

Pembangunan Kerangka Konsep Kemudah-terancaman Untuk Geobencana

JAMES BACHAT¹, JOY JACQUELINE PEREIRA² & IBRAHIM KOMOO²

ABSTRAK

Kertas ini membincangkan konsep geoindikator sebagai satu keperluan dalam penilaian risiko kemudah-terancaman geobencana ke atas sistem interaksi manusia-alam sekitar di Lembah Klang. Kerangka konsep kemudah-terancaman geobencana telah dibina dengan tujuan untuk membangunkan geoindikator dan menjelaskan secara menyeluruh mengenai hubungan antara geobencana dengan sistem sosial-alam sekitar. Kerangka konsep ini berguna untuk menentukan mana-mana sistem yang terdedah dan berisiko kepada geobencana. Justeru itu, respon sistem dan mekanisme mengatasi masalah juga telah dikenalpasti untuk mengurangkan impak dan kemudah-terancaman. Geoindikator geobencana berguna dalam kerangka konsep ini sebagai ukuran untuk menentukan kemudah-terancaman sistem dan risiko geobencana. Geoindikator geobencana ini membekalkan amaran awal geobencana terutamanya kepada kumpulan sosial yang tinggal di kawasan yang cenderung mengalami kejadian geobencana.

ABSTRACT

This paper discusses the concept of geoinicator as a requirement in the geodisaster vulnerability risk assessment on man-environment interaction system in Klang Valley. The geodisaster vulnerability conceptual framework was developed with the objective to create geoindicators and explain the relationship between geodisaster and the social-environment system in a holistic manner. This conceptual framework is useful in determining any system that is exposed and risky to geodisaster. Therefore, the response system and the mechanism to overcome the problem have also been identified to reduce the impacts and the vulnerability. Geodisaster geoindicators are useful in this conceptual framework as a measure to determine the vulnerability of the system and the geodisaster risks. The geodisaster geoindicators provide early warning of geodisaster especially to social groups living in areas prone to geodisasters.

PENGENALAN

Kepesatan pembangunan bandar di Lembah Klang menyebabkan berlakunya perubahan alam sekitar di persekitaran geologi dan fizikal. Lembah Klang bukan sahaja menonjolkan isu persekitaran geomorfologi pusat bandar tetapi merupakan kawasan tumpuan pelbagai kegiatan ekonomi, industri, perdagangan, perkhidmatan, pentadbiran, pembinaan dan kependudukan. Pembangunan pesat telah menitikberatkan aspek ekonomi dengan mengabaikan pengurusan geobencana. Keadaan ini menyebabkan berlakunya pembangunan tidak seimbang yang juga melupakan prinsip pembangunan berterusan dan kesihatan ekosistem secara am. Keperluan yang tinggi terhadap pelbagai sektor menyebabkan pemusnahan hutan dan berlakunya beberapa perubahan ke atas alam sekitar. Perubahan ini berlaku sama ada secara semula jadi atau akibat aktiviti cetusan buatan manusia atau akibat dipengaruhi oleh kedua-duanya. Fenomena ini telah meningkatkan kejadian geobencana di Lembah Klang.

Geobencana ditakrifkan sebagai bencana semula jadi geologi, hidrologi atau geomorfologi yang mengancam manusia dan aktivitinya (Doornkamp 1989). Geobencana merupakan fenomena semula jadi yang berlaku pada permukaan bumi, namun ia dianggap sebagai fenomena yang berbahaya akibat kehadiran manusia di kawasan yang cenderung mengalami geobencana. Geobencana tidak hanya berlaku akibat kehadiran infrastruktur binaan dan manusia tetapi juga kecenderungan proses semula jadi ini untuk berlaku secara berkala. Geobencana bukan sekadar berlaku secara katastrofik tetapi menyebabkan tekanan, gangguan dan perubahan ke atas manusia dan alam sekitar. Geobencana yang diberikan tumpuan dalam kertas kerja ini adalah bencana banjir, banjir kilat dan tanah runtuh sebagai kajian kes.

Keperluan untuk memahami setiap perubahan yang berlaku ke atas permukaan bumi dan alam sekitar telah menyumbang kepada idea dan pendekatan aplikasi geoindikator. Geoindikator membantu anjakan paradigma mengenai pembangunan yang dilakukan oleh manusia terhadap persekitaran fizikal dan geologi selain sifat kerapuhan alam semula jadi itu sendiri. Banyak kajian berkenaan geobencana telah dijalankan sebelum ini di Malaysia tetapi jarang yang memfokuskan kepada pengukuran dan aplikasi geoindikator. Kertas kerja ini memberi perhatian kepada aplikasi geoindikator geobencana dalam pembangunan kerangka konsep bersepadu bagi keperluan perancangan geobencana dan penilaian kemudah-terancangan sistem interaksi manusia-alam sekitar. Pembinaan kerangka konsep, perhatian diberikan kepada isu, risiko dan

kemudah-terancangan geobencana untuk memahami dan mengenalpasti kemudah-terancangan secara bersepadu.

PENDEKATAN GEOINDIKATOR GEOBENCANA

Penilaian alam sekitar memerlukan alat, protokol dan piawaian yang khusus dalam menentukan sama ada alam sekitar mengalami perubahan pesat atau stabil sepanjang masa. Justeru itu, pendekatan geoindikator telah diperkasakan bagi menilai dan memantau perubahan yang berlaku pada alam sekitar sama ada hadir atau tidaknya manusia, meskipun kadar dan sebaran perubahan ini dapat dipengaruhi oleh aktiviti manusia. Geoindikator ditakrifkan sebagai ukuran proses dan fenomena geologi (magnitud, frekuensi, kadar dan arah) yang berlaku dekat atau pada permukaan bumi dalam tempoh kurang dari 100 tahun dan ia membekalkan maklumat tentang perubahan alam sekitar dan maklumat berguna untuk penilaian alam sekitar (Berger 1996). Geoindikator digunakan untuk menilai peristiwa katastrofik dan sebarang perubahan semulajadi yang berlaku secara beransur-ansur, tetapi bukti perubahan tersebut berada dalam tempoh kehidupan seorang manusia iaitu lebih kurang 100 tahun. Ia menghuraikan proses dan parameter yang boleh berubah tanpa gangguan manusia, meskipun banyak cara aktiviti buatan manusia boleh meningkatkan, mengurangkan atau melencongkan perubahan semulajadi tersebut (Turner et al. 1990).

Geoindikator telah dibangunkan sejajar dengan keperluan pemantauan alam sekitar, melaporkan Keadaan Semasa Alam Sekitar (*State-of-the-Environment*, SOE) dan penilaian umum kelestarian sekitaran pada skala yang luas (Berger 1996). Ide ini telah dirancang untuk meningkatkan ketepatan laporan SOE dan pemantauan ekologi jangka panjang. Meskipun beberapa penunjuk utama diberikan perhatian dalam laporan SOE, namun sangat sedikit daripada laporan tersebut yang menumpukan kepada keadaan fizikal tanah atau ketidakstabilan cerun yang menyumbang kepada tanah runtuh dan kegagalan jisim (Berger 1998). Geoindikator juga dapat memperkukuhkan laporan World Resources Institute yang telah mengabaikan fenomena geobencana dalam penjelasannya mengenai masalah utama alam sekitar yang disumbangkan oleh pertumbuhan pesat kawasan bandar (McCall et al. 1996), sama ada yang bersifat katastrofik (gempa bumi, letusan gunung berapi, tanah runtuh, banjir dan banjir kilat) kepada yang perlahan seperti hakisan sedimen dan tanah.

Pendekatan geoindikator diaplikasikan untuk memantau dan menilai aspek-aspek penting berhubung geobencana. Kaedah yang digunakan

ialah dengan mengenalpasti penunjuk atau parameter geologi yang mempunyai perkaitan rapat dengan geobencana. Analisis terhadap parameter-parameter yang dikenalpasti dilakukan bertujuan untuk menentukan geoindikator geobencana yang sesuai. Geoindikator geobencana diperlukan untuk memudahkan pemantauan geobencana dan isu-isu yang berkaitan dengannya. Geoindikator geobencana dibangunkan bertujuan untuk melaporkan perubahan alam sekitar yang berkaitan dengan kejadian geobencana dan menghuraikan pengaruh interaksi antropogenik terhadap alam semulajadi. Geoindikator geobencana dibentuk supaya saintis bumi dapat mewujudkan kerjasama dalam mengkaji fenomena geobencana dan memahami kemudah-terancam sistem manusia-alam sekitar. Geoindikator geobencana juga berguna untuk menilai keseluruhan kesihatan alam sekitar dan ekosistem di persekitaran bandar dan semulajadi, penilaian impak alam sekitar dan keperluan perancangan gunatanah yang lain. Ini adalah kerana geoinikator geobencana wujud sebagai satu sistem amaran awal kepada kemudah-terancam akibat geobencana. Kegunaan geoinikator bukan sahaja terhad kepada isu geobencana tetapi mencakupi ruang lingkup isu alam sekitar yang berjulat daripada skala tempatan hingga rantau (Pereira & James Bachat 2000).

Kemudah-Terancam Geo-Bencana

Kejadian geobencana meningkatkan kemudah-terancam manusia dan alam sekitar. Kemudah-terancam menggambarkan risiko yang wujud akibat kejadian geobencana. Risiko berpunca daripada pelbagai sumber dan pada skala yang berbeza dan ini akan mewujudkan keadaan yang merugikan pada sistem interaksi manusia-alam sekitar. Semakin kerap geobencana berlaku, semakin meningkat kemudah-terancam manusia-alam sekitar. Penggunaan konsep kemudah-terancam menjadi lebih bermakna jika kefahaman tentang teori dan praktikal ditingkatkan mengenai bagaimana dan di mana kawasan dan manusia yang mudah terancam kepada geobencana. Kemudah-terancam wujud sebagai keterbukaan kepada risiko akibat geobencana. Kajian kemudah-terancam ini memberi perhatian kepada taburan geobencana, kependudukan manusia pada kawasan yang berbahaya kepada geobencana (contohnya dataran banjir dan tanah tinggi) dan implikasi sosio-ekonomi (kemusnahan harta benda dan kerugian kewangan) yang seiring dengan kejadian geobencana. Secara umumnya, penjelasan kemudah-terancam melibatkan sistem interaksi manusia-alam sekitar. Pembangunan definisi berkonsep kemudah-terancam dan komponen

ukuran berkaitan merupakan aspek penting dalam kajian kemudah-terancangan (Kasperson & Kasperson 2001).

Kemudah-terancangan ialah darjah di mana sistem, sebahagian sistem atau komponen sistem berkemungkinan mengalami kecederaan akibat keterbukaan kepada bencana sama ada gangguan atau tekanan (Turner et al. 2003). Kemudah-terancangan juga didefinisikan merujuk kepada keterbukaan, kemampuan dan potensi (Watts & Bohle 1993). Oleh itu, penentuan dan respon kebiasaan terhadap kemudah-terancangan ialah mengurangkan keterbukaan, meningkatkan kemampuan mengatasi, mengukuhkan potensi pemulihan dan membangunkan kawalan kemusnahan. Kemudah-terancangan secara kasarnya ditakrifkan sebagai potensi kehilangan (Mitchell 1989) dan ini merupakan konsep penting dalam penyelidikan geobencana dan pembangunan mitigasi. Kemudah-terancangan merupakan ukuran keseluruhan kebajikan dan kesejahteraan manusia yang menggabungkan keterbukaan alam sekitar, sosial, ekonomi dan politik kepada had potensi gangguan berbahaya (Bohle et al. 1994). Ini menjelaskan kemudah-terancangan adalah dimensi berbagai ruang sosial yang digambarkan oleh kecekapan penentuan, politik, ekonomi dan institusi penduduk di kawasan tertentu pada masa yang tertentu.

Kebanyakan kajian kemudah-terancangan menerangkan perspektif ekonomi-politik dan mencadangkan struktur penyebab yang memberi perhatian kepada perbezaan impak sosial dan keupayaan untuk mengatasi krisis yang ada. Magnitud, tempoh, impak dan kekerapan bencana serta kepantasan bertindak terhadap keterbukaan telah dinyatakan oleh kebanyakan pengkaji sebelum ini. Merujuk kepada keadaan semasa di Malaysia, Abdul Samad Hadi (2000) mentakrifkan kemudah-terancangan sebagai sesuatu peringkat yang melampaui had sesuatu sistem sosial yang merangkumi individu, isirumah dan masyarakat di sesuatu tempat, menahan kesan kemusnahan kejadian biofizikal dan kejadian berpunca daripada kegiatan manusia semasa menjalani pembangunan. Sesungguhnya, penyelidikan kemudah-terancangan adalah berbeza dan pentakrifannya bergantung kepada pemahaman disiplin dan metodologi yang berbeza.

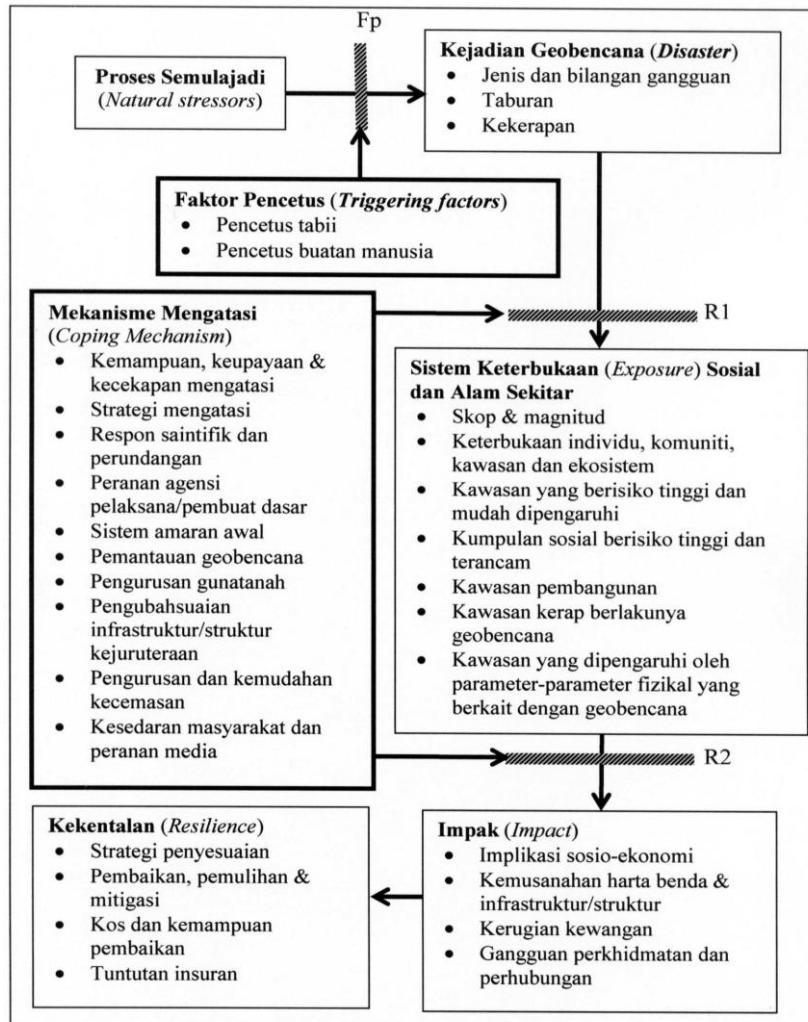
Pembangunan Kerangka Konsep Kemudah-terancangan Geobencana

Pendekatan berdasarkan pembangunan terhadap pengurangan kemudah-terancangan sudah banyak dilakukan tetapi kekurangannya ialah pengkonsepan kemudah-terancangan (Cuny 1983). Kerangka konsep asas dapat digunakan untuk menjelaskan penunjuk yakni ia melibatkan kajian kes yang menggambarkan apakah penilaian berkualiti tinggi yang sangat bermakna (Kasperson & Kasperson 2001). Penunjuk merujuk kepada

perubahan pantas dan perlahan dan respon masyarakat cenderung menjadi lebih perlahan daripada perubahan alam sekitar tetapi perubahan ini mesti dikaitkan dengan kerangka konsep yang relevan kepada keselamatan manusia. Untuk memahami sesuatu perubahan, kita perlu untuk mengukur perubahan tersebut. Dalam konteks ini, penunjuk digunakan dan bertujuan untuk membolehkan kita menilai perubahan yang akan mempengaruhi sekitaran fizikal dan sosio-ekonomi di mana manusia tinggal. Maka, aspek penting penunjuk alam sekitar daripada segi saintifik dan teknikal perlu dimasukkan ke dalam satu kerangka konsep (Elliott 1996) iaitu penunjuk boleh digunakan dalam kerangka konsep untuk menjelaskan masalah tertentu. Geoindikator bukanlah sesuatu yang baru tetapi yang baru ialah memasukkan geoindikator ke dalam satu kerangka konsep biasa yang dibina bertujuan untuk menitikberatkan kepentingan geoindikator termasuklah perubahan pesat geologi dalam penilaian alam sekitar kepada bukan ahli geologi (Berger 1997). Konsep geoindikator sangat berkait rapat dengan kesensitifan landskap dan ia dapat melengkapi kerangka konsep untuk menilai perubahan dalam ekosistem dan landskap komponen abiotik akibat proses semulajadi dan aktiviti manusia (Berger 1998).

Kerangka konsep kemudah-terancangan geobencana dibina bertujuan untuk mengenalpasti kemudah-terancangan pada sistem interaksi manusia-alam sekitar di Lembah Klang (Rajah 1). Kerangka tersebut merupakan kerangka konsep terintegrasi yang memberi perhatian terhadap isu-isu berhubung geobencana bandar yang memerlukan penilaian daripada aspek kemudah-terancangan. Secara umumnya, kerangka ini membangunkan tiga dimensi utama kemudah-terancangan iaitu sistem keterbukaan sosial dan alam sekitar, mekanisme mengatasi dan kekentalan atau penyesuaian. Pengaruh antropogenik memainkan peranan yang penting yakni beberapa geoindikator akan lebih mudah dipengaruhi oleh faktor antropogenik berbanding secara semulajadi. Kerangka konsep ini dihasilkan berdasarkan kepada gangguan geobencana ke atas penerima sosial (individu, komuniti, kawasan dan tempat) merujuk kepada kajian kes di Lembah Klang.

Proses dan agen semulajadi yang dikawal oleh faktor pencetus (rujuk Fp) menyebabkan berlakunya kekerapan kejadian geobencana di dalam satu sistem yang terbuka dan sensitif terhadap sebarang perubahan yang ekstrem. Faktor pencetus sama ada pencetus tabii atau buatan manusia dapat meningkatkan kekerapan dan taburan kejadian geobencana. Keadaan ini akan meningkatkan risiko kemudah-terancangan. Risiko daripada bencana tertentu adalah berbagai mengikut



Rajah 1. Kerangka konsep kemudah-terancam geobencana di Lembah Klang

masa dan berdasarkan kepada perubahan sama ada (atau kedua-dua) keterbukaan fizikal atau manusia (Smith 1992). Keterbukaan sosial dan alam sekitar melibatkan skop dan magnitud yang tertentu. Keterbukaan sosial menggambarkan pendedahan individu dan komuniti manakala keterbukaan alam sekitar adalah pendedahan kawasan dan ekosistem yang tertentu. Bagi sistem sosial, individu dan komuniti yang berisiko tinggi dan mudah terancam adalah yang tinggal di kawasan pembangunan, manakala bagi sistem alam sekitar, kawasan yang mudah

terancam adalah kawasan yang secara semulajadi mudah dipengaruhi, sensitif dan cenderung untuk berlakunya geobencana tertentu. Tambahan pula, kehadiran parameter fizikal yang berhubung rapat dengan kejadian geobencana menyebabkan sesuatu sistem lebih terbuka kepada sebarang tekanan dan gangguan serta mudah dipengaruhi oleh aktiviti pembangunan.

Kawasan yang kerap berlakunya geobencana merupakan kawasan yang berpotensi dan berisiko kepada geobencana. Implikasi sosio-ekonomi merupakan impak secara langsung dan tak langsung akibat kejadian geobencana selain melibatkan kerugian kewangan, kemusnahan harta benda dan infrastruktur serta gangguan kepada sistem perkhidmatan dan perhubungan. Keupayaan penduduk untuk menyesuaikan diri dengan kejadian geobencana bergantung kepada strategi-strategi penyesuaian yang dilaksanakan selama ini. Oleh itu, peringkat kekentalan melibatkan langkah pembaikan, pemulihan dan tindakan mitigasi yang memerlukan kos dan kemampuan penyelenggaraan kemusnahan sama ada daripada segi teknikal atau manusia.

Mekanisme mengatasi terdiri daripada dua peringkat iaitu peringkat mengatasi kejadian geobencana daripada memberi kesan ke atas sistem yang terbuka (R1) dan peringkat mengatasi kejadian geobencana yang berlaku ke atas sistem yang terbuka untuk mengurangkan impaknya (R2). Mekanisme mengatasi bergantung sepenuhnya kepada kemampuan, keupayaan dan kecekapan mengatasi sama ada oleh individu, komuniti atau institusi yang bertanggungjawab. Kemudah-terancam terhasil daripada keterbukaan sistem dan keterbukaan itu diguna sebagai satu ukuran untuk mengatasi (Abdul Samad Hadi 2000). Semakin meningkat kemudah-terancam dan keterbukaan, maka kecekapan mengatasi juga harus ditingkatkan sebagai penentangan kepada kejadian geobencana. Sekiranya mekanisme mengatasi R1 dan R2 tidak berupaya menentang kejadian geobencana, maka ini bermakna kekentalan untuk menangani risiko dan impak juga akan menjadi lemah. Oleh itu, strategi mengatasi oleh penduduk dan agensi pelaksana memainkan peranan penting dalam mengurangkan kemudah-terancam geobencana. Strategi ini melibatkan pemantauan geobencana, pengurusan gunatanah, pengubahsuaian infrastruktur dan langkah mitigasi.

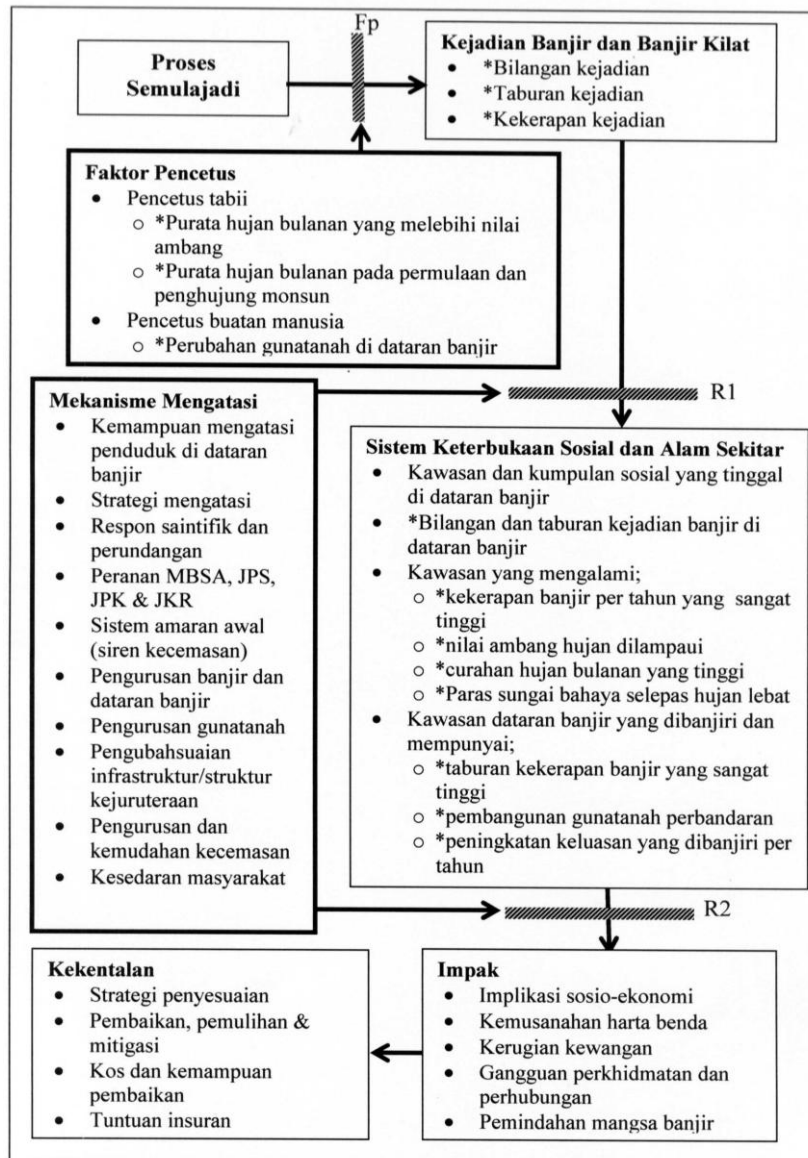
Kemudah-terancam Banjir dan Banjir Kilat

Kerangka konsep kemudah-terancam geobencana dibina bagi membangunkan geoindikator sebagai satu set penunjuk kepada kemudah-terancam geobencana. Geoindikator banjir dan banjir kilat adalah bilangan dan taburan kejadian banjir di dataran banjir, kekerapan banjir

per tahun, dataran banjir yang dibanjiri (jumlah peratusan keluasan dataran banjir dibanjiri dan keluasan kawasan dataran banjir yang dilanda banjir per tahun), taburan hujan (purata hujan bulanan yang melebihi nilai ambang, purata hujan bulanan pada permulaan dan penghujung musim monsun dan paras air sungai selepas hujan lebat) dan perubahan gunatanah di dataran banjir (James Bachat et al. 2004). Berdasarkan kepada kajian kes di Shah Alam, beberapa geoindikator kemudah-terancaman banjir dan banjir kilat telah dihasilkan (Rajah 2). Geoindikator ini berguna dalam kerangka konsep kemudah-terancaman banjir dan banjir kilat sebagai ukuran bagi penilaian risiko kemudah-terancaman terhadap sistem interaksi manusia-alam sekitar. Secara umumnya, parameter yang mempunyai perkaitan yang rapat dengan kejadian banjir dan banjir kilat ialah iklim (taburan hujan), dataran banjir dan aktiviti gunatanah.

Senario kejadian banjir di Shah Alam umumnya berlaku di dataran banjir yang sememangnya sensitif terhadap sebarang perubahan di dalam sistem fluvial terutamanya melalui curahan hujan yang tinggi. Faktor pencetus kejadian banjir dan banjir kilat dicirikan oleh pencetus tabii (taburan hujan) dan pencetus buatan manusia (pembangunan gunatanah perbandaran). Faktor-faktor pencetus ini mempengaruhi proses semulajadi (rujuk Fp) dan meningkatkan kekerapan dan taburan kejadian banjir dan banjir kilat terutamanya di dataran banjir, menyebabkan wujudnya gangguan dan tekanan ke atas sistem yang terbuka di Shah Alam. Faktor pencetus ini merupakan geoindikator yang sesuai untuk membekalkan amaran awal bagi kejadian banjir dan banjir kilat. Sistem keterbukaan sosial dan alam sekitar melibatkan kawasan dan kumpulan sosial yang terancam khususnya yang terletak di dataran banjir. Secara umumnya, kawasan yang mudah terancam adalah kawasan yang mempunyai kekerapan banjir per tahun yang sangat tinggi selain kawasan yang mempunyai jumlah hujan yang tinggi dan melampaui nilai ambang hujan bulanan terutamanya semasa monsun lembap.

Selain daripada aspek iklim, taburan morfologi dataran banjir juga penting kerana ia merupakan kawasan yang secara semulajadinya cenderung untuk mengalami kejadian banjir bertempoh. Dataran banjir secara relatifnya adalah kawasan rendah dan rata yang berhampiran dengan sungai dan banjir sekurang-kurangnya berlaku sekali dalam tempoh masa yang tertentu (Alexander & Marriott 1999). Aktiviti gunatanah juga sangat mempengaruhi risiko banjir di dataran banjir, khususnya yang melibatkan perbandaran dan kawasan yang dirancang dibangunkan iaitu melalui pertambahan taburan penduduk dan bangunan di dalam kawasan bandar (Hall 1984). Sementara itu, kawasan tumpuan



Nota: * Geoindikator

Rajah 2. Kerangka konsep kemudah-terancam banjir dan banjir kilat di Shah Alam

utama pembangunan gunatanah di Shah Alam kebanyakannya terletak di sepanjang tebing sistem sungai utama, yang juga merupakan dataran banjir (James Bachat et al. 2004). Selain itu, kawasan yang mempunyai kemudah-terancaman yang tinggi adalah kawasan dataran banjir yang mempunyai taburan kekerapan banjir yang sangat tinggi dan berlakunya peningkatan keluasan yang dibanjiri per tahun. Parameter kekerapan banjir, curahan hujan, morfologi dataran banjir dan aktiviti gunatanah perbandaran merupakan geoindikator yang sesuai bagi menggambarkan kemudah-terancaman dalam sistem yang terbuka.

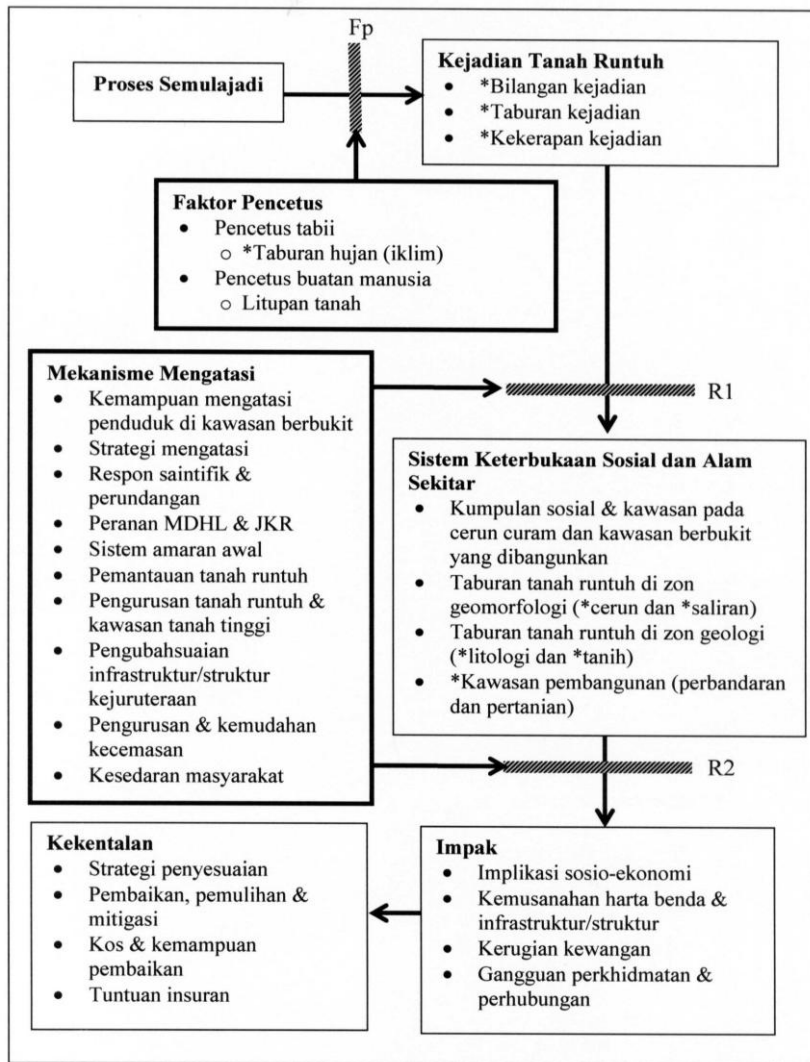
Banjir memberi implikasi ke atas sosio-ekonomi di Shah Alam terutamanya yang melibatkan aspek pemindahan mangsa banjir, kemusnahan harta benda, kerugian daripada segi kewangan dan gangguan sistem perhubungan dan perkhidmatan. Kekentalan komuniti di Shah Alam terutamanya yang mendiami dataran banjir bergantung kepada langkah-langkah mitigasi dan kaedah penyesuaian yang dilakukan oleh pihak berkepentingan. Kemusnahan akibat banjir dan banjir kilat dan langkah pembaikpulihan serta tebatan menelan belanja yang banyak dan ini merugikan masyarakat. Secara umumnya, kekentalan komuniti di Shah Alam bergantung kepada strategi penyesuaian, pembaikan dan pemulihan selepas berlakunya kejadian banjir.

Mekanisme mengatasi banjir bergantung kepada keupayaan dan kemampuan komuniti di Shah Alam terutamanya yang tinggal di dataran banjir. Peranan institusi dimainkan oleh pihak Majlis Bandaraya Shah Alam dan Jabatan Pengairan dan Saliran yang terlibat secara langsung dalam mengatasi kejadian banjir di Shah Alam. Pihak yang berkepentingan ini memainkan peranan penting dalam melaksanakan strategi mengatasi, pemantauan, pengurusan, langkah tebatan banjir, pengubahsuaian struktur kejuruteraan dan bantuan kecemasan selain membekalkan sistem amaran awal. Mekanisme mengatasi terdiri daripada dua peringkat iaitu strategi mengatasi sebelum kejadian banjir berlaku ke atas sistem yang terbuka (R1) dan strategi mengatasi selepas berlakunya kejadian banjir (R2). Masalah kawalan banjir menjadi lebih serius lagi sekiranya pembangunan dijalankan di dataran banjir. Sekiranya kemampuan mekanisme mengatasi banjir tidak dilaksanakan dengan berkesan, maka kekentalan komuniti juga akan menjadi lemah.

Kemudah-terancaman Tanah Runtuh

Geoindikator tanah runtuh yang dikenalpasti adalah taburan kejadian tanah runtuh di zon litologi, tanih, cerun, saluran dan litupan tanah (James Bachat et al. 2002). Geoindikator tanah runtuh ini sesuai dipalिकासikan di kawasan pembangunan yang melibatkan aktiviti manusia. Oleh itu,

parameter geologi (litologi dan tanah), geomorfologi (cerun dan saluran) dan litupan tanah memainkan peranan penting dalam mengawal kejadian tanah runtuh. Berdasarkan kajian kes di Hulu Langat, satu kerangka konsep kemudah-terancangan tanah runtuh telah dihasilkan (Rajah 3). Geoindikator tanah runtuh diperlukan dalam penilaian kemudah-terancangan tanah runtuh berdasarkan kepada kerangka konsep kemudah-terancangan tersebut.



Nota: * Geoindikator

Rajah 3. Kerangka konsep kemudah-terancangan tanah runtuh di Hulu Langat

Proses semula jadi yang dikawal oleh faktor pencetus mempengaruhi kekerapan dan taburan tanah runtuh (rujuk Fp). Faktor pencetus tabii adalah taburan hujan manakala faktor pencetus buatan manusia melibatkan litupan tanah terutamanya yang melibatkan aktiviti manusia. Kekerapan tanah runtuh meningkat dengan meningkatnya kawasan pembangunan di Hulu Langat terutamanya yang melibatkan aktiviti perbandaran dan pertanian. Kejadian tanah runtuh ini merupakan gangguan ke atas sistem sosial dan alam sekitar yang terbuka. Sistem keterbukaan sosial dan alam sekitar melibatkan kawasan dan kumpulan sosial yang terancam khususnya yang terletak di terain tanah tinggi dengan keadaan cerun curam dan topografi yang tinggi. Selain itu, taburan kawasan pembangunan juga memainkan peranan penting dalam meningkatkan kejadian tanah runtuh.

Secara umumnya, kawasan yang mudah terancam adalah kawasan yang mempunyai kecuraman cerun dan ketumpatan saliran yang tinggi. Lazimnya, semakin tinggi kecuraman cerun dan ketumpatan saliran, maka semakin meningkat kekerapan kejadian tanah runtuh. Selain itu, pengaruh parameter geologi (litologi dan tanah) juga penting dalam mengawal kejadian tanah runtuh. Aktiviti pembangunan yang dijalankan akan mendedahkan batuan dan menonjolkan kesensitifan dan sifat lemah semulajadi batuan.

Impak dan implikasi sosio-ekonomi akibat kejadian tanah runtuh di Hulu Langat adalah kecil berbanding kejadian banjir dan banjir kilat. Kerugian dari segi kewangan, gangguan kepada perkhidmatan dan perhubungan juga adalah rendah. Oleh itu, kekentalan kebanyakan komuniti di Hulu Langat masih lagi tinggi kerana kesan tanah runtuh kurang dirasai oleh mereka kerana tanah runtuh hanya berlaku di kawasan berbukit yang dibangunkan. Kos penyelenggaraan melibatkan pembaikan dan pemulihan selepas berlakunya tanah runtuh. Secara umumnya, komuniti di Hulu Langat dapat menyesuaikan diri dengan kejadian tanah runtuh yang berlaku di sekitar mereka. Mekanisme mengatasi tanah runtuh (R1 dan R2) bergantung kepada keupayaan dan kemampuan komuniti di Hulu Langat terutamanya yang tinggal di kawasan tanah tinggi. Majlis Daerah Hulu Langat berperanan mengatasi kejadian tanah runtuh melalui pendekatan pengurusan dan perancangan. Jabatan Kerja Raya pula menyediakan bantuan penyelenggaraan teknikal dan pemantauan tanah runtuh yang umumnya berlaku di tebing-tebing jalan raya. Kecekapan mengatasi pihak-pihak ini bergantung kepada strategi mengatasi yang diamalkan selama ini di Hulu Langat. Tidak banyak langkah mitigasi tanah runtuh dilakukan setakat ini dan kosnya juga kecil berbanding mitigasi menangani kejadian banjir dan banjir kilat.

Penilaian Kemudah-terancangan Geobencana

Perkara yang sangat penting dalam penilaian kemudah-terancangan ialah mencadangkan alternatif pengurangan geobencana yakni mitigasi biasanya melibatkan pendekatan struktur kejuruteraan bagi mengurangkan kejadian geobencana (Clayton 1994). Perkara yang jarang sekali diberi perhatian ialah punca yang mendasari peningkatan kemudah-terancangan sosial akibat peristiwa bencana (Cutter 1996). Perancangan pembangunan harus dilakukan secara bersepadu dan mengambilkira risiko kejadian banjir, banjir kilat dan tanah runtuh. Pendekatan asas di sini melibatkan perancangan kawalan berdasarkan peta bencana, peta risiko dan kawalan melalui kod bangunan (Pereira & Ibrahim Komoo 1998). Selain itu, keberkesanan pengurusan banjir, banjir kilat dan tanah runtuh perlu ditingkatkan. Tiga pendekatan asas diamalkan dalam pengurusan dan tebatan iaitu kawalan dan limitasi; pengurangan; dan penyesuaian (Bennet & Doyle 1997). Pendekatan tersebut melibatkan perancangan kawalan dan juga ramalan dan amaran banjir, banjir kilat dan tanah runtuh serta perancangan bantuan bencana. Ia juga melibatkan aspek binaan struktur kejuruteraan, pengawalan aliran sungai dan pengawalan kependudukan di dataran banjir dan tanah tinggi (Pereira & Ibrahim Komoo 1999). Dalam kes risiko kestabilan di kawasan tanah tinggi, pendekatan yang melibatkan penilaian terain merupakan penyelesaian yang lebih berkesan kerana konsep terain yang hendak digunakan akan mengambilkira kesamaan gabungan parameter yang relevan (Ibrahim Komoo 1998).

Penilaian kemudah-terancangan digunakan untuk menentukan potensi kemusnahan dan kehilangan nyawa daripada peristiwa semulajadi yang ekstrem (Cutter 1996) khususnya geobencana. Pendekatan metodologi kemudah-terancangan yang dijalankan sebelum ini sangat berbeza dan ini menyukarkan untuk melaksanakan konsep geoinikator yang melibatkan penunjuk spesifik dan pelbagai. Kepelbagaian ini yang berkaitan dengan keterbukaan biasanya melibatkan sumber ancaman yang berhampiran, kekerapan atau kemungkinan kejadian, magnitud, tempoh atau impak sosial. Impak sosial dan respon selalunya digambarkan oleh ancaman ke atas sistem perhubungan atau infrastruktur yang menyokong keperluan asas (Platt 1991). Penilaian kemudah-terancangan dibuat secara terperinci pada peringkat tempatan (kawasan kajian kes) dengan sedikit implikasi pada peringkat wilayah (di sekitar Lembah Klang). Peringkat tempatan merangkumi kawasan pentadbiran dan perancangan daerah. Oleh itu, kemudah-terancangan yang akan dinilai meliputi skala tempatan dengan sedikit perhatian diberikan kepada skala wilayah. Penilaian merujuk kepada persekitaran geomorfologi yang menentukan corak dan

potensi taburan geobencana. Penilaian kejadian banjir dan banjir kilat dilakukan terhadap kawasan dataran banjir manakala kajian tanah runtuh memfokus kepada terain tanah tinggi.

Di dalam komuniti pengurusan geobencana, penilaian kemudah-terancaman melibatkan penyifatan dan penilaian geobencana berdasarkan kepada pembangunan strategi mitigasi. Peta dataran banjir dan peta ketinggian topografi adalah salah satu contoh keperluan penilaian kemudah-terancaman yang ringkas. Peta gunatanah juga diperlukan bagi menentukan corak taburan kawasan pembangunan. Peta diperlukan bagi membantu usaha perancangan dan mitigasi. Secara umumnya, penilaian melibatkan corak taburan kependudukan terutamanya di kawasan membangun dan kawasan bandar, infrastruktur yang banyak, kawasan pengeluaran ekonomi dan kawasan yang cenderung mengalami geobencana. Kawasan yang berisiko tinggi ini dipetakan untuk menggambarkan risiko teknologi dan biofizikal serta impak risikonya terhadap penunjuk yang mudah terancam ini terutamanya penduduk di kawasan pembangunan, kawasan di dataran banjir dan kawasan berbukit. Pendekatan pemetaan risiko ini bertujuan untuk membekalkan sistem amaran awal bagi kejadian geobencana yang diperlukan dalam proses pemantauan, pengurusan dan perancangan geobencana. Peta yang dihasilkan diperlukan dalam memetakan kemudah-terancaman.

Kemudah-terancaman harus diutamakan dalam setiap penilaian iaitu ia harus dianalisis sebelum menilai impak terhadap sistem interaksi manusia-alam sekitar. Sementara itu, penilaian mengenai keselamatan manusia melibatkan langkah menghubungkan proses dalaman dan luaran perubahan sosial dan ekonomi dalam menentukan keupayaan institusi-institusi untuk memberikan respon. Biasanya, kemampuan untuk menentang adalah rendah dan selalunya menjadi lemah jika kemudah-terancaman geobencana semakin meningkat. Justeru itu, peranan institusi pelaksana memainkan peranan yang penting dalam menentang dan mengatsasi kemudah-terancaman geobencana. Penilaian memberi perhatian kepada perancangan sebelum impak dan respon semasa kejadian geobencana, iaitu ke atas penunjuk keterbukaan dan penduduk yang terancam kepada geobencana. Potensi kejadian geobencana selalunya melibatkan keterbukaan yang dipengaruhi oleh taburan demografi dan penunjuk kemudah-terancaman sosial dan biofizikal.

Dalam peringkat mekanisme mengatasi, respon saintifik dan perundangan diperlukan untuk membuat penilaian kemudah-terancaman geobencana. Respon ini memerlukan tindakan-tindakan pengawalan, keperluan penyelidikan, pembaikpulihan, keperluan perancangan bersepadu dan pengurusan berkesan serta penggubalan undang-undang

atau dasar. Antara aspek-aspek yang perlu diberikan perhatian ialah faktor pencetus dan penyebab; kawasan dan komuniti yang terancam; kawasan sensitif dan mudah dipengaruhi; kecekapan bertindak dan memberi respon; keupayaan komuniti dan institusi; pembaikan dan pemulihan; penyesuaian dan kekentalan; tindakan dan penggubalan dasar; pendekatan dan strategi yang berkesan; dan langkah pengawalan yang efektif.

KESIMPULAN

Kajian yang dijalankan ini bertujuan untuk membangunkan kerangka konsep kemudah-terancam bagi keperluan penilaian kemudah-terancam geobencana. Geoindikator geobencana telah diserapkan ke dalam kerangka konsep tersebut untuk menentukan risiko kemudah-terancam sistem interaksi manusia dan alam sekitar. Secara umumnya, kerangka konsep ini menjelaskan tiga dimensi utama kemudah-terancam iaitu sistem keterbukaan sosial dan alam sekitar, mekanisme mengatasi dan kekentalan atau penyesuaian. Pemahaman kemudah-terancam menyumbang kepada objektif jangka panjang untuk menentang dan mengurangkan kejadian geobencana pada kawasan yang mudah terancam, berisiko tinggi, mudah dipengaruhi dan sensitif kepada sebarang perubahan persekitaran yang ekstrem melalui strategi mengatasi yang diamalkan.

RUJUKAN

- Abdul Samad Hadi. 2000. Kemerostan kualiti persekitaran dan persoalan kemudah-terancam manusia. Dlm. Jamaluddin Md. Jahi et al. (pnyt.). *Pengurusan persekitaran di Malaysia: Isu dan cabaran*. Bangi: Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Alexander, J. & Marriott, S.B. 1999. Introduction. In. Alexander, J. & Marriott, S. B. (Eds.). *Floodplains: interdisciplinary approaches*. London: The Geological Society of London.
- Bennet, M.R. & Doyle, P. 1997. *Environmental geology: geology and the human environment*. Chichester: John Wiley & Sons.
- Berger, A.R. 1996. The geoindicator concept and its application: an introduction. In. Berger, A. R. & Iams, W. J. (Eds.). *Geoindicators: assessing rapid environmental changes in earth systems*. Rotterdam:Balkema.
- Berger, A.R. 1997. Assessing rapid environmental changes using geoindicators. *Environmental Geology*, 32: 36 – 44.
- Berger, A.R. 1998. Environmental change, geoindicators and the autonomy of nature. *GSA Today*: 3-8.

- Bohle, H.G., Downing, T.E. & Watts, M.J. 1994. Climate change and social vulnerability: the sociology and geography of food insecurity. *Global Environmental Change* 4: 37-48.
- Clayton, A. 1994. Protecting vulnerable communities. *Disaster* 18: 89-90.
- Cuny, F.C. 1983. *Disasters and development*. New York: Oxford University Press.
- Cutter, S. L. 1996. Vulnerability to environmental hazards. *Progress in Human Geography* 20(4): 529-539.
- Doornkamp, J.C. 1989. Hazards. In. McCall, G.J.H & Marker, B.R. (eds.). *Earth science mapping and planning, development and conservation*. London: Graham & Trotman.
- Elliotte, D.C. 1996. A conceptual framework for geoenvironmental indicators. In. Berger, A. R. & Iams, W. J. (eds.). *Geoinicators: Assessing rapid environmental changes in earth systems*. Rotterdam: Balkema.
- Hall, M.J. 1984. *Urban hydrology*. London: Elsevier Applied Science Publishers.
- Ibrahim Komoo. 1998. Pembangunan kawasan tinggi – kawalan berdasarkan perancangan. Kertas kerja dibentangkan dalam Bengkel Alam Sekitar Jabatan Perancang Bandar dan Desa, Kuala Lumpur: 22-23 April.
- James Bachat, Pereira, J.J. & Ibrahim Komoo. 2002. Geoindikator tanah runtuh di kawasan pembangunan: kajian kes di Daerah Hulu Langat. In. Alex Unya Ambun, Askury Abd. Kadir & Ng, T. F. (eds.). *Bull. of the Geological Society of Malaysia – Annual Geological Conference 2003*. Kuala Lumpur: Geological Society of Malaysia.
- James Bachat, Pereira, J.J. & Ibrahim Komoo. 2004. Geoindikator untuk pengurusan banjir bandar: kajian kes Shah Alam. Dlm. A. Latiff, Pereira, J.J., A. Hezri & A. A. Aldrie (eds.). *Indicators of sustainable development: assessing changes in environmental conditions*. Bangi: Institute for Environment and Development (LESTARI).
- Kasperson, J.X. & Kasperson, R.E. 2001. A workshop summary. International workshop on vulnerability and global environmental change. Stockholm Environment Institute (SEI), Stockholm, 17-19 Mei.
- McCall, G.J.H., de Mulder, E.F. & Marker, B.R. (eds.). 1996. *Urban geoscience*. Rotterdam: A. A. Balkema.
- Mitchell, J.K. 1989. Hazards research. In. Gaile, G.L. & Willmott, C.J. (eds.). *Geography in America*. Columbus: Merrill.
- Pereira, J.J. & Ibrahim Komoo. 1998. Using geological information as planning tools for urban areas: the case of Klang Valley, Malaysia. In. Moore, D.P. & Hungr, O. (eds.). *Engineering geology: A global view from the Pacific Rim*. Rotterdam: Balkema.
- Pereira, J.J. & Ibrahim Komoo. 1999. Sustainable management of the physical component of the urban ecosystems: the Malaysian perspective. In. Miller, D. & Roo, D.G. (Eds.). *Integrating city planning and environmental improvement: practicable strategies for sustainable urban development*. Aldershort: Ashgate.

- Pereira, J.J. & James Bachat. 2000. Pembangunan geoindikator bandar mampan: hasil awalan. Dlm. Ismail Sahid & Roslan Abd. Shukor (pnyt.). *Prosiding Seminar IRPA RMK-7 2000*. Vol I. Bangi: PPP-IKM: 408-411.
- Platt, R. 1991. Lifelines: an emergency management priority for the United States in the 1990s. *Disasters*, 15: 172-176.
- Smith, K. 1992. *Environmental hazards: assessing risk and reducing disaster*. London: Routledge.
- Turner, B.L., Clark, W.C., Kates, R.W., Richards, J.F., Mathews, J.T. & Meyer, W.B. 1990. *The earth as transformed by human action: global and regional changes in the biosphere over the past 300 years*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Turner, B.L., Kasperson, R.E., Matson, P.A., McCarthy, J.J., Corell, R.W., Christensen, L., Eckley, N., Kasperson, J.X., Luers, A., Martello, M.L., Polsky, C., Pulsipher, A. & Schiller, A. 2003. A framework for vulnerability analysis in sustainability science. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 100(14): 8074-8079.
- Watts, M. & Bohle, H.G. 1993. The space of vulnerability: the causal structure of hunger and famine. *Progress in Human Geography* 17: 43-67.

¹ *GeoMapping Technology Sdn. Bhd.*
7A, Jalan Sejat 8/10, Seksyen 8,
40000 Shah Alam, Selangor, MALAYSIA.
E-mail: jeng9@yahoo.com

² *Institut Alam Sekitar dan Pembangunan (LESTARI),*
Universiti Kebangsaan Malaysia,
43600 UKM, Bangi, Selangor, MALAYSIA.