

STUDI PERENCANAAN SALURAN DRAINASE DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM EPA SWMM 5.1 PADA PERUMAHAN GKR (Gresik Kota Raya)

Abdullah Musthofainal Akhyar¹, Bambang Suprpto², Azizah Rokhmawati³

¹Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang,
e-mail: mushthofa.24@gmail.com

²Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang,
e-mail: Bambang.suprpto@unisma.ac.id

³Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang,
e-mail: azizah.rachmawati@unisma.ac.id

ABSTRAK

Kawasan Perumahan Gresik Kota Raya adalah Kawasan yang semulanya berupa sawah dan ladang / tanah kosong, perubahan tataguna lahan tersebut dapat mengakibatkan berkurangnya daerah resapan air, Perencanaan saluran drainase diperlukan sebagai bangunan pendukung untuk mengatasi kekurangan daerah resapan air.

Perencanaan saluran drainase menggunakan metode poligon thiessen dengan tiga stasiun hujan yaitu stasiun hujan Ujungpangkah, Sidayu dan Tambakombo. Curah hujan diperoleh dalam perhitungan kala ulang hujan 5 tahun menggunakan metode *Log Pearson III* yaitu 82,67 mm, direncanakan saluran drainase menggunakan saluran berbentuk lingkaran untuk saluran tersier dengan diameter 0,3 m dengan debit maksimal 0,0598 m³/dtk dan saluran sekunder dengan diameter 0,4 m debit maksimal 0,1702 m³/dtk, sedangkan saluran primer direncanakan dengan bentuk trapesium dengan dimensi 0,6 x 0,8 m dengan debit maksimal 0,613 m³/dtk.

Hasil analisis menunjukkan debit terbesar saluran tersier terjadi pada saluran M.1 yaitu sebesar 0,0287 m³/dtk dan saluran sekunder pada titik Sk.2 dengan debit sebesar 0,1652 m³/dtk, debit rencana saluran primer 0,249 m³/dtk, debit tersebut lebih kecil dari pada debit maksimal rencana. Hasil menjalankan simulasi pada program SWMM didapatkan hujan terbesar terjadi pada jam ke 1 dan tidak terjadi limpasan pada semua saluran.

Kata kunci : Drainase Perumahan, Limpasan, Simulasi SWMM 5.1

ABSTRACT

The Residential Area of Gresik Kota Raya is an area that was originally in the form of paddy fields and fields / vacant land, changes in land use can result in reduced water catchment areas. Planning of drainage channels is needed as a supporting building to overcome the shortage of water catchment areas.

Drainage channel planning uses the Thiessen polygon method with three rain stations, namely Ujungpangkah, Sidayu and Tambakombo rain stations. Rainfall is obtained in the calculation of the 5 year return period of rain using the Pearson Log III method, namely 82.67 mm, planned drainage channels using circular channels for tertiary channels with a diameter of 0.3 m with a maximum discharge of 0.0598 m³/s and secondary channels with diameter of 0.4 m with a maximum discharge of 0.1702 m³/sec, while the primary canal is planned in a trapezoidal shape with dimensions of 0.6 x 0.8 m with a maximum discharge of 0.613 m³/sec.

The results of the analysis show that the largest discharge of the tertiary channel occurs in channel M.1 which is 0.0287 m³/s and the secondary channel is at point Sk.2 with a discharge of 0.1652 m³/s, the planned discharge of the primary channel is 0.249 m³/s, the discharge is smaller than the maximum discharge plan. The results of running the simulation on the SWMM program showed that the largest rainfall occurred at hour 1 and no runoff occurred in all channels.

Keywords : Residential Drainage, Runoff, SWMM Simulation 5.1

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pembangunan perumahan gresik kota raya terletak di kecamatan bungah gresik mengalami perubahan tata guna lahan yang semula sawah/tanah kosong yang mengakibatkan berkurangnya daerah resapan air , untuk mengatasi masalah tersebut diperlukan saluran drainase supaya tidak terjadi banjir dikemudian hari.

Drainase secara umum dapat didefinisikan sebagai suatu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik yang berasal dari air hujan, rembesan, maupun kelebihan air irigasi dari suatu kawasan atau lahan, sehingga fungsi kawasan atau lahan tidak terganggu .(Herison et al., 2018). Keterpaduan pada komponen mencakup antara lain kualitas air, air hujan dengan air permukaan dan air dibawah tanah, penggunaan lahan (*land use*) dengan penyandangan air (*water use*).(Budiman et al., 2021)

Teknis perencanaan saluran drainase menggunakan software EPA SWMM 5.1 yang mampu membuat model simulasi limpasan curah hujan, limpasan permukaan yang digunakan untuk simulasi kuantitas dan kualitas hidrologi permukaan/bawah permukaan tunggal dan jangka Panjang dari kualitas terutama di daerah perkotaan / pinggiran kota.

Identifikasi Masalah

Berdasarkan hasil survei lapangan diperoleh beberapa masalah yaitu sebagai berikut :

1. Adanya perubahan tata guna lahan pada lokasi penelitian yang semula sawah / Lahan Kosong menjadi kawasan perumahan yang mengakibatkan berkurangnya daerah resapan air.
2. Belum adanya saluran drainase pada perumahan Gresik Kota Raya.
3. Perencanaan menggunakan Program Epa SWMM 5.1 Untuk memodelkan saluran drainase di perumahan Gresik Kota Raya.

Rumusan Masalah

Dari identifikasi masalah diatas didapatkan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Berapa besar curah hujan rancangan pada perumahan Gresik Kota Raya ?
2. Berapa debit banjir rencana sistem drainase di area perumahan Gresik Kota Raya ?
3. Berapa dimensi penampang pada saluran drainase pada area perumahan Gresik Kota Raya ?
4. Bagaimana perencanaan arah sistem drainase pada perumahan Gresik Kota Raya?
5. Bagaimana hasil pemodelan saluran drainase perumahan Gresik Kota Raya menggunakan program EPA SWMM 5.1 ?

TINJAUAN PUSTAKA

Analisis Hidrologi

Perhitungan analisis hidrologi sering diperlukan untuk menentukan hujan rerata pada daerah yang terdapat lebih dari satu stasiun pengukuran yang ditempatkan secara terpencar dan hujan yang tercatat di masing-masing stasiun dapat tidak sama. (Purwandani & Lasminto, 2018)

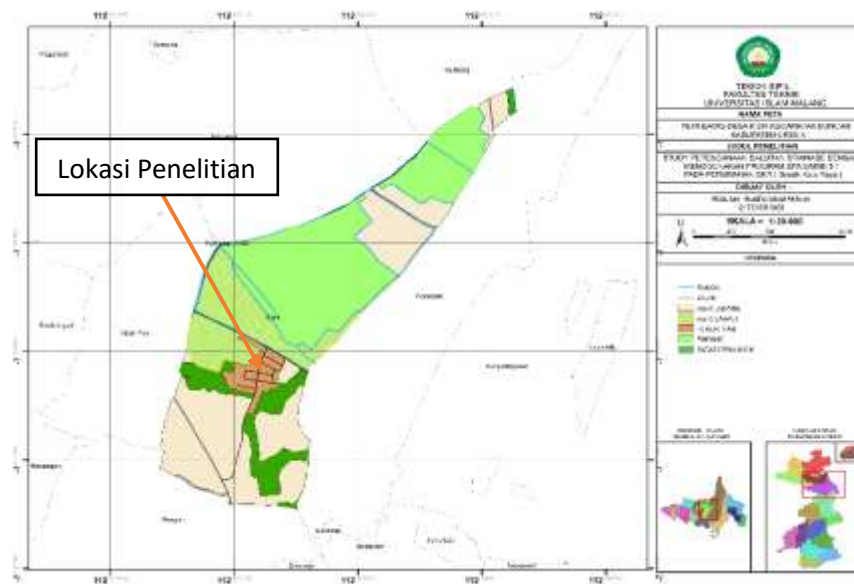
Intensitas Curah Hujan

Intensitas hujan dihitung dengan menggunakan curah hujan rancangan yang sudah didapatkan dengan metode Log PersonType III. Besarnya intensitas hujan ini dipengaruhi oleh lamanya curah hujan.(Putri et al., 2018).

Epa SWMM

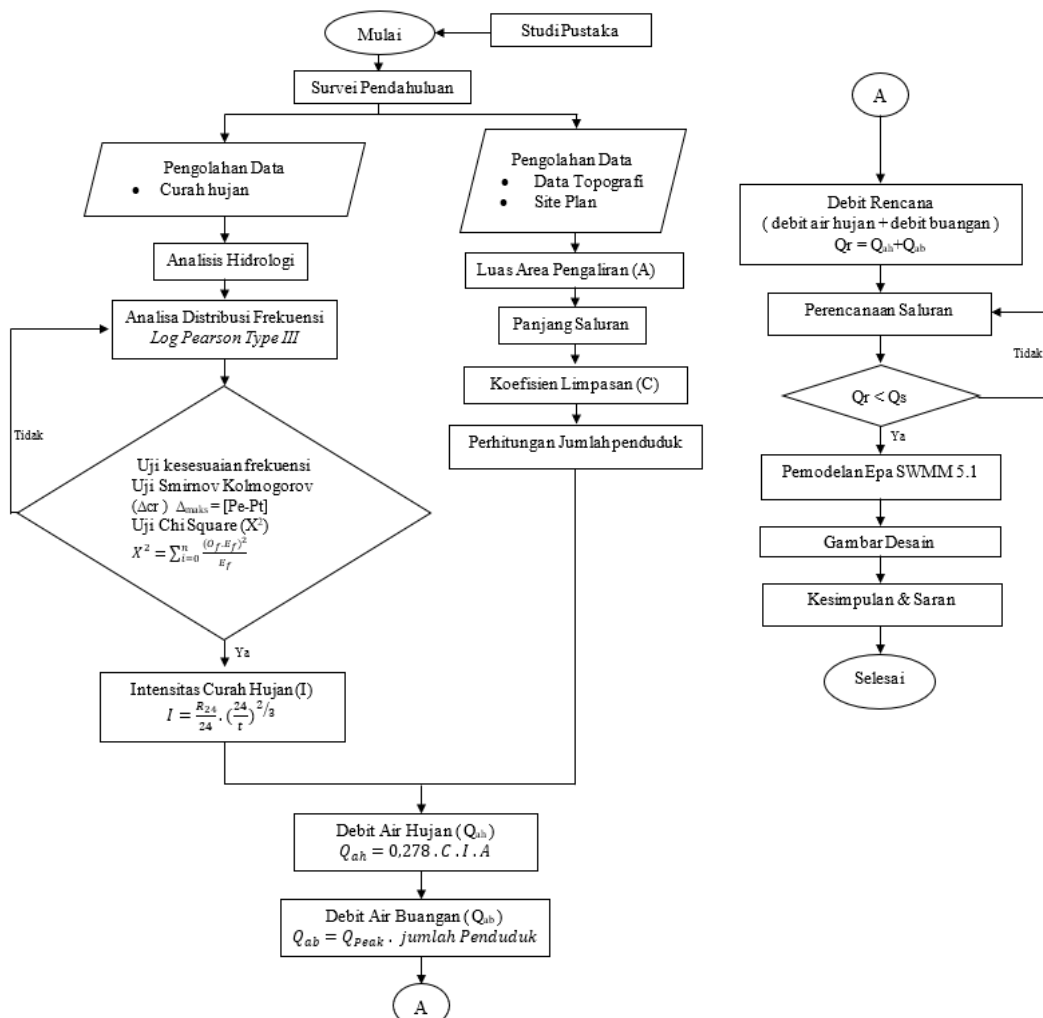
Aplikasi model SWMM dapat digunakan untuk beberapa hal seperti perencanaan dan dimensi jaringan pembuang untuk pengendalian banjir serta perencanaan daerah penahan sementara untuk pengendalian banjir.(Kuswicaksono & sutoyo, 2016)

Lokasi



Gambar 1. Lokasi Perumahan Gresik Kota Raya
Sumber : Pengolahan Arcgis 10.8

Bagan Alir Penelitian



HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Hidrologi

Hasil analisis menggunakan metode distribusi frekuensi log pearson type III dengan data curah hujan yang telah dihitung dengan metode polygon thiesen dan telah dilakukan uji konsistensi menggunakan metode kurva massa ganda, yaitu sebesar 82,67 mm untuk kala ulang 5 tahun

Tabel 1. kala ulang curah hujan metode Log Pearson Type III

No	Kala ulang (tahun)	Pr (%)	Log $\bar{X}$	Cs	G	Si	Log Xt	Xt (mm)
1	2	50	1,854	-1,038	0,170	0,074	1,867	73,60
2	5	25	1,854	-1,038	0,850	0,074	1,917	82,67
3	10	10	1,854	-1,038	1,108	0,074	1,936	86,38
4	25	4	1,854	-1,038	1,350	0,074	1,954	90,03

Sumber : Hasil Perhitungan Excel, 2022

Perhitungan Debit Rencana

Luas Area

Luas area didapatkan dari Analisa melalui program arcgis

Koefisien Pengaliran (C)

Berikut Contoh perhitungan Pada saluran A₁:

$$C = \frac{C_1 A_1 + C_2 A_2 + C_3 A_3}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

$$C = \frac{(0,85 \times 0,00069) + (0,15 \times 0,00035) + (0,70 \times 0,00033)}{0,001374}$$

$$C = 0,634$$

Intensitas Curah Hujan (I)

$$t_c = \left(\frac{0,0195}{60} \right) \times \left(\frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0,77}$$

$$t_c = \left(\frac{0,0195}{60} \right) \times \left(\frac{94}{\sqrt{0,004}} \right)^{0,77}$$

$$t_c = 0,2549$$

Perhitungan Intensitas Curah Hujan dengan persamaan sebagai berikut :

$$I = \left(\frac{R_{24}}{24} \right) \left(\frac{24}{t_c} \right)$$

$$I = \left(\frac{82,67}{24} \right) \left(\frac{24}{0,2549} \right)$$

$$I = 71,290$$

Debit Limpasan Air hujan (Q_{ah})

$$Q_{ah} = 0,278 \times C \times I \times A$$

$$Q_{ah} = 0,278 \times 0,634 \times 71,290 \times 0,00137$$

$$Q_{ah} = 0,0173 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

Perhitungan Debit Rancangan

$$(Q_{ah}) = 0,0173 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$(Q_{ab}) = 0,000109 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Maka besarnya debit rancangan pada saluran A yaitu :

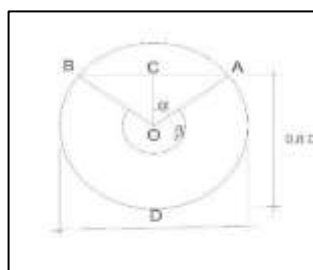
$$Q_r = Q_{ah} + Q_{ab}$$

$$Q_r = 0,0173 + 0,000109$$

$$Q_r = 0,0174 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Perencanaan Dimensi Saluran

Saluran setinggi 0,8 . Untuk perhitungannya sebagai berikut:



Gambar 2. Perencanaan dimensi saluran
Sumber : Autocad 2022

Diketahui :

$$n = 0,013$$

$$OA = OB = 0,5D$$

$$OC = 0,3D$$

$$CA = CB = \sqrt{OA^2 - OC^2}$$

$$CA = CB = \sqrt{0,5D^2 - 0,3D^2}$$

$$CA = CB = 0,4D$$

$$AB = 2 \times CA$$

$$AB = 2 \times 0,4$$

$$AB = 0,8$$

$$\cos a = OC/OA$$

$$\cos a = \frac{0,3}{0,5} = 0,6$$

$$a = \cos^{-1} a$$

$$a = \cos^{-1} 0,6$$

$$a = 53,13^\circ$$

1. Mencari Nilai (A)

A = luas ABCD = luas OADB + luas AOB

$$A = \frac{1}{4} \pi D^2 \times \frac{253,74^\circ}{360^\circ} + \frac{1}{2} \times AB \times OC$$

$$A = \frac{1}{4} 3,14 D^2 \times \frac{253,74^\circ}{360^\circ} + \frac{1}{2} \times 0,8 \times 0,3$$

$$A = 0,673 D^2$$

2. Mencari nilai (P)

P = Busur AOC

$$P = \pi D \times \frac{253,74^\circ}{360^\circ}$$

$$P = 3,14 D \times \frac{253,74^\circ}{360^\circ}$$

$$P = 2,213 D$$

3. Mencari nilai (R)

$$R = \frac{A}{P}$$

$$R = \frac{0,673 D^2}{2,213 D}$$

$$R = 0,304 D$$

4. Menghitung diameter saluran (D)

$$Q = A \times \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

$$0,0174 = 0,673 D^2 \times \frac{1}{0,013} \times (0,304 D)^{2/3} \times 0,004^{1/2}$$

$$0,0174 = 1,482 D^{3/8}$$

$$D^{3/8} = \frac{0,0174}{1,482}$$

$$D^{3/8} = 0,012$$

$$D = 0,19 \text{ m}$$

Tabel 2. Dimensi Rencana Saluran Drainase

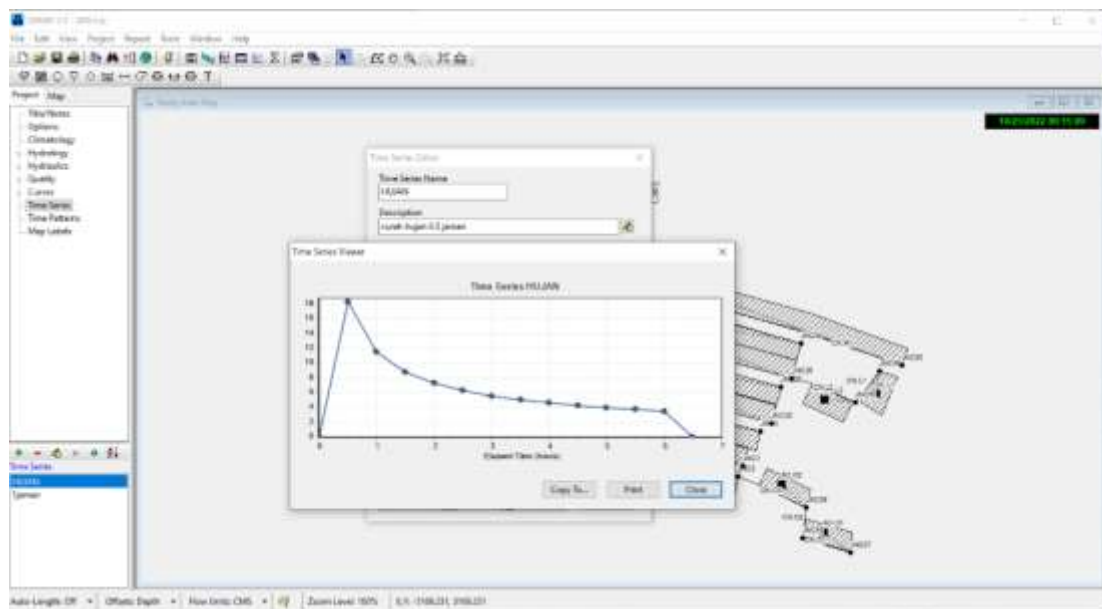
No.	Kode Saluran	Kemiringan Saluran (S)	Debit Rancangan (QR) (m ³ /detik)	Diameter Hitung (D) (m)	Diameter Rencana (D) (m)	Keterangan
1	A2	0,0040	0,0174	0,19	0,3	OK
2	B1	0,0040	0,0196	0,20	0,3	OK
3	C1	0,0040	0,0189	0,19	0,3	OK
4	C2	0,0040	0,0194	0,20	0,3	OK
5	D1	0,0040	0,0196	0,20	0,3	OK
6	D2	0,0040	0,0196	0,20	0,3	OK
7	E1	0,0040	0,0220	0,21	0,3	OK
8	E2	0,0040	0,0182	0,19	0,3	OK
9	F1	0,0040	0,0194	0,20	0,3	OK
10	F2	0,0040	0,0197	0,20	0,3	OK
11	G1	0,0040	0,0197	0,20	0,3	OK
12	G2	0,0040	0,0197	0,20	0,3	OK
13	H1	0,0040	0,0180	0,19	0,3	OK

No.	Kode Saluran	Kemiringan Saluran (S)	Debit Rancangan (Q_R) ($m^3/detik$)	Diameter Hitung (D) (m)	Diameter Rencana (D) (m)	Keterangan
14	H2	0,0040	0,0180	0,19	0,3	OK
15	I1	0,0040	0,0198	0,20	0,3	OK
16	I2	0,0040	0,0204	0,20	0,3	OK
17	J1	0,0040	0,0196	0,20	0,3	OK
18	J2	0,0040	0,0196	0,20	0,3	OK
19	K1	0,0040	0,0179	0,19	0,3	OK
20	K2	0,0040	0,0187	0,19	0,3	OK
21	L1	0,0040	0,0178	0,19	0,3	OK
22	L2	0,0040	0,0208	0,20	0,3	OK
23	M1	0,0040	0,0287	0,23	0,3	OK
24	N1	0,0040	0,0165	0,19	0,3	OK
25	O1	0,0040	0,0154	0,18	0,3	OK
26	O2	0,0040	0,0232	0,21	0,3	OK
27	SK1	0,0070	0,0834	0,31	0,4	OK
28	SK2	0,0070	0,1652	0,40	0,4	OK

Sumber : Hasil Perhitungan Excel, 2022

Pemodelan EPA SWMM 5.1

pemodelan Epa SWMM dengan menggunakan distribusi hujan jam-jaman dengan hasil sebagai berikut :



Gambar 3. grafik distribusi hujan jam-jaman

Sumber : Pemodelan SWMM 5.1

Tabel 3. Distribusi hujan Jam jaman

R24 (mm)	Jam ke (t)	Distribusi (Rt) 0,5 jaman	curah hujan jam ke	Persentase (%)	Rt (mm)
82,67	00:30	0,72	0,22	22,15%	18,31
82,67	01:00	0,45	0,14	13,95%	11,53
82,67	01:30	0,35	0,11	10,65%	8,80
82,67	02:00	0,29	0,09	8,79%	7,27
82,67	02:30	0,25	0,08	7,57%	6,26
82,67	03:00	0,22	0,07	6,71%	5,54
82,67	03:30	0,20	0,06	6,05%	5,00

R24 (mm)	Jam ke (t)	Distribusi (Rt) 0,5 jaman	curah hujan jam ke	Persentase (%)	Rt (mm)
82,67	04:00	0,18	0,06	5,54%	4,58
82,67	04:30	0,17	0,05	5,12%	4,23
82,67	05:00	0,16	0,05	4,77%	3,94
82,67	05:30	0,15	0,04	4,48%	3,70
82,67	06:00	0,14	0,04	4,23%	3,49
jumlah		3,26	1	100%	82,67

Sumber : Hasil Perhitungan Excel, 2022

Kualitas simulasi cukup baik, dimana continuity error untuk limpasan dan penelusuran aliran masing masing adalah -0,34% dan 0,06% (kualitas simulasi kurang baik jika continuity error > 10%

Tabel 4. Volume limpasan

Subcatchment	Total	Total	Total	Total	Peak	koefisien
	Precip	Infil	Limpasan	Limpasan	Runoff	
	mm	mm	mm	10 ⁶ ltr	CMS	
SC.A1	41,32	20,14	21,11	0,03	0,00	0,511
SC.B1	41,32	22,65	18,60	0,03	0,00	0,450
SC.C1	41,33	20,43	20,82	0,03	0,00	0,504
SC.C2	41,33	20,49	20,77	0,03	0,00	0,503
SC.D1	41,32	19,31	21,95	0,03	0,00	0,531
SC.D2	41,32	19,31	21,96	0,03	0,00	0,531
SC.E1	41,33	24,22	17,08	0,02	0,00	0,413
SC.E2	41,32	21,00	20,28	0,02	0,00	0,491
SC.F1	41,32	19,99	21,26	0,03	0,00	0,514
SC.F2	41,32	20,25	21,01	0,03	0,00	0,508
SC.G1	41,32	19,31	21,96	0,03	0,00	0,531
SC.G2	41,32	19,31	21,96	0,03	0,00	0,531
SC.H1	41,32	20,01	21,26	0,02	0,00	0,514
SC.H2	41,32	20,01	21,26	0,02	0,00	0,515
SC.I1	41,33	19,67	21,59	0,04	0,00	0,522
SC.I2	41,32	19,03	22,24	0,04	0,00	0,538
SC.J1	41,32	19,31	21,96	0,03	0,00	0,531
SC.J2	41,32	19,28	22,00	0,03	0,00	0,532
SC.K1	41,32	19,93	21,35	0,02	0,00	0,517
SC.K2	41,32	20,81	20,49	0,02	0,00	0,496
SC.L2	41,32	28,93	12,32	0,02	0,00	0,298
SC.L1	41,32	19,44	21,85	0,01	0,00	0,529
SC.M1	41,32	18,18	23,05	0,10	0,01	0,558
SC.N1	41,32	18,09	23,22	0,02	0,00	0,562
SC.O1	41,33	24,12	17,19	0,01	0,00	0,416
SC.O2	41,33	26,41	14,85	0,02	0,00	0,359

Sumber : Hasil Rekapitulasi EPA SWMM 5.1, 2022

Dari hasil analisa volume limpasan didapatkan yaitu, besar debit limpasan maksimum terjadi pada SC.M1 sebesar 0,10 m³/s pada jam ke 01:05, dan kecepatan aliran maksimum terjadi pada CN.SK2 sebesar 1,40 m/s

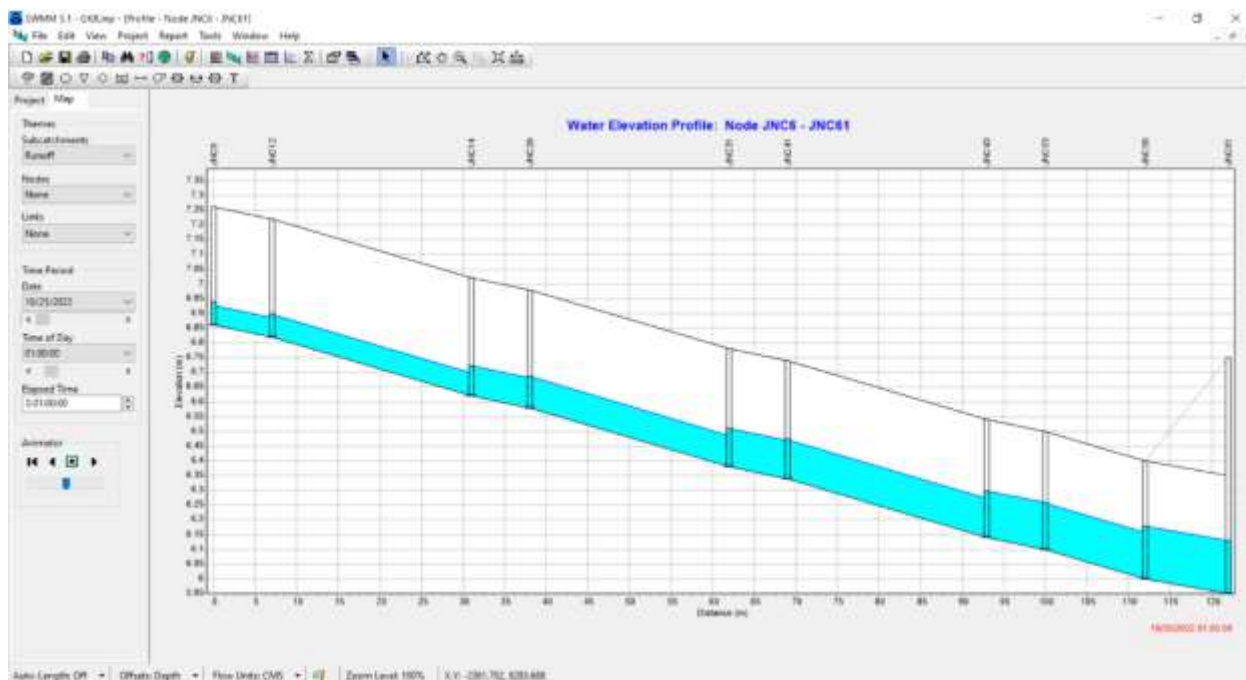
Tabel 5. Tabulasi aliran saluran

Link	Type	Aliran	Aliran	Kecepatan	Aliran	Kedalaman
		Maksimum	maksimum	maksimum	maksimum	maksimum
		CMS	Pada jam ke	m/sec		
CN.A1	Conduit	0,007	01:04	0,59	0,11	0,22
CN.B1	Conduit	0,01	01:05	0,64	0,17	0,28
CN.C1	Conduit	0,004	01:03	0,49	0,06	0,16
CN.C2	Conduit	0,004	01:03	0,49	0,06	0,17
CN.D1	Conduit	0,007	01:04	0,55	0,13	0,24
CN.D2	Conduit	0,007	01:04	0,55	0,13	0,24
CN.E1	Conduit	0,002	01:02	0,4	0,04	0,14
CN.E2	Conduit	0,002	01:02	0,39	0,04	0,13
CN.F1	Conduit	0,004	01:03	0,49	0,07	0,18
CN.F2	Conduit	0,004	01:03	0,46	0,07	0,18
CN.G1	Conduit	0,008	01:04	0,55	0,14	0,25
CN.G2	Conduit	0,008	01:04	0,59	0,13	0,24
CN.H1	Conduit	0,002	01:02	0,34	0,05	0,15
CN.H2	Conduit	0,002	01:02	0,34	0,05	0,15
CN.I1	Conduit	0,008	01:04	0,52	0,15	0,26
CN.I2	Conduit	0,004	01:04	0,48	0,07	0,18
CN.J1	Conduit	0,011	01:05	0,61	0,21	0,31
CN.J2	Conduit	0,008	01:05	0,55	0,14	0,25
CN.K1	Conduit	0,002	01:02	0,38	0,04	0,14
CN.K2	Conduit	0,002	01:02	0,38	0,04	0,14
CN.L1	Conduit	0,002	01:01	0,37	0,03	0,12
CN.L2	Conduit	0,004	01:02	0,48	0,06	0,16
CN.M1	Conduit	0,011	01:06	0,64	0,19	0,3
CN.N1	Conduit	0,003	01:02	0,41	0,05	0,15
CN.O1	Conduit	0,001	01:01	0,33	0,03	0,11
CN.O2	Conduit	0,001	01:02	0,4	0,02	0,1
CN.O3	Conduit	0,003	01:02	0,5	0,05	0,16
CN.P	Conduit	0,085	01:08	0,95	0,03	0,17
CN.SK.1A	Conduit	0,002	01:02	0,51	0,01	0,08
CN.SK.1B	Conduit	0,004	01:02	0,55	0,03	0,12
CN.SK.1C	Conduit	0,007	01:03	0,71	0,04	0,13
CN.SK.1D	Conduit	0,009	01:03	0,68	0,06	0,16
CN.SK.1E	Conduit	0,011	01:03	0,83	0,06	0,16
CN.SK.1F	Conduit	0,013	01:03	0,77	0,09	0,2
CN.SK.1G	Conduit	0,016	01:03	1,07	0,07	0,18
CN.SK.2A	Conduit	0,01	01:05	0,71	0,07	0,17
CN.SK.2B	Conduit	0,018	01:05	0,95	0,09	0,21
CN.SK.2C	Conduit	0,025	01:04	0,91	0,16	0,27
CN.SK.2D	Conduit	0,032	01:05	1,13	0,17	0,28
CN.SK.2E	Conduit	0,04	01:04	1,05	0,25	0,34
CN.SK.2F	Conduit	0,051	01:05	1,28	0,27	0,35
CN.SK.2G	Conduit	0,059	01:05	1,16	0,37	0,42
CN.SK.2H	Conduit	0,07	01:05	1,4	0,37	0,42

Link	Type	Aliran	Aliran	Kecepatan	Aliran	Kedalaman
		Maksimum	maksimum	maksimum	maksimum	maksimum
		CMS	Pada jam ke	m/sec		
CN.SK.2I	Conduit	0,07	01:05	1,16	0,47	0,49

Sumber : Hasil Rekapitulasi EPA SWMM 5.1, 2022

Dari hasil analisa aliran saluran (*link flow*) didapatkan yaitu, besar debit aliran maksimum terjadi pada CN.SK2 sebesar 0,37 m³/s pada jam ke 01:05, dan kecepatan aliran maksimum terjadi pada CN.SK2 sebesar 1,40 m/s



Gambar 4. Profil aliran SK2 (JNC 6 - JNC 61)
Sumber : Pemodelan EPA SWMM 5.1

Profil aliran menunjukkan bahwa saluran pada Node JNC6 – JNC61 masih bisa menampung limpasan air pada debit tertinggi yaitu jam ke-1 maka saluran aman untuk digunakan.

PENUTUP

Kesimpulan

1. Curah hujan rancangan pada perumahan Gresik Kota Raya dalam kala ulang 5 tahun yaitu sebesar 82,67 mm.
2. Debit banjir rencana terbesar pada drainase tersier yaitu pada titik M.1 dengan debit 0,0287 m³/dtk dan pada titik SK.2 pada saluran sekunder yaitu sebesar 0,1652 m³/dtk pada saluran Primer Sebesar 0,2520 m³/dtk.
3. Dimensi penampang pada saluran drainase Gresik kota raya yaitu sebesar 0,3 m dengan debit maksimum 0,0598 m³/dtk pada saluran tersier dan 0,4 m dengan debit maksimum 0,1703 m³/dtk pada saluran sekunder dan pada saluran primer dengan diameter 0,6 x 0,9 dan tinggi muka air 0,7 didapatkan debit maksimum 0,696 m³/dtk.
4. Perencanaan arah sistem drainase pada perumahan Gresik Kota Raya yaitu dari elevasi tertinggi yaitu 8 m pada saluran O.A sampai elevasi terendah 5 m pada outlet.
5. Hasil pemodelan Epa SWMM yaitu intensitas hujan tertinggi terjadi pada jam ke -1 dan dimensi saluran drainase mampu menampung debit banjir rencana.

Saran

1. Diharapkan pada penelitian selanjutnya menggunakan aplikasi lain seperti Hec-RAS, Hec-HMS dan lain sebagainya untuk perbandingan hasil dari penggunaan aplikasi dalam merencanakan saluran drainase.
2. Pada Penelitian selanjutnya bisa menerapkan drainase ramah lingkungan guna mendukung program lingkungan hijau.

DAFTAR PUSTAKA

- Budiman, Suprpto, B., & Rachmawati, A. (2021). *Studi Evaluasi Sistem Drainase Di Kecamatan Sukomanunggal Kota Surabaya*. Jurnal Rekayasa Sipil, 10(3), 80–90.
- Herison, A., Romdania, Y., Purwadi, O. T., & Effendi, R. (2018). *Kajian Penggunaan Metode Empiris dalam Menentukan Debit Banjir Rancangan pada Perencanaan Drainase (Review)*. Jurnal Aplikasi Teknik Sipil, 16(2), 77.
- Kuswicaksono, A. P., & sutoyo. (2016). *Evaluasi Dan Perencanaan Saluran Drainase Di Perumahan Puri Kintamani, Cilebut, Bogor Dengan Menggunakan Program SWMM*. 55.
- Purwandani, S. C., & Lasminto, U. (2018). *Perencanaan Ulang Sistem Drainase Perumahan Sukolilo Park Regency Di Surabaya Timur*. 231.
- Putri, H. P., Suprpto, B., & Rachmawati, A. (2018). *Studi Evaluasi Saluran Drainase Di Kecamatan Tarakan Tengah Kota Tarakan*. 9.