



## **NOTA PENYELIDIKAN**

### **Kesan aktiviti pembangunan tanah terhadap kawasan punca pengambilan air di Cameron Highlands**

Arno Sisun<sup>1</sup>, Mariney Mohd Yusoff<sup>1</sup>, Khairulmaini Osman Salleh<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jabatan Geografi, Fakulti Sastera dan Sains Sosial, Universiti Malaya 50603 Kuala Lumpur.

Correspondence: Arno Sisun (email: arno\_sisun@yahoo.com)

#### **Abstrak**

Pembangunan guna tanah merupakan aspek penting dalam pertumbuhan ekonomi dan peningkatan tahap sosial masyarakat. Bagaimanapun, pembangunan guna tanah sering kali dikaitkan dengan kemerosotan sumber alam khususnya sumber air. Hal ini kerana aktiviti guna tanah yang dijalankan di kawasan tadahan air telah menyebabkan kesan negatif kepada kawasan punca pengambilan air. Sehubungan dengan itu, artikel ini akan menghujah bahawa aktiviti pembangunan guna tanah yang dijalankan dalam lingkungan kawasan punca pengambilan air memberi kesan negatif kepada kawasan dan kualiti air di Cameron Highlands. Kaedah kajian yang digunakan dalam kajian ini adalah analisis Sistem Maklumat Geografi (SMG) versi 10.1 yang melibatkan analisis pertindihan (*overlay analysis*) dan analisis tadahan air (*watershed analysis*) berdasarkan *point based watershed analysis*. Di samping itu, temu bual semi struktur, penggunaan data sekunder dan *google earth* turut digunakan. Dapatan kajian menunjukkan aktiviti guna tanah di kawasan tadahan air telah menyebabkan kesan negatif terhadap kualiti air yang kemudiannya menyumbang kepada masalah pengeluaran dan pengagihan sumber bekalan air di kawasan tersebut.

**Katakunci:** Cameron Highlands, kawasan tadahan air, kualiti air, pembangunan guna tanah, punca pengambilan air, sumber bekalan air

## **RESEARCH NOTE**

### **Impacts of land development activities on water intake areas of Cameron Highlands**

#### **Abstract**

Land development is indispensable for economic growth but it is often associated with deterioration of environmental resources, in particular, the degradation of water resources. When land development activities are carried out in sensitive watersheds they normally caused negative effects on the source of the water catchment area. This article illustrates these negative impacts of land development activities on the water catchment area of Malaysia's Cameron Highlands. The method adopted is Geographic Information Systems (GIS) version 10.1, which involves point based overlay and watershed analysis, in addition to secondary and Google Earth data. The findings confirmed that land development activities in the catchment areas had affected local water quality which in turn created problems with respect to the production and distribution of water resources in Cameron Highlands.

**Keywords:** Cameron Highlands, land use development, water intake, water quality, watershed, water supply

## Pengenalan

Pembangunan guna tanah merupakan aktiviti yang berterusan dan diperlukan oleh setiap negara untuk menjana ekonomi dan sosial yang lebih baik. Ini kerana pembukaan kawasan tanah untuk aktiviti pertanian, pelancongan, pembinaan bangunan dan pengekstrakan hasil hutan merupakan aktiviti yang menguntungkan. Namun aktiviti pembangunan guna tanah tanpa kawalan akan turut menyebabkan kemerosotan ekonomi dan kemusnahan terhadap alam sekitar (Barrow, 2006). Menurut laporan Jabatan Alam Sekitar pada Tahun 1997, daripada 117 sungai di Malaysia didapati 59 sungai agak tercemar dan 13 sungai paling tercemar akibat daripada pembangunan yang pesat dan pencerobohan kawasan-kawasan sensitif yang tidak sepatutnya dicerobohi manusia seperti kawasan tadahan air, kawasan hutan dan hidupan liar (Chan, 2004). Sehubungan dengan itu, aktiviti guna tanah seperti pembersihan hutan, pembinaan jalan, pembinaan bangunan dan sebagainya adalah aktiviti yang boleh menyebabkan kemerosotan kualiti sumber air seperti mana yang berlaku ke atas Sungai Telom dan Sungai Bertam di Cameron Highlands (Weng et al., 2011; REACH, 2006).

Sistem sungai di Cameron Highlands membentuk kawasan tadahan air dan dianggarkan 5.8 juta liter air sehari diekstrak sebagai bekalan air minum yang diperolehi daripada beberapa lokasi pengambilan air sepanjang sungai yang mengalir di kawasan ini (Antony van der Ent, 2009). Hal ini menunjukkan Cameron Highlands merupakan kawasan tanah tinggi yang berperanan penting sebagai kawasan tadahan air atau sebagai punca pengambilan air. Namun, pembangunan guna tanah di kawasan punca pengambilan air (*water intake*) telah menyebabkan gangguan terhadap sumber bekalan air di Cameron Highlands. Gangguan ini bukan sahaja menyebabkan kemerosotan kepada kualiti air, tetapi juga terhadap kuantiti sumber bekalan air, terutamanya pada waktu hujan.

Tambahan pula, kebanyakan kes pembukaan tanah untuk tujuan pembangunan guna tanah telah mendedahkan kawasan permukaan tanah kepada titisan air hujan. Jika berlaku dalam jangka masa yang panjang dan tidak terkawal, ia boleh menyebabkan kemasukan bahan sedimen yang tinggi ke dalam kawasan tadahan air (Ghulam & Aini Hayati, 2006). Aktiviti tanaman bunga dan tanaman sayur-sayuran juga adalah penyumbang utama kepada terhasilnya bahan sedimen yang kemudiannya masuk ke dalam sistem sungai di Cameron Highlands (Chan, 2006). Justeru itu, pencegahan dan pengawalan pembangunan guna tanah dalam kawasan punca pengambilan air perlu dititikberatkan bagi memastikan keseimbangan keterusan sumber bekalan air. Sehubungan itu, artikel ini bertujuan membuktikan bahawa aktiviti pembangunan guna tanah yang dijalankan dalam lingkungan kawasan punca pengambilan air memberi kesan negatif kepada kawasan dan kualiti air di Cameron Highlands. Perbincangan juga meliputi bagaimana hal sedemikian berlaku.

## Kajian literatur

Kajian pembangunan guna tanah dan hidrologi telah menjadi minat ramai sarjana di seluruh dunia. Tumpuan diberikan kepada kesan aktiviti pembangunan guna tanah dari segi keluasan dan impak kepada hidrologi akibat aktiviti perhutanan dan pembangunan tanah sehingga menyebabkan penyahutanan (Calder, 1992; Calder, 1998). Sementara itu, permintaan kepada bekalan bahan makanan melalui aktiviti pertanian dan bahan tenaga kayu api juga semakin meningkat. Tidak kurang juga peningkatan terhadap aktiviti perindustrian dan perkhidmatan yang menawarkan banyak peluang pekerjaan dan pertambahan penduduk yang pesat. Di samping itu, pambangunan dan peningkatan rumah penduduk bandar yang tidak mempunyai kemudahan rawatan kumbahan yang baik telah memberi impak kepada sumber air. Walaupun aktiviti ini tidak memberi masalah yang ketara kepada kuantiti air, tetapi kesannya kepada kualiti air adalah sangat ketara dan masalah ini telah dialami oleh banyak negara membangun di dunia (Calder, 1998).

Selain itu, hubung kait pembangunan guna tanah dan sumber air juga, sering dibincangkan dalam konteks lembangan saliran atau sungai. Menurut Lal (1997) kawasan tadahan air adalah satu unit hidrologi iaitu proses hidrologi dan ekologi berperanan dalam mengawal kualiti tanah dan sumber air

yang ada dalam kawasan tadahan air. Kawasan tadahan air juga boleh wujud dalam pelbagai bentuk dan saiz; sebuah lembangan sungai kecil mungkin hanya sebidang tanah tetapi bagi lembangan yang bersaiz besar ia boleh mencapai ribuan kilometer persegi seperti Lembangan Sungai Amazon di Amerika Selatan yang merupakan lembangan sungai terbesar di dunia (Cech, 2005).

Air juga adalah komponen persekitaran yang amat penting dalam menjamin keterusan hidup segala organisma yang terdapat di alam ini. Menurut Zakariah (1990) air adalah salah satu daripada tiga komponen penting ekosistem bumi (Ekosistem daratan dan buatan manusia). Menurut National Geographic (2012), manusia menggunakan sumber air untuk tujuan aktiviti pertanian (70%), perindustrian (22%) dan disalurkan ke kawasan bandar dan perumahan (8%) daripada 2.5% air tawar yang ada di dunia. Pendek kata, air merupakan sumber yang memainkan peranan yang amat penting dalam menjamin kelangsungan hidup manusia dan hidupan lain. Bagaimanapun, kemerosotan kualiti air sungai dan tasik menjadikan air tidak lagi sesuai digunakan. Kemerosotan kualiti air ini adalah disebabkan oleh aktiviti manusia membuang sisa domestik, aktiviti perkhidmatan dan perindustrian khususnya di bandar, selain aktiviti perlombongan dan aktiviti pertanian yang tidak terkawal, serta penebangan kawasan hutan yang menyumbang kepada peningkatan bahan sedimen dan amalan aktiviti penanaman yang tidak sesuai (Mwaka et al., 1999; Madulu, 2005).

Di Malaysia, kemerosotan kualiti air ini turut berlaku di Cameron Highlands. Menurut Wan Abdullah et al. (2001) kualiti air sungai di Cameron Highlands mengalami penurunan akibat daripada aktiviti pembangunan guna tanah pertanian, berikutan kemasukan sedimen yang tinggi ke dalam sungai yang terhasil daripada proses hakisan di bahagian hulunya. Di samping itu, Kumaran dan Ainuddin (2006) mendapati bahawa penurunan keluasan hutan secara drastik berikutan daripada peningkatan jumlah aktiviti guna tanah pertanian dan pambangunan seperti pembangunan harta tanah dan infrastruktur (jalan raya, paip bekalan air dan sebagainya) telah menyebabkan kawasan tadahan air merosot. Keadaan ini didapati berlaku di dua sub tadahan air di bahagian hulu Telom dan Bertam. Litupan hutan di kawasan ini telah menurun daripada 95 peratus pada tahun 1947 kepada 51 peratus pada tahun 2003.

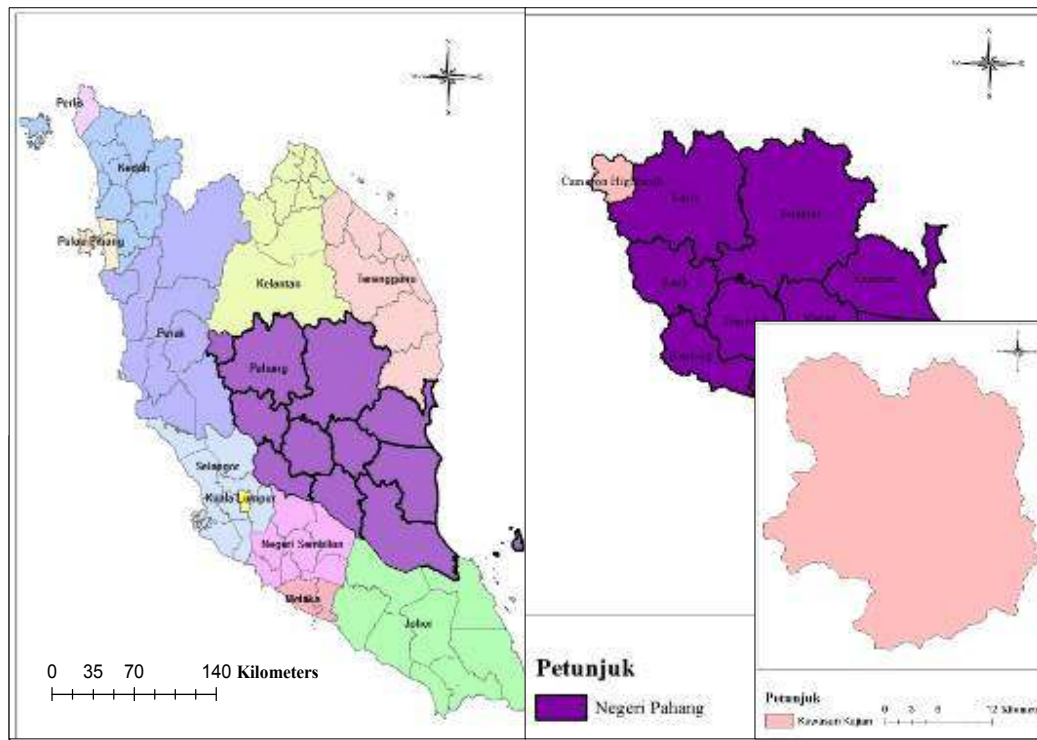
Justeru itu, hubung kait antara aktiviti pembangunan guna tanah dengan keadaan kawasan tadahan air, merupakan aspek penting dalam menjamin ketersediaan sumber bekalan air di kawasan tersebut. Sensitiviti kawasan punca pengambilan air perlu diambil kira semasa aktiviti pembangunan guna tanah dilakukan. Ini bagi memastikan sumber bekalan air berterusan dan kemerosotan kualiti air dapat dikurangkan. Cameron Highlands adalah contoh kawasan tadahan air yang sensitif kerana ia juga pada masa yang sama turut berperanan sebagai pembekal produk pertanian dan pelancongan tanah tinggi. Oleh itu, aktiviti pembangunan guna tanah dalam kawasan tadahan air perlu dikawal dan diberi perhatian yang sewajarnya.

## Kawasan kajian

Cameron Highlands merupakan kawasan terpencil yang terletak di Banjaran Gunung Titiwangsa yang mempunyai keluasan kira-kira 71,218 hektar (175,978 ekar/712.18 km persegi) yang merupakan hanya dua peratus daripada keluasan Negeri Pahang. Daerah ini disempadani oleh Negeri Kelantan di bahagian utara, manakala bahagian barat disempadani oleh Negeri Perak (Amirhossein et al., 2008) seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1. Bagi kedudukan latitud dan longitud Cameron Highlands terletak pada 4.27 (4<sup>o</sup>27'0 N) dan 101.45 (101<sup>o</sup>22'0 E) (*Maps of World*, 2011). Selain itu, Cameron Highlands mempunyai tiga mukim utama yang terdiri daripada Hulu Telom (63,990 hektar), Ringlet (5,156 hektar) dan Tanah Rata (2,072 hektar). Di samping itu, kawasan ini mempunyai iklim yang lebih sejuk dengan suhu minimum harian iaitu 14.8<sup>o</sup>C dan suhu maksimum harian ialah 21.1<sup>o</sup>C yang sesuai dijadikan sebagai kawasan aktiviti pertanian dan mempunyai purata hujan tahunan kira-kira 2660 mm dengan kelembapan yang tinggi (Chan, 2000).

Cameron Highlands juga merupakan salah satu destinasi pelancongan tanah tinggi yang terkenal di Malaysia yang menarik ramai pelancong masuk, sama ada pelancong domestik atau pelancong dari luar negara. Kedatangan pelancong yang ramai ini adalah disebabkan oleh tarikan Cameron Highlands yang

mempunyai ciri-ciri fizikal alam sekitar dan kawasan menarik yang wujud seperti ladang teh, ladang strawberi, ladang lebah madu, taman rama-rama, taman bunga ros dan taman serangga yang terletak di sepanjang jalan utama. Selain menjadi destinasi pelancongan, kawasan ini juga memainkan peranan penting sebagai kawasan pertanian dan pengeluaran utama sayur-sayuran di Malaysia.



Rajah 1. Lokasi kajian: Cameron Highlands

## Metodologi kajian

Kajian ini menggunakan analisis Sistem Maklumat Geografi (SMG) atau *Geography Information System* (GIS) dan analisis data sekunder yang diperoleh daripada jabatan tertentu khususnya Jabatan Pengurusan Air Pahang Berhad (PAIP). Kaedah ini digunakan untuk melihat sejauh mana aktiviti guna tanah yang dijalankan memberi kesan negatif kepada kawasan punca pengambilan air (*water intake*) di Cameron Highlands. Analisis SMG melibatkan dua jenis analisis penting, iaitu analisis pertindihan (*overlay analysis*) dan analisis kawasan tadahan air (*watershed analysis*) berdasarkan kepada *point based watershed analysis*. Analisis pertindihan SMG digunakan untuk melihat kedudukan kawasan punca pengambilan air dan aktiviti guna tanah yang wujud di Cameron Highlands. Analisis *point based watershed analysis* pula digunakan untuk melihat aktiviti pembangunan guna tanah yang terdapat dalam lingkungan kawasan punca pengambilan air di daerah tersebut. Di samping itu, imej *Google Earth* turut digunakan bagi melihat situasi sebenar aktiviti pembangunan guna tanah di kawasan berkenaan. Temu bual dengan pihak pengurusan loji air turut dilakukan bagi mengetahui kesan pembangunan tanah terhadap punca pengambilan air. Manakala, analisis data sekunder lebih tertumpu kepada analisis kekeruhan air dan kekerapan penutupan loji air yang wujud di Cameron Highlands.

## Hasil kajian dan perbincangan

### *Kedudukan kawasan punca pengambilan air dan aktiviti guna tanah di Cameron Highlands*

Cameron Highlands mempunyai tiga buah loji rawatan air utama yang memainkan peranan penting dalam membekalkan sumber air, iaitu Loji Air Kuala Terla, Loji Air Habu dan Loji Air Brinchang. Ketiga-tiga loji air ini adalah di bawah pengurusan dan pembangunan Jabatan PAIP. Menurut Jabatan Pengurusan Air Pahang Berhad (PAIP), hanya dua buah loji rawatan air yang berfungsi sepenuhnya, iaitu Loji Air Kuala Terla dan Loji Air Habu, manakala Loji Air Brinchang masih dalam proses pembangunan dan belum berfungsi sepenuhnya (Jadual 1, Rajah 2).

**Jadual 1. Pengagihan sumber bekalan air**

Loji Rawatan Air	Sungai	Kawasan yang dibekalkan
Kuala Terla	Terla, Tringkap, Burung	Tringkap, Kuala Terla, Kea Farm, Brinchang, Kampung Raja dan Tanah Rata
Habu	Ulong	Habu, Ringlet dan Bertam Valley
Brinchang	Sungai Bertam (Hulu)	Dalam proses pembangunan

*Sumber:* Jabatan PAIP (2014).



**Rajah 2.** *Punca kawasan pengambilan air dan aktiviti guna tanah di Cameron Highlands*

Menurut jabatan PAIP, terdapat lima buah kawasan tadahan air yang menjadi punca pengambilan air iaitu Sungai Terla, Tringkap, Ulong, Burung dan Hulu Sungai Bertam di Cameron Highlands. Melalui hasil analisis pertindihan SMG didapati bahawa daripada lima kawasan punca pengambilan air di Cameron Highlands, kawasan tadahan air Sungai Terla mengalami aktiviti pembangunan guna tanah manakala kawasan punca pengambilan air yang lain tidak terlibat dengan aktiviti tersebut. Ini menunjukkan bahawa kawasan tadahan air Sungai Terla terganggu akibat campur tangan manusia. Campur tangan melalui aktiviti pembukaan tanah bagi tujuan petempatan dan pertanian telah mengganggu dan seterusnya memberi tekanan kepada keseimbangan sumber alam di sekitarnya terutamanya terhadap sumber air di kawasan punca pengambilan air Sungai Terla. Manakala kawasan punca pengambilan air yang lain (Sungai Tringkap, Ulong, Burung dan kawasan hulu Sungai Bertam) tidak mengalami sebarang bentuk pembangunan guna tanah dan keseimbangan sumber alam sekitar pada umumnya masih kekal dan terpelihara.

#### *Aktiviti guna tanah dalam lingkungan kawasan punca pengambilan air di Cameron Highlands*

Hasil analisis *point based watershed* SMG menunjukkan bahawa selain kawasan tadahan Sungai Terla, punca pengambilan air di kawasan tadahan Sungai Tringkap, Ulong, Burung dan Hulu Sungai Bertam tidak menerima sebarang bentuk campur tangan manusia (Rajah 2). Situasi ini boleh dilihat dengan lebih jelas melalui imej *Google Earth* yang menunjukkan situasi sebenar kawasan punca pengambilan air yang wujud di Cameron Highlands. Melalui imej *Google Earth* didapati bahawa aktiviti pengambilan air oleh Jabatan PAIP telah dijalankan di kawasan tadahan air yang masih mengekalkan ciri-ciri kawasan hutan semula jadi atau kawasan hutan dara (Rajah 3). Bagaimanapun kawasan punca pengambilan air di Sungai Terla menunjukkan situasi yang berbeza, iaitu wujudnya aktiviti pembangunan guna tanah di kawasan tadahan air ini, khususnya pembinaan lebuh raya utama dari Simpang Pulai, Perak ke Kampung Raja, Pahang dan kemudian ke Lojing, Kelantan yang menjadi laluan jalan raya baharu untuk ke Cameron Highlands. Pembinaan lebuh raya ini membuka satu lagi koridor pembangunan pelancongan dan pertanian tanah tinggi antara Cameron Highlands ke Kuala Lumpur dan Jerantut ke Kuantan (Majlis Daerah Cameron Highlands, 1996).



**Rajah 3.** Lokasi kawasan punca pengambilan air imej *Google Earth* di Cameron Highlands

Sehubungan dengan itu, kawasan tadahan air Sungai Terla mengalami aktiviti pembangunan guna tanah khususnya pertanian dan pelancongan yang secara tidak langsung memberi kesan negatif kepada sumber air. Hal ini berikutan gangguan terhadap ekosistem yang menyumbang kepada kemasukan bahan sedimen yang tinggi ke dalam sistem sungai di kawasan tadahan Sungai Terla walaupun pembukaan jalan raya baharu ini menyumbang kepada ekonomi dan peluang perniagaan di Cameron Highlands (Rajah 4).

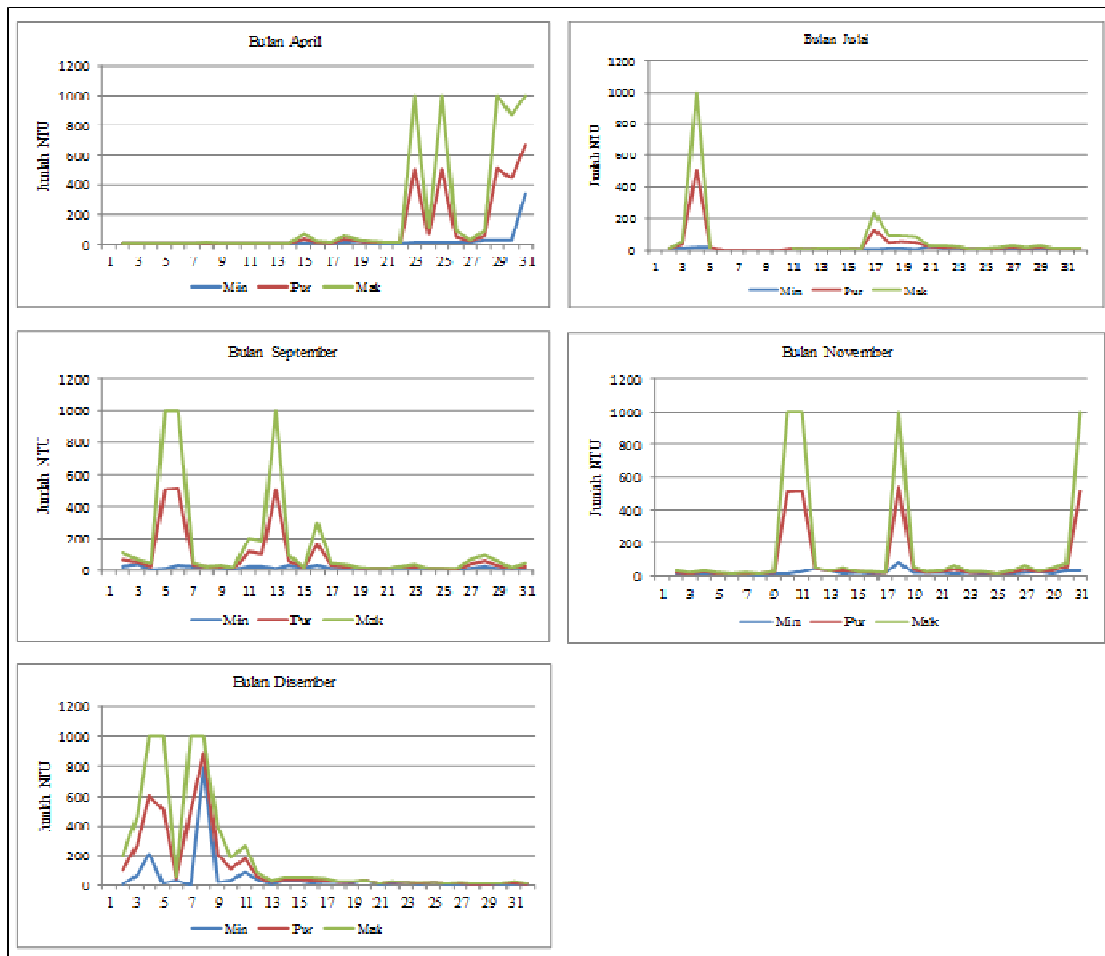


**Rajah 4.** Aktiviti guna tanah dalam kawasan punca pengambilan air Sungai Terla di Cameron Highlands (Imej Google Earth)

#### *Kesan aktiviti guna tanah terhadap kawasan punca pengambilan air di Cameron Highlands*

Dapatan daripada analisis SMG dan data sekunder yang diperoleh menunjukkan bahawa loji air Kuala Terla menghadapi masalah pencemaran air yang serius akibat aktiviti pembangunan guna tanah yang dijalankan di kawasan hulu dan di sepanjang sungai yang menjadi punca pengambilan air Sungai Terla. Aktiviti guna tanah ini telah menyumbang kepada peningkatan bahan sedimen dan bahan organik seperti daun dan ranting kayu yang tinggi menyebabkan kualiti air merosot. Hasil temu bual Pegawai PAIP di Cameron Highlands selain data sekunder yang diperoleh daripada Jabatan PAIP, mendapati bahawa kemasukan bahan sedimen, ranting dan daun pada waktu hujan menyebabkan peningkatan tahap kekeruhan air dan lebih serius lagi telah menyebabkan saluran loji air tersumbat. Masalah ini telah menyebabkan operasi loji air Kuala Terla seringkali terpaksa ditutup. Menurut pegawai di Jabatan PAIP,

penutupan loji air akan dibuat sekiranya kekeruhan air mencapai 1000 *Nephelometric Turbidity Units* (NTU) atau saluran loji air tersumbat oleh daun (Komunikasi dengan Pegawai PAIP, 2014). Ujian ke atas sampel air yang dijalankan oleh Jabatan PAIP mendapati bacaan 1000 NTU (kekeruhan air) semakin kerap berlaku terutamanya pada waktu hujan. Jika hal ini berlaku, aktiviti pemprosesan sumber air mentah terpaksa dihentikan selama tiga hingga empat jam. Nilai bacaan tahap kekeruhan air yang tinggi melebihi tahap yang kritikal di kawasan punca pengambilan air, menyebabkan tidak dapat dirawat oleh loji air (Rajah 5). Akibatnya bekalan air bersih ke kawasan sekitar Cameron Highlands terganggu. Aktiviti ekonomi dan sosial di kawasan tersebut terjejas.



Sumber: Jabatan PAIP (2014)

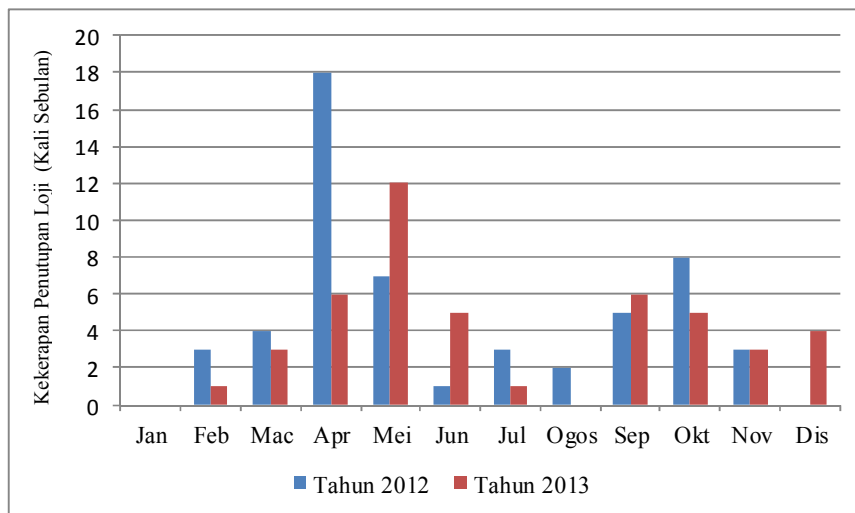
**Rajah 5.** Nilai NTU berdasarkan air mentah belum dirawat harian bagi Loji Air Kuala Terla pada tahun 2013

Tambahan pula menurut Laporan Kompendium Perangkaan Alam Sekitar Malaysia (2013), Cameron Highlands mempunyai jumlah hari hujan yang tinggi, iaitu 249 dan 239 hari pada tahun 2011 dan 2012 manakala purata hujan tahunan melebihi 2000 mm di sepanjang tahun menggalakkan lagi kemasukan bahan sedimen ke dalam sistem sungai di Cameron Highlands (Chan, 2006). Di samping itu, petani di Cameron Highlands yang lebih suka mengamalkan tanaman sayur-sayuran jangka pendek, iaitu lebih kurang dua hingga tiga bulan, turut menggalakkan kehilangan tanah, larian air permukaan dan kehilangan nutrien yang tinggi. Ini menyumbang kepada kemasukan bahan sedimen ke dalam sistem sungai kawasan tadahan air (Ghulam & Aini Hayati, 2006). Selain itu, menurut Kumaran dan Ainuddin (2006) aktiviti



pertanian dikenal pasti sebagai satu daripada penyumbang utama kepada degradasi alam sekitar berikutan penggunaan bahan racun, baja dan amalan penanaman yang tidak sesuai sehingga mengancam sumber air di Cameron Highlands. Keadaan ini telah turut mengganggu aktiviti pemprosesan sumber bekalan air di Loji Air Kuala Terla dan pengagihan sumber air ke kawasan di sekitar Cameron Highlands (Rujuk Jadual 1). Rekod bulanan Jabatan PAIP turut menunjukkan bahawa kekerapan penutupan operasi loji air di Loji Air Kuala Terla bagi Tahun 2012 dan 2013 didapati semakin meningkat. Kebelakangan ini hampir setiap bulan operasi loji air tersebut terpaksa diberhentikan akibat bekalan sumber air mentah yang tercemar (Rajah 6).

Penutupan loji air biasanya hanya dilakukan pada waktu hujan atau sekiranya terdapat masalah tertentu yang tidak dapat dielakkan (Komunikasi dengan Pegawai PAIP, 2014). Di samping itu, sekiranya berlaku masalah ketidakcukupan bekalan air daripada loji, terdapat beberapa tangki simpanan air loji dan tangki pengumpulan air hujan, digunakan bagi membekalkan air tambahan kepada pengguna. Bekalan air turut dihantar ke setiap kawasan menggunakan lori sekiranya pengagihan air melalui paip tidak dapat dilakukan. Berdasarkan keadaan tersebut dapat dikatakan bahawa kesemua masalah pemprosesan dan pengagihan air khususnya dari Loji Air Kuala Terla, telah menjadi isu besar di Cameron Highlands.



Sumber: Jabatan Pengurusan Air Pahang Berhad (PAIP) (2014)

**Rajah 6.** Kekerapan penutupan Loji Air Kuala Terla bagi Tahun 2012 dan 2013

Selain itu, kajian ini turut mendapati bahawa gangguan penutupan loji air hanya berlaku di Loji Air Kuala Terla. Loji Air Habu dan Brinchang umumnya tidak terganggu. Hal ini berikutan daripada ketiadaan aktiviti pembangunan guna tanah yang dijalankan di kawasan punca pengambilan air di kedua-dua loji air tersebut (Rujuk Rajah 3). Keadaan ini menunjukkan bahawa aktiviti pembangunan guna tanah dalam kawasan tadahan air telah mempengaruhi kualiti air yang secara langsung memberi kesan kepada sumber bekalan air yang ada terutamanya bagi Loji Air Kuala Terla di Cameron Highlands.

Sehubungan dengan itu, tindakan dan perhatian yang serius berhubung pengurusan dan pembangunan sumber bekalan air perlu dititik beratkan bagi kawasan tadahan Sungai Terla. Tambahan pula kawasan tadahan ini merupakan penyumbang terbesar kepada sumber bekalan air, berikutan saiz kawasan tadahan yang lebih luas, berbanding dengan kawasan tadahan bagi punca pengambilan air yang lain. Oleh yang demikian, sekiranya pengurusan melalui kawalan dan pencegahan aktiviti pembangunan guna tanah tidak dilakukan, kemungkinan besar Cameron Highlands bakal menghadapi krisis kekurangan sumber bekalan air pada masa depan. Ini boleh menjejaskan aktiviti pertanian dan pelancongan di daerah tersebut.

## Kesimpulan

Kajian ini mendapati bahawa aktiviti pembangunan guna tanah seperti pertanian dan pembinaan jalan raya di kawasan punca (titik) pengambilan air loji telah memberi kesan negatif kepada sumber air di Cameron Highlands. Hal ini kerana aktiviti guna tanah yang dijalankan telah menyebabkan kemerosotan kepada kualiti air sedia ada khususnya kepada kawasan punca pengambilan air Sungai Terla. Kemerosotan kualiti air ini adalah akibat daripada tahap kemasukan bahan sedimen, ranting dan daun pokok yang tinggi pada waktu hujan sehingga memaksa penutupan loji air dilakukan hampir setiap bulan. Hal ini menyebabkan pengeluaran dan pengagihan sumber bekalan Loji Air Kuala Terla menghadapi masalah serius. Manakala Loji Air Habu dan Brinchang tidak mengalami gangguan dan tekanan daripada aktiviti pembangunan guna tanah serta tidak menghadapi masalah pengeluaran dan pengagihan sumber bekalan air.

Justeru itu, dapat disimpulkan di sini bahawa aktiviti pembangunan guna tanah yang dijalankan dalam kawasan punca pengambilan air (kawasan tadahan air) menyebabkan kemerosotan kualiti sumber air. Oleh yang demikian, disarankan kepada pihak-pihak berkepentingan supaya mengurangkan, sekiranya tidak dapat menghentikan, sebarang bentuk pembangunan guna tanah di kawasan punca pengambilan air bagi mengelakkan gangguan pemprosesan dan pengagihan di loji air berkenaan. Seterusnya ia bagi menjamin bekalan sumber air bersih yang berterusan kepada pengguna.

## Rujukan

- Amirhossein Malakahmad ME, Mohamed Hasnain Isa (2008) Developing MIKE-11 model for water quality simulation in Bertam River, Cameron Highlands. International Conference on Construction Building and Technology (ICCBT), Kuala Lumpur.
- Antony Van der Ent (2009) The river system: Water pollution in the Cameron Highland. Regional Environmental Awareness Cameron Highland.
- Barrow CJ, Chan NW, Tarmiji Masron (2009) Issues and challenges of sustainable agriculture in the Cameron Highlands. *Malaysian Journal of Environmental Management* 10 (2), 89-114.
- Calder IR (1992) *Hydrologic effects of land use change*. McGraw-Hill Inc, New York.
- Calder IR (1998) *Water resources and land use issues*. International Water Management Institute, Sri Lanka.
- Cech TV (2005) *Principles of water resources: History, development, management and policy (2nd ed.)*. John Wiley & Sons, USA.
- Chan NW (2000) Degradation of the highland areas in Malaysia: Effects on water resources. In: Consumer Association of Penang (ed) *Tanah airku: Land issues in Malaysia*, pp. 66-86. Consumer Association of Penang, Penang.
- Chan NW (2006) Striking a balance between development and environment in Cameron Highlands. In Chan NW (ed) *Cameron Highlands issues and challenges in sustainable development*, pp. 12-25. School of Humanities, USM, Penang.
- Chan NW (2004) *Ecotourism: issues and challenges*. School of Humanities, Universiti Sains Malaysia, Penang.
- Ghulam HM, Aini Hayati AR (2006) Soil erosion and water pollution in Cameron Highlands: Conservation and strategies. In: Chan NW (ed) *Cameron Highlands issues and challenges in sustainable development*, pp. 76-93. School of Humanities, USM, Penang.
- Kumaran S, Ainuddin AN (2006) Forest, water and climate of Cameron Highlands. In: Chan NW (ed) *Cameron Highlands issues and challenges in sustainable development*, pp. 1-11. School of Humanities, USM, Penang.
- Madulu NF (2005) Environment, poverty and health linkages in the Wami River basin: A search for sustainable water resource management. *Physics and Chemistry of the Earth* 30, 950-960.

- Majlis Daerah Cameron Highlands (1996) *Rancangan Struktur Tempatan Cameron Highlands 1995-2020*. Cameron Highlands, Pahang.
- Mwaka I, Sayi CN, Lupimo S, Odhiambo S, Kasilillah H, Sosola E, Tenga R, Njau F, Myonga (1999) *Water law, water rights and water supply (Africa) Tanzania*. Study country report, Tanzania.
- National Geographic (2012) A Freshwater Story. [Cited 10 Januari 2012]. Available from: <http://environment.nationalgeographic.com/environment/freshwater/freshwater-101-interactive/>.
- Regional Environmental Awareness Cameron Highland (2006) Soil erosion in Cameron Highland: An erosion rate study of highland area. [Cited 15 October 2010]. Available from: [http://www.reach.org.my/index.php?option=com\\_content&view=article&id=80:soil-erosion-in-cameron-highlands&catid=68:land-slides-erosion-and-siltation&Itemid=13](http://www.reach.org.my/index.php?option=com_content&view=article&id=80:soil-erosion-in-cameron-highlands&catid=68:land-slides-erosion-and-siltation&Itemid=13).
- Wan Abdullah Wan Yusoff, Salama R, Aminuddin BY (2001) Impact of Agricultural activities on soil erosion and water resources in Cameron Highlands. In: Chan NW (ed) *Agrochemical Pollution of Water Resources, ACLAR Proceeding no. 104: pp. 26-31*. Australian Centre for Agricultural Research, Canberra, Australia.
- Weng TK, Mazlin M (2011) Emerging issues towards sustainable river basin management in Cameron Highlands, Malaysia. *Environment and Natural Resources* 9 (2), 58-68.
- World MO (2011) Malaysia Latitude and Longitude. [Cited 2 October, 2011]. Available from: [http://www.mapsofworld.com/lat\\_long/malaysia-lat-long.html](http://www.mapsofworld.com/lat_long/malaysia-lat-long.html).
- Zakaria Awang Soh (1990) *Pencemaran air: Satu tinjauan umum. dalam pembangunan dan alam sekitar di Malaysia, isu dan pengurusannya*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.