

Trend Luahan Tahunan di Lembangan Sungai Perak 1915-2006

(Sungai Perak's Catchment Yearly Discharge Trend 1915-2006)

**Mohmadisa Hashim, Wan Ruslan Ismail,
Mohamad Suhaily Yusri Che Ngah, Nasir Nayan,
Yazid Saleh & Zahid Mat Said**

Abstrak

Ciri-ciri luahan tahunan penting khususnya dalam perancangan sumber bekalan air domestik sesebuah lembangan saliran di kawasan tropika. Kajian ini memaparkan perubahan luahan tahunan yang berlaku mengikut masa. Data luahan daripada enam buah stesen luahan digunakan bagi mewakili kawasan atas, tengah dan bawah Lembangan Sungai Perak. Analisis diskriptif digunakan bagi melihat trend dan perubahan yang berlaku terhadap jumlah luahan. Kajian menunjukkan wujud perubahan trend luahan sama ada meningkat atau menurun di stesen-stesen luahan berkenaan. Faktor hidrometeorologi tempatan dan aktiviti manusia seperti penebangan hutan untuk tujuan pembalakan, pertanian, pembukaan kawasan perindustrian, perumahan dan bandar baru menjadi penyumbang utama kepada kepelbagaian ciri dan trend luahan khususnya di sub Lembangan Sungai Kinta. Trend luahan yang meningkat berkait rapat dengan kejadian banjir dan pengurangan luahan boleh memberi kesan kepada ketersediaan sumber bekalan air lembangan saliran. Kedua-dua aspek ini menyumbang kepada ketidaklestarian sumber air dan ketidakselesaian kehidupan manusia yang mendiami habitat sesebuah lembangan saliran.

Kata kunci *Trend Luahan, Sumber Air, Lembangan Sungai Perak*

Abstract

Characteristics of annual discharges is importance in the planning of the domestic water supply of a drainage basin in the tropics. this research highlighted the annual discharge changes that occur over time. Discharge data from six discharge stations used to represent the upper, middle and bottom of the Perak River Basin. Descriptive analysis was used to examine trends and changes taking place in the total discharge. Study revealed that the trend changes either increase or decrease in the discharge stations. Local hydrometeorological factors and human activities such as deforestation for logging, agriculture, establishment of industrial estates, housing and new town became a major contributor to the diversity of discharge characteristics and trends in sub Kinta River Basin. the increment of discharges trend is associated with flooding and reduction of discharges may affect the availability of water supply within drainage

basins. Both of these aspects contribute to the degradation of water resources and caused human discomfort within a drainage basin.

Keywords *Discharge Trend, Water Resources, Sungai Perak Catchment*

PENGENALAN

Perubahan terhadap alam sekitar fizikal kesan daripada pelbagai aktiviti manusia sentiasa mendapat perhatian para pengkaji untuk terus menyelidik permasalahan ini. Salah satu perubahan sistem fizikal yang sering mendapat perhatian ialah perubahan kepada sistem hidrologi terutamanya perubahan terhadap ciri luahan, luahan endapan serta kemerosotan kualiti air sungai. Perubahan terhadap corak dan trend luahan sungai sangat penting untuk dikaji kerana perubahan yang berlaku akan memberi kesan kepada kehidupan manusia. Air sungai digunakan sebagai sumber bekalan air yang utama khususnya untuk bekalan air domestik, pengairan kawasan pertanian, kawasan perbandaran dan perindustrian.

Pemerhatian terhadap ciri luahan sungai dalam satu jangkamasa yang panjang sangat bermanfaat kerana ia akan dapat memberikan maklumat terhadap perubahan yang berlaku sama ada disumbangkan oleh kepelbagaian aktiviti manusia dan faktor semulajadi khususnya perubahan iklim dunia masa kini. Perubahan terhadap luahan sungai bukan sahaja memberi impak kepada ekosistem di daratan tetapi juga di kawasan muara sungai dan laut. Pengurangan dan peningkatan luahan sungai akan mengganggu kehidupan manusia seperti kekurangan sumber bekalan air dan berlakunya lebihan air dan menyebabkan kejadian banjir atau banjir kilat. Keadaan makin bertambah rumit apabila sungai mengalami masalah kemerosotan terhadap kualiti air akibat pencemaran yang semakin meningkat.

Sumber air merujuk kepada pengurusan dan penggunaan air yang utama bagi kepentingan hidup manusia dan pengurusan sumber air membawa maksud kepada penyediaan sumber tersebut bagi kepelbagaian kegunaan manusia seperti bekalan air domestik, pengangkutan, rekreasi, pengawalan terhadap banjir serta penjana kuasa hidro (Thompson 1999). Wu et al. (2008) menjelaskan pengurusan sumber air pada masa kini sangat kritikal kerana permintaan yang tinggi terhadap sumber tersebut kesan dari perubahan habitat manusia iaitu berlakunya proses perbandaran yang pesat dan permintaan bekalan air domestik. Ketidakecakapan dalam pengurusan sumber air akan memberi kesan kepada penggunaan sumber air yang berlebihan atau bekalan air yang tidak mencukupi. Pengurusan sumber air boleh menimbulkan konflik sekiranya sesebuah lembangan saliran yang utama dikongsi bersama oleh sesebuah negara seperti Mesir dan Sudan (Lembangan Sungai Nil), India dan Bangladesh (Lembangan Sungai Ganges) serta China, Thailand, Laos, Kemboja dan Vietnam (Lembangan Sungai Mekong). Pengurusan yang tidak cekap menimbulkan pelbagai konflik antara negara di kawasan atas dan bawah lembangan kerana kawasan bawah lembangan akan menerima impak yang sangat besar seperti kejadian banjir, masalah hakisan dan pendedahan serta pencemaran air.

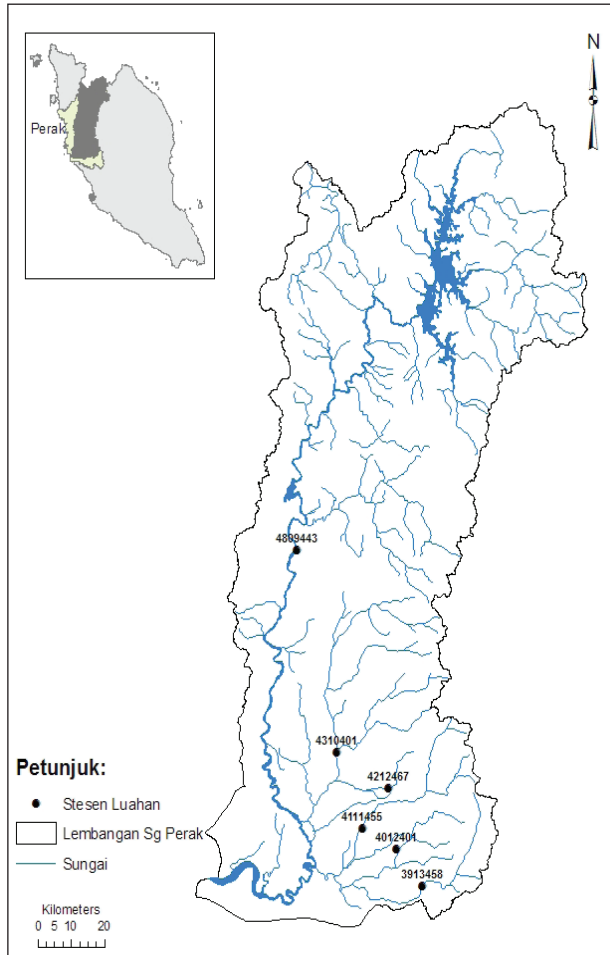
Tujuan utama penulisan artikel ini untuk mengenalpasti trend luahan tahunan Sungai Perak dari tahun 1915 hingga 2006. Trend luahan sama ada berlakunya

pengurangan atau peningkatan dalam sesebuah lembangan saliran akan mempengaruhi sumber bekalan air untuk pelbagai aktiviti manusia. Ini disebabkan pertambahan jumlah penduduk dan aktiviti perindustrian sentiasa meningkat dari semasa ke semasa dan memerlukan sumber bekalan air bersih. Dalam konteks ini, penduduk di negeri Perak menerima dan memerlukan sumber bekalan air yang utama dari Lembangan Sungai Perak. Kajian ini juga akan memberi sumbangan yang sangat signifikan untuk memahami bagaimana kepelbagaian aktiviti manusia serta perubahan iklim masa kini akan memberi impak terhadap perubahan luahan bagi jangka masa panjang.

KAWASAN KAJIAN

Lembangan Sungai Perak mempunyai kawasan tadahan seluas kira-kira 15,180km² yang mana merangkumi 70 peratus dari keluasan negeri Perak. Sungai Perak pula adalah sungai utama dan cawangan-cawangan sungainya seperti Sungai Kinta, Sungai Sungkai, Sungai Batang Padang, Sungai Bidor, Sungai Kampar, Sungai Plus, Sungai Rui, Sungai Chenderiang, Sungai Pari dan Sungai Raia. Keseluruhan panjang Sungai Perak kira-kira 425 km yang mengalir dari arah timur laut ke barat daya dan mengalir keluar ke Selat Melaka. Rajah 1 menunjukkan lokasi Lembangan Sungai Perak dalam negeri Perak.

Secara umumnya Lembangan Sungai Perak dibahagikan kepada empat bahagian iaitu tidal, bawah, tengah dan atas. Kawasan tidal atau kawasan yang dianggap ada pengaruh air pasang surut bermula dari muara sungai hingga ke pertemuan di antara Sungai Perak dan Sungai Kinta. Kawasan bawah dikenalpasti di antara pertemuan Sungai Kinta dan Sungai Perak hingga ke Jambatan Nordin. Kawasan lembangan sungai di antara Jambatan Nordin ke Grik adalah kawasan tengah dan dari Grik hingga ke utara lembangan dianggap sebagai kawasan atas. Lembangan Sungai Perak ini merupakan salah sebuah lembangan daripada 189 unit lembangan yang dimonitor oleh pihak Jabatan Pengairan dan Saliran (JPS) di Malaysia.



Rajah 1 Lembangan Sungai Perak

Secara pentadbirannya, Lembangan Sungai Perak ini merangkumi enam daerah pentadbiran iaitu Hulu Perak, Kuala Kangsar, Perak Tengah, Kinta, Batang Padang dan Hilir Perak. Bentuk muka bumi Lembangan Sungai Perak terdiri daripada kawasan tanah tinggi yang terletak di sebelah utara dan timur lembangan yang melebihi daripada 180 meter dari aras laut. Selain itu, kawasan lembangan ini merupakan kawasan tanah pamah, lembah dan kawasan pinggir pantai. Lebih daripada 60 peratus kawasan Lembangan Sungai Perak adalah kawasan hutan yang kebanyakannya terletak di Hulu Perak. Taman Negeri Royal Belum yang berkeluasan 117,500 hektar terletak dalam daerah ini. Manakala 30 peratus telah diusahakan menjadi kawasan pertanian. Selebihnya adalah guna tanah perbandaran seperti Bandaraya Ipoh, Kuala Kangsar, Sungai Siput, Gopeng, Kampar, Tapah, Bidor, Grik dan Teluk Intan.

Data iklim seperti purata suhu udara, hujan dan min kelembapan relatif yang direkodkan diambil dari stesen kajicua Lapangan Terbang Sultan Azlan Shah, Ipoh yang terletak 40 meter ketinggian dari min aras laut. Pada tahun 2007 purata suhu

yang direkodkan ialah 26.9°C dengan purata suhu maksimum 32.7°C dan purata suhu minimum 23.3°C. Sementara itu, jumlah hujan tahunan yang direkodkan pada tahun yang sama ialah 2,913.1mm dengan jumlah hari hujan sebanyak 189 hari. Purata kelembapan relatif juga adalah tinggi iaitu 81.4 peratus. Keadaan iklim khatulistiwa yang mempunyai suhu yang seragam, kelembapan yang tinggi dan jumlah hujan yang banyak sangat dipengaruhi oleh angin monsun barat daya yang kebiasaannya bertiup antara bulan Mei hingga September dan angin monsun timur laut dari bulan November hingga Mac tahun berikutnya.

DATA DAN METODOLOGI KAJIAN

Data luahan bagi Lembangan Sungai Perak diperolehi daripada Unit Pengurusan Maklumat, Bahagian Hidrologi & Sumber Air, JPS Malaysia. Data luahan dari enam buah stesen luahan akan dianalisis seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 1. Enam buah stesen luahan digunakan bagi menghuraikan tentang trend luahan bagi kawasan atas, tengah dan bawah lembangan sungai tersebut. Data luahan dari tahun 1960 hingga 2006 diperolehi daripada JPS Malaysia dan data sebelum tahun 1960 telah diperolehi daripada pihak Arkib Negara Malaysia dengan merujuk kepada buku *Hydrological Data Streamflow Record 1910-1940* dan *Hydrological Data Streamflow Record 1941-1960*. Kesemua stesen luahan mencatatkan rekod luahan untuk satu jangkamasa yang panjang iaitu 85 tahun kecuali bagi Stesen Sungai Chenderiang iaitu 37 tahun. Walau bagaimanapun, tiada data luahan yang direkodkan dari tahun 1941 hingga 1947 kerana berlakunya Perang Dunia Kedua pada tahun-tahun tersebut. Data luahan dikira dalam bentuk m^3/s . Bagi data luahan yang diperolehi sebelum tahun 1960 adalah dalam bentuk $kaki^3/s$. Sistem metrik telah digunakan untuk menukar kadar luahan dari $kaki^3/s$ kepada m^3/s seperti formula berikut iaitu $1 \text{ kaki}^3/s = 0.3048m^3/s$. Jumlah yang diperolehi kemudiannya didarab dengan luas sub lembangan saliran bagi stesen berkenaan.

Statistik deskriptif iaitu min dan sisihan piawai digunakan bagi menganalisis data luahan tahunan. Analisis ini dilakukan bagi memahami dengan lebih jelas tentang corak luahan yang berlaku dalam jangkamasa yang panjang. Berdasarkan analisis ini juga satu garis tren dapat dipaparkan secara visual bagi menunjukkan purata tahunan luahan bagi setiap stesen. Walau bagaimanapun, data tersebut hanya dapat menunjukkan tren luahan sebenar tanpa mengambil kira faktor-faktor yang mempengaruhi kadar luahan seperti faktor hujan, perubahan guna tanah dalam lembangan saliran dan kemungkinan faktor perubahan iklim dunia turut memberi kesan terhadap tren luahan tahunan. Faktor-faktor ini akan dibincangkan dengan terperinci dalam penulisan yang akan datang.

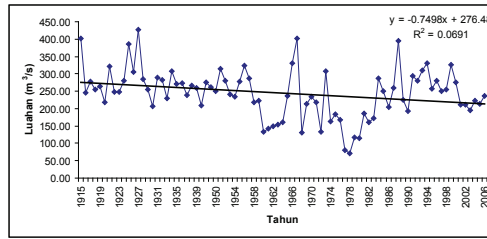
Jadual 1 Stesen Luahan di Lembangan Sungai Perak

No Stesen	Nama Stesen	Daerah	Sungai	Lembangan Sungai	Latitud	Longitud	Luas (km ²)	Tahun Data Digunakan	Jumlah Tahun
3913458	Sungai Sungkai di Sungkai	Batang Padang	Sungkai	Bidor	03 59 15	101 18 50	289	1915 - 1940, 1948 - 2006	85
4012401	Sungai Bidor di Bidor Malayan Tin	Batang Padang	Bidor	Perak	04 04 30	101 14 40	210	1915 - 1940, 1948 - 2006	85
4111455	Sungai Batang Padang di Tanjung Keramat	Batang Padang	Batang Padang	Perak	04 08 05	101 08 50	445	1915 - 1940, 1948 - 2006	85
4212467	Sungai Chenderiang di Batu 32 Jalan Tapah	Batang Padang	Chenderiang	Perak	04 13 55	101 13 10	119	1970 - 2006	37
4310401	Sungai Kinta di Weir Tanjung Tualang	Kinta	Kinta	Kinta	04 19 20	101 04 30	1700	1915 - 1940, 1948 - 2006	85
4809443	Sungai Perak di Jambatan Iskandar	Kuala Kangsar	Perak	Perak	04 49 10	100 57 55	7770	1915 - 1940, 1948 - 2006	85

ANALISIS DAN PERBINCANGAN

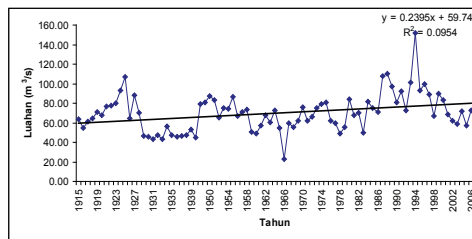
Analisis trend luahan untuk satu jangkamasa yang panjang adalah sangat penting dalam membantu pihak berkuasa merancang sumber air bagi pelbagai kegunaan seperti keperluan domestik, pengairan pertanian, perindustrian dan sebagainya khususnya di negeri Perak. Rajah 2 hingga Rajah 7 menunjukkan jumlah purata luahan tahunan di Lembangan Sungai Perak. Dua buah stesen menunjukkan tren luahan yang meningkat, dua buah stesen menunjukkan tren luahan yang menurun atau berkurangan dan dua buah stesen adalah stabil. Jumlah luahan tersebut merupakan jumlah sebenar yang hanya dapat menunjukkan trend luahan sama ada telah berlaku peningkatan, pengurangan atau stabil untuk satu jangkamasa yang panjang bagi setiap sub lembangan Sungai Perak.

Trend luahan di stesen Jambatan Iskandar menerima luahan dari Sungai Perak, Sungai Rui dan Sungai Pelus. Luas kawasan tadahan ialah 7770 km². Rajah 2 menunjukkan trend luahan yang menurun dari tahun 1915 hingga 2006. Purata minimum direkodkan pada tahun 1978 dengan jumlah 71.40 m³/s dan nilai purata maksimum pada tahun 1927 dengan jumlah 426 m³/s. Data purata dan sisihan piawai bagi luahan Sungai Perak di Jambatan Iskandar ialah 244.24 m³/s dan 70.37. Sisihan piawai yang tinggi disebabkan ia berkadar terus dengan saiz luas kawasan tadahan tersebut.



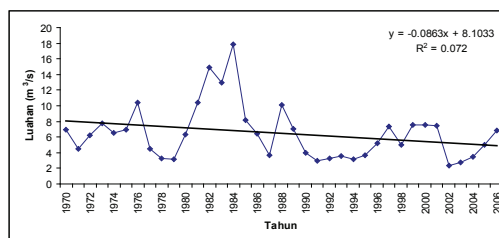
Rajah 2 Trend Luahan Tahunan Sungai Perak di Stesen Jambatan Iskandar

Sementara itu, trend luahan bagi Sungai Kinta menunjukkan trend yang meningkat dari tahun 1915 hingga 2006. Stesen luahan di Weir Tanjung Tualang menerima luahan dari Sungai Kinta, Sungai Raia, Sungai Pari dan Sungai Kampar. Luas kawasan sub lembangan adalah 1700 km². Berdasarkan Rajah 3, purata minimum tahunan direkodkan pada tahun 1966 dengan jumlah 23.08 m³/s dan purata maksimum tahunan direkodkan pada tahun 1994 dengan jumlah 51.48 m³/s. Data purata luahan dari tahun 1915 hingga 2006 ialah 70.04 m³/s dengan sisihan piawai ialah 19.13.



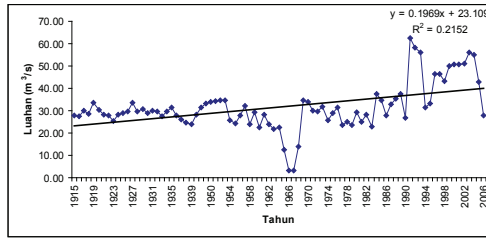
Rajah 3 Trend Luahan Tahunan Sungai Kinta di Stesen Weir Tanjung Tualang

Seterusnya, trend luahan bagi Sungai Chenderiang di Stesen Batu 32 Jalan Taph menunjukkan trend yang menurun dari tahun 1970 hingga 2006 (Rajah 4). Cawangan Sungai Chenderiang sebenarnya masuk ke dalam Sungai Kinta tetapi bertemu di bahagian bawah stesen luahan di Weir Tanjung Tualang. Luas sub lembangan Sungai Chenderiang ialah 119 km². Purata minimum direkodkan pada tahun 2002 dengan jumlah 2.32 m³/s dan purata maksimum pada tahun 1984 dengan jumlah 17.83 m³/s. Purata luahan bagi Sungai Chenderiang dari tahun 1970 hingga 2006 adalah 6.46 m³/s dengan sisihan piawai 3.48.



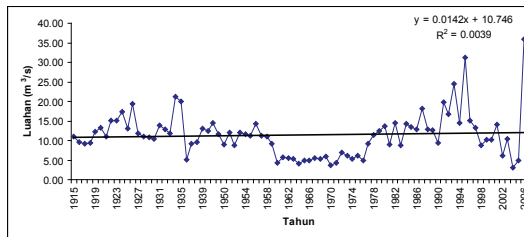
Rajah 4 Trend Luahan Tahunan Sungai Chenderiang di Stesen Batu 32 Jalan Taph

Sub lembangan Sungai Batang Padang, Sungai Bidor dan Sungai Sungkai terletak di bahagian bawah Lembangan Sungai Perak. Luahan bagi Sungai Batang Padang masuk terus ke dalam Sungai Perak. Luas sub lembangan Sungai Batang Padang ialah 445 km². Trend luahan bagi Sungai Batang Padang menunjukkan trend yang meningkat dari tahun 1915 hingga 2006 seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 5. Purata minimum direkodkan pada tahun 1966 dengan jumlah 3.26 m³/s dan purata maksimum dicatatkan pada tahun 1991 dengan nilai 62.39 m³/s. Purata dan sisihan piawai bagi luahan Sungai Batang Padang ialah 31.57 m³/s dan 10.48.

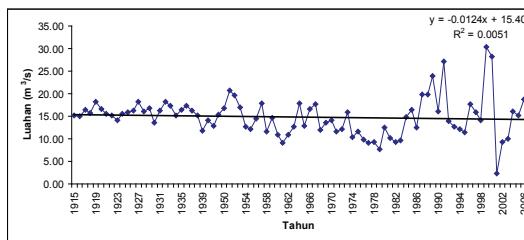


Rajah 5 Trend Luahan Tahunan Sungai Batang Padang di Tanjung Keramat

Bagi trend luahan bagi Sungai Bidor dan Sungai Sungkai menunjukkan trend yang agak stabil dari tahun 1915 hingga 2006 (Rajah 6 dan Rajah 7). Luas sub lembangan Sungai Bidor ialah 210 km² dan sub lembangan Sungai Sungkai ialah 289 km². Purata minimum luahan yang direkodkan bagi Sungai Bidor pada tahun 2004 (3.11 m³/s) dan purata maksimum pada tahun 2006 (35.97 m³/s). Bagi Sungai Sungkai pula purata minimum direkodkan pada tahun 2001 (2.30 m³/s) dan purata maksimum pada tahun 1999 (30.43 m³/s). Purata dan sisihan piawai bagi Sungai Bidor ialah 11.36 m³/s dan 5.58 manakala bagi Sungai Sungkai ialah 14.88 m³/s dan 4.28.



Rajah 6 Trend Luahan Tahunan Sungai Bidor di Stesen Bidor Malayan Tin



Rajah 7 Trend Luahan Tahunan Sungai Sungkai di Stesen Sungkai

Secara keseluruhannya didapati trend luahan dalam lembangan Sungai Perak menunjukkan trend yang pelbagai sama ada meningkat, menurun dan stabil. Dalam hal ini, kepelbagaian trend ini sangat dipengaruhi oleh pelbagai faktor seperti hidrometeorologi tempatan, jenis dan perubahan guna tanah yang sangat signifikan dikaitkan dengan pelbagai kegiatan dan aktiviti manusia dalam lembangan saliran. Namun begitu, peningkatan atau pengurangan luahan tahunan tersebut bukan menunjukkan keadaan yang sebenarnya berlaku tetapi ia boleh dijadikan asas sebagai proses peramalan tentang trend luahan untuk masa akan datang. Ini disebabkan jumlah luahan yang terhasil perlu dianalisis dengan pelbagai pembolehubah lain seperti faktor hujan, fenomena El Nino/La Nina, faktor guna tanah, perubahan guna tanah dan juga boleh dikaitkan dengan perubahan iklim dunia masa kini.

Dalam konteks global, perubahan trend luahan yang berlaku sangat dipengaruhi oleh faktor perubahan iklim dunia masa kini dan juga perubahan guna tanah secara besar-besaran dari kawasan hutan kepada kawasan pertanian, perbandaran dan perindustrian. Perubahan yang sangat ketara berlaku di negara-negara di hemisfera utara.

Dalam beberapa kes akibat daripada perubahan iklim dunia telah menyebabkan luahan tahunan di kawasan berlatitud tinggi ini mengalami perubahan sama ada menunjukkan trend luahan yang meningkat dan menurun (Ye et al. 2003; Lindström & Bergström 2004; Berezovskaya et al. 2005; Abdul Aziz & Burn 2006). Tidak dapat dinafikan selain daripada aktiviti manusia, perubahan iklim global dan kesan fenomena El Nino merupakan faktor yang sangat dikaitkan dengan berlakunya perubahan terhadap luahan dalam sesebuah lembangan sama ada berlaku pengurangan atau peningkatan (Arnell 1999; Déry & Wood 2005; Yang et al. 2005; Wang et al. 2006; Zhang et al. 2006, Milliman et al. 2008).

Dalam konteks kajian ini, trend luahan sangat penting dalam kita menilai sumber bekalan air dalam sistem saliran sama ada jumlahnya semakin meningkat atau berkurangan. Trend luahan yang menurun akan memberi implikasi terhadap sumber bekalan air kerana kita sangat bergantung kepada sumber bekalan air dari sungai. Tanpa perancangan dan pengurusan sumber bekalan air yang cekap, tidak mustahil masalah ini akan memberi kesan yang negatif kepada habitat hidup manusia. Kepelbagaian aktiviti manusia dalam lembangan saliran akan menyebabkan gangguan terhadap jumlah luahan. Menurut Walling (2008) perubahan terhadap luahan dan luahan endapan di kebanyakan sungai di dunia sangat dipengaruhi oleh pelbagai aktiviti manusia seperti pembersihan kawasan hutan, perubahan guna tanah, pembinaan empangan, pemuliharaan tanah serta program pengawalan luahan dan luahan endapan. Perubahan terhadap luahan dan luahan endapan bukan sahaja mempengaruhi habitat manusia tetapi juga akan mempengaruhi alam sekitar fizikal iaitu kawasan di antara daratan dan kawasan pinggir pantai atau laut dalam konteks kitaran biogeokimia kerana luahan dan luahan endapan sangat penting dalam membekalkan pelbagai elemen dan nutrien kepada ekosistem lain.

KESIMPULAN

Trend luahan yang meningkat atau stabil biasanya bukan menjadi satu masalah kepada kehidupan manusia tetapi trend pengurangan luahan untuk satu jangkamasa yang panjang akan memberi pelbagai masalah kepada habitat hidup manusia seperti sistem pengairan untuk pertanian, kegiatan perindustrian, bekalan air domestik dan penjana kuasa hidro elektrik jika tiada langkah-langkah pengurusan diambil bagi mengenalpasti masalah ini. Memahami trend dan kepelbagaian luahan pada masa kini dan masa lepas berdasarkan kepada kepelbagaian pembolehubah hidrometeorologi adalah sangat penting bagi tujuan perancangan pembangunan dan kelestarian pengurusan sumber air khususnya dalam Lembangan Sungai Perak.

Kepesatan pembangunan ekonomi memaksa banyak kawasan hutan dalam sesebuah lembangan diteroka serta permintaan bekalan air yang tinggi sama ada untuk tujuan domestik dan industri menyebabkan pengurangan terhadap luahan dalam sesebuah lembangan saliran. Masalah pencemaran air sungai ditambah pula dengan perbuatan manusia yang menyumbang kepada pelepasan bahan-bahan pencemar ke udara melalui pelbagai aktiviti perindustrian memberi kesan kepada perubahan iklim dunia dan secara tidak langsung memberi pengaruh kepada kitaran hidrologi. Trend luahan untuk satu jangkamasa yang panjang berdasarkan kepada rekod-rekod lama adalah sangat penting dalam membantu kita memahami kesan aktiviti manusia dan perubahan iklim dunia sehingga mengganggu ekosistem dalam sesebuah lembangan saliran. Secara tidak langsung penilaian boleh dilakukan bagi meneliti sejauhmana kekuatan perubahan tersebut sehingga mampu memberi kesan kepada kehidupan manusia.

PENGHARGAAN

Penghargaan kepada Jabatan Pengairan dan Saliran Malaysia, Jabatan Meteorologi Malaysia, serta Arkib Negara Malaysia kerana penyediaan maklumat dan data yang berkaitan dengan penulisan artikel ini.

RUJUKAN

- Abdul Aziz, O.I. & Burn, D.H. 2006. Trends and variability in the hydrological regime of the Mackenzie River basin. *Journal of Hydrology* 319, 282-294.
- Arnell, N.W. 1999. Climate change and global water resources. *Global Environmental Change* 9, 31-49.
- Berezovskaya, S., Yang, D. & Hinzman, L. 2005. Long-term annual water balance analysis of the Lena river. *Global and Planetary Change* 48, 84-95.
- Déry, S.J & Wood, E.F. 2005. Decreasing river discharge in northern Canada. *Geophysical Research Letters*, Vol. 32, 1-4.
- Lindström, G. & Bergström, S. 2004. Runoff trends in Sweden 1807-2002. *Hydrological Sciences Journal* 49(1), 69-83.
- Milliman, J.D., Farnsworth, K.L., Jones, P.D., Xu, K.H., & Smith, L.C. 2008. Climate and anthropogenic factors affecting river discharge to the global ocean, 1951-2000. *Global and Planetary Change* 62, 187-194.

- Thompson, S.A. 1999. *Hydrology for water Management*. Rotterdam: A.A. Balkema.
- Walling, D.E. 2008. The changing sediment loads of the world's rivers. *Land Reclamation* 30, 3-20.
- Wang, H., Yang, Z., Saito, Y., Liu, J.P. & Sun X. 2006. Interannual and seasonal variation of the Huanghe (Yellow River) water discharge over the past 50 years: Connections to impacts from ENSO events and dams. *Global and Planetary Change* 50, 212-225.
- Wu, H., Soh, L.-K., Samal, A. & Chen, X.-H. 2008. Trend analysis of streamflow drought events in Nebraska. *Water Resources Management* 22, 145-164.
- Yang, S.L., Gao, A., Hotz, H.M., Zhu, J., Dai, S.B. & Li, M. 2005. Trends in annual discharge from the Yangtze River to the sea. *Hydrological Sciences Journal* 50(5), 825-836.
- Ye, B., Yang, D. & Kane, D.L. 2003. Changes in Lena River streamflow hydrology: human impacts versus natural variations. *Water Resources Research* 39 (7), 1-14.
- Zhang, Q., Xu, C.Y., Becker, S. & Jiang, T. 2006. Sediment and runoff changes in the Yangtze River basin during past 50 years. *Journal of Hydrology* 331, 511-523.