

**PEMODELAN HUJAN-DEBIT
MENGUNAKAN STORM WATER
MANAGEMENT MODEL UNTUK
EVALUASI SISTEM DRAINASE
STUDI KASUS: RW 08 KELURAHAN
WONOREJO SURABAYA**

**Nurul Jannah Asid¹⁾, Rizki Astri
Apriliani²⁾, I Nyoman Renal Aryayoga³⁾**

¹Program Studi S-1 Teknik Sipil Fakultas
Teknik Universitas Negeri Surabaya
nurul.asid@unesa.ac.id

² Program Studi Teknik Sipil Fakultas
Teknik Universitas Dr. Soetomo,
rizki.apriliani@unitomo.ac.id

³Program Studi Teknik Sipil Fakultas
Teknik Universitas Dr. Soetomo,
yogaarya0202@gmail.com

ABSTRAK

Kawasan pemukiman Rw 08 Kelurahan Wonorejo Kecamatan Rungkut, Surabaya terjadi banyak perubahan lahan dikarenakan meningkatnya Pembangunan permukiman. Pembangunan kawasan perumahan menyebabkan terganggunya sistem drainase dikawasan tersebut, dan sering terjadi banjir. Dari hal yang terjadi lokasi penelitian perlu dilakukan evaluasi dan pemodelan untuk mengatasi terjadinya limpasan, Analisa menggunakan aplikasi SWMM untuk melakukan permodelan saluran drainase. Sebelum simulasi saluran drainase dilakukan perhitungan hujan rencana yang akan diinput pada aplikasi SWMM. Berdasarkan pemodelan yang didapat di kawasan Rw 08 Kelurahan Wonorejo Surabaya berjumlah 117 subcatchment, 227 junction node, 4 outfalls dan 385 conduit. Setelah dilakukan running pada aplikasi SWMM muncul nilai continuity error dari hasil running adalah -0.25% dan nilai flow routing adalah 0.00%. Maka dapat disimpulkan jika nilai flow

routing diatas 5%. Dari hasil running ditemukan 68 saluran drainase mengalami limpasan dari 385 Saluran dikarenakan curah hujan yang tinggi pada periode 2 jam.
Kata Kunci : Drainase, SWMM, Curah Hujan, Limpasan,

ABSTRACT

Rapid land-use changes driven by residential development have significantly disrupted the drainage system in RW08, Wonorejo Village, Rungkut District, Surabaya, resulting in frequent flooding. This study employs the Storm Water Management Model (SWMM) to evaluate and model the local drainage network. Design rainfall intensities were computed and used as model inputs. The SWMM model comprises 117 subcatchments, 227 junction nodes, 4 outfalls, and 385 conduits. Simulation results yielded a continuity error of -0.25% and a flow-routing error of 0.00%, both well within the acceptable threshold of < 5%. During a two-hour high-intensity rainfall event, 68 conduits experienced overflow. These findings identify specific vulnerable sections within the network that are prone to flooding under heavy rainfall. Future work should prioritize hydraulic upgrades—such as upsizing conduits or introducing retention facilities—to enhance the system’s resilience and reduce flood risk in similar urban residential settings.

Keyword : Drainage, SWMM, Rainfall, Runoff,

1. PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah penduduk kota Surabaya peningkatan akan permukiman meningkat pula (Maulana, 2018) Salah satu kawasan di kota Surabaya yang mengalami peningkatan Pembangunan kawasan pemukiman, adalah bagian timur kota Surabaya yang terletak di Rw 08 Kelurahan Wonorejo Kecamatan Rungkut, Surabaya.

Peningkatan jumlah penduduk maka akan mempengaruhi sistem drainase pada kawasan tersebut. Drainase merujuk pada sistem prasarana dan sarana yang berfungsi untuk mengalirkan kelebihan air, terutama air hujan, dari suatu kawasan perkotaan agar tidak terjadi genangan atau banjir, serta mengelola air tersebut secara berkelanjutan. (Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia, 2014).

Sistem Drainase yang berada di kawasan RW 08 Kelurahan wonorejo sering terjadi masalah salah satunya mengalami limpasan dikarenakan saluran drainase sudah tidak dapat menampung air yang disebabkan oleh curah hujan tinggi atau kerusakan pada saluran drainase.

Dari hal yang terjadi maka kawasan Rw 08 Kelurahan Wonorejo tersebut perlu dilakukan evaluasi atau pemodelan untuk mengetahui saluran drainase yang terjadi limpasan, Peneliti menggunakan bantuan software EPA SWMM dalam mengevaluasi keadaan saluran drainase disebabkan oleh curah hujan. SWMM (Storm Water Management Model) adalah model simulasi dinamis hubungan antara curah hujan dan limpasan yang dikembangkan oleh U.S. *Environmental Protection Agency* (EPA).



Gambar 1.

Layout berdasarkan *Google Earth*

Pemodelan dengan SWMM dilakukan berdasarkan berbagai proses hidrologi seperti curah hujan dengan variasi waktu,

evaporasi pada permukaan air, curah hujan pada daerah tampungan dan infiltrasi dari curah hujan yang masuk ke lapisan tanah tak jenuh air yang memperhatikan limpasan dan sistem drainase (Suprpto et al., 2018). Lokasi penelitian berada di Rw 08 Kelurahan Wonorejo Surabaya, memiliki luasan ± 650 Ha. Lokasi studi tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.

1.1 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah “bagaimana hasil pemodelan hujan-debit pada Rw 08 Kelurahan Wonorejo Surabaya menggunakan aplikasi SWMM”.

1.2 Tujuan Penulisan

Tujuan penelitian ini adalah “Pemodelan hujan-debit yang terjadi pada Rw 08 Kelurahan Wonorejo menggunakan Aplikasi SWMM”

1.3 Urgensi Penelitian

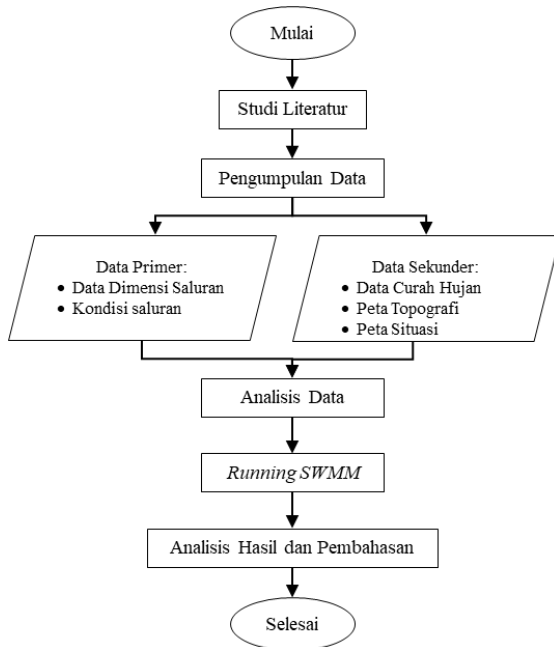
Secara teoritis nilai urgensi penelitian ini adalah mengkaji kapasitas debit pada saluran drainase akibat adanya hujan, sehingga bisa diteliti permodelan hujan-debit pada suatu kawasan berdasarkan teori yang telah ada sebelumnya.

Secara praktis nilai urgensi penelitian ini adalah menyelesaikan permasalahan banjir dan membantu para pelaku di dunia konstruksi sehingga diperoleh hasil yang dapat digunakan untuk evaluasi atau analisa pada suatu kawasan.

2. METODE PENELITIAN

Langkah pertama melakukan Analisis hidrologi, melakukan analisa hujan wilayah, melakukan analisis statistik metode analisis frekuensi hujan yang cocok, selanjutnya melakukan perhitungan kala ulang hujan. Langkah selanjutnya adalah melakukan analisa debit hujan rencana. Kemudian analisis hidrolika saluran drainase dilakukan, dimensi saluran yang ada dilakukan inventarisasi terlebih dahulu

mengenei dimensi dan panjang saluran, kemudian melakukan analisa debit rencana dibandingkan dengan debit hidrolika dengan menggunakan EPA SWMM. Secara Lengkap alur penelitian ini seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2.
Bagan Alir Penelitian

2.1 Analisis Hidrologi

Perhitungan debit rencana dengan metode rasional, mempunyai rumus sebagai berikut:

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A \tag{1}$$

(Soewarno, 1995)

Keterangan :

- C : Koefisien tutupan lahan
- I : Intensitas Hujan (mm/jam)
- A : Luas Catchmen (m²)

2.2 Uji Kecocokan Distribusi

Terdapat dua metode berbeda yang biasa dipakai dalam menguji contoh persebaran frekuensi yakni Chi-kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov. (Suripin, 2021)

A. Uji Chi-kuadrat

Uji Chi-kuadrat merupakan perhitungan untuk menentukan persamaan

distribusi yang telah dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang di analisis.(Harmani & Wiyono, 2018) Dalam mengambil keputusan uji ini menggunakan parameter X², Perhitungan metode Uji Chi Kuadrat digunakan rumus antara lain :

$$X^2 = \sum_{i=0}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \tag{2}$$

(Fakhrurrazi & Effendie, 2024)

Keterangan:

- X² : parameter chi square
- n : banyaknya sub grup
- O_i : banyaknya total tinjauan sub grup ke-i
- E_i : banyaknya total teoritis pada sub grup ke-i

B. Uji Smirnov-kolmogorov

Uji kecocokan smirnov-kolmogorov sering juga disebut uji kecocokan Non Parametric. Dalam prosedur pengujian Smirnov-kolmogorov sebagai berikut :

1. Mengurutkan data (dari data terbesar ke data yang terkecil) dan tentukan besar peluang dari masing-masing data.
2. Tentukan nilai masing-masing peluang teoritis dari kedua probabilitas
3. Dari kedua nilai peluang teoritis tersebut tentukan selisih antara peluang. P(x)-p(x) = maksimal (D)
4. Menentukan nilai Do berdasarkan tabel nilai kritis Uji kecocokan smirnov-kolmogorov.

Dari hasil persamaan distribusi dinyatakan diterima jika nilai D lebih kecil dari Do; jika D lebih besar dari Do, distribusi yang digunakan tidak dapat diterima.

(Fakhrurrazi & Effendie, 2024)

2.3 Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{tc} \right)^{2/3} \tag{3}$$

(Harmani & Wiyono, 2018)

Keterangan :

- I : intensitas hujan (mm/jam)
- R₂₄ : tinggi hujan max. Peretmal (mm)

tc : waktu / lama hujan (jam)

limpasan dan dialirkan pada tiap junction (Rossman, 2015)

2.4 Analisis Hidrolika

Analisis hidrolika pada penelitian ini dikerjakan dengan menggunakan program SWMM. Model simulasi hujan limpasan (*rainfall-runoff*) menggunakan data curah hujan kawasan. Prinsip kerja dari SWMM adalah dengan menjumlahkan luas daerah tangkapan yang menampung besarnya hujan, kemudian dibangkitkan dalam bentuk

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Perhitungan Curah Hujan Kawasan

Curah hujan rata-rata kawasan menggunakan empat stasiun hujan terdekat dari lokasi penelitian. Yaitu stasiun hujan Gubeng, stasiun hujan Keputih, stasiun hujan Wonokromo dan stasiun hujan Wonorejo.

Tabel 1.
Curah Hujan Maksimum Periode 10 Tahun Terakhir

Tahun	Stasiun Wonokromo (mm)	Stasiun Gubeng (mm)	Stasiun Keputih (mm)	Stasiun Wonorejo (mm)	Curah Hujan Rata-Rata R(mm)
2013	87	99	87	85	89.50
2014	83	109	134	100	106.50
2015	63	61	84	109	79.25
2016	108	98	164	121	122.75
2017	114	116	124	122	119.00
2018	73	65	49	85	68.00
2019	76	76	50	66	67.00
2020	107	102	102	97	102.00
2021	70	110	73	90	85.75
2022	56	126	88	68	84.50

3.2. Perhitungan Metode Distribusi

Perhitungan distribusi hujan menggunakan metode distribusi Gumbel. Dalam menghitung parameter distribusi perlu mengitung rata-rata data curah hujan dan standart deviasi untuk menentukan

curah hujan harian maksimum selama tahun pengamatan.

Berdasarkan Tabel 2, nilai hujan rencana dengan periode ulang pada tahun ke-2 yaitu 92.43 mm, pada tahun ke-5 yaitu 108.91 mm, pada tahun ke-10 yaitu 117.52 mm dan pada tahun ke-20 yaitu 124.62 mm

Tabel 2.
Parameter Distribusi Gumbel

No.	TAHUN	Rmax	Ri	(Ri-Rt)	(Ri-Rt)2
1	2013	89.50	122.75	30.325	919.6056
2	2014	106.50	119	26.575	706.2306
3	2015	79.25	106.5	14.075	198.1056
4	2016	122.75	102	9.575	91.68063
5	2017	119.00	89.5	-2.925	8.555625
6	2018	68.00	85.75	-6.675	44.55563
7	2019	67.00	84.5	-7.925	62.80563
8	2020	102.00	79.25	-13.175	173.5806

No.	TAHUN	Rmax	Ri	(Ri-Rt)	(Ri-Rt) ²
9	2021	85.75	68	-24.425	596.5806
10	2022	84.50	67	-25.425	646.4306
Jumlah			924.25		3448.131
Banyak data			10		
Rata-rata			92.425		
Standart Deviasi			19.57359687		

3.3. Uji Kecocokan Distribusi

Pengukuran data perolehan uji metode-metode analisis frekuensi yang akan digunakan untuk memperkirakan intensitas

hujan penting untuk diperiksa. Terdapat dua metode berbeda yang biasa dipakai dalam menguji contoh persebaran frekuensi, yakni:

Tabel 3.
Uji Chi Kuadrat

Kelas	RTR	Nilai Batas Tiap Kelas		Ei	Oi	$\frac{(Ei-Oi)^2}{Ei}$	
1	111.578		>	111.578	2	2	0
2	95.3669	95.367	-	111.578	2	2	0
3	83.92994	83.93	-	95.3669	2	3	0.5
4	72.904	72.904	-	83.92994	2	1	0.5
5			<	72.904	2	2	0
Jumlah					10	10	1

A. Uji Chi Kuadrat

Hasil perhitungan uji chi kuadrat disajikan pada Tabel 3. Berdasarkan tabel 3 diatas didapat harga $Xh^2(RTr) = 1$ dengan derajat kebebasan (dk) = 5 - 2 - 1 = 2. Maka

nilai kritis untuk uji Chi-Kuadrat pada derajat kepercayaan (α) = 5% diperoleh nilai $X^2 = 5.991$. Berdasarkan perhitungan bahwa $Xh^2 < X^2$, yaitu : $1 < 5.991$, maka Hipotesis **mewakili**.

Tabel 4.
Uji Smirnov-Kolmogorov

No.	TAHUN	Rmax	Ri	Log Xi	P(LogX)	f(t)	P'(Log)	ΔP
1	2013	89.5	122.75	2.089	0.0909	1.431	0.0764	-0.0145
2	2014	106.5	119	2.0755	0.1818	1.285	0.0985	-0.0833
3	2015	79.25	106.5	2.0273	0.2727	0.763	0.2236	-0.0491
4	2016	122.75	102	2.0086	0.3636	0.559	0.2877	-0.0759
5	2017	119	89.5	1.9518	0.4545	-0.056	0.5239	0.0694
6	2018	68	85.75	1.9332	0.5455	-0.258	0.6026	0.0571
7	2019	67	84.5	1.9269	0.6364	-0.327	0.6293	-0.0071
8	2020	102	79.25	1.899	0.7273	-0.629	0.7357	0.0084
9	2021	85.75	68	1.8325	0.8182	-1.349	0.9115	0.0933
10	2022	84.5	67	1.8261	0.9091	-1.419	0.9222	0.0131
ΔP Max								0.0933

B. Uji Smirnov-Kolmogorov

Uji kecocokan smirnov-kolmogorav sering juga disebut uji kecocokan Non Parametric. Karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Dari

hasil data curah hujan, didapatkan nilai ΔP Max = 0.0,933. Dengan menggunakan Tabel Nilai Kritis Do untuk Uji Smirnov – Kolmogorov, untuk derajat kepercayaan 5 % dan n = 10, maka diperoleh ΔP Kritis = 0.41.

Karena nilai ΔP Max = 0.0933 lebih kecil dari nilai ΔP Kritis = 0.41 dengan demikian maka Hipotesis dapat mewakili.

3.4. Intensitas Curah Hujan

Hasil perhitungan intensitas curah hujan untuk periode ulang 2 tahun, 5 tahun, 10

tahun dan 20 tahun disajikan pada Tabel 5. Contoh perhitungan intensitas curah hujan periode ulang tahun ke-10 pada 1 jam :

$$I = \frac{128,60}{24} \times \left[\frac{24}{1} \right]^{2/3} = 44,583 \text{ mm/jam.}$$

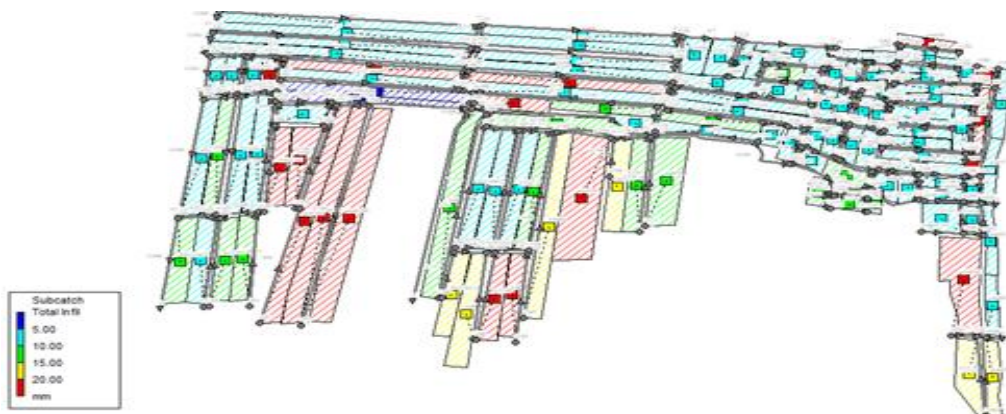
Tabel 5.
Nilai Intensitas Curah Hujan

T (Jam)	Periode Ulang			
	2	5	10	20
1	31.122	39.221	44.583	49.726
2	19.606	24.708	28.086	31.326
3	14.962	18.855	21.433	23.906
4	12.351	15.565	17.693	19.734
5	10.644	13.413	15.247	17.006
6	9.426	11.878	13.502	15.060
7	8.505	10.718	12.183	13.589
8	7.781	9.805	11.146	12.432
9	7.193	9.065	10.304	11.493
10	6.705	8.450	9.605	10.713
11	6.292	7.930	9.014	10.054
12	5.938	7.483	8.506	9.487

3.5 Pemodelan Saluran Drainase Dengan SWMM

Pemodelan saluran Drainase Kelurahan Wonorejo Surabaya menggunakan aplikasi *software* SWMM, bangunan hidrolik yang digambarkan dalam pemodelan aplikasi *software* SWMM yang berupa *subcachment*, *junction node*, *outfall node* dan *counduit*. berdasarkan pemodelan

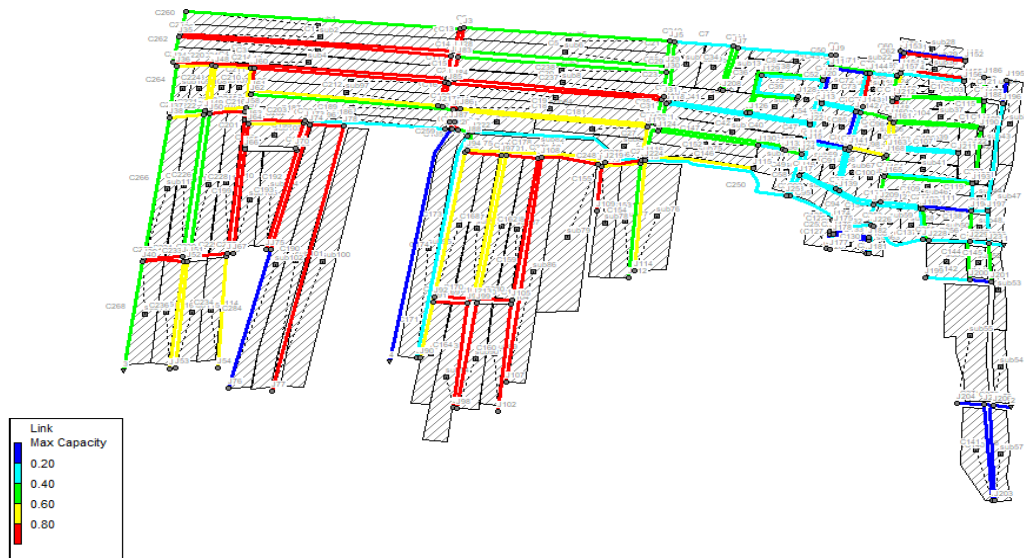
yang didapat di kawasan Rw 08 Kelurahan Wonorejo Surabaya berjumlah 117 *subcachment*, 227 *junction node*, 4 *outfalls* dan 385 *counduit*. Untuk melakukan simulasi permodelan jaringan saluran drainase pada gambar 3 yang digambarkan di aplikasi SWMM dengan menggunakan data yang ada dari pengukuran dimensi saluran secara langsung.



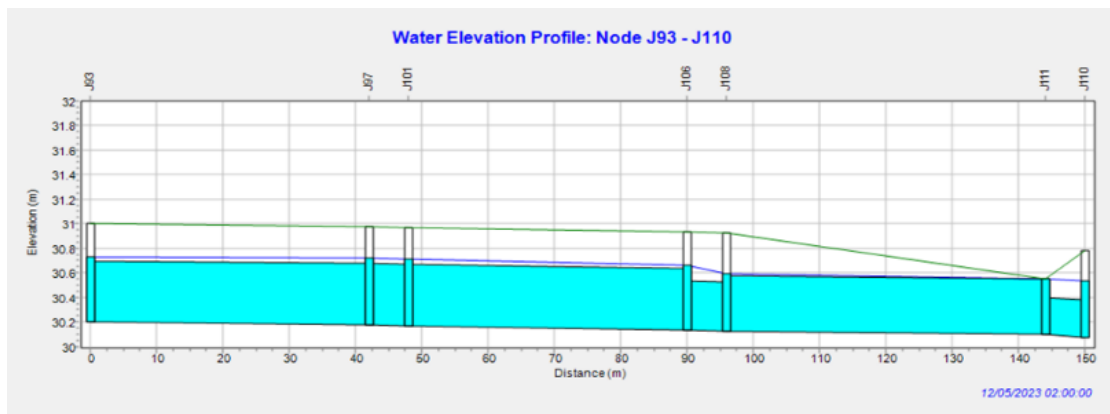
Gambar 3.
Hasil Analisis Regresi Penyerapan

Setelah dilakukan *running* pada aplikasi SWMM muncul nilai *continuity error* dari hasil *running* adalah -0.25% dan nilai *flow routing* adalah 0.00%. Maka dapat disimpulkan jika nilai *flow routing* diatas 5% maka dinyatakan hasil simulasi diragukan atau tidak dapat diterima.

Dari output simulasi kita dapat melihat kondisi total infiltrasi, total limpasan, dan debit puncak, hasil simulasi menunjukkan rendahnya nilai infiltrasi pada subcatchment sehingga sedikit air hujan yang diserap oleh tanah dan menjadi runoff. Pada gambar 4 garis merah menunjukkan bahwa saluran tersebut terjadi limpasan.



Gambar 4.
Hasil Running saluran drainase



Gambar 5.
Profil j93-j110 Saluran yang Terjadi Limpasan

Hasil simulasi juga menunjukkan Banyak saluran yang terjadi limpasan atau luapan sebanyak 68 saluran, maka perlu dilakukan perbaikan saluran drainase atau perubahan dimensi pada saluran yang terjadi luapan. Pada hasil *Running SWMM*

didapatkan juga debit limpasan pada *Subcatchment*, saluran drainase dan pada Outfall. debit pada *Subcatchment* sebesar 0.31 m³/detik, Untuk debit aliran maksimum pada saluran C sebesar 1.671 m³/detik, dan

untuk debit maksimum pada Outfall O1 sebesar 1.671 m³/detik.

Oleh sebab itu, perlu dilakukan Pemodelan ulang atau perubahan dimensi lebar dan tinggi saluran drainase sehingga di dapatkan tampungan yang cukup. Pada gambar 5 simulasi aliran saluran yang terjadi limpasan dan perlu dilakukan perubahan dimensi tinggi dan lebar saluran drainase.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Setelah dilakukan pemodelan hujan-debit dengan software Strom Water Management Model pada kawasan RW 08 Kelurahan Wonorejo Surabaya. Pemodelan yang dilakukan memiliki jumlah 117 Subcachment, 227 Juction dan memiliki jumlah 385 Conduit. didapatkan 68 saluran yang terjadi limpasan dikarenakan saluran tersebut tidak mampu menampung aliran air.
2. Running SWMM didapatkan debit limpasan pada Subcachment, saluran drainase dan pada Outfall. debit pada Subcachment sebesar 0.31 m³/detik, Untuk debit aliran maksimum pada saluran C sebesar 1.671 m³/detik, dan untuk debit maksimum pada Outfall O1 sebesar 1.671 m³/detik.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Fakhrurrazi, F., & Effendie, F. (2024). Analisa Kapasitas Saluran Drainase Pada Jalan Haryono M.T Kota Banjarmasin. *Jurnal Gradasi Teknik Sipil*, 8(1), 123–136.
- Harmani, E., & Wiyono, W. (2018). Analisis Kapasitas Saluran Drainase Pada Saluran Primer Medokan-Semampir Surabaya. *Ge-STRAM: Jurnal Perencanaan Dan Rekayasa Sipil*, 1(1), 21–30.
- Maulana, Z. (2018). Analisis Perkembangan Permukiman Kaitannya Dengan Kondisi Sosial Kemasyarakatan Di

Kecamatan Menganti Kabupaten Gresik (Studi Kasus Tentang Perubahan Kondisi Sosial Kemasyarakatan di Kecamatan Menganti). *Swara Bhumi*, 05(6), 1–7.

Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia. (2014). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan. *Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia*, 85(1).

Rossmann, L. a. (2015). Storm water management model user's manual version 5.1 (EPA/600/R-05/040). *United States Environment Protection Agency, September*.

Soewarno. (1995). Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk analisa data. In *NOVA* (Vol. 11, Issue 1).

Suprpto, M., Mutaqin, A. Y., & Prilbista, A. S. (2018). Analisis Sistem Drainase Untuk Penanganan Genangan Di Kecamatan Magetan Bagian Utara. *Matriks Teknik Sipil*, 6(1).

Suripin. (2021). Sistem Drainase Kota Yang Berkelanjutan. *Sistem Drainase Kota Yang Berkelanjutan*, 20(5).



Copyright© by the authors. Licensee Jurnal Ilmiah MITSU, Indonesia. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike (CC BY-NC-SA 4.0) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)