

## **Kajian Pembinaan Sistem Saliran Mesra Alam di Kawasan Pembinaan Baharu**

**Nursyafika Mohamad Razip<sup>1</sup>, Sharifah Meryam Shareh  
Musa<sup>1,\*</sup>, Rozlin Zainal<sup>1</sup>, Hamidun bin Mohd Noh<sup>1</sup> & Narimah  
Kasim<sup>1</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.2021.02.02.038>

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

**Abstract:** Drainage system is an important factor in every new development. Drainage systems serve to control surface runoff especially in new development areas. This study aims to look at the use of Urban Stormwater Management Manual for Malaysia (MSMA) in controlling flash floods in new development areas. The first objective of the study is to identify the impact of surface runoff on the construction of environmentally friendly drainage systems in new development areas. The second objective of the study is to identify the effectiveness of building an environmentally friendly drainage system in new development areas. The impact of the opening of new development areas has led to an increase in surface runoff rates. To complete this study the method used is qualitative. Qualitative used are interviews and observations related to drainage systems in new development areas. Interviews were conducted on the respondents involved in this study. Observation methods are done to see the drainage system used. The construction of environmentally friendly drainage systems can reduce surface runoff rates and flash flood phenomena. This is because, this manual is an environmentally friendly method to replace the previous drain. In conclusion, the construction of environmentally friendly drainage system in new development areas can provide a clear picture of the drainage system used in new development areas.

**Keywords:** Urban Stormwater Management Manual for Malaysia (MSMA), New developments, Urban stormwater management, Floods, Surface runoff

**Abstrak:** Sistem saliran merupakan faktor yang penting dalam setiap pembangunan baharu. Sistem saliran berfungsi untuk mengawal air larian permukaan terutama di kawasan pembangunan baharu. Kajian ini bertujuan untuk melihat penggunaan Manual Saliran Mesra Alam (MSMA) dalam mengawal banjir kilat di kawasan pembangunan baharu. Objektif pertama kajian adalah mengenalpasti impak air larian permukaan terhadap pembinaan sistem saliran mesra alam di kawasan pembangunan

baharu. Objektif kedua kajian adalah mengenalpasti keberkesanan pembinaan sistem saliran mesra alam di kawasan pembangunan baharu. Kesan daripada pembukaan kawasan pembangunan baharu menyebabkan peningkatan kadar air larian permukaan. Bagi melengkapkan kajian ini kaedah yang digunapakai adalah kualitatif. Kualitatif yang digunakan adalah temubual dan pemerhatian berkaitan dengan sistem saliran di kawasan pembangunan baharu. Temubual dilakukan ke atas responden yang terlibat dalam kajian ini iaitu JPS, MPBP, kontraktor dan penduduk. Kaedah pemerhatian pula adalah dilakukan bagi melihat sistem saliran yang digunakan. Pembinaan sistem saliran mesra alam dapat mengurangkan kadar air larian permukaan dan fenomena banjir kilat. Ini kerana, manual ini merupakan satu kaedah mesra alam bagi menggantikan saliran yang terdahulu. Secara kesimpulannya adalah pembinaan sistem saliran mesra alam di kawasan pembangunan baharu dapat memberikan gambar jelas tentang sistem saliran yang digunakan di kawasan pembangunan baharu

**Kata Kunci:** Manual Saliran Mesra Alam (MSMA), Pembangunan baharu, sistem saliran mesra alam, banjir, air larian permukaan

## 1. Pengenalan

Bahagian Saliran Mesra Alam telah ditubuhkan pada tahun 2006. Ia bertujuan untuk mengurangkan kejadian banjir dan pembendung pencemaran air dengan pendekatan mesra alam. Fungsi MSMA tertumpu kepada pengurusan air larian hujan berkonsepkan mesra alam demi kelestarian alam sekitar dan peningkatan kualiti hidup dan ini disokong dengan misi bahagian untuk menjadi Pusat Kecemerlangan Pengurusan Air Larian Hujan (JPS, 2012)

Sistem saliran mesra alam sangat penting bagi mengawal kejadian banjir terutamanya di kawasan pembangunan baharu. Kerajaan telah menyarankan merekabentuk sistem saliran bagi pembangunan baharu perlu menggunakan kaedah MSMA. Kaedah MSMA ini telah diperkenalkan pada tahun 2001 (Sharifah Meryam *et al.*, 2013).

Melalui Jabatan Pengaliran dan Saliran (2011) menyatakan bahawa bencana banjir merupakan antara bencana yang semakin dominan di Malaysia. Banjir ialah badan air, yang melimpah keluar daripada tebing sungai, tasik atau sistem perparitan akibat hujan lebat, pencairan ais, air pasang dan memberi halangan kepada saluran. Dari sudut lain, banjir merujuk kepada hujan luar biasa yang tidak mampu ditampung oleh sesebuah lembangan sungai dan menyebabkannya melimpah keluar (Haliza, 2009).

Sistem perparitan dan saliran yang tidak diselenggara juga menjadi punca berlakunya masalah banjir. Salah satu langkah proaktif yang diambil bagi menukarkan manual yang terdahulu adalah MSMA. Ia merupakan perkembangan terbaru dalam pengurusan air ribut. Ia juga dikenali sebagai pendekatan kawalan di sumber (Sharifah Meryam *et al.*, 2013).

### 1.1 Latar Belakang Kajian

Kajian ini lebih menfokuskan masalah alam sekitar yang berlaku di kawasan pembangunan baharu. Masalah banjir kilat sering berlaku di kawasan pembangunan baharu kerana sistem saliran tidak dapat menampung kapasiti jumlah hujan di kawasan berkenaan. Pembukaan pembangunan baharu menyebabkan kawasan tersebut menjadi lapang. Ia akan menyebabkan kawasan berkenaan dilanda fenomena banjir kilat dan air larian permukaan. Ia disebabkan tiada pintasan dari tumbuhan penutup bumi bagi menghalaang air larian permukaan. Fungsi litupan tumbuhan adalah bagi memperlambatkan air larian permukaan di sesuatu kawasan. Peningkatan kadar air larian permukaan akan menyebabkan sistem saliran yang sedia ada tidak dapat menampung keadaan tersebut.

## 1.2 Penyataan Masalah

Kajian ini dijalankan bagi melihat masalah yang berkaitan dengan sistem saliran di kawasan pembangunan baharu disekitar Batu Pahat. Pembukaan kawasan perumahan baharu telah menjadi tumpuan kepada penduduk. Oleh itu, kesan daripada pembukaan kawasan tersebut menyumbang kepada peningkatan masalah air larian permukaan. Pembinaan fasa perumahan yang belum sempurna sepenuhnya adalah penyumbang kepada peningkatan kadar air larian permukaan. Menurut Laporan Berita Harian (2019), hal ini kerana sistem saliran yang sedia ada tidak dapat menampung jumlah taburan hujan yang luar biasa disesuatu kawasan. Setiap sistem saliran yang dibina mempunyai kapasiti kadar jumlah air larian permukaan Ia juga akan menimbulkan isu banjir kilat di kawasan berkenaan. Menurut Laporan Berita Harian (2018), salah satu punca banjir kilat adalah pihak tertentu tidak menyediakan kolam tadahan didalam projek pembinaan. Selain itu, masalah sistem sungai yang tidak diselenggara juga menjadi punca banjir kilat.

## 1.3 Objektif Kajian

Terdapat dua objektif kajian yang telah disusun dalam kajian ini. Antaranya:

- (i) Mengenalpasti impak air larian permukaan terhadap pembinaan sistem saliran mesra alam di kawasan pembangunan baharu.
- (ii) Mengenalpasti keberkesanan pembinaan sistem saliran mesra alam di kawasan pembangunan baharu.

## 1.4 Skop Kajian

Kajian ini akan dijalankan disekitar Batu Pahat. Kajian ini lebih menfokuskan kepada kawasan pembangunan baharu terutamanya Taman Mutiara Gading dan Pura Kencana. Kajian ini dijalankan bagi mengkaji sistem saliran di kawasan tersebut. Salah satu kesan pembangunan tersebut akan menyebabkan impak air larian permukaan. Kawasan pembangunan baharu di Taman Mutiara Gading sedang dibawah proses fasa pembinaan. Fasa pembinaan tersebut juga menimbulkan masalah fenomena banjir kilat di kawasan tersebut kerana sistem saliran masih belum siap sepenuhnya. Kajian ini juga ingin melihat keberkesanan MSMA terhadap pembangunan baharu.

## 1.6 Kepentingan Kajian

Kajian yang dijalankan ini dapat memberi pendekatan terhadap isu yang berlaku. Melalui kajian ini juga, pihak-pihak yang terlibat dapat memperolehi kebaikan daripada hasil kajian ini. Kajian ini juga adalah untuk melihat pihak-pihak terlibat antaranya:

### (a) Pihak Jabatan Pengairan dan Saliran (JPS).

Dapat membantu pihak JPS memantau setiap sistem saliran yang sedia ada di kawasan terutamanya pembangunan baharu. Selain itu, pihak JPS juga perlu memastikan setiap aktiviti pembinaan perlu mempunyai sistem MSMA.

### (b) Pihak Majlis Perbandaran Batu Pahat (MPBP).

Dapat membantu pihak MPBP memastikan sistem saliran di kawasan pembangunan baharu perlu diselenggara. Pihak MPBP perlu memastikan jadual penyelenggaraan sistem saliran dijalankan.

### (c) Pihak Kontraktor

Dapat membantu pihak kontraktor untuk mengambil tindakan dan meneliti kesilapan semasa proses pembinaan. Kajian ini dapat membantu pihak kontraktor untuk mengatasi isu banjir kilat.

### (d) Penduduk

Dapat membantu penduduk di kawasan Taman Mutiara Gading dan Pura Kencana untuk mengetahui kepentingan MSMA. Selain itu, membantu penduduk mengetahui impak negatif dan masalah banjir kilat tidak akan berlaku di kawasan tersebut.

(e) *Data Akademik*

Dapat membantu bakal penyelidik menambah maklumat berkaitan masalah banjir kilat dan air larian permukaan di kawasan Daerah Batu Pahat. Selain itu, membantu memperoleh maklumat berkaitan isu yang berlaku di kawasan pembangunan baharu.

## 2. Kajian Literatur

MSMA telah diperkenalkan pada tahun 2001 oleh kerajaan. MSMA menggantikan sistem saliran konvensional yang telah lama diamalkan di Malaysia. MSMA ini dapat mengawal air ribut terutamanya di kawasan bandar. Manual Pengurusan Air Ribut Bandar atau lebih dikenali sebagai MSMA yang disediakan oleh pihak JPS bagi menggantikan manual lama. Ia juga menfokuskan pengaliran lebih mesra alam. MSMA merupakan kaedah yang dihasilkan dari gabungan ketiga-tiga kaedah iaitu berstruktur, kaedah tak berstruktur dan kaedah pengurusan banjir bersepadu (Sharifah Meryam *et al.*, 2013). Kaedah ini juga secara tidak langsung dapat mengawal berlakunya banjir kilat di kawasan pembangunan baharu. Selain itu, MSMA juga sangat sesuai diaplikasikan di kawasan pembangunan baharu kerana lebih mesra alam.

MSMA adalah garis panduan bagi pengurusan air ribut bandar. Kerajaan telah menyarankan pihak yang terlibat dalam perancangan bandar baharu untuk mengaplikasikan MSMA dalam merekabentuk sistem salirannya. Menurut Luqman (2019), pendekatan ini adalah mengekalkan kuantiti dan kuantiti air larian yang sama sebelum dan selepas pembangunan dilaksanakan.

### 2.1 Hidrologi

Hidrologi merupakan satu cabang ilmu sains yang berhubung kait dengan air. Ia termasuklah kejadian pembentukan air, kandungan air dan pergerakan air sama ada di atmosfera atau bawah permukaan bumi (Latif & Tzw, 2017).

### 2.2 Kitaran Hidrologi

Kitaran hidrologi ialah peredaran air dari bumi ke atmosfera dan kembali ke bumi. Pengerakan jisim air berlaku dalam pelbagai bentuk seperti wap, cecair dan pepejal daripada satu komponen alam sekitar ke satu komponen alam sekitar yang lain (Faiz & Noorazuan, 2018).

### 2.3 Penggunaan Hidrologi dalam Kejuruteraan

Tugas jurutera adalah melibatkan rekabentuk paip, sistem saliran dan tangki simpanan air. Jurutera harus mencari punca air daripada kawasan tadahan seperti sungai bagi keperluan domestik (JPS, 2007).

Jurutera bertanggungjawab mereka bentuk sistem saliran yang betul. Ia bertujuan bagi menampung jumlah taburan hujan luar biasa disesuatu kawasan. Selain itu, sistem saliran yang direkabentuk dengan terperinci dapat mengelakkan berlakunya kejadian banjir kilat. Jurutera bertanggungjawab membuat pengukuran sebelum dalam pembinaan sistem saliran dijalankan.

### 2.4 Konsep Kitaran Hidrologi

Menurut Wan Ruslan (1989), kitaran hidrologi bermaksud peredaran air dari bumi ke atmosfera dan kembali ke bumi. Pengerakan jisim air berlaku dalam pelbagai bentuk seperti wap, cecair dan pepejal daripada satu komponen alam sekitar ke satu komponen alam sekitar ke satu komponen alam sekitar yang lain.

## 2.5 Proses-proses dalam Kitaran Hidrologi

Menurut Wan Ruslan (1994), proses mendatar terbahagi kepada tiga iaitu larian air permukaan yang merupakan baki air hujan. Ia mengalir di permukaan bumi setelah ditolak dengan air yang mengalami sejatan, pintasan, susupan dan yang digunakan oleh tumbuh-tumbuhan.

## 2.6 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kitaran Hidrologi

Aktiviti-aktiviti manusia yang mempengaruhi kitaran hidrologi adalah perhutanan, pembalakan dan pambandan. Seterusnya, menjejaskan sumber air dan akan mewujudkan keadaan ketidakseimbangan iaitu lebih air atau kekurangan. Faktor yang mempengaruhi kitaran hidrologi adalah aktiviti perhutanan (Ekhwan, 2010).

## 2.7 Hidrologi Bandar

Kawasan pembangunan baharu dan bandar merupakan kawasan yang akan berlakunya kejadian banjir. Masalah sistem saliran yang tidak sempurna menjadi faktor kepada peningkatan aras air. Ia menyebabkan berlaku kejadian banjir di kawasan tersebut (Noorazuan, 2011).

## 2.8 Jenis-Jenis Sistem Saliran

Terdapat beberapa jenis sistem saliran dengan pelbagai bentuk. Berikut adalah jenis-jenis sistem saliran ialah sistem saliran permukaan, sistem saliran sub tanah, sistem saliran utama, sistem saliran konvensional dan Manual Saliran Mesra Alam (MSMA).

### (a) Sistem Saliran Permukaan

Sistem saliran permukaan adalah pengalihan atau penyingkiran air yang berlebihan dari permukaan tanah. Ia akan terus ke saluran semula jadi atau saluran yang telah dibina. Air dari sistem saliran ini akan mengalir ke kawasan perumahan atau perindustrian (Kumar, 2001).

### (b) Sistem saliran Sub Permukaan

Sistem saliran sub permukaan merupakan saliran yang memproses membuang lebih air dari tanah. Ia menggunakan kaedah semula jadi dan saluran buatan. Selain itu, sistem saliran ini terdiri dari sistem perpaipan dan saluran yang diletakkan di bawah permukaan tanah (Vijay, 2019).

### (c) Sistem Saliran Konvensional

Menurut Suvada, Emina & Hata (2019), sistem saliran konvensional yang dibina di kawasan pembangunan bertujuan bagi menguruskan air ribut. Ia juga dapat mengawal berlakunya kejadian banjir. Jaringan tersebut adalah gabungan dari sistem pembentungan air ribut bandar. Sistem ini mempunyai beberapa elemen iaitu saluran yang terbuka, lembangan, sistem perparitan jalan dan longkang bawah tanah.

## 2.8 Manual Saliran Mesra Alam (MSMA)

Konsep MSMA ialah sistem saliran yang mengawal, mengatasi banjir dengan mengambil kira langkah proaktif mengawal air larian permukaan terutamanya di kawasan pembangunan baharu. Menurut JPS (2012), sistem air ribut terbahagi kepada dua bahagian iaitu utama dan minor. Sistem minor terdiri daripada selokan, paip, penahanan, bioretention dan BMP yang mengumpulkan, merawat, menyimpan dan mengalirkan limpahan ke kawasan pelepasan. Antara sistem yang terdapat di dalam MSMA adalah:

### (a) Kemudahan storan

Kemudahan penyimpanan adalah elemen teras untuk mencapai salah satu kriteria kawalan kualiti air ribut. Ia merupakan penyimpanan yang betul. Kemudahan penyimpanan yang disyorkan adalah

penahanan di lokasi dan kolam penahanan. Ia bergantung pada tanah sedia ada. Kemudahan ini boleh secara langsung dan tidak langsung dalam sistem pengangkutan.

*(b) Kolam tahanan*

Kolam tahanan adalah komponen terpenting untuk kawalan kuantiti air ribut. Kolam terdapat dua jenis iaitu basah dan kering. Bagi memenuhi objektif kawalan aliran kolam tahanan perlulah dipertimbangkan keperluan penyimpanan dan pemeriksaan tahap aliran dan kedalaman air kolam.

*(c) Bioretention*

Sistem bioretention ini menggunakan kaedah penyusupan oleh tumbuh-tumbuhan bagi mengelakkan pencemaran air larian permukaan. Sistem ini terdiri daripada lembangan atau parit yang digali bagi memenuhi rumput berliang.

*(d) Saliran Paip*

Saluran paip sangat biasa di kawasan bandar. Paip saluran hendaklah luas bagi memudahkan aktiviti penyelenggaraan dilakukan. Pelepasan melalui saluran air ribut dan saluran perkhidmatan perlu mengikut garis panduan yang ditetapkan. Saluran air ribut perlu dibina di bahagian kanan jalan raya.

## 2.9 Objektif MSMA

Ia bertujuan ke arah pengurusan air ribut bersepadu yang berfungsi bagi memenuhi pelbagai objektif termasuklah kemudahan sosial, keselamatan awam, pengawalan air ribut bandar dan pemulihan iklim mikro bandar (Walsh, 2016). Menurut Sharifah Meryam (2013), MSMA mempunyai beberapa objektif supaya matlamat manual ini dapat dicapai. Antaranya ialah:

- (i) Memastikan keselamatan awam.
- (ii) Mengawal gangguan pembersihan dan menyediakan laluan yang selamat bagi kejadian banjir yang jarang berlaku dan lebih besar.
- (iii) Melindungi harta awam.
- (iv) Menstabilkan bentuk bumi dan mengawal hakisan.
- (v) Mengoptimumkan tanah yang boleh didapati untuk pembangunan bandar.
- (vi) Meminimumkan kesan alam sekitar daripada air larian bandar terhadap kualiti air.
- (vii) Mempertingkatkan landskap bandar.

## 2.10 Kepentingan Bagi Pelaksanaan MSMA

MSMA berupaya mengawal fenomena banjir di kawasan pembangunan baharu. Pihak perancangan perlu mengaplikasikan MSMA dalam pembinaan sistem saluran. Ia kerana MSMA adalah sistem saluran yang mesra alam dan mempunyai pendekatan kawalan sumber. Pendekatan yang diketengahkan didalam MSMA adalah proses penahanan, penyusupan dan penulenan. Kaedah ini juga mempunyai pendekatan kualiti dan kuantiti air larian dari kawasan pembangunan akan dikekalkan sama seperti keadaan sebelum pembangunan (Sharifah Meryam, 2013).

## 2.11 Masalah Sistem Saliran

Sistem saluran yang kurang baik akan menimbulkan pelbagai masalah. Ia akan menyebabkan limpahan lebih air ke permukaan. Antaranya ialah:

*(a) Sistem Saliran Tersumbat*

Saliran tersekat dan tidak dapat mengalirkan lebih air ke saluran utama. Oleh itu, kerja penyelenggaraan sistem saluran perlu dilakukan bagi mengelakkan perkara ini berlaku.

*(b) Bau yang Kurang Menyenangkan*

Bau yang kurang menyenangkan berpunca dari sistem saluran yang bermasalah akan menyebabkan pencemaran bau. Ia akan menyebabkan kawasan persekitaran kurang selesa.

*(c) Tempat Pembiakan Nyamuk*

Sistem saluran yang bermasalah akan menjadi tempat pembiakan nyamuk aedes. Ia disebabkan sistem saluran yang tidak diselenggara dengan baik. Takungan air dalam sistem saluran akan menyebabkan pembiakan nyamuk aedes.

*(d) Kesan Perubahan Guna Tana*

Kesan perubahan guna tanah yang tidak selari disebabkan oleh aktiviti pembangunan akan mengganggu fungsi sistem saluran. Ia juga menjadikan sistem saluran menjadi cetek dan tidak mampu menampung kapasiti air hujan.

*(e) Paras Air Bumi yang Tidak Stabil*

Pembinaan sistem saluran bagi kawasan yang mempunyai paras air bumi yang tidak stabil merupakan satu masalah. Ini kerana, tumbuhan dapat mengekstrak air pada jumlah tertentu ketika paras bumi tinggi.

*(f) Banjir*

Banjir ditakrifkan sebagai pengumpulan air dalam badan air dan limpahan lebih air ke dataran banjir yang berdekatan dengan tanah (Rohayu, 2018). Kejadian banjir di kawasan bandar adalah berpunca dari aktiviti manusia yang mengubah permukaan tanah daripada kawasan telap air kepada kawasan tidak telap air seperti pembinaan jalan raya dan bangunan

*(i) Langkah Mengurangkan Kejadian Banjir*

Menurut Ekhwan (2001) pelbagai langkah yang diambil bagi mengurangkan kejadian banjir di sesuatu kawasan antaranya:

*(a) Pembinaan Empangan*

Pembinaan empangan ini akan bertindak sebagai kawalan banjir. Empangan yang perlu dibina di kawasan tadahan hujan atau di hulu sungai utama. Empangan berfungsi sebagai tempat takungan dan simpanan air lebih semasa hujan lebat.

*(b) Mendalamkan dan Meluruskan Sistem Saluran Sungai*

Kaedah mendalamkan dan meluruskan sistem saluran sungai ini dapat mengatasi masalah sungai cetek. Ia juga akan memberi kesan pendedahan ketika banjir.

*(c) Pembinaan Terusan*

Pembinaan terusan aliran sungai dapat mengurangkan kejadian banjir di sesuatu kawasan. Sungai mempunyai isipadu dan kuantiti air yang tinggi akan disalurkan ke alur atau terusan yang baharu. Kaedah ini mampu mengurangkan jumlah air sungai utama.

*(d) Mengamalkan Pembangunan Lestari*

Setiap projek pembangunan baharu terutamanya di lereng bukit bercerun dan kawasan tadahan hujan perlu mengamalkan pembangunan lestari. Kaedah ini untuk memastikan kitaran hidrologi

tidak terganggu. Selain itu, kawasan tanah tinggi merupakan kawasan yang bertindak sebagai storan air dalam kitaran hidrologi.

## 2.12 Air Larian Permukaan

Air larian permukaan adalah salah satu proses kitaran hidrologi yang berlaku secara mendatar. Larian air permukaan adalah baki air hujan yang mengalir di permukaan bumi setelah ditolak sejatan, pintasan, resapan dan yang digunakan oleh tumbuhan. Ia berlaku setelah semua liang pori tanah tepu dengan air yang menyusup ke dalam tanah (Wan Ruslan, 1994).

### 2.12.1 Faktor yang Mempengaruhi Air Larian Permukaan

Berikut adalah faktor yang mempengaruhi air larian permukaan di sesuatu kawasan:

#### (a) Kuantiti Hujan

Semakin banyak hujan maka kadar air larian permukaan semakin tinggi. Ini kerana disebabkan bekalan air hujan yang banyak akan menambahkan isi padu air larian

#### (b) Bentuk Hujan Mengikut Masa

Hujan lebat dalam masa yang singkat, kadar air larian permukaan adalah tinggi dan tidak berkesempatan untuk meresap masuk ke dalam tanah sebaliknya lebih cepat mengalir di atas permukaan tanah.

#### (c) Pengaruh Kecerunan

Faktor kecerunan merujuk kepada dua keadaan cerun iaitu cerun curam dan cerun landai. Semakin curam cerun, semakin tinggi halaju pergerakan air larian permukaan dan semakin landai sesuatu cerun semakin rendah halaju pergerakan air larian permukaan.

## 2.13 Kaedah Mengawal Air Larian Permukaan

Terdapat dua jenis kaedah mengawal air larian permukaan. Antaranya:

#### (i) Kaedah Simpanan

(ii) Kaedah simpanan ini berfungsi sebagai kolam takungan air larian permukaan. Ia juga fungsi menyimpan dan melepaskan air larian permukaan ke sungai dan tasik berdekatan.

#### (iii) Kaedah Agihan

(iv) Kaedah agihan merupakan kaedah pengumpulan air larian permukaan dan diagihkan berperingkat ke titik buangan supaya tidak berlakunya limpahan pada titik buangan.

## 2.14 Sistem Saliran Bio-Ekologikal (BIOECODS)

Modul saliran BIOECODS memastikan sistem saliran mesra alam lebih tahan terhadap hakisan. Ia juga membolehkan penyusupan semula jadi berlaku (Abdurrasheed, 2018). Kaedah BIOECODS adalah alternatif pengurusan air larian hujan yang lebih mesra dan mampan untuk memenuhi konsep kawalan kuantiti dan kuantiti air larian hujan. Konsep sistem bio-ekologi adalah untuk mengintergrasikan dengan kolam ekologi untuk air ribut. Peningkatan peluang penyingkiran pencemaran melalui proses pengenapan dan penapisan biologi dan mengurangkan kadar isipadu alir larian dengan peningkatan peluang penyusupan.

### 2.14.1 Komponen-komponen Utama BIOECODS

Menurut Aminudin (2004), komponen-komponen yang diberi nama *ecological swale* dan *dry pond* adalah sebahagian daripada sistem saliran BIOECODS yang menyumbang kepada perawatan air ribut.



(a) *Alur Berumput (swale)*

Alur berumput dikenali sebagai *ecological swale*. Ia juga mengurangkan kos dan memastikan tiada air yang bertakung. Saluran *bioengineered* biasanya tumbuh dengan tumbuhan yang berbeza (Abdurrasheed, 2018).

(b) *Kolam Takungan Basah (Wet Pond)*

Kolam takungan basah berfungsi bagi mengatasi kuantiti air ribut dan kesan kualiti pembangunan tanah. Kolam takungan basah direka bentuk supaya dapat mengekalkan kualiti aliran air ribut keluar (Nor Adilah, 2017).

(c) *Kolam Takungan Kering (Dry Pond)*

Kolam takungan kering ini berfungsi untuk menampung air hujan yang turun ke atasnya dan melepaskan air takungan tersebut ke *ecological swale* secara perlahan-lahan (Aminuddin, 2004).

(d) *Kolam Tahanan (detention pond)*

Kolam tahanan juga merupakan konsep takungan yang menahan atau menambat air untuk sementara waktu. Fungsi utama kolam tahanan adalah untuk mengawal kuantiti air ribut pada punca iaitu kawasan pembangunan itu sendiri.

(e) *Rekabentuk Utama dalam Komponen BIOECODS*

Beberapa rekabentuk utaman dalam komponen BIOECODC adalah seperti yang berikut;

(i) *Perimeter alur berumput*

Kaedah *Rational* digunakan untuk anggaran puncak aliran bagi keluasan kawasan tadahan yang kecil sehingga 80 ha.

(ii) *Modul Saliran dan Penyimpanan*

Jadual 1 dan Jadual 2 menunjukkan saiz modul saliran dan sifat modul penyimpanan yang biasa digunapakai.

**Jadual 1: Saiz modul saliran (Sistem Saliran Bioekologikal, 2004).**

Ciri-ciri	Width (mm)	Length (mm)	Height (mm)
Modular tunggal	400	715	440
Sel saluran	500	600	30
Modular setengah	400	715	240
Modular suku	200	715	240
Sel Surf	500	600	50

**Jadual 2: Sifat-sifat modul penyimpanan dan sel saluran (Sistem Saliran Bioekologikal, 2004).**

Ciri-ciri	Kadar Aliran	Kekuatan Hancur/kekuatan mampatan (ton/m <sup>2</sup> ) (ASTM D 1621) <sup>o</sup>
Modular penyimpanan	> 0.035m <sup>3</sup> /s	> 18.5
Sel saluran	> 18 l/m.s @ 1% slope	> 40.0
Modular setengah	> 0.035m <sup>3</sup> /s	> 18.5
Modular suku	> 0.035m <sup>3</sup> /s	>45.0
Sel turf	>20 l/m.s @ 1% slope	.120.0

(iii) *Rekabentuk Kolam Takungan Kering (Dry pond)*

- Menurut Sistem Saliran Bioekologikal (2004), prosedur rekabentuk kuantiti untuk kolam tahanan jenis kolam takungan kering adalah:
- Menentukan kriteria hujan rekabentuk untuk kolam tahanan ribut minor rekabentuk untuk kolam takungan kering ditentukan sebagai 50 tahun kala ulangan.
- Menentukan had aliran keluar dari kolam takungan kering. Kolam takungan kering direkabentuk untuk mengurangkan kadar aliran dan halaju aliran selain daripada merawat kualiti air ribut.
- Menentukan luas kawasan tadahan.
- Keadaan hidraulik di aliran keluar kolam takungan kering yang boleh menyebabkan fenomena air balik.

(iv) *Reka bentuk kolam takungan basah (wetpond)*

Menurut Sistem Saliran Bioekologikal (2004), rekabentuk kolam takungan basah memerlukan hidrograf saliran masuk, lengkung kedalaman storan dan lengkung kedalaman kadar alir.

### 3. Metodologi Kajian

Menurut Kamus Dewan Edisi keempat metodologi ialah sistem yang merangkumi kaedah dan prinsip yang digunakan dalam sesuatu kegiatan atau disiplin. Metodologi kajian adalah perancangan yang meliputi cara, kaedah serta pendekatan yang telah digunakan untuk mencapai objektif dan matlamat kajian.

#### 3.1 Rekabentuk Kajian

Kajian ini menggunakan metodologi kualitatif sebagai panduan untuk mendapatkan hasil kajian. Kajian ini mengaplikasikan pendekatan kualitatif dalam proses pengumpulan data dan menganalisis data kajian ini

#### 3.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang digunakan oleh pengkaji didalam kajian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperolehi melalui temu bual dan pemerhatian. Selain itu, pemerhatian ialah proses meneliti dan melihat sistem saliran yang digunakan di kawasan pembangunan baharu.

##### 3.2.1 Data Primer

Pengkaji telah menggunakan kaedah kualitatif di dalam kajian yang dijalankan. Kaedah kualitatif yang digunakan dalam kajian ini adalah kaedah temubual dan pemerhatian.

##### 3.2.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperolehi melalui bahan ilmiah. Pengkaji menggunakan bahan ilmiah untuk membuat rujukan berkaitan dengan kajian yang dijalankan.

#### 3.3 Analisis Data Kualitatif

Data kualitatif merupakan data yang diperolehi daripada temubual dan pemerhatian. Ia juga bagi memastikan maklumat yang diperolehi selari dengan objektif kajian. Analisis data kualitatif yang dilakukan untuk mendapatkan maklumat serta gambar-gambar di kawasan kajian.

### 4. Analisis Dan Perbincangan- Data Kualitatif

Temubual dibuat dengan subkontraktor dibawah Pembinaan Saji Jaya Sdn Bhd iaitu Mutiara Jaya Impian Raudah Sdn Bhd. Responden bagi kajian ini merupakan pihak yang terlibat secara langsung dalam pembinaan sistem saliran di kawasan pembangunan baharu. Selain itu, pengkaji juga menemubual responden daripada pihak Jurutera JPS.

#### 4.1 Pengumpulan Data

Kaedah pengumpulan data ini juga dijalankan melalui rakaman suara dan catatan data semasa menemubual. Alat yang digunakan semasa sesi temubual adalah perakam suara.

#### 4.2 Analisis Data

Analisis data adalah merupakan kaedah mengawal dan mempersembahkan data di dalam kajian. Tujuan analisis data adalah untuk mempersembahkan data dalam bentuk yang lebih jelas dan tepat.

#### 4.3 Latar Belakang Responden

Bahagian ini memberi penerangan berkaitan maklumat responden yang terlibat dengan pembinaan sistem saliran mesra di kawasan pembangunan baharu seperti ditunjukkan dalam Jadual 3.

**Jadual 3: Latar belakang responden**

Responden	Agensi/Jabatan	Jenis syarikat	Jawatan
R1	Mutiara Impian Raudah	Swasta	Kontraktor
R2	Jabatan Pengaliran dan Saliran (JPS).	Kerajaan	Jurutera
R3	Jabatan Pengaliran dan Saliran (JPS).	Kerajaan	Penolong Jurutera

Pengkaji telah memilih tiga responden bagi kajian ini. Responden yang dipilih mestilah mempunyai pengetahuan yang luas berkenaan sistem saliran. Responden yang telah dipilih oleh pengkaji adalah kontraktor, penolong jurutera dan jurutera.

Pihak kontraktor memainkan peranan yang penting dalam pembinaan sistem saliran terutamanya dikawasan pembangunan baharu. Peranan pihak kontraktor dalam langkah mengatasi air larian permukaan adalah membuat tambakan tanah. Hal ini kerana, bagi mengelakan kawasan rendah mengalami banjir.

#### 4.4 Peranan Agensi Yang Terlibat Dalam Mengatasi Air Larian Permukaan

Responden 1 menyatakan bahawa peranan agensi adalah perlu memastikan pembinaan sistem saliran dan perparitan perlu mengikut spesifikasi yang telah ditetapkan.

Responden 2 menyatakan bahawa peranan JPS adalah menetapkan garis panduan sistem saliran dalam setiap pembinaan pembangunan baharu. Garis panduan yang ditetapkan oleh JPS telah digunapakai diseluruh Malaysia.

Responden 3 menyatakan bahawa peranan agensi dalam mengatasi air larian adalah setiap pembinaan pembangunan baharu perlu mendapat kelulusan daripada pihak JPS. JPS akan memberi ulasan berkenaan sistem saliran yang dibina di kawasan tersebut

#### 4.5 Bidang Kuasa Agensi Yang Terlibat Dalam MSMA

Responden 1 menyatakan bahawa reka bentuk sistem saliran perlu mengikut spesifikasi yang ditetapkan oleh JPS.

Responden 2 menyatakan bahawa bidang kuasa JPS adalah memberi ulasan berkenaan sistem saliran daripada pemaju sebelum pembinaan sistem saliran dibina. Memastikan kiraan saliran hidraulik menepati spesifikasi di dalam manual.

Responden 3 menyatakan bahawa bidang kuasa adalah memantau pembinaan sistem saliran. Pembinaan sistem saliran perlu mengikut spesifikasi yang telah ditetapkan oleh JPS. Pembinaan saliran perlu mengikut manual mesra alam.

#### 4.6 Bidang Kerja Yang Dilakukan Terhadap MSMA

Responden 1 menyatakan bahawa pihak kontraktor akan mengkaji kawasan tersebut sebelum membuat sistem saliran.

Responden 2 menyatakan bahawa memastikan saiz sistem saliran menepati spesifikasi manual. Selain itu, memastikan kapasiti air hujan dapat ditampung oleh sistem saliran sedia ada.

#### 4.7 Impak Air Larian Permukaan Terhadap Pembinaan Sistem Saliran Mesra Alam

Responden 1 telah menyatakan impak air larian permukaan terhadap sistem saliran MSMA adalah tidak mudah mengalami banjir di kawasan tersebut. Hal ini kerana, MSMA merupakan sistem yang mesra alam serta mempunyai saliran yang teratur.

Ia juga tidak akan menimbulkan isu banjir kilat terutamanya di kawasan pembangunan baharu. Responden 2 menyatakan bahawa sistem MSMA ini memberi impak yang baik kepada kawasan pembangunan baharu. Hal ini kerana, pengaliran air larian berjalan dengan lancar apabila sistem MSMA ini diaplikasikan. Kawasan Pura Kencana adalah kawasan yang menggunakan sistem saliran MSMA. Hal ini memberi impak positif kepada kawasan berkenaan. Kawasan tersebut kurang berlakunya kejadian banjir kilat kerana sistem saliran MSMA yang baik.

Responden 3 menyatakan impak air larian permukaan terhadap pembinaan sistem saliran MSMA adalah dapat mengurangkan kadar air larian permukaan di kawasan tersebut. Selain itu, dapat mengurangkan risiko banjir di kawasan berkenaan.

#### 4.8 Peranan MSMA Terhadap Air Larian Permukaan Di Kawasan Pembangunan Baharu

Responden 1 telah menyatakan bahawa peranan MSMA adalah untuk mengelakan berlakunya banjir atau limpahan air di kawasan tersebut. Hal ini kerana, MSMA berpotensi mengawal kadar air larian permukaan. Peranan MSMA terhadap pembangunan baharu terutamanya di kawasan perumahan adalah mengurangkan berlakunya risiko banjir.

Manakala, responden 2 menyatakan bahawa peranan MSMA adalah sebagai garis panduan kepada pemaju dan kontraktor dalam pembinaan sistem saliran. MSMA digunapakai sebagai garis panduan sebelum pembinaan sistem saliran di kawasan pembangunan baharu.

Selain itu, responden 3 menyatakan MSMA adalah piawaian yang telah di tetapkan oleh JPS. Hal ini kerana, Manual ini dapat mengurakan kadar berlakunya air larian di sesuatu kawasan. Selain itu, dengan adanya MSMA kawasan tersebut kurang berlakunya banjir kilat.

#### 4.9 Konsep MSMA Memberi Impak Kepada Air Larian Permukaan

Responden 1 menyatakan bahawa konsep MSMA memberi kesan positif kepada sistem saliran terutamanya di kawasan pembangunan baharu. Selain itu, konsep MSMA lebih mesra alam dan menyebabkan pengaliran air larian lebih lancar.

Responden 2 menyatakan bahawa MSMA dapat mengawal air larian kerana rekabentuk yang ditetapkan. Hal ini dapat mengurangkan kadar banjir di kawasan berkenaan. Sistem saliran ini berkonsepkan mesra alam dan memudahkan pengaliran air larian. Konsep MSMA ini adalah sistem yang teratur dan sesuai untuk pembinaan pembangunan baharu.

Responden 3 menyatakan bahawa konsep MSMA perlu diaplikasikan dalam pembangunan baharu. Selain itu, tanggungjawab pihak JPS adalah memberi kelulusan sebelum sistem saliran dibina. Setiap pembinaan sistem saliran di kawasan baharu perlu menepati konsep piawaian yang telah ditetapkan di dalam manual saliran.

#### 4.10 Langkah Yang Perlu Diambil Bagi Mengatasi Berlakunya Impak Air Larian Permukaan

Responden 1 menyatakan langkah yang diambil adalah memastikan pembinaan sistem saliran mengikut spesifikasi yang telah ditetapkan oleh pihak JPS. Selain itu, saiz sistem saliran perlu menepati piawai yang ditetapkan sesuai dengan kawasan perumahan.

Responden 2 menyatakan bahawa langkah yang diambil adalah memastikan setiap pembinaan sistem saliran perlu mengikut spesifikasi yang ditetapkan di dalam MSMA. Langkah ini juga dapat mengurangkan kadar pengaliran air larian permukaan di kawasan berkenaan, selain itu, mengurangkan risiko banjir terutamanya di kawasan rendah. Responden 2 menyatakan bahawa langkah yang perlu diambil adalah pengurangan pembuangan sampah di sistem saliran. Hal ini kerana, sampah juga menyebabkan punca berlakunya saliran tersumbat.

Responden 3 menyatakan bahawa langkah yang perlu diambil bagi mengatasi berlakunya air larian permukaan adalah dengan pembinaan pintu air. Fungsi pintu air adalah mengawal kadar air larian sebelum di lepaskan ke sungai utama. Selain itu, langkah yang perlu diambil adalah memastikan sungai diselenggara mengikut jadual yang ditetapkan.

#### 4.11 Keberkesanan Pembinaan Sistem Saliran Mesra Terhadap Pembangunan Baharu

Responden 1 menyatakan bahawa keberkesanan pembinaan sistem saliran mesra terhadap pembangunan baharu adalah dapat mengawal kadar air larian permukaan. Hal ini kerana, pembinaan sistem saliran yang mengikut spesifikasi dapat melancarkan pengaliran air keluar.

Responden 2 menyatakan semasa sesi temubual, keberkesanan sistem saliran mesra alam ini adalah adanya manual saliran 2.0. Hal kerana, manual yang terbaru lebih mengikut piawaian yang telah ditetapkan. Selain itu, ia juga mengurangkan risiko banjir di kawasan berkenaan. Sistem saliran mesra alam lebih teratur dibandingkan dengan sistem konvensional. Hal ini kerana sistem ini lebih mesra alam dan dapat membantu mengawal kadar air larian. Fungsi kolam tadahan banjir juga mempengaruhi sistem saliran. Hal ini kerana, kolam tadahan air hujan sebelum dilepaskan ke sungai utama.

Responden 3 menyatakan bahawa MSMA adalah sistem saliran yang baik kerana berpotensi mengawal keadaan paras air. Ia juga dapat mengelakkan berlakunya banjir di sesuatu kawasan. Pura Kencana merupakan pembangunan yang menggunakan kaedah MSMA. Kawasan tersebut tidak pernah mengalami kejadian banjir.

#### 4.12 Pembinaan Sistem Saliran Mesra Alam Ini Dapat Mengurangkan Berlaku Banjir Kilat

Responden 1 menyatakan sistem saliran mesra alam ini dapat mengurangkan berlakunya banjir kilat. Pihak kontraktor perlu memastikan pembinaan sistem saliran perlu mengikut spesifikasi yang ditetapkan oleh JPS. Selain itu, pembinaan sistem saliran perlu sesuai dengan pembinaan yang sedang dijalankan.

Responden 2 menyatakan sistem saliran mesra alam ini dapat mengurangkan berlakunya banjir sekiranya pemaju dan kontraktor mengikut garis panduan yang telah ditetapkan oleh JPS. Selain itu,

sikap masyarakat perlu dipupuk supaya tidak membuang sampah kedalam sistem saluran. Sampah juga menjadi punca kepada berlakunya banjir.

Responden 3 menyatakan sistem saluran mesra alam ini dapat mengelakkan risiko berlakunya banjir di sesuatu kawasan. MSMA merupakan saluran yang berkonsepkan mesra alam. Ia juga mampu mengawal kadar air larian. Kapasiti sistem saluran mampu menampung kadar taburan hujan luas biasa di kawasan berkenaan.

#### 4.13 Rekabentuk MSMA Dapat Mempengaruhi Impak Air Larian Permukaan

Reponden 1 menyatakan rekabentuk MSMA ini dapat mempengaruhi impak air larian permukaan kerana konsep sistem ini adalah mesra alam. Di dalam MSMA telah kolam tadahan banjir. Ia bertujuan kolam sementara sebelum air larian dilepaskan ke sungai yang dekat. Reka bentuk yang ditetapkan perlu dipatuhi supaya risiko banjir dapat dikurangkan. Reka bentuk sistem saluran yang direka perlu mendapat kelulusan pihak JPS.

Responden 2 menyatakan bahawa MSMA sangat mempengaruhi air larian permukaan terutamanya di kawasan pembangunan baharu. Rekabentuk sistem saluran perlu mendapat kelulusan pihak JPS. Hal ini kerana, supaya pembinaan sistem saluran mengikut piawai yang ditetapkan di dalam manual.

Responden 3 menyatakan bahawa MSMA dapat mempengaruhi impak air larian permukaan kerana MSMA berkonsepkan mesra alam. Hal ini kerana, sistem saluran ini lebih teratur berbanding sistem saluran konvensional. Rekabentuk MSMA ini bertujuan untuk mengawal air larian dan mengelakkan berlakunya banjir di sesuatu kawasan.

#### 4.14 Cadangan Supaya Sistem Saliran Ini Berfungsi Sebaiknya

Responden 1 menyatakan cadangan supaya sistem saluran ini berfungsi dengan sebaiknya ialah sistem saluran perlu diselenggara mengikut jadual yang ditetapkan. Ia juga dapat mengelakkan berlakunya saluran tersumbat. Selain itu, pembinaan sistem saluran perlu mengikut saiz yang ditetapkan oleh JPS. Pihak kontraktor perlu membina sistem saluran yang menepati piawaian dan garis panduan yang ditetapkan.

Responden 2 menyatakan cadangan bahawa mentaliti masyarakat perlu diubah supaya tidak menjadikan sistem saluran sebagai tempat pembuangan sampah. Pelbagai kempen “cintai sungai” telah dijalankan di sekolah-sekolah supaya memupuk masyarakat tidak membuang sampah merata-rata. Selain itu, penyelenggaraan sistem saluran berkala juga memainkan peranan yang penting supaya tidak berlakunya masalah banjir.

Responden 3 menyatakan cadangan bahawa setiap sistem saluran perlu diselenggara dengan baik supaya dapat mengurangkan risiko banjir kilat. Selain itu, sampah sarap juga perlu dikurangkan supaya pengaliran lebih berjalan dengan lancar. Pembinaan perangkap sampah juga perlu ada supaya tidak berlakunya saluran tersumbat.

## 5. Kesimpulan

Secara kesimpulannya, kajian pembinaan sistem saluran mesra alam di kawasan pembangunan baharu ini telah berjaya dilaksanakan. Kajian ini telah mencapai objektif yang telah ditetapkan. Pihak tertentu perlu memainkan peranan yang penting dalam pembinaan sistem saluran mesra alam. Penyelenggaraan sistem saluran di kawasan baharu perlu dilakukan mengikut jadual yang telah ditetapkan supaya sistem saluran tersebut berfungsi dengan sebaiknya. Selain itu, setiap pembinaan sistem saluran di kawasan baharu perlu mengikut garis panduan yang ditetapkan oleh JPS. Hal ini kerana, manual saluran direkabentuk bagi mengurangkan kadar berlakunya banjir di kawasan berkenaan. Sikap masyarakat juga

memainkan peranan yang penting untuk mengelakkan berlakunya banjir. Ini kerana, antara punca banjir adalah pembuangan sampah sarap di dalam sistem saliran.

## Penghargaan

Penulis mengambil kesempatan mengucapkan jutaan terima kasih kepada Ts. Sharifah Meryam Binti Shareh Musa selaku penyelia tesis yang banyak membantu dalam penulisan tesis ini.

## Rujukan

- Ata, F. M., Toriman, M. E., & Kamarudin, M. K. A. (2015). Kesan Pintasan Ke Atas Infiltrasi Dan Kelembapan Tanah Di Hutan Dipterokap Dan Ladang Kelapa Sawit Di Tasik Chini, Pahang. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 19(5), 1084-1092.
- Abdurrasheed, A. S. I., Yusof, K. W., Takaijudin, H. B., Ghani, A. A., Muhammad, M. M., & Sholagberu, A. T. (2018). Advances and Challenging Issues in Subsurface Drainage Module Technology and BIOECODS: A Review. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 203, p. 07005). EDP Sciences.
- Ayob, N. A., Zaini, M., Musa, N. M., Najib, S. A. M., & Ismail, W. R. (2017). Kualiti Air dan Nutrien di Tanah Bencah BIOECODS, Kampus Kejuruteraan Universiti Sains Malaysia, Nibong Tebal, Pulau Pinang. *Geografi*, 5(2), 1-12.
- Ballestero, T. (2012). *Design of Urban Stormwater Controls*. Alexandria: Watershed Subcommittee of The Technical Practise Committee.
- Buslima, F. S., Omar, R. C., Jamaluddin, T. A., & Taha, H. (2018). Flood and Flash Flood Geo-Hazards in Malaysia. *International Journal of Engineering and Technology (UAE)*, 7(4), 760-764.
- BIOECODS (2004). *Garis Panduan Sistem Saliran Bio-Ekologikal bagi Kawasan Pembangunan Baharu di Seberang Perai*. Malaysia: Majlis Perbandaran Seberang Perai.
- Chang, C. K., Zakaria, N. A., & Othman, M. R. (2018). Integrated Urban Stormwater Management and Planning for New Township Development in Malaysia. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 246, p. 01112). EDP Sciences.
- Haryani, N. (2016, Mei 14). Sistem perparitan, saliran punca banjir kilat. *Berita Harian Online*.
- Hashim, N. M., Muhamad, S., Aiyub, K., & Yahya, N. (2011). Pembangunan Tanah Hutan Dan Fenomena Banjir Kilat: Kes Sungai Lembing, Pahang (Land Forest Development and Flash Flood Phenomenon: A Case of Sungai Lembing, Pahang). *e-Bangi*, 8(1).
- Juahir, Hafizan. (2015). Penebangan hutan dan implikasi banjir. 10.13140/RG.2.1.2641.6242
- JPS (2012). *Manual Saliran Mesra Alam*. 2<sup>nd</sup>. Malaysia: Kumpulan Basmal 1 Bahagian Saliran Mesra Alam.
- Jusić, S., Hadžić, E., & Milišić, H. (2019, June). Urban Stormwater Management–New Technologies. In *International Conference “New Technologies, Development and Applications”* (pp. 790-797). Springer, Cham.
- Majid, M. R., & Chong, C. C. (2008). Manual Saliran Mesra Alam (MSMA): Should Urban Planners Be Aware of It?
- Majumdar, D. K. (2001). *Irrigation water management: principles and practice*. PHI Learning Pvt. Ltd.
- Mohd Luqman, I. (2019). *Kajian Pelaksanaan Sistem Saliran Di UTHM*. Universiti Tun Hussein Onn Malaysia: Tesis Sarjana Muda.
- Mohd Hilmie, H. (2018, Jun 18). Perancangan pembangunan lemah punca banjir. *Berita Harian Online*.
- Norashikin, S., Abu Bakar, R., & Unjah, T. A. N. O. T. (2018). Flash flood impact in Kuala Lumpur–Approach review and way forward. *Int. J. Malay World*, 104, 6.
- Protal JPS(2020)<http://forecast.water.gov.my/index.php/hujan/data-hujan/?state=JHR>
- Romali, N. S., Yusop, Z., Sulaiman, M., & Ismail, Z. (2018). Flood risk assessment: A review of flood damage estimation model for Malaysia. *Jurnal Teknologi*, 80(3).
- Rosyahaida, A. (2019, Oktober 23). DBKL diarahkan kenal pasti kawasan panas banjir kilat. *Berita Harian Online*.
- Roslan, M. F. F., & Hashim, N. M. (2018). Perubahan Kualiti Air Bawah Tanah di Negeri Kelantan Pada Tahun 2010 Hingga 2012. *Jurnal Wacana Sarjana*, 2(2), 1-10.
- Said, M. Z., & Gapor, S. A. (2017). Menangani masalah banjir di Daerah Padang Terap, Kedah: Analisis persepsi dan tindakan pemimpin masyarakat tempatan (Managing flooding in the District of Padang Terap, Kedah: A perception and response analysis of local community leaders). *Geografia-Malaysian Journal of Society and Space*, 9(4).

- Sharifah Meryam.S. M, Chan, N. W., Ku Mahamud, K. R., Karim, A., & Zaini, M. (2013). *Faktor polisi dan tindakan pengurusan banjir dalam mempengaruhi keberkesanan pelaksanaan manual saliran mesra alam (MSMA)*. Prosiding Seminar Serantau Ke-2 Pengurusan Persekitan di Alam Melayu.
- Temrin, S. N. A., & Awang, A. (2017). Bencana Banjir Dan Tahap Pengetahuan Penduduk Terhadap Pengurusan Banjir Di Serian, Sarawak (Flood Disaster and The Resident's Level of Knowledge On Flood Management In Serian, Sarawak). *Geografia-Malaysian Journal of Society and Space*, 13(4).
- Urban Stormwater Management Manual for Malaysia (2000). *Manual Saliran Mesra Alam*. Volume 3. Kuala Lumpur: JPS
- Walsh, C. J., Booth, D. B., Burns, M. J., Fletcher, T. D., Hale, R. L., Hoang, L. N., ... & Wallace, A. (2016). Principles for urban stormwater management to protect stream ecosystems. *Freshwater Science*, 35(1), 398-411.