



PEMBANGUNAN TANAH HUTAN DAN FENOMENA BANJIR KILAT: KES SUNGAI LEMBING, PAHANG

(Land forest development and flash flood phenomenon: A case of Sungai Lembing, Pahang)

Noorazuan Md Hashim, Sulong Muhamad, Kadaruddin Aiyub & Norhayati Yahya

ABSTRAK

Banjir kilat yang berlaku dalam masa yang singkat (kurang daripada 6 jam) berupaya untuk meningkatkan paras air sungai secara mendadak. Kebanyakan banjir kilat yang berlaku memberi perhatian kepada banjir di kawasan tanah rendah. Bagaimanapun, kajian di Sungai Lembing yang terletak di kawasan tanah tinggi, lebih kurang 45 km dari pinggir pantai Pahang telah dipilih sebagai kawasan kajian. Kajian ini cuba meneliti kesan perubahan guna tanah dan perubahan hidrologi di Lembangan Sg Kuantan bermula pada 1980 sehinggalah pada tahun 2002. Kajian ini mendapati penyahhutan kawasan tanah tinggi (khususnya pada tahun 1990-2000) telah mengubah entiti kitaran hidrologi lembangan dan juga mengubah aliran rendah sungai berkenaan. Modifikasi alur termasuk pelurusan sungai dan pembinaan tebing konkrit meningkatkan puncak luahan di kawasan tanah rendah terutamanya di Jalan Panching dan Sg Isap, Kuantan. Pengurangan litupan vegetasi di tanah tinggi juga telah mengurangkan masa memuncak hidrograf. Hasil soalselidik dan temubual penduduk dan pengusaha chalet juga telah mengesahkan faktor aktiviti pembalakan haram merupakan faktor pencetus kepada banjir kilat di kawasan tersebut

Kata kunci : Banjir kilat, guna tanah, luahan sungai, puncak luahan, pembalakan

ABSTRACT

A flash flood which is caused by excessive rainstorm in a short period of time (less than 6 hours), could lead to river water rising rapidly. Most of the flash flood studies in Malaysia focusses on the lowlands. However, in this study Sungai Lembing catchment which is located approximately 45 km from the coastal line of Pahang has been selected as a case study. This study examines the changing pattern of land cover and hydrological behaviour from 1980 to 2002 in Kuantan River Basin. This study showed that the deforestation of the uplands catchment area (especially within the year 1990-2000) has altered the catchment's hydrological cycle and significantly affected the river's baseflow or low flow. The most obvious form of channel modification in the catchment include straightening and culverting has increased flood peaks downstream especially area near Jalan Panching and Sg Isap, Kuantan. The reduction of vegetation cover in the uplands also has caused the hydrograph's time-to-peak to be reduced. The result based on the interviews with local people has also revealed the uncontrolled logging activity (including illegal logging) was the main factor triggering flash flood at the area.

Keywords: Flash flood, land use, river flow, peak flow, logging

Pengenalan

Proses pembangunan seringkali berakhir dengan kemerosotan mutu persekitaran fizikal. Perubahan guna tanah secara makro di dalam sesuatu sistem lembangan saluran mampu mengakibatkan ketidakseimbangan kitaran semulajadi khususnya imbalan air dan tanah tanih. Kualiti dan kuantiti air di dalam sesuatu sistem lembangan akan berubah sehingga membawa kepada episod bencana alam sekitar (Bedient dan Huber 1988; Lazaro 1990). Banjir kilat, sebagai contoh adalah salah satu bentuk bencana yang berpunca dari ketidakseimbangan kitaran air, biasanya disebabkan oleh peningkatan kawasan tepubina serta kelemahan sistem pengairan bandar di dalam sesebuah lembangan (Schueler 1994).

Bandar Sungai Lembing pernah menjadi sebuah perkampungan moden masyarakat British semasa zaman kemuncaknya. Namun, kini kawasan ini telah ditinggalkan sepi serta bermasalah dari aspek persekitaran fizikalnya. Fenomena banjir kilat merupakan satu isu alam sekitar yang sering membawa masalah kepada masyarakat di sekitar Sungai Lembing.

Bermula pada penghujung tahun 1990-an, kawasan ini telah mengalami peningkatan dalam kekerapan dan magnitud banjir kilat. Penduduk awal di kawasan Sungai Lembing mengatakan bahawa peristiwa banjir pada dekad kebelakangan ini telah banyak membawa kemusnahan kepada masyarakat dan alam sekitarnya. Artikel ini bertujuan untuk mencari punca sebenar perubahan perilaku luahan yang menyebabkan berlakunya banjir kilat di kawasan Sungai Lembing serta pengaruh perubahan guna tanah yang berkemungkinan besar telah mengubah keseimbangan kitaran hidrologi lembangan saluran.

Sorotan Kajian

Masyarakat tradisional di Malaysia merupakan sebuah masyarakat yang dipengaruhi oleh sistem sungai. Kebanyakan pusat petempatan awal di Tanah Melayu terletak di persisiran sungai-sungai utama yang sangat terdedah kepada masalah banjir. Dianggarkan seramai 2.5 juta orang mendiami dataran banjir di Malaysia (Noorazuan 2003). Pertambahan populasi berlaku disebabkan oleh faktor tarikan bandar utama yang terletak di atas sesuatu dataran banjir. Keterdedahan masyarakat kepada kejadian banjir dijangka semakin meningkat di Malaysia akibat kesemarakan populasi di kawasan dataran banjir di dalam sesebuah lembangan saluran.

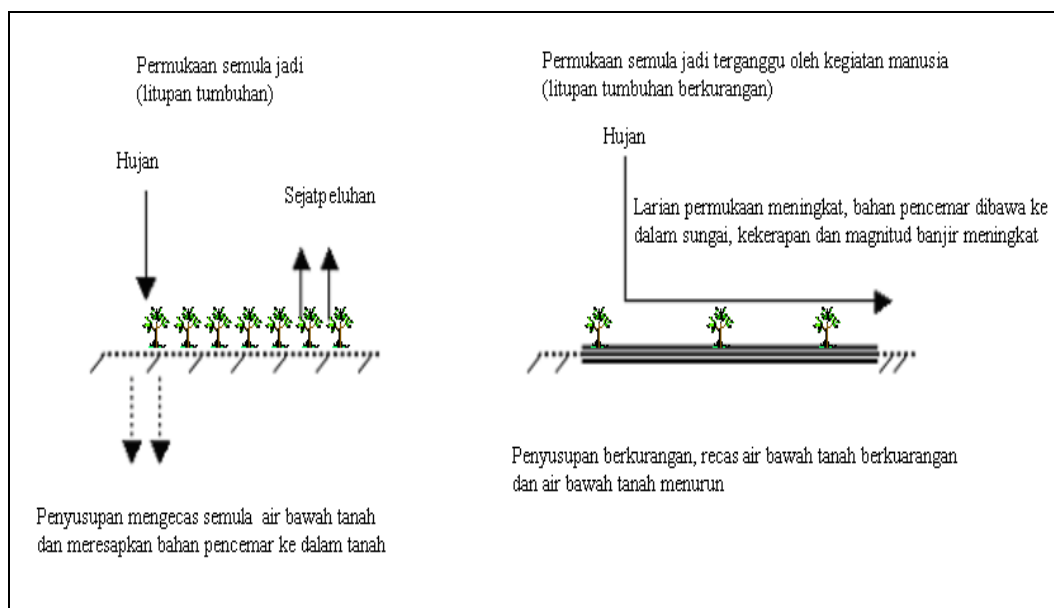
Menurut DID (2000), banjir boleh dikelaskan kepada dua jenis, iaitu banjir kilat dan banjir monsun. Dari segi hidrologi, perbezaan utama antara kedua-dua kategori banjir ini ialah tempoh yang diambil bagi paras luahan untuk kembali ke tahap normal dari puncak luahan banjir. Banjir kilat mengambil masa beberapa jam sahaja untuk kembali ke paras luahan normal berbanding dengan banjir monsun yang kadangkala mengambil masa sehingga sebulan untuk turun ke paras normal (Noorazuan 2006).

Banjir kilat boleh dicetuskan oleh faktor-faktor persekitaran semulajadi seperti iklim dan cuaca atau kehadiran garis badai di kawasan pinggir pantai ataupun bersekali dengan faktor-faktor bukan semulajadi seperti ketidakcekapan sistem saluran bandar serta peningkatan kawasan tepubina bandar. Kebanyakan kes banjir kilat di kawasan bandar di Lembah Kelang berpunca daripada gabungan faktor-faktor berkenaan (DID 2000). Pertambahan kawasan tepubina bandar merupakan faktor dominan yang menyebabkan peningkatan dalam aliran cepat sungai akibat kekurangan kawasan litupan hijau (Lazaro, 1990; Noorazuan dan Siti Aisah 2006).

Banjir kilat juga boleh berlaku akibat sistem saluran bandar yang tidak cekap (Acreman 2000; EPA 1997). Di Malaysia, proses pembandaran biasanya meliputi aspek pertambahan

kawasan guna tanah bandar dan pengurangan litupan tumbuhan. Kepadatan saliran bandar tidak berkembang selaras dengan pertumbuhan kawasan bandar. Inilah yang membawa kepada bencana banjir kilat, khususnya di Kuala Lumpur, apabila sistem saliran bandar tidak mampu lagi untuk mengalirkan larian ribut keluar semasa hujan (Noorazuan dan Asmala 2007). Kejadian banjir kilat dipercepatkan lagi dengan keadaan fizikal sistem saluran (parit dan sungai) yang tersumbat akibat pembuangan sisa domestik dan industri ke dalamnya.

Tumbuh-tumbuhan yang padat dan berada di dalam sistem ekologi semulajadinya memainkan peranan yang penting dalam mengawal banjir (Rajah 1). Jutaan helai daun hijau memerangkap sejumlah besar air di atas permukaannya. Oleh itu, jumlah larian permukaan yang akhirnya memasuki sungai dapat dikurangkan. Daun-daun yang berguguran di atas permukaan bumi pula dapat memperlahankan larian permukaan, menghalang hakisan permukaan dan melengahkan tempoh larian itu memasuki sungai. Apabila hutan ditebang untuk tujuan pembalakan dan pertanian, mitigasi banjir secara semulajadi ini menjadi berkurangan. Di sesetengah kawasan, permukaan bumi menjadi gondol dan terdedah. Ini mempercepatkan lagi proses kejadian banjir kilat.



Rajah 1: Pengurangan litupan hijau sebagai punca kejadian banjir kilat

Pertambahan kawasan hijau sudah pasti menambahkan lagi proses sejatpeluhan dan pintasan oleh silara tumbuhan (De Roo et al. 2001). Kajian-kajian perhutanan di kawasan tropika dan iklim sederhana telah menunjukkan keberkaitan proses pintasan dan sejatpeluhan dalam mengawal isipadu luahan, dengan mengurangkan serta melambatkan masa susupan air ke dalam tanah tanih (Lai dan Osman 1989; Manokaran 1979; Bruijnzeel 1990). Walaupun peratusan sejatpeluhan dan pintasan adalah rendah berbanding dengan jatuhan langsung ke permukaan bumi dan aliran terus ke permukaan, namun proses berkenaan sangat penting dalam mengimbangi kitaran hidrologi mikro.

Pada umumnya, keterdedahan masyarakat bandar terhadap bencana banjir bukan sahaja dari segi peningkatan kekerapan bencana berkenaan malahan peningkatan magnitud banjir mengikut masa. Ini boleh dikaitkan dengan peningkatan skala projek pembangunan di persisiran sungai yang mengakibatkan gangguan kepada ekosistem asal sungai seperti yang berlaku di Lembah Kelang. Berdasarkan laporan Jabatan Pengairan Saliran, pembangunan

infrastruktur bandar di sepanjang Sungai Kelang telah dikenalpasti sebagai penyebab utama yang peningkatan kekerapan dan magnitud banjir kilat di Lembangan Sungai Kelang pada tahun 1999 (JPS 1999).

Menurut Chan (1996), risiko dan keterdedahan masyarakat bandar kepada banjir kilat semakin meningkat di Malaysia sejak kebelakangan ini. Ini dapat dilihat berdasarkan pertambahan kawasan bandar yang terdiri daripada guna tanah tidak telap air seperti permukaan asphalt, simen dan juga konkrit. Bencana banjir kilat jelas boleh mendatangkan kerugian kepada masyarakat dan persekitaran. Kerugian yang dialami akibat bencana banjir boleh dikategorikan kepada dua jenis, iaitu kerugian langsung dan kerugian tidak langsung. Biasanya kerugian daripada bencana banjir sangat bergantung kepada tahap sosio-ekonomi penduduk di kawasan banjir. Menurut Chan (2000), kesan bencana banjir lebih banyak dirasakan oleh penduduk di kawasan dataran banjir yang berpendapatan rendah berbanding dengan penduduk yang berpendapatan sederhana dan tinggi.

KAEDAH DAN KAWASAN KAJIAN

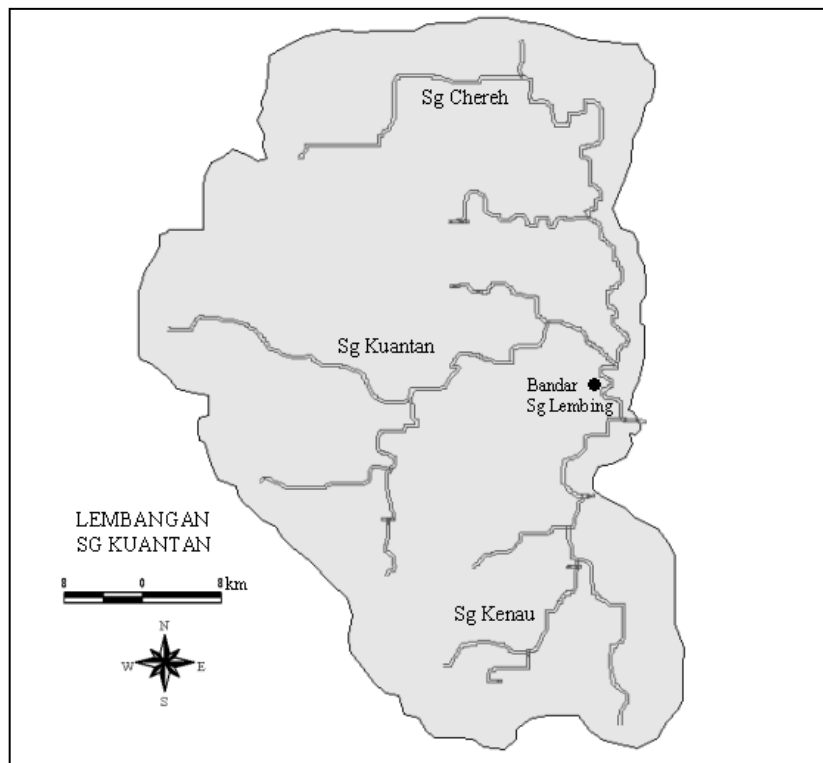
Bandar Sg. Lembing terletak di antara pertemuan dua sungai iaitu Sg. Kenau dan Sg. Kuantan. Oleh kerana Sg. Kuantan dianggap lebih mengungguli kejadian banjir kilat di Bandar Sg. Lembing maka Lembangan Sg. Kuantan (Rajah 2) dipilih sebagai kawasan penyelidikan bagi meneliti kekerapan dan magnitud banjir serta perubahan ruang lembangan berkenaan dan impaknya terhadap kualiti persekitaran. Kajian ini bertujuan untuk mencari punca sebenar perubahan luahan sungai yang menyebabkan banjir kilat di Sungai Lembing serta pengaruh perubahan guna tanah terhadap kejadian banjir dalam perspektif lembangan saliran. Kajian ini memfokus kepada faktor perubahan guna tanah akibat aktiviti pembalakan dan pertanian di Lembangan Sg. Kuantan.

Bagi menilai perubahan ruang lembangan, tempoh masa di antara tahun 1990 dan 2002 telah digunakan kerana perubahan guna tanah di sepanjang tempoh berkenaan dilihat mempengaruhiimbangan air, khususnya komponen aliran cepat. Tempoh berkenaan juga telah dikenal pasti sebagai tempoh yang paling kritikal yang menyebabkan lembangan berkenaan mengalami banjir kilat yang paling serius (JPS 2000; Sulong, et al. 2005; Norhafizah 2006).

Maklumat guna tanah di kawasan kajian telah diperolehi dari ibu pejabat Jabatan Pertanian Kuala Lumpur. Maklumat dalam bentuk digital (*shapefiles*) itu meliputi keseluruhan kawasan Pahang Utara. Proses *clipping* kawasan kajian, iaitu Lembangan Sg Kuantan kemudiannya dilakukan dalam persekitaran GIS Arcview. Maklumat atribut GIS dalam bentuk dBASE telah diedit untuk disesuaikan dengan kajian ini. Suatu *extension* khas GIS, iaitu *Patch Analyst* telah digunakan untuk menganalisis perubahan metrik ruang lembangan ini (Elkie, et al. 1999).

Dua statistik ruang digunakan dalam kajian ini, iaitu - *Edge Density* (ED) dan *Shannon Diversity Index* (SDI). Analisis statistik ruang digunakan bagi membuktikan wujudnya perubahan tanah di peringkat kelas guna tanah dan lanskap lembangan. Nilai ED ialah suatu bentuk statistik ruang yang merujuk kepada sempadan di antara kelas guna tanah yang berbeza-beza, manakala nilai SDI digunakan bagi mengenalpasti kepelbagaian jenis *patch* (poligon) pada peringkat lanskap lembangan (McGarigal dan Marks 1994). Pertambahan dalam indeks ED dan SDI mencerminkan kawasan yang telah mengalami proses fragmentasi guna tanah sehingga menyebabkan jumlah *patch* (poligon) yang terhasil lebih banyak dan bersempadan dengan kelas-kelas guna tanah yang lain.

Data hujan secara bulanan digunakan untuk membentuk indeks hujan piawai (*Standardised Precipitation Index*)-SPI. Kaedah SPI adalah berdasarkan kepada kebarangkalian kumulatif kejadian hujan yang berlaku di sesuatu stesen (McKee, et al. 1993). Pengiraan SPI adalah berdasarkan rekod jangka panjang kerpasan untuk tempoh di antara 1970 - 2003 bagi Stesen Hujan Sg Lembing PCCL (Nombor Stesen: 3930012). Rekod bulanan jangka panjang tersebut disesuaikan dengan taburan kebarangkalian dan kemudiannya diubah menjadi taburan normal supaya nilai purata SPI bagi stesen berkenaan adalah sifar (Ahmad dan Low, 2002). Nilai positif SPI mencerminkan keadaan kebasahan manakala nilai negatif SPI mencerminkan keadaan kekeringan atau kejadian kemarau (Jadual 1). Nilai pemalar di dalam persamaan 1 dan 2 telah didapati berdasarkan kepada McKee, et al.(1993).



Rajah 2. Kawasan Kajian – Lembangan Saliran Sg. Kuantan

Pengiraan SPI adalah seperti berikut :

$$SPI = - \left(t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3} \right) \text{ bagi } 0 < H(x) \leq 0.5 \dots\dots (1)$$

$$SPI = + \left(t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3} \right) \text{ bagi } 0 < H(x) < 1.0 \dots\dots (2)$$

apabila,

$$t = \sqrt{\ln\left(\frac{1}{(H(x))^2}\right)} \text{ bagi } 0 < H(x) \leq 0.5$$

$$t = \sqrt{\ln\left(\frac{1}{(1.0 - H(x))^2}\right)} \text{ bagi } 0 < H(x) < 1.0$$

$$c_0 = 2.515517$$

$$c_1 = 0.802853$$

$$c_2 = 0.010328$$

$$d_1 = 1.432788$$

$$d_2 = 0.189269$$

$$d_3 = 0.001308$$

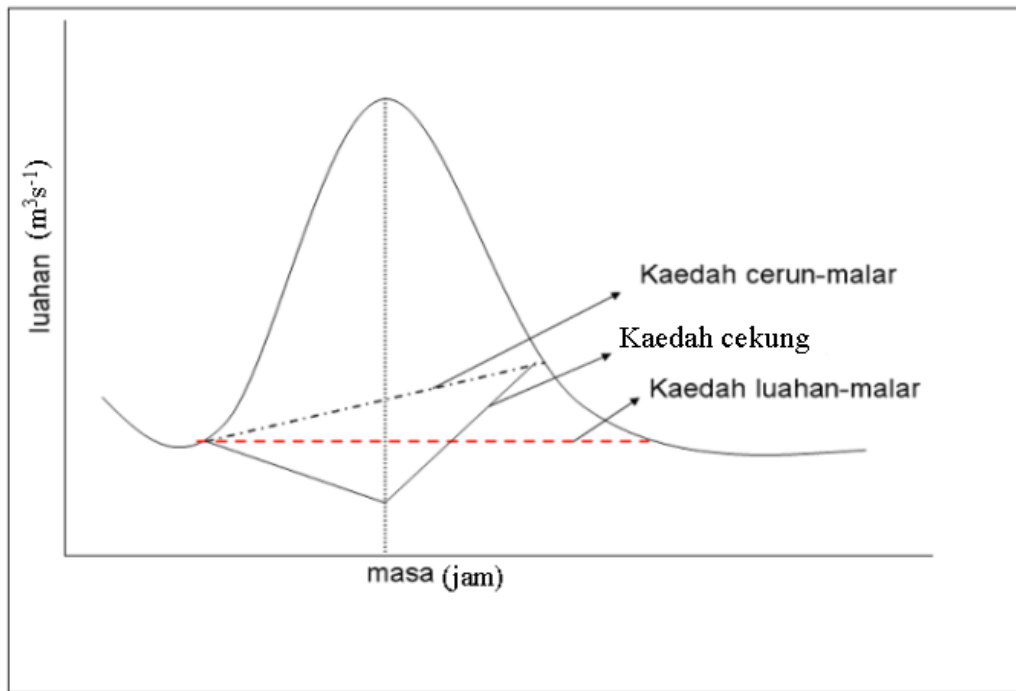
Jadual 1: Nilai SPI mengikut magnitud kekuatannya

2.0+	Basah melampau
1.5 hingga 1.99	Sangat basah
1.0 hingga 1.49	Sederhana basah
-0.99 hingga 0.99	Hampir normal
-1.0 hingga -1.49	Sederhana kering
-1.5 hingga -1.99	Sangat kering
-2 dan kurang	Kering melampau

Bagi menjelaskan penyebab kepada peningkatan komponen aliran cepat, teknik pemisahan hidrograf berdasarkan luahan malar (Rajah 3) telah digunakan. Teknik ini dipilih bagi mengenal pasti nilai aliran cepat yang terhasil bermula pada tahun 1980an. Ia dilaksanakan ke atas data luahan harian yang diperolehi dari ibu pejabat JPS di Jalan Ampang berdasarkan stesen luahan Sg. Kuantan (Nombor Stesen JPS: 3930401), berdekatan Bukit Kenau. Peningkatan nilai aliran cepat menerusi akan menunjukkan sejauh mana ketidakupayaan lembangan untuk mengawal perilaku luahan sungai. Peningkatan nilai aliran cepat biasanya dikaitkan dengan pertambahan isipadu air sungai sehingga melebihi muatan sebenar alur dan akhirnya membawa bencana banjir kilat (Bedient dan Huber 1988; JPS 2000; Noorazuan dan Siti Aisah 2006). Keluasan kawasan kajian (Lembangan Sg Kuantan) ialah kira-kira 52,903 ha. dan hampir sebahagian besarnya adalah kawasan hutan simpan, khususnya Hutan Simpan Reman Cereh. Puncak tertinggi di kawasan kajian ialah Gunung Tapis yang melebihi 1,000 m dari aras laut. Lembangan Sg. Kuantan merupakan sebuah lembangan tadahan air yang sangat penting dalam mengawal perilaku luahan terutamanya Sungai Kuantan dan Sungai Kenau. Komposisi lembangan yang terdiri daripada kawasan hutan dipterokarpa tanah tinggi serta sedikit kawasan hutan jenis pergunungan oak-montane menyimpan pelbagai khazanah flora dan fauna hutan tropika lembap. Namun, sejak sedekad yang lepas pembangunan tanah bagi tujuan pertanian dan juga pengeluaran hasil bumi seperti kayu balak berkualiti tinggi telah mengubah entiti litupan lembangan ini.

Bagi mendapatkan maklum balas tentang persepsi masyarakat setempat terhadap isu banjir kilat, seramai 90 orang responden telah dipilih secara rawak, mewakili sepuluh buah kampung berhampiran dengan Bandar Sg Lembang. Data mentah soal selidik diproses di

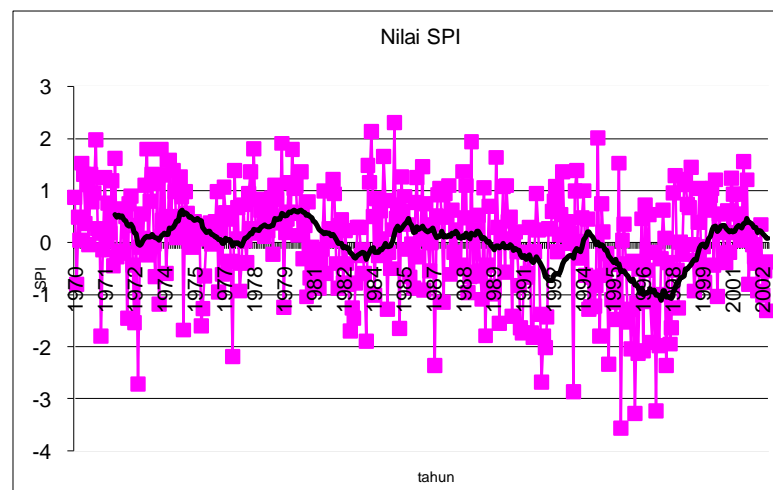
dalam persekitaran perisian SPSS (Windows Versi 12) bagi menghasilkan maklumat berkaitan dengan persepsi dan tanggapan masyarakat terhadap bencana banjir kilat.



Rajah 3: Teknik pemisahan hidrograf luahan malar digunakan dalam kajian ini

HASIL KAJIAN DAN PERBINCANGAN

Nilai SPI menunjukkan variasi indeks kebasahan dan kemarau di Sg. Lembang (Rajah 4). Nilai SPI yang rendah pada tahun-tahun 1992-94 dan 1996-98 boleh dikaitkan dengan fenomena El-Nino di Semenanjung Malaysia, khususnya di kawasan Pantai Timur (Shaharuddin, 2004; Noorazuan dan Shaharuddin 2005). Tren SPI dari tahun 1991 hingga 1999 menunjukkan bahawa stesen berkenaan mengalami kekeringan yang tinggi berbanding dekad sebelumnya.



Rajah 4: Nilai SPI bulanan di Sg. Lembang.
Nota: Garis hitam merujuk kepada purata bergerak dwi-tahunan.

Secara logik indeks kekeringan yang semakin meningkat, mencerminkan keupayaan penjanaaan kapasiti luahan banjir yang semakin menurun. Namun, apa yang diperhatikan, magnitud banjir di Sg. Lembing semakin meningkat semasa tempoh kering berkenaan (Jadual 2). Purata aliran cepat yang terhasil pada kumpulan kedua (1993-2001) adalah dua kali lebih besar daripada kumpulan awal (1980-1985).

Jadual 2. anggaran jumlah aliran cepat ($\text{m}^3 \text{s}^{-1} \text{hari}^{-1}$) bagi stesen luahan Sg Kuantan*

Tahun	Jumlah aliran cepat ($\text{m}^3 \text{s}^{-1} \text{hari}^{-1}$)
Kumpulan 1	
1980	8.1
1981	5.2
1982	6.6
1983	12.0
1984	14.4
1985	29.2
Kumpulan 2	
Purata tahunan $12.5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} \text{ hari}^{-1}$	
1993	49.8
1994	48.6
1995	19.5
1996	10.2
1997	34.6
1998	15.1
1999	12.5
2000	37.9
2001	29.2
Purata tahunan $28.6 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} \text{ hari}^{-1}$	

*Nota: Analisis perubahan aliran cepat adalah berdasarkan anggaran kasar tahunan sahaja memandangkan terdapat kehilangan rekod harian bagi luahan sungai.

Terdapat perubahan yang ketara dalam aliran cepat, khususnya pada tempoh tahun 1993-1994 dengan paras aliran cepat hampir mencecah nilai $50 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} \text{ hari}^{-1}$. Paras tertinggi aliran cepat pada tempoh awal hanya mencecah $29.2 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} \text{ hari}^{-1}$ pada tahun 1985. Dari aspek perubahan ruang lembangan, selepas tahun 1995, terdapat pengurangan kawasan hutan akibat aktiviti pembalakan di sekitar kawasan Hutan Simpan Reman-Cereh (Jadual 3). Pada tahun yang sama juga terdapat pertambahan keluasan kawasan pertanian, khususnya di kawasan hulu Sg. Kenau (Rajah 5).

Analisis statistik ruang juga membuktikan wujudnya perubahan di peringkat lanskap lembangan dan juga di peringkat kelas guna tanah (Jadual 4). Nilai *Edge Density* (ED) dan *Shannon Diversity Index* telah meningkat selepas tahun 2000. Ini membuktikan bahawa

lembangan berkenaan telah mengalami proses fragmentasi guna tanah, khususnya guna tanah perhutanan sehingga menyebabkan jumlah *patch* yang terhasil menjadi lebih banyak dan bersempadanan dengan kelas-kelas guna tanah yang lain.

Dengan kata lain, guna tanah hutan telah mengalami perubahan struktur asalnya secara drastik sehingga menyebabkan peningkatan keluasan sempadan kelas guna tanah hutan dengan kelas-kelas yang lain. Dari aspek perhutanan, jumlah sempadan yang tinggi dengan kelas yang lain boleh mencerminkan peningkatan kadar pencerobohan dan penerokaan hutan secara haram.

Jadual 3: Gunatanah Lembangan Sg. Kuantan 1990-2002

Gunatanah Lembangan Sg. Kuantan				
Jenis Guna tanah	1990 (ha)	1995 (ha)	2000 (ha)	2002 (ha)
Bandar dan kawasan berkaitan	120	120	513	482
Perkebunan/dusun	295	218	269	262
Penanaman kekal/komersial	-	107	2,238	2,223
Rumput	574	481	700	727
Cerang baru	340	-	227	496
Hutan	51,066	50,802	43,978	41,603
Belukar	486	598	4,905	7,061
Kawasan terbiar/berpaya	22	577	73	49
Jumlah	52,903	52,903	52,903	52,903

Jadual 4: Analisis metriks Lembangan Sg Kuantan

Statistik ruang	1990	1995	2000	2002
Edge Density (ED) (unit m/ha)	5.89	7.76	18.42	21.19
Shannon Diversity Index (SDI)	0.20	0.25	0.70	0.79

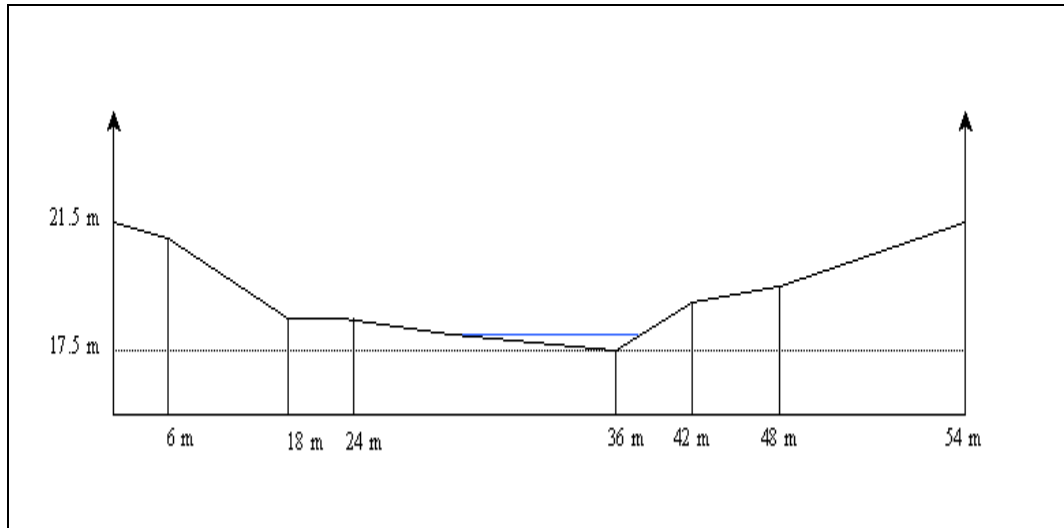
Jadual 5 menunjukkan kekerapan dan magnitud luahan Sungai Kuantan berdasarkan kepada tiga paras utama di stesen Bukit Kenau. Memandangkan terdapat kehilangan data harian yang signifikan sebelum tahun 1995, analisis hanya dapat dibuat pada sela tahun antara 1996-1998 dan juga 1999-2001. Hasil perubahan kekerapan dan magnitud banjir berkenaan menunjukkan kekerapan untuk luahan sungai mencapai aras bahaya telah bertambah hampir 3 kali ganda pada penghujung tahun 1990, berbanding dengan sela tahun 1996-1998. Walaupun maklumat berkenaan tidak menyeluruh, namun penelitian berkenaan sudah mampu dikaitkan dengan perubahan keluasan kawasan hutan tadahan dan kawasan pertanian komersil di Lembangan Sg. Kuantan.

Jadual 5: Kekerapan dan magnitud banjir berdasarkan kepada tiga paras utama

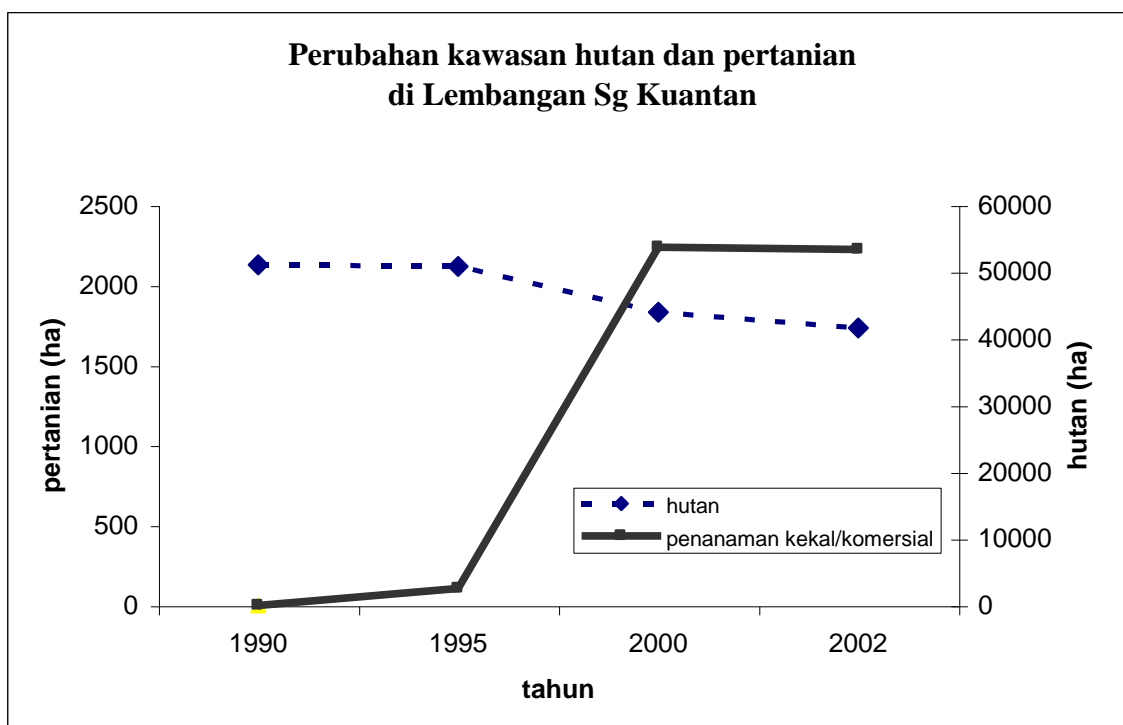
Sela Tahun	Aras waspada (17.0 m)	Aras Berjaga-jaga (21.5 m)	Aras Bahaya (23.0 m)
1996-1998	21	19	216
1999-2001	22	62	637

Sumber: Jabatan Pengairan dan Saliran Malaysia

Berdasarkan kepada kerja lapangan pada bulan Ogos 2005, beberapa penelitian terhadap keupayaan morfologi sungai dalam mengangkut enapan dan luahan telah diteliti (Rajah 5). Didapati keadaan morfologi sungai di sepanjang Pekan Sg Lembang sangat terdedah dengan peningkatan aras air memandangkan wujudnya beting pasir dan mendapan tebal di dalam sungai berkenaan. Ini merupakan satu lagi bukti kepada ketidakmampuan sungai berkenaan untuk menampung kuantiti air semasa peristiwa hujan ribut yang besar.



Rajah 5. Keratan rentas Sg Kenau (cabang utama Sg Kuantan) berdekatan Pekan Sg Lembang pada Ogos 2005



Rajah 6: Perubahan keluasan kawasan hutan tadahan dan kawasan pertanian komersil di Lembangan Sg. Kuantan

Oleh kerana Bandar Sg. Lembing mengalami banjir kilat hampir setiap tahun sejak 1990an, ia bukan lagi suatu kejutan kepada penduduk tempatan. Beberapa ciri penyesuaian masyarakat terhadap banjir telah dilakukan. Misalnya, ramalan jangka masa dan aras banjir dapat dijangka oleh penduduk. Ini dijelaskan sendiri oleh penduduk tetap Sg. Lembing:

“Sungai Lembing mengalami banjir yang semakin besar dan berlaku setiap tahun sejak tahun 1990-an. Keadaan ini tidak begitu dahulu, misalnya tahun 1970-an atau sebelumnya. Saya dapat menjangkakan bila banjir akan berlaku dengan agak tepat. Banjir di Sungai Lembing pada masa sekarang ini lazimnya berlaku dua kali. Kali pertama, banjir tidak besar. Dalam jangka masa kurang sehari selepas banjir pertama, banjir kedua akan menyusul. Banjir kali ini lebih besar, dan beberapa orang penduduk mungkin akan dipindahkan ke tempat yang selamat. Jalan raya dinaiki air. Keadaan air melimpahi tebing sungai, menaiki jalan raya dan memasuki rumah. Banjir reda dalam tempoh kira-kira satu hari” (Temubual, September 2005).

“Dulu, pada tahun 1970-an dan semasa zaman British, banjir di sini tidaklah selalu berlaku dan jika berlaku tidaklah pula besar. Itulah sebabnya syarikat lombong Inggeris membina bangunan kedai dua tingkat sepanjang Sungai Kenau ini. Banjir tak sampai ke kedai. Selepas lombong ditutup pada tahun 1984, banjir semakin menjadi-jadi. Tahun lepas, banjir hampir mencecah lantai tingkat atas kedai saya. Cuba lihat tanda aras banjir yang saya tanda di tiang itu” (Temubual, September 2005).

“Punca kepada keadaan banjir sekarang ini bukan apa, penebangan hutan untuk pembalakan dan pembukaan tanah untuk pertanian. Lihat di sana! Hutan semakin nipis. Manusia semakin haloba, tak fikir kesan perbuatan mereka ke atas orang lain, seperti kami yang tinggal di sini. Apa yang mereka fikirkan ialah cari keuntungan secepat mungkin, cari wang sebanyak yang boleh” (Temubual, September 2005).

Tiga pandangan penduduk tersebut memperjelaskan situasi di peringkat tempatan. Kekerapan banjir dikaitkan langsung dengan pembukaan tanah untuk pertanian, pembalakan dan pembinaan empangan atas nama pembangunan. Kesemua maklumat penduduk ini merupakan realiti pembangunan tanah yang berlaku di Lembangan Sg. Kuantan yang kesannya dirasai oleh penduduk Sg. Lembing. Oleh kerana kerapnya berlaku banjir kilat, penduduk tempatan terpaksa membuat penyesuaian terhadap banjir bagi meneruskan kehidupan.

Berdasarkan analisis soal selidik yang berkaitan dengan kesan banjir terhadap masyarakat tempatan, kategori kemusnahan barang dapur dan barangan elektrik merupakan kategori utama milikan yang terjejas teruk. Dari aspek struktur rumah di petempatan tersebut, ruang dapur kebanyakannya didapati terletak di atas permukaan tanah yang sangat terdedah kepada kemusnahan banjir. Kajian ini juga mendapati bahawa anggaran kerugian berdasarkan 90 orang responden adalah kira-kira RM 105,000, atau sebanyak RM1,166 untuk setiap sebuah rumah di Sungai Lembing. Walaupun kos tersebut adalah kecil, namun dari segi pendapatan penduduk di sekitar petempatan tersebut, kos tersebut adalah sangat tinggi. Oleh kerana faktor ketidakupayaan penduduk dari segi kewangan untuk mengadaptasikan keadaan pasca bencana, 18 daripada 90 orang responden mengaku cuba membuat sedikit perubahan terhadap struktur rumah mereka supaya tidak ditenggelami air semasa banjir. Selebihnya tidak membuat apa-apa perubahan sebaliknya mengekalkan struktur rumah mereka. Kajian

persepsi terhadap kesan perubahan magnitud dan kekerapan banjir telah membuktikan wujudnya fenomena perubahan perilaku banjir sejak lima tahun yang lepas (Jadual 6). Boleh dikatakan bahawa hampir 70 peratus responden bersetuju bahawa banjir semakin teruk disebabkan pelbagai faktor termasuklah perubahan hujan yang semakin lebat yang meningkatkan magnitud dan kekerapan banjir di Sungai Lembing. Di samping itu, aspek pembalakan dan keadaan sungai yang semakin cetek juga menjadi faktor utama peningkatan banjir di Sungai Lembing.

Jadual 6: Persepsi terhadap faktor yang mempengaruhi peningkatan banjir di Sungai Lembing

Faktor Penyebab Banjir	Peratusan (%)		
	Setuju	Tidak setuju	Tidak tahu
Hujan lebih lebat berbanding dahulu	67.8	24.4	7.8
Aktiviti pembalakan di hulu sungai	64.4	25.6	10
Pelombongan pasir	23.3	53.3	23.4
Pembukaan tanah pertanian	10	55.6	34.4
Pembinaan infrastruktur	4.4	60	35.6
Sungai semakin cetek	66.7	23.3	10
Longkang tersumbat	23.3	51.1	25.6

RUMUSAN

Kajian ini membuktikan bahawa pada akhir 1990an, wujud perubahan yang sangat ketara terhadap perilaku luahan di lembangan Sg. Kuantan sehingga membawa kepada perubahan kekerapan dan magnitud banjir di kawasan bandar Sg. Lembing. Walaupun terdapat perubahan dalam variasi hujan, namun peningkatan dalam komponen aliran cepat pada tahun-tahun 1990an boleh dikaitkan dengan aktiviti perubahan reruang lembangan, terutamanya aktiviti pembalakan dan juga pertanian.

Kajian ini juga membuktikan bahawa terdapat perubahan gunatanah yang jelas, khususnya di kawasan asal hutan simpan di Lembangan Sg. Kuantan. Lebih 9000 ha. tanah hutan telah berubah sama ada menjadi kawasan belukar (hutan asal pernah diganggu) atau kawasan pertanian sepanjang tempoh 1990-2002. Bekas kawasan hutan simpan di hulu Sg. Kenau dilihat sebagai kawasan utama yang telah dimajukan sebagai kawasan pertanian tanaman kekal, manakala di hulu Sg. Cereh terdapat kawasan yang telah ditinggalkan (belukar/semak) akibat aktiviti pembalakan selepas tahun 2000. Hasil kajian pemisahan hidrograf juga menunjukkan dua fasa aliran cepat yang berbeza sebelum dan selepas 1980an. Pandangan penduduk tempatan terhadap punca-punca banjir kilat di bandar mereka mempunyai asas jika dilihat bersama-sama dengan bukti analisis dari kajian ini. Bagaimanapun, adalah diharapkan apabila Empangan Sg. Cereh siap, luahan atau perilaku sungai dapat dikawal dan kekerapan banjir di Bandar Sg. Lembing dapat dikurangkan.

RUJUKAN

Acreman, M (ed). 2000. *The hydrology of the UK*. A study of change. London: Routledge.

Ahmad Jamaluddin & Low, K.S. 2002. The 1998 Drought in the Kuala Lumpur-Bangi-Kajang Cornubation: Charaterisation and Impatcs. Paper presented at the *International Conference on Urban Hydrology*. 14-18 October 2002. Kuala Lumpur.

- Bedient, P. & Huber, W. 1988. *Hydrology and floodplain analysis*. Massachusetts: Addison-Wesley Pub.
- Bruinjzeel, L.A. 1990. *Tropical moist forest: a state of knowledge review*. Paris: UNESCO.
- Chan, N.W. 1996. Aspek-aspek sosio-ekonomi berkaitan dengan bahaya dan bencana banjir di Semenanjung Malaysia. *Prosiding Persidangan Kebangsaan Kajian Sains Sosial, IRPA*. Universiti Malaya. (ms: 294-311)
- Chan, N.W. 2000. Faktor paling signifikan terhadap keterukan subjektif impak banjir. Dlm *Perbandaran dan perancangan persekitaran*. Mohd Razali Agus & Fashbir Noor Sidin (pnyt). Kuala Lumpur: Utusan Pub. (ms. 249-261)
- De Roo, A., Odijk, M., Schmuck, G., Koster, E & Lucieer, A. 2001. Assessing the effects of land use changes on floods in the Meuse and Oder Catchment. *Phys. Chem. Earth (B)*, **26**, (7-8): 593-599.
- DID. 2000. *Urban stormwater management manual for Malaysia*. Kuala Lumpur: Department of Irrigation and Drainage. Malaysia.
- EPA. 1997. *Urbanization and streams: studies of hydrologic impacts*. Office of Water. Report No. 641-R-97-009. Washington
- Elkie, P., Rempel, R., & Carr, A., 1999. *Patch Analyst User's Manual*. Ontario Ministry of Natural Resources. Northwest Science and Technology, Thunder Bay, Ontario. TM-002. 16 pp + Appendix
- JPS. 1999. *Laporan banjir kilat di Lembangan Sungai Kelang Tahun 1999*. Kuala Lumpur: Bahagian Hidrologi, Jabatan Pengairan dan Saliran Malaysia.
- JPS. 2000. *Laporan Banjir di Pahang Tahun 2000*. Kuala Lumpur: Jabatan Pengairan dan Saliran..
- Lai, F.S. & Osman S. 1989. Rainfall interception, throughfall, stemflow in two acacia mangium stands in Kemasul, Pahang. *IHP-UNESCO-FRIM Regional seminar on tropical forest hydrology*, 4-9 Sept. 1989. Kuala Lumpur.
- Lazaro, T.R. 1990. *Urban hydrology. A multidisciplinary perspective* (Revised edition). Lancaster: Technomic Publishing Com Inc.

- Manokaran, N. 1979. Stemflow, throughfall and rainfall interception in a lowland tropical rainforest in Peninsular Malaysia, *Malayan Forester*, **42**: 174-201.
- McKee, T.B., N.J. Doesken & J. Kleist. 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scales. Preprints, *8th Conference on Applied Climatology*, January 17–22, Anaheim, California. pp. 179–184.
- Noorazuan, M.H., 2001. Kajian aliran terendah luahan sungai dan hubungannya dengan sumber bekalan air Bukit Fraser, Pahang. Dlm. *Fraser's Hill: Physical, biological and socio-economic environments*, A. Latiff, Zuriati Zakaria, Zaidi M. Isa, Kamaruddin Mat-Salleh, Noorazuan, M.H. & Laily B. Din (eds). Bangi. 287pp.
- Noorazuan, M.H. 2003. Banjir kilat dan saluran bandar: Isu dan cabaran pengurusan di alaf baru. Dlm. *Isu-isu pengurusan alam sekitar*. Tuan Pah Rokiah & Hamidi, I. (pnyt) Sintok: Universiti Utara Malaysia. (ms. 95-112)
- Noorazuan M.H. & Siti Aisah Shamsudin. 2006. Penghutanan dan pemuliharaan bandar: Kesannya terhadap ciri-ciri hidrologi sungai di Lembangan Sankey, UK. Dlm *Prosiding Persidangan Biologi Kebangsaan 2006*, Rosnidar Mansor, et al. (pnyt), Tanjung Malim: Penerbit UPSI. (ms. 83-88).
- Noorazuan, M.H. & Shaharuddin Ahmad 2005. “Meneliti aspek kemarau dan implikasinya terhadap strategi pengurusan sumber air di Negeri Sembilan”. Prosiding Persidangan PPSPP-2. UKM Bangi (ms : 926-935).
- Noorazuan, M.H. & Asmala Hj Ahmad 2007. Tepubina bandar: Isu dan kaitannya dengan kesihatan ekosistem lembangan saluran. *Jurnal Geografia*. **4**(1): 1-20.
- Norhafizah Bakri. 2006. *Analisis perubahan magnitud dan kekerapan banjir di Sg. Lembang, Kuantan*. Kertas Projek (Geografi). Tidak diterbitkan.
- Schueler, T. 1994. The importance of imperviousness. *Watershed protection techniques*. **1**(3):100-111.
- Shaharuddin Ahmad. 2004. Trends and variability of rainfall in Malaysia: A case of Kuala Lumpur and Kuantan, Pahang. Paper presented at the *3rd Annual Hawaii International Conference on Social Sciences*, Honolulu, Hawaii. USA. 16-19 Jun 2004.

Sulong, M, Kadaruddin, A & Noorazuan, M.H. 2005. Rejuvenating the Ghost town: The case of Sg Lembing, Kuantan, Pahang. Paper presented at *Seminar Bulanan PPSPP*. UKM Bangi. 16 November 2005.

Noorazuan Md Hashim, Sulong Muhamad, Kadaruddin Aiyub & Norhayati Yahya,
School of Social, Development and Environmental Studies
Faculty of Social Sciences and Humanities
Universiti Kebangsaan Malaysia
Bangi, Selangor
Email: azwan@ukm.my