

STUDI ALTERNATIF SISTEM SALURAN DRAINASE PADA PERUMAHAN GREEN SYNTHESIS PONTIANAK KOTA PONTIANAK DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE EPA SWMM 5.1

Buana Tri Nugroho¹, Eko Noerhayati, ², Azizah Rachmawati³

¹Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang,
e-mail: buana trinugroho4@gmail.com

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

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

ABSTRAK

Pembangunan perumahan Green Synthesis yang terletak di Jalan Gusti Hamzah Kota Pontianak yang merupakan salah satu kawasan padat penduduk sehingga rawan terjadi genangan air ketika musim hujan tiba, untuk mengatasi hal ini perlu dilakukan perencanaan sistem drainase dengan baik. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif untuk mengetahui desain saluran drainase dan kapasitas dari rencana saluran drainase tersebut. Tahapan penelitian ini antara lain pengumpulan data hidrologi, topografi dan data drainase eksisting perumahan. Dilanjutkan dengan analisis hidrologi berupa analisis hujan rencana dan analisis hidrolika berupa kapasitas tampungan. Output dari analisis ini yaitu kapasitas tampungan saluran drainase harus lebih besar dibandingkan debit banjir rencana. Hasil perhitungan menunjukkan besarnya debit air hujan yang masuk ke Perumahan Green Synthesis Pontianak periode ulang 10 tahunan adalah sebesar 159,81 mm, kebutuhan dimensi saluran drainase untuk dapat menerima debit limpasan di dalam perumahan Green Synthesis Pontianak bermacam-macam yaitu 0,4 x 0,5 m, 0,3 x 0,4 m, 0,5 x 0,5 m, 0,6 x 0,7 m, 0,4 x 0,4 m, 0,6 x 0,6 m, 0,8 x 0,8 m, dan 0,9 x 1,0 m. serta desain jaringan drainase dalam perumahan Green Synthesis Pontianak menggunakan software EPA SWMM 5.1 menunjukkan nilai kapasitas (*capacity*) seluruh saluran drainase kurang dari 1.

Kata Kunci : Drainase, EPA SWMM, Perumahan

ABSTRACT

The Green Synthesis housing development is located on Jalan Gusti Hamzah, Pontianak City, which is a densely populated area that is prone to standing water when the rainy season arrives. To overcome this, it is necessary to plan a drainage system properly. The research method used is descriptive quantitative to determine the design of the drainage channel and the capacity of the planned drainage channel. The stages of this research include collecting data on hydrology, topography and existing housing drainage data. Followed by hydrological analysis in the form of analysis of design rainfall and hydraulic analysis in the form of storage capacity. The output of this analysis is that the storage capacity of the drainage channel must be greater than the planned flood discharge. The calculation results show that the amount of rainwater discharge that enters the Green Synthesis Pontianak Housing with a return period of 10 years is 159.81 mm, the required dimensions of the drainage channel to be able to receive runoff discharge in the Green Synthesis Pontianak housing vary, namely 0.4 x 0.5m, 0.3 x 0.4m, 0.5 x 0.5m, 0.6 x 0.7m, 0.4 x 0.4m, 0.6 x 0.6m, 0.8 x 0.8 m, and 0.9 x 1.0 m. and the design of the drainage network in the Green Synthesis Pontianak housing using the EPA SWMM 5.1 software showing the capacity value of all drainage channels is less than 1.

Keywords: Drainage, Housing, SWMM EPA

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Saluran drainase merupakan salah satu komponen infrastruktur yang penting untuk menampung serta mengalirkan air. Meningkatnya limpasan karena berkurangnya daerah resapan air dapat diatasi dengan pembangunan saluran drainase yang memadai sehingga dapat mengalirkan kelebihan air (Kartiko & Waspodo, 2018). Oleh karena itu maka diperlukan perencanaan jaringan drainase yang baik dan benar agar limpasan yang terjadi secepat mungkin dapat dialirkan dan dibuang ke sungai. Sistem drainase yang direncanakan adalah sistem drainase buatan dimana prinsip dari sistem ini adalah membuat saluran buatan seperti selokan pasangan batu/beton, gorong-gorong dan pipa-pipa. curah hujan yang turun dari permukaan tanah dan dari perumahan akan disalurkan ke saluran buatan kemudian dialirkan menuju sungai besar. Pembangunan perumahan Green Synthesis yang terletak di Jalan Gusti Hamzah Kota Pontianak yang merupakan salah satu kawasan padat penduduk. Sehingga rawan terjadi genangan air ketika musim hujan tiba, untuk mengatasi hal ini perlu dilakukan perencanaan sistem drainase dengan baik agar dapat mengatasi masalah tersebut. Lingkup sistem drainase buatan antara lain besar dimensi saluran drainase, bahan yang digunakan untuk sistem drainase buatan, kapasitas saluran drainase. Berdasarkan pokok permasalahan diatas yaitu rawannya genangan air ketika musim hujan tiba pada daerah Perumahan Green Synthesis, maka peneliti merasa perlu untuk melakukan studi perencanaan sistem saluran drainase dengan menggunakan software EPA SWMM 5.1. Model ini merupakan software yang digunakan untuk perencanaan yang berhubungan dengan limpasan, sanitasi, dan sistem drainase perkotaan (Fransiska dkk., 2020).

Rumusan Masalah

1. Berapa besarnya debit air hujan yang masuk ke perumahan Green Synthesis Pontianak?
2. Berapa kebutuhan dimensi saluran drainase untuk dapat menerima debit limpasan di dalam perumahan Green Synthesis Pontianak?
3. Bagaimana desain jaringan drainase di dalam perumahan Green Synthesis Pontianak menggunakan software EPA SWMM 5.1?

Tujuan dan Manfaat

1. Untuk mengetahui besarnya debit air hujan yang masuk ke perumahan Green Synthesis Pontianak.
2. Untuk mengetahui kebutuhan dimensi saluran drainase untuk dapat menerima debit limpasan di dalam perumahan Green Synthesis Pontianak.
3. Untuk membuat desain jaringan drainase di dalam perumahan Green Synthesis Pontianak menggunakan software EPA SWMM 5.1.

Adapun manfaat yang didapat diambil dari penelitian ini, adalah :

1. Memberikan informasi mengenai perencanaan drainase perumahan.
2. Menambah wawasan bagi mahasiswa tentang perencanaan drainase perumahan.
3. Bagi pelaksana proyek, bisa menambah opsi atau pilihan mengenai sistem drainase perumahan.
4. Sebagai masukan kepada instansi terkait agar menjadikan bahan evaluasi pada drainase perumahan.

TINJAUAN PUSTAKA

Drainase

Sistem drainase merupakan proses kegiatan pengaliran air permukaan (limpasan atau run off), maupun air tanah (Underground Water) di suatu kawasan tertentu (Fairizi, 2015). Lebih lanjut menurut Suripin (2004) drainase berarti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalirkan air.

Analisa Hidrologi

Analisis hidrologi dilakukan guna untuk memprediksi perkiraan besaran air yang masuk sebagai dasar perhitungan pada suatu rencana pembuatan drainase. Terdapat beberapa tahapan dalam menganalisis hidrologi suatu daerah menurut Suhardjono (1984) yang dijabarkan sebagai berikut:

- a) Pengumpulan Data Curah Hujan
- b) Uji Konsistensi Data
- c) Analisis Frekuensi
- d) Analisis Periode kala ulang curah hujan
- e) Analisis Intensitas dan waktu hujan
- f) Analisis Debit Rencana

Kapasitas dan Kecepatan Aliran

Suripin (2004) mengidentifikasi bahwa kapasitas dan kecepatan aliran dari satu titik ke titik lainnya sangat beragam tergantung pada tegangan geser di dasar dan dinding saluran serta letak permukaan bebasnya. Lebih lanjut, perhitungan kapasitas dan kecepatan aliran menjadi penting karena bersangkutan dengan lama usia drainase. Kecepatan aliran yang terlalu tinggi akan memperpendek usia fungsi drainase, sedangkan kecepatan aliran yang terlalu lambat akan mengakibatkan terjadinya penumpukan sedimen dan bertumbuhnya vegetasi yang akan mempengaruhi optimalisasi drainase.

EPA SWMM

Software EPA SWMM merupakan aplikasi simulasi curah hujan (*Rainfall-runoff*) yang digunakan untuk menggambarkan kejadian tunggal atau kejadian terus-menerus dengan kuantitas dan kualitas limpasan dari luas wilayah yang ditinjau. Dengan SWMM, kondisi di lapangan dapat dimodelkan dengan memasukkan tolak ukur yang telah tercatat pada kondisi sesungguhnya (Rossman, 2010 dalam Faizal dkk., 2019).

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Studi

Lokasi penelitian ini terletak di Perumahan Green Synthesis Kota Pontianak, Kalimantan Barat yang memiliki luas lahan perumahan 4,5 hektar. *Development* perumahan Green Synthesis menggunakan konsep hunian terbaru mengunggulkan kawasan hunian seluas 4,5 hektar.

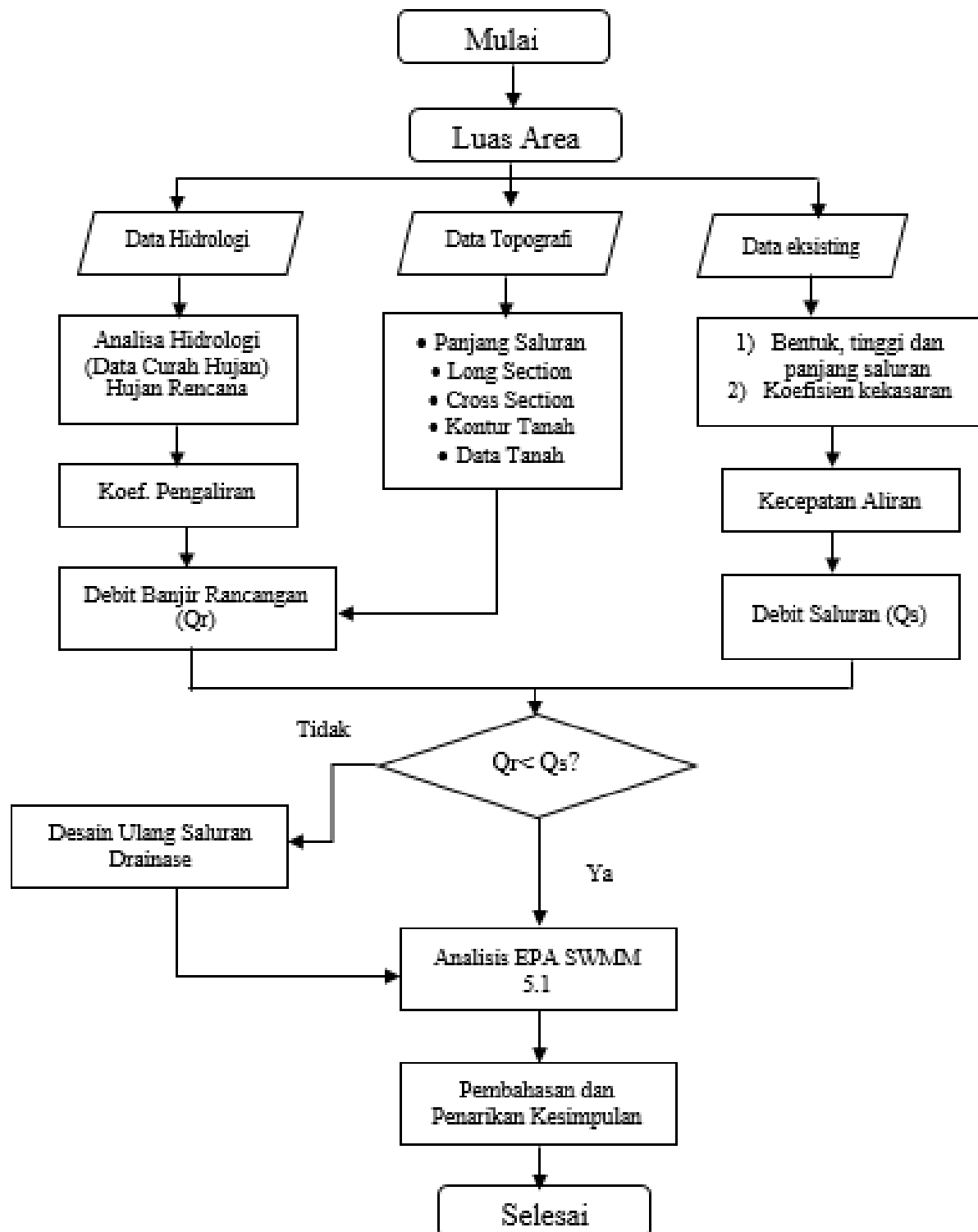
Tahapan Pengumpulan Data

Data yang diperlukan dalam studi ini meliputi data foto lokasi, peta topografi wilayah perumahan, data curah hujan, data dimensi drainase eksisting.

Analisa Data (Pengolahan dan Perhitungan Data)

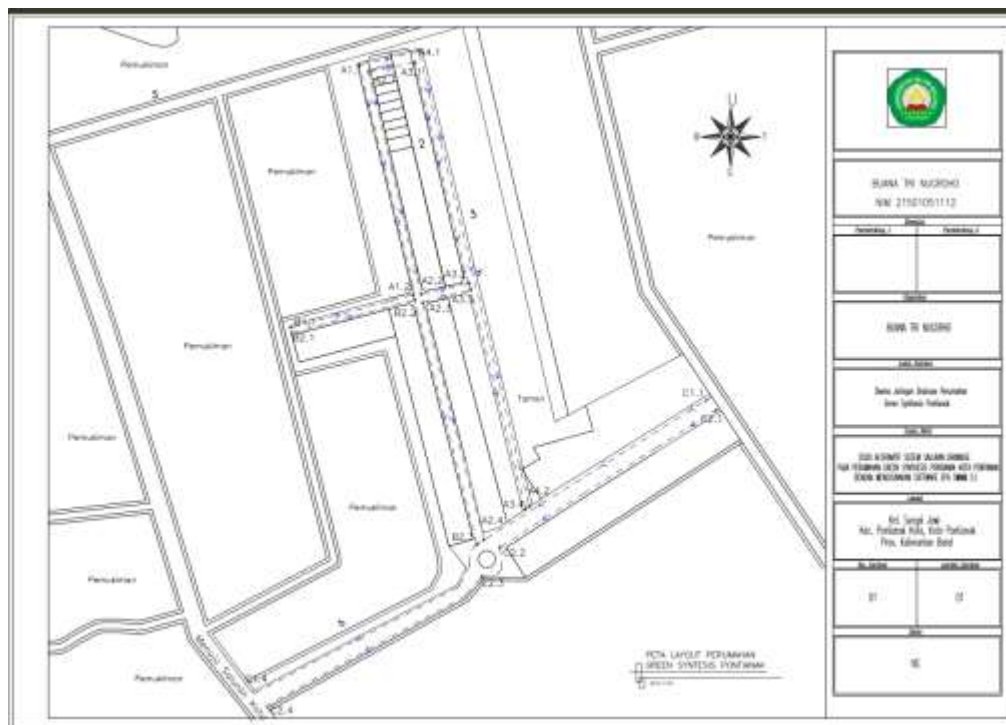
1. Pengumpulan data penelitian melalui survei lokasi
2. Analisis data hujan
3. Analisis kapasitas tampungan saluran drainase eksisting
4. Analisis kapasitas tampungan saluran drainase rencana
5. Analisis EPA SWMM

Diagram Alir Penelitian/ Flow Chart



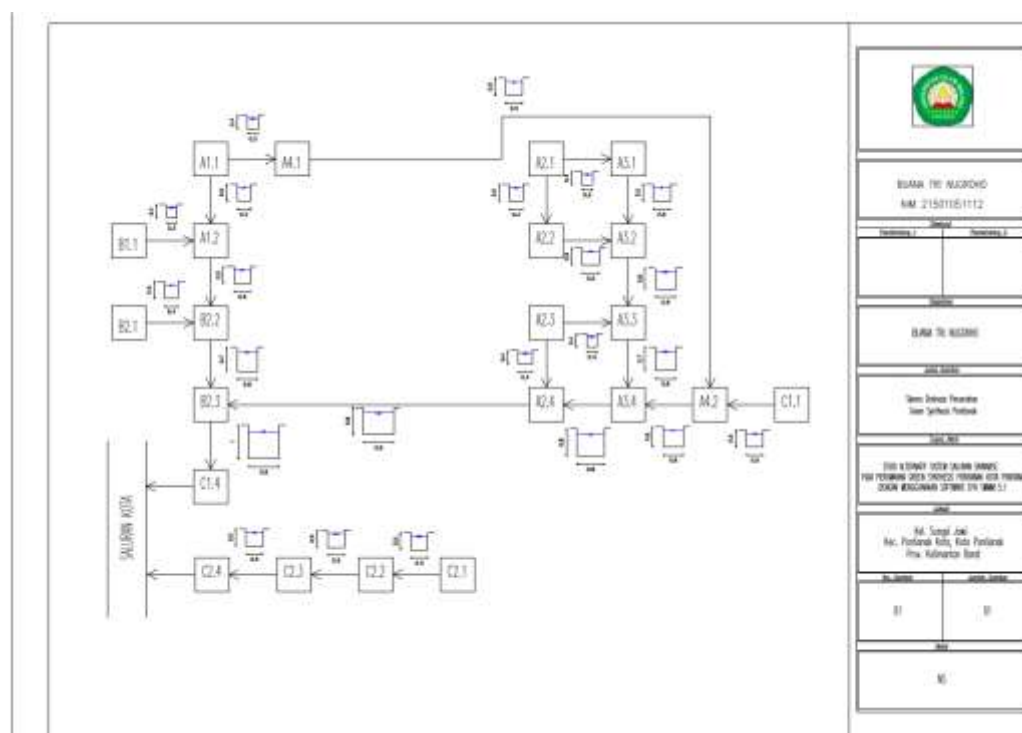
Gambar 1. Bagan Alir Penelitian
(Sumber: Penulis, 2022)

Peta Layout



Gambar 2. Layout Perumahan

Skema Jaringan



Gambar 3. Skema Jaringan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Hidrologi

Berikut adalah analisa debit banjir rencana pada salah satu saluran, yaitu saluran A1.1 – A1.2.

1. Nama saluran = A1.1 – A1.2
2. Koefisien pengaliran (C) = 0,86
3. R₂₄ = 159,81 mm
4. t_c = 7,52 menit = 0,125 jam
5. Intensitas hujan (I)

$$I = (R_{24}/24) \times (24/t_c)^{2/3}$$

$$= (159,81 / 24) \times (24/0,125)^{2/3}$$

$$= 221,15 \text{ mm/detik}$$
6. Luas lahan (A) = 299,11 m² = 0,00163 km²
7. Debit rencana (Q)

$$Q = 0.278 \times C \times I \times A$$

$$= 0,278 \times 0,86 \times 221,15 \times 0.00163$$

$$= 0,08 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Tabel 3 yang menampilkan hasil analisa debit banjir rencana pada seluruh saluran:

Tabel 3 Analisa Debit Banjir Rencana Pada Tiap Saluran

Nama Saluran	A total km2	C gab.	I mm/jam	Q hidrologi m3/dt	Σ Q hidrologi jaringan m3/dt
A1.1-A1.2	0.001628	0.86	221.1574	0.086443	0.086443
A1.1-A4.1	0.000234	0.19	375.6727	0.004684	0.004684
A2.1-A2.2	0.00141	0.87	227.3867	0.077098	0.077098
A2.1-A3.1	0.000175	0.87	513.1747	0.021756	0.021756
A3.1-A3.2	0.001305	0.87	223.7743	0.070359	0.092115
B1.1-A1.2	0.00045	0.48	253.8572	0.015085	0.015085
A1.2-B2.2		Gorong-Gorong			0.101528
B2.1-B2.2	0.000913	0.86	303.8199	0.066598	0.066598
B2.2-B2.3	0.001628	0.86	221.1574	0.086443	0.25457
A2.2-A3.2	0.000182	0.87	506.2436	0.022321	0.099419
A2.3-A2.4	0.001224	0.78	189.1619	0.050263	0.050263
A3.2-A3.3		Gorong-Gorong			0.191534
A2.3-A3.3	0.000216	0.87	499.542	0.026059	0.026059
A3.3-A3.4	0.001119	0.79	190.927	0.046735	0.264328
A4.1-A4.2	0.002673	0.87	145.7742	0.093881	0.098565
C1.1-A4.2	0.001794	0.86	230.1935	0.098909	0.098909
A4.2-A3.4		Gorong-Gorong			0.197474
A3.4-A2.4	0.000156	0.48	338.7656	0.006979	0.46878
A2.4-B2.3		Gorong-Gorong			0.519043
C2.1-C2.2	0.002132	0.86	208.3919	0.106411	0.106411
C2.2-C2.3	0.00009	0.90	480.6983	0.010824	0.117236
B2.3-C1.4	0.000816	0.48	199.3187	0.021477	0.79509
C2.3-C2.4	0.0009	0.48	190.5478	0.022646	0.139881

Sumber: Hasil Analisa, 2022

Ket:

A total = Luas total (rumah+jalan+halaman)

C gab = koefisien gabungan (rumah + jalan + halaman)

I = intensitas hujan

Q hidrologi= Debit hujan

ΣQ hidrologi = jumlah debit banjir yang mengalir di saluran sesuai dengan skema jaringan

Berdasarkan analisis pada Tabel di atas diketahui total debit limpasan saluran drainase Perumahan Green Synthesis Pontianak adalah sebesar 0,934 m³/detik (penjumlahan dari saluran B2.3 – C1.4 = 0,795 m³/detik dan C2.3 – C2.4 = 0,139 m³/detik).

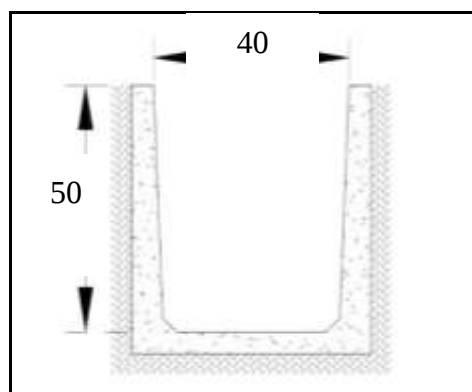
Analisis Hidrolika

Analisis hidrolika dilakukan untuk mendapatkan dimensi penampang saluran yang mampu menampung limpasan air dari debit rencana, baik ditinjau dari segi hidrolis maupun dari segi elevasi di lapangan.

Berdasarkan analisis, diketahui bahwa kapasitas saluran eksisting tidak memenuhi terhadap debit banjir rencana sehingga perlu perencanaan ulang saluran dengan merubah dimensi eksisting saluran tersebut. Berikut ini hasil perencanaan ulang saluran pada Perumahan Green Synthesis Pontianak Kota Pontianak.

Direncanakan pada salah satu saluran, yaitu saluran A1.1 – A1.2.

1. Nama saluran = A1.1 – A1.2
2. Panjang saluran (L) = 148 m
3. Direncanakan perubahan dimensi saluran di Perumahan Green Synthesis Pontianak Kota Pontianak menggunakan saluran beton *precast u-dicth* berbentuk persegi dengan lebar saluran (b) = 40 cm, dan tinggi saluran (h) = 50 cm seperti yang dipaparkan pada Gambar 4.3 berikut ini:



Gambar 4 Dimensi Rencana Saluran A1.1 - A1.2

Sumber: Brosur *Precast*

4. Luas penampang basah (A)

$$\begin{aligned} A &= b \times h \\ &= 0,4 \times (0,5 - 20\% \times 0,5) = 0,16 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

5. Keliling basah saluran (P)

$$\begin{aligned} (P) &= b + (2 \times h) \\ &= 0,4 + (2 \times 0,4) = 1,2 \text{ m} \end{aligned}$$

6. Jari-jari hidrolis saluran (R)

$$R = A / P$$

$$= 0.16 / 1.2 = 0,133 \text{ m}$$

7. Kemiringan saluran (S) direncanakan sebesar 0,25% pada semua saluran

8. Jenis saluran terbuka menggunakan material beton *precast u-dicth*, dengan angka kekasaran manning (n) sebesar 0,015 (Tabel 2.16)

9. Kapasitas debit saluran (Q)

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

$$= \frac{1}{0,015} \times 0,133^{\frac{2}{3}} \times 0,025^{\frac{1}{2}} \times 0,16 = 0,112 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dengan analisa tersebut dilakukan pula analisis untuk semua saluran dengan hasil ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5 Hasil Analisis Perencanaan Ulang Saluran

Nama Saluran	Panjang Saluran	B Saluran	H Saluran	h Saluran	Q Hidrolika	Σ Q Hidrologi Jaringan	Δq	Dimensi
	M	M	M	M	M3/Dt	M3/Dt	M3/Dt	
A1.1-A1.2	148	0.4	0.5	0.4	0.112	0.086	0.026	Memenuhi
A1.1-A4.1	13	0.3	0.4	0.32	0.056	0.005	0.052	Memenuhi
A2.1-A2.2	141	0.4	0.5	0.4	0.112	0.077	0.035	Memenuhi
A2.1-A3.1	25	0.3	0.4	0.32	0.056	0.022	0.035	Memenuhi
A3.1-A3.2	145	0.5	0.5	0.4	0.154	0.092	0.062	Memenuhi
B1.1-A1.2	75	0.3	0.4	0.32	0.056	0.015	0.041	Memenuhi
A1.2-B2.2	Gorong-Gorong	0.5	0.5	0.4	0.154	0.102	0.053	Memenuhi
B2.1-B2.2	83	0.4	0.5	0.4	0.112	0.067	0.045	Memenuhi
B2.2-B2.3	148	0.6	0.7	0.56	0.304	0.255	0.049	Memenuhi
A2.2-A3.2	26	0.5	0.5	0.4	0.154	0.099	0.055	Memenuhi
A2.3-A2.4	140	0.4	0.4	0.32	0.085	0.050	0.035	Memenuhi
A3.2-A3.3	Gorong-Gorong	0.6	0.6	0.48	0.251	0.192	0.059	Memenuhi
A2.3-A3.3	27	0.3	0.4	0.32	0.056	0.026	0.030	Memenuhi
A3.3-A3.4	137	0.6	0.7	0.56	0.304	0.264	0.039	Memenuhi
A4.1-A4.2	297	0.5	0.5	0.4	0.154	0.099	0.056	Memenuhi
C1.1-A4.2	138	0.5	0.5	0.4	0.154	0.099	0.055	Memenuhi
A4.2-A3.4	Gorong-Gorong	0.6	0.6	0.48	0.251	0.197	0.053	Memenuhi
A3.4-A2.4	26	0.8	0.8	0.64	0.540	0.469	0.071	Memenuhi
A2.4-B2.3	Gorong-Gorong	0.8	0.8	0.64	0.540	0.519	0.021	Memenuhi
C2.1-C2.2	164	0.5	0.5	0.4	0.154	0.106	0.048	Memenuhi
C2.2-C2.3	30	0.5	0.5	0.4	0.154	0.117	0.037	Memenuhi
B2.3-C1.4	136	0.9	1	0.8	0.843	0.795	0.047	Memenuhi
C2.3-C2.4	150	0.5	0.5	0.4	0.154	0.140	0.014	Memenuhi

Sumber: Analisa

Analisis EPA SWMM

Data yang akan digunakan serta settings yang dibutuhkan sudah diatur semua dan dimasukkan ke dalam tempatnya masing-masing maka tahap berikutnya adalah melakukan *Run Simulation* yang terdapat pada menu *Project > Run Simulation* atau menekan *Icon Run Simulation* yang berbentuk “Petir” yang terdapat pada *interface software*, ditunggu beberapa saat dan akan menunjukkan hasilnya dalam bentuk *Status Report* dan dapat menunjukkan apakah terdapat kesalahan (*error*) dalam simulasi SWMM, dalam *Status Report* terdapat berbagai macam hasil

mulai dari *Runoff*, *Inflow* dan data saluran yang meluap (banjir). Hasil simulasi dengan kala ulang 10 tahun didapatkan data saluran yang banjir dapat dilihat pada Tabel berikut.

Tabel 6 Hasil Analisis pada Link 20 (Saluran Outlet)

		<i>Flow</i>	<i>Depth</i>	<i>Velocity</i>	<i>Volume</i>	<i>Capacity</i>
Days	Hours	(CMS)	(m)	(m/s)	(m3)	
0	0:15:00	0.25	0.31	0.88	38.81	0.39
0	0:30:00	0.28	0.34	0.91	42.44	0.42
0	0:45:00	0.28	0.34	0.92	42.55	0.43
0	1:00:00	0.28	0.34	0.92	42.57	0.43
0	1:15:00	0.22	0.29	0.86	36.1	0.36
0	1:30:00	0.22	0.28	0.85	35.64	0.36
0	1:45:00	0.22	0.28	0.85	35.6	0.36
0	2:00:00	0.22	0.28	0.85	35.59	0.36
0	2:15:00	0.19	0.26	0.82	32.37	0.32
0	2:30:00	0.19	0.26	0.82	32.12	0.32
0	2:45:00	0.19	0.26	0.82	32.09	0.32
0	3:00:00	0.19	0.26	0.82	32.08	0.32
0	3:15:00	0.17	0.24	0.8	30.26	0.3
0	3:30:00	0.17	0.24	0.8	30.08	0.3
0	3:45:00	0.17	0.24	0.79	30.06	0.3
0	4:00:00	0.17	0.24	0.79	30.05	0.3
0	4:15:00	0.16	0.23	0.78	28.86	0.29
0	4:30:00	0.16	0.23	0.78	28.73	0.29
0	4:45:00	0.16	0.23	0.78	28.71	0.29
0	5:00:00	0.16	0.23	0.78	28.7	0.29
0	5:15:00	0.15	0.22	0.77	27.85	0.28
0	5:30:00	0.15	0.22	0.77	27.75	0.28
0	5:45:00	0.15	0.22	0.77	27.73	0.28
0	6:00:00	0.15	0.22	0.77	27.73	0.28

Sumber: Analisa Data

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Besarnya debit air hujan yang masuk ke Perumahan Green Synthesis Pontianak periode ulang 10 tahunan adalah sebesar 159,81 mm.
2. Kebutuhan dimensi saluran drainase untuk dapat menerima debit limpasan pada perumahan Green Synthesis Pontianak yaitu:
 - a. dimensi lebar x tinggi yaitu 0,3 x 0,4 m untuk saluran A1.1 – A.4.1, A2.1 – A3.1, B1.1 – A1.2, dan A2.3 – A3.3.
 - b. dimensi lebar x tinggi yaitu 0,4 x 0,4 m untuk saluran A2.3 – A2.4
 - c. dimensi lebar x tinggi yaitu 0,4 x 0,5 m untuk saluran A1.1 – A1.2, A2.1 – A2.2, dan B2.1 – B2.2.
 - d. dimensi lebar x tinggi yaitu 0,5 x 0,5 m untuk saluran A3.1 – A3.2, A1.2 – B2.2, A2.2 – A3.2, A4.1 – A4.2, C1.1 – A4.2, C2.1 – C2.2, C2.2 – C2.3, dan C2.3 – C2.4.
 - e. dimensi lebar x tinggi yaitu 0,6 x 0,6 m untuk saluran A3.2 – A3.3 dan A4.2 – A3.4.
 - f. dimensi lebar x tinggi yaitu 0,6 x 0,7 m untuk saluran B2.2 – B2.3 dan A3.3 – A3.4.
 - g. dimensi lebar x tinggi yaitu 0,8 x 0,8 m untuk saluran A3.4 – A2.4 dan A2.4 – B2.3
 - h. dimensi lebar x tinggi yaitu 0,9 x 1,0 m untuk saluran B2.3 – C1.4.

3. Perencanaan ulang drainase pada perumahan Green Synthesis Pontianak dinyatakan memenuhi terhadap debit hujan rencana yaitu dibuktikan dengan hasil analisis menggunakan *software* EPA SWMM 5.1 menunjukkan nilai kapasitas (*capacity*) seluruh saluran drainase kurang dari 1.

Saran

1. Diperlukan adanya redesign saluran drainase yang ada karena sebagian besar drainase di perumahan Green Synthesis Pontianak tidak mampu menampung debit air yang berasal dari intensitas hujan yang tinggi pada lokasi tersebut.
2. Penelitian dengan EPA SWMM dapat dibandingkan dengan berbagai *software* lain salah satunya seperti HecRAS.
3. Diharapkan adanya partisipasi dari masyarakat dalam menjaga kebersihan saluran drainase yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

- Fairizi, D. (2015). ANALISIS DAN EVALUASI SALURAN DRAINASE PADA KAWASAN PERUMNAS TALANG KELAPA DI SUB DAS LAMBIDARO KOTA PALEMBANG. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 3(1), 755–765.
- Faizal, R., Prasetya, N. A., Alstony, Z., & Rahman, A. (2019). Evaluasi Sistem Drainase Menggunakan Storm Water Management Model (SWMM) dalam Mencegah Genangan Air di Kota Tarakan. *Borneo Engineering: Jurnal Teknik Sipil*, 3(2), 143–154. <https://doi.org/10.35334/be.v3i2.1177>
- Fransiska, Y., Junaidi, J., & Bambang, I. (2020). Simulasi Dengan Program EPA SWMM Versi 5.1 Untuk Mengendalikan Banjir pada Jaringan Drainase Kawasan Jati. *Jurnal Chevrolet Unbari*, 5, 38. <https://doi.org/10.33087/civronlit.v5i1.56>
- 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>
- Kencana, A., Noerhayati, E., & Rokhmawati, A. (2021). Studi Evaluasi Drainase di Kecamatan Singosari Kabupaten Malang. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 9(4), 312–321.
- Suhardjono. (1984a). *Drainase*. Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Penerbit Andi.