dan diperincikan dalam bentuk jadual dan juga graf. Hasil kajian mendapati, corak kejadian bencana tanah runtuh dalam tempoh kajian secara kasarnya menunjukkan peningkatan. Pada tahun 2006, China merupakan antara negara yang paling kerap mengalami tanah runtuh dan diikuti dengan Nepal pada tahun 2007. Tahun 2008, 2009 dan 2010 pula sekali lagi didominasi oleh China, kemudian Brazil pada 2011, China kembali pada 2012 dan akhir sekali Mexico pada 2013. Punca-punca bencana ini telah dikenal pasti yang mana ia berlaku bukan sahaja disebabkan pembangunan yang pesat dan modifikasi yang ekstrem terhadap alam sekitar tetapi terdapat juga pengaruh iklim, topografi kawasan, dan juga bencana sekunder iaitu susulan daripada kejadian bencana lain sebelumnya seperti gempa bumi dan juga ribut taufan.

### **Kata kunci**

Tanah runtuh, bencana, intensiti hujan, aktiviti seismik, negara-negara sedang membangun

### **Abstract**

*This paper aims to provide analysis of landslide patterns in developing countries and to compare the frequency of occurrences among those countries. The study used secondary data of landslides obtained from United State Geological Survey (USGS) website from 2006 to 2013. The data were then analysed based on time and number of countries involved the results were illustrated in the form of tables and graphs. The findings reveal that, roughly an increasing pattern of landslide occurrences from 2006 to 2013. In 2006, landslides frequently occurred in China and followed*

by Nepal in 2007. However, in 2008, 2009 and 2010, the occurrences of landslides once again concentrated in China, then Brazil in 2011, China again in 2012 and finally Mexico in 2013. The causes have been identified not only due to rapid development and extreme modification to the environment per se, but influences of climate, topography conditions, and also triggered by other disasters such as earthquakes and typhoons.

### **Keywords**

*Triggered, disaster, by rainfall intensity, seismic activities, developing countries*

---

## **Pengenalan**

Dalam sejarah ketamadunan manusia, kejadian bencana merupakan salah satu peristiwa penting yang berupaya melumpuhkan sesebuah fungsi kehidupan sehingga mampu menyenapkan sesuatu tamadun. Berdasarkan tinjauan beberapa dekad yang lepas, IPCC (2012) telah melaporkan bahawa bencana menunjukkan peningkatan yang mendadak daripada segi kekerapan, saiz dan juga magnitud. Kejadian ini telah meninggalkan impak yang ketara terhadap sesebuah negara dalam pelbagai aspek termasuklah alam sekitar (Chen & Wang 2013), sosial dan ekonomi (Paul, 2011; Stancalie *et al.*, 2012) dan sebagainya. Pertambahan populasi, kepesatan pembangunan dan kemajuan sesebuah negara boleh dikatakan sejajar dengan kekerapan kejadian bencana sejak akhir-akhir ini. Hal ini telah mencerminkan wujudnya pengaruh manusia dalam proses dinamik alam yang secara langsung, mahupun tidak langsung menyumbang kepada peningkatan kejadian bencana (Lim, 2004).

Salah satu bencana yang sering berlaku dan menyebabkan kemusnahan harta benda dan kehilangan nyawa adalah tanah runtuh. Tanah runtuh merupakan salah satu bahaya geologi yang boleh mengakibatkan berjuta nyawa terkorban, kemusnahan dan kerosakan berbillion ribu dolar. Pelbagai takrifan dan definisi telah diberikan kepada istilah tanah runtuh. Berdasarkan kajian literatur, Varnes (1978) telah mentakrifkan tanah runtuh sebagai pergerakan ke bawah dan keluar cerun membentuk bahan-bahan di bawah pengaruh graviti. Manakala Cruden (1991) mentakrifkan tanah runtuh sebagai pergerakan jisim batu, debris, atau pergerakan bumi menuruni cerun. Dalam Skempton dan Hutchinson (1969) pula, tanah runtuh dikenali sebagai sebarang pergerakan tanah atau batuan menuruni cerun akibat kegagalan ricih pada sempadan jisim yang bergerak. Umumnya, tanah runtuh boleh dibahagikan kepada beberapa bentuk, termasuklah jatuhan batu, gelinciran batu, aliran puing, slip tanah, runtuhan batu, dan aliran lumpur (Chau *et al.*, 2004). Untuk lebih terperinci, Varnes (1978) pula telah mengelaskan tanah runtuh berdasarkan jenis bahan dan juga pergerakan yang terlibat. Terdapat 10 jenis klasifikasi tanah runtuh iaitu gelinciran putaran (*rotational landslide*), gelinciran peralihan (*translational landslide*), gelinciran batuan (*block slide*), jatuhan batuan (*rockfall*), terbalikan (*topple*), aliran debris atau puing (debris

flow), runtuh debris (*debris avalanche*), aliran tanah (*earthflow*), rayapan (*creep*), dan rebakan sisi (*lateral spread*). Walau bagaimanapun, kajian ini telah melihat tanah runtuh sebagai satu jenis sahaja.

Tanah runtuh biasanya ditemui dalam bentuk kegagalan cerun di cerun buatan manusia, terutamanya cerun yang terlibat dengan aktiviti tarahan dan penambakan yang sering berlaku sepanjang kawasan lebuhraya, perumahan dan kawasan bandar (Muhamad *et al.*, 2013). Walaupun tanah runtuh seringkali dikaitkan dengan kawasan-kawasan bercerun namun ia juga boleh berlaku pada kawasan bertopografi rendah (USGS 2013). Oleh yang demikian, pengenalan punca serta faktor-faktor yang mencetuskan tanah runtuh adalah sangat penting. Punca geologi, morfologi dan fizikal telah dikenal pasti menjadi penyebab kepada berlakunya tanah runtuh oleh aktiviti manusia (Varnes 1984; USGS 2013). Selain itu, faktor pencetus pula merangkumi hujan, gempa bumi, perubahan paras air, aliran pesat hakisan yang menyebabkan peningkatan pesat tegasan ricih atau pengurangan kekuatan ricih dalam pembentukan bahan cerun (Huanbin *et al.*, 2005).

Berikutan dengan peningkatan kekerapan tanah runtuh, pelbagai usaha melalui kajian-kajian lepas telah dilakukan untuk mencegah kejadian ini antaranya termasuklah pemetaan kawasan berisiko (Remondo *et al.*, 2008), penilaian dan analisis tanah runtuh (Temesgen *et al.*, 2001; Chau *et al.*, 2004), pengezonan kawasan (Wang & Peng 2009), pengurusan tanah runtuh dan sebagainya. Namun, perancangan guna tanah yang betul dan efektif sebelum memulakan aktiviti pembangunan merupakan antara inisiatif penting dalam mengurangkan risiko dan kerentanan agar impak yang bakal dihadapi dapat dikurangkan. Justeru, artikel ini menganalisis frekuensi kejadian bencana tanah runtuh di negara-negara yang sedang membangun. Di samping itu, kajian ini juga membuat perbandingan kekerapan kejadian dalam kalangan negara tersebut.

## **Bahaya dan Bencana**

Peristiwa tsunami Lautan Hindi pada tahun 2004 telah membawa satu mesej kepada dunia iaitu satu fenomena bahaya semula jadi telah bertukar menjadi bencana yang sangat hebat sehingga negara seperti Indonesia, Sri Lanka, Thailand, India, Malaysia, Maldives dan banyak lagi terpaksa berhadapan dengan kemusnahan dan kehilangan nyawa yang amat besar. Umumnya, bencana dan bahaya mempunyai perkaitan konsep antara satu sama lain. UNISDR (2009) mentafsirkan bencana sebagai satu gangguan serius terhadap fungsi komuniti atau masyarakat, yang melibatkan sebarang kerugian dan impak kepada manusia, bahan, ekonomi atau alam sekitar, yang melebihi keupayaan masyarakat atau komuniti, bagi mengatasi bencana itu dengan menggunakan sumber sedia ada. Manakala, bahaya pula merupakan peristiwa atau keadaan fizikal yang mempunyai potensi untuk menyebabkan kematian, kecederaan, kerosakan harta benda, kerosakan infrastruktur, kemusnahan kawasan pertanian, dan kerosakan kepada alam sekitar, gangguan perniagaan atau lain-lain jenis kerosakan atau kerugian (Coppola, 2007). Oleh itu, keseriusan suatu bencana bergantung kepada sejauh mana

bahaya tersebut memberi kesan kepada elemen-elemen yang berisiko merangkumi masyarakat, infrastruktur dan aset, alam sekitar dan sebagainya.

Bahaya boleh dikategorikan kepada beberapa jenis iaitu bahaya semula jadi dan bahaya cetusan manusia yang umumnya bersifat teknologi, sengaja ataupun antropogenik (Lim, 2004; Coppola, 2007). Bahaya semula jadi umpamanya bahaya meteorologi (ribut taufan, kemarau), bahaya hidrologi (banjir, runtuh salji), bahaya oseanografi (perubahan aras laut), bahaya geologi (gempa bumi, letupan gunung berapi, perubahan jisim seperti tanah runtuh), bahaya berkaitan dengan tumbuhan (kebakaran hutan) dan juga bahaya ruang angkasa (Bokwa, 2013). Kesemua bahaya ini akan berubah menjadi bencana apabila berlakunya kemusnahan harta benda, infrastruktur, kehilangan nyawa, gangguan ekonomi, kemusnahan alam sekitar serta mengganggu fungsi kehidupan (Muhamad *et al.*, 2013). Kemusnahan dan angka terkorban akibat daripada bencana, sukar untuk diukur malah seringkali akan berbeza-beza mengikut lokasi geografi dan tahap kerentanannya (Ghosh, 2012).

Bencana seperti Taufan Haiyan pada 2013, banjir besar di Thailand pada 2011, Taufan Katrina 2005, Tsunami Lautan Hindi, dan gempa bumi di Sumatera pada 2004 serta banyak lagi merupakan contoh bencana yang pernah menggemparkan dunia satu ketika dahulu. Malahan, dengan berlakunya perubahan iklim, fenomena bencana yang berkaitan terus berlaku setiap tahun dengan frekuensi yang lebih kerap dan membahayakan.

## **Kawasan dan Metodologi Kajian**

Kawasan kajian ini meliputi negara-negara sedang membangun atau dikenali sebagai *developing countries*. Merujuk kepada Worldbank (2012), negara-negara sedang membangun diklasifikasi berdasarkan Pendapatan Negara Kasar (PNK) per kapita setahun di mana PNK kurang daripada USD 11,905 adalah ditakrifkan sebagai negara sedang membangun. Negara sedang membangun merupakan negara yang majoritinya hidup dengan kekurangan pendapatan dan perkhidmatan asas yang amat kurang atau sedikit berbanding dengan populasi yang tinggal dalam negara-negara maju. Malah, 5 juta daripada 6 juta penduduk negara-negara sedang membangun mempunyai pendapatan biasanya di bawah USD 2 setiap hari dan sebahagian besar masih lagi hidup dalam kemiskinan berpendapatan di bawah USD 1.25 (Worldbank, 2012). Antara contoh-contoh negara sedang membangun termasuklah Afghanistan, Bangladesh, Indonesia, Malaysia, Nepal, Thailand, dan banyak lagi.

Kajian ini menggunakan sepenuhnya data sekunder tanah runtuh yang dimuat turun dari *United State Geological Survey* (USGS) melalui laman web <http://landslides.usgs.gov/recent/>. Laman web ini telah merekod dan menyenaraikan pelbagai kejadian tanah runtuh serta lokasi di seluruh pelusuk dunia sejak tahun 1994 hingga kini. Justeru, bergantung kepada ketersediaan data, kajian ini dapat mengumpul data tanah runtuh untuk jangka masa lapan tahun bermula tahun 2006 hingga 2013. Dengan menggunakan analisis statistik mudah, kesemua data terkumpul telah diklasifikasikan

mengikut masa, jenis kejadian dan negara terlibat. Kesemua klasifikasi ini telah diperincikan dalam bentuk jadual dan juga graf.

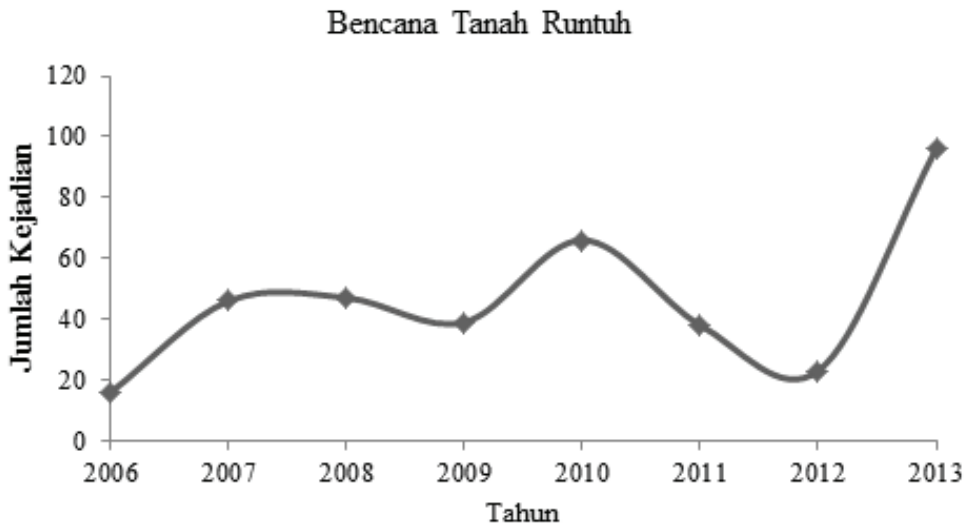
## Dapatan dan Perbincangan

Umumnya, kejadian bencana memang terjadi di seluruh dunia, tetapi untuk negara-negara yang sedang membangun, frekuensi kejadiannya adalah lebih kerap dan ketara (Alcantara-Ayala, 2002). Negara-negara ini terletak dalam kawasan yang terdedah kepada bencana dan dikatakan lebih cenderung berlaku berdasarkan lokasi geografi dan suasana geologi-geomorfologi yang kerap dipengaruhi oleh aktiviti gunung berapi, seismik, banjir, tanah runtuh dan lain-lain (Alcantara-Ayala, 2002). Malah, ia juga boleh dikaitkan dengan kapasiti negara tersebut di mana kebanyakan negara sedang membangun keadaan ekonomi, sosial, politik dan budaya masih tidak kukuh dan seterusnya menjadi faktor yang meningkatkan keretanan terhadap bencana (Muhamad *et al.*, 2013; Alcantara-Ayala, 2002). Selain itu, kecenderungan bencana untuk berlaku dalam negara sedang membangun boleh dikaitkan juga dengan kepesatan pembangunan. Negara-negara ini giat mengejar kemajuan melalui pelbagai aktiviti urbanisasi.

Pertumbuhan pesat kawasan bandar mempercepatkan lagi kadar urbanisasi bagi menampung peningkatan populasi yang mendadak yang mana secara tidak langsung, telah membuka pelbagai peluang kepada penduduk untuk meningkatkan taraf kualiti hidup masing-masing. Hal ini menunjukkan bahawa lebih banyak tanah akan dibangunkan secara berterusan di atas permintaan yang semakin meningkat terhadap perumahan, infrastruktur, pengangkutan dan lain-lain bagi menampung keperluan pembandaran. Akibatnya, aktiviti-aktiviti ini terpaksa ditempatkan di kawasan ekologi rapuh seperti tebing sungai atau lereng bukit yang mempunyai risiko untuk mengalami bencana tanah runtuh. Kajian-kajian lepas oleh Temesgen *et al.*, (2001), Alcantara-Ayala (2002), Chau *et al.*, (2004) dan Nithya & Prasanna (2010) telah melaporkan tentang pertambahan populasi dan pembangunan yang pesat merupakan punca kejadian tanah runtuh terutamanya di negara-negara sedang membangun.

Berdasarkan data kajian, didapati corak bilangan negara yang terlibat dalam bencana tanah runtuh ini adalah semakin meningkat dari tahun 2006 hingga 2013 (Rajah 1). Walaupun graf menunjukkan peningkatan dari tahun ke tahun, tetapi bagi sesetengah tahun seperti 2009, 2011 dan 2012 ada menunjukkan sedikit penurunan. Pada tahun 2006 hingga 2008 bilangan negara terlibat dengan bencana tanah runtuh adalah menaik secara berperingkat. Namun, graf menunjukkan sedikit penurunan pada 2009 sebelum bertambah kembali pada 2010. Walau bagaimanapun, agak mengejutkan pada tahun 2011 dan 2012, bilangan negara mengalami bencana tanah runtuh menurun secara ketara sebelum bertambah kembali dengan drastik pada tahun 2013.

Sepanjang tahun 2006, kekerapan kejadian tanah runtuh paling ketara berlaku di negara China diikuti pada 2007 yang didominasi oleh Nepal. Manakala tahun 2008, 2009 dan 2010 pula sekali lagi China menunjukkan jumlah paling ketara, kemudian



**Rajah 1** Trend bencana tanah runtuh mengikut tahun

diikuti oleh Brazil pada 2011, China pada 2012 dan akhir sekali Mexico pada 2013. Berdasarkan laporan arkib dari USGS, didapati kekerapan kejadian tanah runtuh yang dialami oleh China pada 2006 adalah disebabkan oleh ribut taufan. Sementara itu, pada 2007, hujan lebat yang melanda Nepal juga berupaya mencetuskan bencana ini. Umum mengetahui, negara China mengalami kejadian tanah runtuh pada 2008, 2009 dan 2010. Didapati kejadian ini dicetuskan oleh beberapa faktor seperti hujan lebat, ribut taufan, dan juga gempa bumi. Bagi tahun 2008 umpamanya, Taufan Kammuri dan gempa bumi yang melanda wilayah Sichuan menjadi pencetus kejadian bencana di kawasan tersebut. Malah, dalam kajian Chigira *et al.*, (2010) juga ada menerangkan tentang kejadian gempa bumi berskala Richter 7.9 yang menyebabkan pergerakan cerun mengakibatkan tanah runtuh di beberapa kawasan di wilayah tersebut.

Selain itu, pada tahun 2009, Taiwan, China mengalami kejadian tanah runtuh disebabkan oleh taufan seperti Taufan Fanapi dan juga gempa bumi. Kajian oleh Chang *et al.*, (2007) membuktikan bahawa taufan dan juga gempa bumi merupakan faktor semula jadi yang mecatuskan tanah runtuh di kawasan tersebut. Di samping itu, hujan lebat dan juga keadaan topografi yang kurang bersesuaian untuk perumahan juga meningkatkan lagi kejadian bencana ini. Berdasarkan data yang dikumpul, kejadian tanah runtuh di Brazil hanya dicetuskan oleh hujan lebat. Namun, untuk tahun 2012 dan 2013 pula, China sekali lagi menunjukkan kekerapan paling ketara apabila kebanyakan tanah runtuh yang dialami dicetuskan oleh gempa bumi seperti di wilayah Xinjiang sementara tanah runtuh Mexico juga dicetuskan oleh faktor yang sama.

Jadual 1 menunjukkan frekuensi kejadian tanah runtuh di negara sedang membangun mengikut bulan dalam tempoh lapan tahun iaitu dari 2006 hingga 2013. Didapati bulan Julai, Ogos dan September telah menunjukkan min yang tertinggi.

Bagi Julai, kebanyakan negara terutama sekali China sedang mengalami musim taufan yang boleh berlaku pada bila-bila masa sahaja di antara bulan Mei hingga Disember (China Meteorological Administration, 2014). Sementara itu, dalam tempoh tiga bulan ini, negara seperti Pakistan dan India masing-masing sedang mengalami monsun barat daya dan musim hujan tropika yang mana akan menyebabkan hujan lebat yang boleh mencetus pelbagai bencana (Pakistan Meteorological Department, 2014; India Meteorological Department, 2014). Merujuk kepada Government of Nepal (2014), negara ini pula mempunyai monsun dua-musim iaitu musim kemarau daripada Oktober sehingga Mei dan musim tengkujuh iaitu daripada Jun hingga September. Jelas sekali, kebanyakan hujan berlaku dalam musim tengkujuh yang secara langsung menjadikan bulan ini tempoh cenderung menghadapi bencana.

Dalam tempoh masa ini, Mexico juga sedang menghadapi musim tengkujuh dengan hujan ribut yang kerap datang pada lewat petang (Mei sehingga September) bersama dengan musim ribut taufan yang berlarutan dari Julai sehingga Oktober (Mexperience, 2014). Mexico merupakan antara negara yang mempunyai aktiviti-aktiviti seismik yang sangat aktif. Contohnya, Keefer *et al.*, (2006) pernah mendokumentasikan hasil kajiannya berdasarkan gempa bumi Colima di Bandar Colima yang mencetuskan beratus kejadian tanah runtuh di negara Mexico. Malah, kajian oleh Tanner dan Shedlock (2004) mendapati aktiviti seismik tertinggi memang berlaku di sesetengah kawasan dalam Mexico yang pernah menjadi atau mungkin akan menjadi sempadan plat terbesar gempa bumi seperti di Carribbean, Amerika Tengah dan Amerika Selatan.

**Jadual 1** Frekuensi kejadian tanah runtuh di negara sedang membangun mengikut bulan, 2006 - 2013\*

Bulan / Tahun	Bilangan Negara								Min bulanan
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	
Januari	2	2	2	4	4	7	3	8	4
Febuari	1	1	3	4	2	2	3	11	3
Mac	1	3	2	3	5	5	1	8	4
April	0	0	2	1	4	4	0	5	2
Mei	0	1	4	2	9	2	2	6	3
Jun	0	2	4	3	7	2	3	5	3
Julai	7	7	4	4	5	7	3	8	6
Ogos	1	6	5	3	11	3	2	11	5
September	2	5	9	4	10	3	2	10	6
Oktober	0	10	4	5	4	1	2	2	4
November	1	8	3	3	3	0	0	13	4
Disember	1	1	5	3	2	2	2	9	3
Jumlah	16	46	47	39	66	38	23	96	

\*Negara terlibat- China, Jamaica, Mexico, Filipina, Malaysia, Vietnam, Korea, Taiwan, India, Brazil, Nepal, Kenya, Guatemala, Peru, Costa Rica, Bolivia, Papua New Guinea, Myanmar, Chile, Indonesia, Pakistan, Tajikistan, Bangladesh, Thailand, Tibet, Georgia, Panama, Sri-Lanka, Laos, Columbia, Congo, St. Vincent & Grenadines, Venezuela, Kyrgyzstan, Tanzania.



Berikutan itu, fenomena ini dapat dikaitkan dengan data arkib daripada web USGS tentang kebanyakan tanah runtuh dilaporkan berlaku di kawasan-kawasan ini dan telah dicituskan secara seismik.

Sebagai salah satu negara yang sedang membangun, Malaysia juga tidak terkecuali mengalami tanah runtuh. Malaysia merupakan sebuah negara yang beriklim tropika, mempunyai taburan hujan yang tinggi dan kepadatan populasi yang besar (Muhamad *et al.*, 2013). Menurut Jaafar *et al.*, (2011) taburan dan intensiti hujan yang tinggi menjadi agen pencetus kepada kejadian tanah runtuh di Malaysia. Kajian lepas dari Bujang *et al.*, (2008) mendapati, jumlah hujan beserta suhu tahunan yang tinggi menggiatkan lagi proses luluhawa sehingga mampu menerobos 100m ke dalam tanah, dan seterusnya mampu menghasilkan kejadian tanah runtuh berskala besar yang mana kebanyakannya dicatatkan berlaku dari September hingga Januari berdasarkan laporan hujan sangat tinggi dalam tempoh masa ini. Ibrahim (1986) pula telah mengenal pasti beberapa faktor kejadian tanah runtuh di Malaysia antaranya; i) hujan lebat, ii) perubahan sifat bahan bumi, iii) ketidakselajaran satah batuan, dan iv) hakisan tanah oleh tindakan air hujan dan air larian. Walau bagaimanapun, kejadian tanah runtuh di Malaysia seringkali dikaitkan dengan faktor pembangunan tanah yang pesat (Jaafar *et al.*, 2011).

Pembangunan tanah yang pesat memungkinkan proses ini berlaku pada kawasan-kawasan cerun yang tidak bersesuaian dan berisiko tanah runtuh. Dalam konteks Malaysia, pengelasan cerun-cerun bagi kesesuaian pembangunan haruslah dirujuk kepada jabatan yang bertanggungjawab seperti Jabatan Mineral dan Geosains. Contohnya, kejadian tanah runtuh yang telah berlaku di kawasan perumahan Puncak Setiawangsa, Kuala Lumpur pada penghujung 2012 (Star Online, 2012). Berdasarkan laporan akhbar, beberapa banglo di kawasan cerun itu terpaksa 80 peratus dirobohkan (Rajah 2) susulan daripada kemunculan pergerakan tanah di kawasan berhampiran (Utusan Online, 2013). Hal ini telah mencerminkan bahawa alam sekitar tidak berupaya lagi menampung tekanan daripada pembangunan yang berlebihan lantas menjadi punca kepada berlakunya kejadian tanah runtuh.

Jelas sekali berdasarkan analisis di atas, bencana tanah runtuh yang berlaku bukan sahaja akibat daripada pembangunan yang pesat, malah untuk sesetengah negara, tercetus susulan daripada bencana yang sebelumnya. Tidak dapat dinafikan, negara-negara sedang membangun sedang giat menghadapi pembangunan yang pesat mempunyai fokus untuk merangsang pembangunan ekonomi. Berikutan dengan itu, banyak pembangunan telah dijalankan pada kawasan-kawasan yang mempunyai topografi yang tidak bersesuaian. Justeru, kemajuan pembangunan dan ekonomi di negara sebegini tidak berpadanan dengan prestasi alam sekitar. Apabila alam sekitar tidak lagi dapat menampung tekanan daripada modifikasi ekstrem ini, risiko bencana akan dihasilkan dan dipengaruhi oleh bahaya-bahaya semulajadi seperti tanah runtuh dan lantas meletakkan populasi di kawasan ini dalam kerentanan. Hal ini merupakan antara punca utama kejadian tanah runtuh berlaku di negara sedang membangun disertakan dengan hujan sebagai agen pencetus. Walau bagaimanapun, untuk



sesetengah negara bencana tanah runtuh dikategorikan sebagai bencana sekunder (*secondary disaster*) yang mana ia dicetuskan susulan daripada kejadian seperti gempa bumi dan juga taufan.



**Rajah 2** Runtuhan di Puncak Setiawangsa Kuala Lumpur, Malaysia (Sumber: Bernama 2013)

## Kesimpulan

Bencana tanah runtuh yang berlaku di negara sedang membangun dari tahun 2006 sehingga 2013 secara kasarnya menunjukkan peningkatan. Dalam tempoh lapan tahun, China merupakan antara negara yang paling kerap mengalami tanah runtuh. Selain itu Nepal, Brazil dan Mexico juga antara negara-negara yang sering mengalami tanah runtuh. Didapati, punca kepada kejadian bencana ini berlaku bukan sahaja disebabkan pembangunan yang pesat dan modifikasi yang ekstrem terhadap alam sekitar malah terdapat pengaruh iklim, topografi kawasan, dan juga bencana sekunder iaitu susulan daripada kejadian bencana sebelum ini seperti gempa bumi dan juga taufan. China dan Mexico umpamanya, bencana tanah runtuh yang berlaku bukan sahaja disebabkan pembangunan semata-mata, malah merupakan bencana sekunder. Berbanding Brazil, kejadian tanah runtuh yang berlaku dalam negara ini semata-mata disebabkan oleh hujan yang sangat lebat. Malah Malaysia pula, kejadian tanah runtuh lebih cenderung berlaku akibat daripada pembangunan yang pesat. Jelas sekali di sini, punca dan pencetus kepada bencana tanah runtuh untuk lain-lain negara adalah berbeza dan bukan semata-mata hujan dan juga pembangunan yang pesat sahaja.

## Rujukan

- Alcantara-Ayala, I. (2002). Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural disasters in developing countries. *Geomorphology* 47:107-124.
- Bernama. (2013). "Tragedi Bukit Setiawangsa: Banglo MP Jamaluddin Jarjis akan diroboh" diekses dari: <http://www.sinarharian.com.my/semasa/tragedi-bukit-setiawangsa-banglo-mp-jamaluddin-jarjis-akan-diroboh-1.117424> (akses pada 9 Julai 2014).
- Bokwa, A. (2013). Natural Hazard. Dalam Basebe, P., Beer, T., Catto, N., Gusiakov, V., Lindell, M. K. (Ed.), *Encyclopedia of Natural Hazards*, halaman. 711-717. New York: Springer.
- Bujang, B. K. H., Faisal, A., David, H. B., Harwant, S., & Husaini, O. (2008). *Landslide in Malaysia: Occurrences, assessment, analyses and remediation*. Universiti Putra Malaysia, Serdang.
- Chang, K. T., Chiang, S. H., & Hsu, M., K. (2007). Modeling Typhoon-and Earthquake-Induced Landslide in a Mountainous Watershed Using Logistic Regression. *Geomorphology* 89: 335-347
- Chau, K. T., Sze, Y. L., Fung, M. K., Wong, W. Y., Fong, E. L. & Chan, L. C. P. (2004). Landslide Hazard Analysis for Hong Kong Using Landslide Inventory and GIS. *Computer & Geosciences* 30(4): 429-443.
- Chen, H. & Wang, S. (2013). Progress in Flood Risk Assessment at Regional Scale. *2013 Fourth International Conference on Digital Manufacturing and Automation (ICDMA)*. pp. 952-957
- Chigira, M., Wu, X., Inokuchi, T., & Wang, G. (2010). Landslides Induced by the 2008 Wenchuan Earthquake, Sichuan, China. *Geomorphology* 118: 225-238.
- China Meteorological Administration. (2014). "Weather Forecast" diekses dari: <http://www.cma.gov.cn/en/WeatherForecast/> (akses pada 1 Julai 2014).
- Coppola, D. D. (2007). *Introduction to International Disaster Management*. UK. Elsevier.
- Cruden, D.M. (1991). A Simple Definition of a Landslide. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment* 43: 27-29.
- Ghosh, S., (2012). *Natural Disaster Management*. SBS Publisher. Surrey, UK, United Kingdom.
- Government of Nepal, Ministry of Science, Technology & Environment, (2014). "Climate Files" diekses dari: <http://www.dhm.gov.np/climate> (akses pada 1 Julai 2014).
- Huabin, W., Gangjun, L., Weiya, X., Gonghui, W. (2005). GIS-based Landslide Hazard Assessment: An Overview. *Progress in Physical Geography* 29, 4: 548-567.
- Ibrahim Komoo. (1985/86). Pengelasan kegagalan cerun di Malaysia. *Ilmu Alam* 14 & 15: 47-48.
- India Meteorological Department. (2014). "Monsoon" diekses dari: [http://www.imd.gov.in/section/nhac/dynamic/Monsoon\\_frame.htm](http://www.imd.gov.in/section/nhac/dynamic/Monsoon_frame.htm) (akses pada 1 Julai 2014)
- IPCC. (2012). Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. *A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Amerika: Cambridge University Press.
- Jaafar, M., Yusof, A. H., Yahaya, A. (2011). Analisis tahap kebolehruntuhan tanah dengan menggunakan skala ROM:Kajian di kampus Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi. *Geografia - Malaysia Journal of Society and Space*, 3(7):45-55.
- Keefer, D. K., Wartman, J., Ochoa, C. N., Rodriguez-Marek, A., & Wieczorek, G. F. (2006). Landslide Caused by the M 7.6 Tecoman, Mexico Earthquake of January 21, 2003. *Engineering Geology* 86: 183-197.
- Lim, C. S. (2004). *Pemetaan Geobencana Menggunakan Sistem Maklumat Geografi: Kajian Kes Di Wilayah Lembah Klang*. (Tesis Sarjana, Institut Alam Sekitar & Pembangunan. Tidak diterbitkan.

- Mexperience. (2014). "Climate and Weather in Mexico" diekses dari: <http://www.mexperience.com/guide/essentials/mexico-climates.php> (akses pada 1 Julai 2014)
- Muhamad, N., Lim, C., Reza, M. I. H., & Pereira, J. J. (2013). Geological Input for Decision Support System to Manage the Risk of Disasters: A Case Study of Universiti Kebangsaan Malaysia. *Bulletin of the Geological Society of Malaysia*, 59: 73-84.
- Nithya, S. E., & Prasanna, P. R. (2010). An Integrated Approach with GIS and Remote Sensing Technique for Landslide Hazard Zonation. *International Journal of Geomatics and Geosciences* 1:66-75.
- Pakistan Meteorological Department. (2014). "Weekly Weather Outlook (Monsson 2014)" diekses dari: <http://www.pmd.gov.pk/Weeklyweather/NWWO.html> (akses pada 1 Julai 2014)
- Paul, B. K. (2011). Chapter 4 Disaster Effects and Impacts. In Paul, B. K. (Ed.), *Environmental Hazards and Disasters: Contexts, Perspectives and Managements*, New York: John Wiley & Sons, Ltd. hlm. 119-156.
- Remondo, J., Bonachea, J. & Cendrero, A. (2008). Quantitative Landslide Risk Assessment and Mapping on the Basis of Recent Occurrences. *Geomorphology*, 94(3-4): 496-507.
- Skempton, A.W & Hutchinson, J. (1969) Stability of natural slopes and embankment foundations, *Soil Mech & Fdn Eng Conference Proceeding*, Mexico: 291-340.
- Stancalie, G., Craciunescu, V., Nertan, A., & Mihailescu, D. (2012). Contribution of Satellite Data to Flood Risk Mapping in Romania. *2012 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)*: 2153-6996.
- Star Online. (2012). "Bkt Setiawangsa landslide: Residents urge authorities to solve landslide threats" didapati dari <http://www.thestar.com.my/story.aspx?file=%2F2012%2F12%2F29%2Fnation%2F20121229194640&sec=nation> (akses pada 9 Julai 2014).
- Tanner, J. G., & Shedlock, K. M. (2004). Seismic Hazard Maps of Mexico, the Carribbean, and Central and South America. *Tectonophysics*, 390: 159-175.
- Temesgen, B., Mohammed, M. U. & Korme, T. (2001). Natural Hazard Assessment Using GIS and Remote Sensing Methods, with Particular Reference to the Landslides in the Wondogenet Area, Ethiopia. *Physics and Chemistry of the Earth, Part C: Solar, Terrestrial & Planetary Science* 26(9): 665-675.
- UNISDR. (2009). UNISDR Terminology on disaster risk reduction 2009. United Nation International Strategy for Disaster Reduction, diekses dari: [www.unisdr.org/eng/library/lib-terminology-eng.htm](http://www.unisdr.org/eng/library/lib-terminology-eng.htm) (akses pada 25 Jun 2014).
- USGS. (2013). "Landslide Events" diekses dari: <http://landslides.usgs.gov/recent/> (akses pada 1 Julai 2014).
- Utusan Online. (2013). "Banglo Jamaluddin Jarjis akan diroboh-Ikram" diekses dari: [http://www.utusan.com.my/utusan/Dalam\\_Negeri/20130102/dn\\_28/Banglo-Jamaluddin-Jarjis-akan-diroboh-Ikram](http://www.utusan.com.my/utusan/Dalam_Negeri/20130102/dn_28/Banglo-Jamaluddin-Jarjis-akan-diroboh-Ikram) (akses pada 9 Julai 2014).
- Varnes, D.J. (1978) Slope movements: type and processes, In Eckel, E. B. (eds.), *Landslides Analysis and Control*, Transp. Res. Board, Spec. Rep. 176: 11-33.
- Varnes, D.J. (1984) *Landslide Hazard Zonation: A Review of Principles and Practice*, Paris. U.N. International.
- Wang, Jian. & Peng, Xiang-guo. (2009). GIS-based Landslide Hazard Zonation Model and Its Application. *Procedia Earth and Planetary Science* 1(1): 1198-1204.
- Worldbank. (2012). "FAQs About Development" didapati dari: <http://www.worldbank.org/> (akses pada 1 Julai 2014)