

## **Pengaplikasian Sistem Penuaian Air Hujan di Tapak Semaian UTHM**

**Mohammad Firdaus Saiful Bahry<sup>1</sup>, Sharifah Meryam Shareh Musa<sup>1,\*</sup>, Hamidun Mohd Noh<sup>1</sup>, Narimah Kasim<sup>1</sup> & Rozlin Zainal<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Jabatan Pengurusan Pembinaan, Fakulti Pengurusan Teknologi dan Perniagaan, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Parit Raja, Batu Pahat, Johor, 86400, MALAYSIA

\*Corresponding Author

DOI: <https://doi.org/10.30880/rmtb.2021.02.02.051>

Received 30 September 2021; Accepted 01 November 2021; Available online 01 December 2021

**Abstract:** Rainwater Harvesting System (SPAH) is one of the best management methods applied in Malaysia. This is because of its ability to be a source of alternative water supply that is safe to use and free. However, the issue of wastage of treated water and lack of clean water resources is often a contentious issue in Malaysia. SPAH is still not fully applied in the agricultural sector and is considered trivial by some communities. This study aims to analyze how an efficient SPAH design can be built and help its users, namely the UTHM Nursery in saving the use of treated water while reducing water bills. UTHM Nursery has been selected as a study area where it is one of the places that need a lot of water use. The approach of this study is qualitative, involving the UTHM Development and Maintenance Office (PPP UTHM) which is assigned to take care of the affairs of the nursery. Observations and fieldwork will be done to obtain the appropriate SPAH design selection data such as catchment area, types of building materials, rainfall distribution data in the area and so on. Data analysis will be done using the storage water tank capacity calculation formula obtained from the Department of Irrigation and Drainage (DID) and modeled using Revit software. Based on the results of this study, the application of SPAH in the UTHM Nursery will help in providing alternative water supply, save water bills in UTHM and reduce the cost of its application. Therefore, sustainable water use will be able to be created and even the maintenance cost of SPAH which has been a problem can also be resolved with the availability of efficient SPAH design and suitable for the study area.

**Keywords:** Rainwater harvesting system, sustainable, water saving, nursery

**Abstrak:** Sistem Penuaian Air Hujan (SPAH) merupakan satu kaedah pengurusan terbaik yang diaplikasikan di Malaysia. Hal ini adalah kerana kemampuannya dalam menjadi sumber bekalan air alternatif yang selamat digunakan dan percuma. Walaubagaimanapun, isu pembaziran air terawat dan kekurangan sumber air bersih

sering menjadi perbalahan di Malaysia. SPAH juga masih belum diaplikasikan dengan sepenuhnya di dalam sektor pertanian dan dianggap remeh oleh sesetengah masyarakat. Kajian ini bertujuan untuk menganalisis bagaimana sebuah rekabentuk SPAH yang cekap dapat dibina dan membantu penggunaannya iaitu pihak Tapak Semaian UTHM dalam menjimatkan penggunaan air terawat sekaligus mengurangkan bil air. Tapak Semaian UTHM telah dipilih sebagai kawasan kajian dimana ia merupakan antara tempat yang memerlukan penggunaan air yang sangat banyak. Pendekatan kajian ini adalah secara kualitatif, melibatkan pihak Pejabat Pembangunan dan Penyenggaraan UTHM (PPP UTHM) yang ditugaskan untuk menjaga hal ehwal tapak semaian tersebut. Pemerhatian serta kerja lapangan dilakukan bagi mendapatkan data-data pemilihan rekabentuk SPAH yang sesuai iaitu seperti luas kawasan tadahan, jenis-jenis bahan binaan, data taburan hujan di kawasan tersebut dan sebagainya. Penganalisan data dibuat dengan menggunakan formula pengiraan kapasiti tangki air simpanan yang diperoleh dari Jabatan Pengairan dan Saliran (JPS) dan dimodel menggunakan perisian Revit. Berdasarkan hasil kajian ini, pengaplikasian SPAH di Tapak Semaian UTHM membantu dalam menyediakan bekalan air alternatif, menjimatkan bil air di UTHM dan murah kos pengaplikasiannya. Oleh itu, penggunaan air secara lestari pasti dapat diwujudkan malah kos penyelenggaraan SPAH yang selama ini menjadi permasalahan juga dapat diselesaikan dengan adanya rekabentuk SPAH yang cekap dan sesuai dengan kawasan kajian.

**Kata Kunci:** sistem penuaian air hujan, lestari, penjimatan air, tapak semaian

## 1. Pengenalan

Menurut Noorazuan (1999), Sistem Penuaian Air Hujan (SPAH) dianggap sebagai satu kaedah pengurusan terbaik yang diaplikasikan di Malaysia kerana kemampuannya dalam menjadi sumber bekalan air alternatif yang selamat digunakan dan percuma. Taburan air hujan di Malaysia yang banyak sepanjang tahun dan konsisten menyebabkan SPAH sangat sesuai untuk diberi penekanan dan dimajukan agar air hujan yang mengalir tidak disia-siakan serta dapat dikumpul untuk kegunaan seharian.

Selain daripada dapat menambah baik pengurusan sungai dengan mengurangkan kadar aliran air ke sistem saliran dan dapat mengurangkan kejadian hakisan tanah di sungai dan bukit-bukit, SPAH juga dapat mengurangkan bil air terawat kerana air hujan yang dituai dapat dijadikan sebagai sumber air alternatif bagi kegunaan selain daripada air minuman seperti mengepam tandas, cucian dan sebagainya melalui pengurusan penggunaannya yang baik (Jabatan Perancangan Bandar dan Desa Semenanjung Malaysia, 2013).

### 1.1 Latar Belakang Kajian

Menurut Man *et al.* (2014), sebanyak 10 peratus rezab kapasiti air diperlukan bagi mengelak gangguan air dan memenuhi keperluan pengguna dengan kadar 3.5 peratus pertambahan penduduk setiap tahun. Oleh itu, penjimatan air terawat adalah amat penting bagi memastikan keperluan dan kesejahteraan hidup semua lapisan masyarakat.

Pada tahun 2010, kerajaan Malaysia telah melancarkan program bangunan lestari dengan memperkenalkan *Green Building Index* (GBI) yang bertujuan untuk mempromosi dan mengembangkan lagi industri pembinaan dengan teknologi-teknologi bangunan lestari yang meminimalkan penggunaan tenaga, air dan mengurangkan pembaziran (Elias & Lin, 2015). SPAH dilihat sebagai satu inisiatif yang cekap atau memenuhi ciri pembangunan hijau untuk mengatasi masalah bil air tinggi dan pembaziran air terawat dari empangan.

## 1.2 Penyataan Masalah

Isu air masih hangat menjadi perbalahan di negara ini. Antara isu air yang sering berlaku di Malaysia adalah pembaziran air terawat dan kekurangan sumber air bersih. Peningkatan populasi, kemajuan sektor perindustrian, pambandaran, pertanian dan taraf hidup penduduk menyebabkan permintaan terhadap air bersih semakin meningkat (Yuksel, 2015). Oleh itu, penggunaan air secara lestari perlulah diterapkan dan diaplikasikan dengan lebih menyeluruh agar isu-isu air ini dapat ditangani dengan segera sebelum ianya menjadi lebih teruk.

Penggunaan air secara lestari seperti penggunaan SPAH masih belum diaplikasikan dengan sepenuhnya dalam sektor pertanian dan dianggap remeh oleh sesetengah masyarakat. Kebanyakan mereka meragui kebolehan, kos reka bentuk dan kos penyelenggaraan SPAH.

Seterusnya, tapak semaian UTHM menggunakan air secara terus dari paip perkhidmatan air sebagai sumber utama penyiraman. Hal ini bukan sahaja akan menyebabkan penggunaan air yang sangat banyak malah menyumbang kepada punca pembaziran jika tidak terkawal. Jumlah bil air UTHM adalah sangat tinggi. Menurut PPP UTHM jumlah keseluruhan bil utiliti air pada tahun 2018 bagi kampus induk UTHM Parit Raja adalah berjumlah RM2,579,895.24 yang melibatkan penggunaan air sebanyak 766,237m<sup>3</sup>. Namun, masalah ini akan dapat diatasi jika SPAH yang cekap diaplikasikan sebagai sumber air alternatif untuk kegunaan penyiraman pokok-pokok di Tapak Semaian UTHM.

## 1.3 Objektif Kajian

Bagi melaksanakan kajian ini, beberapa objektif yang dikenal pasti ialah:

- (i) Menentukan kapasiti tangki SPAH yang sesuai diaplikasikan bagi menampung penggunaan air di Tapak Semaian UTHM.
- (ii) Merekabentuk SPAH yang cekap untuk dipasang di Tapak Semaian UTHM bagi membantu mengurangkan bil air dan kos pengaplikasian SPAH.

## 1.4 Skop Kajian

Skop kajian adalah tertumpu di Tapak Semain UTHM Kampus Parit Raja, Batu Pahat, Johor dengan melibatkan mereka yang berautoriti di tapak semaian tersebut. Tapak semaian ini dipilih sebagai kawasan kajian kerana ianya mempunyai banyak pokok hiasan yang hampir mencecah 3000 bilangan pokok dan merupakan salah satu aset penting bagi UTHM. Sumber air siraman yang banyak dan konsisten adalah sangat diperlukan di tapak semaian ini sehingga ianya menyumbang kepada bil air yang tinggi. Jika bekalan air terawat terputus dan tiada sumber air siraman lain, pokok-pokok di tapak semaian ini boleh menjadi layu dan mati kekeringan. Oleh itu, kajian ini berfokus untuk menentukan kapasiti tangki SPAH yang sesuai diaplikasikan di Tapak Semaian UTHM dan mereka bentuk SPAH yang cekap dalam membekalkan air alternatif, mengurangkan pembaziran air dan bil air UTHM.

## 1.5 Kepentingan Kajian

### (a) Pihak Universiti Tun Hussein Onn Malaysia (UTHM)

Kajian ini dapat membantu pihak UTHM untuk mengurangkan bil air yang sangat tinggi melalui penjimatan penggunaan air terawat. Selain itu, ianya juga dapat menjadikan UTHM setaraf bangunan hijau dalam menerapkan cara penggunaan air secara lestari.

### (b) Penyelidik

Kajian ini boleh dijadikan rujukan kepada penyelidik lain tentang pengaplikasian SPAH pada skala kecil ataupun besar. SPAH yang sedia ada juga dapat ditambah baik reka bentuk, kecekapan fungsi, dan penyelenggaraan.

### (c) Jabatan Bekalan Air

Membantu jabatan bekalan air seperti Ranhill SAJ Sdn.Bhd. menyediakan bekalan air terawat dengan lebih baik dalam jangka masa panjang.

(d) *Orang Awam*

Dapat membuka mata orang awam tentang kelebihan SPAH jika ianya diaplikasikan dengan sebaik mungkin.

(e) *Pertanian & Industri Komersial*

Menjadi contoh kepada pihak pertanian dan pihak industri komersial dalam mengaplikasikan SPAH untuk mengurangkan pembaziran air, bil air malah meningkatkan ekonomi.

## 2. Kajian Literatur

### 2.1 Pengenalan

Bahagian ini akan menfokuskan tentang data yang diperoleh dari pembacaan dan pemerhatian sumber sekunder yang berkaitan dengan SPAH.

### 2.2 Air Hujan

Menurut RDN (2012), air hujan yang dikumpulkan dari atas bumbung boleh menjadi sumber air berkualiti tinggi kerana ianya adalah:

- (i) Agen penyiraman semula jadi yang tidak mengandungi klorin seperti yang terdapat di dalam air terawat.
- (ii) Mempunyai suhu sempurna untuk tumbuh-tumbuhan apabila disimpan didalam tangki.
- (iii) Sesuai untuk mandian dan cucian.
- (iv) Tidak mengadungi natrium dan hampir bebas mineral, maka ia tidak memerlukan bahan pelembut air penghasil garam.

### 2.3 Definisi SPAH

Menurut Undang-Undang Kecil Bangunan Seragam (1984), SPAH ditakrif sebagai “Sistem Pengumpulan dan Penggunaan Semula Air Hujan di mana air hujan dikumpul daripada bumbung dan kemudiannya disalurkan ke tangki-tangki penyimpanan air sebelum digunakan”.

Manakala menurut Jabatan Pengairan dan Saliran (JPS) (2010), SPAH adalah satu cara untuk mendapatkan air hujan bagi menampung penggunaan perumahan dan komersil. Air hujan boleh dijadikan sebagai alternatif bagi membekalkan sumber air kepada isi rumah, atau memenuhi permintaan bagi industri, bangunan komersil, landskap, penternakan, dan pengairan kawasan pertanian (Ismail & Idris, 2017).

### 2.4 Sejarah SPAH

Dalam komuniti Dei-Atiye Syria, penuaian air hujan dilakukan pada tahun 1987 di kawasan seluas 130 hektar untuk mengairi kawasan pertanian yang dibahagi kepada beberapa bahagian iaitu untuk tanaman pokok, tanaman pelbagai dan bijirin (Ibrahim, 1993). Hal ini menunjukkan bahawa pada awalnya memang masyarakat terdahulu telah menggunakan sistem penuaian air hujan sebagai sumber air dalam sektor pertanian mereka.

### 2.5 Konsep Asas SPAH

Menurut kajian Gould (1999), SPAH dibahagi kepada tiga kategori iaitu, skala kecil, sederhana dan besar. Manakala menurut RDN (2012), SPAH dibezakan kepada 3 kategori lain iaitu SPAH untuk

bukan minuman (kegunaan luaran), SPAH untuk bukan minuman (kegunaan dalaman), SPAH untuk kegunaan minuman.

## 2.6 Komponen SPAH

Menurut Shaari *et al.* (2009), permukaan tadahan, talang (*gutter*), salur keluar (*downpipe*), penapis bendasing, tangki simpanan, sistem agihan dan rawatan air adalah enam komponen utama bagi SPAH yang biasa.

### (a) Kawasan Tadahan

Biasanya, bumbung di rumah dan bangunan menjadi kawasan tadahan bagi kebanyakan SPAH. Dengan menentukan kawasan tadahan bumbung, pengguna SPAH akan dapat mengira jumlah air boleh dikumpulkan untuk acara hujan tertentu (RDN, 2012).

Menurut Abdulla & Shareef (2008), bahan yang digunakan dalam membina bumbung dan luas bumbung yang berkesan mempunyai pengaruh besar terhadap kecekapan pengumpulan dan kualiti air hujan yang ditadah. Semakin licin, bersih dan kalis air bahan bumbung yang digunakan, semakin banyak kuantiti air hujan yang diperoleh.

### (b) Talang (*gutter*) & Salur (*downpipe*)

Talang & salur merupakan komponen yang melengkapinya antara satu sama lain dalam membentuk saluran air hujan yang ditadah. Menurut RDN (2012), reka bentuk dan pemasangan saluran air mempengaruhi jumlah dan kualiti air hujan yang terkumpul, serta penyelenggaraan yang akan diperlukan.

### (c) Penapisan

Komponen penapis mampu mengelakan bendasing daripada memasuki tangki simpanan air hujan sekaligus menjaga kualiti air hujan yang disimpan. Terdapat beberapa penapisan di dalam SPAH iaitu penutup talang dan *First Flush*.

### (d) Sistem Agihan

Sistem agihan adalah bagaimana air hujan yang disimpan di dalam tangki diagihkan ke bangunan untuk digunakan. Pemilihan sistem agihan adalah bergantung kepada topografi, luas dan aras kawasan yang hendak diagih. Terdapat dua jenis sistem agihan iaitu sistem tekanan pam dan daya graviti.

### (e) Tangki

Tangki simpanan adalah tempat dimana air hujan yang ditadah akan disimpan sebelum digunakan. Di dalam pengaplikasian SPAH, perancangan yang teliti dan pembinaan yang berhati-hati bagi tangki simpanan adalah sangat penting kerana ianya merupakan komponen yang paling mahal merangkumi antara 50% hingga 70% dari jumlah keseluruhan pembinaan (Li, Boyle & Reynolds, 2010). Terdapat beberapa faktor bagi pemilihan tangki iaitu berdasarkan bekalan air hujan, permintaan keperluan air, permukaan tadahan, nilai estetika, kehendak individu, musim dan modal.

Terdapat tiga jenis tangki yang biasa digunakan di kebanyakan tempat dan ianya boleh diaplikasikan mengikut kesesuaian yang tertentu. Tangki-tangki tersebut adalah tangki luar atas tanah, tangki luar dalam tanah dan tangki dalaman atau penyimpanan air dipermukaan bangunan.

Saiz tangki simpanan mempengaruhi jumlah air hujan yang mampu ditampungnya. Menurut NAHRIM (2010), sebuah perisian berbahasa inggeris telah diwujudkan bagi menentukan saiz tangki dan reka bentuk tangki yang sesuai digunakan. Perisian ini memerlukan beberapa data seperti data hujan, ciri-ciri kawasan tadahan, kadar penggunaan air harian dan sebagainya.

## 2.7 Kepentingan SPAH

Menurut JPS (2020), pengaplikasian SPAH mempunyai banyak kepentingan, antaranya:

- (i) Dapat menjimatkan penggunaan air bersih atau terawat.
- (ii) Mengurangkan bil air
- (iii) Melambatkan air larian permukaan
- (iv) Mengatasi masalah bekalan air di kawasan pedalaman

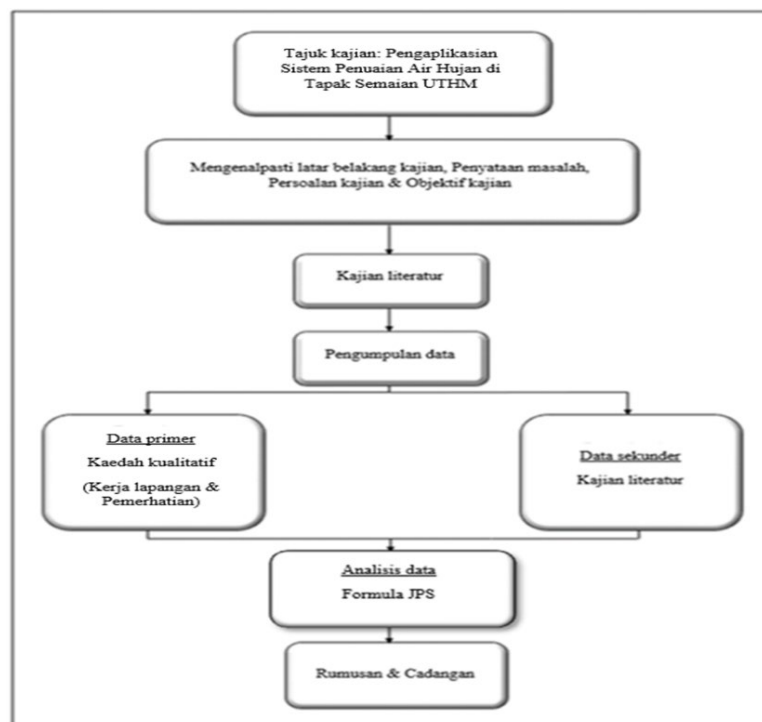
## 2.8 Pengaplikasian SPAH di Sektor Pertanian

Pengaplikasian SPAH di sektor pertanian adalah sangat digalakkan di Malaysia kerana mempunyai iklim panas dan lembab sepanjang tahun. Selain itu, air hujan mempunyai kualiti air yang baik, sesuai untuk semua jenis tanaman. Di samping itu, air hujan adalah sumber percuma dan merupakan sumber siraman semula jadi bagi tanaman. Ini menunjukkan bahawa SPAH amat sesuai digunakan di Tapak Semaian UTHM.

## 3. Metodologi Kajian

### 3.1 Reka Bentuk Kajian

Reka bentuk kajian adalah struktur atau strategi yang terkandung dalam kajian dalam memperoleh penyelesaian bagi persoalan kajian dan permasalahan kajian (Rujuk Rajah 1). Kajian pengaplikasian SPAH di Tapak Semaian UTHM ini dijalankan dengan menggunakan kaedah kajian kualitatif iaitu secara kerja lapangan dan pemerhatian.



Rajah 1: Carta Alir Metodologi Kajian

### 3.2 Pengumpulan Data

Data dapat dibahagikan kepada dua kategori, iaitu:

#### a) Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh pengkaji itu sendiri melalui usaha dan penelitian kajian yang dibuat. Data-data primer bagi kajian ini dikumpul secara kualitatif. Proses-proses mendapatkan data primer adalah berbentuk temubual, kerja lapangan dan pemerhatian. Data primer dapat dideskripsikan sebagai jenis data yang diperoleh langsung dari tangan pertama subjek penelitian atau responden atau pemberi maklumat.

#### b) Data Sekunder

Data sekunder secara amnya adalah merupakan data-data yang telah diperoleh oleh pengkaji terdahulu atau sumber ilmiah lain yang mirip dalam sesetengah aspek dengan kajian ini. Bagi kajian ini, pengkaji mengumpulkan data-data dari bahan rujukan seperti jurnal dan sebagainya untuk mendapatkan pengetahuan yang lebih mendalam tentang perkara yang dikaji. Data sekunder diperoleh pengkaji dengan mencari bahan bacaan di perpustakaan atau dengan melayari internet.

### 3.3 Instrumen Kajian

Instrumen kajian adalah alat yang digunakan untuk memperoleh, mengukur, dan menganalisa data dari subjek di sekitar topik penyelidikan. Berikut adalah kaedah yang digunakan pengkaji untuk memperoleh maklumat secara kualitatif:

#### (a) *Kaedah Kerja Lapangan*

Kaedah kerja lapangan adalah sangat membantu pengkaji dalam mendapatkan data-data yang diperlukan. Kerja lapangan ini hanya dapat dijalankan dikawasan kajian apabila sudah mendapat kebenaran dan persetujuan dari mereka yang menjaga Tapak Semaian UTHM iaitu pihak PPP UTHM.

Sebelum kerja lapangan dijalankan, setiap peralatan seperti pita pengukur dan tangga disediakan terlebih dahulu. Ini adalah bertujuan bagi mengelakkan kajian terhenti akibat tiada peralatan keperluan kerja lapangan yang mencukupi. Setiap ukuran dan faktor-faktor penting untuk pembinaan diambil mengikut Garis-Garis Panduan pengaplikasian SPAH yang telah dikeluarkan kerajaan.

Semasa kerja lapangan pula, pengkaji mengambil langkah berhati-hati seperti memakai pakaian perlindungan, kasut dan sebagainya. Pemakaian pakaian pelindung adalah penting agar keselamatan pengkaji terjamin sekurang-kurangnya cedera ringan jika sebarang kecelakaan berlaku. Turut dipastikan keselamatan orang lain yang berada di kawasan kajian.

Manakala setelah kajian lapangan dibuat, pembersihan dan pemeriksaan barang yang diguna dilakukan. Hal ini bertujuan untuk memastikan kepuasan hati mana-mana pihak dan kecekapan kerja pengkaji. Dengan itu, maka kajian menjadi lebih mudah dan berjaya. Rajah 3.3 menunjukkan kerja pengukuran yang dibuat di Tapak Semaian UTHM.

#### (b) *Kaedah Pemerhatian*

Pemerhatian yang teliti turut dijalankan bagi mendapatkan data hasil kajian yang mencapai objektif iaitu sebuah SPAH yang cekap fungsinya. Justeru itu, pemerhatian terhadap sumber sekunder juga adalah penting sebagai ilmu pengetahuan, rujukan dan juga penyokong terhadap hipotesis kajian yang dibuat.

### 3.4 Populasi Kajian

Bagi kajian ini, pihak PPP UTHM yang mengurus atau menjaga hal ehwal Tapak Semaian UTHM dipilih sebagai populasi kajian. Justeru itu, segala persoalan mengenai tapak semaian tersebut diajukan kepada mereka. Mereka dipilih kerana merekalah yang lebih banyak mengetahui tentang segala perkara yang berada ataupun berlaku di Tapak Semaian UTHM.

### 3.5 Analisis Data

Setelah memperoleh segala data yang diperlukan bagi kajian ini, maka beberapa analisa dibuat dari segi pengiraan dan sebagainya. Setelah memperoleh hasil reka bentuk yang ingin dicadangkan penggunaannya, pengkaji menggunakan perisian Revit 3D untuk memodelkan reka bentuk SPAH tersebut. Model atau gambaran ini dicipta berdasarkan kesesuaian hasil kajian dengan kawasan kajian iaitu dari segi ruang tersedia. Penelitian yang terperinci terhadap model reka bentuk ini adalah mengikut Garis Panduan SPAH yang telah dikeluarkan pihak kerajaan.

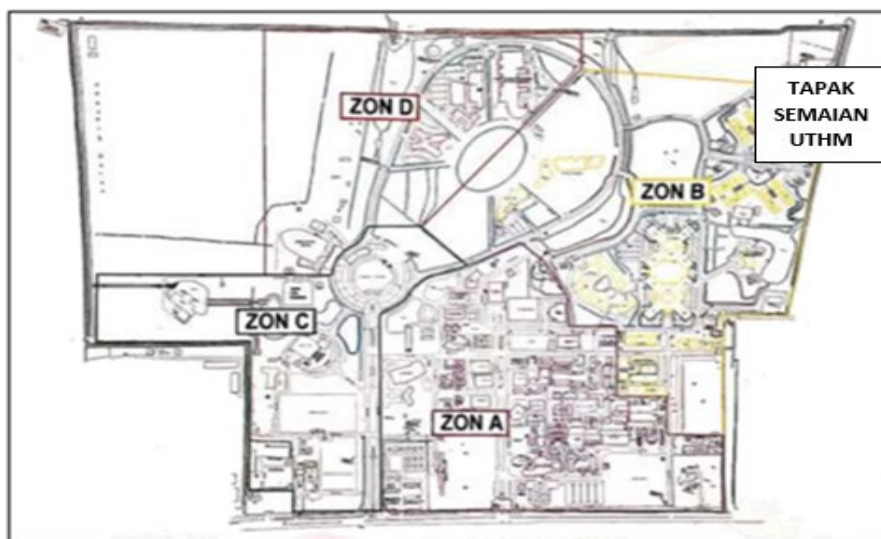
## 4. Analisis Data

### 4.1 Pengenalan

Bahagian ini membincangkan mengenai analisis data kajian yang diperoleh dari keseluruhan kajian. Data-data dari sumber primer dan sekunder yang telah diperoleh melalui kerja lapangan dan pemerhatian bahan rujukan digunakan sebaik mungkin untuk mencapai objektif kajian.

### 4.2 Tapak Semaian UTHM

UTHM mempunyai beberapa zon landskap yang luas disekitar kampus Parit Raja. Zon ini dibahagi kepada empat zon iaitu Zon A, Zon B, Zon C dan Zon D. Keempat-empat zon ini juga memerlukan aktiviti penyiraman sama seperti Tapak Semaian UTHM kerana mempunyai banyak pokok-pokok. Keempat-empat zon landskap dan Tapak Semaian UTHM adalah dibawah tanggungjawab PPP UTHM. Walaubagaimanapun sumber air siraman bagi zon-zon tersebut adalah berbeza dengan Tapak Semaian UTHM. Hal ini adalah kerana bagi kesemua zon landskap akan disiram menggunakan air yang disedut dari tasik manakala Tapak Semaian UTHM sumber siramannya adalah menggunakan air terawat dari pili yang terdapat di tapak semaian tersebut. Justeru itu, hanya Tapak semaian UTHM yang akan menggunakan air berbayar seperti ditunjukkan dalam Rajah 2.



**Rajah 2: Zon-zon kawasan landskap dan Tapak Semaian UTHM**



#### 4.3 Bil Utiliti Air UTHM

Melalui kerja lapangan yang telah dijalankan, pengkaji telah memperoleh jumlah penggunaan air ( $m^3$ ) dan bil air UTHM dari pihak PPP UTHM. Jadual 1 menunjukkan bil air UTHM dari tahun 2017 sehingga tahun 2019. Berdasarkan jadual tersebut, dapat dirumuskan bahawa berlaku peningkatan bagi penggunaan air di UTHM pada setiap tahun.

**Jadual 1: Bil air UTHM Kampus Bandar bagi tahun 2017 sehingga tahun 2019 (PPP UTHM, 2020)**

Bulan	Amaun (RM) tahun 2017	Amaun (RM) tahun 2018	Amaun (RM) tahun 2019
Januari	196,077.02	215,385.98	204,379.02
Februari	214,754.09	310,340.44	212,283.70
Mac	256,397.78	154,980.27	280,260.40
April	217,337.87	254,301.23	245,145.10
Mei	233,449.65	232,671.02	230,687.80
Jun	182,778.88	196,235.80	
Julai	209,031.36	166,393.90	
Ogos	180,495.72	165,455.52	
September	200,874.03	210,128.80	
Oktober	235,349.06	230,711.86	
November	206,050.77	217,190.80	
Disember	217,852.08	226,099.62	
Jumlah (RM)	2,550,448.31	2,579,895.24	1,172,756.02
Jumlah sehingga Mac (RM)	667,228.89	680,706.69	696,923.12

#### 4.4 Objektif 1: Menentukan kapasiti tangki SPAH yang sesuai diaplikasikan bagi menampung penggunaan air di Tapak Semaian UTHM.

Dalam proses untuk menentukan kapasiti tangki SPAH yang sesuai diaplikasikan bagi menampung penggunaan air di Tapak Semaian UTHM, mengenalpasti kadar penggunaan air yang diperlukan bagi aktiviti pertanian di Tapak Semaian UTHM adalah penting. Sebuah kerja lapangan telah dijalankan oleh pengkaji. Kerja lapangan tersebut dilakukan dengan mendapat kerjasama dari Encik Mohd Iqbal Hisham Bin Sazali iaitu Penolong Pegawai Pertanian dari bahagian arkitek unit landskap dibawah PPP UTHM. Encik Hisham merupakan orang yang dipertanggungjawabkan dalam menjaga hal ehwal Tapak Semaian UTHM dan beliau dibantu oleh seorang pembantu serta beberapa orang pekerja kontraktor.

Pokok-pokok di Tapak Semaian UTHM disiram sebanyak dua kali sehari iaitu sesi pagi dan sesi petang. Satu sesi siraman menggunakan 2100liter air. Jadual 2 menunjukkan hasil dapatan kadar penggunaan air yang diperlukan bagi aktiviti siraman di Tapak Semaian UTHM. Walaubagaimanapun sesi siraman tidak akan dijalankan sekiranya hujan turun pada mana-mana sesi.

**Jadual 2: Anggaran penggunaan air di Tapak Semaian UTHM**

Perkara	Penggunaan ( $\ell$ )	Penggunaan ( $m^3$ )
Satu sesi siraman	2,100	2.1
Sehari	4,200	4.2
Seminggu	29,400	29.4
Sebulan	126,000	126
Setahun	766,500	766.5

Seterusnya, pengkaji telah melakukan analisa dan pemerhatian terhadap data taburan hujan bagi Daerah Batu Pahat. Data taburan hujan ini diperoleh dari kerjasama MetMalaysia. Penyampaian maklumat adalah dengan menggunakan medium emel. Jadual 3 menunjukkan data taburan hujan bagi Daerah Batu Pahat. Berdasarkan jadual tersebut beberapa rumusan dan pengiraan telah berjaya diperoleh. Isi padu hujan bagi tahun 2017 sehingga tahun 2019 menunjukkan isi padu hujan yang seakan sama pada setiap tahun. Melalui data ini purata isi padu hujan (mm) yang diperoleh daripada ketiga-tiga tahun adalah sebanyak 2110mm.

**Jadual 3: Data taburan hujan bagi Daerah Batu Pahat pada tahun 2017 sehingga tahun 2019 (MetMalaysia, 2020)**

Bulan	Isi padu air hujan (mm)			Jumlah setiap bulan (mm)
	2017	2018	2019	
Januari	194	212	30	436
Februari	114	46	50	210
Mac	153	154	61	368
April	286	436	254	976
Mei	159	214	141	514
Jun	73	207	211	491
Julai	82	146	110	338
Ogos	292	129	84	505
September	204	206	134	544
Oktober	202	192	373	767
November	181	152	261	594
Disember	177	158	252	587
Jumlah setiap tahun (mm)	2117	2252	1961	6330
Purata (mm)	$6330 \div 3 = 2110$			

(a) *Keluasan permukaan tadahan*

Untuk memilih tangki yang sesuai, luas permukaan kawasan tadahan perlu diperoleh. Setelah pengkaji membuat pengukuran luas permukaan tadahan iaitu bumbung bangunan Tapak Semaian UTHM (G10) mendapati bahawa panjang bumbung adalah 21m manakala lebar bumbung adalah 13m. Maka luas permukaan tadahan adalah 273m<sup>2</sup>. Selain itu pengkaji juga mendapati bumbung tersebut adalah diperbuat dari zink. Dengan adanya zink maka kecekapan kawasan tadahan ini adalah lebih cekap kerana strukturnya yang licin dan kalis air.

(b) *Pengiraan kapasiti tangki simpanan air*

Pengiraan kapasiti tangki simpanan air yang sesuai bagi Tapak Semaian UTHM adalah menggunakan formula yang disediakan JPS (2012). Formula pemilihan tangki tersebut adalah seperti berikut:

(i) Memilih kawasan cuaca (Purata air hujan Daerah Batu Pahat)

(ii) Pengiraan air larian permukaan (ADR)

$$\text{Luas permukaan tadahan, (m}^2\text{)} \times \text{Purata air hujan, mm}$$

430

(iii) Jumlah N bersamaan dengan bilangan hari. Saiz tangki dikira melalui  $\text{ADR} \times \text{N}$

Pengiraan

$$\begin{aligned} \text{ADR} &= \frac{273\text{m}^2 \times 2110\text{mm}}{430} \\ &= 1339.6\text{liter per hari} \\ \text{ADR} \times N &= 1339.6\text{liter} \times 7 \\ &= 9377.2\text{liter} \end{aligned}$$

Maka jumlah air yang dapat dituai dalam masa seminggu adalah sebanyak 9377.2liter dan kapasiti tangki yang sesuai adalah mengikut kuantiti tuaian tersebut.

(c) *Pilihan kapasiti tangki air dipasaran*

Berdasarkan pemerhatian yang dijalankan di kedai-kedai, pengkaji mendapati bahawa terdapat 2 jenis tangki yang biasa digunakan di Malaysia iaitu tangki air keluli tahan karat dan tangki polyethylene. Tangki jenis keluli adalah lebih mahal berbanding tangki polyethylene. Walaubagaimanapun, pengkaji telah memilih penggunaan 2 tangki polyethylene berkapasiti 2270liter kerana harganya yang murah dan sifatnya yang tahan lasak sesuai untuk keadaan di Tapak Semaian UTHM. Selain itu pemilihan 2 tangki polyethylene berkapasiti 2270liter adalah berdasarkan kemampuannya menyediakan air simpan sebanyak 4540liter yang mana telah mencukupi untuk menanggung keperluan air siraman seharian di Tapak Semaian UTHM iaitu hanya 4200liter. Rujuk Jadual 4.

**Jadual 4: Tangki air jenis polyethylene**

Kapasiti tangki air (liter)	Harga (RM)	Tinggi	Ukuran tangki (mm)	
			Diameter penutup tangki	Diameter dasar tangki
300	120.00	680	1240	1020
380	140.00	850	1310	990
570	189.00	800	1520	1220
760	244.00	825.5	1475	1220
950	261.00	970	1335	1575
1140	347.00	1095	1590	1260
1500	459.00	1372	1753	1372
1890	578.00	1470	1753	1425
2270	735.00	1470	1855	1425

4.6 Objektif 2: Mereka bentuk SPAH yang cekap untuk dipasang di Tapak Semaian UTHM bagi membantu mengurangkan bil air dan kos pengaplikasian SPAH

Mereka bentuk sebuah SPAH yang cekap memerlukan penelitian yang menyeluruh. Oleh itu, pengkaji telah menjalankan beberapa penelitian terhadap aspek-aspek yang boleh membantunya mendapatkan sebuah reka bentuk SPAH yang terbaik untuk dipasang di Tapak Semaian UTHM.

(a) *Bahan buatan komponen SPAH*

Pemilihan yang dilakukan adalah berdasarkan kemampuan komponen itu berfungsi dengan baik dalam jangka masa yang panjang, murah dan mudah diselenggara. Oleh itu pengkaji telah memilih untuk menggunakan komponen-komponen SPAH yang diperbuat daripada plastik seperti Polyethylene dan PVC. Hal ini adalah kerana komponen-komponen ini menepati ciri-ciri yang diinginkan pengkaji iaitu tahan lasak, murah dan mudah untuk diselenggara.

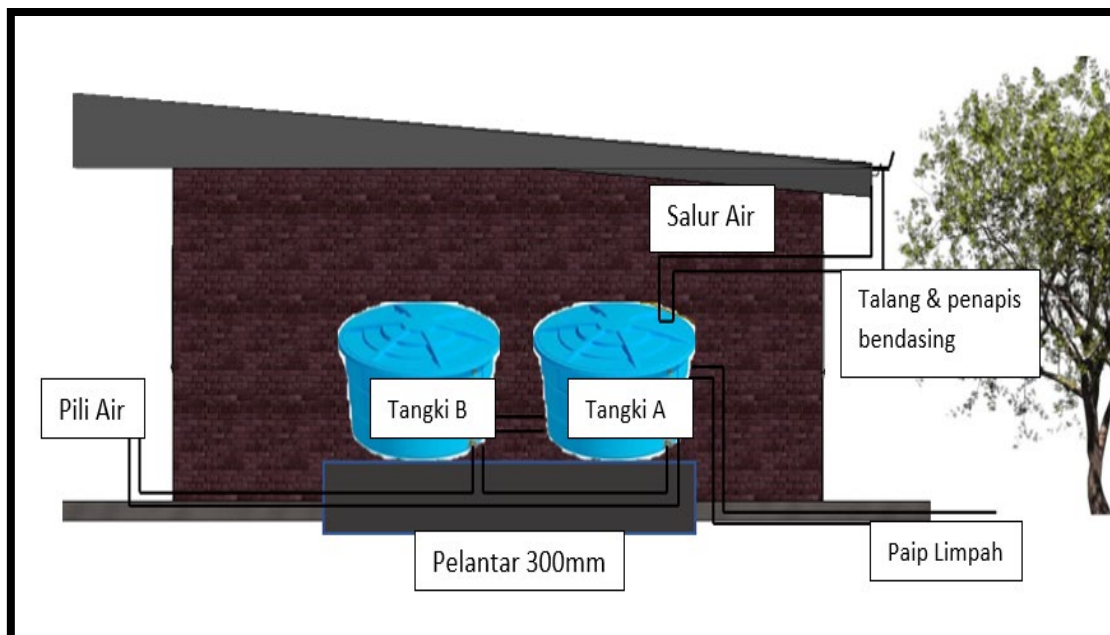
(b) *Lokasi cadangan pengaplikasian SPAH serta sistem agihannya*

Lokasi pengaplikasian yang dipilih pengkaji adalah dibahagian kiri bangunan. Hal ini adalah kerana disitu adalah kawasan lapang dan pemasangan SPAH disitu tidak akan mengganggu pekerja-pekerja di tapak semaian tersebut.

Selain itu, sistem agihan yang dicadangkan adalah menggunakan daya graviti. Hal ini adalah kerana jika menggunakan pam air, pengeluaran kos adalah besar ditambah pula dengan penggunaan elektrik yang diperlukan pam untuk terus bekerja akan menyebabkan kenaikan bil elektrik. Justeru itu, jika menggunakan daya graviti, pembinaan pelantar daripada simen dan batu adalah lebih murah berbanding pam. Untuk memastikan kederasan air adalah mencukupi dengan menggunakan sistem agihan daya tarikan graviti, pelantar tersebut hendaklah dibina 300mm dari aras tanah.

*(c) Reka bentuk cadangan SPAH*

Berdasarkan semua data yang diperolehi, pengkaji telah membuat stau reka bentuk cadangan SPAH bagi Tapak Semaian UTHM. Reka bentuk tersebut menggunakan 2 tangki polethylene berkapasiti 2270liter yang dibina secara bersebelahan. Oleh kerana bumbung di pejabat Tapak Semaian UTHM condong ke satu arah sahaja maka talang dipasang di bahagian hujung condong bumbung tersebut. Seterusnya salur air akan dipasang di hujung talang yang berdekatan dengan tangki. Air yang disalurkan akan memasuki tangki A dahulu namun dengan adanya sambungan paip PVC di bahagian bawah tangki yang menghubungkan tangki A dan tangki B, maka kedua-dua tangki ini akan dapat dipenuhi dalam masa yang sama. Paip limpah juga tersedia bagi kedua-dua tangki dibahagian atas dan disalurkan ke arah parit. Kemudian, paip alur keluar kedua-dua tangki akan disatukan menjadi satu pili sahaja. Pelantar yang diperbuat dari simen batu setebal 300mm juga dicadangkan bagi membantu kederasan air mengalir keluar. Reka bentuk SPAH ini adalah seperti Rajah 3.



**Rajah 3: Reka bentuk cadangan SPAH untuk Tapak Semaian UTHM yang dibuat menggunakan perisian Revit**

*(d) Anggaran kos rekabentuk SPAH di Tapak Semaian UTHM*

Berdasarkan rekabentuk yang telah dibuat, pengkaji kini dapat mengira anggaran kos keseluruhan rekabentuk tersebut. Kos bagi keseluruhan rekabentuk yang dicadangkan adalah berjumlah RM2099.00. Harga bagi setiap komponen tersebut adalah berdasarkan pemerhatian pengkaji dari kedai-kedai terdekat dan laman sesawang. Justeru itu kos ini boleh sahaja naik atau turun mengikut harga

kedai yang berlainan dan peredaran masa. Jadual 5 menunjukkan kos anggaran rekabentuk cadangan SPAH.

**Jadual 5: Kos anggaran reka bentuk cadangan SPAH**

Komponen	Kuantiti	Harga seunit (RM)	Harga (RM)
Talang kelabu	21m	22.90	480.90
Penapis bendasing	1	59.50	59.50
Salur <i>downpipe</i> (40mm)	4m	5.60	22.40
Tangki polyethylene (2270 liter)	2	735.00	1470.00
Paip PVC (20mm)	4	1.80	7.20
Sesiku PVC	10	1.00	10.00
Pili air plastik	1	5.00	5.00
Simen pelbagai guna (50kg)	1	14.00	14.00
Gam polivinil klorida	1	30.00	30.00
Jumlah			2099.00

*(e) Pengurangan bil air*

Pengaplikasian SPAH di Tapak Semaian UTHM sudah pasti akan dapat mengurangkan bil air UTHM walaupun hanya sedikit. Untuk melihat berapa jumlah pengurangan bil air yang dapat dikurangkan, kita boleh melihat dari kadar tarif Ranhill SAJ Sdn. Bhd. UTHM adalah termasuk dalam kadar tarif bagi penggunaan bukan domestik dan caj yang dikenakan adalah rm3.30 bagi setiap penggunaan yang melebihi 35m<sup>3</sup>. Jumlah bilangan air yang dapat dituai dalam sebulan adalah bersamaan 40.19m<sup>3</sup> dan setahun adalah 488.954m<sup>3</sup>. Oleh itu, jumlah penggunaan yang dapat dijimatkan apabila didarabkan dengan RM3.30, maka jumlah sebulan bil air yang dapat dijimatkan adalah berjumlah RM132.63 manakala setahun adalah RM1613.55.

*(f) Tempoh pulangan kos pengaplikasian reka bentuk SPAH yang dicadangkan*

Dengan mengetahui tempoh pulangan kos pengaplikasian SPAH bagi Tapak Semaian UTHM akan menguatkan lagi keyakinan pihak UTHM dalam menerima cadangan reka bentuk SPAH ini. Untuk mengetahui tempoh pulangan kos tersebut, kita boleh menggunakan formula;

$$\text{Tempoh pulangan kos (tahun)} = \frac{\text{Jumlah kos rekabentuk cadangan SPAH}}{\text{Jumlah bil air yang dapat dikurangkan dalam setahun}}$$

Pengiraan:

$$\begin{aligned} \text{Tempoh pulangan kos (Tahun)} &= \frac{\text{RM2099.00}}{\text{RM1613.55}} \\ &= 1.3 \text{ Tahun} \end{aligned}$$

#### 4.7 Kelebihan rekabentuk cadangan

- (i) Cekap fungsi (mampu membekalkan air alternatif yang mencukupi bagi Tapak Semaian UTHM)
- (ii) Tahan lama (tidak mudah pecah, tidak berkarat dan ketahanan yang kuat)
- (iii) Murah
- (iv) Mudah diselenggara

(v) Mesra alam dan mesra pengguna (tidak menghasilkan sebarang kemudaratan kepada penggunanya)

## 5. Kesimpulan

Di akhir kajian ini mendapati bahawa pengaplikasian SPAH di Tapak Semaian UTHM adalah sangat memberansangkan. Hal ini adalah kerana kesemua objektif kajian telah dicapai dan menunjukkan hasil sebuah cadangan rekabentuk SPAH yang akan memberuntungkan pihak UTHM. Dengan adanya SPAH di Tapak Semaian UTHM, bil air UTHM yang sangat tinggi akan dapat dikurangkan. Seterusnya, dengan penerapan kajian ini juga, pihak PPP UTHM yang bertugas menjaga hal ehwal Tapak Semaian UTHM akan dapat menggunakan air hujan yang dituai sebagai sumber air alternatif mereka untuk menyiram pokok-pokok. Mereka juga tidak perlu risau jika berlakunya bekalan air putus dikawasan tersebut

Dari aspek kos penyenggaraan dan penyelenggaraan pula, pemilihan rekabentuk cadangan SPAH yang dibuat pengkaji adalah menggunakan komponen-komponen yang tahan lama, murah dan mudah didapati dipasaran. Setiap bahan buatan komponen dan kualitasnya dipertimbangkan oleh pengkaji secara mendalam. Akhir sekali, pengaplikasian SPAH dalam bidang pertanian adalah sangat menguntungkan sekaligus memupuk manusia untuk mengamalkan budaya lestari dalam kehidupan seharian mereka. Dengan ini, isu pembaziran air juga sudah pasti akan berkurangan ke tahap yang drastik sekiranya SPAH dijadikan amalan wajib setiap masyarakat.

## Penghargaan

Penulis ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada pihak Fakulti Pengurusan Teknologi dan Perniagaan, Universiti Tun Hussien Onn Malaysia di atas segala sokongan yang diberi.

## Rujukan

- Elias, E. & Lin, C. K. (2015). The Empirical Study of Green Buildings (Residential) Implementation: Perspective of House Developers. *Procedia Environmental Sciences*, 28, 708-716.
- Gould, J. (1999). Contributions Relating to Rainwater Harvesting. Paper prepared for the World Commission on Dams Secretariat (WCD) Thematic Review IV.3 (PDF) *Rainwater Harvesting as an Alternative Water Supply in the Future*. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/237821822\\_Rainwater\\_Harvesting\\_as\\_an\\_Alternative\\_Water\\_Supply\\_in\\_the\\_Future](https://www.researchgate.net/publication/237821822_Rainwater_Harvesting_as_an_Alternative_Water_Supply_in_the_Future) [accessed May 22 2020].
- Ibrahim, H. (1993). Rainwater Harvesting in Dier -Atye (Syria). In: FAO Expert Consultation on Water Harvesting for Improved Agricultural Production Cairo.
- Ismail, M. L. M. & Idris, N. I. H. (2017). Kajian Kesedaran Penggunaan Sistem Penuaian Air Hujan di legian Residence, Shah Alam. E-Proceeding National Innovation and Invention Competition Trough Exhibition 2017, 1-10
- Institut Penyelidikan Hidraulik Kebangsaan Malaysia (NAHRIM) (2010), Perisian Tangki NAHRIM. Dicapai pada Mei 29, 2020 dari Institut Penyelidikan Hidraulik Kebangsaan Malaysia: [http://www.nahrim.gov.my/en/product\\_s/418-perisiantangkinahrim.html](http://www.nahrim.gov.my/en/product_s/418-perisiantangkinahrim.html)
- Jabatan Meteorologi Malaysia (MetMalaysia) (2019), Rekod Taburan Hujan bagi Stesen Batu Pahat Tahun 2017-2018, Kementerian Tenaga, Sains, Teknologi, Alam Sekitar dan Perubahan Iklim, Petaling Jaya, Selangor, Malaysia
- Jabatan Pengairan dan Saliran (JPS) (2012), 2 nd edition – Urban Stormwater Management Manual for Malaysia, Jabatan Pengairan dan Saliran, Selangor, Malaysia.
- Jabatan Perancangan Bandar dan Desa (JPBD) Semenanjung Malaysia (2013). Panduan Pelaksanaan Inisiatif Pembangunan Kejiranan Hijau: Sistem Pengumpulan dan Penggunaan Semula Air Hujan.

- Li Z., Boyle F. & Reynolds A. (2010). Rainwater Harvesting and Greywater Treatment Systems for Domestic Application in Ireland, *Desalination* Volume 260 (1–3), 30 September 2010, 1-8.
- Man, S., Md Hashim, N., Hj Ahmad, A., Thet, K. M. & Sidek, N. S. (2014). Kebolehpayaan sistem penuaian hujan sebagai bekalan air alternatif di Malaysia: Suatu penelitian awal. *Malaysia Journal of Society and Space*, 10(6), 97-104.
- Noorazuan, M. H. (1999). Social Analysis and Water Supply Planning in Malaysia. National Proceedings of Population Issues in Malaysia II UKM Bangi, 1-6.
- Regional District of Nanaimo (RDN) (2012), Rainwater Harvesting Best Practices Guidebook*. Dicapai pada Mei 21, 2020, daripada [https://waterbucket.ca/wpcontent/uploads/2012/05/RDN\\_RainwaterHarvesting-Guidebook\\_Oct-2012.pdf](https://waterbucket.ca/wpcontent/uploads/2012/05/RDN_RainwaterHarvesting-Guidebook_Oct-2012.pdf)
- Shaari N, Che-Ani AI, Yahaya H, Abdullah NAG, Tawil NM (2009) Rainwater harvesting evaluation: A quick survey among Malaysian 1st Regional Symposium on Sustainable Construction Materials & Building Systems (SUCOMBS)
- Undang-Undang Kecil Bangunan Seragam UKBS (1984). Dicapai pada 17 Mei, 2020, daripada [http://jkt.kpkt.gov.my/jkt/resources/user\\_30/2016\\_OKU/SLIDE\\_SLOT\\_4\\_PENGENALAN\\_SPAH.pdf](http://jkt.kpkt.gov.my/jkt/resources/user_30/2016_OKU/SLIDE_SLOT_4_PENGENALAN_SPAH.pdf)
- Yuksel, I. (2015). Water management for sustainable and clean energy in Turkey. *Energy Reports*, 1, 129–133.
- Yusup, E. N., Mohd Nasiruddin, N., Mohamed Nizam, N. F. S., Burhan, N. (2015). Sistem Bekalan Air Sejuk. Dicapai pada 30 Mei, 2020, daripada Slideshare: <https://www.slideshare.net/faizsyafieza/sistem-bekalan-air-sejuk>