

KEUPAYAAN PENUAIAN HUJAN SEBAGAI SUMBER BEKALAN AIR DOMESTIK DI CAMERON HIGHLANDS, PAHANG

Rain Harvesting Capacity as A Domestic Water Supply Source in Cameron Highlands, Pahang

ROSLAINI ABDUL JALIL^{1*}, NORDIN SAKKE², ADI JAFAR³ & NORCIKEYONN SAMUNI⁴

^{1,2,3,4} Fakulti Sains Sosial dan Kemanusiaan, Universiti Malaysia Sabah 88400 Kota Kinabalu, Sabah, Malaysia.

*Corresponding author: rosse234@gmail.com

Received: 5 April 2023 ; **Revised:** 23 May 2023 ; **Accepted:** 2 June 2023 ; **Published:** 30 June 2023

To cite this article: Abdul Jalil, R., Sakke, N., Adi Jafar, & Samuni, N. (2023). Keupayaan Penuaian Hujan Sebagai Sumber Bekalan Air Domestik di Cameron Highlands, Pahang. *GEOGRAFI*, 11(1), 88–99. <https://doi.org/10.37134/geografi.vol11.1.5.2023>

ABSTRAK Kertas ini membincangkan isu berkaitan tekanan terhadap sumber air di samping masalah sumber air bersih yang sering kali tercemar. Kajian yang dilaksanakan meneliti sumber bekalan air bersih di Daerah Cameron Highlands yang dijangkakan akan berkurangan akibat gangguan terhadap kawasan tadahan hujan yang digantikan dengan kawasan pertanian yang meningkat dengan cepat. Peningkatan enapan tanah dan bahan organik (baja dan racun) yang mencemarkan sumber air sungai yang menjadi punca bekalan air bersih bagi kegunaan penduduk terus membimbangkan. Penggunaan sistem penuaian hujan boleh dijalankan sebagai langkah mengatasi masalah ini. Penuaian hujan adalah kaedah yang dijalankan bagi pengumpulan air hujan daripada permukaan binaan seperti atap rumah atau lereng bukit masuk ke dalam tempat simpanan. Air hujan yang dikumpul dapat digunakan bagi tujuan domestik, pertanian, perindustrian dan sebagainya. Kajian ini menggunakan kaedah kualitatif iaitu sesi temubual untuk mendapatkan data kajian dengan lebih mendalam. Justeru itu, data hujan bulanan bagi Cameron Highlands dianalisis untuk mengenal pasti trend hujan jangka masa panjang dalam menentukan kuantiti dan variasi hujan di kawasan kajian. Penelitian terhadap sumber air awam juga memberikan pengaruh kepada dapatan kajian ini. Penemuan awal kajian yang dilaksanakan pada tahun 2013 mendapati sebanyak 459,144 m³ kuantiti bekalan air bersih telah disalurkan kepada 9597 buah akaun pengguna dalam tempoh satu bulan. Sementara itu, nilai purata hujan tahunan kawasan ini adalah tidak memperlihatkan perbezaan yang ketara dengan purata hujan tahunan Malaysia iaitu 2400 mm. Sistem penuaian hujan boleh digunakan oleh penduduk di Cameron Highlands berikutan purata hujan bulannya yang mencukupi untuk melaksanakan penuaian hujan. Berdasarkan model pengiraan yang dikeluarkan oleh NAHRIM, nilai kebolehpercayaan penuaian hujan adalah 1660m³ bagi sesebuah rumah. Oleh itu, kajian ini meneliti potensi penuaian hujan sebagai pengganti kepada kebergantungan masyarakat terhadap penggunaan sumber air bersih dalam kehidupan seharian dalam jangka masa panjang. Hasil kajian mendapati, jumlah hujan yang turun di kawasan kajian adalah mencukupi untuk kegunaan masyarakat namun hanya mampu disarankan sebagai kegunaan luaran sahaja.

Kata Kunci: Sumber air, penuaian hujan, enapan tanah

ABSTRACT *This paper discusses the issue of pressure on water sources in addition to the problem of clean water sources that are often polluted. The study conducted looked at the source of clean water supply in the Cameron Highlands District which is expected to decrease due to interference with the rain catchment areas which are replaced by agricultural areas which are increasing rapidly. The increase in soil sediments and organic matter (fertilizers and poisons) that contaminate river water sources that are the source of clean water supply for the population's use continues to worry. The use of rain harvesting systems can be carried out as a measure to overcome this problem. Rain harvesting is a method used to collect rainwater from building surfaces such as house roofs or hillsides into storage areas. Collected rainwater can be used for domestic, agricultural, industrial purposes and so on. This study uses a qualitative research method which is an interview session to get more in-depth research data. Therefore, monthly rainfall data for Cameron Highlands will be analyzed to see long-term rainfall trends in determining the quantity and variation of rainfall in the study area. The preliminary findings of this study carried out in 2013 found that a total of 459,144 m³ quantity of clean water supply had been distributed to 9597 user accounts within one month. Meanwhile, the average annual rainfall of this area does not show a significant difference with Malaysia's average annual rainfall of 2400 mm. The rain harvesting system can be used by residents in Cameron Highlands due to its average monthly rainfall which is sufficient to implement rain harvesting. Based on the calculation model issued by NAHRIM, the reliability value of rain harvesting is 1660m³ for a house. Therefore, this study will try to see the potential of rain harvesting as a replacement for the community's dependence on the use of clean water resources in daily life in the long term. The results of study found that the amount of rain that fell in the study area was sufficient for the community's use but was only able to be used externally.*

Keywords: *Water resources, rain harvesting, soil sediments*

1. Pengenalan

Tekanan terhadap sumber air yang berpunca daripada pencemaran sungai kesan daripada perubahan persekitaran yang berlaku di kawasan sekitar badan air tersebut akan menyebabkan gangguan terhadap kualiti dan kuantiti sumber air itu. Hal ini kerana, sumber air seperti sungai adalah punca utama kepada bekalan sumber air dalam sistem bumi selain daripada lautan. Laporan Pertubuhan Bangsa-Bangsa Bersatu (PBB) pada tahun 2003 menyatakan, sebanyak 12,000 meter padu air telah dicemari bersamaan dengan jumlah isipadu 10 buah sungai terbesar dunia pada masa ini. Seandainya pencemaran ini terus meningkat bersamaan dengan peningkatan populasi penduduk, adalah dijangka dunia akan kehilangan sebanyak 18,000 meter padu sumber air bersih menjelang 2050.

Susulan kepada jumlah permintaan air oleh pengguna yang semakin meningkat berbanding dengan jumlah kualiti air mentah yang kian menurun, ketidakseimbangan ini lama-kelamaan akan menyebabkan kekurangan sumber air mentah yang sesuai dan selamat dapat dibekalkan kepada penduduk. Hal ini telah menimbulkan masalah kesihatan terhadap penduduk kerana terpaksa menggunakan air tercemar bagi tujuan sanitasi dan minuman. Pertubuhan Bangsa-Bangsa Bersatu (PBB) juga turut melaporkan sebanyak 1.1 billion masyarakat dunia kini berhadapan dengan masalah mendapatkan bekalan air bersih.

Isu ini merupakan sebahagian daripada krisis global yang semakin meruncing dan mengancam kesihatan manusia (*World Bank*, 2010). Dalam kajian kes di Malaysia, kawasan tumpuan penduduk seperti Selangor dan Johor adalah antara negeri yang semakin berhadapan dengan masalah kekurangan sumber air. Kajian mendapati peratusan sumber air tanah di kedua negeri ini telah menurun sebanyak 5%, manakala, bagi negeri pantai timur (Pahang, Kelantan, dan Terengganu) pula, nilai ini telah meningkat sebanyak 10%. Namun, peratusan ini dijangka akan semakin berkurangan dalam beberapa tahun yang akan datang, (Ahmad Jamalludin Shaaban, 2010).

Peningkatan terhadap sumber air ini terutamanya daripada hujan seharusnya dimanfaatkan oleh semua pihak tidak kira pihak masyarakat mahupun dari pihak kerajaan sendiri. Sebagai contoh, kerajaan Jepun telah memanfaatkan sumber air hujan yang turun bagi kegunaan luaran seperti tandas dan air hujan yang telah dirawat boleh digunakan untuk tujuan makanan dan minuman. Manakala, kerajaan Singapura pula telah mengarahkan penduduk negara tersebut menggunakan air hujan sebagai sumber bekalan air utama untuk kegunaan harian. Bagi masyarakat German pula telah menggunakan air hujan untuk siraman tanaman dan kolam takungan.

Secara umumnya, penggunaan air hujan dalam kehidupan seharian boleh diaplikasikan walaupun di sesuatu kawasan tersebut masih belum mengalami isu dan masalah kekangan sumber bekalan air. Justeru itu, kajian yang dijalankan ini cuba melihat keupayaan air hujan sebagai gantian kepada sumber air mentah yang disalurkan kepada masyarakat di kawasan Cameron Highlands. Tambahan lagi, peningkatan terhadap aktiviti pertanian yang semakin berkembang dilihat akan menjadi punca kepada penurunan kualiti sumber air mentah di kawasan kajian pada masa akan datang sekiranya langkah-langkah pencegahan awal tidak dijalankan dan dimulakan sejak dari awal.

2. Sorotan Literatur

2.1 Isu Pencemaran Air

Air merupakan keperluan asas yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Walaupun hampir 70% daripada permukaan bumi dilitupi oleh air, namun hanya 0.3% sahaja daripada jumlah air tersebut yang boleh digunakan iaitu terdiri daripada sumber air tawar. Sumber air tawar ini terdiri daripada air hujan, tasik, sungai, empangan dan sebagainya. Kos rawatan air yang semakin meningkat akibat gangguan bahan asing di dalam jisim air tersebut akan memburukkan lagi masalah penyediaan sumber bekalan air bersih untuk kegunaan penduduk.

Penentuan tahap kualiti air akan dinilai berdasarkan sifat kimia, fizikal dan biologi air tersebut mengikut tahap kesesuaian sumber air tersebut bagi kegunaan manusia. Jika terdapat sebarang perubahan terhadap jisim air tersebut sama ada secara kimia, fizikal ataupun biologi, ini akan menyebabkan air tersebut tidak sesuai

untuk digunakan dan dikhuatiri boleh memberikan kesan buruk kepada pengguna (Sulong et al., 2005). Perubahan terhadap tahap kualiti air yang berlaku juga dapat dikaitkan dengan perubahan fizikal yang berlaku di sekitar badan air tersebut (Helmer & Meybeck, 1992). Perubahan fizikal yang terjadi sering dikaitkan dengan tindakan manusia secara tidak langsung ke atas bahan persekitaran yang menyebabkan kerosakan kepada sumber alam dan mendatangkan bahaya kepada kehidupan manusia itu sendiri, (Owens & Owens, 1994). Perubahan fizikal seperti enapan tanah adalah berpunca daripada hakisan yang berlaku di sekitar kawasan badan air ini yang akan dimendapkan di dasar sungai ataupun tasik. Hakisan tanah biasanya terjadi akibat daripada hentaman kuat aliran air tersebut terhadap permukaan tanah yang terdedah kepada keadaan panas dan lembap yang berterusan sehingga menyebabkan struktur tanah ini menjadi tidak kukuh (Tjia, 1987). Tambahan lagi, bahan enapan juga boleh terdiri daripada bahan bawaan aliran air seperti batu, pasir, kayu dan sebagainya. Enapan tanah ini seterusnya akan menyebabkan sungai menjadi cetek. Antara perubahan alam sekitar fizikal lain yang juga akan memberikan kesan terhadap penurunan kualiti sumber air adalah seperti banjir, taufan, tanah runtuh, dan sebagainya.

Manakala, perbincangan isu penurunan kualiti ini disebabkan tindakan manusia dapat dinyatakan antara salah satu faktornya adalah peningkatan dan perkembangan yang berlaku di sesebuah kawasan. Kedatangan dan kewujudan masyarakat yang berkembang dari segi pertambahan penduduk, peningkatan ekonomi, peningkatan pertanian, dan sebagainya sudah tentu akan memberikan kesan terhadap alam sekitar. Tambahan lagi, seandainya pencemaran dan penurunan kualiti sumber air ini terus meningkat bersama dengan peningkatan populasi penduduk, adalah dijangkakan dunia akan kehilangan sebanyak 18,000 juta meter padu sumber air bersih menjelang tahun 2050 (Appan, 2007). Sebagai rekod, pihak JPS telah menyenaraikan terdapat hampir 30 buah sungai di Malaysia yang dicatatkan dalam kategori sungai tercemar dan memerlukan rawatan yang intensif.

Penjagaan dan penelitian terhadap tahap kualiti sumber air (sungai, laut, empangan) ini perlu sentiasa dijalankan berikutan kesannya akan melibatkan masyarakat secara umumnya sebagai pengguna utama sumber air. Laporan daripada *World Health Organization* (WHO) menyatakan bahawa, hampir 50 ribu orang penduduk dunia kehilangan nyawa setiap tahun kesan daripada penggunaan bekalan sumber air tercemar dan tidak bersih yang menyebabkan penularan penyakit Korela (Owusu & Asante, 2020). Manakala kes penyakit Korela paling terbaru yang dilaporkan di Malaysia, adalah pada bulan Nov 2021 di Selangor berpunca daripada penggunaan air minuman yang tidak dirawat. Antara penyakit lain yang dapat dikaitkan dengan penggunaan air yang tidak dirawat adalah seperti Tifoid, Taun, Hepatitis A, cirit-birit dan muntah-muntah.

2.2. Konsep Penuaian Hujan

Istilah penuaian hujan telah mula digunakan dalam bidang keilmuan pada tahun 1975 oleh Myers yang telah dimasukkan dalam istilah bahasa (Bores & Ben-Asher, 1982). Beliau mengistilahkan penuaian hujan sebagai,

“The collection and storage of any farm waters, either runoff or creek flow, for irrigation use. The process of collecting natural precipitation from prepared watersheds for beneficial use. The practice of collecting water from an area treated to increase runoff from rainfall or snowmelt.”

Penyataan ini telah menjelaskan bahawa penuaian hujan dijalankan bukan sahaja bagi tujuan untuk meningkatkan sumber air, malah air hujan juga boleh digunakan dalam pelbagai bentuk. Masyarakat pada zaman dahulu hanya memberi tumpuan kepada kegunaan air hujan bagi tujuan pertanian sahaja berbanding masyarakat moden yang melihat kegunaan air hujan dalam seluruh aktiviti kehidupan, (Bores & Ben-Asher, 1982). Tambahan lagi, komponen tadahan hujan juga boleh didapati dalam pelbagai jenis dan bentuk seperti empangan, dahan pokok, kawasan lapang, dan sebagainya, (Evan et al., 1975).

Selain itu, penuaian hujan dapat dikatakan sebagai pengumpulan dan penyimpanan aliran air di permukaan tanah yang boleh menyebabkan berlakunya banjir. Aliran air berpunca daripada hujan ataupun salji (Rauzi et al., 1973). Pengumpulan dan penyimpanan ini boleh menggunakan bekas-bekas khas seperti *black polyvinyl plastic, rubber sheet, dan storage tanks*. Sistem ini adalah satu penyelesaian untuk mendapatkan bekalan air bagi menampung kehidupan. Menurut Bores & Ben-Asher (1982), permukaan bumi juga merupakan permukaan yang sesuai bagi membolehkan penuaian hujan ini berlaku. Antara permukaan yang sesuai adalah permukaan batu pasir yang landai, permukaan kawasan tinggi yang licin, dan permukaan luar batu granit.

Seterusnya, sistem penuaian hujan juga dikenali sebagai pengumpulan air hujan daripada permukaan binaan seperti atap rumah atau lereng bukit masuk ke dalam tempat simpanan. Air yang dikumpul adalah bagi tujuan domestik, pertanian, perindustrian dan sebagainya. Air ini kemungkinan mengandungi bahan tercemar yang menyebabkan ianya tidak selamat untuk di minum namun masih boleh digunakan untuk kegunaan lain seperti membasuh (*Environment Protection Society Malaysia* (EPSM), 1998). Sistem ini banyak diaplikasikan dalam sektor pertanian untuk mengairi tanaman di samping bagi kegunaan domestik yang mana air tuaian ini mampu membekalkan sumber air mentah kepada penduduk (Rango & Havstad, 2006).

Penuaian hujan juga merupakan kaedah alternatif yang mana ianya juga boleh dikelaskan sebagai penggunaan air secara mampan. Hampir satu per tiga air hujan ini digunakan bagi kegunaan luar sahaja tetapi kurang daripada 10% air hujan ini digunakan bagi tujuan memasak dan minum (Suhaimi et al., 2010).

Menurut Fedelibus & Bainbridge (1995), penuaian hujan dapat dianggap sebagai penyelesaian kepada pelbagai masalah alam sekitar melalui pengumpulan air hujan. Air yang dikumpul adalah bagi tujuan domestik, pertanian, perindustrian dan sebagainya.

Pemantauan terhadap kualiti air hujan yang dikumpul seharusnya dititikberatkan oleh pengguna berikutan penggunaan air hujan ini dalam kehidupan seharian. Walaupun terdapat pendapat pengkaji yang menyatakan bahawa air hujan adalah bersih dan sesuai digunakan namun, pendapat ini masih diragui berikutan kitaran air ini yang melalui beberapa frasa tertentu yang menyebabkan berlakunya sentuhan jirim air dengan bahan-bahan lain (JKM, 2011). Titisan hujan mengandungi tahap keasidan yang sedikit kerana air hujan ini dapat melarutkan kandungan asid karbon dioksida dan nitrogen dioksida yang terdapat dalam udara yang tercemar semasa proses sejatan berlaku (*Texas Water Development Board*, 2005). Justeru itu, rawatan mudah harus dilakukan bagi meningkatkan tahap kualiti air hujan adalah seperti kaedah penapisan yang dilakukan bagi mengasingkan sedimen-sedimen yang terperangkap semasa tadahan dilakukan. Proses penapisan ini dapat memastikan air berada dalam keadaan selamat untuk digunakan dalam kehidupan seharian (Krishna, 2005).

Dapatan analisis sampel air hujan yang diambil di kawasan UPM oleh pengkaji mendapati bahawa daripada 30 unit sampel air hujan yang diambil, hanya 2 unit sampel sahaja yang mengandungi paras E-coli yang rendah dan ini membuktikan bahawa bakteria tersebut mampu mengganggu tahap kualiti air hujan (Thamer et al., 2010). Manakala, dapatan penyelidikan yang dijalankan di sekitar kawasan Bogor, Indonesia pula mendapati bahawa nilai pH yang diperoleh daripada sampel air adalah rendah dan tidak sesuai digunakan disamping nilai Coliform yang tinggi (Christina et al., 2000). Dapatan ini menunjukkan bahawa, kandungan bahan kimia dalam air hujan adalah berbeza antara satu kawasan. Justeru itu, rawatan mudah diperlukan untuk meningkatkan tahap kualiti air hujan supaya air hujan yang ditakung dapat digunakan sebagai sumber air dalam kehidupan seharian penduduk.

3. Kawasan Dan Metodologi Kajian

Kawasan kajian yang dipilih bagi kajian ini ialah di Daerah Cameron Highlands yang terletak di koordinat 4.5° U 101.4° T bagi Negeri Pahang. Kawasan ini terletak pada purata ketinggian 1,829 meter dari aras laut menyebabkan kawasan ini mengalami suhu yang agak sejuk dan nyaman iaitu antara 13°C hingga 18°C. Oleh kerana itu, daerah ini telah menjadi kawasan tanah tinggi yang sering menjadi tumpuan pelancong dari dalam negara mahupun dari luar negara. Kawasan ini terletak di bawah pentadbiran Majlis Daerah Cameron Highlands (MDCH) telah dibahagikan kepada tiga mukim utama iaitu Mukim Telom (63,990 hektar), Mukim Ringlet (5,156 hektar), dan Mukim Tanah Rata (2,072 hektar).

Statistik mendapati jumlah penduduk bagi kawasan kajian mengalami peningkatan yang berterusan dari tahun ke tahun. Dinyatakan bahawa bilangan penduduk di Cameron Highlands pada tahun 2010 ialah seramai 34,510 orang dan telah meningkat kepada 35,075 orang pada tahun 2012 (MDCH, 2013).

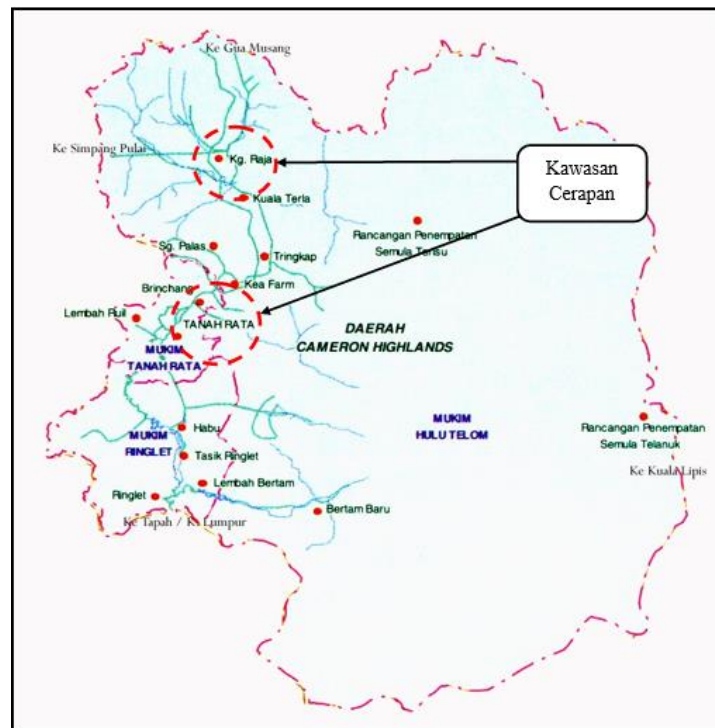
Secara umumnya, Cameron Highlands mempunyai kawasan seluas 71,218 hektar yang terdiri daripada kawasan hutan simpan, kawasan perindustrian, kawasan penempatan, kawasan komersial, kawasan pertanian dan sebagainya. Sektor pertanian adalah penyumbang utama kepada peningkatan ekonomi dan pembangunan bagi kawasan kajian melalui tanaman teh, sayuran, bunga dan buah-buahan yang dieksport ke negara luar seperti Singapura dan China. Dianggarkan seluas 5705.17 hektar daripada keluasan daerah merupakan kawasan pertanian yang menghasilkan sayuran lebih kurang 25,000 tan setahun dan hasil bunga-buahan dianggarkan RM 32 juta setahun. Rajah 1 menjelaskan kedudukan peta bagi Daerah Cameron Highlands dan kawasan cerapan. Bagi mencapai objektif kajian, pelbagai metod kajian akan digunakan, antaranya tinjauan awal, kajian lapangan, analisis data, analisis makmal dan membuat rujukan terhadap maklumat dan bahan yang diperolehi daripada jurnal, rujukan perpustakaan, rujukan agensi kerajaan dan swasta serta laman sesawang.

3.1 Data Kajian

Data kajian ini melibatkan pengumpulan data primer yang diperolehi melalui kaedah tinjauan awal, merakam foto-foto, kaedah pemerhatian di lapangan terutamanya di kawasan yang telah dibangunkan seperti kawasan pertanian, perumahan, premis perniagaan dan sekitarnya. Tambahan lagi, analisis sampel air hujan juga akan dijalankan bagi menilai tahap kualiti air hujan yang diterima oleh kawasan kajian. Manakala, data sekunder pula adalah data yang diperolehi daripada jabatan kerajaan dan agensi swasta, rujukan perpustakaan, jurnal dan prosiding yang dijadikan sebagai data tambahan dalam kajian ini. Di antaranya adalah data berkaitan jumlah penduduk Cameron Highlands, data hujan bulanan dan harian, data kualiti air, data kapasiti penggunaan air oleh penduduk, data punca sumber air dan sebagainya.

3.2 Analisis Data

Data hujan yang diperolehi daripada JMM dan JPS akan dianalisis bagi menentukan trend hujan jangka masa panjang di kawasan kajian. Penelitian terhadap trend hujan ini adalah perlu dan boleh digunakan sebagai alat untuk mengesan dan mengenal pasti perubahan yang berlaku serta mengenal pasti pelbagai perancangan dan pengurusan sumber air (Xia et al. 2004). Justeru itu, trend hujan dianalisis menggunakan analisis statistik iaitu regresi linear bagi mengesan perubahan hujan sama ada meningkat ataupun menurun. Hasil analisis akan dapat menentukan hubungan antara penuaian hujan dengan kapasiti curahan hujan di kawasan kajian samaada berpotensi ataupun sebaliknya.



Rajah 1. Peta Kawasan Cerapan Sampel Air di Kawasan Kajian
Sumber: Pejabat Tanah dan Daerah Cameron Highlands 2013

4. Penemuan Kajian

4.1 Bekalan Sumber Air

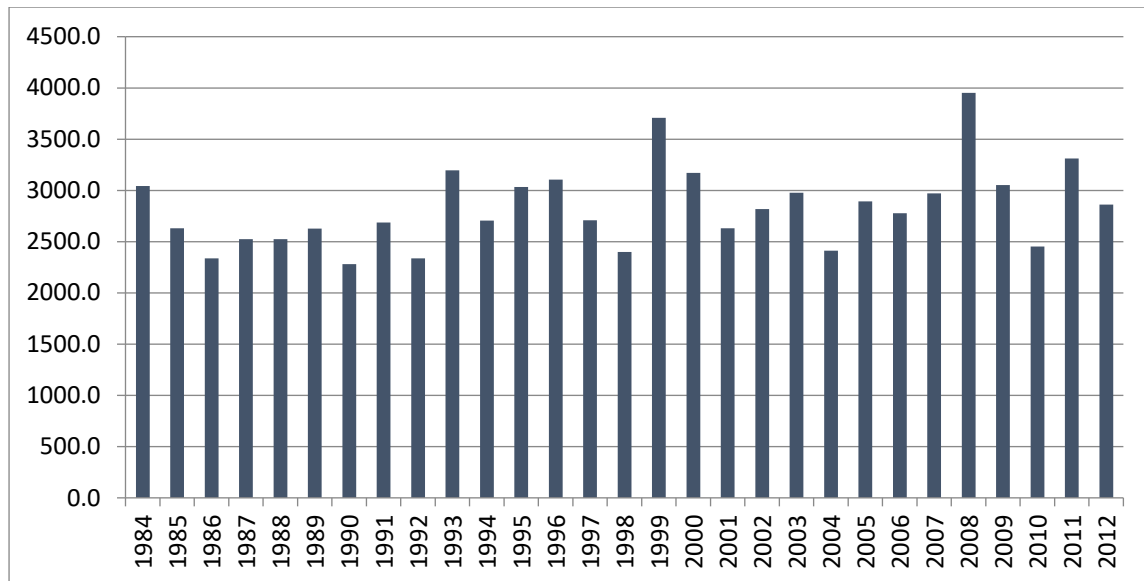
Peningkatan bahan enapan di Tasik Habu kesan daripada pembukaan tanah yang meningkat di kawasan kajian telah menyebabkan tahap kualiti air daripada tasik ini tidak lagi sesuai untuk digunakan. Justeru itu, Pihak Syarikat Air Pahang Berhad telah memperuntukkan sebanyak RM 400,000 sebulan bagi tujuan merawat air daripada dua sungai utama di Daerah Cameron Highlands bagi memenuhi permintaan penduduk. Rawatan air secara konvensional yang dijalankan terhadap air daripada Sungai Terla telah membolehkan sebanyak 4.5 gelen air dapat dirawat dalam sehari. Manakala, sebanyak 2.5 gelen air pula dapat dirawat menggunakan kaedah *Dynasand* bagi merawat air daripada Sungai Ulong. Sebanyak 459,144 m³ kuantiti bekalan air bersih akan disalurkan kepada 9597 buah akaun pengguna dalam satu bulan. Walaupun terdapat aduan kekurangan air di kawasan kajian, namun menurut pihak berkuasa, masalah kekurangan air ini adalah berpunca daripada masalah tekanan air di beberapa kawasan terutamanya di kawasan yang lebih tinggi dan ini menjelaskan bahawa sumber bekalan air bersih masih lagi mencukupi bagi memenuhi permintaan penduduk Cameron Highlands.

Keluasan kawasan tadahan hujan yang luas iaitu kira-kira 20,218 hektar dapat menyediakan sumber air bukit untuk kegunaan penduduk di beberapa kawasan yang masih belum menerima sumber bekalan air bersih daripada pihak berkuasa akibat kekangan kos penyelenggaraan.

Antara kawasan yang masih belum menerima bekalan air bersih adalah seperti di bahagian Kampung Raja, Kuala Terla dan Blue Valley. Pihak Syarikat Air Pahang Berhad dengan kerjasama Jabatan Kesihatan Cameron Highlands akan membuat tinjauan di kawasan sekitar punca sumber air bukit dan menjalankan analisis kualiti air tersebut supaya ianya tidak memberikan kesan kepada kesihatan pengguna. Di samping digunakan sebagai keperluan hidup masyarakat, air bukit daripada kawasan tadahan ini juga lebih banyak digunakan bagi mengairi kawasan pertanian yang telah mencecah kira-kira 5705.17 hektar daripada keluasan daerah. Penggunaan sumber air bukit tanpa kawalan oleh masyarakat di sana akan menyebabkan sumber air ini berkurangan dalam jangka masa panjang.

4.2 Trend Hujan

Kedudukan Cameron Highlands yang terletak di Banjaran Titiwangsa dengan ketinggian 1,829 meter dari aras laut telah menyebabkan kawasan ini menjadi salah satu kawasan yang menerima hujan paling tinggi di Malaysia. Purata hujan tahunan yang melebihi 2500 mm/tahun menjelaskan bahawa hampir setiap hari kawasan ini akan menerima hujan. Justeru itu, data hujan bagi kawasan kajian bagi tahun 1984 hingga tahun 2012 yang diperolehi daripada Jabatan Meteorologi dapat menunjukkan perubahan peningkatan dan penurunan terhadap kuantiti curahan hujan yang diperolehi di kawasan kajian. Data hujan tahunan bagi Cameron Highlands ditunjukkan dalam rajah 2. Jumlah hujan tahunan minimum yang direkodkan ialah pada tahun 1990 iaitu sebanyak 2282 mm dan hujan maksimum pula pada tahun 2008 iaitu sebanyak 3951.6 mm. Purata hujan tahunan bagi kawasan kajian dalam jangkamasa tersebut adalah 2832 mm. Rekod juga menunjukkan, curahan hujan yang diperolehi oleh kawasan kajian adalah melebihi 2000 mm pada setiap tahun.



Rajah 2. Purata Hujan Bulanan Di Cameron Highlands (1984 Hingga 2012)

Sumber: Jabatan Meteorologi Malaysia, 2013

Jika dibandingkan, nilai purata hujan tahunan kawasan ini adalah tidak memperlihatkan perbezaan yang ketara dengan purata hujan tahunan Malaysia iaitu 2400 mm. Justeru itu, berdasarkan nilai purata hujan bulanan ini, maka sistem penuaian hujan boleh digunakan oleh penduduk di Cameron Highlands berikutan purata hujan bulannannya yang mencukupi untuk melaksanakan penuaian hujan. Berdasarkan model pengiraan yang dikeluarkan oleh NAHRIM, nilai kebolehpercayaan penuaian hujan adalah 1660m³ bagi sesebuah rumah. Ilustrasi graf hujan bulanan bagi Cameron Highlands dijelaskan dengan berpandukan kepada Rajah 2. Model pengiraan ini dapat digunakan berdasarkan cara berikut:

Kebolehpercayaan = Kuantiti titisan hujan / Jumlah permintaan

$$Q = A \times f \times R$$

di mana,

Q = kuantiti air (m³) untuk kegunaan

A = keluasan permukaan tadahan/atap (m²)

f = pekali larian air (jenis permukaan tadahan dan kecerunan)

R = Purata hujan bulanan (m)

*f – kebarangkalian saiz takungan/tangki mencukupi untuk membekalkan jumlah air yang diperlukan

$$Q \text{ m}^3 = A \times f \times R$$

$$Q \text{ m}^3 = 100 \text{ m}^2 \times 0.83 \times 200 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$Q \text{ m}^3 = 1660 \text{ m}^3$$

5. Perbincangan

Daripada penemuan awal yang telah diperoleh, masyarakat di kawasan Cameron Highlands bergantung dengan dua punca bekalan air mentah iaitu air terawat daripada pihak Jabatan Air Pahang dan air bukit yang terdapat di sekitar kawasan kediaman mereka. Penggunaan air bukit yang berterusan ini dikhuatiri boleh mendatangkan kesan kepada kesihatan pengguna. Hal ini berikutan, sumber bekalan air bukit ini tidak mendapat pengesanan rawatan dan keselamatan daripada Kementerian Kesihatan Malaysia (KKM) dan tahap kualiti air bukit ini seharusnya perlu terus dikaji dengan lebih teliti sebelum digunakan. Tambahan lagi, peningkatan sosioekonomi terutamanya aktiviti pertanian dan jumlah penduduk yang terus meningkat di kawasan Cameron Highland perlu sentiasa dipantau secara berterusan. Penggunaan racun serangga dan baja tanaman yang berterusan dalam aktiviti pertanian di kawasan Cameron Highlands telah menyebabkan peningkatan kandungan NH_3N dalam sumber air di kawasan kajian.

Pelepasan baja ini dengan cara semburan atasan akan menyebabkan bahan NH_3N ini melitupi permukaan daun tumbuhan serta bangunan selain akan meninggalkan kesan keasidan pada tanah. Tambahan lagi, penggunaan baja ini dalam jangka masa panjang boleh mencemarkan bekalan air bawah tanah (Spellman, 2008). Justeru itu, dengan adanya jumlah hujan yang tinggi di kawasan Cameron Highland, alternatif penuaian hujan harus dijalankan dan dipraktikkan sejak dari awal sebagai cara dan langkah awal sekiranya berlaku penurunan kualiti air pada masa akan datang seperti kata pepatah mencegah lebih baik daripada merawat.

5. Kesimpulan

Kajian yang dijalankan ini menumpukan kepada penggunaan air hujan sebagai sumber alternatif dalam kehidupan bagi mengatasi masalah kekurangan bekalan air bersih. Tambahan lagi, kajian yang dijalankan juga ingin mengetengahkan kepentingan untuk memanfaatkan sumber bekalan air yang turun dengan banyak di kawasan Cameron Highlands khasnya juga di kawasan lain umumnya. Justeru itu, kajian ini melihat sejauh mana potensi air hujan yang turun di kawasan kajian dapat digunakan dalam kehidupan masyarakat. Tambahan lagi, pandangan dan cadangan daripada penduduk juga diambil untuk memberikan kebaikan kepada kajian dalam jangka masa panjang. Kempen dan hebahan berkaitan kepentingan untuk menjaga tahap kualiti dan kuantiti bekalan air supaya dapat digunakan oleh masyarakat dalam jangka masa panjang.

6. Penghargaan

Penulisan artikel ini merupakan sebahagian daripada dapatan kajian bagi memenuhi syarat bergraduasi di peringkat Sarjana di Penghargaan terima kasih kepada Universiti Pendidikan Sultan Idris. Terima kasih kepada Allahyarham Prof. Madya Dr Mohamad Suhaily Yusri Bin Che Ngah dan Prof. Dr Hamirdin Bin Ithnin selaku penyelia tesis dalam memberikan ilmu dan nasihat untuk menjalankan kajian ini. Hasil artikel ini belum diterbitkan dan ianya merujuk kepada penemuan kajian sekitar tahun 2013 sebagai rujukan semasa.

Sumbangan Penulis

Roslaini Abdul Jalil, Nordin Sakke, Adi Jafar & Norcikeyonn Samuni: Pengumpulan data, penulisan draf, penyeliaan, semakan dan penyuntingan.

Konflik Kepentingan: Tiada konflik kepentingan dalam kajian ini.

Penyataan Ketersediaan Data

Penulis mengesahkan bahawa data yang menyokong dapatan kajian ini tersedia dalam artikel ini.

7. RUJUKAN

- Ahmad, J. S. (2010). *Opportunities in rainwater experience in water harvesting*. National Hydraulic Research Institute of Malaysia.
- Christina, M., Mariana, H., Hardienata, H., Mayditia, H., Azis, M., & Ita, Y. (2000). *Perancangan sistem pengolahan air hujan dengan menggunakan teknologi membrane dan lampu ultraviolet serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari*. Institut Pertanian Bogor.
- Jabatan Meteorologi Malaysia. (2013). *Laporan hujan bulanan Cameron Highlands*. Kementerian Sains, Teknologi dan Inovasi.
- Krishna, H. J. (2005). *The Texas manual on rainwater harvesting* (3rd ed.). Texas Water Development Board.
- Owusu, S., & Asante, R. (2020). Rainwater harvesting and primary uses among rural communities in Ghana. *Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development*, 10(3), 502–511. <https://doi.org/10.2166/washdev.2020.059>
- Sulong, M., Mohd Ekhwan, T., Kadaruddin, A., & Mokhtar, J. (2005). *Sungai dan pembangunan: Tebingan sungai bandar Malaysia*. Penerbit Universiti Kebangsaan Malaysia. <https://doi.org/10.17576/geo-2020-1601-09>
- Thamer, A. M., Megat Johari, M. M. N., & Abdul Halim, G. (2010). *Study on potential uses of rainwater harvesting in urban areas*. Universiti Putra Malaysia.
- Tjia, H. D. (1987). *Geomorfologi*. Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Xia, J., Wang, Z. G., & Tan, G. (2004). The renewability of water resources and its quantification in the Yellow River Basin, China. *Hydrological Processes*, 18(12), 2327–2336. <https://doi.org/10.1002/hyp.5532>