

EVALUASI DAN ANALISIS SISTEM DRAINASE UTAMA MENGUNAKAN EPA SWMM (Studi Kasus Rw. 04, Desa Sriwulan, Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak)

¹Muhammad Rafi' Taufiqul Hadi*, ²Risky Bayu Ardita

¹ Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung

² Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung

*Corresponding Author:

Muhammadrifi282002@gmail.com

Abstrak

Permasalahan banjir di Jalan Sriwulan, Sayung, Demak, sangat kompleks dan multifaktorial. Sehingga sistem drainase memainkan peran yang sangat penting. Sistem drainase yang efektif dapat membantu mengurangi risiko banjir, Demikian juga yang terjadi di Desa Sriwulan, Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak. Oleh karena itu, dilakukan penelitian dan analisis hidrologi dan hidrolika jaringan drainase di Sriwulan. Dalam hal ini diambil sample lokasi di RW 04 Desa Sriwulan.

Analisis yang digunakan meliputi perhitungan curah hujan dengan menggunakan data dalam periode 10 tahun yaitu 2013-2022 menggunakan metode Polygon Thiessen, perhitungan Distribusi menggunakan metode Normal, Log Normal, Gumbel, Log Pearson III, Perhitungan Uji Distribusi Probabilitas menggunakan metode Uji Chi – Square, Uji Smirnov Kolmogorov, perhitungan Debit Rencana serta Analisis dan Evaluasi Saluran Drainase menggunakan Software EPA SWMM. Perhitungan data stasiun curah hujan yang digunakan ada 3 yakni stasiun Karangroto, Brumbung, Purwosari serta data klimatologi.

Dari perhitungan menggunakan periode 10 tahun didapat nilai debit air sebesar 11,109 m³ /det, kapasitas penampang saluran Drainase sekarang dapat menampung debit air sebesar 6,768 m³ /det dengan ukuran saluran Drainase lebar 2 m dan tinggi 1,5 m.. Sehingga perlu dilakukannya perencanaan ulang pada saluran Drainase pada daerah tersebut. Setelah dilakukannya perencanaan ulang pada Saluran Drainase dengan spesifikasi lebar 3 m dan tinggi 1,5 m didapat nilai untuk menampung debit air sebesar 11,781 m³ /det, Sehingga dirasa cukup untuk menampung debit air pada daerah tersebut selama 10 tahun.

Kata Kunci: Sistem Drainase; Metode Rasional; Kapasitas Debit; EPA SWMM; DAS Babon

Abstract

The flood problem on Jalan Sriwulan, Sayung, Demak, is very complex and multifactorial. So the drainage system plays a very important role. An effective drainage system can help reduce the risk of flooding, as well as what happened in Sriwulan Village, Sayung District, Demak Regency. Therefore, research and analysis of hydrology and hydraulics of drainage networks were carried out in Sriwulan. In this case, a sample of the location was taken in RW 04 Sriwulan Village.

The analysis used includes the calculation of rainfall using data in a 10-year period, namely 2013-2022 using the Thiessen Polygon method, the calculation of Distribution using the Normal method, Normal Log, Gumbel, Pearson III Log, Probability Distribution Test calculation using the Chi – Square Test method, the Smirnov Kolmogorov Test, the calculation of Plan Discharge and the Analysis and Evaluation of Drainage Channels using EPA SWMM Software. The calculation of rainfall station data used is 3, namely Karangroto, Brumbung, Purwosari stations and climatological data.

From the calculation using a 10-year period, the water discharge value is 11,109 m³ /sec, the cross-sectional capacity of the drainage channel can now accommodate a water discharge of 6,768 m³ /sec with a drainage channel size of 2 m wide and 1.5 m high. So that it is necessary to re-plan the drainage channel in the area. After re- planning the Drainage Channel with a specification of 3 m wide and 1.5 m high, a value was obtained to accommodate a water discharge of 11,781 m³ /sec, so that it was considered sufficient to accommodate water discharge in the area for 10 years.

Keywords: *Drainage System; Rational Method; Discharge Capacity; EPA SWMM; Babon watershed*

1. PENDAHULUAN

Permasalahan banjir di Jalan Sriwulan, Sayung, Demak, sangat kompleks dan multifaktorial. Dalam menghadapi tantangan ini, sistem drainase memainkan peran yang sangat penting. Sistem drainase yang efektif dapat membantu mengurangi risiko banjir dengan mengalirkan air hujan yang berlebihan secara efisien, mencegah genangan air, dan melindungi wilayah dari banjir yang merusak.

Maka, dalam penelitian ini peneliti akan melakukan evaluasi mendalam terhadap sistem drainase yang ada di Jalan Desa Sriwulan, Sayung, Demak, dengan tujuan utama untuk mengevaluasi sejauh mana sistem ini telah berhasil dalam menangani banjir, serta untuk mengidentifikasi masalah dan tantangan yang mungkin dihadapi. Selain itu, penelitian ini akan mengusulkan solusi dan rekomendasi yang dapat membantu memitigasi risiko banjir di daerah tersebut. Hasil penelitian ini bisa menjadi landasan bagi instansi yang berwenang, pemangku kepentingan, dan masyarakat dalam upaya meningkatkan sistem drainase dan mengurangi risiko banjir di Jalan Sriwulan, Sayung, Demak, serta memberikan kontribusi penting dalam pemahaman dan penanganan masalah banjir yang lebih luas di Indonesia. Untuk menganalisis kapasitas sistem drainase eksisting dalam menampung debit hujan, digunakan simulasi dengan software EPA SWMM (Environmental Protection Agency Storm Water Management Model). Pemilihan konsep penanganan diperoleh melalui simulasi ulang kapasitas saluran drainase agar dapat menampung debit yang direncanakan. Untuk dapat melakukan simulasi, diperlukan data hidrologi dan pengukuran saluran yang ada.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Berdasarkan Peraturan Pemerintah nomor 37 tahun 2012 tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) menjelaskan bahwa Daerah Aliran Sungai adalah sebuah wilayah daratan yang bersatu dengan sungai dan anak sungainya. Wilayah ini berperan dalam menampung, menyimpan, dan mengalirkan air hujan secara alami ke danau atau laut. Batas DAS di darat ditentukan oleh fitur topografis, sedangkan di laut mencakup daerah perairan yang masih dipengaruhi oleh aktivitas daratan.

2.2 Hidrologi

Hidrologi merupakan suatu cabang ilmu yang mempelajari tentang proses perubahan wujud air yang mengikuti siklus keseimbangan yang terjadi di lingkungan alam. Hidrologi dipelajari untuk dapat memecahkan masalah yang berhubungan dengan air seperti manajemen air, pengendalian banjir, dan perancangan bangunan air. Hidrologi biasanya lebih mengutamakan masalah air di daratan. Analisis hidrologi digunakan untuk memprediksi aliran air yang masuk selama periode waktu tertentu, biasanya 5 tahun atau 10 tahun untuk daerah industri.

2.3 Curah Hujan

Hujan merupakan fenomena alam dimana air jatuh dari atmosfer ke bumi. Fenomena ini mempunyai peran penting dalam siklus hidrologi. Pada daerah yang berbeda pun hujan juga akan mengalami perbedaan, hal ini akan menghasilkan karakteristik yang berbeda pula. Curah hujan yang diperlukan untuk menyusun suatu rancangan pemanfaatan air dan rancangan pengendalian banjir adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu. Curah hujan ini disebut curah hujan wilayah/daerah dan dinyatakan dalam milimeter. Curah hujan ini harus diperkirakan dari beberapa titik pengamatan curah hujan. (Sosrodarsono, 2003:27).

2.4 Analisa Distribusi Frekuensi

Analisis statis dilakukan pada curah hujan rata-rata yang tercatat di stasiun pengukur curah hujan di daerah aliran sungai. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi pola distribusi curah hujan yang sesuai dengan pola rata-rata curah hujan.

2.5 Hidrolika

Hidrolika merupakan ilmu terapan dan teknik terapan yang berhubungan dengan sifat mekanik fluida dan mempelajari perilaku aliran mikro dan makro air. Pembahasan hidrolika mencakup beberapa aspek sains dan disiplin keteknikan, serta mencakup beberapa konsep seperti aliran tertutup (pipa), desain bendungan, pompa, turbin, tenaga air, perhitungan dinamika fluida, pengukuran aliran dan perilaku aliran di saluran terbuka seperti sungai.

2.6 EPA SWMM

Pemodelan pengaruh pembangunan dapat dianalisis menggunakan EPA SWMM (*Environmental Protection Agency Storm Water Management Model*). Pemodelan dalam EPA SWMM telah digunakan untuk analisis hidrolik kompleks masalah saluran pembuangan, manajemen jaringan drainase, dan studi tentang berbagai masalah polusi. Perencanaan dimensi jaringan pembuangan untuk pengendalian banjir serta perencanaan area penahanan sementara untuk pengendalian banjir dan pemetaan area genangan banjir dapat dianalisis dan disimulasikan menggunakan aplikasi model EPA SWMM.

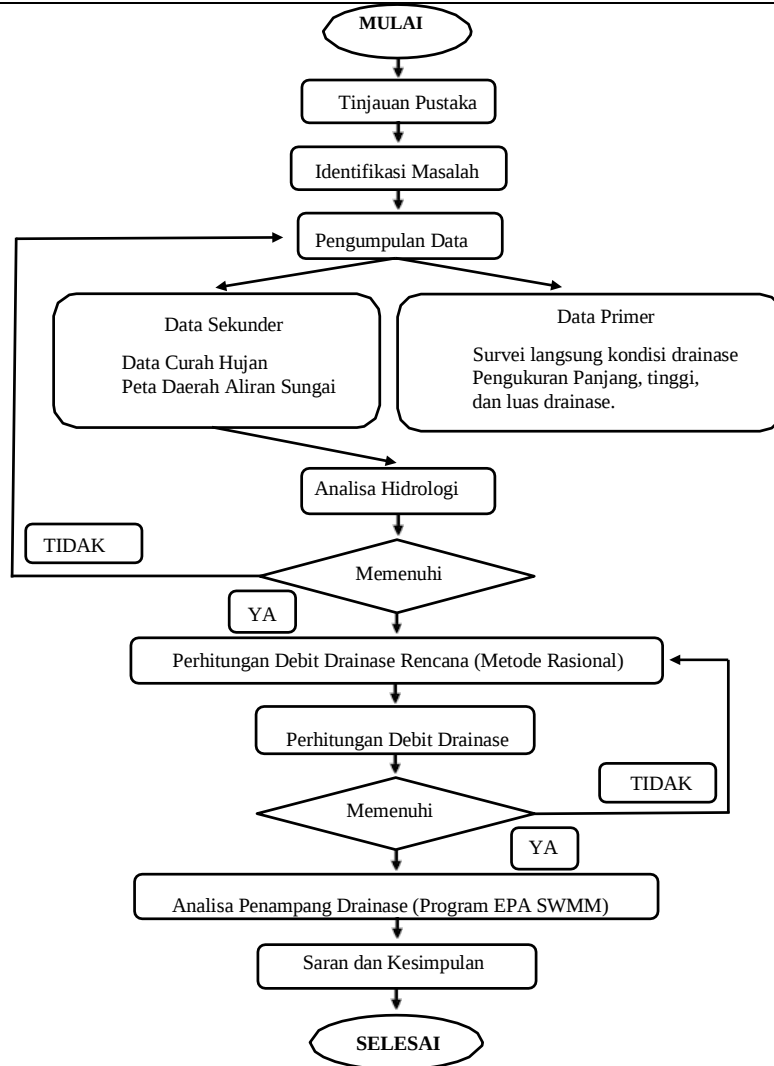
3. METODE

Metodologi penelitian adalah ilmu yang mempelajari cara menyelesaikan masalah melalui analisis penelitian. Dengan kata lain, metodologi penelitian adalah ilmu yang menjelaskan atau mendeskripsikan bagaimana penelitian harus dilakukan.

Penelitian dimulai dengan menentukan masalah yang akan diteliti. Selanjutnya, langkah berikutnya adalah mengumpulkan informasi tentang masalah tersebut. Untuk menjadi sumber data penelitian primer dan sekunder, literatur dikumpulkan dari laporan penelitian, jurnal penelitian, dan buku teks.

Pada tahap pengolahan data metode, dilakukan analisis data yang mencakup, antara lain:

1. Mengidentifikasi curah hujan maksimum tahunan berdasarkan data observasi klimatologi yang telah tercatat dari tahun 2013 hingga 2022.
2. Menganalisis data yang ada, seperti:
 - a. Analisa Hidrologi
 - 1) Analisa frekuensi curah hujan dengan menggunakan:
 - a) Metode Normal
 - b) Metode Log Normal
 - c) Metode Distribusi Gumbel
 - d) Metode Distribusi Log Person Type III
 - 2) Analisa debit rencana banjir dengan menggunakan Metode Rasional.
 - b. Analisa Hidrolika : Analisa kapasitas penampang saluran menggunakan program EPA-SWMM.



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan Pembahasan memuat perhitungan serta hasil dari penggunaan data yang ada pada lokasi penelitian serta data curah hujan yang didapatkan dari tiga stasiun curah hujan terdekat yang diolah.

4.1 Kondisi Eksisting Drainase Jalan Sriwulan

Kondisi eksisting drainase di Jalan Sriwulan Sayung saat ini mengalami permasalahan serius yang mengakibatkan fungsinya tidak optimal, bahkan berpotensi menimbulkan banjir.

4.2 Debit maksimum Kawasan kajian penelitian.

Dalam penelitian ini, data curah hujan diperlukan dalam setiap analisis hidrologi, terutama untuk melakukan perhitungan debit banjir rencana dengan optimal. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan atau ketiadaan data debit yang memadai. Analisis curah hujan dilakukan dengan tujuan untuk menentukan nilai curah hujan ekstra yang akan digunakan dalam perhitungan debit banjir. Metode yang digunakan untuk menghitung curah hujan rancangan adalah Metode Polygon Thiessen.

4.3 Data curah hujan

Dalam rangka penelitian ini, data sekunder curah hujan yang dapat diakses melibatkan informasi dari tiga stasiun, yaitu Stasiun Karang Roto, Stasiun Brumbung, dan Stasiun Purwosari dalam periode data 2013-2022 (10 tahun).

No	Tahun	Curah Hujan Max(mm)		
		Karangroto	Brumbung	Purwosari
1	2013	135	97	92
2	2014	135	165	217
3	2015	130	102	203
4	2016	110	144	196
5	2017	100	147	165
6	2018	98	88	164
7	2019	116	144	72
8	2020	93	89	95
9	2021	137	140	95
10	2022	147	182	94

(Sumber: PUSDATARU Jawa Tengah Dan BMKG Jawa Tengah)

4.3.2 Menggunakan Metode Polygon Thiessen

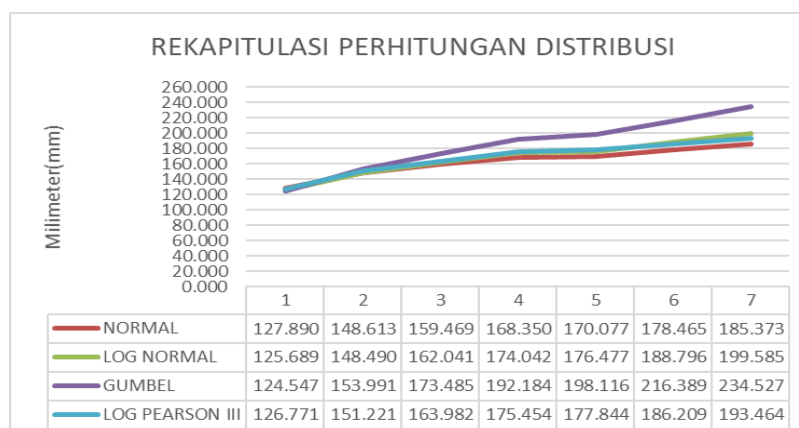
Berdasarkan hasil *Polygon Thiessen* dapat dihitung luas wilayah masing masing area yang dipengaruhi oleh masing-masing stasiun sebagai berikut:

No	Stasiun	Luas DAS Dolok (km ²)	Bobot DAS Dolok (%)
1	Karangroto	15,60	28.26
2	Brumbung	34,724	62,90
3	Purwosari	4.88	8,84
Jumlah		55,20	100

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

4.4 Analisa Distribusi

Untuk memperoleh nilai rencana curah hujan dengan interval waktu yang ditentukan, ada empat jenis distribusi yang digunakan, yaitu Distribusi Normal, Distribusi Log Normal, Distribusi Gumbel, dan Distribusi Log Person III.



4.5 Uji disrtibusi probalitas

Menentukan distribusi yang cocok dengan data dilakukan dengan membandingkan parameter data dengan persyaratan yang diperlukan oleh masing-masing jenis distribusi.

4.5.1 Uji Chi-Kuadrat

Rekapitulasi Uji Chi-Kuadrat

No	Metode Distribusi	x ² hitung	x ² cr	Keterangan
1	Distribusi Gumbel	0,1200	0,3841	Memenuhi
2	Distribusi Log Pearson III	0,2000	0,3841	Memenuhi

4.5.2 Uji Smirnov Kolmogorof

Rekapitulasi Uji *Smirnov Kolmogorof* Log Person III

No	Metode Distribusi	x ² hitung	x ² _{cr}	Keterangan
1	Distribusi Gumbel	0,2020	0,4090	Memenuhi
2	Distribusi Log Pearson III	0,8775	0,4090	Tidak Memenuhi

4.5.3 Analisa Debit Rencana

Perhitungan debit banjir rencana dilakukan melalui metode rasional, yang melibatkan faktor-faktor parameter seperti koefisien limpasan, intensitas hujan daerah, dan luas catchment area.

4.5.3.1 Data Hidrologi Penampang Saluran Drainase Jalan Sriwulan:

Panjang Aliran (L) = 730 m

Koefisien Pengaliran (C) = 0,4

Luas catchment Area (A) = 12,72 Ha

Jarak Tempuh Aliran Terjauh permukaan (Lo) = 134,44 m

4.5.3.2 Waktu Konsentrasi Hujan

Waktu konsentrasi merujuk pada periode yang diperlukan untuk air mengalir dari titik terjauh dalam suatu daerah aliran menuju titik kontrol yang telah ditentukan di bagian hilir hulu aliran tersebut.

rumus *kirpich*, yang dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 T_0 &= 0,0195 \times \left(\frac{L_0}{\sqrt{S}} \right)^{0,77} \\
 &= 0,0195 \times \left(\frac{134,44}{\sqrt{0,0017}} \right)^{0,77} \\
 &= 9,89 \text{ Menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T_d &= \frac{L_s}{60 \times V} \\
 &= \frac{730}{60 \times 0,40}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 30,41 \\ T_c &= T_0 + T_d \\ &= 9,89 + 30,41 \\ &= 40,3 \text{ Menit} \\ &= 0,67 \text{ Jam} \end{aligned}$$

4.5.4 Perhitungan Intensitas Curah Hujan

Intensitas hujan adalah jumlah air hujan yang jatuh dalam satu satuan waktu atau kedalaman tertentu. Intensitas Curah Hujan dapat dihitung menggunakan Rumus Mononobe.

$$\begin{aligned} I &= \frac{R24}{\bar{X}} - \frac{24^2}{(\bar{24})_{3tc}^2} \quad | \\ &= \frac{124,54}{24} - \frac{\bar{X}^2}{0,67^2} \\ &= 56,38 \text{ mm/Jam} \end{aligned}$$

4.5.5 Menghitung Debit Rencana Dengan Metode Rasional

Metode rasional digunakan untuk mengestimasi debit pada suatu DAS yang tidak memiliki data pengamatan debit. Metode ini biasa digunakan untuk saluran drainase dengan DAS yang relatif tidak besar, luas DAS < 300 ha atau sekitar 40-80 km². Rumus menghitung debit periode ulang 2 tahun sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Q_p &= 0,0278 \times C \times I \times A \\ Q_p &= 0,0278 \times 0,4 \times 56,38 \times 12,72 = 7,974 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

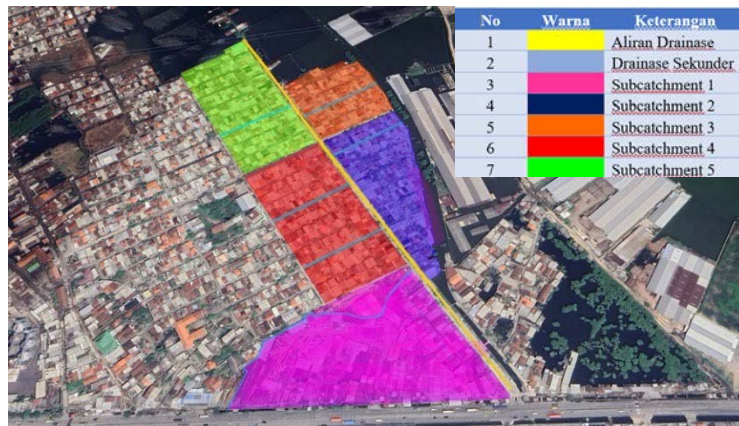
No	Periode Ulang	Debit Banjir Rencana (m ³ /det)
1	2	7,974
2	5	9,861
3	10	11,109
4	20	12,307
5	25	12,686
6	50	13,857
7	100	15,018

(Sumber: Perhitungan, 2024)

4.6 Skema Jaringan Drainase Jalan Sriwulan

Skema jaringan drainase Jalan Sriwulan dirancang untuk mengelola aliran air hujan dan mengurangi risiko genangan di wilayah tersebut. Dengan pengaturan yang optimal, jaringan ini mencakup berbagai elemen seperti saluran drainase, junction, outfall, dan subcatchment.

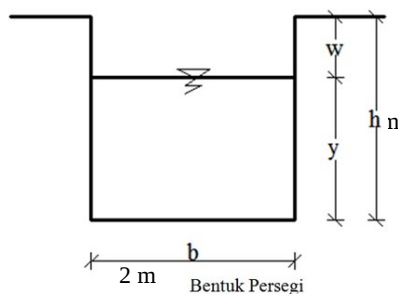
Skema Jaringan Saluran Drainase



(Sumber: Hasil Analisa Penulis, 2024)

4.7 Analisa Kapasitas Saluran Drainase

Pada penelitian ini akan menganalisa kapasitas saluran drainase dengan debit yang telah direncanakan yaitu 11,109 m³/det dengan kala ulang Q10 tahun sebagai berikut:



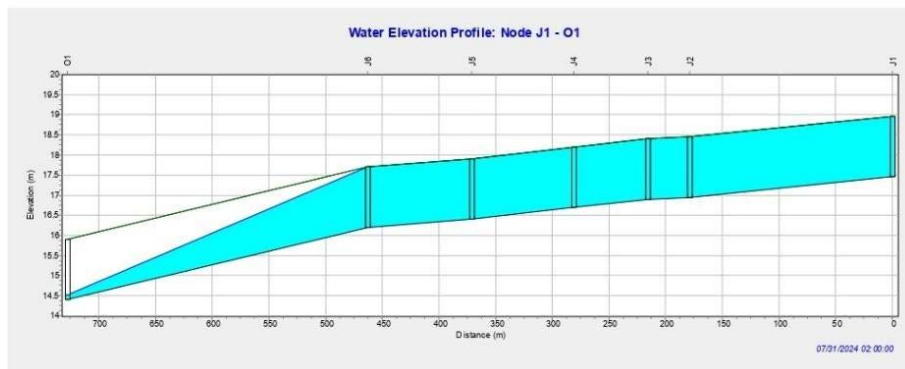
Penampang Persegi Saluran
(Sumber: Data Olahan, 2024)

$$\begin{aligned}
 \text{a. Luas Penampang (A)} &= B \times h \\
 &= 2 \times 1.5 \\
 &= 3 \text{ m}^2 \\
 \text{b. Keliling Basah (P)} &= B + 2 \times h \\
 &= 2 + 2 \times 1.5 \\
 &= 5 \text{ m} \\
 \text{c. Jari – Jari Hidrolik (R)} &= \frac{A}{P} = \frac{3}{5} \\
 &= 0,6 \text{ m} \\
 \text{d. Kecepatan Aliran (V)} &= \frac{1}{n} \times (R)^{\frac{2}{3}} \times (S)^{\frac{1}{2}} \\
 &= \frac{1}{0,013} \times (0,6)^{\frac{2}{3}} \times (0,0017)^{\frac{1}{2}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 2,256 \text{ m} \\ \text{e. Debit Saluran (Qsaluran)} &= A \times V > Q_p \\ &= 3 \times 2,256 > 11,109 \text{ m}^3/\text{det} \\ &= 6,768 < 11,109 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

Berdasarkan evaluasi debit kontrol, didapat bahwa Debit Saluran (Q_s) = 6,768 m³/detik lebih kecil dibandingkan dengan Debit Rencana (Q_p) = 11,109 m³/detik. Oleh karena itu, saluran dianggap tidak aman.

4..7.1 Hasil Run Status menggunakan Program EPA SWMM

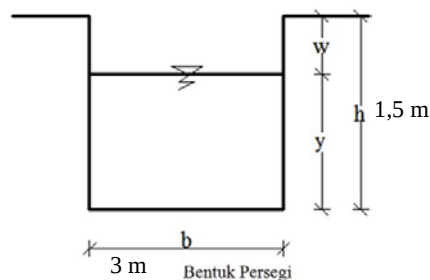


Hasil *Run Status tidak aman*
(Sumber:Hasil Analisa Penulis, 2024)

Berdasarkan hasil simulasi EPA SWMM, ditemukan adanya genangan di beberapa lokasi pada sistem drainase. Terlihat bahwa saluran pada titik J1 sampai J6 tidak mampu menampung aliran air karena dimensinya tidak memadai. Hal ini menyebabkan terjadinya genangan, bahkan risiko banjir.

4.8 Analisa Rencana Kapasitas Saluran Drainase

Pada penelitian ini akan menganalisa kapasitas saluran drainase dengan debit yang telah direncanakan yaitu 11,109 m³/det dengan kala ulang Q10 tahun sebagai berikut:



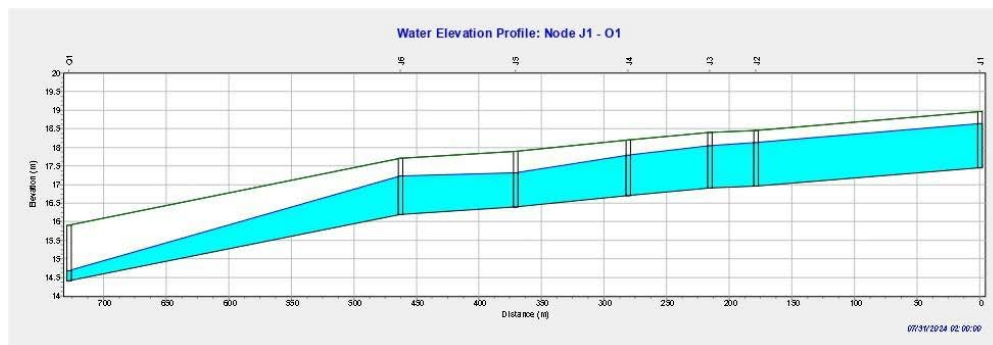
Penampang persegi
(Sumber:Hasil Analisa Penulis, 2024)

$$\begin{aligned} \text{a. Luas Penampang (A)} &= B \times h \\ &= 3 \times 1,5 \\ &= 4,5 \text{ m}^2 \\ \text{b. Keliling Basah (P)} &= B + 2 \times h \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 3 + 2 \times 1.5 \\
 &= 6 \text{ m} \\
 \text{c. Jari – Jari Hidrolik (R)} &= \frac{A}{P} = \frac{4.5}{6} \\
 &= 0,75 \text{ m} \\
 \text{d. Kecepatan Aliran (V)} &= \frac{1}{n} \times (R)^{\frac{2}{3}} \times (S)^{\frac{1}{2}} \\
 &= \frac{1}{0,013} \times (0,75)^{\frac{2}{3}} \times (0,0017)^{\frac{1}{2}} \\
 &= 2,618 \text{ m} \\
 \text{e. Debit Saluran (Qsaluran)} &= A \times V > Q_p \\
 &= 4,5 \times 2,618 > 11,109 \text{ m}^3/\text{det} \\
 &= 11,781 > 11,109 \text{ m}^3/\text{det}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan evaluasi debit kontrol, didapat bahwa Debit Saluran (Q_s) = 11,781 m³/detik lebih besar dibandingkan dengan Debit Rencana (Q_p) = 11,109 m³/detik. Oleh karena itu, saluran dianggap aman.

4.8.1 Hasil Run Status menggunakan Program EPA SWMM



Hasil Run Status
(Sumber: Hasil Analisa Penulis, 2024)

Berdasarkan hasil simulasi EPA SWMM, Setelah dilakukan perencanaan ulang di lokasi pada sistem drainase. Pada Gambar 4.44 di atas, terlihat bahwa saluran pada titik J1 sampai J6 sudah mampu menampung aliran air karena dimensinya telah memadai. Sehingga untuk sistem drainase yang baru dapat menampung air hingga 10 tahun kedepan.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa hidrologi dan analisa hidrolika sebagai dasar evaluasi sistem drainase dalam upaya penanggulangan banjir di Drainase Jalan Perkampungan Desa Sriwulan, Sayung maka peneliti dapat menyimpulkan sebagai berikut:

1. Analisis sistem drainase eksisting pada RW 04 Desa Sriwulan tidak berkerja secara optimal menampung debit banjir yang akan datang dan diperparah dengan adanya tumpukan sampah.
2. Analisa Hidrologi untuk kala ulang 2,5,10 tahun mencapai (Q) debit rencana sebesar 11,109 m³/det sedangkan drainase pada RW 04 Desa Sriwulan memiliki kapasitas tampungan (Q) debit air sebesar 6,768 m³ /det, maka dipastikan drainase sudah tidak dapat menampung debit banjir yang akan datang selama 10 tahun kedepan.
3. Dengan hasil perhitungan nilai (Q) debit rencana sebesar 11,109 m³ /det untuk 10 tahun kedepan maka solusi untuk mengatasi permasalahan pada RW 04 Desa Sriwulan yakni perlu dilakukannya perencanaan ulang saluran drainase dengan rencana dimensi saluran drainase lebar 3 m x tinggi 1,5 m , dari perhitungan rencana dimensi sistem drainase didapat nilai (Q) debit rencana tampungan sebesar 11,781 m³ /det sehingga dapat menampung besar debit selama 10 tahun mendatang.
4. Hasil analisis penampang drainase menggunakan program EPA - SWMM menunjukkan bahwa pada penampang eksisting drainase saat ini tidak mampu menampung debit banjir. Setelah dilakukan perubahan ukuran dimensi saluran drainase mampu menampung debit banjir, sehingga mampu menanggulangi debit banjir yang ada. Program ini memberikan dukungan yang efektif dalam memahami karakteristik dan kinerja sistem drainase.

DAFTAR PUSTAKA

- Adha, A. T. (2019) Tinjauan Perencanaan Drainase Pada Jalan Karya Wisata Kecamatan Medan Johor. Tugas Akhir. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
- Asdak, C. (2010). Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Yogyakarta: Gadjah Mada Univerity Press.
- Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Pema1i-Juana. (2022). Peta Daerah Aliran Sungai (DAS).

- Buta, D. S. , Dr. H.Azis Rachman, S. M. , & Rahmaway Ntau, S. (2018). Evaluasi Sistem Drainase di Kelurahan Bugis Kota Timur Gorontalo. RADIAL juRnal perADaban salns, rekayAsa dan teknoLogi Sekolah Tinggi Teknik (STITEK) Bina Taruna Gorontalo, 22-30.
- Dinas Pekerjaan Umum Sumber Daya Air dan Penataan Ruang (PUSDATARU) Provinsi Jawa Tengah. Data Curah Hujan 2013-2022.
- Dinas Pekerjaan Umum Perumahan dan Kawasan Permukiman Kabupaten Kulon Progo. (2022). Mengenal Jenis-Jenis Drainase.
- Departemen Pekerjaan Umum Dirjen Pengairan. 1980. Pedoman dan kriteria Perencanaan Teknik Irigasi. Jogjakarta.
- Farizi, D. (2015). Analisa dan Evaluasi Saluran Drainase pada Kawasan Perumnas Talang kelapa di Subdas Lambidaro Kota Palembang. Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan, 3(1), 755-765.
- Hasmar, H. (2001). Drainasi Terapan. Yogyakarta: Ull Press.
- Kodoatie,R. J., & Sugiyanto. (2002). Beberapa Penyebab dan Metode Pengendaliannya Dalam Perspektif Lingkungan. Yogyakarta: Cetakan I , Pustaka Pelajar.
- Latuconsina, H. (2019). Ekologi Perairan Tropis: Prinsip Dasar Pengelolaan Sumber Daya Hayati Perairan. Yogyakarta: UGM Press.
- Lukman, A (2018). Evaluasi Sistem Drainase Di Kecamatan Helvetia Kota Medan, Buletin Utama Teknik.
- Masduki, H. S. (1998), Drainase Pemukiman (Hand Book), Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Nugroho, L. , & Ulum, M. (2022). Analisa Teoritis Penampang Sungai Dombo Bagian Hilir (Sungai Sayung) di Kecamatan Sayung Kabupaten Demak. Semarang: Universitas Islam Sultan Agung.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2012). Peraturan Pemerintah No. 37 Tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Jakarta.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia, Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Indonesia. Nomor 12/2014 Tentang Drainase Perkotaan. 116 Hal
- Rossman, Lewis A & Hubber W. C. 2015. Storm Water Management Reference Manual. Cincinnati, OH: U.S Enviromental Protection Agency, National Risk Management Research Laboratory.
- Sosrodarsono, S. (1985). Perbaikan dan Pengaturan Sungai. Jakarta: Pradnya Paramita.

- Sosrodarsono, S., & Takeda, K. (1987). Hidrologi Untuk Pengairan. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Sucipto. (2008). Kajian Sedimentasi di Sungai Kali Garang dalam Upaya Pengelolaan DAS Kaligarang Semarang. Semarang: Tesis Magister 11mu Lingkungan Universitas Diponegoro
- Suita, D. , & Simorangkir, S. P. (2018). Evaluasi Sistem Drainase Untuk Menanggulangi Banjir. Buletin Utama Teknik, 21-28.
- Suripin. (2004). Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan. Yogyakarta: Andi Offset.+3200.