

## Keberkesanan Pelaksanaan Manual Saliran Mesra Alam (MSMA) dalam Projek Pembangunan Baharu

### *Effectiveness of the Implementation of Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS) in New Development Projects*

Mohammad Hafizh Bisri<sup>1</sup>, Sharifah Meryam Shareh Musa<sup>1,2\*</sup>, Hamidun Mohd Noh<sup>1,2</sup>, Hilyati Sabtu @ Othman<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Fakulti Pengurusan Teknologi dan Perniagaan,

Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Parit Raja, Johor, 86400, MALAYSIA

<sup>2</sup> Centre of Project, Property and Facilities Management Services, Fakulti Pengurusan Teknologi dan Perniagaan, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Parit Raja, Johor, 86400, MALAYSIA

\*Pengarang Utama: [meryam@uthm.edu.my](mailto:meryam@uthm.edu.my)

DOI: <https://doi.org/10.30880/rmtb.2026.07.01.058>

#### Maklumat Artikel

Diserah: 31 Mac 2026

Diterima: 31 Mei 2026

Diterbitkan: 30 Jun 2026

#### Kata Kunci

Manual Saliran Mesra Alam (MSMA), pembangunan baharu, sistem saliran lestari, banjir kilat, pengurusan air ribut

#### Abstrak

Sistem saliran lestari amat penting dalam pembangunan baharu di Malaysia bagi mengurangkan risiko banjir dan kesan terhadap alam sekitar. Manual Saliran Mesra Alam (MSMA) diperkenalkan sebagai panduan pengurusan air ribut secara mesra alam, namun pelaksanaannya masih menghadapi pelbagai cabaran. Kajian ini bertujuan mengenal pasti cabaran pelaksanaan MSMA dalam pembangunan baharu, menilai keberkesanannya dalam mengurangkan kejadian banjir, serta mencadangkan strategi penambahbaikan. Kaedah campuran digunakan melalui soal selidik dan temu bual separa berstruktur yang melibatkan Jabatan Pengairan dan Saliran (JPS), Majlis Perbandaran Batu Pahat (MPBP) dan penduduk kawasan kajian iaitu di Taman Pura Kencana dan Taman Mutiara Gading. Hasil kajian menunjukkan bahawa pelaksanaan MSMA masih belum mencapai tahap optimum disebabkan oleh kekangan kos, tahap kesedaran yang rendah, kelemahan penguatkuasaan serta kekangan teknikal reka bentuk. Walau bagaimanapun, MSMA didapati berkesan dalam mengurangkan kejadian banjir kilat melalui kawalan air larian permukaan apabila dilaksanakan mengikut garis panduan yang ditetapkan. Beberapa strategi penambahbaikan seperti pengukuhan penguatkuasaan, peningkatan kesedaran serta penerapan teknologi hijau dicadangkan bagi meningkatkan keberkesanan pelaksanaan MSMA.

#### Keywords

Urban Stormwater Management Manual (MSMA), new development, sustainable drainage system, flash flood, stormwater management

#### Abstract

Sustainable drainage systems play an important role in supporting new developments in Malaysia by reducing flood risks and environmental impacts. The Urban Stormwater Management Manual (MSMA) was introduced as a guideline for environmentally friendly stormwater management; however, its implementation still faces various challenges.

*This study aims to identify the challenges in implementing MSMA in new development projects, evaluate its effectiveness in reducing flood occurrences, and propose improvement strategies. A mixed-method approach was adopted through questionnaires and semi-structured interviews involving the Department of Irrigation and Drainage (DID), Majlis Perbandaran Batu paah (MPBP), and residents within the study area which is at Taman Pura Kencana and Taman Mutiara Gading. The findings indicate that MSMA implementation has not yet reached an optimal level due to cost constraints, low awareness, weak enforcement, and technical design limitations. Nevertheless, MSMA was found to be effective in reducing flash flood incidents through stormwater runoff control when implemented in accordance with the prescribed guidelines. Several improvement strategies, including stronger enforcement, increased awareness, and the adoption of green technologies, are proposed to enhance the effectiveness of MSMA implementation.*

## 1. Pengenalan

Pembangunan baharu merujuk kepada usaha pembangunan infrastruktur, perumahan, kawasan komersial atau industri di kawasan yang belum pernah dibangunkan, atau penggantian struktur lama dengan struktur yang baharu (Smith, 2015). Seiring dengan pembangunan yang semakin pesat, keperluan untuk memastikan sistem saliran yang mampan dan lestari menjadi semakin mendesak. Saliran berfungsi untuk mengalirkan air hujan, air tanah, dan air buangan dari satu kawasan ke kawasan lain secara teratur bagi mengurangkan risiko banjir dan mengekalkan kestabilan tanah.

Manual Saliran Mesra Alam (MSMA) telah diperkenalkan oleh Jabatan Pengairan dan Saliran Malaysia (JPS) pada awal 2000-an untuk meningkatkan pengurusan sistem saliran di Malaysia. MSMA bertujuan mengurus air larian hujan secara lebih mesra alam dan lestari, selaras dengan prinsip pembangunan mampan (JPS, 2012). Namun, pelaksanaan MSMA dalam projek pembangunan baharu masih berdepan dengan pelbagai cabaran seperti kos pelaksanaan yang tinggi, kurang kefahaman, dan isu penyelenggaraan (Ismail *et al.*, 2022). Oleh itu, kajian ini meneliti cabaran utama dalam pelaksanaan MSMA, menilai keberkesannya, dan mencadangkan langkah-langkah penambahbaikan untuk memastikan pembangunan yang lebih lestari dan selamat. MSMA menjadi panduan kepada pihak berkuasa tempatan, pemaju, dan jurutera dalam merancang dan membangunkan sistem saliran yang lestari. Antara objektif utama MSMA adalah untuk mengawal banjir, mengurangkan hakisan tanah, melindungi kualiti air, dan mewujudkan landskap bandar yang lebih hijau dan mesra alam (JPS, 2012). Namun begitu, cabaran pelaksanaan MSMA di tapak pembangunan baharu masih wujud. Kajian oleh Che Hassan *et al.* (2020) menunjukkan bahawa banyak sistem saliran sedia ada dibina berdasarkan data lama dan tidak dikemas kini untuk menampung peningkatan aliran air hujan akibat pembangunan pesat.

Meskipun MSMA telah menjadi garis panduan utama, pelaksanaannya sering gagal mencapai matlamat asal. Kajian Zakaria *et al.* (2004) mendapati pendekatan pelupusan air hujan secara cepat yang digunakan dalam manual terdahulu menyebabkan peningkatan banjir kilat, pencemaran air dan mendapan dalam sistem sungai. Laporan Berita Harian (2024) pula menyatakan bahawa kebanyakan banjir kilat disebabkan oleh longkang dan saliran yang tersumbat. Menurut Oliver (2023), pembangunan lama yang tidak membina kolam takungan menjadi punca utama banjir, manakala Abdul Ghani *et al.* (2010) menegaskan bahawa kos pembinaan yang tinggi menjadi halangan utama bagi pemaju untuk melaksanakan sistem saliran yang mematuhi MSMA. Kajian ini adalah bertujuan untuk mengenalpasti cabaran yang dihadapi dalam pelaksanaan MSMA, menilai keberkesanan MSMA dari aspek pengurangan kejadian banjir bagi pembangunan Baharu dan mencadangkan strategi penambahbaikan MSMA yang boleh dipertingkatkan bagi memastikan pengurusan air ribut yang lebih mampan.

## 2. Kajian Literatur

Bahagian ini membincangkan secara menyeluruh tentang Manual Saliran Mesra Alam (MSMA), termasuk definisi, fungsi, jenis, kepentingan, cabaran pelaksanaan, dan keberkesannya dalam konteks pembangunan baharu di Malaysia. Kajian literatur ini menjadi asas penting untuk memahami isu utama yang akan diteliti dalam kajian ini.

### 2.1 Definisi MSMA

Manual Saliran Mesra Alam (MSMA) ialah garis panduan yang dikeluarkan oleh Jabatan Pengairan dan Saliran Malaysia pada awal 2000-an. Dokumen ini berfungsi sebagai panduan teknikal dalam mereka bentuk dan melaksanakan sistem saliran mesra alam di kawasan pembangunan baharu (JPS, 2012). Menurut Shareh Musa (2013), Manual Saliran Mesra Alam Malaysia (MSMA) mempunyai beberapa objektif utama bagi memastikan

matlamatnya tercapai. Antara objektif tersebut ialah untuk menjamin keselamatan awam, mengawal kejadian banjir serta menyediakan laluan yang selamat semasa banjir besar, dan melindungi harta awam.

## 2.2 Fungsi MSM

Menurut Hamel, Daly dan Fletcher (2013), sistem saliran berfungsi untuk menyalirkan air larian permukaan dari kawasan bangunan, kawasan berturap, kawasan jalan dan kawasan lain yang tidak telap air ke kawasan yang selamat seperti sungai dan tasik. Ini bagi membantu mengekalkan kestabilan struktur tanah dan infrastruktur dengan mencegah hakisan serta kerosakan fizikal pada jalan raya, bangunan, dan kemudahan awam. Menurut Abdullah & Ismail (2021), sistem saliran yang berfungsi dengan baik penting untuk menjamin kestabilan ekonomi, sosial, dan keselamatan sesuatu kawasan. Ia merangkumi saliran permukaan, bawah permukaan, dan cerun.

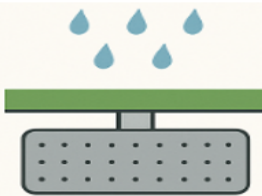
## 2.3 Jenis Sistem Saliran dalam MSMA

Menurut Hamel, Daly dan Fletcher (2013), sistem saliran berfungsi untuk menyalirkan air larian permukaan dari kawasan bangunan, kawasan berturap, kawasan jalan dan kawasan lain yang tidak telap air ke kawasan yang selamat seperti sungai dan tasik. Ini bagi membantu mengekalkan kestabilan struktur tanah dan infrastruktur dengan mencegah hakisan serta kerosakan fizikal pada jalan raya, bangunan, dan kemudahan awam. Menurut Abdullah & Ismail (2021), sistem saliran yang berfungsi dengan baik penting untuk menjamin kestabilan ekonomi, sosial, dan keselamatan sesuatu kawasan. Ia merangkumi saliran permukaan, bawah permukaan, dan cerun.

### 2.3.1 Kemudahan Storan

MSMA memperkenalkan beberapa jenis kemudahan storan seperti kolam takungan (*detention ponds*), kolam tadahan (*retention ponds*), dan tangki bawah tanah (*underground storage*), yang sesuai digunakan di kawasan pembangunan baru mahupun kawasan bandar berintensiti tinggi (DID, 2012). Rujuk Jadual 1.

**Jadual 1** Jenis Kemudahan Storan

|                    |                                                                                                                                                                             |                                                                                       |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Kolam Takungan     | Menyimpan air larian permukaan secara sementara dan melepaskannya perlahan-lahan ke sistem saliran bagi mengurangkan aliran puncak dan mencegah banjir kilat.               |   |
| Kolam Tadahan      | Menyimpan air secara kekal dengan kapasiti tambahan untuk air hujan, bertujuan mengawal kualiti air, menyokong biodiversiti, dan mengurangkan beban sistem saliran.         |  |
| Tangki Bawah Tanah | Menyimpan air hujan di bawah permukaan tanah secara sementara, sesuai untuk kawasan bandar yang kekurangan ruang terbuka, dan membantu mengawal aliran dan mencegah banjir. |   |

### 2.3.2 Kolam Tahanan

Kolam tahanan atau *detention pond*, merupakan salah satu elemen utama dalam sistem saliran mesra alam yang diperkenalkan melalui Manual Saliran Mesra Alam Malaysia (MSMA) seperti di Jadual 2. Kolam ini direka untuk menyimpan air larian permukaan secara sementara semasa hujan lebat dan melepaskannya secara perlahan ke dalam sistem saliran.

**Jadual 2** Jenis Kolam Tahanan

|                      |                                                                                                              |                                                                                     |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Kolam Tahanan Kering | Mengawal aliran puncak dan meningkatkan kualiti air melalui proses semula jadi seperti sedimen dan penapisan |  |
| Kolam Tahanan Basah  | Mengurangkan risiko banjir dengan melambatkan aliran keluar. Hanya terisi air semasa dan selepas hujan       |  |

### 2.3.3 Saliran Paip

Saliran paip merujuk kepada sistem saluran tertutup yang menggunakan paip bawah tanah untuk mengalirkan air larian permukaan dari satu lokasi ke lokasi lain. Saliran paip ialah sistem penghantaran air hujan melalui rangkaian paip saluran tertutup yang direka untuk mengangkut air larian dengan selamat dan efisien, tanpa menyebabkan hakisan, genangan atau limpahan yang boleh mendatangkan bahaya kepada kawasan sekeliling (DID, 2012).

## 2.4 Perbezaan MSMA dengan Sistem Pengurusan Air Ribut di Negara Lain

Walaupun berkongsi matlamat untuk mengurus air larian hujan secara mesra alam, terdapat beberapa perbezaan penting. Negara maju seperti United Kingdom dan Australia lebih menekankan kepada integrasi landskap awam, rekreasi dan biodiversiti dalam sistem saluran. Sebaliknya, Ia menekankan kawalan kuantiti dan kualiti air larian hujan melalui sistem struktur seperti kolam takungan, perangkap sampah, longkang berumput, dan sistem bio-retensi. Contoh pelaksanaan MSMA dapat dilihat di Bandar Kinrara, Selangor yang mengguna pakai kolam takungan dan sistem rawatan air larian sebagai sebahagian daripada infrastruktur saluran perbandaran (JPS, 2010).

## 2.5 Cabaran Pelaksanaan MSMA

Menurut Laporan Berita Harian (2024), ramai pemaju yang masih tidak sedar tentang kepentingan saluran ini sehingga berani membuat pembangunan haram tanpa merujuk terdahulu kepada Pihak Berkuasa Tempatan (PBT). Fakta ini juga turut disokong oleh JPS (2021) dalam laporan tahunannya, yang menunjukkan bahawa walaupun sejumlah projek berkaitan MSMA telah dilaksanakan, tahap penerimaan dan pemahaman tentang fungsi sistem ini dalam kalangan masyarakat masih rendah, menyebabkan kurangnya tekanan awam terhadap pematuhan. Abdul Ghani *et al.* (2010) pula menunjukkan bahawa kos pelaksanaan sistem yang mematuhi MSMA dianggap tinggi dan sukar diramal oleh pemaju. Menurut Ismail (2023), cabaran dari segi reka bentuk dan teknologi dalam pelaksanaan Manual Saliran Mesra Alam (MSMA) melibatkan beberapa aspek penting. Dari sudut reka bentuk, kekurangan prosedur khusus untuk mengukur pencapaian dan menetapkan syarat sistem saluran dikenal pasti sebagai kelemahan. Menurut Che Hassan *et al.* (2020) menekankan bahawa kurangnya pengetahuan teknikal dalam kalangan pemaju dan kontraktor menjadi halangan utama.

## 2.6 Keberkesanan Pelaksanaan MSMA

Ismail *et al.* (2022), menunjukkan bahawa MSMA berkesan dalam mengurangkan risiko banjir dan meningkatkan kualiti persekitaran jika dilaksanakan mengikut spesifikasi. Kajian oleh Razip *et al.* (2021), menunjukkan bahawa pembinaan sistem saluran berkonsepkan MSMA telah berjaya mengurangkan kadar air larian permukaan dan fenomena banjir kilat di kawasan seperti Taman Mutiara Gading dan Pura Kencana di Batu Pahat, Johor. Hal ini disebabkan oleh pengaplikasian sistem kolam tadahan, bioretention, dan saluran terbuka yang direka bagi meniru fungsi semula jadi ekosistem tanah. Penemuan ini turut disokong oleh Shareh Musa *et al.* (2013), yang menyatakan

bahawa MSMA bukan sekadar manual teknikal tetapi merupakan pendekatan strategik dalam mengawal pembanjiran, khususnya melalui pelaksanaan langkah proaktif di peringkat reka bentuk dan perancangan pembangunan. Selain itu, menurut Razip *et al.* (2021), MSMA dapat mengawal air larian kerana rekabentuk yang ditetapkan. Hal ini dapat mengurangkan kadar banjir di kawasan yang terlibat. Sistem saliran ini berkonsepkan mesra alam dan memudahkan pengaliran air larian. Konsep MSMA ini adalah sistem yang teratur dan sesuai untuk pembinaan pembangunan baharu.

## 2.7 Strategi Penambahbaikan dalam Pelaksanaan MSMA

Manual Saliran Mesra Alam (MSMA) telah diperkenalkan oleh Jabatan Pengairan dan Saliran (JPS) pada tahun 2001 sebagai satu pendekatan baharu dalam pengurusan air ribut yang menekankan konsep kawalan di punca dan reka bentuk mesra alam. Namun begitu, pelaksanaannya masih menghadapi beberapa cabaran kritikal termasuk kurangnya pematuan, kekurangan penyelenggaraan, dan kesedaran awam yang rendah (Ismail, 2023). Penetapan KPI serta pemantauan berkala oleh agensi berkaitan harus dijadikan amalan wajib. Selain itu, pemaju yang gagal mematuhi keperluan MSMA harus dikenakan penalti atau dikenakan syarat pembaikan segera (Razip *et al.*, 2021). Proses kelulusan projek pembangunan hendaklah memasukkan keperluan wajib bagi pematuan MSMA dengan menyemak reka bentuk dan spesifikasi sistem saliran yang dicadangkan. Laporan pelaksanaan dan penyelenggaraan juga harus dihantar secara berkala kepada PBT melalui sistem digital untuk pemantauan berterusan. Satu lagi isu kritikal yang dibangkitkan dalam kajian Ismail (2023), adalah kekurangan peruntukan dan pelan penyelenggaraan untuk sistem saliran. Untuk itu, strategi yang dicadangkan termasuklah penyediaan bajet khas bagi penyelenggaraan berkala serta penggunaan sistem pemantauan berasaskan teknologi digital bagi menyimpan data dan menjadualkan kerja penyelenggaraan.

## 3 Metodologi

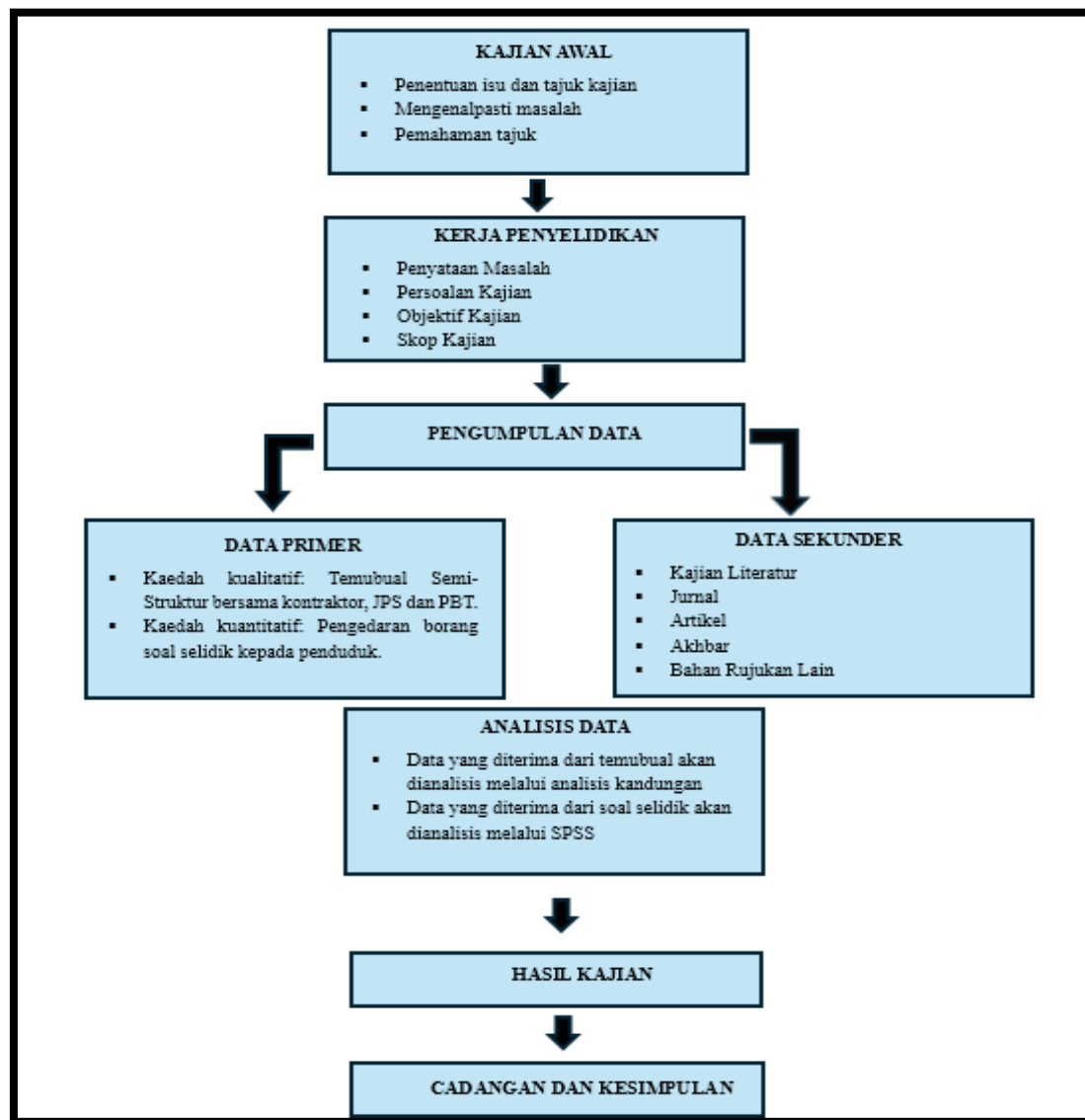
Bahagian ini menghuraikan kaedah yang digunakan untuk mencapai objektif kajian, termasuk reka bentuk kajian, kaedah pengumpulan data, dan kaedah analisis data. Pendekatan metodologi ini dirancang supaya dapat memberikan gambaran menyeluruh dan tepat mengenai cabaran pelaksanaan MSMA dalam projek pembangunan baharu.

### 3.1 Proses Penyelidikan

Kajian ini dilakukan adalah untuk mengenalpasti cabaran pelaksanaan Manual Saliran Mesra Alam (MSMA) dalam projek pembangunan baharu. Beberapa strategi penyelidikan perlu dipilih untuk mencapai objektif kajian. Strategi penyelidikan digunakan sebagai fungsi untuk keadaan penyelidikan dilakukan. Strategi yang dipilih haruslah boleh menjawab ketiga-tiga objektif yang disenaraikan bagi tujuan penerokaan, diskriptif atau penjelasan yang tepat. Terdapat beberapa peringkat yang menjelaskan hubungan antara setiap persoalan dan objektif kajian dengan kaedah penyelidikan. Rujuk Rajah 1.

### 3.2 Reka Bentuk Kajian

Reka bentuk kajian merujuk kepada struktur logik sesebuah kajian. Reka bentuk kajian berfungsi sebagai panduan untuk membantu penyelidik dalam proses mengumpul, menganalisis dan membuat pentafsiran melalui dapatan daripada kajian yang dijalankan. (Sekaran & Bougie, 2009). Secara ringkas, reka bentuk kajian memberi kesan terhadap sejauhmana sebab dan akibat yang boleh dibuat mengenai kesan penyelidikan yang dilakukan. Kajian ini menggunakan pendekatan campuran (*mixed methods*), yang menggabungkan kaedah kualitatif dimana menggunakan kaedah temu bual separa berstruktur (*semi-structured interviews*) dan kuantitatif dimana menggunakan edaran borang soal selidik dalam bentuk berstruktur. Pendekatan ini dipilih bagi mendapatkan data yang menyeluruh dan mendalam.



Rajah 1 Carta Alir Metodologi Kajian

### 3.3 Pemilihan Responden

Kajian kualitatif melibatkan temu bual separa berstruktur dengan Pegawai Jabatan Pengairan dan Saliran (JPS) dan Majlis Perbandaran Batu Pahat (MPBP) yang terlibat dalam pelaksanaan MSMA. Melalui proses temubual, maklumat berbentuk pandangan serta nasihat dapat diperolehi. Maklumat ini penting kerana responden yang berlainan mempunyai pandangan serta perspektif dan tanggapan yang berbeza. Sebelum sesi temubual dijalankan, soalan temubual telah dirangka terlebih dahulu supaya memudahkan urusan pengkaji untuk menemubual responden. Kajian kuantitatif pula dijalankan melalui edaran borang soal selidik berstruktur kepada penduduk yang terlibat dengan pelaksanaan MSMA di kawasan Taman Pura Kencana dan Taman Mutiara Gading. Pemilihan kaedah ini bertujuan untuk mendapatkan maklumat dan menilai keberkesanan MSMA dari aspek pengurangan kejadian banjir bagi pembangunan baharu. Bagi mendapatkan maklum balas yang menyeluruh daripada penduduk setempat berkaitan keberkesanan pelaksanaan Manual Saliran Mesra Alam (MSMA, kaedah persampelan rawak digunakan dalam kajian kuantitatif ini bagi memastikan sampel kajian mewakili populasi secara adil dan tidak berat sebelah.

### 3.4 Kaedah Analisis Data

Data yang diperolehi daripada soal selidik telah dianalisis menggunakan perisian SPSS bagi mendapatkan analisis deskriptif seperti frekuensi dan taburan data. Sementara itu, data daripada temu bual akan dianalisis menggunakan kaedah analisis kandungan. Dalam kaedah ini, maklumat yang diterima daripada responden

disusun dan diproses secara sistematik untuk mengenal pasti tema, kategori atau corak utama yang berkaitan dengan objektif kajian. Data daripada hasil temu bual ini kemudiannya disusun dalam bentuk jadual bagi memudahkan pemahaman dan interpretasi dapatan.

#### 4 Analisis Data dan Dapatan

Bahagian ini membincangkan analisis data yang diperoleh daripada soal selidik dan temubual berkaitan pelaksanaan MSMA di kawasan pembangunan baharu. Analisis ini dijalankan bagi menilai cabaran, keberkesanan, serta strategi penambahbaikan MSMA.

##### 4.1 Kaedah Kualitatif

Pendekatan ini dipilih kerana ia memberikan dimensi pemahaman yang lebih mendalam terhadap fenomena yang dikaji. Kaedah temubual telah dilaksanakan ke atas beberapa pihak autoriti yang terlibat secara langsung dalam penggunaan sistem Manual Saliran Mesra Alam (MSMA).

##### 4.1.1 Latar Belakang Responden

Beberapa responden telah dipilih untuk ditemubual bagi mendapatkan maklumat berkaitan pelaksanaan MSMA. Responden 1 (R1) dan Responden 2 (R2) masing-masing berkelulusan ijazah, dengan jawatan R1 sebagai Jurutera Kanan (Saliran) dan R2 sebagai Penolong Jurutera, menunjukkan peranan kritikal mereka dalam perancangan, pelaksanaan, dan pemantauan sistem saluran. Rujuk Jadual 3.

Tempoh perkhidmatan mereka dalam syarikat masing-masing adalah 16 tahun bagi R1 dan 17 tahun bagi R2, manakala pengalaman dalam industri pula ialah 24 tahun bagi R1 dan 20 tahun bagi R2, mencerminkan kepakaran, dedikasi, dan pengetahuan praktikal yang mendalam dalam bidang kejuruteraan saluran.

**Jadual 3** Latar Belakang Responden

| Perkara/Item                | R1                       | R2                |
|-----------------------------|--------------------------|-------------------|
| Taraf Pendidikan            | Ijazah                   | Ijazah            |
| Jawatan                     | Jurutera Kanan (Saliran) | Penolong Jurutera |
| Perkhidmatan dalam syarikat | 16 Tahun                 | 17 Tahun          |
| Perkhidmatan dalam bidang   | 24 Tahun                 | 20 Tahun          |

##### 4.1.2 Mengenalpasti Cabaran yang Dihadapi dalam Pelaksanaan MSMA

Responden melaporkan beberapa cabaran utama dalam pelaksanaan MSMA seperti di Jadual 4. Responden 1 (R1) menyatakan cabaran termasuk ruang tapak yang sempit, paras air tanah tinggi, penyelenggaraan selepas projek siap yang sering diabaikan, beban kos bagi kontraktor kecil, kurangnya pemantauan serta tenaga pakar, dan kurangnya pemahaman masyarakat terhadap fungsi MSMA, yang menyebabkan beberapa projek gagal mencapai objektif.

Responden 2 (R2) pula menekankan isu penyelenggaraan longkang sementara dan perangkap kelodak yang tidak dijalankan, kesukaran melakukan lawatan fizikal di tapak kerana terlalu banyak lokasi, rendahnya kesedaran pihak bertanggungjawab, kontraktor mengurangkan elemen MSMA untuk menjimatkan kos dan mempercepatkan projek, serta penyelenggaraan selepas projek siap yang kurang dilakukan, sekali gus menjejaskan keberkesanan sistem.

**Jadual 4** Penyataan responden tentang cabaran pelaksanaan MSMA

| Responden | Penyataan                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| R1        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mempunyai masalah terhadap ruang tapak yang sempit.</li> <li>• Penyelenggaraan selepas projek siap sering diabaikan.</li> <li>• Kontraktor kecil anggap beban kos.</li> <li>• Masyarakat tidak memahami fungsi MSMA</li> <li>• MSMA gagal dilaksanakan disebabkan peningkatan kos dan kelewatan projek.</li> <li>• Kurangnya pemantauan serta tenaga pakar dalam bidang ini.</li> </ul> |
| R2        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Banyak longkang sementara dan perangkap kelodak tidak diselenggara.</li> <li>• Sukar lakukan lawatan fizikal di tapak kerana terlalu banyak tapak.</li> <li>• Kontraktor kurangkan elemen MSMA untuk jimat kos dan cecutkan projek.</li> </ul>                                                                                                                                          |

- Penyelenggaraan yang kurang dilakukan selepas projek siap.

#### 4.1.3 Menilai Keberkesanan MSMA Dari Aspek Pengurangan Kejadian Banjir Bagi Pembangunan Baharu

Berdasarkan penilaian terhadap keberkesanan MSMA dari aspek pengurangan kejadian banjir bagi pembangunan baharu, Jadual 5 menunjukkan pernyataan dari responden. Responden 1 (R1) menyatakan bahawa pelaksanaan MSMA berupaya mengurangkan kadar air larian permukaan serta kejadian banjir kilat, di samping membantu menapis bahan tercemar yang berpotensi menyekat pergerakan air dalam sistem saliran.

Responden 2 (R2) pula berpandangan bahawa kapasiti sistem saliran yang direka mengikut prinsip MSMA mampu menampung kadar taburan hujan yang tinggi, sekali gus mengurangkan risiko berlakunya banjir kilat di kawasan pembangunan baharu.

**Jadual 5** *Penyataan responden tentang keberkesanan pelaksanaan MSMA*

| Responden | Penyataan                                                                                                                                                                                               |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| R1        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dapat kurangkan kadar air larian permukaan serta banjir kilat.</li> <li>• Dapat membantu menapis bahan tercemar yang boleh menyekat pergerakan air.</li> </ul> |
| R2        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kapasiti sistem saliran mampu menampung kadar taburan hujan yang boleh menyebabkan banjir kilat.</li> </ul>                                                    |

#### 4.1.4 Mencadangkan Strategi Penambahbaikan MSMA Yang Boleh Dipertingkatkan Bagi Memastikan Pengurusan Air Ribut Yang Lebih Mampan

Bagi mencadangkan strategi penambahbaikan MSMA ke arah pengurusan air ribut yang lebih mampan, Responden 1 (R1) mencadangkan agar latihan teknikal diberikan kepada pemaju dan kontraktor, penyediaan insentif kepada pemaju yang melaksanakan MSMA, serta penggunaan dan perkongsian data *berasaskan Internet of Things* (IoT) bagi memastikan pemantauan dan kemas kini sistem dilakukan secara berterusan.

Responden 2 (R2) pula menekankan kepentingan penyelenggaraan sistem saliran mengikut jadual yang ditetapkan oleh pihak berautoriti, perubahan mentaliti masyarakat agar tidak menjadikan sistem saliran sebagai tempat pembuangan sampah, serta penglibatan awal Jabatan Pengairan dan Saliran (JPS) semasa peringkat kerja tanah dan bukan hanya selepas masalah berlaku. Rujuk Jadual 6 bagi pernyataan responden.

**Jadual 6** *Penyataan responden tentang strategi penambahbaikan MSMA*

| Responden | Penyataan                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| R1        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Memberikan latihan teknikal kepada pemaju dan kontraktor.</li> <li>• Menyediakan insentif bagi pemaju yang melaksanakan MSMA.</li> <li>• Perkongsian data dari <i>Internet of Things</i> (IOT) untuk memastikan setiap perkara sentiasa dikemaskini.</li> </ul>                                                                                     |
| R2        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistem saliran perlu diselenggara mengikut jadual yang ditetapkan oleh pihak berautoriti.</li> <li>• Mentaliti masyarakat perlu diubah supaya tidak menjadikan sistem saliran sebagai tempat pembuangan sampah.</li> <li>• Mengambil langkah dalam melibatkan JPS lebih awal semasa kerja tanah dan bukan hanya selepas masalah berlaku.</li> </ul> |

#### 4.2 Kaedah Kuantitatif

Bahagian ini membincangkan secara terperinci mengenai pandangan responden berkaitan pengaplikasian Manual Saliran Mesra Alam (MSMA) oleh pemaju di Malaysia. Perbincangan secara menyeluruh bagi setiap objektif digariskan dalam bahagian ini.

Sebanyak 200 set borang soal selidik yang digunakan untuk kajian ini dan telah diedarkan kepada responden iaitu penduduk yang terlibat. Kajian ini menggunakan kaedah persampelan rawak mudah. Responden dipilih secara rawak dalam kawasan dua taman perumahan yang dikaji tanpa mengkhususkan ciri demografi tertentu. Walau bagaimanapun, jumlah populasi sebenar bagi kedua-dua taman tidak dapat diperolehi daripada PBT, maka saiz sampel ditetapkan secara praktikal iaitu 100 responden bagi setiap taman.

**Jadual 7** Kadar Peratusan Maklum Balas Responden

| Saiz Sampel | Borang yang diperolehi | Peratusan |
|-------------|------------------------|-----------|
| 200         | 93                     | 93%       |
| 100         | 68                     | 68%       |

#### 4.2.1 Analisis Ujian Kebolehpercayaan

Hasil daripada ujian .730 kebolehpercayaan ini menunjukkan nilai kebolehpercayaan yang boleh diterima pakai dengan nilai Cronbach's Alpha sebanyak 0.730 Data daripada kajian tersebut telah diguna untuk analisis kajian ini. Rujuk Jadual 8.

**Jadual 8** Analisis Ujian Kebolehpercayaan

| Bilangan Soalan | Jumlah Responden | Nilai Koefisien Kebolehpercayaan (Cronbach's Alpha) |
|-----------------|------------------|-----------------------------------------------------|
| 17              | 20               | .730                                                |

#### 4.2.2 Maklumat Responden

Perbandingan demografi responden di Taman Pura Kencana dan Taman Mutiara Gading menunjukkan perbezaan ketara yang dipengaruhi oleh usia pembangunan perumahan dan latar belakang sosioekonomi. Taman Pura Kencana didiami oleh penduduk yang lebih berusia, tempoh menetap lebih lama, serta tahap pendidikan yang lebih sederhana, mencerminkan kawasan perumahan lama. Sebaliknya, Taman Mutiara Gading didiami oleh golongan pertengahan umur dengan tahap pendidikan lebih tinggi dan tempoh menetap yang singkat, selari dengan statusnya sebagai kawasan perumahan baharu. Rujuk Jadual 9

**Jadual 9** Maklumat Latar Belakang Responden

| Perkara/Item          | Taman Pura Kencana<br>N=93 | Peratus<br>100% | Taman Mutiara Gading<br>N=68 | Peratus<br>100% |
|-----------------------|----------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------|
| Jantina               |                            |                 |                              |                 |
| • Lelaki              | 85                         | 85.9            | 45                           | 66.2            |
| • Perempuan           | 8                          | 8.1             | 23                           | 33.8            |
| Umur                  |                            |                 |                              |                 |
| • Bawah 20 tahun      | 21                         | 22.6            | 13                           | 19.1            |
| • 21-30 tahun         | 21                         | 22.6            | 8                            | 11.8            |
| • 31-40 tahun         | 13                         | 14              | 13                           | 19.1            |
| • 41-50 tahun         | 11                         | 11.8            | 33                           | 48.5            |
| • 51 tahun keatas     | 27                         | 29              | 1                            | 1.5             |
| Tahap Pendidikan      |                            |                 |                              |                 |
| • SPM                 | 25                         | 26.9            | 13                           | 19.1            |
| • Diploma             | 28                         | 30.1            | 3                            | 4.4             |
| • Ijazah Sarjana Muda | 33                         | 35.5            | 45                           | 66.2            |
| • Ijazah/PhD          | 7                          | 7.5             | 7                            | 10.3            |
| Tempoh Tinggal        |                            |                 |                              |                 |
| • Kurang dari setahun | 19                         | 20.4            | 4                            | 5.9             |
| • 1-5 tahun           | 46                         | 49.5            | 64                           | 94.5            |
| • 6-10 tahun          | 28                         | 30.1            | -                            | -               |

#### 4.2.3 Cabaran dan Keberkesanan Pelaksanaan Sistem MSMA dalam Pembangunan Baharu

Dalam bahagian ini, responden yang terdiri daripada penduduk di kedua-dua kawasan telah memberi maklum balas mengenai tahap persetujuan mereka di dalam bahagian ini. Data yang diperolehi dianalisis menggunakan perisian SPSS 27 dari segi nilai min dan sisihan piawai.

Secara keseluruhan, kedua-dua kawasan menunjukkan persepsi yang positif terhadap keberkesanan MSMA, terutamanya dari segi sumbangannya kepada persekitaran yang lebih hijau dan lestari, yang mencatat nilai min tertinggi di kedua-dua taman. Walau bagaimanapun, nilai min di Taman Mutiara Gading adalah sedikit lebih tinggi,

menunjukkan tahap keyakinan penduduk yang lebih kuat terhadap manfaat kelestarian MSMA. Dari aspek pengurangan banjir kilat, penduduk Taman Pura Kencana mencatat nilai min yang lebih tinggi berbanding Taman Mutiara Gading, menandakan bahawa kesan MSMA terhadap pengurangan banjir lebih ketara dan dirasakan di kawasan tersebut.

Sebaliknya, dari sudut cabaran pelaksanaan, penduduk Taman Mutiara Gading lebih menekankan isu kekurangan pemantauan oleh pihak berkuasa serta kekangan masa dan tenaga kerja, menunjukkan cabaran pengurusan dan penyelenggaraan yang lebih ketara. Oleh itu, dapatan ini mencadangkan bahawa pendekatan penambahbaikan MSMA perlu disesuaikan mengikut keperluan dan isu setempat bagi memastikan keberkesanan pelaksanaan yang lebih menyeluruh.

**Jadual 10 Kesan Penggunaan dan Ketidakeberkesanan MSMA**

| No. | Item                                                                                                                                            | Taman Pura Kencana (Min) | Sisihan Piawai (SP) | Kedudukan | Taman Mutiara Gading (Min) | Sisihan Piawai (SP) | Kedudukan |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------|-----------|----------------------------|---------------------|-----------|
| 1   | Sejak sistem saliran moden (contoh: kolam takungan, longkang berumput) dibina, kawasan ini kurang mengalami banjir kilat.                       | 4.2903                   | 0.50175             | 3         | 3.9706                     | 0.42217             | 6         |
| 2   | <b>Sistem saliran di kawasan saya kurang berfungsi kerana tiada pemantauan tetap oleh pihak berkuasa.</b>                                       | <b>4.0108</b>            | <b>1.22025</b>      | <b>4</b>  | <b>4.6765</b>              | <b>0.67892</b>      | <b>2</b>  |
| 3   | Kurangnya pendidikan serta pendedahan kepada orang awam menyebabkan sistem ini dianggap membazir dan tidak diperlukan oleh sesetengah penduduk. | 3.7849                   | 0.96515             | 7         | 3.6029                     | 0.71529             | 8         |
| 4   | Kos penyelenggaraan yang tinggi menyebabkan sistem saliran mesra alam kurang diberi perhatian                                                   | 3.6559                   | 0.94977             | 8         | 3.7794                     | 0.91171             | 7         |
| 5   | Kekurangan masa dan tenaga kerja menyebabkan sistem saliran tidak dijaga dengan baik.                                                           | 3.9677                   | 1.05760             | 5         | 4.1471                     | 0.91854             | 4         |
| 6   | Ketiadaan kesedaran dalam kalangan penduduk menyebabkan sistem saliran selalu tersumbat atau rosak.                                             | 3.8065                   | 0.92382             | 6         | 4.0000                     | 1.05094             | 5         |
| 7   | MSMA membantu mengawal kualiti air hujan dan mengurangkan pencemaran.                                                                           | 4.3441                   | 0.54163             | 2         | 4.4559                     | 0.72140             | 3         |
| 8   | <b>Pelaksanaan MSMA dapat menyumbang kepada persekitaran yang lebih hijau dan lestari.</b>                                                      | <b>4.7204</b>            | <b>0.51848</b>      | <b>1</b>  | <b>4.7941</b>              | <b>0.40735</b>      | <b>1</b>  |

#### 4.2.4 Keberkesanan MSMA dalam Pembangunan Baharu

Secara keseluruhannya, dapatan menunjukkan bahawa penduduk di kedua-dua kawasan kajian menilai sistem saliran berasaskan MSMA sebagai berkesan dan memuaskan, khususnya di Taman Mutiara Gading yang majoritinya menilai sistem sebagai sangat berkesan.

Walau bagaimanapun, perbezaan dapat dilihat dari segi cadangan penambahbaikan, di mana penduduk Taman Mutiara Gading tidak mengemukakan cadangan kerana berpuas hati dengan sistem sedia ada, manakala penduduk Taman Pura Kencana mencadangkan penambahbaikan seperti pembersihan longkang dan penyelenggaraan yang lebih sistematik. Ini menunjukkan bahawa walaupun MSMA berkesan, aspek penyelenggaraan berterusan masih penting bagi memastikan sistem kekal berfungsi secara optimum dan mampan. Rujuk Jadual 11.

**Jadual 11 Keberkesanan MSMA dalam Pembangunan Baharu**

| Perkara/Item                                                      | Taman Pura Kencana<br>N=93 | Peratus<br>100% | Taman Mutiara Gading<br>N=68 | Peratus<br>100% |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------|
| Adakah anda rasa sistem MSMA lebih baik berbanding 5 tahun lepas? |                            |                 |                              |                 |

|                                                                                         |    |      |    |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|------|----|------|
| • Ya                                                                                    | 60 | 64.5 | 46 | 67.6 |
| • Tidak Pasti                                                                           | 33 | 35.5 | 22 | 32.4 |
| Jika Ya, apakah perubahan yang anda nampak?                                             |    |      |    |      |
| • Banjir kilat berkurang                                                                | 64 | 68.8 | 46 | 67.6 |
| • Longkang lebih besar dan lancar                                                       | 54 | 58.1 | 42 | 61.8 |
| • Kolam takungan lebih terjaga                                                          | 67 | 72   | 61 | 89.7 |
| • Kolam nampak kemas dan selesa                                                         | 37 | 39.8 | 41 | 60.3 |
| Apakah masalah saliran yang masih berlaku di kawasan anda?                              |    |      |    |      |
| • Kolam takungan tidak diselenggara                                                     | 50 | 53.8 | 22 | 32.4 |
| • Air longkang kotor dan berbau                                                         | 5  | 5.4  | -  | -    |
| Secara keseluruhan, bagaimana anda menilai keberkesanan sistem saliran di kawasan anda? |    |      |    |      |
| • Berkesan                                                                              | 42 | 54.8 | 16 | 23.5 |
| • Sangat Berkesan                                                                       | 51 | 45.2 | 52 | 76.5 |

## 5. Kesimpulan dan Cadangan

Bahagian ini menerangkan secara keseluruhan Cabaran Pelaksanaan Manual Saliran Mesra Alam (MSMA) Dalam Projek Pembangunan Baharu. Hasil kajian yang dijalankan dirumuskan di dalam bab ini. Bab ini juga membincangkan secara kesimpulan terhadap objektif kajian yang telah dicapai oleh penyelidik. Ianya berdasarkan data dan maklumat semasa proses pengumpulan data kajian dijalankan.

### 5.1 Perbincangan Hasil Kajian

Keberkesanan Pelaksanaan Manual Saliran Mesra Alam (MSMA) dalam Projek Pembangunan Baharu berteraskan kepada tiga objektif utama iaitu mengenalpasti cabaran yang dihadapi dalam pelaksanaan MSMA, menilai keberkesanan MSMA dari aspek pengurangan kejadian banjir bagi pembangunan baharu dan mencadangkan strategi penambahbaikan MSMA bagi memastikan pengurusan air ribut yang lebih mampan.

#### 5.1.1 Menenalpasti Cabaran Yang Dihadapi Dalam Pelaksanaan MSMA

Objektif pertama kajian ini adalah untuk mengenalpasti cabaran utama yang dihadapi dalam pelaksanaan Manual Saliran Mesra Alam (MSMA) di kawasan pembangunan baharu. Berdasarkan temubual dengan responden daripada pihak berautoriti, kajian mendapati bahawa kekangan ruang tapak yang terhad, terutamanya di kawasan pembangunan padat, menyukarkan pembinaan elemen MSMA seperti kolam takungan dan sistem bioretensi. Selain itu, kos pembinaan dan penyelenggaraan yang tinggi turut menjadi halangan untuk melaksanakan MSMA secara menyeluruh mengikut spesifikasi yang ditetapkan.

Selain cabaran teknikal, dapatan kajian menunjukkan bahawa kekurangan pemantauan berterusan oleh pihak berautoriti menyebabkan beberapa elemen MSMA tidak diselenggara selepas projek siap. Responden menekankan bahawa sistem saliran sering hanya diberi perhatian apabila berlaku masalah seperti banjir kilat atau saliran tersumbat. Tambahan pula, tahap kesedaran dan kefahaman yang rendah dalam kalangan kontraktor dan masyarakat setempat turut menjejaskan keberkesanan sistem ini dalam jangka panjang.

Dapatan soal selidik pula menunjukkan perbezaan cabaran mengikut kawasan. Di Taman Mutiara Gading, penduduk lebih menekankan isu kekurangan pemantauan serta kekangan masa dan tenaga kerja dalam pengurusan sistem saliran, manakala di Taman Pura Kencana, masalah penyelenggaraan kolam takungan dan longkang yang tidak konsisten masih berlaku. Perbezaan ini mencerminkan sifat setempat cabaran pelaksanaan MSMA, yang dipengaruhi oleh usia pembangunan dan kaedah pengurusan kawasan perumahan. Secara keseluruhan, kajian berjaya mencapai objektif pertama dengan mengenalpasti cabaran utama dari aspek teknikal, pengurusan, dan kesedaran masyarakat, yang perlu diberi perhatian untuk memastikan sistem MSMA berfungsi lebih berkesan dan mampan.

### 5.1.2 Menilai Keberkesanan MSMA Dari Aspek Pengurangan Kejadian Banjir Bagi Pembangunan Baharu

Objektif kedua kajian ini adalah untuk menilai sejauh mana keberkesanan pelaksanaan Manual Saliran Mesra Alam (MSMA) dalam mengurangkan kejadian banjir kilat di kawasan pembangunan baharu. Berdasarkan dapatan soal selidik, majoriti penduduk di kedua-dua kawasan kajian bersetuju bahawa sistem saliran dan kolam takungan yang dibangunkan berasaskan MSMA telah menunjukkan peningkatan berbanding beberapa tahun lalu. Antara perubahan yang paling ketara ialah pengurangan kekerapan banjir kilat, kelancaran aliran longkang, serta keadaan kolam takungan yang lebih terjaga dan kemas.

Di Taman Pura Kencana, sebahagian besar responden menyatakan bahawa banjir kilat semakin berkurang dan kapasiti longkang serta kolam takungan adalah lebih baik berbanding sebelum ini. Nilai min yang tinggi bagi item berkaitan pengurangan banjir menunjukkan bahawa impak MSMA lebih dirasai oleh penduduk kawasan ini, berkemungkinan kerana kawasan tersebut sebelum ini lebih kerap mengalami masalah banjir. Sebaliknya, di Taman Mutiara Gading, tahap kepuasan penduduk lebih tinggi dari segi kualiti sistem saliran yang tersusun, selari dengan status kawasan pembangunan baharu yang telah dirancang untuk mematuhi keperluan MSMA sejak peringkat awal.

Dapatan kualitatif turut menyokong hasil ini apabila pihak JPS dan PBT berpandangan bahawa MSMA merupakan pendekatan yang berkesan dalam mengawal aliran air dan mengurangkan risiko banjir kilat, selagi garis panduan dan spesifikasi dilaksanakan dengan betul. Namun, mereka menegaskan bahawa keberkesanan sistem ini bergantung kepada pemantauan dan penyelenggaraan berterusan. Secara keseluruhannya, kajian menunjukkan bahawa MSMA memang berkesan dalam mengurangkan banjir kilat dan meningkatkan kualiti persekitaran di kawasan pembangunan baharu, sekaligus membuktikan bahawa objektif kedua kajian telah berjaya dicapai.

### 5.1.3 Mencadangkan Strategi Penambahbaikan MSMA Bagi Memastikan Pengurusan Air Ribut Yang Lebih Mampan

Objektif ketiga kajian ini adalah untuk mencadangkan strategi penambahbaikan MSMA bagi memastikan pengurusan air ribut yang lebih mampan dalam pembangunan baharu. Berdasarkan dapatan temubual, responden mencadangkan supaya latihan teknikal diberikan kepada pemaju dan kontraktor bagi meningkatkan kefahaman serta keupayaan mereka dalam mereka bentuk dan melaksanakan elemen MSMA mengikut spesifikasi yang betul. Latihan ini penting bagi mengurangkan kesilapan teknikal yang boleh menjejaskan fungsi sistem dalam jangka panjang.

Selain itu, responden menekankan kepentingan penyelenggaraan sistem saliran secara berjadual dan pemantauan berterusan oleh pihak berautoriti bagi memastikan longkang, kolam takungan, dan elemen lain sentiasa berada dalam keadaan baik. Penggunaan teknologi seperti Internet of Things (IoT) dicadangkan untuk memantau paras air dan keadaan sistem secara masa nyata, manakala pemberian insentif kepada pemaju yang melaksanakan MSMA dengan baik dilihat sebagai galakan untuk meningkatkan pematuan terhadap garis panduan.

Daripada perspektif penduduk, cadangan lebih tertumpu kepada aspek penyelenggaraan, termasuk pembersihan longkang berkala, penyediaan jadual penyelenggaraan sistematik, serta pembesaran longkang di kawasan tertentu, khususnya di Taman Pura Kencana. Manakala di Taman Mutiara Gading, kebanyakan penduduk berpuas hati dengan sistem sedia ada, menunjukkan tahap kepuasan yang tinggi terhadap pelaksanaan MSMA di kawasan tersebut. Secara keseluruhannya, kajian ini berjaya mengemukakan pelbagai strategi penambahbaikan yang merangkumi aspek teknikal, pengurusan, teknologi, dan kesedaran masyarakat, sekaligus membuktikan bahawa objektif ketiga kajian telah tercapai dan cadangan-cadangan ini diharap dapat meningkatkan keberkesanan pelaksanaan MSMA pada masa hadapan.

## 5.2 Limitasi Kajian

Kajian ini mempunyai beberapa limitasi utama iaitu kelewatan maklum balas semasa temubual akibat kekangan masa responden, tempoh kajian yang terhad dalam pengedaran soal selidik yang boleh menjejaskan kebolehwakilan sampel, serta perbezaan tahap kesedaran dan pengetahuan responden terhadap MSMA yang mempengaruhi konsistensi jawapan.

### 5.3 Cadangan Kajian Lanjutan

Cadangan kajian lanjutan merangkumi penglibatan lebih ramai responden dan pihak berkepentingan seperti JPS, PBT, pemaju dan kontraktor, tempoh kajian yang lebih panjang dengan liputan sampel yang lebih menyeluruh, serta perluasan skop kawasan kajian bagi membolehkan kajian perbandingan dan mengenal pasti amalan terbaik pelaksanaan MSMA.

### 5.4 Penutup

Kajian menunjukkan ketiga-tiga objektif berjaya dicapai, dengan pengenalan cabaran utama seperti kekangan pemantauan dan penyelenggaraan, isu pengurusan, serta tahap kesedaran masyarakat yang masih rendah. Dapatan turut membuktikan bahawa MSMA berkesan dalam mengurangkan kejadian banjir kilat dan meningkatkan kualiti sistem saliran apabila dilaksanakan mengikut spesifikasi.

Kajian ini juga mengemukakan strategi penambahbaikan, termasuk latihan teknikal kepada pihak berkepentingan, penyelenggaraan berjadual, penglibatan awal pihak berautoriti, serta penggunaan teknologi untuk pemantauan sistem saliran. Limitasi kajian yang dikenal pasti termasuk kelewatan maklum balas temubual, kekangan masa soal selidik, dan perbezaan tahap pengetahuan responden, yang mana cadangan kajian lanjutan dicadangkan untuk menambahbaik penyelidikan masa hadapan.

Secara keseluruhannya, kajian ini diharap menjadi rujukan berguna kepada JPS, PBT, pemaju, dan masyarakat bagi meningkatkan keberkesanan pelaksanaan MSMA. Dengan kerjasama semua pihak, penguatkuasaan konsisten, dan penyelenggaraan berterusan, sistem saliran mesra alam berpotensi menyumbang kepada pengurusan air ribut yang lebih mampan dan pengurangan risiko banjir kilat di pembangunan baharu.

### Penghargaan

Penulis ingin mengucapkan setinggi-tinggi terima kasih kepada Fakulti Pengurusan Teknologi dan Perniagaan serta kepada Universiti Tun Hussein Onn Malaysia atas sokongan yang diberikan.

### Konflik Kepentingan

Penulis mengumumkan bahawa tidak ada konflik kepentingan yang berkaitan dengan penerbitan makalah ini.

### Sumbangan Penulis

Penulis mengesahkan sumbangan kepada kertas ini seperti berikut: **konsepsi dan reka bentuk kajian:** Mohammad Hafizh Bin Bisri & Sharifah Meryam Shareh Musa; **pengumpulan data:** Mohammad Hafizh Bin Bisri **analisis dan interpretasi hasil:** Mohammad Hafizh Bin Bisri & Sharifah Meryam Shareh Musa; **penyediaan draf manuskrip:** Mohammad Hafizh Bin Bisri, Sharifah Meryam Shareh Musa, Hamidun Bin Mohd Noh, Hilyati Binti Sabtu @ Othman. Semua penulis telah mengkaji hasil dan meluluskan versi terakhir manuskrip.

### Rujukan

- Abdullah, M. A., & Ismail, N. (2021). Kajian Kepentingan Pembinaan Sistem Saliran di Sesebuah Kawasan. *Research in Management of Technology and Business*, 2(1), 1–10.
- Abdul Ghani, A. N., Shafie, M. W., & Daud, M. Y. M. (2010). *The impact of MSMA (Manual Saliran Mesra Alam) on construction cost: Small scale development*.
- Berita Harian. (2024, May 9). Kerajaan tambah baik Manual Saliran Mesra Alam (MSMA). <https://www.bharian.com.my/berita/nasional/2024/05/1252259/kerajaan-tambah-baik-manual-saliran-mesra-alam-msma>
- Berita Harian. (2024, November 28). Kebanyakan banjir kilat berpunca longkang, saliran ... <https://www.bharian.com.my/berita/nasional/2024/11/1329936/kebanyakan-banjir-kilat-berpunca-longkang-saliran-tersumbat>
- Che Hassan, M., Shareh Musa, S. M., Zainal, R., & Kasim, N. (2020). Kajian permasalahan pembinaan sistem saliran yang menjadi punca kepada masalah banjir di kawasan perumahan. *Research in Management of Technology and Business*, 1(1), 588–605.
- Civil Engineering Profile. (2023, November 18). What is Low Impact Development (LID): 5 Principles, Practices and Techniques. *CivilEngPro*. <https://civilengpro.com/low-impact-development-lid/>
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4<sup>th</sup> ed.). Sage Publications.
- Department of Irrigation and Drainage Malaysia. (2012). *Urban Stormwater Management Manual for Malaysia (MSMA), 2nd Edition*. Kuala Lumpur: Department of Irrigation and Drainage Malaysia.

- Fletcher, T. D., Shuster, W., Hunt, W. F., Ashley, R., Butler, D., Arthur, S., ... & Mikkelsen, P. S. (2015). SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The evolution and application of terminology surrounding urban drainage. *Urban Water Journal*, 12(7), 525–542.
- Ghazali, N. H. (2022). *Pengurusan banjir di Malaysia: Cabaran dan strategi penambahbaikan*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Hamel, P., Daly, E., & Fletcher, T. D. (2013). Source-control stormwater management for mitigating the impacts of urbanisation on baseflow: A review. *Journal of Hydrology*, 485, 201–211.
- Ismail, M. L. (2023). *Analisis SWOT bagi Pelaksanaan Manual Saliran Mesra Alam (MSMA) oleh Pemaju di Malaysia* (Tesis Sarjana Muda, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia).
- Ismail, M. L., & Shareh Musa, S. M. (2021). Study On The Implementation of Drainage System at Universiti Tun Hussein Onn Malaysia (UTHM): Kajian Perlaksanaan Sistem Saliran di Universiti Tun Hussein Onn Malaysia (UTHM). *Journal of Techno-Social*, 12(2), 12–20.
- Ismail, M., Shareh Musa, S., Kasim, N., & Zainal, R. (2022). MSMA implementation factors in integrated stormwater management. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1022(1), 012068.
- Knopf, J. W. (2006). Doing a Literature Review. *PS: Political Science & Politics*, 39(1), 127–132.
- Lee, K., Kim, H., Pak, G., Jang, S., Kim, L., Yoo, C., & Yun, Z. (2010). Cost-effectiveness analysis of stormwater best management practices (BMPs) in urban watersheds. *Desalination and Water Treatment*, 19, 92–96.
- Low, C. (2010). Sistem saliran. In B. Smith (Ed.), *Encyclopedia of Building and Construction* (pp. 123–125).
- Masron, T., Yaakob, U., Ayob, N. M., & Mokhtar, A. S. (2012). Population and spatial distribution of urbanisation in Peninsular Malaysia 1957–2000. *Geografia–Malaysian Journal of Society and Space*, 8(2).
- Mohamad Dzakhir, M. R., Tahir, Z., & Ahmad, H. (2020). Penelitian Impak Projek Pembangunan Pesat yang dilaksanakan di Wilayah Iskandar, Malaysia. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH)*, 5(12), 342–354. <https://doi.org/10.47405/mjssh.v5i12.613>
- Mohamad Razip, N., Shareh Musa, S. M., Zainal, R., Mohd Noh, H., & Kasim, N. (2021). Kajian pembinaan sistem saliran mesra alam di kawasan pembinaan baharu. *Research in Management of Technology and Business*, 2(2), 523–538. <https://doi.org/10.30880/rmtb.2021.02.02.038>
- Muttill, N., Nasrin, T., & Sharma, A. K. (2023). Impacts of Extreme Rainfalls on Sewer Overflows and WSUD-Based Mitigation Strategies: A Review. *Water*, 15(3), 429. <https://doi.org/10.3390/w15030429>
- Oliver, L. (2023, April 11). Pembangunan tanpa kolam takungan antara punca banjir kilat. *Sinar Harian*. <https://www.sinarharian.com.my/article/230982/edisi/selangor-kl/pembangunan-tanpa-kolam-takungan-antara-punca-banjir-kilat>
- PLANMalaysia. (n.d.). *Kamus perancangan bandar dan desa*. Jabatan Perancangan Bandar dan Desa.
- Samah, A. A. (2018). Pengaruh aktiviti manusia terhadap masalah banjir di kawasan bandar. *Journal of Environmental Studies*, 12(2), 45–56.
- Shareh Musa, 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 Persekutuan di Alam Melayu*.
- Shaharuddin, S., Ghani, A. A., Chang, C. K., & Zakaria, N. A. *Stormwater quality enhancement and biodiversity in tropical stormwater wetlands toward sustainable assessment approach*.
- Sinar Harian. (2021, Oktober 13). Kelemahan sistem saliran punca utama banjir kilat. <https://www.sinarharian.com.my/article/167365/berita/nasional/kelemahan-sistem-saliran-punca-utama-banjir-kilat>
- Theofanidis, D., & Fountouki, A. (2018). Limitations and delimitations in the research process. *Perioperative Nursing*, 7(3), 155–163.
- U.S. Environmental Protection Agency. (2007). *Reducing Stormwater Costs through Low Impact Development (LID) Strategies and Practices*. [https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-10/documents/2008\\_01\\_02\\_nps\\_lid\\_costs07uments\\_reducingstormwatercosts.pdf](https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-10/documents/2008_01_02_nps_lid_costs07uments_reducingstormwatercosts.pdf)
- Woods-Ballard, B., Kellagher, R., Martin, P., Jefferies, C., Bray, R., & Shaffer, P. (2007). *The SUDS manual* (Vol. 697). London: CIRIA.
- Zakaria, N. A., Ab Ghani, A., Abdullah, R., Sidek, L. M., Kassim, A. H., & Ainan, A. (2004). MSMA: A new urban stormwater management manual for Malaysia. *In Proceedings of the 6th International Conference on Hydro-Science and Engineering (ICHE)*, May 31–June 2, 2004.
- Zhang, Y., Zhao, W., Chen, X., Jun, C., Hao, J., Tang, X., & Zhai, J. (2021). Assessment on the effectiveness of urban stormwater management. *Water*, 13(1), 4. <https://doi.org/10.3390/w13010004>