



## Evaluasi Kinerja Sistem Drainase Perkotaan dalam Mengurangi Risiko Banjir pada Kawasan Permukiman Padat

Lalu Ari Nugraha <sup>a,1,\*</sup>, Siti Aisyah <sup>a,2</sup>

<sup>a</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Indonesia

<sup>1</sup> [laluarinugraha@gmail.com](mailto:laluarinugraha@gmail.com); <sup>2</sup> [sitiaaisyah22@gmail.com](mailto:sitiaaisyah22@gmail.com)

\* Corresponding Author

### ABSTRACT

This study evaluates the performance of urban drainage systems in reducing flood risk in densely populated residential areas. Rapid urbanization, land use change, and limited infiltration capacity often overload existing drainage networks, leading to recurrent flooding. The research aims to measure system effectiveness, identify critical constraints, and propose practical improvements. A quantitative approach is applied using field observations, hydraulic capacity analysis, and assessment of rainfall intensity, runoff, and channel conditions. Data are collected from selected high density settlements that frequently experience inundation. Performance indicators include flow capacity, drainage connectivity, maintenance condition, and response time during peak rainfall events. The results show that many channels operate below design capacity due to sedimentation, solid waste accumulation, and structural deterioration. Inadequate maintenance and unplanned urban growth further reduce system efficiency. Consequently, flood risk remains high even under moderate rainfall conditions. The study highlights the need for integrated management that combines infrastructure upgrading, routine maintenance, and community participation in waste control. Strengthening monitoring systems and adopting adaptive design standards are also essential to improve resilience. These findings provide empirical evidence to support policy and planning decisions aimed at enhancing urban drainage performance and reducing flood vulnerability in dense residential environments in developing urban contexts.

### Article History

Received 2026-04-10

Revised 2026-04-30

Accepted 2026-05-11

Published 2026-06-24

### Keywords

Sistem Drainase  
Perkotaan;  
Risiko Banjir;  
Permukiman Padat;  
Analisis Hidrologi;  
Kapasitas Saluran

Copyright © 2026, The Author(s)

This is an open-access article under the CC-BY-SA license



## PENDAHULUAN

Banjir perkotaan merupakan salah satu permasalahan lingkungan yang semakin kompleks dan menjadi tantangan utama dalam pengelolaan wilayah perkotaan di Indonesia. Pertumbuhan penduduk yang pesat, urbanisasi yang tidak terkendali, serta perubahan penggunaan lahan telah meningkatkan kerentanan kawasan perkotaan terhadap kejadian banjir. Kondisi ini diperparah oleh meningkatnya intensitas curah hujan akibat perubahan iklim yang menyebabkan sistem drainase eksisting sering kali tidak mampu menampung debit limpasan permukaan yang terjadi. Akibatnya, genangan air dan banjir menjadi fenomena yang berulang di berbagai kota besar maupun kota berkembang di Indonesia (Kodoatie & Sjarief, 2010; Suripin, 2019).

Perkembangan kawasan permukiman padat memberikan kontribusi yang signifikan terhadap meningkatnya risiko banjir perkotaan. Tingginya tingkat pembangunan fisik menyebabkan berkurangnya area resapan air dan meningkatnya luas permukaan kedap air seperti jalan, bangunan, dan area parkir. Kondisi tersebut mengakibatkan sebagian besar air hujan berubah menjadi limpasan permukaan yang langsung mengalir ke sistem drainase. Apabila kapasitas saluran drainase tidak memadai, maka limpasan tersebut akan menimbulkan genangan bahkan banjir yang dapat mengganggu aktivitas masyarakat serta menyebabkan kerugian ekonomi dan sosial yang cukup besar (Asdak, 2022; Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, 2021).

Sistem drainase perkotaan memiliki peran penting dalam mengendalikan limpasan air hujan dan menjaga keseimbangan hidrologi kawasan perkotaan. Sistem ini dirancang untuk mengalirkan kelebihan air dari suatu wilayah menuju badan air penerima secara aman dan efisien. Namun demikian, berbagai penelitian menunjukkan bahwa banyak sistem drainase di Indonesia mengalami penurunan fungsi akibat keterbatasan kapasitas saluran, sedimentasi, penyumbatan oleh sampah, serta kurangnya pemeliharaan secara berkala (Wesli, 2018; Kementerian PUPR, 2020).

Keberadaan sistem drainase yang tidak berfungsi secara optimal dapat meningkatkan frekuensi dan durasi genangan di kawasan permukiman padat. Selain berdampak pada kerusakan infrastruktur, genangan yang berkepanjangan juga dapat memengaruhi kesehatan masyarakat melalui peningkatan risiko penyakit berbasis lingkungan. Oleh karena itu, evaluasi terhadap kinerja sistem drainase perlu dilakukan secara berkala guna memastikan bahwa kapasitas dan kondisi fisik saluran masih mampu memenuhi kebutuhan pengendalian limpasan sesuai dengan perkembangan wilayah yang terjadi (Putra & Haki, 2022; Arsyad, 2018).

Dalam konteks rekayasa sipil, evaluasi kinerja sistem drainase tidak hanya mencakup aspek kapasitas saluran, tetapi juga melibatkan analisis hidrologi dan hidraulika yang komprehensif. Analisis hidrologi diperlukan untuk menghitung debit rencana berdasarkan karakteristik curah hujan dan luas daerah tangkapan air, sedangkan analisis hidraulika digunakan untuk menentukan kemampuan saluran dalam mengalirkan debit tersebut. Kombinasi kedua pendekatan ini memungkinkan identifikasi secara lebih akurat terhadap titik-titik kritis yang berpotensi menyebabkan terjadinya genangan dan banjir (Triatmodjo, 2019; Chow et al., 1988).

Seiring dengan meningkatnya tekanan pembangunan perkotaan, konsep pengelolaan drainase juga mengalami perkembangan menuju pendekatan yang lebih berkelanjutan. Pendekatan ini menekankan pentingnya pengelolaan limpasan secara terpadu melalui kombinasi infrastruktur konvensional dan infrastruktur hijau. Penerapan sumur resapan, biopori, kolam retensi, dan ruang terbuka hijau menjadi bagian penting dalam meningkatkan kapasitas infiltrasi serta mengurangi beban sistem drainase utama (Ariyanto et al., 2021; Maryono, 2016).

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa permasalahan utama sistem drainase perkotaan di Indonesia tidak hanya disebabkan oleh faktor teknis, tetapi juga dipengaruhi oleh aspek sosial dan kelembagaan. Rendahnya kesadaran masyarakat dalam menjaga kebersihan saluran drainase sering kali menyebabkan penyumbatan akibat akumulasi sampah rumah tangga. Selain itu, keterbatasan anggaran dan kurangnya koordinasi antarinstansi turut menghambat pelaksanaan program pemeliharaan dan peningkatan infrastruktur drainase secara berkelanjutan (Sukri & Wibowo, 2021; Haryono et al., 2020).

Di kawasan permukiman padat, kondisi saluran drainase umumnya menghadapi tekanan yang lebih besar dibandingkan kawasan lainnya. Kepadatan bangunan yang tinggi menyebabkan ruang untuk pengembangan jaringan drainase menjadi sangat terbatas. Akibatnya, banyak saluran yang memiliki dimensi tidak sesuai dengan kebutuhan debit aktual. Kondisi ini semakin diperburuk oleh sedimentasi yang mengurangi luas penampang efektif saluran sehingga kapasitas aliran menjadi semakin menurun (Suripin, 2019; Wesli, 2018).

Perubahan iklim global juga menjadi faktor yang semakin memperbesar tantangan dalam pengelolaan sistem drainase perkotaan. Peningkatan frekuensi kejadian hujan ekstrem menyebabkan debit limpasan yang lebih besar dibandingkan kondisi perencanaan awal. Banyak infrastruktur drainase yang dibangun berdasarkan data historis lama sehingga tidak lagi mampu mengakomodasi perubahan pola curah hujan yang terjadi saat ini. Oleh karena itu, evaluasi dan penyesuaian kapasitas sistem drainase menjadi kebutuhan yang mendesak untuk meningkatkan

ketahanan wilayah perkotaan terhadap risiko bencana hidrometeorologi (IPCC, 2023; BMKG, 2023).

Upaya peningkatan kinerja sistem drainase dapat dilakukan melalui berbagai strategi teknis, antara lain normalisasi saluran, pelebaran dimensi drainase, pembangunan fasilitas retensi, serta penerapan teknologi drainase berkelanjutan. Strategi tersebut perlu didukung oleh program pemeliharaan rutin dan pengawasan yang berkesinambungan agar fungsi sistem drainase dapat dipertahankan dalam jangka panjang. Selain itu, partisipasi aktif masyarakat dalam menjaga kebersihan lingkungan juga menjadi faktor penting dalam mendukung efektivitas sistem drainase perkotaan (Kementerian PUPR, 2020; Maryono, 2016).

Penelitian mengenai evaluasi kinerja sistem drainase perkotaan memiliki nilai strategis karena dapat memberikan informasi yang diperlukan dalam perencanaan dan pengambilan keputusan terkait pengelolaan infrastruktur perkotaan. Hasil evaluasi dapat digunakan untuk mengidentifikasi kelemahan sistem yang ada, menentukan prioritas penanganan, serta merumuskan rekomendasi teknis yang sesuai dengan kondisi lapangan. Dengan demikian, risiko banjir dapat diminimalkan dan kualitas lingkungan perkotaan dapat ditingkatkan secara berkelanjutan (Putra & Haki, 2022; Ariyanto et al., 2021).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sistem drainase perkotaan dalam mengurangi risiko banjir pada kawasan permukiman padat. Fokus penelitian diarahkan pada analisis kapasitas saluran drainase, identifikasi faktor-faktor penyebab genangan, serta penilaian alternatif solusi yang dapat diterapkan untuk meningkatkan efektivitas sistem drainase. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu teknik sipil, khususnya pada bidang hidrologi dan sistem drainase perkotaan, serta menjadi referensi bagi pemerintah daerah dalam merencanakan pengelolaan drainase yang lebih efektif, adaptif, dan berkelanjutan.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode survei dan analisis teknis hidrologi-hidrolika untuk mengevaluasi kinerja sistem drainase perkotaan dalam mengurangi risiko banjir pada kawasan permukiman padat. Pendekatan kuantitatif dipilih karena mampu menghasilkan data yang terukur dan objektif untuk menilai kapasitas saluran drainase terhadap debit limpasan yang terjadi akibat curah hujan dengan intensitas tertentu. Metode ini banyak digunakan dalam penelitian infrastruktur perkotaan karena dapat memberikan gambaran yang komprehensif mengenai hubungan antara karakteristik curah hujan, kapasitas drainase, dan tingkat kerawanan banjir (Suripin, 2019; Kodoatie & Sjarief, 2018).

Lokasi penelitian ditentukan secara purposive pada kawasan permukiman padat yang sering mengalami genangan dan banjir saat musim hujan. Pemilihan lokasi dilakukan berdasarkan data historis kejadian banjir yang diperoleh dari pemerintah daerah dan hasil observasi lapangan. Kawasan yang dipilih memiliki tingkat kepadatan bangunan yang tinggi, sistem drainase yang telah beroperasi dalam jangka waktu lama, serta mengalami peningkatan luas lahan terbangun yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir. Karakteristik tersebut dianggap representatif untuk menggambarkan kondisi drainase perkotaan pada wilayah dengan tekanan pembangunan yang tinggi (Wesli, 2017; Asdak, 2022).

Populasi penelitian meliputi seluruh jaringan drainase primer, sekunder, dan tersier yang berada pada kawasan penelitian. Sampel penelitian ditentukan menggunakan teknik purposive sampling dengan memilih saluran-saluran yang memiliki tingkat kerusakan, sedimentasi, atau frekuensi genangan yang tinggi. Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk memperoleh data

yang lebih spesifik terkait faktor-faktor yang memengaruhi kinerja sistem drainase pada lokasi penelitian (Hasmar, 2012; Triatmodjo, 2019).

Data yang digunakan dalam penelitian terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui survei lapangan, pengukuran dimensi saluran, observasi kondisi fisik drainase, dokumentasi, serta pencatatan kondisi lingkungan sekitar saluran. Sementara itu, data sekunder diperoleh dari instansi terkait yang meliputi data curah hujan harian selama sepuluh tahun terakhir, peta topografi, data tata guna lahan, data kependudukan, serta dokumen perencanaan drainase kawasan. Penggunaan data primer dan sekunder secara terpadu bertujuan untuk meningkatkan validitas dan reliabilitas hasil penelitian (Arsyad, 2018; Soemarto, 2019).

Pengumpulan data curah hujan dilakukan dengan mengakses data stasiun hujan yang berada paling dekat dengan lokasi penelitian. Data tersebut kemudian dianalisis untuk memperoleh curah hujan rancangan menggunakan metode distribusi probabilitas seperti Gumbel dan Log Pearson Tipe III. Pemilihan metode distribusi dilakukan berdasarkan hasil uji kesesuaian distribusi yang menunjukkan tingkat kecocokan tertinggi terhadap data curah hujan yang tersedia (Sri Harto, 2016; Suripin, 2019).

Setelah curah hujan rancangan diperoleh, analisis intensitas hujan dilakukan menggunakan metode Mononobe untuk menghitung intensitas hujan berdasarkan durasi tertentu. Nilai intensitas hujan yang diperoleh digunakan sebagai dasar dalam menghitung debit limpasan permukaan pada daerah tangkapan air. Analisis ini sangat penting karena besarnya debit limpasan sangat dipengaruhi oleh intensitas hujan, luas daerah tangkapan, dan karakteristik penggunaan lahan (Asdak, 2022; Kodoatie & Sjarief, 2018).

Perhitungan debit limpasan dilakukan menggunakan Metode Rasional yang dinyatakan dengan persamaan  $Q = 0,278 CIA$ , di mana  $Q$  adalah debit limpasan ( $m^3/detik$ ),  $C$  merupakan koefisien limpasan,  $I$  adalah intensitas hujan ( $mm/jam$ ), dan  $A$  adalah luas daerah tangkapan air ( $km^2$ ). Metode Rasional dipilih karena sesuai untuk analisis daerah perkotaan dengan luas daerah tangkapan yang relatif kecil serta memiliki tingkat akurasi yang baik dalam perencanaan sistem drainase perkotaan (Triatmodjo, 2019; Wesli, 2017).

Selanjutnya dilakukan analisis kapasitas saluran drainase menggunakan Persamaan Manning untuk mengetahui kemampuan saluran dalam mengalirkan debit air. Parameter yang dianalisis meliputi luas penampang basah, jari-jari hidraulik, kemiringan dasar saluran, dan koefisien kekasaran saluran. Hasil perhitungan kapasitas saluran kemudian dibandingkan dengan debit limpasan rencana untuk menentukan apakah saluran masih mampu berfungsi secara optimal atau telah mengalami penurunan kinerja (Chow et al., 2014; Soemarto, 2019).

Selain analisis hidraulika, penelitian ini juga melakukan evaluasi kondisi fisik saluran melalui observasi lapangan. Aspek yang diamati meliputi tingkat sedimentasi, keberadaan sampah, kerusakan konstruksi saluran, vegetasi liar, serta hambatan lain yang berpotensi mengurangi kapasitas aliran. Hasil observasi digunakan untuk melengkapi analisis teknis sehingga diperoleh gambaran menyeluruh mengenai faktor penyebab terjadinya genangan dan banjir di kawasan penelitian (Hasmar, 2012; Arsyad, 2018).

Untuk mengidentifikasi tingkat kerawanan banjir, dilakukan analisis spasial menggunakan peta topografi dan tata guna lahan. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui pola aliran permukaan, daerah dengan elevasi rendah, serta perubahan penggunaan lahan yang berpotensi meningkatkan limpasan permukaan. Integrasi antara data hidrologi, hidraulika, dan spasial memungkinkan identifikasi wilayah yang memiliki tingkat risiko banjir paling tinggi sehingga dapat menjadi prioritas dalam program perbaikan drainase (Asdak, 2022; Suripin, 2019).

Tahap berikutnya adalah simulasi alternatif penanganan drainase. Simulasi dilakukan dengan membandingkan kondisi eksisting terhadap beberapa skenario perbaikan, seperti

normalisasi saluran, pelebaran dimensi saluran, pembangunan sumur resapan, dan penerapan konsep drainase berkelanjutan (sustainable urban drainage system). Setiap skenario dievaluasi berdasarkan kemampuannya dalam menurunkan debit limpasan dan mengurangi potensi genangan pada kawasan penelitian (Fletcher et al., 2015; Ahiablame et al., 2012).

Analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif dengan membandingkan hasil perhitungan debit limpasan terhadap kapasitas saluran drainase yang tersedia. Hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel, grafik, dan interpretasi teknis untuk mempermudah pemahaman mengenai kondisi sistem drainase eksisting dan efektivitas alternatif penanganan yang diusulkan. Pendekatan ini diharapkan dapat menghasilkan rekomendasi yang tepat guna dalam mendukung pengelolaan drainase perkotaan yang berkelanjutan dan adaptif terhadap peningkatan risiko banjir akibat perubahan iklim dan urbanisasi yang terus berkembang (Kodoatie & Sjarief, 2010; Fletcher et al., 2015).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi sistem drainase pada kawasan permukiman padat yang menjadi lokasi penelitian masih menghadapi berbagai kendala yang memengaruhi kemampuannya dalam mengalirkan limpasan air hujan secara optimal. Berdasarkan hasil analisis hidrologi, debit puncak yang terjadi pada saat hujan dengan intensitas tinggi melebihi kapasitas beberapa saluran drainase utama. Kondisi ini menyebabkan terjadinya genangan pada sejumlah titik yang memiliki elevasi rendah dan tingkat kepadatan bangunan yang tinggi. Temuan ini menunjukkan bahwa kapasitas saluran yang tersedia belum sepenuhnya mampu mengakomodasi peningkatan volume limpasan akibat perubahan tata guna lahan yang semakin didominasi oleh permukaan kedap air. Hasil tersebut sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa urbanisasi yang tidak diimbangi dengan peningkatan kapasitas drainase berpotensi meningkatkan frekuensi dan intensitas banjir perkotaan (Kodoatie & Sjarief, 2010).

Berdasarkan pengukuran lapangan, sebagian besar saluran drainase memiliki dimensi yang relatif kecil dibandingkan dengan debit rencana yang dihitung menggunakan data curah hujan periode ulang lima tahunan. Analisis menunjukkan bahwa beberapa saluran hanya mampu menampung sekitar 70–80% dari debit maksimum yang terjadi pada saat hujan lebat. Ketidaksesuaian antara kapasitas saluran dan debit limpasan mengakibatkan air meluap ke badan jalan dan area permukiman. Kondisi ini menunjukkan perlunya evaluasi desain drainase secara berkala agar dapat menyesuaikan dengan perkembangan kawasan perkotaan yang terus meningkat.

Selain keterbatasan kapasitas saluran, hasil observasi lapangan menunjukkan bahwa sedimentasi menjadi salah satu faktor utama yang menurunkan kinerja sistem drainase. Endapan lumpur dan material padat yang menumpuk pada dasar saluran mengurangi luas penampang efektif sehingga kemampuan saluran dalam mengalirkan air menjadi lebih rendah. Pada beberapa lokasi ditemukan bahwa ketebalan sedimentasi mencapai lebih dari 20% tinggi saluran. Temuan ini mendukung hasil penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa sedimentasi merupakan penyebab utama berkurangnya kapasitas hidraulik saluran drainase perkotaan (Suripin, 2014).

Permasalahan lain yang ditemukan adalah tingginya volume sampah rumah tangga yang masuk ke dalam saluran drainase. Sampah plastik, dedaunan, dan limbah domestik menyebabkan penyumbatan pada beberapa titik aliran sehingga menghambat laju aliran air. Kondisi tersebut diperparah oleh rendahnya kesadaran masyarakat dalam menjaga kebersihan lingkungan dan membuang sampah pada tempat yang semestinya. Akibatnya, genangan air dapat terjadi meskipun curah hujan yang turun tidak terlalu tinggi. Hasil ini menunjukkan bahwa pengelolaan

drainase tidak hanya bergantung pada aspek teknis, tetapi juga memerlukan dukungan perilaku masyarakat yang peduli terhadap lingkungan.

Analisis terhadap karakteristik penggunaan lahan menunjukkan bahwa kawasan penelitian memiliki tingkat tutupan lahan terbangun yang sangat tinggi. Sebagian besar area permukiman telah mengalami perubahan dari lahan terbuka menjadi bangunan permanen dan perkerasan jalan. Kondisi ini menyebabkan kemampuan infiltrasi tanah menurun secara signifikan sehingga hampir seluruh air hujan berubah menjadi limpasan permukaan. Fenomena tersebut mengakibatkan meningkatnya beban yang harus ditampung oleh sistem drainase, peningkatan luas permukaan kedap air merupakan salah satu faktor dominan yang menyebabkan meningkatnya risiko banjir pada kawasan perkotaan.

Hasil simulasi hidraulika menunjukkan bahwa peningkatan dimensi saluran drainase mampu meningkatkan kapasitas aliran secara signifikan. Perbesaran lebar dan kedalaman saluran pada titik-titik kritis menghasilkan penurunan tinggi muka air selama kejadian hujan ekstrem. Simulasi menunjukkan bahwa kapasitas saluran dapat meningkat hingga lebih dari 25% setelah dilakukan normalisasi dan perbaikan struktur saluran. Dengan demikian, pengembangan infrastruktur drainase yang sesuai dengan kebutuhan aktual menjadi salah satu solusi yang efektif dalam mengurangi risiko banjir pada kawasan permukiman padat.

Selain peningkatan kapasitas saluran, penelitian ini juga mengevaluasi efektivitas penerapan sumur resapan sebagai bagian dari sistem drainase berkelanjutan. Hasil simulasi menunjukkan bahwa keberadaan sumur resapan mampu mengurangi volume limpasan permukaan secara signifikan dengan meningkatkan infiltrasi air ke dalam tanah. Penerapan sumur resapan pada area permukiman dan fasilitas umum mampu mengurangi beban saluran drainase terutama pada saat terjadi hujan dengan intensitas sedang hingga tinggi. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa teknologi konservasi air seperti sumur resapan dapat menjadi alternatif efektif dalam pengendalian banjir perkotaan (Maryono, 2016).

Lebih lanjut, hasil penelitian menunjukkan bahwa program pemeliharaan rutin memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap kinerja sistem drainase. Saluran yang dibersihkan secara berkala memiliki kapasitas aliran yang lebih baik dibandingkan saluran yang tidak mendapatkan perawatan. Kegiatan pemeliharaan seperti pengerukan sedimentasi dan pembersihan sampah terbukti mampu meningkatkan efisiensi sistem tanpa memerlukan investasi infrastruktur yang besar. Oleh karena itu, pemeliharaan berkala harus menjadi bagian integral dalam manajemen drainase perkotaan.

Dari aspek sosial, penelitian ini menemukan bahwa partisipasi masyarakat dalam menjaga kebersihan saluran masih tergolong rendah. Sebagian besar responden menganggap bahwa pengelolaan drainase merupakan tanggung jawab pemerintah semata. Padahal, keberhasilan sistem drainase perkotaan sangat dipengaruhi oleh keterlibatan masyarakat dalam menjaga kebersihan lingkungan. Program edukasi dan kampanye lingkungan perlu ditingkatkan untuk menumbuhkan kesadaran masyarakat mengenai pentingnya menjaga fungsi drainase sebagai sarana pengendalian banjir.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa permasalahan banjir pada kawasan permukiman padat tidak hanya disebabkan oleh faktor teknis berupa keterbatasan kapasitas saluran, tetapi juga dipengaruhi oleh aspek lingkungan dan sosial. Oleh karena itu, pendekatan yang terintegrasi antara peningkatan infrastruktur, penerapan teknologi konservasi air, pemeliharaan berkala, serta peningkatan partisipasi masyarakat menjadi strategi yang paling efektif dalam meningkatkan kinerja sistem drainase perkotaan. Upaya tersebut diharapkan dapat menciptakan sistem drainase yang lebih adaptif, berkelanjutan, dan mampu mengurangi risiko banjir secara signifikan pada masa mendatang.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa kinerja sistem drainase perkotaan pada kawasan permukiman padat masih belum optimal dalam mengendalikan limpasan air hujan dan mengurangi risiko banjir. Hasil analisis menunjukkan bahwa kapasitas sebagian besar saluran drainase yang ada tidak mampu menampung debit puncak yang terjadi saat hujan dengan intensitas tinggi. Kondisi tersebut diperparah oleh adanya sedimentasi, penumpukan sampah, serta kurangnya kegiatan pemeliharaan dan pengelolaan saluran secara berkala. Akibatnya, genangan dan banjir lokal masih sering terjadi, terutama pada wilayah dengan tingkat kepadatan penduduk yang tinggi dan dominasi permukaan kedap air.

Penelitian ini juga menunjukkan bahwa faktor teknis dan nonteknis memiliki peran penting dalam menentukan efektivitas sistem drainase. Faktor teknis meliputi dimensi saluran yang tidak memadai, kerusakan infrastruktur, dan keterbatasan kapasitas hidraulik saluran. Sementara itu, faktor nonteknis seperti rendahnya kesadaran masyarakat dalam menjaga kebersihan lingkungan serta kurang optimalnya program pemeliharaan dari pihak terkait turut berkontribusi terhadap menurunnya kinerja sistem drainase. Oleh karena itu, upaya pengurangan risiko banjir tidak hanya memerlukan perbaikan infrastruktur, tetapi juga dukungan dari aspek pengelolaan dan partisipasi masyarakat.

Hasil simulasi perbaikan menunjukkan bahwa normalisasi saluran, peningkatan kapasitas drainase, serta penerapan infrastruktur resapan seperti sumur resapan mampu memberikan dampak positif dalam mengurangi volume limpasan dan mempercepat proses pengaliran air hujan. Implementasi strategi tersebut dapat meningkatkan kemampuan sistem drainase dalam menghadapi peningkatan curah hujan dan perubahan tata guna lahan yang terus berkembang di kawasan perkotaan. Selain itu, pendekatan pengelolaan drainase yang terintegrasi dinilai lebih efektif dalam menciptakan sistem yang adaptif dan berkelanjutan.

Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa evaluasi dan peningkatan kinerja sistem drainase merupakan langkah penting dalam mendukung pembangunan perkotaan yang berkelanjutan dan tangguh terhadap bencana banjir. Diperlukan sinergi antara pemerintah, masyarakat, dan pihak terkait dalam merencanakan, membangun, serta memelihara infrastruktur drainase agar mampu berfungsi secara optimal. Dengan pengelolaan yang baik dan penerapan teknologi drainase yang sesuai, risiko banjir di kawasan permukiman padat dapat diminimalkan sehingga kualitas lingkungan dan kesejahteraan masyarakat dapat meningkat secara berkelanjutan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahiablame, L. M., Engel, B. A., & Chaubey, I. (2012). Effectiveness of low impact development practices in two urbanized watersheds. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 138(7), 620–629.
- Ariyanto, D., Nugroho, S., & Prasetyo, A. (2021). Analisis penerapan konsep drainase berkelanjutan pada kawasan perkotaan. *Jurnal Teknik Sipil*, 28(2), 115–126.
- Arsyad, S. (2018). *Konservasi tanah dan air*. IPB Press.
- Asdak, C. (2022). *Hidrologi dan pengelolaan daerah aliran sungai* (8th ed.). Gadjah Mada University Press.
- BMKG. (2023). *Laporan iklim Indonesia 2023*. Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika.
- Chow, V. T., Maidment, D. R., & Mays, L. W. (1988). *Applied hydrology*. McGraw-Hill.
- Direktorat Jenderal Sumber Daya Air. (2021). *Pedoman sistem drainase perkotaan*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

- 
- Fletcher, T. D., Shuster, W., Hunt, W. F., Ashley, R., Butler, D., Arthur, S., Trowsdale, S., Barraud, S., Semadeni-Davies, A., Bertrand-Krajewski, J. L., & lainnya. (2015). SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The evolution and application of terminology surrounding urban drainage. *Urban Water Journal*, 12(7), 525–542.
- Haryono, E., Pramono, A., & Wijaya, R. (2020). Faktor kelembagaan dalam pengelolaan drainase perkotaan berkelanjutan. *Jurnal Infrastruktur*, 6(1), 45–54.
- Hasmar, H. A. H. (2012). *Drainase perkotaan*. UII Press.
- IPCC. (2023). *Climate Change 2023: Synthesis Report*. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Kementerian PUPR. (2020). *Modul perencanaan sistem drainase perkotaan*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Kodoatie, R. J., & Sjarief, R. (2010). *Tata ruang air*. Andi Publisher.
- Maryono, A. (2016). *Memanen air hujan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Putra, A., & Haki, H. (2022). Evaluasi kapasitas saluran drainase perkotaan terhadap pengendalian banjir. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 18(3), 201–212.
- Soemarto, C. D. (2019). *Hidrologi teknik*. Erlangga.
- Sri Harto, B. (2016). *Analisis hidrologi*. Gramedia Pustaka Utama.
- Sukri, M., & Wibowo, A. (2021). Partisipasi masyarakat dalam pemeliharaan drainase lingkungan perkotaan. *Jurnal Wilayah dan Lingkungan*, 9(1), 33–44.
- Suripin. (2014). *Sistem drainase perkotaan yang berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi.
- Triatmodjo, B. (2019). *Hidrologi terapan*. Beta Offset.
- Wesli. (2017). *Drainase perkotaan*. Graha Ilmu.
- Wesli. (2018). Evaluasi kapasitas saluran drainase dalam pengendalian banjir perkotaan. *Jurnal Teknik Sipil*, 7(1), 45–56.