

Perbandingan Debit Limpasan Metode Rasional dan Pemodelan SWMM Jaringan Drainase Jalan Parangtritis KM 3,5-4,5

Comparison of Runoff Discharge Using Rational Method and SWMM Modeling for The Drainage Network of Parangtritis Road, KM 3.5-4.5

Titiek Widayarsi¹, Inanda Andita Meigawati²

^{1,2} Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Janabadra Yogyakarta, Jl. Tentara Rakyat Mataram 55 -57 Yogyakarta 55231. Telp: (024) 543676. Email : titiekwidayarsi@janabadra.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan debit limpasan menggunakan metode rasional dan pemodelan *Storm Water Management Model* (SWMM) dalam studi kasus drainase di Jalan Parangtritis KM 3.5-4.5, yang terdiri dari 11 *sub catchment* (SC). Total debit limpasan untuk metode rasional dengan periode ulang 2 tahun adalah 0,90 m³/s, untuk 5 tahun adalah 1,22 m³/s, dan untuk 10 tahun adalah 1,60 m³/s. Sedangkan dari pemodelan SWMM, periode ulang 2 tahun adalah 1,28 m³/s, untuk 5 tahun adalah 1,79 m³/s, dan untuk 10 tahun adalah 2,44 m³/s. Hasil dari koefisien limpasan dari pemodelan SWMM lebih besar daripada koefisien limpasan dari metode rasional, sehingga debit limpasan dari pemodelan SWMM lebih tinggi dibandingkan metode rasional. Hal ini disebabkan oleh koefisien limpasan metode rasional yang mengasumsikan lapisan kedap air dalam bentuk perumahan multi-unit tertutup dan persentase kedap air (*impervious*) di setiap *subcatchment*. Setelah dilakukan koreksi, maka hasil perhitungan debit limpasan menggunakan metode rasional akan sama dengan hasil perhitungan limpasan dari pemodelan SWMM jika koefisien limpasan metode rasional sama dengan pemodelan SWMM.

Kata Kunci: drainase; metode rasional; pemodelan; SWMM

Abstract

This research aims to compare runoff discharge using the rational method and the Storm Water Management Model (SWMM) modeling in a case study of drainage on Parangtritis Road KM 3.5-4.5, which consists of 11 sub catchments. The total runoff discharge for the rational method with a return period of 2 years is 0.90 m³/s, for 5 years is 1.22 m³/s, and for 10 years is 1.60 m³/s, and from the SWMM modeling, a return period of 2 years is 1.28 m³/s, for 5 years is 1.79 m³/s, and for 10 years is 2.44 m³/s. The runoff coefficient from the SWMM modeling is greater than the runoff coefficient from the rational method, and the runoff discharge from the SWMM modeling is higher than that from the rational method. This is caused by the runoff coefficient of the rational method, which assumes a waterproof layer in the form of closed multi-unit housing and the percentage of imperviousness in each watershed area. After correction, the results of runoff calculations using the rational method will be the same as the runoff calculations from SWMM modeling if the runoff coefficient of the rational method is equal to that of the SWMM modeling.

Keywords: drainage; rational method; modeling; SWMM

PENDAHULUAN

Drainase adalah jaringan saluran yang mengalir limpasan hujan dari daerah tangkapan (jalan, kebun, dan area pemukiman) ke tempat pembuangan air akhir di badan air, seperti sungai atau selokan. Pemodelan *runoff* (debit limpasan)

dapat digunakan untuk perancangan sistem drainase yang akan dibangun baik yang belum ada atau yang sudah ada (*redesign*) (Tamimi et al., 2016). Ada beberapa pemodelan yang bertujuan untuk mempermudah perhitungan perancangan sistem jaringan saluran untuk menampung limpasan hujan melalui program/software. Program *Storm Water*

Management Model (SWMM) yang dikembangkan oleh *United States - Environmental Protection Agency* (EPA) adalah salah satu *software/program* untuk pemodelan jaringan drainase yang sedang berkembang dan perlu diaplikasikan untuk perancangan atau penelitian (riset) (Rossman, 2022). Program SWMM merupakan pemodelan *runoff* sebagai solusi untuk membantu mengevaluasi dan merancang sistem drainase perkotaan (Ar-Rafi & Pamudjianto, 2023; Gibran & Badriani, 2024; Kartiko et al., 2018; Kinanthi et al., 2023).

Debit limpasan dapat dihitung menggunakan metode rasiona dengan memperkirakan debit puncak yang ditimbulkan dari hujan pada daerah tangkapan air (DTA) (Ardiansyah et al., 2022). Intesitas hujan, durasi hujan, frekuensi, luas daerah tangkapan, abstraksi (kehilangan air akibat evaporasi, intersepsi, infiltrasi, dan tampungan permukaan), dan konsentrasi aliran adalah beberapa parameter hidrologi yang diperhitungkan dalam metode rasional (Triatmodjo, 2014).

Berdasarkan latar belakang di atas perlu dilakukan penelitian tentang perhitungan debit limpasan menggunakan metode rasional secara manual dan menggunakan pemodelan program SWMM di suatu jaringan drainase. Penelitian ini mengambil kasus permasalahan drainase di sekitar Jalan Parangtritis KM 3,5 - 4,5 Yogyakarta yang sering mengalami genangan air saat terjadi hujan. Penelitian ini bertujuan membandingkan hasil perhitungan debit limpasan menggunakan metode rasional dan menggunakan pemodelan *Storm Water Management Model* (SWMM) versi 5.2.4.

Program *Storm Water Management Model* (SWMM)

SWMM adalah pemodelan simulasi hujan limpasan dinamis kejadian tunggal atau jangka panjang (berkelanjutan) baik kuantitas maupun kualitas limpasan terutama di daerah perkotaan. Komponen limpasan SWMM beroperasi pada kumpulan *subcatchment* yang menerima hujan, menghasilkan limpasan, dan beban polutan. Selama periode simulasi yang terdiri dari beberapa langkah waktu, bagian penelusuran SWMM mengangkut limpasan ini melalui sistem pipa, saluran, perangkat penyimpanan/pengolahan, pompa, dan regulator. SWMM juga melacak kuantitas dan kualitas limpasan yang dihasilkan di masing-masing *subcatchment*, serta debit aliran, kedalaman aliran, dan kualitas air di setiap pipa dan saluran (Al Amin, 2020).

SWMM dirilis pada tahun 1971, yang telah mengalami peningkatan besar dan terus digunakan secara luas di dunia untuk perencanaan, analisis, dan

desain yang terkait dengan limpasan air hujan, saluran pembuangan gabungan, saluran pembuangan sanitasi, dan sistem drainase lainnya di perkotaan, dengan banyak aplikasi di daerah non-perkotaan juga. Edisi terbaru versi 5 adalah penulisan ulang lengkap dari rilis sebelumnya (Rossman, 2022).

Drainase jalan raya terletak di sisi kiri lajur di luar bahu jalan dan merupakan bagian penting dari sistem jalan raya. Karena fungsi drainase sangat bermanfaat dalam menjaga fungsional jalan, maka evaluasi fungsional rutin secara berkala (Widyasari et al., 2021). Hasil evaluasi akan menunjukkan kemampuan drainase untuk mengalir limpasan air hujan. Jika dimensi awal tidak cukup untuk mengalirkan debit limpasan, drainase memerlukan perencanaan ulang. Untuk mempermudah analisis setiap saluran, pemodelan sistem drainase sangat penting. Versi saat ini EPA SWMM 5.2 adalah salah satu program yang dapat mensimulasikan dan menganalisis model kuantitas dan kualitas air pada drainase (Widyasari et al., 2024).

Hujan Rancangan

Banjir rancangan (*design flood*) diperlukan untuk desain bangunan air, yang diperoleh dengan mengubah hujan menjadi aliran dari data hujan terukur. Hasil hidrometri harus dapat menginterpretasikan data yang tersedia, yaitu data debit atau hujan yang diukur, untuk mendapatkan besaran rancangan baik debit rancangan maupun hujan rancangan. Analisis frekuensi, sebuah proses ilmu statistik yang membantu menginterpretasikan data hidrologi menjadi besaran rancangan, antara lain untuk menghitung besaran hujan rancangan dari data hujan yang dipilih, baik dengan metode *annual maximum series* maupun *partial series*.

Analisis frekuensi adalah studi tentang banyaknya kejadian, seperti banjir, debit, atau hujan, sehingga diperlukan data yang cukup panjang. Persyaratan untuk perhitungan banjir rancangan meliputi ketersediaan dan kualitas data, untuk analisis frekuensi, periode pencatatan harus lebih dari dua puluh tahun (20 seri data) pengamatan dan (Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana ICS 93.140 Badan Standardisasi Nasional, 2016). Tujuan analisis frekuensi data hidrologi adalah untuk menemukan hubungan antara kejadian ekstrim terhadap frekuensi kejadian dengan menggunakan distribusi probabilitas. Beberapa jenis distribusi frekuensi (distribusi data hidrologi) dalam analisis frekuensi data adalah normal, log-normal, Gumbel, dan log-Pearson III. Parameter statistik petunjuk untuk menentukan awal sebagai hipotesa jenis distribusi data yang sesuai. Langkah dalam analisis frekuensi adalah menentukan parameter statistik

yang akan digunakan yang terdiri dari rata-rata/*mean*, standar deviasi (*standard deviation*), koefisien variasi (*coefficient of variation*), koefisien kemencengan (*coefficient of skewness*), dan koefisien kurtosis (Widyasari, 2023).

Uji kecocokan parameter dilakukan untuk memastikan distribusi frekuensi sampel data cocok dengan fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menunjukkan distribusi frekuensi tersebut dan untuk memastikan hipotesis awal bahwa distribusi data yang dipilih mengikuti distribusi data yang dipilih (normal, log-normal, Gumbel, atau log-Person III) adalah benar atau dapat diterima. Uji chi-kuadrat (*chi-square*) dan uji *Smirnov-Kolmogorov* adalah dua jenis uji kecocokan (Triatmodjo, 2014).

Uji kecocokan chi-kuadrat (χ^2) dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi data yang telah dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Pengambilan keputusan ini menggunakan parameter χ^2 . Uji kecocokan *Smirnov-Kolmogorov* dengan membandingkan probabilitas untuk tiap-tiap variabel dari distribusi empiris dan teoritis didapat perbedaan (D_i). Hasil uji *Smirnov-Kolmogorov* adalah hipotesis awal distribusi data yang digunakan dapat diterima, apabila selisih terbesarnya antara peluang pengamatan dengan peluang teoritis (D_{max}) lebih kecil dari nilai kritis uji *Smirnov-Kolmogorov* (D_o) atau dengan notasi $D_{max} < D_o$ (Widyasari, 2023).

Metode Rasional

Dianggap sebagai metode perkiraan limpasan paling tua dan paling umum, beberapa sumber mengatakan bahwa Mulvaney (1851), Kuichling (1889), atau Lloyd-Davis (1906) pertama kali menggunakan pendekatan rasional (Harto, 2000). Metode rasional digunakan pada area tangkapan yang kecil untuk memperkirakan debit puncak yang ditimbulkan oleh hujan besar dengan distribusi hujan dapat dianggap seragam dalam ruang dan waktu. Menurut beberapa ahli, luas tangkapan kurang dari 2,5 km² dianggap kecil. Metode rasional sangat mudah digunakan dan umum digunakan merancang sistem drainase (Triatmodjo, 2014). Parameter hidrologi yang diperhitungkan dalam metode rasional adalah durasi hujan, intensitas hujan, luas daerah tangkapan, dan koefisien aliran, seperti pada Persamaan [1].

$$Q = 0,278 \times \beta \times C \times I \times A \dots\dots\dots [1]$$

keterangan:

- Q = debit limpasan di daerah tangkapan (m³/s),
- C = koefisien limpasan total (*runoff coefficient*),
- β = koefisien penyebaran hujan,

- I = intensitas hujan (mm/jam),
- A = luas daerah tangkapan (km²).

Koefisien penyebaran hujan (β) adalah besaran reduksi hujan yang jatuh di daerah tangkapan air hujan, dimana semakin kecil luasan maka hujan yang tertangkap besar atau terfokus dan begitu pula sebaliknya. Besaran nilai β tergantung pada luas daerah tangkapan/penyebaran dan waktu hujan. Bila daerah penyebaran (A) hujan ≤ 1 km² maka besar β = 100 % = 1.

Konsep penting dalam analisis banjir adalah koefisien aliran permukaan/pengaliran total (*runoff coefficient*) yang biasa dilambangkan dengan C atau α_{total}. Koefisien limpasan tergantung pada jenis permukaan lahan. Koefisien limpasan tiap tata guna lahan didefinisikan sebagai nisbah antara laju puncak aliran permukaan terhadap intensitas hujan (Zainuddin et al., 2023). Besaran C dihitung berdasarkan presentase luasan dan koefisien limpasan tiap tata guna lahan, seperti pada Persamaan [2].

$$C = \%A \times \alpha \dots\dots\dots [2]$$

keterangan:

- %A = presentase luasan tiap tata guna lahan,
- α = koefisien limpasan tiap tata guna lahan, perumahan multi unit tertutup dengan besaran α = 0,60 - 0,75.

Presentase luasan tiap tata guna lahan (%A) adalah perbandingan antara luasan tiap tata guna lahan (A_i) dengan luasan total daerah tangkapan (DTA). Dalam program pemodelan SWMM dikenal variabel %*imperv* yaitu presentase kedap air dari daerah tangkapan air yang kedap air (Rossman, 2022). Untuk itu besaran %A sama dengan %*imperv* yaitu dari perbandingan antara luas lahan kedap air dengan luas daerah tangkapan yang ditinjau, seperti pada Persamaan [3].

$$\%imperv = \frac{A_{imperv}}{A_{DTA}} \dots\dots\dots [3]$$

keterangan:

- %*imperv* = presentase kedap air (*impervious*),
- A_{imperv} = luas kawasan kedap air,
- A_{DTA} = luas daerah tangkapan air yang ditinjau.

Waktu konsentrasi yaitu waktu yang dibutuhkan oleh setetes air hujan yang jatuh di titik terjauh dalam DAS untuk mengalir ke titik kontrol. Penetapan waktu konsentrasi dapat ditetapkan menggunakan persamaan hidraulika atau persamaan

empiris. Persamaan untuk menghitung waktu konsentrasi yang cukup dikenal adalah persamaan Kirpich seperti pada persamaan [4].

$$t_c = 3,97 \times L^{0,77} \times S^{-0,385} \dots\dots\dots [4]$$

keterangan:

- t_c = waktu konsentrasi (menit),
- L = panjang saluran (km),
- S = kemiringan saluran.

Kemiringan saluran dalam perhitungan waktu konsentrasi menggunakan persamaan Kirpich, yang digunakan untuk memperkirakan waktu yang dibutuhkan air untuk mengalir dari titik terjauh di daerah tangkapan (hulu) ke titik keluar (hilir). Kemiringan saluran (S) adalah perbandingan antara perubahan elevasi (selisih tinggi antara titik awal dan titik akhir aliran) dengan panjang aliran itu sendiri, rumus seperti pada Persamaan [5].

$$S = \frac{\Delta h}{L} \dots\dots\dots [5]$$

keterangan:

Δh = selisih elevasi di hulu dan hilir (m).

Intensitas hujan adalah tinggi air hujan per satuan waktu. Sifat umum intensitas hujan adalah makin kecil waktu hujan maka intensitas hujan makin tinggi dan makin besar kala ulang maka intensitas hujan makin tinggi. Wilayah yang tidak mempunyai data hujan durasi pendek dari stasiun hujan otomatis dan hanya tersedia data hujan harian, maka perhitungan besaran intensitas hujan dapat menggunakan rumus Mononobe, yang mengubah intensitas hujan harian ke intensitas hujan yang lebih pendek. Rumus Mononobe seperti pada Persamaan [6] sebagai berikut (Triatmodjo, 2014):

$$I_t = \left(\frac{R_{24}}{24}\right) \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3} \dots\dots\dots [6]$$

keterangan:

- I_t = intensitas hujan tiap interval waktu t (mm/jam),
- R_{24} = hujan harian dari hujan rancangan pada kala ulang tertentu (mm),
- t = waktu hujan atau interval waktu (menit).

METODE

Lokasi penelitian ini mengambil studi kasus di ruas Jalan Parangtritis KM 3,5 dari arah utara ke selatan dengan koordinat P1 (7°49'28.55"S,

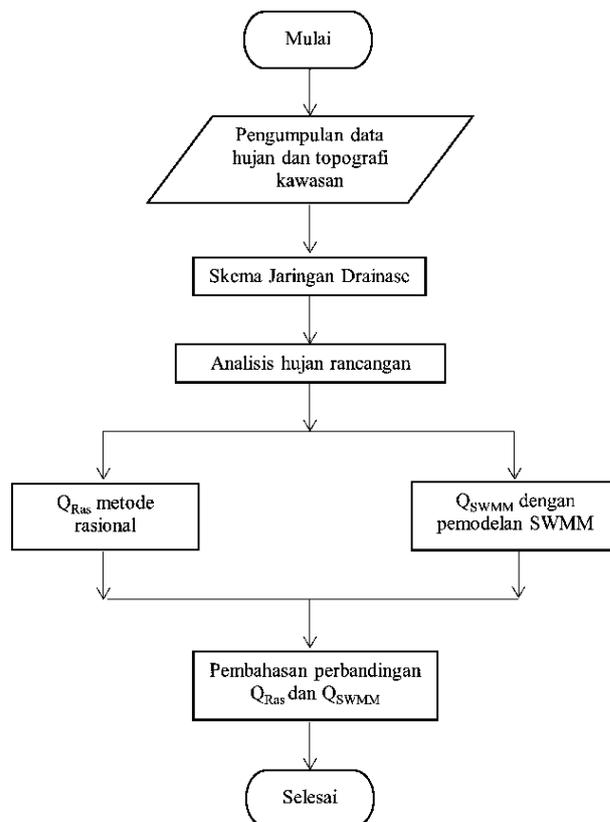
110°22'3.72"E) sampai dengan KM 4 dengan koordinat P2 (7°50'6.79"S, 110°21'57.10"E) yang terletak di Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta.

Tahapan penelitian sebagai berikut:

1. Pengumpulan data, tahap ini digunakan untuk memperoleh data sebagai bahan tahap analisis. Data saluran drainase eksisting yang didapatkan dari pengukuran saluran dan data topografi diperoleh dari pengamatan peta *Google Earth Pro*. Data hujan yang didapat dari Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Serayu Opak dan Bidang Sumber Daya Air Dinas Pekerjaan Umum, Perumahan dan Energi Sumber Daya Mineral Daerah Istimewa Yogyakarta (DPUPESDM DIY).
2. Membuat skema jaringan drainase eksisting, dari data pengukuran saluran drainase dan kondisi daerah tangkapan air (DTA).
3. Menganalisis hujan rancangan, data hujan yang digunakan adalah data hujan harian stasiun Nyemengan dari tahun 2013 – 2022 dengan metode pemilihan data yaitu metode *partial series* dimana nilai batas ambang (*threshold*) diambil angka terkecil dari data maksimum dari tahun 2013 - 2022. Analisis hujan rancangan pada penelitian ini menggunakan *software excel* program analisis frekuensi (Maftuh, 2000).
4. Analisis debit limpasan dengan metode rasional secara manual di masing-masing daerah tangkapan air (DTA) menggunakan program *microsoft excel*. Perhitungan meliputi:
 - Menghitung besaran kemiringan saluran (S) menggunakan Persamaan [5] untuk menghitung waktu hujan yang didekati dengan waktu konsentrasi.
 - Menghitung besaran waktu konsentrasi (t_c) menggunakan Persamaan [4] untuk menghitung intensitas hujan.
 - Menghitung intensitas hujan (I_t) menggunakan Persamaan [6] untuk menghitung debit limpasan baik dengan metode rasional secara manual maupun pemodelan SWMM.
 - Menghitung luasan setiap daerah tangkapan air (A_{DTA}) esuai skema jaringan drainase menggunakan *Google Earth Pro*, dalam penelitian ini penamaan DTA adalah SC atau *subcatchments* (A_{SC}). Setiap DTA/SC diukur dan dihitung kondisi tata guna lahan yang kedap air (*impervious*) sehingga diperoleh luasan lahan kedap air (A_{imperv}), yang digunakan untuk menghitung %*imperv* dengan menggunakan Persamaan [3].

- Menentukan koefisien limpasan tiap tata guna lahan (α) pada kondisi tata guna lahan yang kedap air, dimana tata guna lahan untuk lokasi penelitian berupa perumahan multi unit tertutup dengan asumsi besaran $\alpha = 0,75 = 75\%$.
 - Menghitung koefisien aliran permukaan total (C) dengan menggunakan Persamaan [2], dimana $\%A$ sama dengan $\%imperv$.
 - Menentukan koefisien penyebaran hujan (β) berdasarkan luas daerah tangkapan (A_{DTA}), karena pada penelitian ini $A_{DTA} \leq 1 \text{ km}^2$ maka $\beta = 100\% = 1$.
 - Menghitung besaran debit limpasan dengan menggunakan metode rasional seperti pada Persamaan [1].
5. Analisis debit limpasan di masing-masing daerah tangkapan air dengan pemodelan program SWMM dan diambil hasil perhitungan debit limpasan di masing-masing DTA. Pemodelan SWMM dimulai dengan melakukan *input* data sesuai skema jaringan drainase, berdasarkan luas daerah tangkapan (A_{DTA}), kemiringan saluran (S), presentase daerah tangkapan air yang kedap air ($\%imperv$), dan intensitas hujan. Simulasi dengan pemodelan SWMM bertujuan untuk mengetahui limpasan air yang terjadi pada daerah penelitian yang ditinjau. Data yang sudah diolah dimodelkan pada program SWMM untuk dilakukan simulasi drainase. Simulasi dilakukan sampai dengan hasil *running* pemodelan SWMM berhasil *Run was succesful* dengan *Continuity Error (Surface Runoff dan Flow Routing)* sebesar 0,00 %.
6. Membandingkan hasil perhitungan debit limpasan dengan metode rasional secara manual pada tahap no 4 dan program SWMM pada tahap no 5.

Diagram alir penelitian pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir perbandingan metode rasional dan pemodelan SWMM

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran saluran drainase dan kondisi daerah tangkapan pada lokasi penelitian di *Google Earth Pro* dibuat skema jaringan drainase eksisting yang dapat dilihat pada Gambar 2, penamaan sesuai pemodelan SWMM. Skema jaringan dalam SWMM terdiri dari **Subcatchments (SC)** merupakan daerah tangkapan air (DTA) yang terdiri SC1-SC2-SC3-SC4-SC5-SC6-SC7-SC8-SC9-SC10-SC11, **Conduits (CON)** merupakan saluran drainase, **Junction (J)** merupakan titik pertemuan antar saluran, **Outfalls (OUT1)** merupakan titik akhir (titik kontrol) pada sistem saluran drainase, dan **Rain gages (Sta.Nyemengan)** merupakan stasiun hujan.



Gambar 2. Skema jaringan drainase eksisting

Distribusi data hujan rancangan pada *software excel program analisis frekuensi* adalah distribusi log-Pearson III dan hujan rancangan yang yang diperoleh $R_2 = 88,10$ mm, $R_5 = 123,43$ mm, dan $R_{10} = 163,86$ mm. Data elevasi hulu + 85 m (*junction 1 = J1*) dan hilir + 77 m (*outfalls 1 = OUT1*), jadi selisih elevasi di hulu dan hilir (Δh) sebesar 8 m, dan panjang saluran (L) 1225,85 m. Kemiringan saluran (S) dihitung menggunakan Persamaan [5] diperoleh $S = 0,0065 = 0,65$ %. Waktu konsentrasi (t_c) dihitung menggunakan Persamaan [4] diperoleh $t_c = 32,23 \approx 30$ menit. Intensitas hujan (I_t) dihitung menggunakan Persamaan [6] dengan besaran hujan rancangan dan besaran t_c yang telah diperoleh. Hasil intensitas hujan $I_{R_2} = 49,04$ mm/jam, $I_{R_5} = 67,92$ mm/jam, dan $I_{R_{10}} = 90,18$ mm/jam. Besaran I_t akan digunakan untuk menghitung debit limpasan baik dengan metode rasional secara manual maupun pemodelan SWMM.

Tabel 1. Debit limpasan metode rasional kala ulang 2 tahunan (Q_{Ras,R_2})

No	DTA	Luas SC (ha)	Luas SC (m ²)	Lahan Kedap Air (m ²)	Presentase Lahan Kedap Air (% <i>imperv</i>)	Koefisien Limpasan tiap Tata Guna Lahan (α)	Runoff Coeff (C)	I_{R_2} (mm/jam)	Q_{Ras,R_2} (m ³ /s)
1	SC 1	1,00	10.000	7.100	71	0,75	0,53	49,04	0,08
2	SC 2	1,64	16.400	14.699	90	0,75	0,68	49,04	0,16
3	SC 3	1,36	13.600	4.000	30	0,75	0,23	49,04	0,05
4	SC 4	0,78	7.800	4.700	61	0,75	0,46	49,04	0,05
5	SC 5	1,39	13.900	13.500	98	0,75	0,74	49,04	0,14
6	SC 6	1,46	14.600	13.200	91	0,75	0,68	49,04	0,14
7	SC 7	0,68	6.800	1.000	15	0,75	0,11	49,04	0,02
8	SC 8	0,96	9.600	5.800	61	0,75	0,46	49,04	0,06
9	SC 9	1,17	11.700	9.200	79	0,75	0,59	49,04	0,10
10	SC 10	0,64	6.400	4.200	66	0,75	0,50	49,04	0,05
11	SC 11	0,60	6.000	4.800	80	0,75	0,60	49,04	0,05
		Total	116.800						0,90

(Hasil Analisis, 2024)

Tabel 2. Debit limpasan metode rasional kala ulang 5 tahunan (Q_{Ras,R_5})

No	DTA	Luas SC (ha)	Luas SC (m ²)	Lahan Kedap Air (m ²)	Presentase Lahan Kedap Air (% <i>imperv</i>)	Koefisien Limpasan tiap Tata Guna Lahan (α)	Runoff Coeff (C)	I_{R_5} (mm/jam)	Q_{Ras,R_5} (m ³ /s)
1	SC 1	1,00	10.000	7.100	71	0,75	0,53	67,92	0,11
2	SC 2	1,64	16.400	14.699	90	0,75	0,68	67,92	0,21
3	SC 3	1,36	13.600	4.000	30	0,75	0,23	67,92	0,06
4	SC 4	0,78	7.800	4.700	61	0,75	0,46	67,92	0,07
5	SC 5	1,39	13.900	13.500	98	0,75	0,74	67,92	0,20
6	SC 6	1,46	14.600	13.200	91	0,75	0,68	67,92	0,19
7	SC 7	0,68	6.800	1.000	15	0,75	0,11	67,92	0,02
8	SC 8	0,96	9.600	5.800	61	0,75	0,46	67,92	0,09
9	SC 9	1,17	11.700	9.200	79	0,75	0,59	67,92	0,14
10	SC 10	0,64	6.400	4.200	66	0,75	0,50	67,92	0,06
11	SC 11	0,60	6.000	4.800	80	0,75	0,60	67,92	0,07
		Total	116.800						1,22

(Hasil Analisis, 2024)

Tabel 3. Debit limpasan metode rasional kala ulang 10 tahunan ($Q_{Ras.R10}$)

No	DTA	Luas SC (ha)	Luas SC (m ²)	Lahan Kedap Air (m ²)	Presentase Lahan Kedap Air (% <i>imperv</i>)	Koefisien Limpasan tiap Tata Guna Lahan (α)	Runoff Coeff (C)	I _{R10} (mm/jam)	Q _{Ras.R10} (m ³ /s)
1	SC 1	1,00	10.000	7.100	71	0,75	0,53	90,18	0,14
2	SC 2	1,64	16.400	14.699	90	0,75	0,68	90,18	0,28
3	SC 3	1,36	13.600	4.000	30	0,75	0,23	90,18	0,08
4	SC 4	0,78	7.800	4.700	61	0,75	0,46	90,18	0,09
5	SC 5	1,39	13.900	13.500	98	0,75	0,74	90,18	0,26
6	SC 6	1,46	14.600	13.200	91	0,75	0,68	90,18	0,25
7	SC 7	0,68	6.800	1.000	15	0,75	0,11	90,18	0,02
8	SC 8	0,96	9.600	5.800	61	0,75	0,46	90,18	0,12
9	SC 9	1,17	11.700	9.200	79	0,75	0,59	90,18	0,18
10	SC 10	0,64	6.400	4.200	66	0,75	0,50	90,18	0,08
11	SC 11	0,60	6.000	4.800	80	0,75	0,60	90,18	0,10
Total			116.800						1,60

(Hasil Analisis, 2024)

Analisis debit limpasan metode rasional (Q_{Ras}) DTA sesuai Persamaan [1] untuk kala ulang 2, 5, dan 10 tahunan. Secara rinci hitungan dapat dilihat pada Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3, yang hasil debit limpasan total metode rasional yang diperoleh untuk kala ulang 2 tahunan ($Q_{Ras.R2}$) **0,90** m³/s, 5 tahunan ($Q_{Ras.R5}$) **1,22** m³/s, dan 10 tahunan ($Q_{Ras.R10}$) **1,60** m³/s.

Pemodelan untuk menganalisis debit limpasan di masing-masing daerah tangkapan air (DTA) dengan menggunakan program SWMM sesuai skema jaringan drainase eksisting pada Gambar 1. Data yang dipersiapkan untuk diinputkan ke program SWMM di Menu *Hydrology* – Sub Menu *Subcatchments* adalah kode daerah tangkapan air (*subcatchment* = SC), luas *subcatchment* (A_{SC}) dalam satuan ha, lebar SC (*Width*) yaitu akar dari A_{SC} dalam satuan m, kemiringan saluran (S), dan presentase lahan kedap air (% *imperv*) seperti pada perhitungan metode rasional di atas. Rincian data SWMM dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Data SWMM menu *Hydrology* – sub menu *Subcatchments*

DTA	A_{SC} (ha)	Width (m)	Kemiringan Lahan (% <i>Slope</i>)	Presentase Lahan Kedap Air (% <i>imperv</i>)
SC 1	1,00	100,00	0,65	71
SC 2	1,64	128,07	0,65	90
SC 3	1,36	116,62	0,65	30
SC 4	0,78	88,32	0,65	61
SC 5	1,39	117,90	0,65	98
SC 6	1,46	120,84	0,65	91

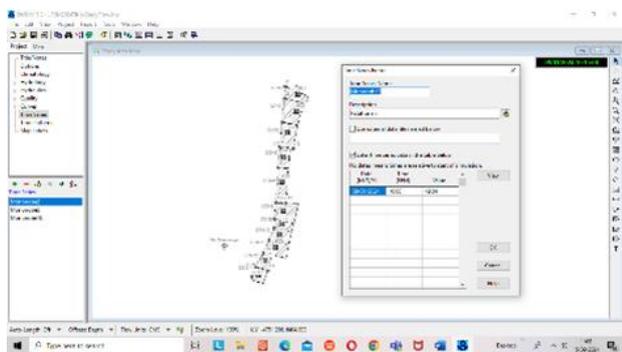
DTA	A_{SC} (ha)	Width (m)	Kemiringan Lahan (% <i>Slope</i>)	Presentase Lahan Kedap Air (% <i>imperv</i>)
SC 7	0,68	82,47	0,65	15
SC 8	0,96	97,98	0,65	61
SC 9	1,17	108,17	0,65	79
SC 10	0,64	80,00	0,65	66
SC 11	0,6	77,46	0,65	80

(Hasil Analisis, 2024)

Pemodelan SWMM pada penelitian ini berfokus pada simulasi perhitungan debit limpasan di daerah tangkapan air tidak sampai ke simulasi di kapasitas saluran, sehingga data yang diinputkan terkait dengan *subcatchment*. Pemodelan dimulai dengan memasukkan data ke menu program SWMM, meliputi penggambaran skema jaringan drainase eksisting seperti pada Gambar 2, memasukkan data simulasi di menu *Option* - Sub menu *General* - Sub menu *Dates* - Sub menu *Time Steps*, kemudian masuk ke menu *Curves*, dengan memasukkan data intensitas hujan kala ulang 2, 5, dan 10 tahunan pada sub menu *Time Series* contoh seperti pada Gambar 3.

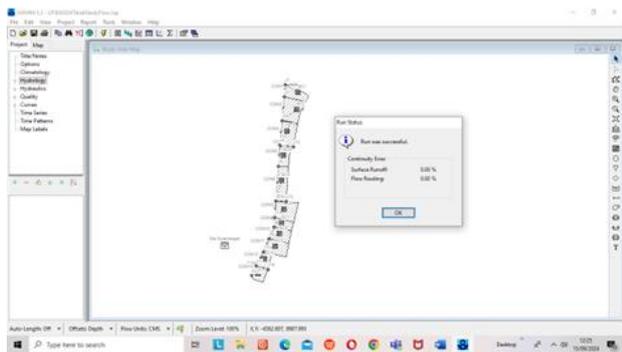
Penelitian ini merupakan pemodelan SWMM hanya pada hasil perhitungan debit limpasan tidak sampai ke perancangan saluran drainase, sehingga untuk model penelusuran adalah *steady flow* yang mewakili jenis penelusuran yang paling sederhana dengan mengasumsikan bahwa dalam setiap aliran langkah waktu komputasi seragam dan stabil (Rossman, 2022). Aliran dianggap konstan, tidak ada

perubahan debit atau ketinggian permukaan air seiring waktu, sesuai dengan metode rasional.



Gambar 3. Data intensitas hujan pada menu *Curves* - sub menu *Time Series*

Kemudian masuk ke menu *Hydrology*, dengan memasukkan data hujan (stasiun Nyemengan) ke Sub menu *Rain Gages* - Sub menu *Subcatchment* memasukkan data pada Tabel 4. Setelah semua data diinputkan dalam pemodelan SWMM, maka untuk simulasi dilakukan misal untuk intensitas hujan kala ulang 2 tahunan (Mononobe2) diproses dengan memencet icon *Run a simulation* (tanda petir pada *bar menu*) atau klik di Menu *Project – Run Simulation* (klik F9) akan muncul hasil proses simulasi seperti pada Gambar 4.

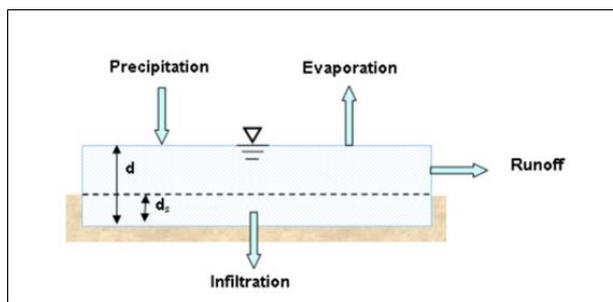


Gambar 4. Hasil proses *Run Simulation*

Hasil pemodelan SWMM pada penelitian ini diambil besaran *peak runoff* atau debit limpasan puncak dengan satuan CMS. Dalam konteks perhitungan debit, **CMS** sebenarnya lebih sering dipakai sebagai singkatan dari *Cubic Meter per Second* (m^3/s). Selain besaran *peak runoff*, besaran *runoff coefficient* atau koefisien limpasan yang dihasilkan dalam pemodelan SWMM diperlukan dalam penelitian untuk koreksi besaran koefisien limpasan atau koefisien aliran permukaan total (*C*) pada perhitungan debit limpasan metode rasional.

Tampilan konseptual limpasan permukaan yang digunakan oleh SWMM diilustrasikan pada

Gambar 5, bahwa setiap permukaan tangkapan air diperlakukan sebagai reservoir nonlinier. Aliran masuk berasal dari hujan dan tangkapan hulu yang mempengaruhi. Ada beberapa aliran keluar, yaitu termasuk infiltrasi, penguapan, dan limpasan permukaan. Kapasitas "reservoir" ini adalah penyimpanan depresi maksimum, yang merupakan penyimpanan permukaan maksimum (terbesar) yang disediakan oleh kolam, pembasahan permukaan, dan intersepsi. Limpasan permukaan per satuan luas hanya terjadi ketika kedalaman air di "reservoir" melebihi penyimpanan depresi maksimum (d_s), dalam hal ini aliran keluar diberikan oleh persamaan Manning. Kedalaman air di atas tangkapan air (d) terus diperbarui seiring waktu dengan menyelesaikan secara numerik persamaan keseimbangan air di atas tangkapan air (Rossman, 2022).



Gambar 5. Tampilan konseptual debit limpasan permukaan SWMM (Rossman, 2022)

Debit limpasan total pemodelan SWMM kala ulang 2 tahunan ($Q_{SWMM,R2}$) **1,28** m^3/s , 5 tahunan ($Q_{SWMM,R5}$) sebesar **1,79** m^3/s , dan 10 tahunan ($Q_{SWMM,R10}$) sebesar **2,44** m^3/s . Rekapitulasi hasil debit limpasan pada pemodelan SWMM dapat dilihat pada Tabel 5.

Penelitian ini bertujuan membandingkan perhitungan debit limpasan (*runoff*) menggunakan metode rasional dan menggunakan pemodelan *Storm Water Management Model 5.2.4* (SWMM 5.2.4) pada studi kasus drainase di Jalan Parangtritis KM 3,5 - 4,5 yang terbagi menjadi 11 *subcatchment* (SC) atau daerah tangkapan air (DTA). Hasil yang diperoleh berupa debit limpasan metode rasional (Q_{Ras}) versus debit limpasan pemodelan SWMM (Q_{SWMM}) pada kala ulang 2, 5, dan 10 tahunan.

Tabel 5. *Peak runoff* (Q_{SWMM}) pemodelan SWMM

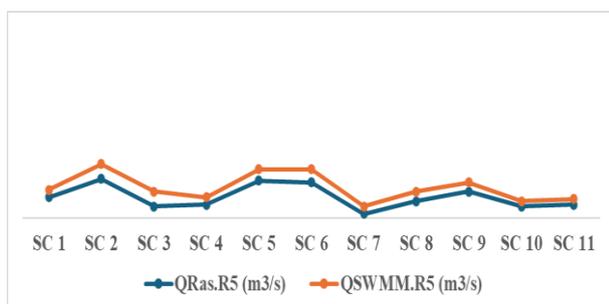
No	DTA	Q_{SWMMR2} (m^3/s)	Q_{SWMMR5} (m^3/s)	$Q_{SWMMR10}$ (m^3/s)
Kala Ulang		2 Tahunan	5 Tahunan	10 Tahunan
1	SC 1	0,11	0,15	0,21
2	SC 2	0,21	0,29	0,39
3	SC 3	0,09	0,14	0,20
4	SC 4	0,08	0,11	0,15
5	SC 5	0,19	0,26	0,34
6	SC 6	0,19	0,26	0,35
7	SC 7	0,04	0,06	0,09
8	SC 8	0,09	0,14	0,19
9	SC 9	0,14	0,19	0,26
10	SC 10	0,07	0,09	0,13
11	SC 11	0,07	0,10	0,13
Total		1,28	1,79	2,44

(Hasil Analisis, 2024)



Gambar 6. Q_{Ras} vs Q_{SWMM} kala ulang 2 tahunan

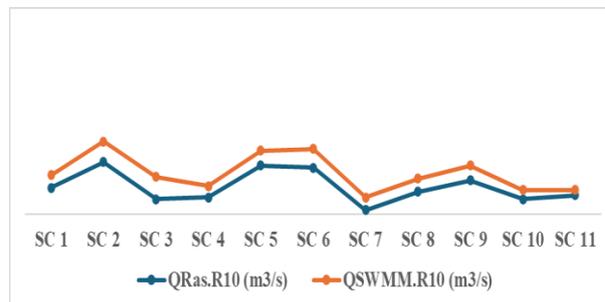
Gambar 6 menunjukkan hasil perhitungan debit limpasan pemodelan SWMM kala ulang 2 tahunan ($Q_{SWMM.R2}$) mendekati debit limpasan metode rasional ($Q_{Ras.R2}$), namun ada selisih terkecil 0,02 m^3/s , terbesar 0,05 m^3/s , dan rata-rata selisih dari debit limpasan 11 DTA yaitu 0,03 m^3/s .



Gambar 7. Q_{Ras} vs Q_{SWMM} kala ulang 5 tahunan

Gambar 7 menunjukkan hasil perhitungan debit limpasan pemodelan SWMM kala ulang 5 tahunan ($Q_{SWMM.R5}$) lebih besar dari debit limpasan metode rasional ($Q_{Ras.R5}$), dengan selisih terkecil 0,03 m^3/s , terbesar 0,08 m^3/s , dan rata-rata selisih dari debit limpasan 11 DTA yaitu 0,05 m^3/s .

Gambar 8 menunjukkan hasil perhitungan debit limpasan pemodelan SWMM kala ulang 10 tahunan ($Q_{SWMM.R10}$) lebih besar dari debit limpasan metode rasional ($Q_{Ras.R10}$), dengan selisih terkecil 0,03 m^3/s , terbesar 0,12 m^3/s , dan rata-rata selisih dari debit limpasan 11 DTA yaitu 0,08 m^3/s .



Gambar 8. Q_{Ras} vs Q_{SWMM} kala ulang 10 tahunan

Secara keseluruhan bila dibandingkan Q_{SWMM} lebih besar dari Q_{Ras} . Semakin besar kala ulang maka semakin besar Q_{SWMM} dan Q_{Ras} yang disebabkan semakin besar kala ulang maka semakin besar juga intensitas hujan yang akan mempengaruhi perhitungan debit limpasan baik Q_{SWMM} maupun Q_{Ras} . Besaran *runoff coefficient* yang dihasilkan dari pemodelan SWMM (C_{SWMM}) dengan *runoff coefficient* yang digunakan dalam metode rasional (C_{Ras}) secara rinci ada pada Tabel 6, bahwa semakin besar kala ulang semakin besar maka nilai C_{SWMM} semakin besar. Sementara besaran C_{Ras} pada penelitian ini baik kala ulang 2, 5, dan 10 tahunan adalah sama dengan menggunakan asumsi lapisan kedap air berupa perumahan multi unit tertutup $\alpha = 0,75$ dan hanya beda pada nilai *%imperv* di tiap daerah tangkapan air.

Tabel 6. *Runoff coefficient* C_{SWMM} dan C_{Ras}

No	DTA	<i>Runoff Coeff</i> SWMMR2 (C_{SWMMR2})	<i>Runoff Coeff</i> SWMMR5 (C_{SWMMR5})	<i>Runoff Coeff</i> SWMMR10 ($C_{SWMMR10}$)	<i>Runoff Coeff</i> (C_{Ras})
Kala Ulang		2 Tahunan	5 Tahunan	10 Tahunan	
1	SC 1	0,79	0,81	0,83	0,53
2	SC 2	0,93	0,94	0,94	0,68
3	SC 3	0,50	0,54	0,59	0,23
4	SC 4	0,72	0,75	0,77	0,46
5	SC 5	0,99	0,99	0,99	0,74
6	SC 6	0,94	0,94	0,95	0,68
7	SC 7	0,39	0,45	0,50	0,11
8	SC 8	0,72	0,75	0,77	0,46
9	SC 9	0,85	0,86	0,88	0,59
10	SC 10	0,76	0,78	0,80	0,50
11	SC 11	0,86	0,87	0,88	0,60

(Hasil Analisis, 2024)

Karena C_{SWMM} yang dihasilkan pada pemodelan SWMM lebih besar dari C_{Ras} dan besaran C_{Ras} tetap, maka menghasilkan Q_{SWMM} lebih besar dari Q_{Ras} . Penelitian ini juga mengetahui perhitungan debit limpasan pemodelan SWMM memiliki prinsip perhitungan yang sama dengan metode rasional. Jika dilihat dari konseptual limpasan permukaan yang digunakan oleh SWMM berupa aliran masuk dipengaruhi oleh hujan dan kondisi tangkapan.

Pada pemodelan SWMM aliran keluar berupa limpasan permukaan per satuan luas hanya terjadi ketika kedalaman air di "reservoir" melebihi penyimpanan depresi maksimum (ds) dan kedalaman air di atas tangkapan air (d) yang terus diperbarui seiring waktu dengan menyelesaikan secara numerik persamaan keseimbangan air di atas tangkapan air, ilustrasi pada Gambar 5. **Error! Reference source not found.** (Rossman, 2022). Jadi hasil $Q_{SWMM} \approx Q_{Ras}$ dengan selisih terkecil $0,08 \text{ m}^3/\text{s}$ dan terbesar $0,12 \text{ m}^3/\text{s}$ pada kala ulang 10 tahunan, karena pada perhitungan debit limpasan metode rasional dimana *runoff coefficient* (C_{Ras}) sama di semua kala ulang sementara pada pemodelan SWMM semakin besar kala ulang besaran *runoff coefficient* (C_{SWMM}) semakin besar.

Untuk membuktikan perhitungan debit limpasan metode rasional mendekati hasil debit limpasan pemodelan SWMM, maka perhitungan dengan metode rasional dikoreksi menggunakan *runoff coefficient* (C_{SWMM}) hasil dari pemodelan SWMM.

Perhitungan debit limpasan metode rasional koreksi $Q_{Ras.Koreksi}$ dengan menggunakan Persamaan [1] dapat dilihat secara rinci pada Tabel 7, Tabel 8, dan Tabel 9

Tabel 7. Debit Limpasan Metode Rasional Koreksi 2 Tahunan ($Q_{Ras.R2.Koreksi}$)

No	DTA	Luas SC (ha)	Luas SC (m ²)	Runoff Coeff Koreksi ($C_{Koreksi}$)	I_{R2} (mm/jam)	$Q_{Ras.R2.Koreksi}$ (m ³ /s)
1	SC 1	1,00	10.000	0,79	49,04	0,11
2	SC 2	1,64	16.400	0,93	49,04	0,21
3	SC 3	1,36	13.600	0,50	49,04	0,10
4	SC 4	0,78	7.800	0,72	49,04	0,08
5	SC 5	1,39	13.900	0,99	49,04	0,19
6	SC 6	1,46	14.600	0,94	49,04	0,19
7	SC 7	0,68	6.800	0,39	49,04	0,04
8	SC 8	0,96	9.600	0,72	49,04	0,10
9	SC 9	1,17	11.700	0,85	49,04	0,14
10	SC 10	0,64	6.400	0,76	49,04	0,07
11	SC 11	0,60	6.000	0,86	49,04	0,08
Total			116800			

(Hasil Analisis, 2024)

Tabel 8. Debit Limpasan Metode Rasional Koreksi 5 Tahunan ($Q_{Ras.R5.Koreksi}$)

No	DTA	Luas SC (ha)	Luas SC (m ²)	Runoff Coeff Koreksi ($C_{Koreksi}$)	I_{R5} (mm/jam)	$Q_{Ras.R5.Koreksi}$ (m ³ /s)
1	SC 1	1,00	10.000	0,81	67,92	0,16
2	SC 2	1,64	16.400	0,94	67,92	0,29
3	SC 3	1,36	13.600	0,54	67,92	0,14
4	SC 4	0,78	7.800	0,75	67,92	0,11
5	SC 5	1,39	13.900	0,99	67,92	0,26
6	SC 6	1,46	14.600	0,94	67,92	0,26
7	SC 7	0,68	6.800	0,45	67,92	0,06
8	SC 8	0,96	9.600	0,75	67,92	0,14
9	SC 9	1,17	11.700	0,86	67,92	0,20
10	SC 10	0,64	6.400	0,78	67,92	0,10
11	SC 11	0,60	6.000	0,87	67,92	0,10
Total			116800			

(Hasil Analisis, 2024)

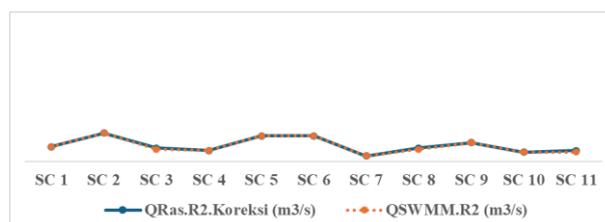
Tabel 9. Debit Limpasan Metode Rasional Koreksi 10 Tahunan ($Q_{Ras.R10.Koreksi}$)

No	DTA	Luas SC (ha)	Luas SC (m ²)	Runoff Coeff Koreksi ($C_{Koreksi}$)	I_{R10} (mm/jam)	$Q_{Ras.R10.Koreksi}$ (m ³ /s)
1	SC 1	1,00	10.000	0,83	90,18	0,21
2	SC 2	1,64	16.400	0,94	90,18	0,39
3	SC 3	1,36	13.600	0,59	90,18	0,21
4	SC 4	0,78	7.800	0,77	90,18	0,16
5	SC 5	1,39	13.900	0,99	90,18	0,35
6	SC 6	1,46	14.600	0,95	90,18	0,35
7	SC 7	0,68	6.800	0,50	90,18	0,09
8	SC 8	0,96	9.600	0,77	90,18	0,19
9	SC 9	1,17	11.700	0,88	90,18	0,26
10	SC 10	0,64	6.400	0,80	90,18	0,13
11	SC 11	0,60	6.000	0,88	90,18	0,14
Total			116800			

(Hasil Analisis, 2024)

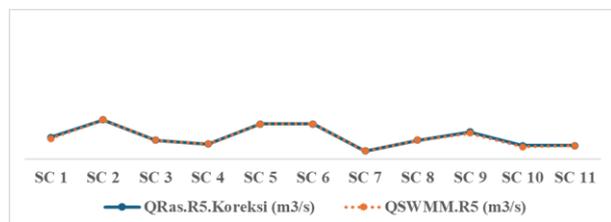
Tabel 7, Tabel 8, dan Tabel 9 untuk debit limpasan metode rasional koreksi ($Q_{Ras.Koreksi}$) dibandingkan dengan debit limpasan pemodelan SWMM (Q_{SWMM}) yang dirinci pada

Gambar 9, Gambar 10, dan Gambar 11.



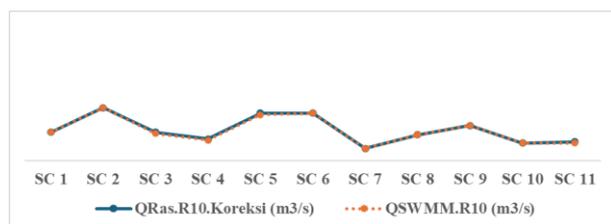
Gambar 9. $Q_{Ras.Koreksi}$ vs Q_{SWMM} kala ulang 2 tahunan

Gambar 9 menunjukkan hasil perhitungan debit limpasan pemodelan SWMM kala ulang 2 tahunan ($Q_{SWMM.R2}$) **relatif sama (berimpit)** dengan debit limpasan metode rasional koreksi ($Q_{Ras.R2.Koreksi}$), dengan sangat kecil 0,01 m³/s di 3 daerah tangkapan yaitu SC 3, SC 8, dan SC 11. Debit limpasan total untuk $Q_{Ras.R2.Koreksi}$ sebesar 1,31 m³/s selisih 0,03 dari $Q_{SWMM.R2}$ sebesar 1,28 m³/s.



Gambar 10. $Q_{Ras.Koreksi}$ vs Q_{SWMM} kala ulang 5 tahunan

Gambar 10 menunjukkan hasil perhitungan debit limpasan pemodelan SWMM kala ulang 5 tahunan ($Q_{SWMM.R5}$) **relatif sama (berimpit)** dengan dari debit limpasan metode rasional koreksi ($Q_{Ras.R5.Koreksi}$), dengan sangat kecil 0,01 m³/s di 3 daerah tangkapan yaitu SC 1, SC 9, dan SC 10. Debit limpasan total untuk $Q_{Ras.R5.Koreksi}$ sebesar 1,82 m³/s selisih 0,03 dari $Q_{SWMM.R5}$ sebesar 1,79 m³/s.



Gambar 11. $Q_{Ras.Koreksi}$ vs Q_{SWMM} kala ulang 10 tahunan

Gambar 11 menunjukkan hasil perhitungan debit limpasan pemodelan SWMM kala ulang 10 tahunan ($Q_{SWMM.R10}$) **relatif sama (berimpit)** dengan dari debit limpasan metode rasional koreksi ($Q_{Ras.R10.Koreksi}$), dengan sangat kecil 0,01 m³/s di 4 daerah tangkapan yaitu SC 3, SC 4, SC 5 dan SC 11. Debit limpasan total untuk $Q_{Ras.R10.Koreksi}$ sebesar 2,48 m³/s selisih 0,04 dari $Q_{SWMM.R10}$ sebesar 2,44 m³/s.

Secara keseluruhan hasil perhitungan debit limpasan metode rasional koreksi dengan $C_{Ras.Koreksi} = C_{SWMM}$ sama dengan hasil perhitungan debit limpasan pemodelan SWMM, maka dapat disimpulkan bahwa perhitungan debit limpasan pemodelan SWMM merupakan perhitungan dengan debit limpasan metode rasional. Dengan catatan jika kondisi *runoff coefficient*

metode rasional sama dengan kondisi *runoff coefficient* pada pemodelan SWMM.

KESIMPULAN

Hasil penelitian perbandingan perhitungan debit limpasan menggunakan metode rasional dan dengan pemodelan *Storm Water Management Model* 5.2.4 (SWMM 5.2.4) pada studi kasus drainase di Jalan Parangtritis KM 3,5 - 4,5 dapat disimpulkan sebagai berikut:

Debit limpasan total metode rasional 11 daerah tangkapan air di lokasi penelitian, untuk kala ulang 2 tahunan ($Q_{Ras.R2}$) sebesar 0,90 m³/s, 5 tahunan ($Q_{Ras.R5}$) sebesar 1,22 m³/s, dan 10 tahunan ($Q_{Ras.R10}$) sebesar 1,60 m³/s. Debit limpasan total pemodelan SWMM 11 daerah tangkapan air di lokasi penelitian, untuk kala ulang 2 tahunan ($Q_{SWMM.R2}$) sebesar 1,28 m³/s, 5 tahunan ($Q_{SWMM.R5}$) sebesar 1,79 m³/s, dan 10 tahunan ($Q_{SWMM.R10}$) sebesar 2,44 m³/s.

Hasil koefisien aliran permukaan total (*runoff coefficient* atau koefisien limpasan) pemodelan SWMM (C_{SWMM}) lebih besar dari *runoff coefficient* metode rasional (C_{Ras}) untuk semua kala ulang. Hasil debit limpasan pemodelan SWMM (Q_{SWMM}) lebih besar dari debit limpasan metode rasional (Q_{Ras}) untuk semua kala ulang, karena C_{SWMM} yang dihasilkan pada pemodelan SWMM lebih besar dari C_{Ras} yang merupakan asumsi lapisan kedap air berupa perumahan multi unit tertutup $\alpha = 0,75$ dan nilai *%imperv* di tiap daerah tangkapan air.

Untuk membuktikan perhitungan debit limpasan metode rasional mendekati hasil debit limpasan pemodelan SWMM, maka perhitungan dengan metode rasional dikoreksi menggunakan *runoff coefficient* (C_{SWMM}) hasil dari pemodelan SWMM. Debit limpasan total metode rasional 11 daerah tangkapan air di lokasi penelitian, untuk kala ulang 2 tahunan ($Q_{Ras.R2.Koreksi}$) sebesar 1,31 m³/s, 5 tahunan ($Q_{Ras.R5.Koreksi}$) sebesar 1,82 m³/s, dan 10 tahunan ($Q_{Ras.R10.Koreksi}$) sebesar 2,48 m³/s. Jika dibandingkan dengan hasil perhitungan debit limpasan pemodelan SWMM (Q_{SWMM}) relatif sama (berimpit) dengan dari debit limpasan metode rasional koreksi ($Q_{Ras.Koreksi}$), dengan sangat kecil 0,01 m³/s dan hanya di beberapa daerah tangkapan dan sebagian menunjukkan sama antara Q_{SWMM} dan $Q_{Ras.Koreksi}$.

Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa perhitungan debit limpasan pada pemodelan SWMM sama dengan perhitungan metode rasional, sehingga pemodelan SWMM dapat digunakan dalam perancangan sistem drainase. Penelitian lanjutan perlu dilakukan penggunaan metode yang lain seperti metode Melchior, metode Weduwen, atau

metode-metode lain, agar bisa digunakan sebagai pembandingan

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Rektor Universitas Janabadra atas dana Hibah Penelitian Internal Perguruan Tinggi Universitas Janabadra Tahun 2024.

REFERENSI

- Al Amin, M. B. (2020). *Pemodelan Sistem Drainase Perkotaan Menggunakan SWMM*. Deepublish.
- Ardiansyah, Y., Satyarno, I., Triatmadja, R., & Supraba, I. (2022). Evaluasi Sistem Drainase Underpass Yogyakarta International Airport (YIA). *Rang Teknik Journal*, 5(2), 225–234.
<https://doi.org/10.31869/rtj.v5i2.3074>
- Ar-Rafi, M. H., & Pamudjianto, A. (2023). Studi Evaluasi Sistem Drainase Di Kawasan Komplek Harapan Indah Kota Sorong Dengan Menggunakan Software EPA-SWMM 5.1. *Casuarina: Environmental Engineering Journal*, 1(1), 13–21.
<https://www.ejournal.um-sorong.ac.id/index.php/ceej/article/view/2859>
- Gibran, D. A., & Badriani, R. E. (2024). Analisis Kapasitas Drainase Jalan Piere Tendean Banyuwangi dengan Perangkat Lunak EPA-SWMM. *Jurnal Teknik Sipil*, 20(1), 143–157.
<https://doi.org/https://doi.org/10.28932/jts.v20i1.5194>
- Harto, S. (2000). *Hidrologi (Teori - Masalah - Penyelesaian)* (1st ed., Vol. 1). Nafiri Offset.
- Kartiko, L., Santoso, D. R., & Waspodo, B. (2018). *Analisis Kapasitas Saluran Drainase Menggunakan Program SWMM 5.1 (Drainage Channel Capacity Evaluation Using SWMM 5.1 in Tasmania Residence Bogor, West Java)* (Vol. 03).
- Kinanthi, S., Bisri, M., & Fidari, J. S. (2023). Analisis Potensi Kerugian Genangan Menggunakan SWMM 5.2 di Kelurahan Purwantoro, Kota Malang. *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 3(2), 451–461.
<https://doi.org/https://doi.org/10.21776/ub.jtr.esda.2023.003.02.039>
- Maftuh, A. (2000). *Program Analisis Frekuensi, Software Excel*.
- Rossmann, L. (2022). *Storm Water Management Model User's Manual Version*.
www.epa.gov/water-research
- Tamimi, R., Wahyuni, S., & Hidayah, E. (2016). Kajian Evaluasi Sistem Drainase Jalan Srikoyo Kecamatan Patrang Kabupaten Jember (Evaluation of Drainage System in Jalan Srikoyo Kecamatan Patrang Kabupaten Jember). *Jurnal Rekayasa Sipil Dan Lingkungan*, 1(01), 18.
<https://doi.org/10.19184/jrsl.v1i01.3741>
- Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana ICS 93.140 Badan Standardisasi Nasional, 1 (2016). www.bsn.go.id
- Triatmodjo, B. (2014). *Hidrologi Terapan*. Beta Offset.
- Widyasari, T. (2023). Hidrologi: Edisi Banjir Rancangan. In T. E. Bhakty (Ed.), *Eureka Media Aksara*. Eureka Media Aksara.
<https://repository.penerbiteureka.com/publications/565032/hidrologi-edisi-banjir-rancangan#cite>
- Widyasari, T., Achmad, N., Bhakty, T. E., & Perdana, A. C. (2024). Analysis of Runoff Discharge on Kaliurang Road Drainage Channels KM 6.5 – 7 Using SWMM 5.2 Model. In B. S. Mohammed, T. H. Min, M. H. Sutanto, T. B. Joewono, & S. As'ad (Eds.), *Proceedings of the International Conference on Emerging Smart Cities (ICESC2022)* (pp. 765–774). Springer Nature Singapore.
https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-981-99-1111-0_66
- Widyasari, T., Achmad, N., & Pradipta, D. A. (2021). Redesign Saluran Drainase Jalan Kaliurang km. 6, 5-7. *RANCANG BANGUN TEKNIK SIPIL*, 8(1), 6.
- Zainuddin, M. R., Selintung, M., & Lopa, R. (2023). Pengaruh Tata Guna Lahan terhadap Debit Banjir pada Daerah Aliran Sungai Pangkajene. *Konstruksia*, 14(2), 66–72.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.24853/jk.14.2.66-72>