Jurnal Serambi Engineering JSE
Volume X, No.3, Juli 2025 Hal 14524 - 14532
p-ISSN : 2528-3561
e-ISSN : 2541-1934

Penerapan EPA SWMM 5.2 pada Sistem Drainase untuk Mereduksi Banjir di Perumahan Sukolilo

Rr Diah Nugraheni Setyowati*, Asri Sawiji, Balqis Safira Choirunnisa, Gilang Dwi Gimnastiar, Putri Berliani Fadillah

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya
***Koresponden email**: diahnugraheni@uinsa.ac.id

Diterima: 26 Juni 2025 Disetujui: 01 Juli 2025

Abstract
The application of EPA SWMM 5.2 is needed to reduce flooding in Sukolilo Housing, because the housing was built by filling land so it changes the land use from a pond area to a runoff area, causing flooding. The method used in this study is a quantitative descriptive method. This study's aim is to simulate and optimize the capacity of the Sukolilo Housing drainage network using the SWMM 5.2 software program. In this study, hydrological and hydraulic simulations were carried out using SWMM 5.2 software which can represent flow and inundation spatially and temporally. Further analysis was carried out using a hydrological and hydraulic approach to calculate the planned rainfall and runoff discharge resulting from each extreme rain event. The simulation was carried out on the existing drainage network model by entering actual parameters including base elevation, channel cross-section dimensions, channel shape, and network layout with a site plan map of the area. After the latest simulation was carried out, the results were obtained, namely enlarging the secondary channel to 0.80 m × 0.80 m and reducing the tertiary channel to 0.50 m × 0.35 m, the flow capacity increased significantly without sacrificing hydraulic performance and saving material usage.
Keywords: *epa swmm, drainage, flood, hydrology, hydraulics*

Abstrak
Penerapan EPA SWMM 5.2 diperlukan untuk mereduksi banjir di Perumahan Sukolilo, karena perumahan tersebut dibangun dengan cara menimbun lahan sehingga mengubah penggunaan lahan dari daerah tambak menjadi daerah limpasan sehingga menyebabkan banjir. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif kuantitatif. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mensimulasikan dan mengoptimalkan kemampuan jaringan drainase Perumahan Sukolilo dengan menggunakan program software SWMM 5.2. Dalam penelitian ini dilakukan simulasi hidrologi dan hidraulika menggunakan software SWMM 5.2 yang mampu merepresentasikan aliran dan genangan secara spasial dan temporal. Analisis lebih lanjut dilakukan dengan pendekatan hidrologi dan hidraulika untuk menghitung curah hujan rencana dan debit limpasan yang dihasilkan dari setiap kejadian hujan ekstrem. Simulasi dilakukan pada model jaringan drainase eksisting dengan memasukkan parameter aktual meliputi elevasi dasar, dimensi penampang saluran, bentuk saluran, tata letak jaringan dengan peta site plan kawasan. Setelah dilakukan simulasi terbaru didapatkan hasil, yaitu memperbesar saluran sekunder menjadi 0,80 m × 0,80 m dan memperkecil saluran tersier menjadi 0,50 m × 0,35 m, kapasitas aliran meningkat secara signifikan tanpa mengorbankan kinerja hidraulik serta menghemat penggunaan material.
Kata Kunci: *epa swmm, drainase, banjir, hidrologi, hidraulika*

1. Pendahuluan
Indonesia merupakan negara yang sangat identik dengan bencana banjir, terlebih pada saat musim hujan. Bencana banjir di Indonesia selalu terulang setiap tahunnya, dan mungkin malah cenderung meningkat, baik frekuensinya, luas daerah, maupun kedalamannya. Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) menuliskan bahwa bencana banjir merupakan bencana alam yang paling banyak terjadi di Indonesia.(Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Kota Surabaya, 2017).

Pemerintah Kota Surabaya sebenarnya telah berusaha mengurangi banjir di Surabaya secara menyeluruh salah satunya dengan Surabaya Drainage Master Plan (SDMP), namun hasil dari usaha tersebut diduga belum sepenuhnya optimal. Hal tersebut terjadi akibat perubahan alih fungsi lahan menjadi daerah pemukiman dan pusat kegiatan ekonomi lainnya sehingga masalah banjir di Kota Surabaya secara umum belum teratasi.(Kartiko & Waspodo, 2018).

Surabaya mengalami perkembangan pesat terutama di daerah Surabaya Timur (Lisna dan Umboro, 2018). Surabaya Timur merupakan salah satu daerah di Surabaya yang menjadi sasaran para *developer* perumahan karena banyaknya aktivitas penduduk. Sukolilo Dian Regenc merupakan salah satu perumahan baru yang berada di kawasan padat penduduk dengan luas total 12,3 Ha. Perumahan Sukolilo Dian Regency dibangun dengan cara menimbun lahan sehingga mengubah penggunaan lahan dari daerah tambak (tampungan sementara) menjadi daerah limpasan Isminingtyas (2018). Semakin banyaknya lahan yang dimanfaatkan untuk permukiman maka semakin sedikit ruang terbuka hijau yang berguna untuk menyimpan dan menyerap air hujan sehingga mengakibatkan terjadi banjir (Fiani & Pribadi, 2024).

Model simulasi terkait sumber daya air umumnya masih dilakukan secara parsial dengan hanya menggunakan pendekatan hidrologi atau hidraulik saja (Wesli, 2021). Padahal suatu objek yang menjadi suatu permasalahan kadang sangat dipengaruhi oleh sekitarnya sehingga tidak dapat terlepas dengan wilayah lainnya (Yogatama, A. T., & Nusantara, D. A. D. 2024). Sebagai contoh, permasalahan banjir di suatu daerah sangat terkait dengan ruang dan waktu sehingga harus melibatkan pendekatan hidrologi dan hidraulik secara bersamaan atau simultan (Putuhena & Ginting, 2013). Hidrograf banjir yang digunakan dalam pemodelan numerik ini diperoleh dari hasil perhitungan debit banjir menggunakan data hujan untuk beberapa periode ulang (Suryadi et al., 2024).

Drainase berwawasan lingkungan atau eko-drainase dapat diartikan sebagai upaya mengalirkan dan meresapkan sebagian air hujan yang mengalir melewati saluran-saluran air hujan pada suatu kawasan atau lahan (Trimas, A., & Nusantara, D. A. D. 2022). Selain fungsi lahan tersebut tidak terganggu akibat banjir, air yang meresap dapat dijadikan cadangan sumber air (Ramadhanti, n.d.). Drainase adalah sistem yang dibuat untuk menangani persoalan kelebihan air yang berada di atas permukaan tanah. Saluran drainase dirancang untuk menampung debit aliran saat musim hujan (Lindawati et al., 2021).

Berdasarkan kondisi tersebut, perlu dilakukan evaluasi terhadap sistem drainase eksisting di kawasan Sukolilo Dian Regency untuk mengetahui sejauh mana sistem tersebut mampu mengatasi limpasan air hujan. Evaluasi ini menjadi langkah awal yang penting dalam menentukan perencanaan ulang sistem drainase yang lebih efektif dan sesuai dengan kebutuhan kawasan. Pembahasan dalam tugas besar ini akan difokuskan pada proses identifikasi permasalahan, analisis teknis terhadap kondisi eksisting, serta usulan perencanaan ulang yang dapat dijadikan solusi untuk meminimalkan potensi genangan di masa mendatang.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dan program EPA SWMM 5.2 berfungsi sebagai mekanisme validasi untuk memastikan akurasi hasil perhitungan, baik yang dilakukan oleh aplikasi maupun secara manual. Dengan membandingkan output dari kedua metode, kita dapat mengukur tingkat kesesuaiannya dan mengidentifikasi potensi error dalam proses perhitungan. Dalam proses pengumpulan data ini didapatkan dari hasil pengumpulan data primer dan sekunder, termasuk survei lapangan, wawancara warga dan ketua RT, serta pengambilan data topografi menggunakan perangkat lunak Global Mapper.

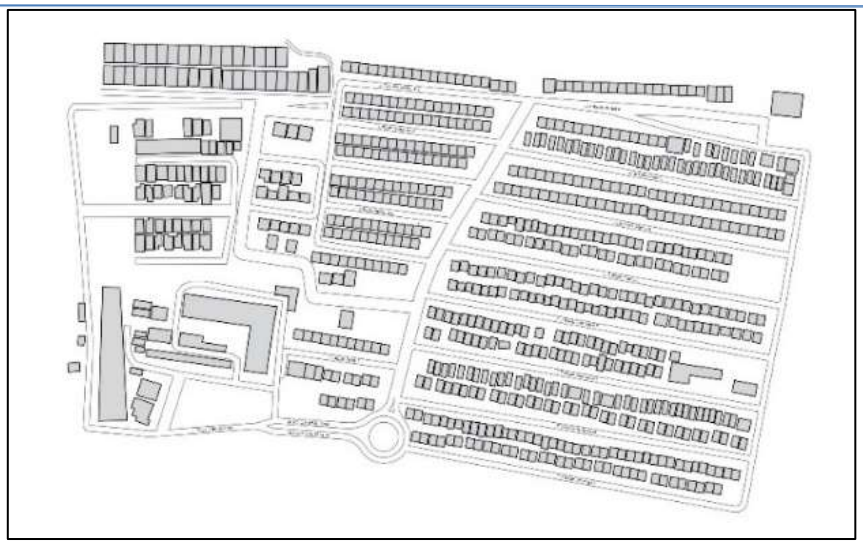
Program SWMM atau Storm Water Management Model dapat digunakan untuk mensimulasi sistem yang kompleks dan berbagai macam pengendalian air hujan (Grace et al., 2022). Salah satu metode untuk menganalisis kemampuan saluran drainase untuk mengatasi limpasan adalah pemodelan dengan program EPA SWMM 5.2 (Environmental Protection Agency Storm Water Management Model 5.2). SWMM merupakan software pemodelan yang digunakan dalam merencanakan, menganalisis, serta mendesain suatu model berkaitan dengan genangan air hujan serta sistem drainase pada daerah maupun area perkotaan. Model SWMM ini mampu menghitung kuantitas dan kualitas limpasan permukaan dari setiap daerah tangkapan hujan, debit aliran, kedalaman aliran, dan kualitas air di setiap saluran selama periode simulasi (Zahrok et al., 2023).

3. Hasil dan Pembahasan

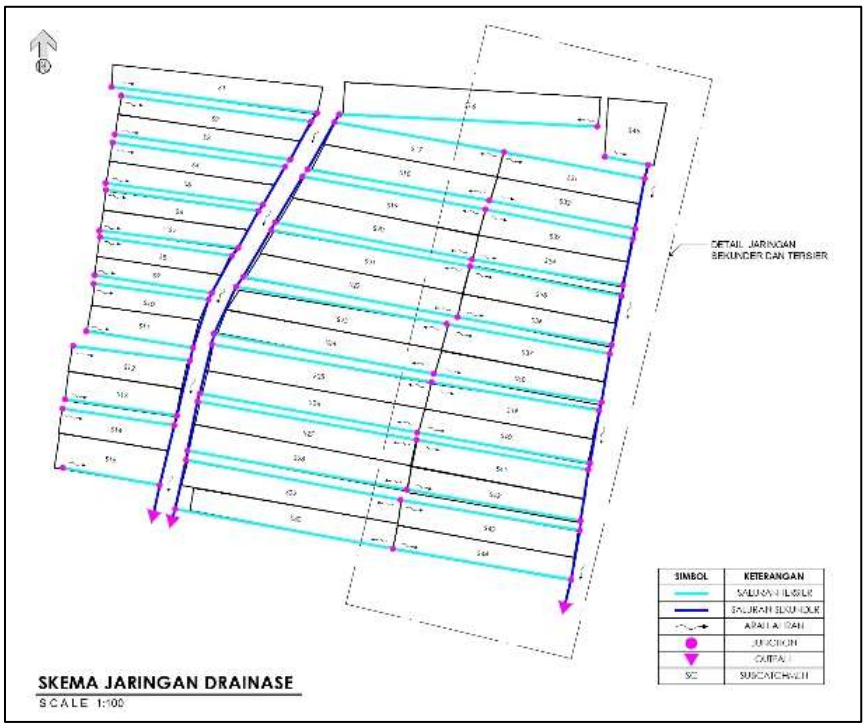
Simulasi Skenario Banjir pada Sistem Drainase Existing

Gambar 1 site plan di bawah ini menunjukkan tata letak keseluruhan kawasan Perumahan Sukolilo Dian Regency yang terletak di wilayah Sukolilo, Surabaya Timur. Informasi dari site plan ini menjadi acuan utama dalam menentukan pola aliran air, lokasi saluran tersier dan sekunder.

Jurnal Serambi Engineering JSE
Volume X, No.3, Juli 2025 Hal 14524 - 14532
p-ISSN : 2528-3561
e-ISSN : 2541-1934



Gambar 1. Site Plan Perumahan Sukolilo Dian Regency.
Sumber: Hasil Analisis, 2025



Gambar 2. Detail jenis aliran sistem drainase pada software EPA SWMM
Sumber: Hasil Analisis, 2025

Dari model jaringan drainase yang ditampilkan **Gambar 2**, dapat diketahui bahwa sistem drainase kawasan menggunakan pola aliran paralel-siku (*grid system*). Dalam pola ini, saluran tersier dari lingkungan blok-blok perumahan mengalirkan air secara tegak lurus ke saluran sekunder yang lebih besar dan memanjang mengikuti jalur jalan utama.

Berdasarkan hasil simulasi di **Gambar 3** yang dilakukan menggunakan software EPA SWMM 5.2 dengan skenario curah hujan rencana 10 tahunan (R10), hasil simulasi menunjukkan bahwa segmen saluran C83 hingga C87 masih mengalami overcapacity yang cukup signifikan, ditandai dengan warna merah dalam output SWMM.

Berdasarkan hasil simulasi pada **Gambar 4** yang dilakukan menggunakan software EPA SWMM 5.2 dengan skenario curah hujan rencana 50 tahunan (R50), hasil simulasi menunjukkan bahwa segmen saluran C83 hingga C87 masih mengalami overcapacity yang cukup signifikan, ditandai dengan warna merah dalam output SWMM.

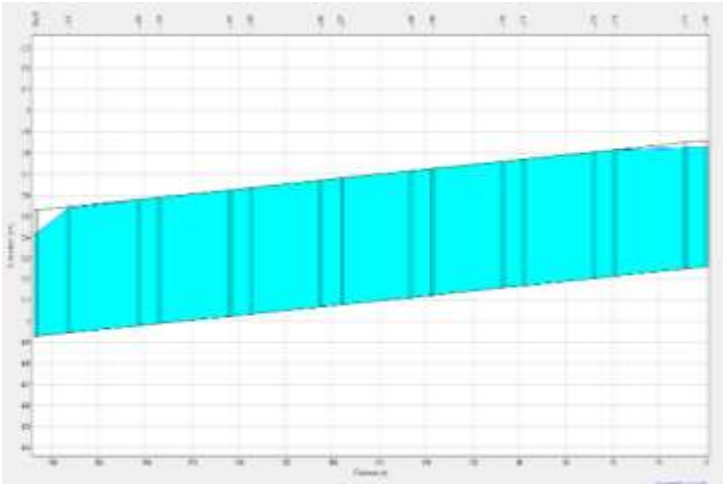
Jurnal Serambi Engineering JSE
Volume X, No.3, Juli 2025 Hal 14524 - 14532
p-ISSN : 2528-3561
e-ISSN : 2541-1934

Gambar 3. Hasil simulasi skenario curah hujan rencana 10 tahun
Sumber: Hasil Analisis, 2025

Gambar 4. Hasil simulasi scenario curah hujan rencana 50 tahun
Sumber: Hasil Analisis, 2025

Gambar 5. Hasil simulasi skenario curah hujan rencana 100 tahun
Sumber: Hasil Analisis, 2025

Berdasarkan hasil simulasi pada **Gambar 5** yang dilakukan menggunakan software EPA SWMM 5.2 dengan skenario curah hujan rencana 100 tahunan (R100), hasil simulasi menunjukkan bahwa segmen saluran C83 hingga C87 masih mengalami *overcapacity* yang cukup signifikan, ditandai dengan warna merah dalam output SWMM.



Gambar 6. Hasil Skenario Banjir pada Sistem Drainase
Sumber: Hasil Analisis, 2025

Berdasarkan hasil visualisasi profil elevasi air dari EPA SWMM dengan kala ulang R10, 50, dan 100 pada jalur antara Node J76 hingga Outfall 3 (Out3), terlihat bahwa segmen saluran C83 hingga C87 berada dalam kondisi aliran penuh atau hampir jenuh (**Gambar 6)**. Hal ini ditunjukkan dengan permukaan air (ditandai warna biru muda) yang mendekati atau menyentuh elevasi bagian atas saluran, menandakan bahwa kapasitas saluran dimanfaatkan secara maksimal.

Tabel 1. Perbandingan perhitungan existing

Perhitungan	Manual	SWMM
R10	0,23 m^3/det	0,340 m^3/det
R50	0,25 m^3/det	0,342 m^3/det
R100	0,24 m^3/det	0,683 m^3/det

Sumber: Hasil Analisis, 2025

Pada perbandingan antara hasil perhitungan manual dan simulasi EPA SWMM, terlihat bahwa terdapat perbedaan yang cukup jelas, terutama pada skenario hujan rencana R100. Secara manual, debit R100 justru lebih kecil (0,24 m^3/det) dibanding R50 (0,25 m^3/det), yang tampak tidak wajar secara logika. Namun hal ini terjadi karena dalam perhitungan manual, intensitas hujan R100 memang lebih tinggi, tetapi dihitung dalam durasi waktu konsentrasi yang lebih pendek**,** yakni hanya 15 menit. Sebaliknya, intensitas pada R50 dan R10 menggunakan waktu 14 menit, yang membuat hasil debit tidak jauh berbeda atau bahkan tampak lebih tinggi.

Perhitungan manual bersifat sangat tergantung pada input waktu konsentrasi, sehingga hasilnya bisa tidak mencerminkan kondisi lapangan secara dinamis. Sementara dalam simulasi SWMM, seluruh limpasan dari catchment dihitung secara detail dalam konteks waktu dan akumulasi aliran, sehingga pada skenario R100, debit puncaknya tercatat jauh lebih besar, yakni mencapai 0,683 m^3/det. Hal ini menunjukkan bahwa simulasi EPA SWMM mampu menggambarkan fenomena hidrologi yang kompleks lebih akurat dibanding metode manual yang sederhana dan berbasis asumsi tetap (Ahmad et al., 2024).

Desain dan Simulasi Skenario Banjir pada Sistem Drainase Rencana

Pada skenario curah hujan rencana 10 tahunan, hasil simulasi EPA SWMM 5.2 menunjukkan bahwa saluran C83 hingga C87 yang sebelumnya mengalami overcapacity (ditandai warna merah) telah membaik menjadi warna kuning setelah dilakukan perubahan dimensi saluran. Hal ini menandakan bahwa sistem drainase sudah mampu menampung dan mengalirkan debit limpasan R10 dengan lebih baik, meskipun masih terdapat potensi genangan ringan di beberapa titik yang tetap perlu diawasi.

Jurnal Serambi Engineering JSE
Volume X, No.3, Juli 2025 Hal 14524 - 14532
p-ISSN : 2528-3561
e-ISSN : 2541-1934

Gambar 7. Hasil simulasi skenario curah hujan rencana 10 tahun drainase rencana
Sumber: Hasil Analisis, 2025

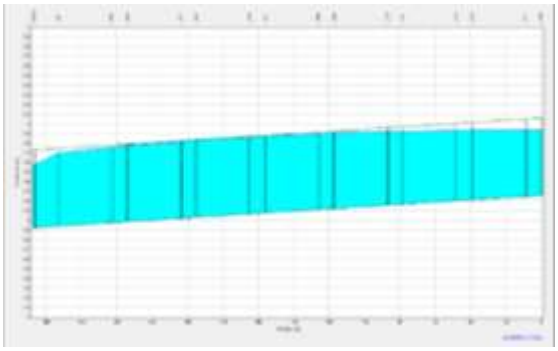
Gambar 8. Hasil simulasi scenario curah hujan rencana 50 tahun drainase rencana
Sumber: Hasil Analisis, 2025

Untuk skenario hujan rencana 50 tahunan, hasil simulasi menunjukkan kondisi yang relatif serupa dengan R10, di mana saluran C83–C87 tetap berada dalam status kuning. Meskipun intensitas hujan meningkat, kapasitas saluran yang telah diperbesar terbukti cukup efektif dalam mengalirkan debit tanpa menyebabkan luapan besar. Namun demikian, warna kuning tetap menjadi indikator perlunya perhatian dan pemeliharaan agar tidak berkembang menjadi kondisi kritis.

Gambar 9. Hasil simulasi scenario curah hujan rencana 100 tahun drainase rencana
Sumber: Hasil Analisis, 2025

Pada skenario curah hujan ekstrem dengan periode ulang 100 tahunan, hasil simulasi menunjukkan bahwa saluran C83 hingga C87 masih bertahan dalam status kuning. Ini menunjukkan bahwa sistem drainase yang telah ditingkatkan dimensinya tetap mampu merespons beban limpasan tinggi tanpa

overcapacity berat. Meski demikian, potensi genangan ringan tetap ada, dan diperlukan langkah antisipatif dalam perawatan serta pemantauan berkala untuk menjaga kinerja saluran tetap optimal dalam jangka panjang.



Gambar 10. Hasil Skenario Banjir pada Sistem Drainase Rencana
Sumber: Hasil Analisis, 2025

Berdasarkan hasil visualisasi profil elevasi air dari EPA SWMM dengan kala ulang R10, R50, dan R100 setelah dilakukan evaluasi dan perbaikan dimensi saluran, terlihat bahwa kondisi aliran pada segmen antara Node J76 hingga Outfall 3 (Out3), khususnya pada saluran C83 hingga C87, menunjukkan peningkatan performa yang signifikan. Permukaan air (ditandai warna biru muda) berada jauh di bawah elevasi saluran bagian atas, menunjukkan bahwa kapasitas saluran mencukupi dan tidak lagi berada dalam kondisi jenuh.

Perubahan dimensi saluran telah berhasil mengurangi tekanan hidraulik pada segmen tersebut, yang sebelumnya menunjukkan kondisi overcapacity (ditandai warna merah), dan kini menunjukkan status kuning pada seluruh jalur, menandakan sistem dalam kondisi aman dan mampu menampung debit aliran secara efektif. Selain itu, kemiringan dasar saluran tetap landai, namun dengan kapasitas penampang yang telah diperbesar, aliran dapat bergerak lebih lancar tanpa menyebabkan penumpukan signifikan di segmen tengah.

Tabel 2. Perbandingan perhitungan rencana

Perhitungan	Manual	SWMM
R10	0,23 m3/det	0,66 m3/det
R50	0,25 m3/det	0,68 m3/det
R100	0,24 m3/det	0,68 m3/det

Sumber: Hasil Analisis, 2025

Perbedaan hasil antara perhitungan manual dan simulasi EPA SWMM pada skenario hujan rencana R10, R50, dan R100 dapat dilihat dari metode dan tingkat detail masing-masing pendekatan. Dalam perhitungan manual, meskipun waktu konsentrasi (Tc) yang digunakan sama, yakni 14 menit untuk semua skenario, debit puncak untuk R100 justru lebih kecil (0,24 m^3/det) dibandingkan dengan R50 (0,25 m^3/det). Hal ini terjadi karena rumus manual yang sederhana sangat bergantung pada nilai intensitas hujan yang digunakan dan asumsi distribusi hujan yang tetap, sehingga variasi intensitas hujan dalam durasi singkat bisa menyebabkan hasil debit tidak konsisten secara logis.

Setelah dilakukan perubahan dimensi saluran pada segmen C83–C87 dan saluran tersier di dekat outfall, hasil simulasi menunjukkan perbaikan signifikan terhadap kondisi hidraulik. Dimensi saluran sekunder yang semula 0,60 m × 0,55 m diperbesar menjadi 0,80 m × 0,80 m, sehingga kapasitas tampung saluran meningkat secara optimal untuk mengalirkan debit rencana tanpa terjadi luapan. Sementara itu, saluran tersier yang sebelumnya berukuran 0,60 m × 0,35 m diperkecil menjadi 0,50 m × 0,35 m untuk efisiensi penggunaan material tanpa mengorbankan kinerja hidraulik, sesuai hasil simulasi yang menunjukkan kapasitas masih memadai.

Dengan modifikasi ini, seluruh segmen saluran, termasuk titik sebelum outfall dan sepanjang jalur C83–C87, berubah status menjadi kuning pada hasil simulasi, menandakan kondisi saluran yang aman dan kapasitas yang cukup untuk menampung limpasan. Hal ini membuktikan bahwa perencanaan ulang dimensi saluran berhasil mengatasi masalah genangan dan potensi banjir yang sebelumnya terjadi akibat kapasitas saluran yang kurang, serta memberikan solusi yang efektif dan ekonomis untuk sistem drainase di daerah tersebut.

Sementara itu, simulasi EPA SWMM menghitung limpasan secara dinamis dengan memperhitungkan variasi intensitas hujan secara temporal, distribusi limpasan di seluruh catchment, dan karakteristik saluran yang lebih rinci serta perubahan dimensi saluran secara spasial. Oleh karena itu, hasil debit puncak dari EPA SWMM pada skenario R100 dan R50 hampir sama dan jauh lebih besar, yaitu sekitar 0,68 m^3/det, yang mencerminkan fenomena hidrologi yang lebih kompleks dan realistis. Dengan kata lain, perhitungan manual yang sederhana dan mengandalkan asumsi tetap cenderung kurang mampu menangkap dinamika limpasan nyata, sedangkan SWMM mampu memberikan gambaran hidrologi yang lebih akurat dan mendetail meskipun waktu konsentrasi sama pada semua skenario.

4. Kesimpulan

Saluran pada segmen C83–C87 awalnya memiliki kapasitas yang kurang memadai sehingga berpotensi menimbulkan genangan, yang terutama dipicu oleh saluran tersier di dekat outfall dengan elevasi lebih rendah yang menyebabkan akumulasi aliran. Setelah dilakukan perubahan dimensi, yaitu memperbesar saluran sekunder menjadi 0,80 m × 0,80 m dan memperkecil saluran tersier menjadi 0,50 m × 0,35 m, kapasitas aliran meningkat secara signifikan tanpa mengorbankan kinerja hidraulik serta menghemat penggunaan material. Hasil simulasi pasca-perubahan menunjukkan seluruh segmen saluran berstatus kuning, yang menandakan kondisi yang aman dan optimal dalam menampung debit rencana. Oleh karena itu, direkomendasikan untuk menerapkan dimensi saluran yang telah direvisi sesuai hasil simulasi, serta melakukan pemeliharaan dan monitoring rutin agar kapasitas saluran tetap terjaga dan bebas dari sedimentasi atau kerusakan. Selain itu, penggunaan simulasi hidrologi-hidraulik secara berkala sangat disarankan untuk evaluasi sistem drainase dan antisipasi terhadap perubahan kondisi di masa mendatang.

5. Daftar Pustaka

[1] Ahmad, S., Jia, H., Ashraf, A., Yin, D., Chen, Z., Ahmed, R., & Israr, M. (2024). A Novel GIS-SWMM-ABM Approach for Flood Risk Assessment in Data-Scarce Urban Drainage Systems. *Water*, *16*(11), 1464. https://doi.org/10.3390/w16111464.

[2] Febriana, I. C., & Nusantara, D. A. D. (2025). Implementasi Program EPA SWMM 5.2 Pada Perencanaan Sistem Drainase Perumahan (Studi Kasus: De Naila Village). *Ge-STRAM: Jurnal Perencanaan dan Rekayasa Sipil*, *8*(1), 44-52.

[3] Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Kota Surabaya. (2017). Geografis Kota Surabaya. In *Dpm&Ptsp*.

[4] Fiani, M., & Pribadi, A. (2024). Evaluasi Sistem Drainase Menggunakan Program SWMM 5.2 pada Perumahan Wisma Asri, Bekasi Utara. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, *9*(2), 189–198. https://doi.org/10.29244/jsil.9.2.189-198

[5] Isma Isminingtyas. **(**2018). *Perencanaan Ulang Sistem Drainase Perumahan Sukolilo Dian Regency di Surabaya Timur*. Tugas Akhir, Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumian, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

[6] Grace, A., Yudianto, D., & Fitriana, F. (2022). Optimasi Perencanaan Sistem Drainase Kawasan Industri di Cikarang, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat. *JURNAL TEKNIK HIDRAULIK*, *13*(2), 103–112. https://doi.org/10.32679/jth.v13i2.712

[7] Kartiko, L., & Waspodo, R. S. B. (2018). Analisis Kapasitas Saluran Drainase Menggunakan Program SWMM 5.1 di Perumahan Tasmania Bogor, Jawa Barat. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, *3*(3), 133–148. https://doi.org/10.29244/jsil.3.3.133-148

[8] Lindawati, L., Irawan, P., & Nursani, R. (2021). *Evaluasi Sistem Drainase dalam Upaya Penggulanagan Banjir di Jalan A.H Nasution Kota Tasikmalaya Menggunakan Program EPA SWMM 5*.

[9] Putuhena, W. M., & Ginting, S. (2021). *Pengembangan Model Banjir Jakarta*. *4*. Ramadhanti, A. U. D. (n.d.). *Analisa Sistem Drainase untuk Penanggulangan Banjir dengan Jenis Drainase Kawasan Perumahan Berwawasan Lingkungan (Studi Kasus Jalan Nawawi Hasan)*.

[10] Purwandani, S. C. (2018). *Perencanaan Ulang Sistem Drainase Perumahan Sukolilo Park Regency Di Surabaya*.

[11] Suryadi, Y., Siregar, R. H., Harlan, D., & Samskerta, I. P. (2024). Pemodelan Hidrodinamika Aliran dan Transportasi Sedimen pada Ruas Pertemuan Sungai Citarum Hilir dan Cibeet, Jawa Barat. *JURNAL TEKNIK HIDRAULIK*, *15*(1), 1–14. https://doi.org/10.32679/jth.v15i1.727

[12] Trimas, A., & Nusantara, D. A. D. (2022). Penanggulangan Banjir Dengan Merencanakan Bangunan Drainase Didusun Gambiran Desa Besole Kecamatan Besuki Kabupaten Tulungagung Menggunankan Aplikasi Hec-Ras.

[13] Wesli. (2021). Drainase Perkotaan Edisi 2 (Edisi 2). Graha Ilmu.

[14] Yogatama, A. T., & Nusantara, D. A. D. (2024). Planning Of Raw Water Distribution Network Sumberrejo Village Candipuro District Lumajang Regency: Perencanaan Jaringan Distribusi Air Baku Desa Sumberrejo Kecamatan Candipuro Kabupaten Lumajang. Civilla: Jurnal Teknik Sipil Universitas Islam Lamongan, 9(1), 27–38.

[15] Zahrok, S. N., Bisri, M., & Saputra, A. W. W. (2023). Analisis Pengendalian Genangan dan Banjir Menggunakan Program SWMM 5.2 di Kelurahan Pandanwangi, Kota Malang. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air*, *3*(2), 320–333. https://doi.org/10.21776/ub.jtresda.2023.003.02.028.