

Evaluasi Kinerja Jaringan Drainase Perumahan Berdasarkan Simulasi SWMM pada Komputer untuk Pengendalian Aliran Permukaan (Studi Kasus: Desa Tumpang, Kecamatan Talun, Kabupaten Blitar)

Widha Ardiansyah^{1*}, Putri Fatmawati²

^{1,2}Teknik Sipil, Universitas Islam Balitar, JL. Imam Bonjol No. 16, Jl. Majapahit No.2- 4, Sananwetan, Kec. Sananwetan, Kota Blitar, Jawa Timur

E-mail: novaritacawoxz@gmail.com

*Corresponding Author



<https://doi.org/10.31004/jerkin.v5i1.7597>

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 22 Jul 2026

Revised: 28 Jul 2026

Accepted: 03 Aug 2026

Kata Kunci:

Drainase, Limpasan Permukaan, Kapasitas Saluran, PC SWMM, Kabupaten Blitar.

Keywords:

Drainage, Surface Runoff, Channel Capacity, PC SWMM, Blitar Regency.



ABSTRACT

Peningkatan pembangunan kawasan permukiman di Desa Tumpang, Kecamatan Talun, Kabupaten Blitar menyebabkan perubahan tata guna lahan yang berdampak pada meningkatnya limpasan permukaan dan menurunnya kemampuan infiltrasi tanah, sehingga sistem drainase eksisting belum mampu mengalirkan debit air hujan secara optimal. Penelitian ini bertujuan menganalisis kapasitas saluran drainase terhadap debit limpasan serta mengevaluasi alternatif penanganan untuk meningkatkan kinerja sistem drainase kawasan permukiman. Metode penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif melalui analisis hidrologi dan hidrolika yang didukung pemodelan menggunakan PC Storm Water Management Model (SWMM) 5.2.3. Data curah hujan diperoleh dari Stasiun Hujan Lodayo, Kanigoro, dan Bendosewu periode 2016–2025 untuk menentukan curah hujan rancangan kala ulang 5 tahun. Hasil analisis menunjukkan bahwa curah hujan rancangan sebesar 192,00 mm menghasilkan total limpasan permukaan sebesar $20,742 \times 10^3 \text{ m}^3$. Simulasi SWMM mengidentifikasi enam subcatchment dengan debit limpasan melebihi 2,50 m^3/detik serta empat saluran drainase yang tidak mampu menampung aliran sehingga mengalami luapan. Upaya penanganan dilakukan melalui perubahan dimensi saluran dengan tinggi 0,5–1,0 m dan lebar 0,5–1,0 m serta penataan ulang elevasi saluran pada Node Sal.7 hingga Node Sal.13.

Increased residential development in Tumpang Village, Talun Subdistrict, Blitar Regency has led to changes in land use that have resulted in increased surface runoff and reduced soil infiltration capacity, causing the existing drainage system to be unable to optimally discharge stormwater. This study aims to analyze the capacity of drainage channels to handle runoff and to evaluate alternative solutions to improve the performance of the residential area's drainage system. The research method employs a quantitative approach through hydrological and hydraulic analysis supported by modeling using the PC Storm Water Management Model (SWMM) 5.2.3. Rainfall data were obtained from the Lodayo, Kanigoro, and Bendosewu Rainfall Stations for the period 2016–2025 to determine the 5-year return period design rainfall. The analysis results show that a design rainfall of 192.00 mm produces a total surface runoff of $20.742 \times 10^3 \text{ m}^3$. The SWMM simulation identified six subcatchments with runoff discharge exceeding 2.50 m^3/second , as well as four drainage channels that were unable to accommodate the flow and consequently experienced overflow. Mitigation measures were implemented by modifying the channel dimensions—increasing the height by 0.5–1.0 m and the width by 0.5–1.0 m—and realigning the channel elevations from Node Sal.7 to Node Sal.13.



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

How to Cite: Widha Ardiansyah, et al. (2026), Evaluasi Kinerja Jaringan Drainase Perumahan Berdasarkan Simulasi SWMM pada Komputer untuk Pengendalian Aliran Permukaan (Studi Kasus: Desa Tumpang, Kecamatan Talun, Kabupaten Blitar), 5(1). <https://doi.org/10.31004/jerkin.v5i1.7597>

PENDAHULUAN

Drainase merupakan salah satu infrastruktur perkotaan yang berfungsi mengalirkan kelebihan air dari suatu kawasan menuju badan penerima sehingga dapat mencegah terjadinya genangan maupun banjir. Sistem drainase yang direncanakan dan dikelola dengan baik berperan penting dalam menjaga fungsi kawasan permukiman, meningkatkan kualitas lingkungan, serta mengurangi kerugian akibat genangan. Menurut Suripin (2019, p. 3), sistem drainase yang efektif harus mampu mengendalikan limpasan permukaan dan menjamin kelancaran aliran air menuju badan penerima tanpa mengganggu aktivitas masyarakat.

Indonesia sebagai negara beriklim tropis memiliki curah hujan yang relatif tinggi sepanjang tahun sehingga kawasan perkotaan memiliki kerentanan terhadap genangan, terutama pada wilayah yang mengalami perkembangan kawasan terbangun secara cepat. Perubahan tata guna lahan dari area terbuka menjadi kawasan terbangun menyebabkan berkurangnya kemampuan infiltrasi tanah dan meningkatnya limpasan permukaan (runoff) yang membebani sistem drainase eksisting (Harahap et al., 2024, p. xx). Selain dipengaruhi oleh peningkatan limpasan, penurunan kapasitas saluran akibat sedimentasi, penyempitan penampang, pertumbuhan vegetasi, dan penumpukan sampah turut menyebabkan sistem drainase tidak mampu mengalirkan debit rencana secara optimal. Zaki et al. (2024, p. xx) menyatakan bahwa ketidaksesuaian antara kapasitas saluran dan debit limpasan merupakan salah satu penyebab utama terjadinya genangan di kawasan perkotaan.

Kabupaten Blitar merupakan salah satu wilayah yang mengalami perkembangan kawasan permukiman yang cukup pesat. Kondisi tersebut berdampak pada meningkatnya luas permukaan kedap air sehingga volume limpasan permukaan semakin besar. Pada beberapa kawasan permukiman masih ditemukan genangan ketika terjadi hujan dengan intensitas sedang hingga tinggi yang mengindikasikan bahwa kapasitas saluran drainase belum mampu mengalirkan debit air hujan secara optimal. Penelitian Barus et al. (2025, p. xx) menunjukkan bahwa perubahan karakteristik daerah tangkapan air yang tidak diikuti peningkatan kapasitas saluran menyebabkan penurunan kinerja sistem drainase. Penelitian pada sistem drainase di Kelurahan Kalipang, Kecamatan Sutojayan, Kabupaten Blitar juga menunjukkan bahwa beberapa saluran mengalami luapan akibat kapasitas saluran yang lebih kecil dibandingkan debit limpasan yang terjadi.

Perkembangan teknologi pemodelan hidrologi dan hidrolika memungkinkan evaluasi sistem drainase dilakukan secara lebih komprehensif. Salah satu perangkat lunak yang banyak digunakan adalah EPA Storm Water Management Model (SWMM), yang mampu mensimulasikan karakteristik limpasan, kapasitas jaringan drainase, serta mengidentifikasi lokasi yang berpotensi mengalami genangan. Sawitri et al. (2025, p. xx) menjelaskan bahwa SWMM memberikan hasil simulasi yang representatif dalam mengevaluasi kinerja sistem drainase dan merumuskan alternatif penanganan. Selain itu, konsep pengelolaan drainase berkelanjutan (eco-drainage) juga mulai diterapkan sebagai pendekatan untuk mengurangi limpasan sekaligus meningkatkan efektivitas sistem drainase (Srinovita & Saves, 2025, p. xx).

Berdasarkan uraian tersebut, masih diperlukan evaluasi kapasitas saluran drainase pada kawasan permukiman di Kabupaten Blitar dengan mempertimbangkan karakteristik curah hujan dan kondisi jaringan drainase eksisting. Penelitian ini bertujuan menganalisis kapasitas saluran drainase terhadap debit air hujan menggunakan analisis hidrologi, analisis hidrolika, dan pemodelan EPA SWMM 5.2.3. Hasil penelitian diharapkan dapat mengidentifikasi saluran yang tidak memenuhi kapasitas, memberikan alternatif penanganan yang sesuai, serta menjadi referensi bagi pemerintah daerah dan perencana dalam meningkatkan kinerja sistem drainase guna mengurangi risiko genangan pada kawasan permukiman.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan analisis hidrologi dan hidrolika untuk mengevaluasi kapasitas saluran drainase terhadap debit air hujan pada kawasan permukiman di Desa Tumpang, Kecamatan Talun, Kabupaten Blitar. Penelitian dilaksanakan pada tahun 2026. Pendekatan kuantitatif dipilih karena mampu menghasilkan analisis yang objektif dan terukur melalui perhitungan debit limpasan, kapasitas saluran, serta simulasi sistem drainase menggunakan perangkat lunak PC Storm Water Management Model (SWMM) 5.2.3.

Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian berada pada kawasan permukiman Desa Tumpang, Kecamatan Talun, Kabupaten Blitar. Pemilihan lokasi didasarkan pada kondisi eksisting yang menunjukkan masih terjadinya genangan pada beberapa titik saat hujan dengan intensitas sedang hingga tinggi. Penelitian dilaksanakan pada tahun 2026 yang meliputi tahap survei lapangan, pengumpulan data, analisis, pemodelan, serta penyusunan hasil penelitian.

Populasi dan Sampel

Populasi penelitian adalah seluruh jaringan saluran drainase pada kawasan permukiman Desa Tumpang. Sampel penelitian berupa saluran drainase utama yang menjadi bagian dari sistem drainase kawasan dan memiliki pengaruh terhadap pengaliran limpasan permukaan. Penentuan sampel dilakukan menggunakan purposive sampling, yaitu memilih saluran yang sering mengalami genangan dan mewakili kondisi jaringan drainase di lokasi penelitian.

Data dan Instrumen Penelitian

Data yang digunakan terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui survei lapangan yang meliputi pengukuran dimensi saluran, kemiringan dasar saluran, kondisi fisik saluran, serta dokumentasi lokasi penelitian. Data sekunder meliputi data curah hujan harian maksimum periode 2016–2025 dari Stasiun Hujan Lodoyo, Kanigoro, dan Bendosewu, peta daerah tangkapan air, peta tata guna lahan, serta data jaringan drainase dari instansi terkait.

Instrumen penelitian yang digunakan meliputi meteran, Global Positioning System (GPS), kamera digital, komputer, perangkat lunak Microsoft Excel untuk pengolahan data hidrologi, serta PC Storm Water Management Model (SWMM) versi 5.2.3 untuk simulasi sistem drainase.

Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi lapangan, pengukuran langsung dimensi saluran drainase, dokumentasi kondisi eksisting, serta pengumpulan data sekunder dari instansi terkait. Data curah hujan digunakan sebagai dasar analisis hidrologi, sedangkan data geometrik saluran digunakan dalam analisis hidrolika dan pemodelan jaringan drainase.

Prosedur Penelitian

Penelitian dilaksanakan melalui beberapa tahapan sebagai berikut.

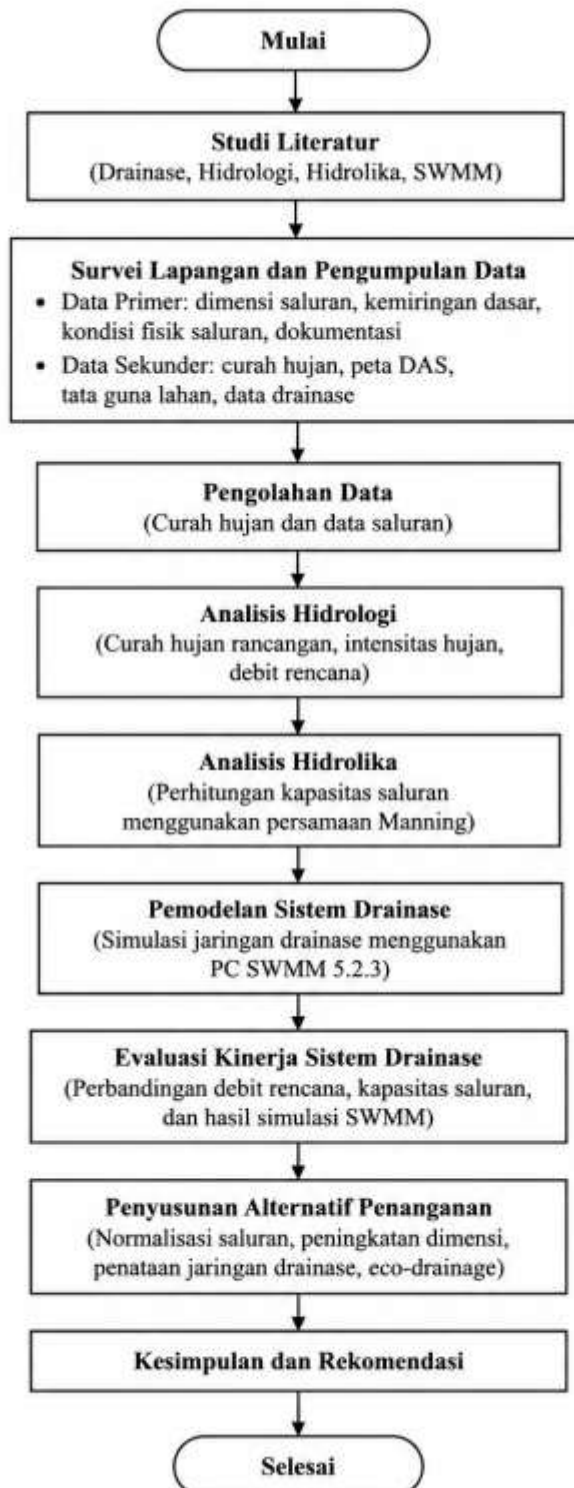
1. Studi literatur mengenai sistem drainase, analisis hidrologi, analisis hidrolika, dan pemodelan menggunakan PC SWMM.
2. Survei lapangan untuk memperoleh data kondisi eksisting saluran drainase.
3. Pengumpulan data primer dan data sekunder.
4. Analisis hidrologi meliputi penentuan curah hujan rancangan, intensitas hujan, dan debit banjir rencana.
5. Analisis hidrolika untuk menghitung kapasitas saluran drainase eksisting menggunakan Persamaan Manning.
6. Penyusunan model jaringan drainase menggunakan PC SWMM 5.2.3 dan simulasi kondisi eksisting.
7. Evaluasi kapasitas saluran dengan membandingkan debit rencana terhadap kapasitas saluran serta hasil simulasi SWMM.
8. Penyusunan alternatif penanganan melalui perubahan dimensi saluran dan penataan elevasi saluran.
9. Penyusunan kesimpulan dan rekomendasi.

Teknik Analisis Data

Analisis hidrologi dilakukan untuk memperoleh curah hujan rancangan, intensitas hujan, dan debit limpasan rencana berdasarkan data curah hujan maksimum. Analisis hidrolika digunakan untuk menghitung kapasitas saluran drainase eksisting menggunakan Persamaan Manning. Selanjutnya dilakukan pemodelan menggunakan PC SWMM 5.2.3 untuk mensimulasikan aliran pada jaringan drainase dan mengidentifikasi lokasi yang berpotensi mengalami luapan.

Evaluasi kinerja sistem drainase dilakukan dengan membandingkan hasil analisis hidrologi, analisis hidrolika, dan simulasi menggunakan PC SWMM 5.2.3. Hasil evaluasi digunakan untuk mengidentifikasi saluran drainase yang masih mampu mengalirkan debit air hujan serta saluran yang berpotensi mengalami luapan. Berdasarkan hasil tersebut, disusun alternatif penanganan berupa peningkatan dimensi saluran dan penataan jaringan drainase guna meningkatkan kinerja sistem drainase pada lokasi penelitian.

Tahapan penelitian disajikan pada Gambar 1 berupa diagram alir penelitian yang meliputi studi literatur, survei lapangan, pengumpulan data, analisis hidrologi, analisis hidrolika, pemodelan PC SWMM, evaluasi kapasitas saluran, penyusunan rekomendasi, dan penarikan kesimpulan.



HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Eksisting Sistem Drainase

Hasil survei lapangan menunjukkan bahwa sistem drainase pada kawasan permukiman Kabupaten Blitar terdiri atas saluran primer, sekunder, dan tersier yang berfungsi mengalirkan limpasan permukaan

menuju saluran pembuang utama. Secara umum kondisi saluran masih berfungsi, namun pada beberapa ruas ditemukan sedimentasi, penyempitan penampang, dan penumpukan sampah yang menyebabkan berkurangnya kapasitas efektif saluran. Kondisi tersebut menghambat aliran air terutama saat terjadi hujan dengan intensitas tinggi sehingga meningkatkan potensi terjadinya genangan.

Selain faktor fisik saluran, perubahan tata guna lahan akibat perkembangan kawasan permukiman menyebabkan meningkatnya luas permukaan kedap air. Kondisi ini mengurangi kemampuan infiltrasi tanah dan meningkatkan debit limpasan permukaan yang masuk ke sistem drainase. Akibatnya, beban yang harus ditampung oleh saluran drainase menjadi lebih besar dibandingkan kondisi saat saluran tersebut pertama kali direncanakan.



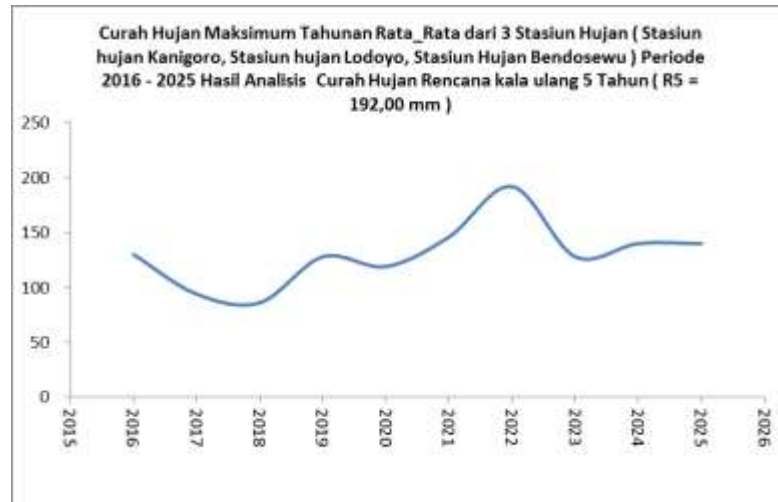
Gambar 2. Kondisi Eksisting Saluran Drainase

Analisis Curah Hujan dan Debit Rencana

Analisis hidrologi dilakukan menggunakan data curah hujan maksimum tahunan dari stasiun hujan yang berada di sekitar wilayah penelitian. Berdasarkan hasil analisis frekuensi hujan diperoleh curah hujan rancangan kala ulang 5 tahun sebesar 192,00 mm. Nilai tersebut digunakan sebagai dasar dalam perhitungan intensitas hujan dan debit limpasan permukaan.

Perhitungan debit menggunakan Metode Rasional menunjukkan bahwa limpasan permukaan yang terjadi cukup besar akibat dominasi kawasan terbangun. Hasil analisis menunjukkan total limpasan permukaan mencapai $20,742 \times 10^3 \text{ m}^3$. Besarnya limpasan tersebut menunjukkan bahwa sistem drainase harus memiliki kapasitas yang memadai agar mampu mengalirkan air hujan tanpa menimbulkan genangan.





Gambar 3. Grafik Curah Hujan Rancangan

Analisis Kapasitas Saluran Drainase

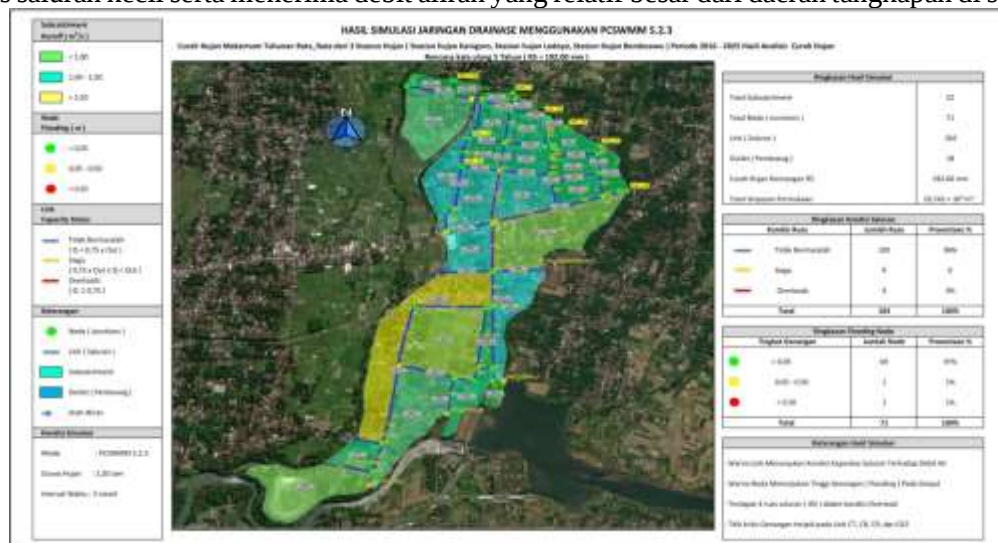
Analisis hidrolika dilakukan untuk mengetahui kapasitas saluran drainase eksisting menggunakan Persamaan Manning. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kapasitas saluran pada setiap ruas memiliki nilai yang berbeda-beda tergantung dimensi penampang, kemiringan dasar saluran, dan kondisi fisik saluran.

Sebagian ruas saluran masih mampu menampung debit aliran yang terjadi, namun beberapa ruas memiliki kapasitas yang lebih kecil dibandingkan debit limpasan yang masuk. Kondisi ini menunjukkan bahwa saluran tidak mampu mengalirkan seluruh debit air hujan sehingga berpotensi menimbulkan luapan pada saat hujan dengan intensitas tinggi.

Hasil Simulasi EPA SWMM

Simulasi menggunakan EPA SWMM dilakukan untuk mengevaluasi kinerja jaringan drainase secara keseluruhan. Hasil simulasi menunjukkan bahwa terdapat 6 subcatchment yang menghasilkan debit limpasan lebih dari 2,50 m³/detik. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa beberapa daerah tangkapan memiliki kontribusi limpasan yang cukup besar terhadap sistem drainase.

Selain itu, hasil simulasi menunjukkan terdapat 4 ruas saluran yang mengalami kondisi overload atau tidak mampu menampung debit limpasan yang terjadi. Luapan terjadi pada titik-titik yang memiliki kapasitas saluran kecil serta menerima debit aliran yang relatif besar dari daerah tangkapan di sekitarnya.



Gambar 4. Hasil Simulasi Jaringan Drainase Menggunakan EPA SWMM

Evaluasi Kinerja Sistem Drainase

Evaluasi dilakukan dengan membandingkan kapasitas saluran terhadap debit rencana yang terjadi. Hasil analisis menunjukkan bahwa sekitar 96% ruas saluran masih mampu menampung debit limpasan,

sedangkan 4% lainnya mengalami kekurangan kapasitas. Ketidaksesuaian tersebut menunjukkan bahwa sistem drainase eksisting belum mampu mengakomodasi debit air hujan secara optimal.

Beberapa faktor yang menyebabkan rendahnya kinerja saluran antara lain:

1. Sedimentasi yang mengurangi luas penampang efektif saluran.
2. Penyempitan saluran akibat bangunan dan utilitas.
3. Peningkatan kawasan terbangun yang meningkatkan limpasan permukaan.
4. Kurangnya pemeliharaan saluran secara berkala.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Barus et al. (2025) yang menyatakan bahwa kapasitas saluran yang lebih kecil daripada debit limpasan merupakan penyebab utama terjadinya genangan pada kawasan perkotaan.

Alternatif Penanganan dan Rekomendasi

Berdasarkan hasil evaluasi, beberapa alternatif penanganan yang direkomendasikan meliputi:

1. Normalisasi saluran melalui pengerukan sedimentasi secara berkala.
2. Peningkatan dimensi saluran pada titik-titik kritis.
3. Penataan ulang elevasi pada saluran Node Sal.7 sampai Node Sal. 13.
4. Penerapan sumur resapan dan kolam retensi sebagai bagian dari konsep eco-drainage.

Penerapan rekomendasi tersebut diharapkan mampu meningkatkan kapasitas sistem drainase sehingga risiko genangan pada kawasan permukiman Kabupaten Blitar dapat dikurangi secara signifikan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis hidrologi, hidrolika, dan simulasi menggunakan PC SWMM pada sistem drainase kawasan permukiman di Desa Tumpang, Kecamatan Talun, Kabupaten Blitar, dapat disimpulkan bahwa curah hujan rancangan kala ulang 5 tahun sebesar 192,00mm menghasilkan total limpasan permukaan sebesar $20,742 \times 10^3 \text{ m}^3$. Besarnya limpasan tersebut dipengaruhi oleh tingginya intensitas hujan serta meningkatnya luas kawasan terbangun yang menyebabkan berkurangnya kemampuan infiltrasi tanah.

Hasil simulasi menunjukkan terdapat 6 subcatchment yang menghasilkan debit limpasan lebih dari 2,50 m³/detik dan sebanyak 4 ruas saluran mengalami kondisi overload atau tidak mampu menampung debit limpasan yang terjadi. Evaluasi kapasitas saluran menunjukkan bahwa dari 104 ruas saluran yang dianalisis, sebanyak 100 ruas saluran (96%) masih mampu mengalirkan debit limpasan dengan baik, sedangkan 4 ruas saluran lainnya (4%) tidak memenuhi kapasitas yang dibutuhkan. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa sistem drainase eksisting belum mampu mengakomodasi debit air hujan rencana secara optimal.

Faktor utama yang menyebabkan rendahnya kinerja sistem drainase meliputi sedimentasi yang mengurangi luas penampang efektif saluran, penyempitan saluran akibat aktivitas di sekitar jaringan drainase, peningkatan kawasan terbangun yang menyebabkan kenaikan debit limpasan, serta kurangnya pemeliharaan saluran secara berkala. Oleh karena itu, peningkatan kapasitas saluran dan pengelolaan sistem drainase yang lebih terintegrasi diperlukan untuk mengurangi risiko genangan dan meningkatkan kinerja jaringan drainase pada kawasan permukiman Kabupaten Blitar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan, serta kontribusi dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan artikel ini. Peneliti juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam penyediaan data, pelaksanaan penelitian, serta pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu per satu atas dukungan dan kerja samanya sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

REFERENSI

Armawan, L. M. A., & Pribadi, A. (2025). Drainage system evaluation using Storm Water Management Model (SWMM) in urban areas. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 10(1), 45–56.

- Barus, F., Sutarto, T. E., & Widiawati, D. D. (2025). Evaluation of drainage system performance in urban areas using hydrological and hydraulic approaches. *Civil and Environmental Science Journal*, 8(1), 58–69.
- Harahap, M. A. K., Judijanto, L., Guna, B. W. K., Jasman, J., & Samanlangi, I. (2024). Innovative approaches to urban drainage system: A review. *Indonesia Journal of Engineering and Education Technology*, 2(2), 257–266.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2023). Pedoman perencanaan sistem drainase perkotaan. Direktorat Jenderal Sumber Daya Air.
- Kodoatie, R. J. (2021). Rekayasa dan manajemen banjir kota. Andi Offset.
- Mays, L. W. (2019). *Water resources engineering* (3rd ed.). John Wiley & Sons.
- Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia. (2014). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12/PRT/M/2014 tentang penyelenggaraan sistem drainase perkotaan. Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia.
- Rahma, S. L., Sunarsih, S., & Mussadun, M. (2024). Urban drainage performance analysis in residential areas affected by land use change. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 14(2), 115–126.
- Rossmann, L. A. (2015). *Storm Water Management Model user's manual version 5.1*. United States Environmental Protection Agency (EPA).
- Sawitri, N. R., Christanto, N., & Retnowati, A. (2025). Urban flood management strategies using SWMM. *Indonesian Journal of Planning and Development*, 10(1), 27–37.
- Srinovita, A., & Saves, F. (2025). Eco-drainage for urban flood mitigation in residential areas. *Civil and Sustainable Urban Engineering*, 5(2), 228–242.
- Suripin. (2019). Sistem drainase perkotaan yang berkelanjutan. Andi Offset.
- Triatmodjo, B. (2020). Hidrologi terapan. Beta Offset.
- United States Environmental Protection Agency. (2022). *Storm Water Management Model (SWMM) version 5.2 reference manual*. U.S. EPA.
- Wesli. (2018). Drainase perkotaan. Graha Ilmu.
- Yulistyorini, A., & Nugroho, J. (2022). Sustainable urban drainage system implementation in Indonesia. *Journal of Infrastructure Development*, 14(2), 95–107.
- Zaki, A., Huda, N., & Amir, S. (2024). Optimizing urban drainage systems to cope with continuous flooding in residential areas. *Journal of Moeslim Research Teknik*, 1(4), 204–213.