

IMPAK AKTIVITI PEMBANGUNAN TERHADAP TREND KEKERAPAN DAN MAGNITUD BANJIR DI LEMBANGAN SUNGAI MENGGATAL, KOTA KINABALU, SABAH

*Adi Jafar, Mohammad Tahir Mapa & Nordin Sakke
Fakulti Kemanusiaan, Seni dan Warisan
Universiti Malaysia Sabah*

Abstrak

Punca kejadian banjir di sesebuah lembangan saluran adalah disebabkan oleh ketidakupayaan alur sungai untuk menampung pertambahan input luahan yang berterusan pada satu-satu masa. Kejadian seperti ini terhasil apabila berlaku perubahan guna tanah akibat peningkatan kegiatan pembangunan yang pesat di sesuatu kawasan. Lembangan Sungai Menggatal adalah antara lembangan sungai yang tidak terlepas daripada proses perubahan guna tanah. Aktiviti pembangunan di lembangan tersebut giat dijalankan sejak tahun 2000 hingga kini. Implikasi daripada kegiatan ini boleh mengakibatkan berlakunya peningkatan fenomena banjir kilat. Hal ini disebabkan aktiviti pembangunan telah mengakibatkan perubahan ciri-ciri guna tanah yang secara tidak langsung telah mengganggu sistem hidrologi lembangan tersebut. Oleh itu, dua objektif kajian telah disasarkan, iaitu mengenal pasti kesan aktiviti pembangunan terhadap kejadian banjir di Lembangan Sungai Menggatal dan mengenal pasti langkah mitigasi yang telah dilaksanakan berdasarkan tempoh masa penggunaannya. Bagi mencapai objektif yang telah ditetapkan, beberapa jenis kaedah kajian telah digunakan. Kaedah tersebut merangkumi kerja lapangan, pemerhatian, kaedah tinjauan, analisis GIS dan analisis *rational method*. Hasil analisis GIS menunjukkan wujudnya perubahan jenis guna tanah hutan kepada jenis guna tanah bukan hutan seperti guna tanah bandar dan kawasan terbuka. Dapatan ini adalah berdasarkan kajian perbandingan dalam tempoh sepuluh tahun (1998 – 2008). Didapati perubahan tersebut telah menyebabkan berlakunya peningkatan pada tepu bina lembangan, penyahutan, hakisan dan pemendapan. Selain itu, hasil kajian yang diperolehi daripada kaedah tinjauan mendapati terdapat sembilan jenis kaedah mitigasi banjir telah dijalankan. Lima daripadanya adalah pengurusan oleh kerajaan, sementara selebihnya adalah daripada penduduk kampung.

Kata kunci: Pembangunan, perubahan guna tanah, mitigasi banjir, banjir.

Abstract

Floods in a particular drainage basin is caused by the inability of the river to channel excess water to accommodate the increasing discharge at a time. Such incidents resulting in the event of changes in land use due to a rapid increase in construction activity in an area. Sungai Menggatal basin is one of the basin that involved in the process of changing land use. Development activities in the basin is being carried out since 2000 until now. The implications of these activities can lead to an increase in the phenomenon of flash floods. This is because, the development activities have resulted in changes in the characteristics of land use indirectly disrupt the hydrological basin. Thus, the study have two objectives: to identify the impact of development activities to Sg. Menggatal basin and to identify mitigation measures that have been implemented by the time of its use. In order to achieve the objectives outlined several methods were used. These methods include field work, observation, survey methods, GIS analysis, and rational analysis method. GIS analysis results indicated the existence of a change of use of forest land to non-forest land use such as urban land use and open space. This finding is based on a comparative study in the last 10 years (1998-2008). It was found that these changes have resulted in an increase in built-up basins, deforestation, erosion and sedimentation. In addition, the results obtained from the survey found that there are nine types of flood mitigation measures have been carried out. Five of whom are management by the government while the rest by the villagers.

Keywords: *Development, land-use change, mitigation of floods, flood.*

Pengenalan

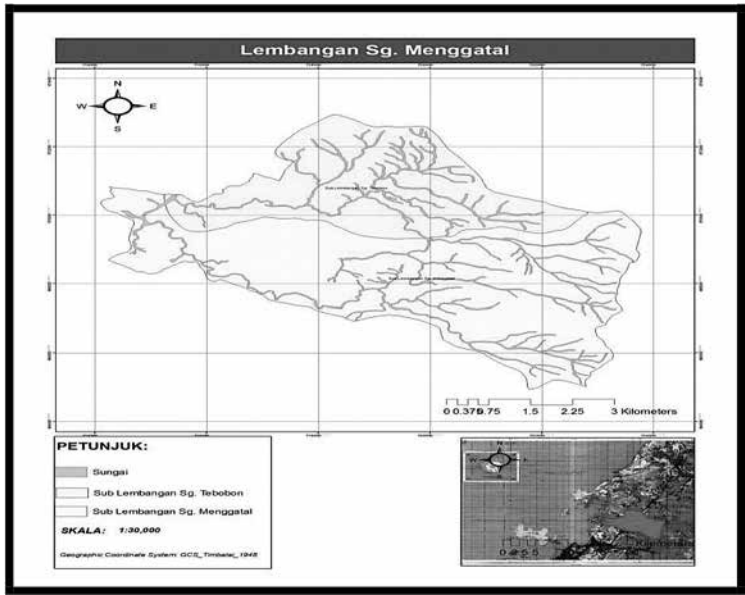
Lembangan Sungai Menggatal merupakan salah satu kawasan yang mengalami proses pembangunan guna tanah paling aktif di sekitar Kota Kinabalu. Perubahan guna tanah yang agak ketara berlaku sejak tahun 2000. Sejak tahun tersebut, telah banyak kawasan hutan berbukit diratakan, sementara kawasan tanah paya ditebus guna untuk dijadikan kawasan perumahan seperti Taman Perumahan Cerah, Taman North Gudon, Taman Fuliwah dan sebagainya (Adi, 2009; Adi *et al.*, 2010). Aktiviti ini bukan sahaja telah merubah kadar kecerunan, malah telah merubah ciri-ciri guna tanah (*land use*) dan ciri-ciri

landskap fizikal (*land cover*) kawasan tersebut. Perubahan kawasan tersebut telah mempengaruhi keadaan simpanan sementara (*storage*) dan pergerakan (*transit*) air sehingga mengakibatkan peningkatan kejadian banjir dari tahun 2000 hingga 2005 (Hafizah, 2010).

Lokasi Kajian

Kajian ini dijalankan di Lembangan Sungai Menggatal yang merangkumi sublembangan Sungai Tobobon dan sublembangan Sungai Menggatal. Kedua-dua sublembangan saluran tersebut mempunyai *outlet* atau *point* akhir yang terletak di Sungai Miliwat (JUPEM, 2006). Lembangan Sungai Menggatal terletak di daerah Menggatal, Kota Kinabalu, Sabah. Daerah Kota Kinabalu berkedudukan di latitud $5^{\circ} 56'$ utara dan longitud $116^{\circ} 03'$ timur. Ia mempunyai keluasan seluas 317 km^2 , bersamaan dengan 20,998.934.6 hektar. Daerah Kota Kinabalu boleh dibahagikan kepada beberapa kawasan seperti Tanjung Aru, Bandaraya Kota Kinabalu, Nountun Inanam, Kuala Inanam, Kota Kinabalu Industrial Park (KKIP), Menggatal, Kuala Menggatal, Menggatal North dan Telipok (Jabatan Perangkaan Malaysia, 2007).

Lokasi kajian adalah di Lembangan Sungai Menggatal, merangkumi kawasan Menggatal North, Kuala Menggatal dan Kuala Inanam. Jarak Lembangan tersebut dari Bandaraya Kota Kinabalu adalah sekitar 15 kilometer. Ia terletak di bahagian timur laut Bandaraya Kota Kinabalu. Lembangan Sungai Menggatal secara khususnya terletak di tengah-tengah antara Lembangan Sungai Telipok dan Lembangan Sungai Darau, masing-masing berada di sebelah utara dan selatannya. Kawasan sebelah barat lembangan tersebut adalah Laut Cina Selatan, manakala sebelah timurnya pula terdiri daripada jaringan Banjaran Crocker. Lembangan Sungai Menggatal yang mempunyai saiz keluasan 39.53 km^2 (3426.84 hektar) terletak pada koordinat di latitud $6^{\circ} 2'$ hingga $6^{\circ} 5'$ utara dan pada longitud $116^{\circ} 7.5'$ hingga $116^{\circ} 12.5'$ timur (JUPEM, 2007).



Rajah 1 Lokasi kajian

Sumber: Diubah suai daripada JUPEM, 2007

Metodologi Kajian

Metodologi merupakan suatu proses atau seni dalam melaksanakan penyelidikan bagi memperoleh maklumat sesuatu kajian (Adams & Schvanevedt, 1985). Untuk kajian ini, terdapat beberapa kaedah yang digunakan iaitu soal selidik, temu ramah, pemerhatian, cerapan lapangan dan kaedah rasional (*rational method*).

Kaedah soal selidik dan temu ramah digunakan untuk mendapatkan maklumat tentang kaedah pengurusan banjir yang dilakukan oleh penduduk di kawasan kajian. Bagi tujuan itu, seramai 276 responden dijadikan sampel dalam kajian ini. Sampel kaji selidik yang dipilih adalah terdiri daripada penduduk di empat buah kampung, iaitu Kampung Tobobon, Kampung Gudon, Kampung Rampayan Laut dan Kampung Mansiang. Kawasan ini dipilih kerana menjadi antara kawasan *hot spot* banjir di Lembangan Sungai Menggatal (JPS, 2008). Pemilihan responden pula dilakukan secara kebarangkalian rawak mudah dan ditentukan berdasarkan wakil setiap ketua isi rumah (suami atau isteri) sahaja.

Pemilihan sampel secara kebarangkalian rawak mudah pula digunakan kerana hampir keseluruhan kawasan di kampung-kampung berkenaan terdedah kepada bahaya banjir. Oleh hal yang demikian, kajian ini mengandaikan setiap ketua isi rumah boleh dijadikan sampel kajian.

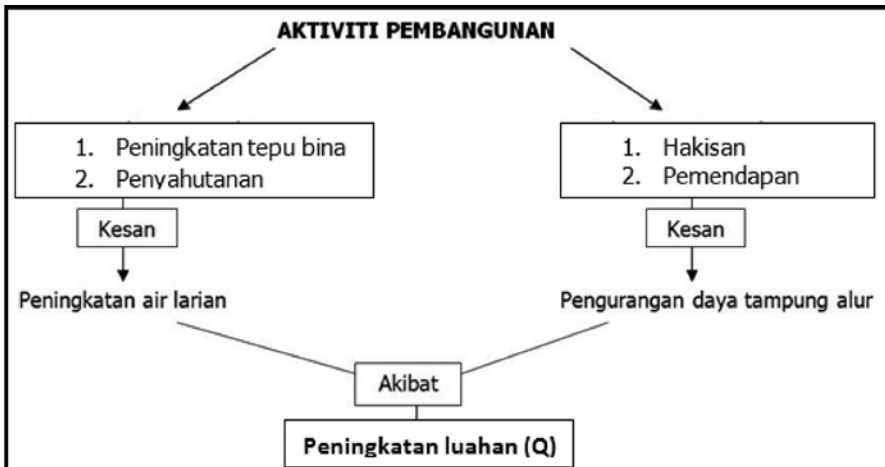
Teknik temu ramah dan pemerhatian pula digunakan sebagai alat bantu dalam mendapatkan maklumat yang lebih mendalam dan menyeluruh. Hal ini disebabkan, terdapat sebahagian daripada maklumat data instrumen soal selidik perlu disokong dengan maklumat data temu ramah dan pemerhatian bagi menguatkan lagi hujah dapatan kajian yang dihasilkan. Dalam kajian ini, temu ramah diadakan dengan pegawai Jabatan Pengairan dan Saliran (JPS) dan ketua-ketua kampung. Sementara itu, proses pemerhatian pula dijalankan secara menyeluruh di seluruh kawasan Lembangan Sungai Menggatal. Dalam proses tersebut, fenomena atau item seperti mitigasi banjir yang dijalankan oleh penduduk kampung dan pihak kerajaan, ciri-ciri morfometri lembangan, jenis guna tanah, tahap pembangunan dan sebagainya akan diperhatikan. Cerapan-cerapan pemerhatian seterusnya akan ditukarkan kepada bentuk digital melalui pengutipan imej-imej bergambar menggunakan instrumen kamera digital selain direkod melalui catatan penulisan.

Analisis kaedah rasional pula digunakan bertujuan untuk menilai perbezaan kadar kuantiti luahan yang terhasil dalam tempoh sepuluh tahun bagi konteks lokasi kajian. Bagi memperoleh nilai Q iaitu luahan, nilai C (pekali air larian), nilai I (intensiti hujan) dan nilai A (luas kawasan tadahan bagi satu jenis guna tanah) hendaklah didarab atau dengan erti lain, $Q = CIA$. Bagi mendapatkan nilai I purata intensiti hujan harian di Stesen Inanam telah digunakan (Jabatan Meteorologi Malaysia Cawangan Sabah, 2008). Hasil tindanan imej satelit SPOT 5 (1998) dan ALOS (2008) pula digunakan bagi mengenal pasti nilai A yang terdapat di lokasi kajian dalam dua tempoh masa yang berbeza.

Dapatan Kajian dan Perbincangan ***Pembangunan dan Kejadian Banjir di Lembangan Sungai Menggatal***

Kajian ini mendapati terdapat dua punca utama yang menyebabkan tercetusnya kejadian banjir akibat proses pembangunan. Punca-punca tersebut

merangkumi peningkatan air larian dan kurangnya daya tampung pada alur. Rajah 2 jelas menunjukkan bahawa aktiviti pembangunan menjadi punca mengakibatkan berlakunya peningkatan kawasan tepu bina di kawasan lembangan, penyahutan, hakisan dan pemendapan. Keadaan tersebut mengakibatkan pertambahan jumlah air larian yang masuk ke kawasan alur dan seterusnya mengurangkan daya tampung alur. Keadaan ini telah menyebabkan berlakunya peningkatan luahan air dengan kadar yang sangat cepat. Nigel Arnel (2002) juga dalam kajiannya telah mendapati aktiviti pembangunan guna tanah seperti pemandaran, penyahutan, pertanian dan sebagainya akan memberi kesan terhadap perubahan kuantiti dan masa susulan luahan sehingga mengakibatkan kejadian banjir.



Rajah 2 Kesan dan akibat aktiviti pembangunan

Peningkatan Air Larian (Run off)

Peningkatan tepu bina lembangan dapat dilihat dengan berlakunya peningkatan keluasan guna tanah bandar dan kawasan terbuka dalam tempoh sepuluh tahun seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 1, Rajah 3 dan Rajah 4. Berdasarkan maklumat dalam jadual dan rajah tersebut, keluasan guna tanah bandar dan kawasan terbuka setiap satunya telah bertambah sebanyak 0.77 peratus (0.304 km²) dan 0.51 peratus (0.201 km²). Banyak kajian yang menunjukkan bahawa peningkatan guna tanah bandar mempunyai nilai

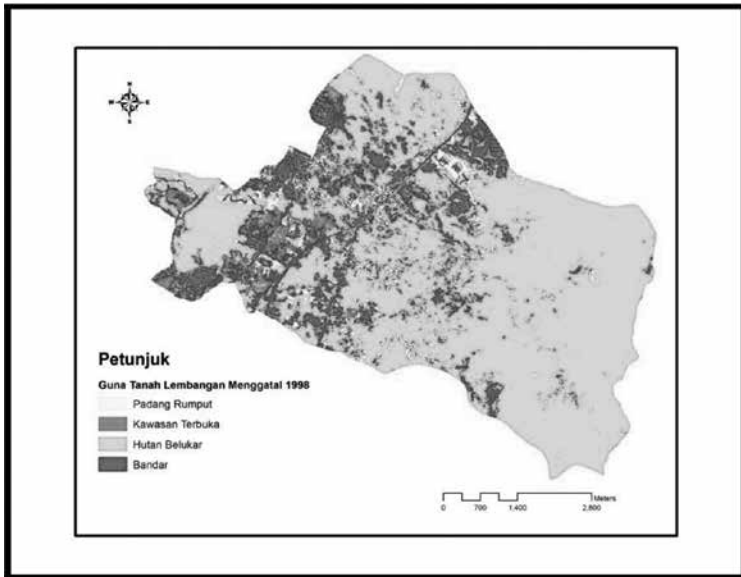
pekali C yang tinggi dengan kadar ketelapan yang rendah (Wan Ruslan 1994; JPS, 1998; Ayob Katiman, 2007). Kesan peningkatan kawasan permukaan tidak telap air menyebabkan proses infiltrasi mengalami gangguan sehingga berlaku peningkatan kuantiti air larian permukaan dan ini menyebabkan masa konsentrasi menjadi lebih pendek (Hegevel & Voch, 1982; Nazirah, 2010). Keadaan ini akan mempercepatkan peningkatan puncak luahan pada alur (Noorazuan, 2007; G. Villarini *et al.*, 2010). Nazirah *et al.* (2010), juga dalam kajiannya mendapati kepesatan pembangunan antara 0 – 40% di sesebuah lembangan akan mengakibatkan peningkatan kadar alir sebanyak 190 peratus dengan kelajuan larian air permukaan (*run off*) bertambah sehingga dua kali ganda. Keadaan ini akan memberi kesan kepada keupayaan simpanan sementara (*storage*) sesuatu lembangan bagi menampung jumlah kemasukan air larian (*run off*) terutamanya ke alur sungai yang merupakan titik terendah dalam sesebuah lembangan. Kajian menunjukkan jika peningkatan jumlah luahan air berlaku secara mendadak di sesuatu alur sehingga melebihi paras penuh tebing sungai (*bank full*), masalah banjir di sesuatu kawasan akan berlaku (Mohd Ekhwan, 1998).

Pengurangan kawasan tutup bumi juga menjadi penyebab kepada peningkatan jumlah air di sesuatu lembangan sungai. Kajian ini mendapati berlaku penyusutan kawasan hutan daripada 28.874 km² (73.45 peratus) pada tahun 1998 kepada 28.369 km² (71.76 peratus) pada tahun 2008, seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 1. Situasi ini secara tidak langsung boleh menyebabkan berlakunya peningkatan air larian permukaan. Dapatan daripada kajian ini juga menunjukkan kawasan hutan telah berkurang seluas 505 m² atau 1.28 peratus hanya dalam tempoh sepuluh tahun. Walaupun nilai keluasan tersebut tidak signifikan dari sudut peratusnya, dengan keluasan sebenar ia boleh dianggap sebagai satu nilai penyusutan yang besar. Perubahan ini telah memberi impak negatif terhadap kelangsungan proses hidrologi dalam sistem lembangan tersebut. Hal ini disebabkan lembangan yang bersaiz kecil seperti Lembangan Sungai Menggatal mempunyai kadar sensitiviti yang tinggi terhadap pengaruh litupan sehingga memberi impak terhadap aliran rata-rata, aliran tinggi, pengisian kembali air tanah dan beban sedimen (Kiersh, 2001; Darghouth S. *et al.*, 2008). Kenyataan ini turut disokong oleh Min Tu *et al.* (2005), yang menyatakan bahawa semakin kecil saiz sesebuah lembangan, maka semakin besarlah kadar sensitiviti sesuatu lembangan terhadap sebarang

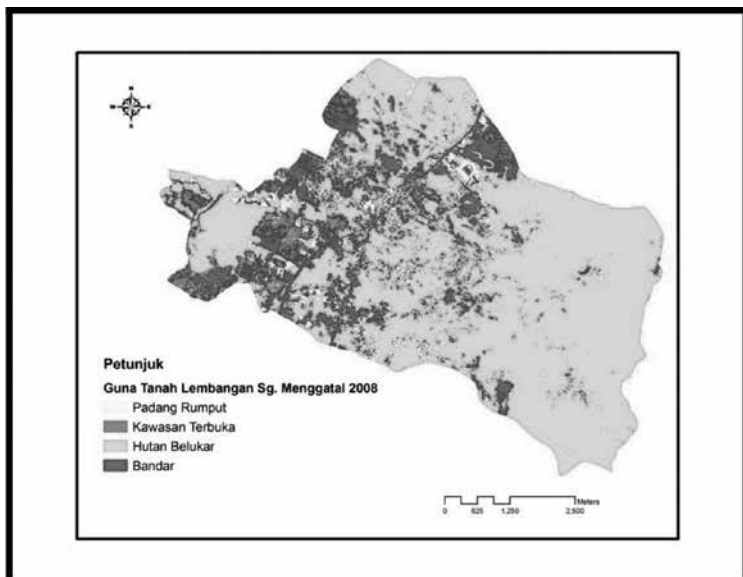
perubahan yang diterima. Hal ini demikian kerana sumber hutan merupakan agen *storage* dan *transit* air yang paling cekap. Semakin banyak aktiviti penyahutan dilakukan, semakin cepat kadar pertukaran jatuhan air hujan kepada aliran air permukaan, sama ada daripada segi isi padu mahupun masa konsentrasi (K. Ramadasan *et al.*, 1999). Kewujudan hutan dengan sistem kanopi bertingkat-tingkat menyebabkan jatuhan air hujan tidak akan terus ke permukaan tanah, malah terlebih dahulu akan ditadah dan dialirkan (*transit*) oleh jutaan permukaan daun ke ranting, dahan serta batang tumbuh-tumbuhan sebagai simpanan intersepsi. Menurut Hamilton dan Pearce (1987), air hujan yang terperangkap sebagai simpanan intersepsi boleh mencapai sehingga 35 peratus daripada jumlah keseluruhan hujan yang turun, sementara Zulkifli dan Azman (1999) menjangkakan 16 peratus hingga 20 peratus air hujan yang terperangkap. Proses ini secara tidak langsung mengurangkan jumlah atau kuantiti titisan air hujan yang akan ditukarkan kepada air larian permukaan (*run off*). Kelangsungan proses-proses tersebut juga seterusnya akan mempengaruhi beberapa parameter lain seperti kadar aliran puncak, masa ke puncak, aliran dasar dan jumlah luahan secara keseluruhannya (Zulkifli & Azman, 1999).

Jadual 1 Keluasan jenis guna tanah (gt) di Lembangan Sungai Menggatal pada tahun 1998 dan tahun 2008

Tahun	Jenis GT		Bandar		Hutan Belukar		Padang Rumput		Kawasan Terbuka		Jumlah	
	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%
1998	6.762	17.11	28.874	73.04	2.291	5.8	1.603	4.05	39.53	100		
2008	7.066	17.88	28.369	71.76	2.291	5.8	1.804	4.56	39.53	100		
Perbandingan	+0.304	+0.77	-0.505	-1.28	0.0	0.0	+0.201	+0.5				
Petunjuk: + = peningkatan; - = pengurangan												



Rajah 3 Letakan kelas guna tanah Lembangan Menggatal tahun 1998
Sumber: Diubah suai daripada SPOT 5, 1998.



Rajah 4 Letakan kelas guna tanah Lembangan Menggatal tahun 2008
Sumber: Diubah suai daripada ALOS AVINIR-2, 2008.

Peningkatan kadar luahan dalam tempoh sepuluh tahun ini boleh dibuktikan melalui analisis kaedah rasional (rujuk Jadual 2). Analisis mendapati dengan kadar keamatan hujan 14.78 mm boleh menghasilkan peningkatan perubahan luahan sebanyak 3.74m³/s. Nilai tersebut adalah berdasarkan gabungan perbandingan nilai luahan bagi keempat-empat jenis guna tanah yang terdapat di lokasi kajian. Namun demikian, nilai luahan tersebut masih boleh meningkat sejajar dengan pertambahan nilai hujan. Hal ini disebabkan, bagi konteks iklim tropika, keamatan hujan dengan nilai dan kekerapan yang jauh lebih tinggi masih boleh diperoleh.

Jadual 2 Kapasiti luahan pada tahun 1998 dan tahun 2008 berdasarkan aplikasi *rational method*

Bil	Jenis Guna Tanah	Luas_A (km ²)		Nilai Pekali_C	Nilai_I (mm)	Luahan_Q (m ³ /s)		
		Tahun 1998	Tahun 2008			Tahun 1998	Tahun 2008	nilai perubahan
1	Bandar	6.762	7.066	0.9	14.78	89.95	93.992	+4.042
2	Hutan Belukar	28.874	28.369	0.1	14.78	42.68	41.929	-0.751
3	Kawasan Terbuka	1.603	1.804	0.15	14.78	3.55	3.999	+0.45
4	Padang Rumput	2.291	2.291	0.1	14.78	3.39	3.39	0.0
Jumlah Luahan						139.57	143.31	+3.74
Petunjuk: += peningkatan; -= pengurangan								

Pengurangan Daya Tampung Alur

Pembangunan petempatan, perlombongan dan infrastruktur bukan hanya menyebabkan gangguan terhadap biodiversiti, tetapi juga menyebabkan hakisan, pemendapan dan pencemaran badan-badan air termasuklah air bawah tanah (Jamaluddin Jahi, 2010). Keadaan yang serupa juga diperhatikan dalam kajian ini. Dapatan kajian menunjukkan aktiviti pembangunan guna tanah di Lembangan Menggatal didapati turut menyumbang kepada berlakunya peningkatan kadar hakisan dan pemendapan. Aktiviti-aktiviti tersebut antara lain termasuklah pengorekan kuari yang dijalankan di bahagian hulu Sungai Menggatal dan pembukaan tanah baharu bagi pembinaan taman perumahan seperti Taman Perumahan Cerah, Taman Gudon dan Taman Flamingo yang sehingga kini masih lagi dalam peringkat pembinaan. Umumnya,

kawasan-kawasan tersebut terletak berhampiran dengan tebing sungai yang dahulunya merupakan sebuah kawasan hutan belukar. Penerokaan sumber hutan bagi tujuan seperti yang dinyatakan telah menyebabkan permukaan terdedah kepada hujan dan angin yang merupakan agen hakisan (Agassi, 1995). Menurut Spenser *et al.* (2007), hutan berperanan sebagai penampungan hakisan selain mengurangkan daya kinetik hujan melalui lapisan kanopinya. Kewujudan tumbuh-tumbuhan juga turut meningkatkan aktiviti-aktiviti biologikal dalam tanah yang dapat membantu mengurangkan kandungan air dalam tanah. Kehadiran air dalam kuantiti yang banyak dalam tanah akan menyebabkan tanah lebih mudah untuk dihakis dan diangkut ke tempat lain (Ismail & Yaakob, 1994). Akar tumbuh-tumbuhan melalui proses resapan, turut membantu mengurangkan kandungan air dalam tanah sehingga mudah untuk berlakunya proses infiltrasi pada sesi hujan seterusnya (Meine van Noordwijk *et al.*, 2004).

Impak curahan hujan ke atas permukaan tanah menjadi semakin besar tanpa tadahan oleh tumbuh-tumbuhan. Hal ini disebabkan, permukaan tanah yang terdedah kepada titisan hujan tanpa adanya halangan daripada litupan tumbuhan meningkatkan lagi daya potensi agen penghakis untuk mencungkil atau melonggarkan partikel permukaan tanah. Hulu Sungai Mansiang merupakan contoh sebuah kawasan terbuka yang terdedah kepada agen hakisan seperti hujan dan angin. Di kawasan tersebut, berlaku aktiviti kuari yang menggondolkan litupan tumbuh-tumbuhan bagi memudahkan kerja-kerja pengorekan tanah dan batuan dijalankan. Aktiviti yang sudah sekian lama dijalankan ini merupakan pemangkin kepada peningkatan kadar hakisan di kawasan tersebut, sama ada melalui proses hakisan percik, hakisan lapis, hakisan berseluk, hakisan alur atau hakisan lurah. Kenyataan ini disokong oleh Toy *et al.* (2002) bahawa dijangkakan sebanyak 200 Mg/ha partikel tanah dipercikkan ke udara oleh hujan lebat bagi kawasan permukaan tanah tanpa litupan. Partikel-partikel tanah yang terhakis seterusnya akan diangkut melalui air larian permukaan memasuki alur sungai (Abdul Rahman, 1990). Menurut Douglas (1984), kehilangan tanah oleh air larian adalah sebanyak 89.4 tan seekar bagi kawasan tanpa litupan, berbanding kawasan hutan semula jadi yang hanya hilang sebanyak 0.24 tan seekar. Bahan sedimen tersebut seterusnya akan mengalir ke longkang atau alur sungai berdekatan dan mendap di dasarnya (Murtedza & Chuan, 1993; Barnes, 2000).

Lazimnya, bahan sedimen akan mendap di dasar kawasan hilir sungai yang mempunyai halaju aliran luahan air yang lebih rendah berbanding kawasan hulunya. Buktinya, apabila beberapa keratan rentas yang terletak pada order 4 mempunyai profil atau bentuk alur yang agak landai dan cetek. Luahan maksimum yang mampu ditampung oleh alur-alur tersebut adalah rendah dalam konteks keluasan dan kadar pembangunan di lokasi kajian. Bentuk alur sedemikian terhasil adalah disebabkan oleh fenomena hakisan tebing yang akan menghasilkan mendapan di dasarnya. Keadaan ini terhasil disebabkan, di sekitar keratan rentas alur tersebut terdapat beberapa kawasan petempatan yang tebing alurnya amat jarang dilitupi oleh tumbuh-tumbuhan berpokok. Cengkaman akar tumbuh-tumbuhan dapat membantu mengekang hakisan tebing daripada berlaku (Brian Knap, 1999). Hakisan yang berlaku akan menyebabkan longgokan sedimen, yang seterusnya mencetekkan kedalaman alur sungai. Hal ini menyebabkan keupayaan daya tampung alur sebagai agen *storage* dan *transit* air akan berkurangan. Oleh itu, apabila berlakunya hujan lebat air sungai akan melimpah keluar daripada tebing akibat pertambahan *input*. Rajah 5 merupakan contoh keadaan alur yang mengalami proses hakisan dan mendapan. Contoh tersebut jelas menunjukkan kewujudan proses hakisan tebing di sebelah kiri alur sungai. Di dasar sebelah kanan alur pula menunjukkan pembentukan mendapan yang saiznya hampir menyamai setengah ($\frac{1}{2}$) kelebaran alur tersebut.



Rajah 5 Dasar dan tebing Sungai Mansiang yang mengalami proses hakisan dan pemendapan

Pengurusan Mitigasi Banjir di Lembangan Sungai Menggatal

Kaedah mitigasi banjir yang dijalankan di lokasi kajian merangkumi dua jenis kaedah pengurusan, iaitu pengurusan oleh kerajaan dan pengurusan oleh penduduk kampung. Pengurusan oleh kerajaan termasuklah kaedah seperti pembinaan benteng, melebar dan mendalamkan sungai, penyelenggaraan longkang, pembinaan kolam takungan kawalan banjir serta penyediaan sistem amaran banjir (Boniface Huang, 2011). Pengurusan oleh penduduk kampung pula merangkumi kaedah penuaian air hujan, penambakan tapak rumah, peninggian tiang rumah dan pemasangan benteng pada pintu rumah. Selain itu, aktiviti penyelenggaraan longkang juga sering dilakukan oleh penduduk kampung di kawasan yang terlibat.

Jadual 3 menunjukkan beberapa kaedah utama mitigasi banjir yang dijalankan di kawasan kajian mengikut tempoh masa tertentu. Terdapat tujuh jenis kaedah mitigasi banjir yang digunakan oleh penduduk di kawasan kajian selepas tahun 2005. Antaranya ialah meletakkan bendul pintu dan tuaian hujan. Dapatan temu ramah juga menyatakan bahawa keseluruhan kaedah pengurusan oleh kerajaan dijalankan hanya bermula selepas pada tahun 2005, kecuali bagi kaedah penyelenggaraan longkang yang telah dijalankan sebelum tahun 2000 lagi. Dapatan juga menunjukkan kadar kekerapan penyelenggaraan longkang lebih banyak dijalankan pada tahun 2005 dan tahun berikutnya. Sejak tujuh hingga 12 tahun yang lalu (tahun 2000 hingga 2005), kadar penggunaan kaedah seperti meninggikan tiang rumah, meninggikan tapak rumah dan melakukan tuai hujan merupakan cara yang paling sedikit digunakan oleh penduduk.

Jadual 3 Kadar penggunaan kaedah mitigasi banjir yang dijalankan di Lembangan Sungai Menggatal berdasarkan tempoh masa

Bil.	Jenis Kaedah	Tempoh Masa Penggunaan (Peratus)			
		Kurang dari 6 Tahun	6 hingga 10 Tahun	Lebih dari 10 Tahun	Jumlah Pengaplikasian
1	Meninggikan tiang rumah	30.5%	22.5%	47%	151 orang (54.7%)
2	Meninggikan tapak rumah	32%	27%	41%	122 orang (44.2%)
3	Meletakkan bendul pintu	50%	32.7%	17.3%	104 orang (43.9%)
4	Penyelenggaraan longkang	65.6%	19.4%	15%	93 orang (33.7%)
5	Penyediaan sistem amaran banjir	100%	0.0%	0.0%	88 orang (31.9%)
6	Melakukan tuai hujan	63.6%	12.1%	24.2%	66 orang (23.9%)
7	Membesarkan saiz sungai	100%	0.0%	0.0%	59 orang (21.4%)
8	Meletakkan benteng/tembok	100%	0.0%	0.0%	44 orang (15.9%)
9	Penyediaan kolam takungan	100%	0.0%	0.0%	7 orang (2.5%)
n = 276					

Pengurusan Mitigasi Banjir, Trend Kekerapan dan Magnitud Banjir

Bahagian ini akan membincangkan dapatan daripada penilaian pada tiga tempoh masa (fasa) iaitu sebelum tahun 2000 (fasa 1), tahun 2000 hingga tahun 2005 (fasa 2) dan tahun 2006 hingga 2009 (fasa 3). Ketiga-tiga fasa berkenaan menunjukkan trend banjir yang berbeza-beza. Fasa pertama menunjukkan trend banjir yang agak terkawal. Fasa kedua pula menghasilkan trend banjir yang semakin meningkat, sama ada dari segi nilai kekerapan mahupun frekuensi. Berbeza dengan fasa ketiga, iaitu selepas tahun 2005 hingga kini memperlihatkan trend banjir menurun atau berkurang seperti yang ditunjukkan pada Rajah 6. Keadaan ini didapati mempunyai perkaitan yang amat rapat dengan faktor pengurusan mitigasi banjir yang dijalankan pada tempoh tersebut.

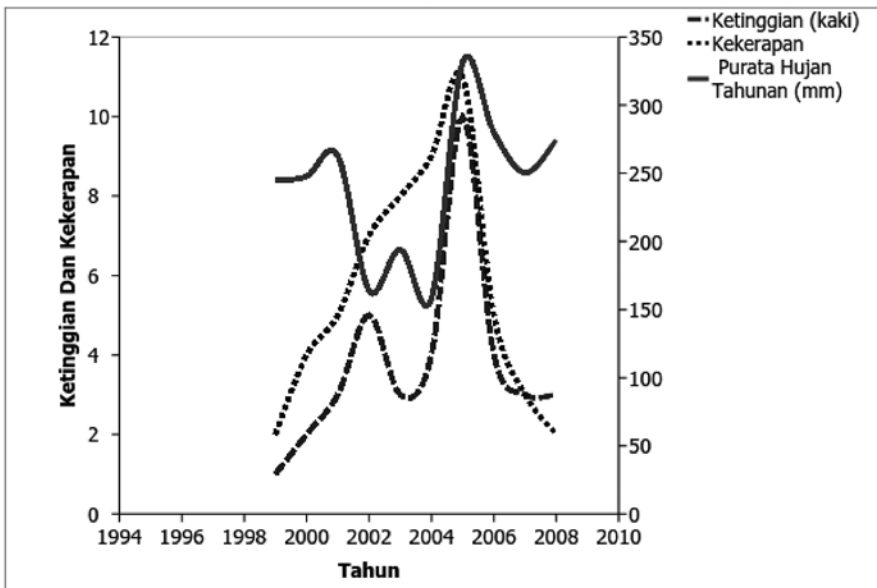
Terdapat pertalian yang jelas antara penggunaan kaedah mitigasi banjir dan trend banjir pada 3 fasa (sila rujuk Rajah 6 dan Jadual 3). Selain itu, jadual tersebut juga menunjukkan bahawa pada fasa 2, pengurusan mitigasi banjir amat sedikit dijalankan, sama ada oleh penduduk atau oleh pihak kerajaan. Pada fasa ini, hampir semua kaedah yang dijalankan oleh kerajaan seperti membesarkan sungai, menyediakan kolam takungan dan meletakkan benteng banjir masih belum dilaksanakan. Kaedah-kaedah lain seperti penyelenggaraan longkang dan tuaian hujan pula hanya dijalankan oleh sebilangan kecil penduduk kawasan terbabit. Penggunaan kaedah penuaian air hujan dan kolam takungan dapat membantu mengurangkan pertukaran air hujan kepada air larian permukaan. Sementara itu, kaedah membesarkan sungai, menyelenggara longkang dan pembinaan benteng pula berfungsi untuk meningkatkan daya tampung alur terhadap input luahan yang diterimanya (Chan, 2002).

Kaedah-kaedah lain seperti meninggikan tapak rumah, meninggikan tiang rumah dan meletakkan bendul pintu juga didapati kurang dilakukan pada fasa 2. Walaupun kaedah tersebut tidak dapat mengurangkan kekerapan dan kedalaman banjir, sedikit banyak dapat berfungsi dalam melindungi harta benda (Chan, 2002). Kesan daripada kurangnya pelaksanaan pengurusan banjir pada fasa tersebut menyebabkan berlaku peningkatan kekerapan dan ketinggian banjir dari tahun ke tahun (rujuk Rajah 6).

Fasa ketiga (3) pula memperlihatkan peningkatan peratusan penggunaan kaedah mitigasi banjir oleh kerajaan dan penduduk kampung. Dalam fasa ini, penduduk setempat mahupun pihak kerajaan mulai sedar tentang kesan dan bahaya banjir yang telah banyak membawa kerugian seperti pada tahun-tahun sebelumnya. Kejadian banjir pada bulan Julai tahun 2005 merupakan kes banjir terburuk di kawasan Lembangan Menggatal (JPS, 2008). Ekoran dari kejadian tersebut telah mengakibatkan kemalangan jiwa, kerosakan harta benda dan infrastruktur (*Utusan*, 2005; *Daily Express*, 2005). Kerugian besar yang diterima pada waktu itu telah membuka mata pelbagai pihak, termasuk pihak kerajaan dan penduduk kampung untuk menangani isu ini supaya tidak terus berlanjutan. Ekoran kejadian itu, beberapa langkah pencegahan banjir telah dijalankan sebagai alternatif untuk mengatasi masalah tersebut. Hal

ini dapat dilihat apabila hampir keseluruhan kaedah mitigasi banjir melalui pendekatan oleh kerajaan telah dijalankan pada waktu tersebut (fasa 3). Selain itu, pada fasa ini juga pengurusan pencegahan banjir oleh penduduk kampung juga semakin meningkat.

Peningkatan penggunaan kaedah-kaedah mitigasi telah berjaya menurunkan trend kekerapan dan magnitud banjir (rujuk Rajah 6). Pada fasa 3 tahap pengurusan banjir mula menunjukkan kesan positif dalam mengawal kejadian banjir, ekoran daripada peningkatan kadar pembangunan guna tanah di kawasan kajian. Hal ini dapat dilihat apabila ekosistem lembangan mula menampakkan perubahan yang lebih baik dalam menjalankan fungsinya mengawal magnitud dan kekerapan kejadian banjir.



Rajah 6 Pola kekerapan, magnitud banjir dan purata hujan tahunan di lokasi kajian dari tahun 1999 hingga 2009

Sumber: Diubah suai daripada Hafizah, 2010 dan Jabatan Meteorologi, 2009.

Kedua-dua tempoh masa, iaitu pada fasa kedua dan ketiga merupakan fasa evolusi pembangunan guna tanah. Pada fasa kedua, berlaku ketidakseimbangan antara kadar pembangunan guna tanah dengan kecekapan pengurusan banjir yang dijalankan oleh pihak kerajaan dan penduduk kampung. Keadaan ini mengakibatkan ekosistem lembangan tidak dapat menjalankan fungsi hidrologi secara berkesan. Situasi tersebut menunjukkan bahawa masalah banjir di Lembangan Sungai Menggatal sebahagian besarnya berpunca daripada sistem pengurusan yang tidak cekap. Keadaan sistem saliran harus dikembangkan selari atau seiring dengan perkembangan aktiviti pembangunan yang dijalankan. Pengurusan sistem saliran yang lebih terancang, efektif, ekonomik dan mesra alam haruslah diwujudkan bersama, termasuk pengurusan daripada aspek perancangan, reka bentuk, pelaksanaan dan pengendalian (Mariana, 2005).

Kesimpulan

Perubahan guna tanah yang berlaku dalam tempoh sepuluh tahun di Lembangan Sungai Menggatal sangat mempengaruhi sifat-sifat hidrologi kawasan tersebut. Perubahan guna tanah yang lebih pesat telah mengakibatkan pelbagai masalah seperti peningkatan tepu bina, penyahutan, hakisan dan pemendapan. Rentetan daripada fenomena-fenomena tersebut pula telah menyebabkan berlakunya peningkatan air larian (*run off*) dan pengurangan daya tampung alur yang akhirnya mencetuskan beberapa siri kejadian banjir. Keadaan ini telah menyebabkan kedua-dua pihak, iaitu kerajaan dan orang awam mengambil inisiatif untuk mengawal kejadian banjir dengan menggunakan beberapa kaedah yang sesuai. Kesannya, keseimbangan sistem hidrologi lembangan mula tercapai apabila pengurusan mitigasi banjir telah dipertingkatkan. Oleh itu, pengurusan mitigasi banjir harus dipertingkat dan dilaksanakan dengan sistematik lagi bagi mengurangkan kejadian banjir yang banyak membawa kemusnahan kepada penduduk setempat.

Rujukan

- Abdul Rahman M. (1990). Unsur mekanik tanah untuk jurutera awam dan jurutera lombong (Terj. G. N. Smith). Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Adams, G. R & Schvaneveldt, J. D. (1985). *Understanding reseach method*. Longman: New York.
- Adi Jafar. (2009). *Pengaruh guna tanah ke atas luahan air: Kajian kes lembangan Sungai Tobobon-Sungai Gudon*. Tesis Sarjana Muda (Tidak diterbitkan). Universiti Malaysia Sabah.
- Adi Jafar, Nordin Sakke & Mohammad Tahir Mapa. (2010). *Pengaruh guna tanah terhadap kejadian banjir: Satu kajian awal di lembangan Sungai Tobobon-Gudon, Sabah*. 2nd National Conference on Environment and Health 2010, School of Health Sciences, Universiti Sains Malaysia.
- Agassi, M. (1995). *Soil erosion, conservation and rehabilitation*. New York: Marcel Dekker Inc.
- ALOS AVINIR-2. (2008). Japan Aerospace Exploration Agency.
- Ayob Katiman, Zulkifli Yusop, Kawi Bidin & Mahathir Mukhtar. (2007). *Hidrologi asas*. Petaling Jaya: Prentice Hall, Pearson Malaysia.
- Barnes, G. E. (2000). *Soil Mechanics: Principles and practice (2nd ed.)*. London: Macmillan Press LTD.
- Brian, Knap. (1999). *Bencana alam: Banjir*. Petaling Jaya: Pustaka Delta Pelajaran Sdn. Bhd.
- Chan Ngai Weng. (2002). *Siri Syarahan Umum (Syarahan Umum Pelantikan Profesor 2001/Bil 1: Pembangunan, Perbandaran dan Peningkatan Bahaya & Bencana Air di Malaysia, Isu, Pengurusan & Cabaran*.Universiti Sains Malaysia, Pulau Pinang.
- Daily Express*. 19.07.2005. Flood Claims Tree people.
- Darghouth, S, Ward, C, Gretel Gambarelli, Erika Styger & Julienne Roux. (2008). *Watershed management approaches, policies and operations: Lessons for scalling up*. Washington DC: The World Bank.
- Douglas, B. J. (1984). *Distribution and deposition of coal-bearing Manuherikia Group, Central Otago*. PhD Thesis, University of Otago, Dunedin, New Zealand.
- Gabriele Villarini, James A. Smith, Mary Lynn Baeck, Paula Sturdevant-Rees & Witold F. Krajewski (2010). Radar analyses of extreme rainfall and flooding in urban drainage basins. *Journal of Hydrology*, Vol. 381 (2010), hlm. 266 – 286.
- Hamilton, L. S. & Pearce, A. J. (1987). *What are the soil and water benefits of planting trees in developing country watersheds? In Sustainable Development of Natural Resources in the Third World*. Dlm. Southgate, D.D. & Disinger, J.D. (Ed.). USA: Westview Press, Boulder Co.
- Hengeveld, H. & Vocht, C. D. (1982). *Role of water in urban ecology*. New York: Elsevier Scientific Publishing Company.

- Ismail Ahmad & Yaakob Mohd. Jani. (1994). *Tumbuh-tumbuhan dan persekitaran: Satu Perspektif Geografi*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Jabatan Meteorologi Malaysia, Cawangan Sabah. (2008). *Data hujan, data suhu, dan data kelajuan angin*.
- Jabatan Meteorologi Malaysia, Cawangan Sabah. (2009). *Data hujan bulanan*.
- Jabatan Pengairan dan Saliran. (1998). *Hydrological notes*. Kota Kinabalu: JPS Bahagian Pengurusan Sumber Air Negeri Sabah.
- Jabatan Pengairan dan Saliran. (Mac 2008). *Drainage improvement (Master Plan) for Menggatal, Telipok & Southern Tuaran areas secara design & bulid (Phase 1)*.
- Jabatan Perangkaan Malaysia, Cawangan Sabah. (2007). *Data taburan penduduk dan jumlah rumah mengikut kampung di Lembangan Sungai Menggatal*.
- Jamaluddin Md Jahi. (2010). Implikasi perubahan persekitaran terhadap penyakit dan kesihatan serta pengurusannya. Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi.
- K. Ramadasan, Daria Mathew Abdullah & Lenny Koay. (1999). *The influence of highland forests, wetlands on floods in Malaysia*. Presented at International Workshop on Flood Forecasting for Tropical Regions, Kuala Lumpur, Malaysia.
- Kiersch, B. (2001). *Land use impacts on water resources: A literature review. Discussion Paper No.1. Land-water linkages in rural watersheds. Electronic Workshop*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Mariana Susie Anak Anduk. (2005). *Sistem perparitan di Taman Durandah Emas, Siburan, Kuching, Sarawak*. Universiti Teknologi Malaysia.
- Meine van Noordwijk, Fahmuddin Agus, Didik Suprayog, Kurniatun Hairiah, Gamal Pasya, Bruno Verbist & Farida. (2004). Peranan agroforestri dalam mempertahankan fungsi hidrologi daerah aliran sungai (DAS). *AGRIVITA*, Vol.26(1).
- Min Tu, Michael J. Hall, Pieter J. M. de Laat & Marcel J. M. (2005). *Extreme floods in the Meuse river over the past century: Aggravated by land-use changes? Physics and Chemistry of the Earth*. 30 (2005), hlm. 267 – 276.
- Mohd. Ekhwan Hj. Toriman. (1998). *Banjir sebagai bencana: Isu, cabaran dan pengurusannya di Malaysia*. Seminar Kebangsaan Perancangan dan Pembangunan dalam Era Globalisasi, anjuran Fakulti Sains Pembangunan, Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi: 8 – 9 Jun.
- Murtezda, M. & T. T Chuan. (1993). *Managing ASEAN's forests. Chapter 4*. Dlm. Seda, M. (Ed.). *Environmental Management In ASEAN*, Singapore. ISEAS, hlm. 111 – 140.
- Nazirah MT & Teh Zahariah N. (2010). *Menangani banjir di Malaysia: Isu dan cabaran*. Conference Proceeding National Conference on Environment & Health 2010.
- Nigel Arnell. (2002). *Hydrology and global environmental change*. New Jersey, US: Prentice Hall.

- Noorazuan Md Hashim. (2007). *Penghutan Bandar Dan Kesihatan Ekosistem Lembangan: Pengalaman Dari St Helen, United Kingdoms*. Pusat Pengajian Sosial, Pembangunan dan Persekitaran Fakulti Sains Sosial dan Kemanusiaan, Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi.
- Nor Hafizah Jenal. (2010). *Pengurusan banjir di Sabah. Kajian Kes; Lembangan Sungai Tobobon - Gudon, Menggatal Kota Kinabalu, Sabah*. Tesis Sarjana Muda. Universiti Malaysia Sabah.
- Pengarah Pemetaan Negara. (2006). *Peta Topografi Menggatal No. Siri 6201*, Pengarah Pemetaan Negara, Malaysia.
- Peta Topografi Daerah Kota Kinabalu. (2007). No. siri. MY91001R. Pengarah Pemetaan Negara, Malaysia.
- Spencer, R., Cross, R. & Lumley, P. (2007). *Plant names: A guide to botanical nomenclature* (3rd ed.). Australia: CSIRO Publishing.
- SPOT 5. (1998). Malaysian Remote Sensing Agency (MACRES).
- Temu ramah En. Boniface Huang. Juruteknik Kanan JPS Penampang pada 2 Mac 2011.
- Toy, T. J, Foster, G. R. & Renard, K. G . (2002). *Soil erosion: Process, prediction, measurement and control*. New York: John Wiley & Sons. Inc.
- Utusan. 21.07.2005. Pasar Pekan Telipok dilanda banjir lumpur akan dipulih.
- Wan Ruslan. (1994). *Pengantar hidrologi*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Zulkifli Y. & Azman H. (1999). *Managing water resources: Forestry's perspective*. Kertas dibentangkan di Conference on Asset Management. Miri, Sarawak pada Jun 1999.