

Keberkesanan Penggunaan Sistem Saliran Mesra Alam di Tapak Bina

The Effectiveness of Using Environmentally Friendly Drainage Systems on Construction Sites

Nur Annis Saffiya Rusli¹, Sharifah Meryam Shareh Musa^{1,2*}, Rozlin Zainal^{1,2}
dan Mohd Hilmi Izwan Abd Rahim^{1,2}

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

² Pusat Pengurusan Perkhidmatan Projek, Hartanah & Fasiliti, Fakulti Pengurusan Teknologi & Perniagaan, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Parit Raja, Batu Pahat, Johor, 86400, MALAYSIA

*Pengarang Utama: meryam@uthm.edu.my

DOI: <https://doi.org/10.30880/rmtb.2026.07.01.033>

Maklumat Artikel

Diserah: 31 Mac 2026

Diterima: 31 Mei 2026

Diterbitkan: 30 Jun 2026

Kata Kunci

Manual Saliran Mesra Alam (MSMA), Tapak Pembinaan, Masalah Banjir, Air Larian Permukaan, Saiz Saliran.

Abstrak

Manual Saliran Mesra Alam (MSMA) ditubuhkan untuk mengurangkan kejadian banjir dengan pendekatan mesra alam. Sistem saliran yang tidak terancang serta tidak diselenggara dengan sempurna menjadi antara punca banjir kilat kerap melanda. Permasalahan kajian ini ialah sistem saliran yang sedia ada tidak dapat menampung jumlah taburan hujan yang luar biasa disesuatu kawasan. Kajian ini terdiri daripada tiga objektif iaitu mengenalpasti syarat-syarat pembinaan sistem saliran mesra alam di tapak bina, mengenalpasti faktor-faktor pembinaan sistem saliran mesra alam di tapak bina, serta mengkaji kesan ketidakpatuhan penggunaan sistem saliran mesra alam di tapak bina. Seterusnya, kajian ini bertujuan untuk mengkaji keberkesanan sistem saliran yang digunapakai semasa fasa pembinaan bagi mengelakkan banjir kilat dan air larian permukaan. Bagi melengkapkan kajian ini, kaedah yang digunakan adalah kaedah kualitatif iaitu temubual dan menjalankan tinjauan berkaitan sistem saliran yang digunakan di kawasan tapak pembinaan. Temubual dilakukan terhadap responden seperti pihak kontraktor dan pihak berkuasa tempatan. Kaedah tinjauan dilakukan bagi melihat sistem saliran yang digunakan semasa proses pembinaan adakah sesuai dan mengikut syarat yang ditetapkan. Masalah yang sering berlaku disebabkan oleh sistem saliran yang tidak mematuhi piawaian, standard dan saiz saliran yang ditetapkan adalah seperti saliran tersumbat akibat tidak dapat menampung kapasiti air hujan apabila berlaku hujan lebat. Oleh itu, penambahbaikan yang dipilih adalah dengan membina Sistem Saliran Bandar Mampan (SuDS), kolam takungan, kolam resapan dan pembersihan sistem saliran secara kerap. Kesimpulannya, diharapkan agar kajian ini dapat melibatkan kesemua pihak supaya memainkan peranan masing-masing dalam memastikan kebersihan sistem saliran terjaga agar masalah banjir dan air larian permukaan dapat dikurangkan.

Keywords

Manual Saliran Mesra Alam (MSMA), Construction Site, Flood Problems, Surface Water Runoff, Drainage Size.

Abstract

Manual Saliran Mesra Alam (MSMA) was established to reduce flood incidents with an environmentally friendly approach. Unplanned and poorly maintained drainage systems are among the causes of frequent flash floods. The problem of this study is that the existing drainage system cannot accommodate the unusual amount of rainfall in an area. This study consists of three objectives namely to identify the conditions for the construction of an environmentally friendly drainage system at a construction site, to identify the factors for the construction of an environmentally friendly drainage system at a construction site, and to study the effects of non-compliance with the use of an environmentally friendly drainage system at a construction site. Next, this study aims to study the effectiveness of the drainage system used during the construction phase to prevent flash floods and surface runoff. To complete this study, the method used is a qualitative method, namely, interviews and surveys related to the drainage system used in the construction site area. Interviews were conducted with respondents such as contractors and local authorities. The survey method was carried out to see whether the drainage system used during the construction process is appropriate and in accordance with the specified conditions. Problems that often occur due to drainage systems that do not comply with the standards and sizes of the drainage set include blocked drainage due to not being able to accommodate the capacity of rainwater when heavy rain occurs. Therefore, the improvements chosen are to build a Sustainable Urban Drainage System (SuDS), reservoirs, infiltration ponds, and to clean the drainage system regularly. In conclusion, it is hoped that this study can involve all parties to play their respective roles in ensuring that the cleanliness of the drainage system is maintained so that the problem of flooding and surface water runoff can be reduced.

1. Pendahuluan

Menurut Jabatan Pengairan dan Saliran (2012), bahagian aliran mesra alam bertujuan untuk mengurangkan kejadian banjir dan bertindak sebagai pembendung pencemaran air dengan pendekatan mesra alam manakala Manual Saliran Mesra Alam (MSMA) tertumpu kepada pengurusan air larian hujan berkonsepkan mesra alam demi kelestarian alam sekitar dan peningkatan kualiti hidup. Kejadian banjir sering berlaku akibat hujan lebat di sesuatu kawasan berpunca daripada sistem saliran yang tidak terancang dengan baik (Jafar, 2011). Sistem saliran sangat penting untuk mengurangkan air bertakung dan limpahan yang boleh menyebabkan banjir di mana kekurangan sistem ini meningkatkan risiko kerosakan harta benda dan infrastruktur, sementara Manual Saliran Mesra Alam (MSMA) menyediakan panduan mesra alam untuk mengatasi masalah ini dengan mengintegrasikan kemudahan lain seperti kawasan berlandskap dalam kawasan letak kenderaan (Amirah, 2021).

Manual Saliran Mesra Alam (MSMA) merupakan satu manual atau garis panduan untuk jurutera membuat perancangan infrastruktur saliran bandar melalui konsep kawalan kuantiti dan kualiti di peringkat punca (at source control). Edisi pertama manual ini diterbitkan pada tahun 2000 dan telah mengalami penambahbaikan dalam edisi kedua yang diterbitkan pada tahun 2012 dan mula digunapakai pada 1 Ogos 2012. MSMA telah digunapakai melebihi 10 tahun dan transformasi kepada konsep saliran mesra alam pada pembangunan baru yang memberi impak positif kepada projek pembinaan di Malaysia (JPS, 2006). Fungsi Saliran Mesra Alam tertumpu kepada air larian permukaan yang berkonsepkan mesra alam demi kelestarian alam sekitar dan peningkatan kualiti hidup. Saliran Mesra Alam ini berperanan untuk memperkenalkan, melaksa dan menggunakan konsep mesra alam dengan mengaplikasikan Manual Saliran Mesra Alam (MSMA) dalam sistem saliran bandar di Malaysia. Oleh itu, sistem saliran memainkan peranan yang penting dalam sesebuah pembangunan bagi menguruskan air larian permukaan apabila berlakunya hujan lebat (JPS, 2006).

Ketiadaan sistem saliran mesra alam di tapak bina menyebabkan masalah serius seperti banjir kilat yang berpunca daripada pengaliran air larian permukaan yang tidak terkawal. Tanpa sistem saliran yang berkesan, kawasan pembinaan berisiko tinggi mengalami air bertakung yang bukan sahaja merosakkan harta benda tetapi juga infrastruktur jalan. Kajian menunjukkan bahawa sistem saliran yang tidak diselenggara dengan baik dan tidak memenuhi syarat rekabentuk boleh menyebabkan penyumbatan dan kegagalan dalam

mengalirkan air, meningkatkan kemungkinan kejadian banjir (Nooryati, 2022; Haryanti, 2021). Oleh itu, pelaksanaan Manual Saliran Mesra Alam (MSMA) adalah penting untuk memastikan pengurusan air yang lebih baik dan mengurangkan impak negatif terhadap persekitaran dan masyarakat.

Bagi mencapai matlamat kajian ini, terdapat 3 objektif yang dikenalpasti. Antara objektif tersebut adalah mengenalpasti syarat-syarat pembinaan sistem saliran mesra alam di tapak bina, mengenalpasti faktor yang perlu diambil kira dalam pembinaan sistem saliran mesra alam di tapak bina dan mengkaji kesan ketidakpatuhan penggunaan sistem saliran mesra alam di tapak bina. Kajian sistem saliran mesra alam ini adalah bertujuan untuk mengetahui sistem saliran yang digunakan di tapak pembinaan. Kajian ini telah memfokuskan terhadap kawasan sedang dalam fasa pembinaan kerana ingin mengkaji keberkesanan sistem saliran yang digunakan di tapak pembinaan tersebut. Salah satu kesan ketiadaan sistem saliran mesra alam akan menyebabkan impak air larian permukaan terutamanya ketika fasa pembinaan dijalankan. Ketidadaan sistem saliran mesra alam akan menimbulkan fenomena banjir kilat dikawasan tersebut. Oleh itu, kajian ini dijalankan untuk mengenalpasti keberkesanan Manual Saliran Mesra Alam (MSMA) terhadap kawasan tapak pembinaan.

2. Kajian Literatur

2.1 Konsep

Bahagian ini menerangkan konsep bagi sistem saliran, pembinaan, dan tapak bina.

2.1.1 Sistem Saliran

Sistem saliran dalam konteks bangunan merujuk kepada rangkaian struktur dan komponen yang direka untuk mengurus, mengalirkan, dan membuang air termasuk air hujan dan air sisa dari kawasan bangunan. Tujuan utama sistem ini adalah untuk mencegah genangan air, mengelakkan kerosakan pada struktur bangunan, serta menjaga kebersihan dan keselamatan persekitaran (Anuar, 2023). Sistem saliran ini merupakan komponen penting dalam kelestarian alam sekitar dan keselamatan infrastruktur bangunan (Low, 2010).

2.1.2 Pembinaan

Pembinaan merujuk kepada proses mencipta, membangun, dan menyelenggara sesuatu struktur, bangunan, atau infrastruktur. Proses ini melibatkan penggunaan teknologi, bahan binaan, dan tenaga manusia secara sistematik bagi memastikan projek disiapkan mengikut spesifikasi, masa, dan kos yang ditetapkan. (Noraidasuzana, 2003)

2.1.3 Tapak Bina

Tapak bina merujuk kepada kawasan atau lokasi di mana proses pembinaan fizikal dilakukan untuk membangunkan sesuatu struktur, sama ada untuk tujuan perumahan, komersial, atau infrastruktur. Ia termasuklah kawasan yang telah diperuntukkan atau diasingkan untuk pembinaan, seperti kawasan pembangunan yang diluluskan, tapak bangunan yang sedang dibangunkan, atau kawasan projek pembinaan yang sedang dijalankan. Dalam konteks pembinaan, tapak bina merangkumi ruang tanah di mana kerja-kerja pembinaan seperti penggalian, pengecatan, pemasangan struktur, dan lain-lain dilaksanakan (Rahman, 2018).

2.2 Fungsi Sistem Saliran

Tujuan utama sistem saliran dibina adalah untuk menghasilkan satu sistem yang mampu beroperasi dengan baik pada jangka masa yang ditetapkan dengan kos pembinaan dan penyelenggaraan yang ekonomik. Ia juga bertujuan untuk mengurangkan potensi berlakunya banjir, mengawal aliran air permukaan yang berlebihan, mengurangkan hakisan, dan masalah enapan serta mengelakkan daripada kerosakkan fasiliti akibat aliran air permukaan yang berlebihan (Razip, 2021). Sistem saliran berfungsi untuk menyalirkan air larian permukaan dari kawasan bangunan, kawasan berturap, kawasan jalan, dan lain-lain kawasan tidak telap air ke sesuatu kawasan yang selamat seperti sungai, tasik atau laut. Sistem saliran yang baik adalah penting untuk menjaga kepentingan ekonomi, keselamatan, dan sosial sesebuah kawasan. Sesebuah sistem saliran yang baik dapat menampung jumlah air larian yang diterima Ramli (2023).

2.3 Jenis-Jenis Saliran di Tapak Bina

Jenis sistem saliran yang dibina adalah berbeza mengikut jenis kawasan pembinaan dan faktor tanah tersebut. Akan tetapi ianya mempunyai satu fungsi utama iaitu untuk menyalurkan air aliran ke saliran akhir bagi mengelak daripada berlakunya limpahan air di kawasan tersebut yang boleh menyebabkan banjir (Syahrin, 2024).

2.4 Jenis Sistem Saliran Mesra Alam Yang Telah Diperkenalkan Dalam MSMA

Terdapat beberapa jenis sistem saliran mesra alam yang telah diperkenalkan dalam Manual Saliran Mesra Alam Malaysia (MSMA) dimana ia menyediakan pendekatan yang bersepadu dan lestari dalam menguruskan air larian permukaan apabila berlaku hujan lebat di kawasan tapak bina. Semasa fasa pembinaan, pengurangan risiko banjir adalah penting untuk memastikan keselamatan tapak pembinaan dan kawasan sekitarnya. Berikut adalah beberapa jenis sistem saliran mesra alam yang diperkenalkan dalam Manual Saliran Mesra Alam Malaysia (MSMA) yang dapat membantu mengurangkan risiko banjir kilat semasa fasa pembinaan.

2.4.1 Kawasan Penyerapan Air (SuDS-Sustainable Urban Drainage System)

SuDS merupakan pendekatan yang efektif dalam mengendalikan air hujan semasa pembinaan. Dengan menggunakan teknik seperti kawasan tadahan air semula jadi dan tanah berpori, SuDS dapat menyerap air hujan yang jatuh ke tapak pembinaan serta dapat mengurangkan limpahan permukaan dan potensi berlakunya banjir (Razaei, 2020)

2.4.2 Sistem Saliran (Drainage System)

Sistem saliran dikenali sebagai perparitan, terdiri daripada paip yang menuju kepada pelbagai sambungan perpaipan dari saliran di dalam bangunan ke pembentungan. Dari pembentungan akan bersambung kepada sistem saliran (Razaei, 2020).

2.4.3 Saliran Berstruktur

Saliran berstruktur melibatkan penggunaan permukaan berstruktur seperti rumput-rumput landasan, blok, atau batu yang membolehkan air hujan meresap ke dalam tanah dengan lebih efisien (Hassan, 2020)

2.4.4 Kolam Bio-Retensi

Kolam bio-retensi adalah sistem saliran yang menggunakan substrat organik, tanaman yang berakar dalam, dan lapisan pasir untuk menyaring air hujan sebelum ia disalurkan ke dalam sistem saliran. Kolam Retensi juga merupakan kolam resapan untuk penampungan air secara sementara semasa hujan lebat agar air permukaan yang bertakung dapat meresap ke dalam tanah atau dialirkan ke sungai (Arifin, 2023).

2.5 Syarat-Syarat Pembinaan Sistem Saliran Mesra Alam

Sistem saliran yang dibina hendaklah tidak mudah bocor, dapat menahan tekanan tanah, berupaya menahan pengaliran haba dan cecair serta air buangan supaya tidak memberi kesan kepada sistem saliran (Yajid, 2021). Terdapat beberapa syarat yang perlu diberi dititikberatkan dan perlu diambil kira dalam pembinaan sistem saliran ini antaranya ialah:

2.5.1 Kecerunan

Tahap kecerunan bagi sistem saliran ialah maksimum 0.02 milimeter dengan mengambil kira zon lampiran dan saluran penerima. Tahap kecerunan dicapai bertujuan untuk membantu air larian permukaan untuk mengalir dengan baik tanpa mengalami gangguan seperti sekatan atau tersumbat bagi mengelakkan masalah banjir daripada berlaku (Anuar, 2023)

2.5.2 Kedalaman

Sistem saliran bawah tanah yang hendak dibina memerlukan perhatian khusus terhadap kedalaman untuk memastikan ia mencukupi dan berfungsi dengan baik. Tahap kedalaman yang disyorkan adalah melebihi 1 meter. Ini penting untuk mengelakkan kebocoran dan pecah, menguruskan air larian permukaan, dan memastikan reka bentuk dan keselamatan yang diaplikasikan (Meor, 2023)

2.5.3 Penutup

Setiap sistem saliran yang telah dibina hendaklah diletakkan penutup pada bahagian atasnya yang bertujuan untuk menyekat bau busuk daripada memasuki bangunan atau ke kawasan yang lain. Penutup ini bertujuan untuk menghalang sistem saliran daripada dimasuki sampah sarap atau sisa pembinaan. Sekiranya sistem saliran dimasuki sampah sarap, masalah tersumbat akan berlaku (Ahmad, 2023).

2.5.4 Bahan

Dalam pembinaan sistem saliran, pemilihan bahan yang tahan lasak serta tidak mudah pecah adalah sangat penting bagi memastikan bahawa sistem saliran dapat menampung kapasiti yang besar tanpa mengalami kerosakan. Ini memastikan bahawa sistem saliran dapat bertahan dalam pelbagai keadaan termasuk semasa berlakunya banjir (Saiful, 2021)

2.6 Faktor-Faktor Pembinaan Sistem Saliran Mesra Alam Di Tapak Bina

2.6.1 Topografi Tapak

Topografi tapak binaan memainkan peranan yang sangat penting dalam merancang sistem saliran yang berkesan. Memahami ciri-ciri topografi membantu dalam menentukan lokasi dan kaedah terbaik untuk mengarahkan air keluar dari tapak binaan tanpa menyebabkan kerosakan kepada alam sekitar (Suhardi, 2014).

2.6.2 Jenis Tanah

Jenis dan struktur tanah di tapak binaan sangat mempengaruhi kadar penyerapan dan pergerakan air. Tanah pasir mempunyai kadar penyerapan yang tinggi membolehkan air mengalir dengan cepat dan tanah jenis ini sesuai untuk kawasan yang memerlukan saliran baik, tetapi kurang mampu menahan air, menjadikannya kurang stabil untuk struktur berat. Manakala tanah liat mempunyai kadar penyerapan yang rendah dan cenderung untuk menahan air serta mempunyai potensi untuk menyusut dan mengembang bergantung kepada kelembapan yang boleh menyebabkan pergerakan dalam struktur jika tidak ditangani dengan betul (Mohd Sidek, 2017)

2.6.3 Corak Hujan dan Iklim

Data hujan tempatan dan iklim adalah elemen kritikal dalam merancang sistem saliran yang dapat menangani jumlah hujan maksimum dan kejadian cuaca ekstrem. Memahami corak hujan di kawasan tertentu membantu dalam merancang kapasiti sistem saliran. Kawasan dengan hujan lebat memerlukan sistem saliran yang lebih besar atau kolam takungan untuk menampung air hujan secara efektif, sementara kawasan dengan hujan sederhana mungkin memerlukan sistem yang lebih sederhana (Mulya, 2016).

2.6.4 Aliran Air Permukaan

Pola aliran air permukaan di tapak bina perlu dianalisis dengan teliti untuk memastikan air tidak akan berkumpul di kawasan yang tidak diingini serta boleh menyebabkan banjir atau kerosakan pada struktur. Pengurusan air seperti pembinaan parit bervegetasi dan parit infiltrasi merupakan salah satu teknik bagi menguruskan air. Parit bervegetasi bukan sahaja berfungsi untuk mengalirkan air tetapi juga menambah baik kualiti air melalui proses penapisan semula jadi. Vegetasi dalam parit membantu memperlahankan aliran air dan meningkatkan penyerapan. Manakala parit infiltrasi direka untuk membolehkan air hujan meresap ke dalam tanah, mengurangkan aliran permukaan dan meningkatkan penyimpanan air bawah tanah serta sangat berguna di kawasan dengan tanah yang mempunyai kadar penyerapan yang baik (Suhaimi, 2023).

2.6.5 Kepatuhan Kepada Peraturan Dan Standard

Memenuhi peraturan dan piawaian tempatan yang berkaitan dengan pengurusan air dan sistem saliran adalah penting untuk memastikan kelestarian dan penerimaan sistem yang dibangunkan. Pematuhan terhadap garis panduan yang ditetapkan oleh pihak berkuasa tempatan membantu dalam merancang sistem saliran yang berfungsi secara efektif dan lestari. Kepatuhan kepada peraturan memastikan bahawa sistem saliran yang dibina tidak hanya berfungsi dengan baik tetapi juga sah dan diterima oleh pihak berkuasa dimana ia akan mengurangkan risiko penolakan atau masalah undang-undang di masa hadapan (Low, 2010).

2.6.6 Kos dan Kewangan

Faktor kos dan kemampuan kewangan memainkan peranan penting dalam menentukan jenis sistem saliran mesra alam yang boleh dilaksanakan. Kos pembinaan dan penyelenggaraan perlu diimbangkan dengan manfaat jangka panjang seperti pengurangan risiko banjir dan peningkatan kualiti air. Pelaburan awal dalam teknologi dan bahan berkualiti tinggi mungkin lebih mahal, tetapi ia dapat menjimatkan kos dalam jangka panjang dengan mengurangkan keperluan penyelenggaraan dan pembaikan. Sistem saliran yang direka dengan baik memerlukan penyelenggaraan yang lebih sedikit serta boleh mengurangkan kos operasi keseluruhan kesan daripada penggunaan bahan yang tahan lama dan teknik yang diaplikasi dapat mengurangkan keperluan untuk pembaikan secara kerap (Musa, 2023).

2.7 Kesan-Kesan Ketidakpatuhan Penggunaan Sistem Saliran Mesra Alam Di Tapak Bina

Ketidakpatuhan terhadap penggunaan sistem saliran mesra alam di tapak bina boleh mendatangkan pelbagai kesan negatif yang serius merangkumi aspek alam sekitar, ekonomi, dan sosial.

2.7.1 Peningkatan Risiko Banjir

Ketidakpatuhan terhadap penggunaan sistem saliran mesra alam di tapak bina boleh menyebabkan peningkatan risiko banjir di kawasan pembinaan dan sekitarnya. Sistem saliran konvensional yang tidak mampu menguruskan aliran air hujan dengan efisien sering kali mengakibatkan genangan air dan banjir kilat. Ketidakecekapan ini boleh menyebabkan kerosakan yang meluas pada infrastruktur dan bangunan. Kejadian banjir kilat boleh menyebabkan proses pembinaan terpaksa ditangguhkan, yang seterusnya menambah kos projek dan melambatkan penyelesaian kerja. Ini juga boleh menjejaskan reputasi pemaju dan kontraktor (Jasmi, 2012).

2.7.2 Hakisan Tanah dan Kerosotan Kualiti Tanah

Tanpa sistem saliran mesra alam yang betul, air hujan yang mengalir dengan laju boleh menyebabkan hakisan tanah, yang membawa kepada pelbagai kesan negatif. Mengelakkan hakisan tanah memerlukan sistem saliran yang berkesan dan mesra alam untuk menguruskan aliran air hujan dengan baik (Musa, 2023)

2.7.3 Pencemaran Air

Sistem saliran konvensional mungkin tidak dilengkapi untuk menapis pencemaran dari air hujan, seperti sedimen, nutrien berlebihan, minyak, dan bahan kimia. Ketidakpatuhan terhadap sistem saliran mesra alam boleh mengakibatkan bahan pencemar ini masuk ke dalam badan air, seperti sungai dan tasik, mencemari sumber air yang digunakan oleh manusia dan hidupan akuatik. Pemaju dan kontraktor perlu mematuhi garis panduan sistem saliran mesra alam bagi mengelakkan pencemaran yang boleh memberi kesan buruk kepada kesihatan masyarakat dan keseimbangan ekosistem (Musa, 2023)

2.7.4 Penalti dan Tindakan Undang-Undang

Ketidakpatuhan terhadap peraturan dan garis panduan alam sekitar, termasuk penggunaan sistem saliran mesra alam, boleh mengakibatkan pelbagai tindakan undang-undang dan penalti daripada pihak berkuasa. Pemaju yang gagal mematuhi peraturan mungkin dikenakan denda yang signifikan. Denda ini bertujuan untuk mendorong pematuhan terhadap garis panduan yang ditetapkan dan untuk menampung kos pemulihan bagi sebarang kerosakan yang mungkin berlaku akibat ketidakpatuhan (Noraidasuzana, 2003)

3. Metodologi Kajian

3.1 Reka Bentuk Kajian

Reka bentuk kajian ini terdiri daripada dua jenis iaitu menggunakan data primer dan data sekunder. Data-data berikut akan digunakan untuk tujuan menganalisis dan juga bagi tujuan penyediaan kesimpulan serta cadangan bagi kajian ini.

3.2 Kaedah Kajian

Kaedah kualitatif dipilih untuk menjalankan kajian ini. Seramai 3 orang responden daripada pelbagai syarikat, kelayakan, dan pangkat telah dipilih untuk ditemubual bagi memperoleh maklumat secara terperinci. Temubual dijalankan dengan mengajukan soalan yang telah dibangunkan bagi mencapai objektif kajian. Terdapat lima bahagian iaitu bahagian A, bahagian B, bahagian C, bahagian D, dan bahagian E. Bahagian A adalah melibatkan soalan berkaitan latar belakang responden yang mengandungi taraf pendidikan, jawatan, dan perkhidmatan responden. Bahagian B pula adalah berkaitan maklumat projek iaitu melibatkan jenis projek, bilangan projek yang dijalankan, pembahagian tugas serta kos yang diperutukan untuk membina sistem saliran. Bahagian C menerangkan syarat-syarat pembinaan sistem saliran mesra alam di tapak bina dari segi spesifikasi sistem saliran, pemilihan reka bentuk sistem saliran, pemantauan pembinaan, serta arah aliran air hujan di tapak bina. Selain itu, bahagian D adalah untuk mengenalpasti faktor yang perlu diambil kira dalam pembinaan sistem saliran mesra alam di tapak bina seperti peranan topografi tapak, jenis dan struktur tanah, faktor corak hujan, dan faktor kos. Bahagian terakhir iaitu bahagian E melibatkan kesan-kesan ketidakpatuhan penggunaan sistem saliran mesra alam di tapak bina.

3.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dan maklumat berkaitan dengan sistem saliran mesra alam dilakukan bagi memastikan objektif kajian dan matlamat kajian tercapai serta mengenalpasti masalah-masalah sebenar yang berlaku berkaitan dengan tajuk kajian.

3.4 Analisis Data

Data yang diperoleh berdasarkan temu bual yang telah dijalankan dianalisis dalam bentuk analisis kandungan dimana maklumat-maklumat yang diperoleh dihuraikan dalam bentuk jadual bagi memudahkan pengkaji untuk membuat analisis data.

4. Hasil Dapatan dan Perbincangan

Antara kaedah utama yang digunakan termasuklah pengumpulan data melalui temubual dan pemerhatian secara langsung di kawasan tapak bina. Pendekatan ini dipilih kerana ia memberikan dimensi pemahaman yang lebih mendalam terhadap fenomena yang dikaji. Kaedah temubual telah dilaksanakan ke atas beberapa syarikat kontraktor yang terlibat secara langsung dalam penggunaan sistem saliran mesra alam di tapak bina. Sementara itu, kaedah pemerhatian dijalankan di kawasan projek pembinaan untuk memerhati secara langsung proses dan prosedur yang berlaku di lapangan. Gabungan kedua-dua kaedah ini membolehkan penyelidik mengumpulkan maklumat secara lebih terperinci, sekali gus memudahkan proses analisis data yang lebih sistematik. Kaedah pengumpulan maklumat ini juga dirancang untuk memastikan setiap objektif kajian dapat dipenuhi.

4.1 Maklumat Responden

Bahagian ini telah menyediakan senarai jawapan berkaitan maklumat responden, termasuk taraf pendidikan, jawatan, tahun perkhidmatan dalam syarikat dan bidang. Berikut adalah Jadual 1 yang memaparkan tiga responden yang telah ditemu bual untuk tujuan kajian ini.

Jadual 1 Maklumat Responden

	Responden 1	Responden 2	Responden 3
Taraf Pendidikan	Sijil Pelajaran Malaysia (SPM)	Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Awam	Diploma Teknologi Pembinaan
Jawatan	Ejen Tapak	Jawatan Jurutera Kanan (Saliran)	Penolong Pengurus Tapak
Perkhidmatan dalam syarikat	16 tahun	12 tahun	8 tahun
Perkhidmatan dalam bidang	20 tahun	15 tahun	10 tahun

4.2 Maklumat Projek

Maklumat projek merujuk kepada data dan butiran penting yang berkaitan dengan pelaksanaan sesuatu projek. Ini termasuk kategori projek, jenis projek, bilangan projek yang telah dilaksanakan, bilangan sub-kontraktor yang terlibat dalam pembinaan sistem saliran, pembahagian tugas antara subkontraktor dengan kontraktor utama, dan anggaran kos yang diperuntuk bagi pembinaan sistem saliran. Maklumat ini penting untuk memastikan semua pihak yang terlibat memahami tujuan dan keperluan projek, serta untuk memudahkan perancangan dan pengurusan sumber. Dengan maklumat yang jelas dan terperinci, pengurus projek dapat membuat keputusan yang lebih baik, memantau kemajuan, dan mengatasi sebarang masalah yang timbul sepanjang proses pelaksanaan projek. Jadual 2 dibawah menerangkan secara ringkas berkaitan maklumat projek.

Jadual 2 Maklumat Projek Yang Dijalankan

	Responden 1	Responden 2	Responden 3
Kategori Projek	Perumahan Komersial	Perumahan Komersial	Industri Komersial
Jenis Projek	Flat 3 blok, iaitu blok A, B, dan C	pembinaan 300 unit rumah	pembinaan kilang pemprosesan makanan
Bilangan projek telah dilaksanakan	50 projek	15 projek	10 projek
Bilangan sub-kontraktor yang terlibat dalam pembinaan sistem saliran	1 sub-kontraktor	5 sub-kontraktor	3 sub-kontraktor
Pembahagian tugas antara sub-kontraktor dengan kontraktor utama	- sub-kontraktor bertanggungjawab untuk pengadaan bahan-bahan binaan -kontraktor utama memantau dan mengawasi pelaksanaan di tapak pembinaan	-sub-kontraktor menyediakan bahan binaan yang diperlukan -kontraktor utama memantau dan mengawasi pelaksanaan kerja di tapak pembinaan	-sub-kontraktor menguruskan pelaksanaan kerja pembinaan secara langsung -kontraktor utama bertanggungjawab untuk menyelia dan memastikan setiap aspek kerja memenuhi standard yang ditetapkan
Anggaran kos yang diperuntuk bagi pembinaan sistem saliran	-RM 45 000.00	-10% daripada kos keseluruhan projek	-8% daripada kos keseluruhan projek

4.3 Syarat-Syarat Pembinaan Sistem Saliran Mesra Alam Di Tapak Bina

Bahagian ini menerangkan syarat-syarat pembinaan sistem saluran mesra alam di tapak bina mengikut jenis-jenis saluran yang bersesuaian serta spesifikasi yang ditetapkan. Jadual 3 menunjukkan syarat-syarat pembinaan sistem saluran mesra alam di tapak bina.

Berdasarkan ketiga-tiga responden diatas, dapat disimpulkan bahawa penggunaan pelbagai jenis saluran dalam setiap fasa pembinaan adalah penting untuk memastikan pengurusan air yang efektif, mengurangkan risiko banjir, dan memelihara kestabilan tapak bina. Sistem saluran mesra alam melibatkan pelbagai jenis dan syarat pada setiap fasa pembinaan. Bagi jenis sistem saluran, fasa pra-pembinaan di semua kawasan (R1, R2, dan R3) menggunakan saluran tanah sementara dengan reka bentuk U atau V. Pada fasa pasca pembinaan, sistem saluran untuk R1 dan R2 meneruskan penggunaan reka bentuk U dan V, manakala R3 mengadopsi reka bentuk U sahaja.

Dalam syarat penyediaan sistem saluran, faktor seperti kecerunan (11.5 mm hingga 12 mm), kedalaman (1.2 m hingga 1.5 m), dan pemutus (papak konkrit atau plastik) berbeza mengikut kawasan. Penggunaan bahan pula merangkumi konkrit bertetulang (R1 dan R2), batu kerikil (R3), serta besi T10, T12, atau T8 mengikut keperluan. Saiz isipada paip juga berbeza, iaitu antara 450 mm hingga 700 mm bergantung pada kawasan. Spesifikasi bagi sistem saluran melibatkan pendekatan konvensional dan kaedah MSMA (Manual Saliran Mesra Alam), dengan pelaksanaan reka bentuk ditentukan oleh perunding (R1), pelanggan (R2), dan pihak berkuasa tempatan (R3). Pemantauan pembinaan sistem saluran dilakukan oleh penyelia tapak (R1), jabatan kualiti syarikat (R2), dan PBT atau jurutera dalaman (R3). Akhir sekali, arah aliran air hujan bergantung kepada lokasi, seperti longkang berdekatan (R1), kolam takungan utama (R2), dan sistem longkang bandar utama (R3). Kesimpulannya, syarat-syarat ini memastikan sistem saluran mesra alam dapat menguruskan air dengan cekap, sambil memenuhi keperluan tapak bina dan keperluan persekitaran.

Jadual 3 Syarat-Syarat Pembinaan Sistem Saliran Mesra Alam Di Tapak Bina

Item/Soalan/Elemen	R1	R2	R3
1) Jenis-Jenis Sistem Saliran			
i) Fasa Pra-Pembinaan	U, V	U, V	U
ii) Fasa Pembinaan	Saliran Tanah Sementara	Saliran Tanah Sementara	U, V
iii) Fasa Pasca Pembinaan	U, V	U, V	U
2) Syarat Penyediaan Sistem Saliran			
i) Kecerunan	11.5mm	12mm	10mm
ii) Kedalaman	1.2m	1.5m	1.3m
iii) Penutup	Papak Konkrit	Papak Konkrit Bertetulang	Penutup Plastik
iv) Bahan	i) Konkrit ii) Besi Y iii) Besi T10	i) Konkrit Bertetulang ii) Besi T12	i) Batu kerikil ii) Besi T8
v) Saiz dan Isipadu	i) 450mm ii) 600mm	i) 500mm ii) 700mm	i) 400mm ii) 500mm
3) Spesifikasi Bagi Sistem Saliran			
i) Konvensional		/	/
ii) MSMA	/		
4) Pemilihan Reka Bentuk Saliran	Perunding	Mengikut pelanggan	PBT
5) Pemantauan Pembinaan Sistem Saliran	Penyelia Tapak	Jabatan Kualiti Syarikat	i) PBT ii) Jurutera Dalam
6) Arah Aliran Air Hujan	Longkang Berdekatan	Kolam Takungan Utama	Sistem Longkang Bandar Utama

4.4 Faktor Yang Perlu Diambil Kira Dalam Pembinaan Sistem Saliran Mesra Alam Di Tapak Bina

Peranan topografi tapak memainkan peranan penting dalam reka bentuk saliran, di mana kawasan berbukit memerlukan sistem saliran bertingkat yang kompleks, kawasan rata memerlukan saliran dengan kecerunan buatan, dan kawasan berbatu menyukarkan penyerapan air ke tanah. Jenis dan struktur tanah juga mempengaruhi keberkesanan sistem saliran, dengan semua kategori (R1, R2, R3) memerlukan pertimbangan terhadap struktur tanah. Corak hujan dan hujan boleh memberikan impak negatif seperti banjir kilat dan hakisan (R1), hakisan tanah (R2), dan banjir (R3). Faktor kos dan kewangan juga perlu diberi perhatian dalam pelaksanaan sistem ini.

Bagi jenis reka bentuk sistem saliran, kawasan R1 menggunakan papak konkrit bertetulang, R2 menggunakan paip pratugas HDPE, dan R3 menggunakan parit berbentuk V dengan konkrit bertetulang. Kolam takungan pula berbeza mengikut kawasan; R1 mempunyai kolam takungan sementara dengan keluasan 250 m², R2 mempunyai kolam takungan kekal seluas 300 m², dan R3 menggunakan kolam takungan bawah tanah seluas 200 m². Tujuan kolam takungan adalah untuk mengelakkan hakisan dan banjir (R1), menyimpan air jangka panjang dan mengurangkan aliran permukaan (R2), serta mencegah mendapan tanah lembut (R3). Arah aliran air di setiap blok juga disalurkan ke kolam takungan yang sesuai, seperti saliran U untuk kolam sementara (R1), saliran V untuk kolam kekal (R2), dan saliran ke kolam bawah tanah (R3). Kesemua faktor ini perlu dipertimbangkan secara holistik untuk memastikan keberkesanan sistem saliran mesra alam di tapak bina.

Jadual 4 Faktor Pembinaan Sistem Saliran Mesra Alam Di Tapak Bina

Elemen	R1	R2	R3
1) Peranan Topografi Tapak	Ya, kawasan berbukit memerlukan saliran yang kompleks dan bertingkat	Ya, kawasan rata memerlukan saliran dengan kecerunan buatan	Ya, topografi tapak yang berbatu menyebabkan air hujan sukar diserap oleh tanah
2) Pengaruh Jenis dan Struktur Tanah	Ya	Ya	Ya
3) Impak Negatif Faktor Corak Hujan dan Iklim	Banjir kilat dan hakisan berlaku	Hakisan tanah berlaku	Banjir
4) Peranan Faktor Kos dan Kewangan	Ya	Ya	Ya
5) Jenis Reka Bentuk Sistem Saliran	Papak konkrit bertetulang	Paip Pratuang HDPE	Parit berbentuk V konkrit bertetulang
6) Jenis dan Keluasan Kolam Takungan			
i) Jenis Kolam Takungan	Kolam takungan sementara	Kolam takungan kekal	Kolam takungan bawah tanah
ii) Keluasan (m ²)	250 m/persegi	300 m/persegi	200 m/persegi
ii) Tujuan	Menakung air hujan sementara bagi mengelakkan hakisan dan banjir	Menyimpan air jangka panjang dan mengurangkan aliran permukaan	Mengelakkan mendapan tanah lembut
7) Arah Aliran Air Bagi setiap blok	Melalui saliran U ke kolam takungan sementara	Melalui saliran V ke kolam takungan kekal	Melalui saliran V ke kolam takungan bawah tanah

4.5 Kesan-Kesan Ketidakpatuhan Penggunaan Sistem Saliran Mesra Alam Di Tapak Bina

Berdasarkan jadual 4.5 di atas, R1, R2, dan R3 bersetuju bahawa kesan ketidakpatuhan penggunaan sistem saliran mesra alam di tapak bina akan mempengaruhi keadaan tapak bina untuk tujuan pembinaan. Pembinaan sistem saliran tanpa mengikut piawaian dan spesifikasi yang telah ditetapkan akan menyebabkan risiko kepada syarikat pemaju iaitu syarikat pemaju mungkin dikenakan tindakan, saman, atau digantungkan permit kerja pembinaan.

Jadual 5 Kesan Ketidakpatuhan Penggunaan Sistem Saliran Mesra Alam Di Tapak Bina

Elemen/ Soalan	R1	R2	R3
1) Kesan ketidakpatuhan penggunaan sistem saliran terhadap :			
i) Peningkatan Risiko Banjir	- Saliran permukaan menjadi tersumbat - Mengganggu aktiviti pembinaan	- Menyebabkan limpahan air ke kawasan sekitar yang rendah - Risiko banjir meningkat	- Menyebabkan pengumpulan air secara berlebihan - Struktur tanah terganggu

ii) Hakisan Tanah dan Kerosotan Kualiti Tanah	Menjejaskan kualiti tanah secara keseluruhan	Hakisan tanah menyebabkan ia tidak stabil untuk pembinaan	- Mengakibatkan kerosotan kualiti tanah - Menjejaskan kestabilan struktur bangunan
iii) Pencemaran Air	Menyebabkan pencemaran air dan mengalir ke sungai atau saluran awam	-Mencemarkan air - Menjejaskan ekosistem sekitar	- Merosakkan kualiti air pada saluran semulajadi
i) Kerugian Ekonomi	-Aktiviti pembinaan mungkin tertangguh -Menambah kos projek	-Kos pemulihan meningkat -Penalti daripada pihak berkuasa	-Kos ganti rugi -Kelewatan projek
2) Impak negatif pembinaan sistem saluran yang tidak mengikut piawaian	- Mengganggu kehidupan penduduk setempat -Kerosakan harta benda -Menjejaskan kemudahan awam	-Pencemaran sumber air -Menjejaskan kesihatan manusia -Hidupan akuatik akan terancam	-Hakisan tanah dan pendedapan sedimen - Kerugian terhadap aktiviti pertanian akibat tanah yang tidak subur
3) Tindakan yang dikenakan terhadap syarikat pemaju	- Dikenakan tindakan atau penalti oleh PBT -Diarah menghentikan kerja pembinaan sehingga sistem saluran diperbaiki	- Dikenakan saman atau penalti kewangan	- Lesen projek pembinaan digantung sehingga pematuhan dicapai
4) Adakah pembersihan dan penyelenggaraan pada sistem saluran sering dilakukan	Ya	Ya	Ya

5. Kesimpulan

5.1 Pencapaian Objektif

Dalam bahagian ini, pengkaji menghuraikan keseluruhan pencapaian bagi objektif 1, objektif 2, dan objektif 3.

5.1.1 Objektif 1: Mengenalpasti syarat-syarat pembinaan sistem saluran mesra alam di tapak bina

Kajian ini berjaya mengenal pasti syarat utama untuk pembinaan sistem saluran mesra alam di tapak bina. Syarat pertama melibatkan pematuhan kepada garis panduan pihak berkuasa, termasuk reka bentuk yang

mengawal aliran air dan mengurangkan risiko banjir. Syarat kedua merangkumi elemen kawalan seperti perangkap kelodak dan sistem pengekalan air hujan. Penilaian impak alam sekitar (EIA) juga diperlukan sebelum pembinaan, dan penyelenggaraan berkala adalah penting untuk memastikan keberkesanan sistem saliran. Pematuhan terhadap syarat teknikal dan pemantauan berterusan adalah kritikal untuk melindungi alam sekitar dan keselamatan tapak bina. Kesimpulan ini disokong lagi oleh bukti bahawa data yang disiasat dengan analisis kandungan pendekatan sejajar dengan amalan sedia ada seperti yang dinyatakan dalam kajian literatur. Oleh itu, penyelidikan pertama objektif telah tercapai.

5.1.2 Objektif 2 : Mengenalpasti faktor yang perlu diambil kira dalam pembinaan sistem saliran mesra alam di tapak bina

Kajian ini mengenal pasti faktor penting dalam pembinaan sistem saliran mesra alam di tapak bina. Faktor pertama adalah ciri geografi dan topografi, di mana bentuk muka bumi mempengaruhi reka bentuk saliran. Kedua, jenis dan keadaan tanah mempengaruhi kadar resapan air dan kestabilan sistem. Ketiga, kapasiti sistem untuk mengawal aliran air semasa hujan lebat adalah kritikal, dengan penggunaan kolam takungan dan sistem penapisan semula jadi sebagai langkah penting. Pemilihan bahan binaan mesra alam juga diakui penting, serta pemantauan dan penyelenggaraan berterusan untuk memastikan keberkesanan sistem. Faktor-faktor ini adalah kunci untuk kelestarian sistem saliran mesra alam di tapak bina. Kesimpulan ini disokong lagi oleh bukti bahawa data dan maklumat yang diperoleh dinyatakan dalam kajian literatur. Oleh itu, penyelidikan kedua objektif telah tercapai.

5.1.3 Objektif 3 : Mengkaji kesan ketidakpatuhan penggunaan sistem saliran mesra alam di tapak bina

Kajian ini mengidentifikasi kesan ketidakpatuhan terhadap sistem saliran mesra alam di tapak bina, dengan risiko banjir sebagai kesan utama. Ketidakpatuhan menyebabkan aliran air hujan tidak terkawal, mengakibatkan limpahan yang membahayakan keselamatan pekerja dan kemajuan kerja. Selain itu, hakisan tanah dan pemendapan sedimen merosakkan struktur tanah dan mengurangkan kecekapan sistem saliran. Pencemaran sumber air juga menjadi masalah, dengan bahan pencemar yang mencemari ekosistem akuatik. Akhirnya, kerugian ekonomi akibat banjir, hakisan, dan pencemaran menambah beban kos pemulihan dan kelewatan projek. Keseluruhannya, kajian ini menunjukkan bahawa ketidakpatuhan memberi kesan serius kepada persekitaran, ekonomi, dan komuniti.

5.2 Kesimpulan

Sebagai kesimpulan, kajian ini berjaya mencapai objektifnya dengan memberikan gambaran jelas mengenai pembinaan sistem saliran mesra alam di tapak bina. Ia mengenalpasti keperluan teknikal dan perundangan, seperti bahan mesra alam, reka bentuk yang sesuai, dan pematuhan piawaian pihak berkuasa. Kajian juga menekankan faktor penting seperti keadaan tanah, pengurusan air hujan, dan impak ekosistem yang perlu dipertimbangkan dengan teliti. Ketidakpatuhan terhadap sistem ini didapati boleh menyebabkan pencemaran air, banjir, dan kesan negatif kepada ekosistem serta imej industri. Oleh itu, pematuhan adalah penting untuk pembangunan yang mampan dan mesra alam.

Penghargaan

Penulis ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada Fakulti Pengurusan Teknologi dan Perniagaan, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia atas segala sokongan yang telah 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:** Nur Annis Saffiya Rusli; **pengumpulan data:** Nur Annis Saffiya Rusli, Sharifah Meryam Shareh Musa; **analisis dan interpretasi hasil:** Nur Annis Saffiya Rusli, Sharifah Meryam Shareh, **penyediaan draf manuskrip:** Nur Annis Saffiya Rusli, Sharifah Meryam Shareh Musa, Rozlin Zainal dan Mohd Hilmi Izwan Abd Rahim. Semua penulis telah mengkaji hasil dan meluluskan versi terakhir manuskrip.

Rujukan

- Ahmad Ruslan, M. A. I., Sarpin, N., Ta Wee, S., Mohamed, S., & Shafii, H. (2023). Penambahbaikan Sistem Perparitan yang Menyebabkan Banjir Kilat di Jalan Kluang, Batu Pahat, Johor. *Research in Management of Technology and Business*, 4(1), 1129- 1142.
- Anuar, N. B. (2021). Kesan Pembinaan Bandar Baru Tunjong, Kota Bharu, Kelantan Terhadap Kawasan Petempatan Penduduk (Kesan Banjir Kilat). *Research in Management of Technology and Business*, 2(1), 668-677.
- Amirah, A. S. N., Ragunathan, S., Zainab, N., Andrew, A., Faridah, W., Tan, W., & Husna, S. N. (2021). *Public Perception and Acceptance of Manual Saliran Mesra Alam (MSMA)*. <https://www.semanticscholar.org/paper/Public-Perception-and-Acceptance-of-Manual-Saliran-Amirah-Ragunathan/9d4bd3d4e1cdc296c4187fcc894d00237cf9df4f>
- Arifin, S. (2023, February 21). Kolam Retensi: Pengertian, Jenis dan Fungsinya. CV. Mutu Utama Geoteknik. <https://www.mutuutamageoteknik.co.id/kolam-retensi-pengertian-jenis-dan-fungsinya/>
- Hassan, M. C., Musa, S. M. S., 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. Malaya (Malaysia).
- Ismail, M. L., & Musa, S. M. S. (2020). Kajian Perlaksanaan Sistem Saliran di Universiti Tun Hussein Onn Malaysia (UTHM). *Journal of Techno-Social*, 12(2), 12-20.
- Jafar, A., Mapa, M. T., & Sakke, N. (2012). Impak aktiviti pembangunan terhadap trend kekerapan dan magnitud banjir di Lembangan Sungai Menggatal, Kota Kinabalu, Sabah. *Jurnal Kinabalu*, 18.
- Jasmi, K. A. (2012). Metodologi pengumpulan data dalam penyelidikan kualitatif. *Kursus Penyelidikan Kualitatif Siri*, 1(2012), 28-29.
- Khairuddin. (2018, October 5). *Definisi Pembinaan dalam konteks tapak bina* (Othman, Ed.) [Review of *Definisi Pembinaan dalam konteks tapak bina*]. Muslim Ahmad
- Low, C. (2010). Sistem saliran. In B. Smith (Ed.), *Encyclopedia of Building and Construction* (pp. 123-125). Publisher.
- Kajian Kepentingan Pembinaan Sistem Saliran di Sesebuah Projek Pembinaan Bagi Mengatasi Masalah Banjir. *Research in Management of Technology and Business*, 4(1), 1422-1439. <https://publisher.uthm.edu.my/periodicals/index.php/rmtb/article/view/11743>
- Mohd Sidek, Lariyah & Takara, Kaoru & Ab Ghani, Aminuddin & Abdullah, Rozi & Kajang- Puchong, Jalan. (2017). *Bioecological Drainage Systems (Bioecods): An Integrated Approach For Urban Water Environmental Planning*.
- Mulya, A. K. (2016). Persepsi masyarakat terhadap bencana banjir monsun di Malaysia: Kajian kes Kota Bharu, Kelantan. *Malaysian Journal of Society and Space*, 9
- 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). In *Prosiding Seminar Serantau Ke* (Vol. 2).
- Noraidasuzana (2003). Mengkaji Keberkesanan Reka Bentuk Sistem Saliran bagi Mengatasi Masalah Banjir. Universiti Teknologi Malaysia: Tesis Sarjana Muda
- Rahman, A. M., Mustafa, A. (2018) *Kelemahan Sistem Pembinaan Konvensional dan Cara mengatasinya! / RumahHQ - Kontraktor Bina Rumah*. (2024, July 22). RumahHQ. <https://rumahhq.com/7-kelemahan-sistem-pembinaan-konvensional-yang-anda-perlu-tahu-dan-cara-mengatasinya/>
- Ramli, H. S., Shafii, H., Masram, H., Wee, S. T., Sarpin, N., & Ibrahim, M. H. (2023). Isu 'Poket Development' Membawa kepada Masalah Banjir Kilat di Kawasan Pinggir Bandar. *Research in Management of Technology and Business*, 4(1), 1185-1202.
- Razip, N. M., Musa, S. M. S., Zainal, R., Noh, H. M., & Kassim, N. (2021, November 15). Kajian Pembinaan Sistem Saliran Mesra Alam di Kawasan Pembinaan Baharu. <https://publisher.uthm.edu.my/periodicals/index.php/rmtb/article/view/4966>
- Rezaei, A. R. (2020). *Optimal Distribution of Best Management Practices (Bmps) for Urban Stormwater Runoff Quantity and Quality Control* (Doctoral dissertation, University of Islam Antarabangsa
- Ruslan, M. A. I. A., Sarpin, N., Wee, S. T., Mohamed, S., & Shafii, H. (2023). Penambahbaikan Sistem Perparitan

- yang Menyebabkan Banjir Kilat di Jalan Kluang, Batu Pahat, Johor. *Research in Management of Technology and Business*, 4(1), 1129- 1142.
- Saiful Bahry, M. F., Shareh Musa, S. M., Zainal, R., Kassim, N., & Mohd Noh, H. (2021). Pengaplikasian Sistem Penuaian Air Hujan di Tapak Semaian UTHM. *Research in Management of Technology and Business*, 2(2), 712-726.
<https://publisher.uthm.edu.my/periodicals/index.php/rmtb/article/view/5011>
- Suhaimi, N. S., Sarpin, N., Omar, R., Chen, G. K., & Gharip, N. H. M. (2023). Cabaran Kerja Penyelenggaraan Bangunan Kediaman Bertingkat Selepas Banjir. *Research in Management of Technology and Business*, 4(1), 1158-1173.
- Suhardi, M., Noorazuan, M. H., Asmala, A., Khin, M., & Safiah, S. (2014). Kebolehpayaan sistem penuaian hujan sebagai bekalan air alternatif di Malaysia: Suatu penelitian awal.
- Syahrin, N. N., Seow, T. W., Sarpin, N., & Mohamed, S. (2024). Kajian Permasalahan Sistem Saliran yang Menyumbang kepada Berlakunya Banjir Kilat. *Research in Management of Technology and Business*, 5(2), 749-762.
- Yajid, S., Mustapha, H. A., & Deris, A. (2021). Kajian Penyelidikan Bagi Pembinaan Lengkung Keamatan-Tempoh Frekuensi (Idf Curve) Bagi Daerah Pekan, Pahang Menggunakan Kaedah Gumbel. *ANP Journal of Social Science and Humanities*, 2(1), 26-35