

Analisis Kinerja Sistem Drainase Untuk Pengendalian Genangan Banjir di Desa Sriwulan, Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak

Nelson Afrizal Fadhilah ¹, Pramudya Setiawan ², Ari Sentani ³, Moh. Faiqun Ni'am ⁴

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung, Semarang, Indonesia^{1,2,3,4}

Corresponding Author: nelsonafrizal975@gmail.com^{1*}, pramudyasetuawan@gmail.com²

Info Artikel

Submitted: 26 September 2026

Revised : 29 September 2026

Accepted: 16 Oktober 2026

Published: 28 Oktober 2026

Keywords: drainage system, flood inundation, design discharge, hydrological analysis, hydraulic analysis, Sriwulan Village.

Kata Kunci: Drainase, Genangan Banjir, Debit Rencana, Analisis Hidrologi, Analisis Hidrolika, Desa Sriwulan.

Abstract

Sriwulan Village, located in Sayung District, Demak Regency, is a coastal area that frequently experiences flooding and inundation caused by high rainfall intensity. This study aims to analyze the existing condition of the drainage system, evaluate the suitability of channel capacity against the design discharge, and provide technical recommendations to improve drainage system performance in Sriwulan Village. The research method involved the collection of primary and secondary data, hydrological analysis to determine design rainfall and design discharge, and hydraulic analysis to evaluate the capacity of the existing drainage channels. The design discharge was calculated using the Rational Method based on available rainfall data. The results showed that the design discharges for the 2-year, 5-year, and 10-year return periods were 12.57 m³/s, 16.59 m³/s, and 18.88 m³/s, respectively. The evaluation indicated that several existing drainage channels were unable to accommodate the design discharge, resulting in the potential for inundation during periods of high rainfall intensity. In addition, sedimentation, channel narrowing, and tidal flooding were identified as the main factors reducing the drainage system capacity. It can be concluded that the existing drainage system in Sriwulan Village has not yet functioned optimally in controlling flooding and inundation. Therefore, efforts are required to improve channel capacity through channel normalization, dimension enhancement, routine maintenance, and better drainage management to reduce flood risks in the future.

Abstrak

Desa Sriwulan, Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak merupakan wilayah pesisir yang sering mengalami genangan banjir akibat curah hujan yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kondisi eksisting sistem drainase, mengevaluasi kesesuaian kapasitas saluran terhadap debit rencana, serta memberikan rekomendasi teknis untuk meningkatkan kinerja sistem drainase di Desa Sriwulan. Metode penelitian yang digunakan meliputi pengumpulan data primer dan sekunder, analisis hidrologi untuk menentukan curah hujan rencana dan debit banjir rencana, serta analisis hidrolika untuk mengevaluasi kapasitas saluran drainase eksisting. Perhitungan debit rencana dilakukan menggunakan metode Rasional berdasarkan data curah hujan yang tersedia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa debit rencana yang diperoleh untuk kala ulang 2 tahun, 5 tahun, dan 10 tahun masing-masing sebesar 12,57 m³/det, 16,59 m³/det, dan 18,88 m³/det. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa beberapa saluran drainase eksisting belum mampu menampung debit rencana sehingga masih berpotensi menimbulkan genangan pada saat terjadi hujan dengan intensitas tinggi. Selain itu, sedimentasi, penyempitan saluran, serta pengaruh rob menjadi faktor utama yang mengurangi kapasitas aliran pada sistem drainase. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa sistem drainase eksisting

di Desa Sriwulan belum berfungsi secara optimal dalam mengendalikan genangan banjir. Oleh karena itu, diperlukan upaya peningkatan kapasitas saluran melalui normalisasi dan perbaikan dimensi saluran, pemeliharaan rutin, serta pengelolaan sistem drainase yang lebih baik untuk mengurangi risiko genangan di masa mendatang.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

Publisher: Lembaga Penerbit Penelitian Nusantara

Pendahuluan

Wilayah pesisir utara Jawa Tengah merupakan kawasan dengan tingkat kerentanan tinggi terhadap genangan banjir, terutama akibat interaksi kompleks antara faktor hidrologi dan dinamika pesisir. Salah satu wilayah yang mengalami permasalahan tersebut adalah Desa Sriwulan, Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak. Kawasan ini secara konsisten mengalami genangan yang dipicu oleh kombinasi curah hujan tinggi, pasang air laut (rob), serta keterbatasan kapasitas dan kinerja sistem drainase dalam mengairkan dan membuang air secara efektif. Permasalahan drainase di wilayah pesisir Semarang–Demak telah banyak dilaporkan dalam berbagai penelitian sebagai faktor penting yang mempengaruhi tingkat kerentanan terhadap banjir pesisir (Abidin et al., 2013; Marfai et al., 2018).

Permasalahan sistem drainase menyebabkan ketidakseimbangan antara kapasitas saluran dengan debit aliran yang harus dialirkan, sehingga sistem drainase menjadi kurang efektif dalam mengendalikan genangan. Analisis drainase menunjukkan bahwa keterbatasan dimensi saluran, sedimentasi, serta kurang optimalnya kemiringan dasar saluran dapat meningkatkan frekuensi dan durasi genangan di kawasan pesisir. Kondisi ini diperparah oleh kenaikan muka air laut global (*sea level rise*) yang berkontribusi terhadap peningkatan kejadian rob di kawasan pesisir rendah (IPCC, 2021). Dalam konteks hidrologi perkotaan dan pesisir, Ward et al. (2018) menegaskan bahwa kombinasi hujan ekstrem dan pasang laut tinggi dapat memicu *compound flooding*, yaitu kondisi banjir majemuk yang sulit dikendalikan oleh sistem drainase konvensional.

Di kawasan Desa Sriwulan, genangan tidak hanya berdampak pada lingkungan permukiman, tetapi juga pada infrastruktur strategis seperti jaringan jalan Pantura. Genangan yang terjadi secara berulang berpotensi menurunkan kinerja sistem drainase, mengurangi kapasitas tampung dan alir saluran, serta meningkatkan frekuensi limpasan permukaan yang tidak tertangani secara optimal (Marfai & King, 2008). Selain faktor alamiah, perubahan tata guna lahan dan peningkatan limpasan permukaan turut berkontribusi terhadap meningkatnya debit aliran yang harus ditangani oleh sistem drainase (Butler & Davies, 2011). Oleh karena itu, diperlukan analisis drainase yang komprehensif meliputi evaluasi kapasitas saluran, pola aliran, serta kinerja sistem eksisting dalam mengendalikan genangan. Hal ini menunjukkan bahwa permasalahan genangan merupakan hasil interaksi antara faktor hidrologi, hidrolika, dan perubahan lingkungan pesisir.

Sebagai upaya mitigasi, sistem drainase pesisir modern umumnya mengintegrasikan saluran drainase, kolam retensi, pintu air, dan stasiun pompa. Namun demikian, efektivitas sistem tersebut sangat bergantung pada kesesuaian antara debit rencana, kapasitas hidrolis saluran, serta kinerja operasional pompa (Mays, 2010). Ketidakseimbangan antara kapasitas sistem dan beban hidrologi dapat menyebabkan genangan tetap terjadi meskipun infrastruktur pengendalian telah dibangun. Oleh karena itu, evaluasi kinerja sistem drainase menjadi aspek krusial dalam menjamin keandalan sistem pengendalian banjir pesisir (Ashley et al., 2015).

Analisis Kinerja Sistem Drainase Untuk Pengendalian Genangan Banjir di Desa Sriwulan, Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak

Nelson Afrizal Fadhilah¹, Pramudya Setiawan², Ari Sentani³, Moh. Faiqun Ni'am⁴

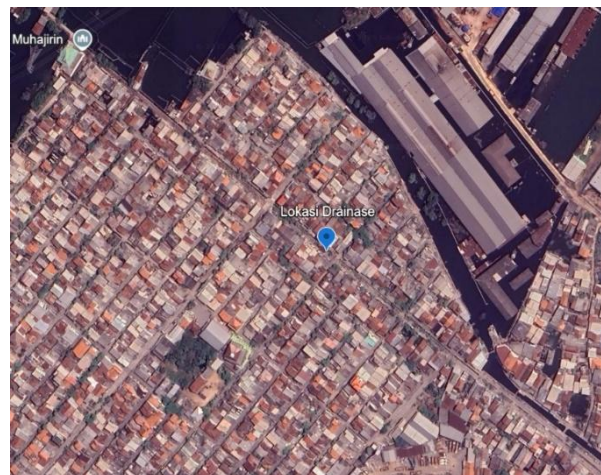
Metode Penelitian

Lokasi dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian ini dilakukan di Desa Sriwulan, Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak, yang merupakan kawasan pesisir dengan permasalahan utama berupa genangan rob dan banjir pasang surut. Wilayah ini dipilih karena secara nyata mengalami genangan hampir setiap tahun akibat kombinasi hujan, pasang laut, serta keterbatasan kapasitas dan kinerja sistem drainase dalam mengalirkan debit air. Selain itu, di wilayah ini telah dibangun sistem drainase yang berfungsi untuk mengendalikan genangan, sehingga sesuai dengan tujuan penelitian.

Penelitian dilaksanakan dalam beberapa tahap, mulai dari pengumpulan data, pengolahan data, analisis, hingga penyusunan laporan, sesuai dengan jadwal pelaksanaan tugas akhir.

Lokasi yang akan diteliti terletak di Jalan Sriwulan. Sementara itu, rincian lebih lanjut tentang lokasi yang akan menjadi pusat penelitian dalam tugas akhir ini terdapat Gambar 3.1 dibawah ini



Gambar 3.1 Lokasi studi
(Sumber: Google Earth)



Gambar 3.2 Catchment area di Desa Sriwulan

Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode deskriptif dan analitis. Pendekatan deskriptif digunakan untuk menggambarkan kondisi eksisting sistem drainase dan stasiun pompa pesisir di Desa Sriwulan, sedangkan pendekatan analitis digunakan untuk menghitung dan mengevaluasi kinerja sistem tersebut berdasarkan metode perhitungan teknik sipil.

Pendekatan ini dipilih agar hasil penelitian tidak hanya bersifat pemaparan kondisi lapangan, tetapi juga memberikan penilaian teknis yang dapat dijadikan dasar perbaikan sistem drainase.

Jenis dan Sumber Data

Pada studi ini, data memiliki peranan penting sebagai alat penelitian dan bukti yang mendukung pencapaian tujuan penelitian. Terdapat 2 kategori data yang dipakai pada studi ini, yaitu :

1. Data Primer

Data primer diperoleh melalui pengamatan langsung di lapangan, yang meliputi kondisi fisik sistem drainase. Data ini mencakup bentuk dan ukuran saluran, kondisi kolam penampung (sump), jumlah dan jenis pompa, serta kondisi operasional pompa saat terjadi genangan. Pengamatan lapangan juga dilakukan untuk melihat tingkat genangan yang terjadi di permukiman.

2. Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari instansi terkait dan sumber literatur, antara lain data curah hujan dari Dinas Pekerjaan Umum Sumber Daya Air dan Penataan ruang Provinsi Jawa Tengah, data pasang surut laut, peta DAS (Daerah Aliran Sungai), dan luas catchment area.

Hasil dan Pembahasan

Hasil

Analisa Curah Hujan Rencana

Analisis curah hujan rencana dilakukan untuk menentukan besarnya curah hujan yang kemungkinan terjadi pada periode ulang tertentu dan digunakan sebagai dasar dalam perencanaan sistem drainase. Data yang digunakan dalam analisis ini adalah data curah hujan maksimum tahunan selama beberapa tahun pengamatan yang diperoleh dari sistem RIVANA BBWS Pamali Juana. Selanjutnya data tersebut dianalisis menggunakan metode distribusi probabilitas, salah satunya distribusi Log Pearson Tipe III, yang umum digunakan dalam analisis hidrologi untuk menggambarkan kejadian hujan ekstrem. Melalui analisis ini diperoleh nilai curah hujan rencana untuk berbagai periode ulang, seperti 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, dan 100 tahun, yang kemudian digunakan sebagai dasar dalam perhitungan debit banjir rencana dan perencanaan kapasitas saluran drainase.

Tabel 1 Data curah hujan bulanan maksimum Desa Sriwulan (*RIVANA*)

Tahun	Hujan Maksimum (mm)
2015	437,74
2016	512,46
2017	471,52
2018	471,52
2019	583,03
2020	612,35
2021	585,24
2022	489,96
2023	463,43
2024	426,96

Analisa Frekuensi

Analisa frekuensi curah hujan merupakan metode statistik yang digunakan untuk memperkirakan kemungkinan terjadinya curah hujan dengan besaran tertentu pada periode ulang tertentu. Analisis ini dilakukan dengan menggunakan data curah hujan maksimum tahunan yang kemudian diolah untuk mendapatkan parameter statistik seperti nilai rata-rata,

simpangan baku, dan koefisien kemencengan (skewness). Parameter tersebut selanjutnya digunakan untuk menentukan distribusi probabilitas yang sesuai dalam analisis hidrologi. Melalui analisa frekuensi ini dapat diperoleh besarnya curah hujan rencana untuk berbagai periode ulang, seperti 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, hingga 100 tahun, yang selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam perhitungan debit banjir rencana dan perencanaan sistem drainase.

Distribusi Log Pearson Tipe III

Data yang digunakan dalam analisis frekuensi adalah curah hujan maksimum tahunan dari tahun 2015–2024 (10 Tahun)

Tabel 2 Perhitungan analisa frekuensi untuk distribusi Log Peairson Tipe III

Tahun	Xi(mm)	Log Xi	(LogXi – Log $\bar{X}$)	(LogXi – Log $\bar{X}$) ²	(LogXi – Log $\bar{X}$) ³	(LogXi – Log $\bar{X}$) ⁴
2015	437,74	2,641	0,041	0,00168	0,00007	0,000003
2016	512,46	2,709	0,109	0,01188	0,00129	0,000141
2017	471,52	2,673	0,073	0,00533	0,00039	0,000028
2018	471,52	2,673	0,073	0,00533	0,00039	0,000028
2019	583,03	2,766	0,166	0,02756	0,00457	0,000758
2020	612,35	2,787	0,187	0,03497	0,00654	0,001223
2021	585,24	2,767	0,167	0,02789	0,00466	0,000778
2022	489,96	2,690	0,090	0,00806	0,00073	0,000066
2023	463,43	2,666	0,066	0,00433	0,00029	0,000019
2024	426,96	2,630	0,030	0,00089	0,00003	0,000001

Tabel 3 Rekap Curah Hujan Rencana Log Pearson III

Periode Uang (Tahun)	Curah Hujan (mm)
2	381,7
5	503,5
10	572,9
25	663,1
50	733,9
100	806,0

Berdasarkan Tabel 3, hasil analisis curah hujan rencana dengan metode Distribusi Log Pearson Tipe III menunjukkan bahwa nilai curah hujan mengalami peningkatan seiring bertambahnya periode ulang. Curah hujan rencana pada periode ulang 2 tahun diperoleh sebesar 381,7 mm dan terus meningkat hingga mencapai 806,0 mm pada periode ulang 100 tahun. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa semakin besar periode ulang, maka potensi terjadinya hujan ekstrem juga semakin tinggi.

Distribusi Gumbel

Data yang digunakan untuk perhitungan curah hujan rencana dengan metode gumbel yaitu dengan curah hujan rata rata, dengan langkah langkah sebagai berikut

Tabel 4 Perhitungan analisa frekuensi untuk distribusi Log Pearson Tipe III

Tahun	$X_i(\text{mm})$	$(X_i - \bar{X})$	$(X_i - \bar{X})^2$
2015	437,74	-67,58	4567,06
2016	512,46	7,14	50,98
2017	471,52	-33,80	1142,44
2018	471,52	-33,80	1142,44
2019	583,03	77,71	6038,84
2020	612,35	107,03	11455,42
2021	585,24	79,92	6387,21
2022	489,96	-15,36	235,93
2023	463,43	-41,89	1754,77
2024	426,96	-78,36	6139,29
Jumlah	5053,21	0	38914,38

Tabel 5 Rekap Curah Hujan Rencana (*Distribusi Gumbel*)

Periode Ulang (Tahun)	Curah Hujan (mm)
2	496,38
5	574,95
10	626,96
25	692,66
50	741,30
100	789,73

Pada Tabel 5 diperoleh hasil perhitungan curah hujan rencana dengan menggunakan metode Distribusi Gumbel untuk beberapa kala ulang. Nilai curah hujan yang dihasilkan menunjukkan tren peningkatan dari periode ulang 2 tahun sebesar 496,38 mm menjadi 789,73 mm pada periode ulang 100 tahun. Hal ini menggambarkan bahwa kejadian hujan maksimum dengan peluang terjadinya kecil memiliki intensitas yang lebih tinggi dibandingkan hujan pada periode ulang yang lebih pendek.

Distribusi Log Norma

Tabel 6 Menentukan faktor frekuensi

Tahun	$X_i(\text{mm})$	$\text{Log } X_i$	$(\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})$	$(\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^2$
2015	437,74	2,641	0,041	0,00168
2016	512,46	2,709	0,109	0,01188
2017	471,52	2,673	0,073	0,00533
2018	471,52	2,673	0,073	0,00533
2019	583,03	2,766	0,166	0,02756

**Analisis Kinerja Sistem Drainase Untuk Pengendalian Genangan Banjir di Desa Sriwulan,
Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak**

Nelson Afrizal Fadhilah¹, Pramudya Setiawan², Ari Sentani³, Moh. Faiqun Ni'am⁴

2020	612,35	2,787	0,187	0,03497
2021	585,24	2,767	0,167	0,02789
2022	489,96	2,690	0,090	0,00806
2023	463,43	2,666	0,066	0,00433
2024	426,96	2,630	0,030	0,00089

Periode ulang 2 – 100 tahun

- $P = 1 - \frac{1}{2} = 0.50$
- $P = 1 - \frac{1}{5} = 0.80$
- $P = 1 - \frac{1}{10} = 0.90$
- $P = 1 - \frac{1}{25} = 0.96$
- $P = 1 - \frac{1}{50} = 0.98$
- $P = 1 - \frac{1}{100} = 0.99$

Nilai faktor frekuensi Z pada distribusi Log Normal diperoleh dari tabel distribusi normal standar.

Tabel 7 Tabel nilai Z untuk analisis curah hujan

Periode ulang (T)	Probabilitas (P)	Z
2 tahun	0,50	0,00
5 tahun	0,80	0,84
10 tahun	0,90	1,28
25 tahun	0,96	1,75
50 tahun	0,98	2,05
100 tahun	0,99	2,33

Rata – rata log

$$\overline{\log X} = \frac{\sum \log X}{n}$$

$$\overline{\log X} = \frac{26,002}{10}$$

$$\overline{\log X} = 2,6002$$

Standar Deviasi

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum (\log X_i - \overline{\log X})^2}{n - 1}}$$

$$S_d = \sqrt{\frac{0,12792}{9}}$$

$$S_d = 0,11$$

Perhitungan curah hujan rencana metode Log Normal

- Periode ulang 2 tahun
 $\log X_2 = 2,6002 + (0 \times 0,119)$
 $\log X_2 = 2,6002$
 $X_2 = 10^{2,6002}$
 $X_2 = 398,3 \text{ mm}$

- b) Periode ulang 5 tahun
 $\log X_5 = 2,6002 + (0,84 \times 0,119)$
 $\log X_5 = 2,7002$
 $X_5 = 10^{2,7002}$
 $X_5 = 501,4 \text{ mm}$
3. Periode ulang 10 tahun
 $\log X_{10} = 2,6002 + (1,28 \times 0,119)$
 $\log X_{10} = 2,7525$
 $X_{10} = 10^{2,7525}$
 $X_{10} = 566,0 \text{ mm}$
4. Periode ulang 25 tahun
 $\log X_{25} = 2,6002 + (1,75 \times 0,119)$
 $\log X_{25} = 2,8084$
 $X_{25} = 10^{2,8084}$
 $X_{25} = 643,4 \text{ mm}$
5. Periode ulang 50 tahun
 $\log X_{50} = 2,6002 + (2,05 \times 0,119)$
 $\log X_{50} = 2,8441$
 $X_{50} = 10^{2,8441}$
 $X_{50} = 698,3 \text{ mm}$
6. Periode ulang 100 tahun
 $\log X_{100} = 2,6002 + (2,33 \times 0,119)$
 $\log X_{100} = 2,8775$
 $X_{100} = 10^{2,8775}$
 $X_{100} = 753,6 \text{ mm}$

Tabel 8 Rekap Curah Hujan Rencana (*Distribusi Log Normal*)

Periode Ulang (Tahun)	Curah Hujan (mm)
2	398,3
5	501,4
10	566,0
25	643,4
50	698,3
100	753,6

Berdasarkan Tabel 8, hasil analisis curah hujan rencana menggunakan metode Distribusi Log Normal menunjukkan adanya peningkatan nilai curah hujan pada setiap periode ulang. Curah hujan rencana pada periode ulang 2 tahun diperoleh sebesar 398,3 mm, sedangkan pada periode ulang 100 tahun meningkat menjadi 753,6 mm. Kenaikan nilai tersebut menunjukkan bahwa semakin panjang kala ulang yang digunakan, maka curah hujan maksimum yang diperkirakan terjadi juga semakin besar.

Tabel 9 Kombinasi periode ulang tahunan (mm)

Periode Ulang (T)	Distribusi Log Pearson Type III	Distribusi Gumbel	Distribusi Log Normal
2	381,7	496,38	398,3
5	503,5	574,95	501,4
10	572,9	626,96	566,0
25	663,1	692,66	643,4

**Analisis Kinerja Sistem Drainase Untuk Pengendalian Genangan Banjir di Desa Sriwulan,
Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak**

Nelson Afrizal Fadhilah¹, Pramudya Setiawan², Ari Sentani³, Moh. Faiqun Ni'am⁴

50	733,9	741,30	698,3
100	806,0	789,73	753,6

Dari tabel diatas diperoleh kombinasi uang tahunan dengan distribusi log pearson type III, distribusi gumbel, dan distribusi log norma.

Pemilihan Distribusi Curah Hujan

Dari Ke-3 perhitungan distribusi dapat dilakukan pemilihan jenis analisis frekuensi yang digunakan dengan membandingkan persyaratan dengan hasil perhitungan. Dapat dilihat pada Tabel 9

Tabel 10 Syarat Pemilihan distribusi

No	Jenis Distribusi	Syarat	Hasil Perhitungan	Standar
1	Log Pearson Type III	$Cs \neq 0$	$Cs = 1,57$	Memenuhi
2	Gumbel	$Cs = 1,1396$ $Ck = 5,4$	$Cs = 1,57$ $Ck = 0,30$	Tidak Memenuhi
3	Log Normal	$Ck = Cv^3 + 3cv + 0,641$ $Ck = Cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3 = 3.740$	$Cs = 1,57$ $Ck = 0,30$	Tidak Memenuhi

Hasil penentuan tipe sebaran menunjukkan tidak ada parameter statistik dari data pengamatan yang memenuhi syarat untuk distribusi gumbel, dan Log Normal. Maka akan digunakan distribusi Log Pearson Type III.

Uji Distribusi Probabilitas

Metode yang di gunakan untuk menguji Distribusi Probabilitas secara analitis yaitu dengan menggunakan metodhe Chi-Kuadrat dan Smirnov Kolmogrov

Uji Chi-Kuadrat

1. Data hujan diurut dari besar ke kecil

Tabel 11. Data curah hujan yang diurutkan dari terbesar ke terkecil

No	Xi (mm)	Peringkat (m)	$P = m/(n+1)$	$T = 1/P$
1	612,35	1	0,09	11,00
2	585,24	2	0,18	5,50
3	583,03	3	0,27	3,67
4	512,46	4	0,36	2,75
5	489,96	5	0,45	2,20
6	471,52	6	0,55	1,83
7	471,52	7	0,64	1,57
8	463,43	8	0,73	1,38
9	437,74	9	0,82	1,22
10	426,96	10	0,91	1,10

2. Data hujan diurut dari besar ke kecil

Jumlah data (n) = 10

Kelas distribusi (K) = $1 + 3,3 \log n = 3,3 \log 10 = 4,3$

**Analisis Kinerja Sistem Drainase Untuk Pengendalian Genangan Banjir di Desa Sriwulan,
Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak**

Nelson Afrizal Fadhilah¹, Pramudya Setiawan², Ari Sentani³, Moh. Faiqun Ni'am⁴

3. Menghitung derajat kebebasan (Dk) dan X^2_{cr}

Parameter (p) = 2

Derajat kebebasan (Dk) = $K - (p + 1) = 5 - (2 + 1) = 2$

Nilai X^2_{cr} dengan jumlah data (n) = 10, $\alpha = 5\%$ dan Dk = 2 adalah 7,879

4. Perhitungan Nilai X^2

$$E_f = \frac{\text{Banyak data (n)}}{\text{Jumlah kelas}} = \frac{10}{4} = 2,5$$

Keterangan :

Of : Frekuensi yang diamati pada kelas yang sama

Ef : Jumlah nilai teoritis

Tabel 12. Perhitungain Nilai X^2 distribusi Log Peairson Tipe III.

No.	Nilai Batas Sub Kelas	Jumlah Data		$(OF - EF)^2$	$(OF - EF)^2 / EF$
		OF	EF		
1	X < 115,231	2,000	2,500	0,250	0,100
2	115,231 < X < 132,478	1,000	2,500	2,250	0,900
3	132,478 < X < 148,717	0,000	2,500	6,250	2,500
4	X > 148,717	7,000	2,500	20,250	8,100
Jumlah :		10,000	10,000	29,000	11,600

Tabel 13.: Perhitungan Nilai X^2 distribusi Gumbel.

No.	Nilai Batas Sub Kelas	Jumlah Data		$(OF - EF)^2$	$(OF - EF)^2 / EF$
		OF	EF		
1	X < 99,855	5,000	2,500	6,250	2,500
2	99,855 < X < 118,279	3,000	2,500	0,250	0,100
3	118,279 < X < 141,654	0,000	2,500	6,250	2,500
4	X > 141,654	2,000	2,500	0,250	0,100
Jumlah :		10,000	10,000	13,000	5,200

Tabel 14. Perhitungain Nilai X^2 distribusi Log Normail.

No.	Nilai Batas Sub Kelas	Jumlah Data		$(OF - EF)^2$	$(OF - EF)^2 / EF$
		OF	EF		
1	X < 255,679	10,000	2,500	56,250	22,500
2	255,679 < X < 300,578	0,000	2,500	6,250	2,500
3	300,578 < X < 322,398	0,000	2,500	6,250	2,500
4	X > 322,398	0,000	2,500	6,250	2,500
Jumlah :		10,000	10,000	75,000	30,000

Uji Smirnov Kolmogorof

Pengujian distribusi probabilitas dengan Smirnov-Kolmogrof dilakukan dengan

**Analisis Kinerja Sistem Drainase Untuk Pengendalian Genangan Banjir di Desa Sriwulan,
Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak**

Nelson Afrizal Fadhilah ¹, Pramudya Setiawan ², Ari Sentani ³, Moh. Faiqun Ni'am ⁴

perhitungan sebagai berikut :

a. Distribusi Log Pearson III

Tabel 15. Metode Log Pearson III Uji Smirnov Kolmogorof

No	X	Log X	Cs	m	S _n (X)	Pr	Px (X)	D
								I Px (X) - S _n (X)
1	437,74	2,641	-1,072	1,000	0,091	0,011	0,989	0,8977
2	512,46	2,710	0,167	2,000	0,182	0,011	0,989	0,8071
3	471,52	2,674	-0,488	3,000	0,273	0,011	0,989	0,7160
4	471,52	2,674	-0,488	4,000	0,364	0,009	0,991	0,6273
5	583,03	2,766	1,181	5,000	0,455	0,009	0,991	0,5368
6	612,35	2,787	1,567	6,000	0,545	0,009	0,991	0,4459
7	585,24	2,767	1,211	7,000	0,636	0,013	0,987	0,3505
8	489,96	2,690	-0,186	8,000	0,727	0,014	0,986	0,2591
9	463,43	2,666	-0,624	9,000	0,818	0,020	0,980	0,1620
10	426,96	2,630	-1,268	10,000	0,909	0,027	0,973	0,0636
							D Maks.	0,8977

Keterangan Tabel :

1) Mengurutkan data dari yang terbesar ke yang terkecil

2) Menghitung probabilitas S_n dengan rumus :

$$S_n = \frac{m}{n+1} = \frac{1}{10+1} = 0,091$$

3) Menghitung nilai Cs :

$$Cs = \frac{\log X_i - \log X_j}{S \log X_i} = \frac{2,188 - 2,075}{0,101} = 1,105$$

Tabel 16.: Metode Gumbel Uji Smirnov Kolmogorof.

No.	X	m	S _n (X)	Y _T	Tr	Pr	Px (X)	D
								I Px (X) - S _n (X)
1	437,74	1	437,74	1	0,0909	-1,0293	0,9091	0,1111
2	512,46	2	512,46	2	0,1818	0,1070	0,8182	0,2222
3	471,52	3	471,52	3	0,2727	-0,5156	0,7273	0,3333
4	471,52	4	471,52	4	0,3636	-0,5156	0,6364	0,4444
5	583,03	5	583,03	5	0,4545	1,1802	0,5455	0,5556
6	612,35	6	612,35	6	0,5455	1,6261	0,4545	0,6667
7	585,24	7	585,24	7	0,6364	1,2139	0,3636	0,7778
8	489,96	8	489,96	8	0,7273	-0,2351	0,2727	0,8889
9	463,43	9	463,43	9	0,8182	-0,6386	0,1818	1,0000
10	426,96	10	426,96	10	0,9091	-1,1932	0,0909	1,1111
							D Maks.	0,2020

c. Distribusi Log Normal

Tabel 17.: Metode Log Normal Kolmogorof.

No	X	Log X	Cv	m	S _n (X)	Pr	P _x (X)	D
								I P _x (X) - S _n (X)
1	426,96	2,630	0,252	1,000	0,091	0,599	0,401	0,310
2	437,74	2,641	0,345	2,000	0,182	0,636	0,364	0,182
3	463,43	2,666	0,555	3,000	0,273	0,710	0,290	0,017
4	471,52	2,673	0,613	4,000	0,364	0,730	0,270	0,094
5	471,52	2,673	0,613	5,000	0,455	0,730	0,270	0,185
6	489,96	2,690	0,756	6,000	0,545	0,775	0,225	0,320
7	512,46	2,709	0,916	7,000	0,636	0,820	0,180	0,456
8	583,03	2,766	1,395	8,000	0,727	0,918	0,082	0,645
9	585,24	2,767	1,403	9,000	0,818	0,920	0,080	0,738
10	612,35	2,787	1,571	10,000	0,909	0,942	0,058	0,851
							D Maks.	0,851

4.4.3 Resume Uji kuadrat dan Smirnov Kolomogrof

Tabel 18 Resume Uji Chi Kuadrat

NO	Distribusi Probabilitas	X ²	X ² cr	Keterangan
1	Log Person Tipe III	11,600	5,991	Ditolak
2	Gumbel	5,200	5,991	Diterima
3	Log Normal	30,00	5,991	Ditolak

Berdasarkan Tabel 14. maka distribusi yang dipilih adalah distribusi Gumbel karena X² hitung < X² cr – 5,200 < 5,991

Tabel 19 Resume Uji Smirnov Kolomogrof

NO	Distribusi Probabilitas	X ²	X ² cr	Keterangan
1	Log Person Tipe III	0,8977	0,4090	Ditolak
2	Gumbel	0,2020	0,4090	Diterima
3	Log Normal	0,851	0,4090	Ditolak

Berdasarkan Tabel 15. maka distribusi dari ke 4 distribusi yang diterima adalah distribusi Log Normal karena Nilai Hitung X² hitung < X² cr= tidak melebihi 0,41.

Tabel 20 Resume data hujan rencana distribusi Log Pearson Type III.

No	Hujan Rencana (mm)	Periode Ulang (Tahun)	Peluang (%)
1	381,7	2	50
2	503,5	5	20
3	572,9	10	10
4	663,1	25	4
5	733,9	50	2
6	806,0	100	1

Analisa Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana dihitung berdasarkan data curah hujan yang tersedia di wilayah perencanaan. Perhitungan ini dilakukan dengan melihat hubungan antara curah hujan yang terjadi dengan potensi banjir yang akan timbul.

Selanjutnya, dilakukan analisis distribusi curah hujan untuk berbagai periode ulang, yaitu 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun. Dari hasil analisis tersebut diperoleh nilai curah hujan rencana yang digunakan sebagai dasar dalam perhitungan debit banjir.

Perhitungan debit banjir rencana dilakukan menggunakan metode empiris, salah satunya adalah Metode Rasional, yang mempertimbangkan intensitas hujan, luas daerah tangkapan, dan koefisien limpasan.

Metode Rasional

Metode Rasional digunakan karena luas daerah pengaliran pada saluran drainase kawasan desa Sriwulan relatif kecil, yaitu sebesar 0,2 km². Metode ini sesuai diterapkan pada daerah tangkapan dengan luas terbatas.

Sesuai dengan rumus debit banjir pada Metode Rasional, perhitungan debit dilakukan dengan mempertimbangkan intensitas curah hujan, luas daerah pengaliran, serta koefisien limpasan.

Pada perhitungan debit banjir menggunakan Persamaan (4.14) di kawasan Desa Sriwulan, digunakan nilai koefisien limpasan sebesar 0,95. Nilai ini mengacu pada Tabel 2.8 tentang koefisien aliran. Pemilihan nilai tersebut didasarkan pada kondisi kawasan Desa Sriwulan yang merupakan daerah permukiman, sehingga memiliki tingkat limpasan yang tinggi akibat dominasi permukaan kedap air.

Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah jumlah curah hujan yang terjadi dalam suatu satuan waktu tertentu, yang biasanya dinyatakan dalam mm/jam. Intensitas hujan umumnya lebih besar pada hujan dengan durasi yang singkat dan bersifat lebat.

Besarnya intensitas curah hujan sangat dipengaruhi oleh lamanya waktu hujan berlangsung. Semakin singkat durasi hujan, maka intensitasnya cenderung semakin tinggi, dan sebaliknya.

Untuk menentukan nilai intensitas curah hujan, dapat digunakan beberapa rumus empiris yang umum digunakan dalam analisis hidrologi dan disesuaikan dengan SNI berlaku yaitu SNI 03-3424-1994 yang mengatur dalam perencanaan sistem drainase permukaan jalan. Perhitungan debit banjir rencana dengan periode ulang 2 tahun (Q₂). Diketahui data sebagai berikut :

$$t_c = \left(\frac{0,87 \times 0,77^2}{1000 \times 0,027} \right)^{0,385}$$

$$T_c = 0,217 \text{ mm/jam}$$

$$I = \frac{145,2031}{24} \times \left(\frac{24}{0,217} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$I = 139,4 \text{ mm/jam}$$

Perhitungan intensitas curah hujan untuk periode 2 dan 5 tahun dapat dilihat pada Tabel

21

Tabel 21 : Perhitungan intensitas curah Hujan

NO	Periode	R24(mm)	C	Tc(jam)	I (mm/jam)
1	2	381,7	0,95	0,217	366,43
2	5	503,5	0,95	0,217	483,36

Luas daerah tangkapan (catchment area) drainase di Desa Sriwulan adalah sebesar 2 Ha. Koefisien limpasan (C) yang digunakan sebesar 0,95, sesuai dengan kondisi wilayah perkotaan

**Analisis Kinerja Sistem Drainase Untuk Pengendalian Genangan Banjir di Desa Sriwulan,
Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak**

Nelson Afrizal Fadhilah ¹, Pramudya Setiawan ², Ari Sentani ³, Moh. Faiqun Ni'am ⁴

berdasarkan Tabel 2.8 (Suripin, 2004).

$$Q = 0,00278 \times C \times I \times A$$

$$Q = 0,00278 \times 0,95 \times 112,61 \times 13$$

$$Q = 3,866 \text{ m}^3/\text{det}$$

Untuk perhitungan kala ulang 5 tahun dan 10 tahun tersedia didalam Tabel 22.

Tabel 22 : Perhitungan Q rancangan pada daerah Desa Sriwulan

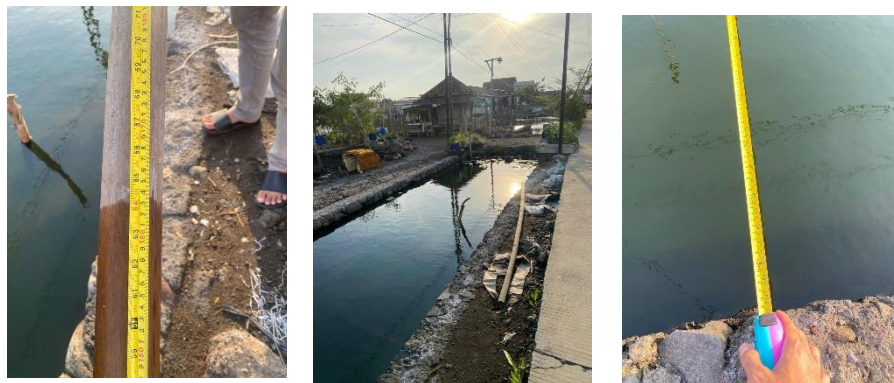
No	Periode	C	Tc (jam)	I (mm/jam)	A (HA)	Q (m3/det)
1	2	0,95	0,217	366,43	13	12,57
2	5	0,95	0,217	483,36	13	16,59

Analisa Hidrolika

Penampang saluran drainase di Desa Sriwulan dilakukan dengan melakukan perbandingan besarnya debit banjir rancangan dengan besarnya kemampuan saluran penampang debit banjir. Apabila Q rancangan debit banjir $< Q$ tampungan saluran maka saluran tidak akan mampu menampung besarnya banjir.

Perhitungan Kapasitas Sauran Drainase

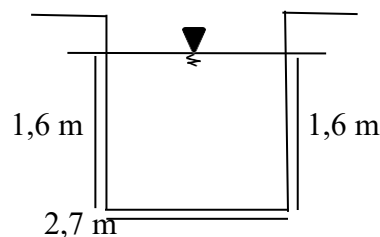
Berdasarkan hasil survei yang dilakukan di lapangan data-data yang tertera pada Tebel 4.23.



Gambar 4.1 Pengukuran Drainase di Lapangan

Tabel 23 Hasil survei drainase di Desa Sriwulan

Saluran	H (m)	H (m)	B (m)	Kondisi
Desa Sriwulan	1,6	1,6	2,7	Batu pecah disemen



Saluran drainase Desa Sriwulan

$$A = h \times b$$

**Analisis Kinerja Sistem Drainase Untuk Pengendalian Genangan Banjir di Desa Sriwulan,
Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak**

Nelson Afrizal Fadhilah ¹, Pramudya Setiawan ², Ari Sentani ³, Moh. Faiqun Ni'am ⁴

$$A = 1,6 \times 2$$

$$A = 3,2 \text{ m}^2$$

Keliling basah (P)

$$P = (2 \times h) + b$$

$$P = (2 \times 1,6) + 2,7$$

$$P = 5,9 \text{ m}$$

Jari – jari hidraulis (R)

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

$$R = \frac{3,2}{5,9}$$

$$R = 0,5 \text{ m}$$

Kecepatan (Manning)

Koefisien pengaliran Manning untuk kondisi saluran batu pecah disemen = 0,025

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

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,5^{2/3} \times 0,002^{1/2}$$

$$V = 1,13 \text{ m/det}$$

Jadi kapasitas tampungan penampang saluran adalah :

$$Q = V \times A$$

$$Q = 1,13 \times 3$$

$$Q = 3,39 \text{ m}^3/\text{det}$$

Dairi hasil Q raincaingain debit bainjir dain Q ainailisis taimpungain penaimpung diaitais di buait perbaindingain haisil perhitungain untuk mengetahui kondisi sailurain draiinaise seperti pada Tabel 24.

Tabel 24 Perbandingan Q analisi tampungan penampang dan Q analisis rancangan debit banjir di Desa Sriwulan

Nama saluran	Kapasitas penampung	Q Rancangan Debit Banjir	
		2 Tahun	5 Tahun
Saluran Primer	3,39 m ³ /det	12,57 m ³ /det	16,59 m ³ /det
Keterangan		Tidak memenuhi	Tidak memenuhi

Dairi haisil perhitungain nilai Q kaipaisitais taimpungain penaimpung draiinaise dengan perhitungain nilai Q raincaingain debit bainjir periode 2, 5, dain 10i taihun diketaihui baihwai draiinaise sudahi tidaik maimpu laigi menaimpung besairnyai debit curaih hujain.

4.6.2 Perhitungan Kapasitas Sauran Drainase Rencana

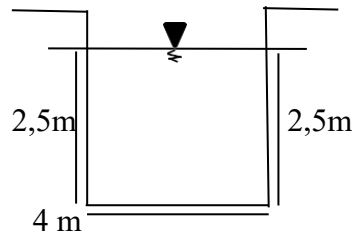
Berdasarkan hasil survei yang dilakukan di lapangan data-data yang tertera pada Tebel 4.25.

Tabel 25. Rencana Drainase di Desa Sriwulan

Saluran	H (m)	H (m)	B (m)	Kondisi
Desa Sriwulan	2,5	2,5	4	Batu pecah disemen

**Analisis Kinerja Sistem Drainase Untuk Pengendalian Genangan Banjir di Desa Sriwulan,
Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak**

Nelson Afrizal Fadhilah ¹, Pramudya Setiawan ², Ari Sentani ³, Moh. Faiqun Ni'am ⁴



Saluran drainase Desa Sriwulan

$$A = h \times b$$

$$A = 2,5 \times 4$$

$$A = 10 \text{ m}^2$$

Keliling basah (P)

$$P = (2,5 \times h) + b$$

$$P = (2,5 \times 2,5) + 4$$

$$P = 10 \text{ m}$$

Jari – jari hidraulis (R)

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

$$R = \frac{10}{10,25}$$

$$R = 0,97 \text{ m}$$

Kecepatan (Manning)

Koefisien pengaliran Manning untuk kondisi saluran batu pecah disemen = 0,025 dari tabel 2.

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

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,97^{2/3} \times 0,002^{1/2}$$

$$V = 1,75 \text{ m/det}$$

Jadi kapasitas tampungan penampang saluran adalah :

$$Q = V \times A$$

$$Q = 1,75 \times 10$$

$$Q = 17,5 \text{ m}^3/\text{det}$$

Dairi haisil Q raincaingain debit bainjir dain Q ainailisis taimpungain penainpung diaitais di buait perbaindingain haisil perhitungain untuk mengetahui kondisi sailurain drainaise seperti pada Tabel 26.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan terhadap sistem drainase di Desa Sriwulan, Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Sistem drainase eksisting di Desa Sriwulan masih belum mampu mengendalikan genangan banjir dan rob secara optimal. Kondisi beberapa saluran drainase mengalami sedimentasi, penyempitan penampang, serta penurunan fungsi akibat kurangnya pemeliharaan. Selain itu, pengaruh pasang air laut (*rob*) dan penurunan muka tanah (*land subsidence*) menyebabkan aliran air dari daratan menuju saluran pembuangan akhir menjadi terhambat sehingga genangan

masih sering terjadi.

2. Berdasarkan hasil analisis hidrologi menggunakan metode yang digunakan dalam penelitian, diperoleh debit rencana (Q) untuk kala ulang 2 tahun sebesar 12,57 m³/det, kala ulang 5 tahun sebesar 16,59 m³/det, dan kala ulang 10 tahun sebesar 18,88 m³/det. Nilai debit rencana menunjukkan peningkatan seiring bertambahnya kala ulang hujan, dimana debit terbesar terjadi pada kala ulang 10 tahun. Oleh karena itu, dalam evaluasi kapasitas saluran drainase dapat digunakan debit kala ulang 10 tahun sebagai kondisi rencana yang lebih aman terhadap potensi genangan dan banjir di Desa Sriwulan.
3. Untuk meningkatkan kinerja sistem drainase dalam mengurangi genangan banjir dan rob di Desa Sriwulan diperlukan beberapa upaya teknis, antara lain peningkatan kapasitas saluran drainase melalui normalisasi dan pelebaran saluran, pemeliharaan rutin untuk mengurangi sedimentasi dan sampah, peningkatan kapasitas pompa dan pintu air, serta pembangunan kolam retensi sebagai tampungan sementara. Upaya tersebut perlu dilakukan secara terpadu agar sistem drainase mampu berfungsi lebih efektif dalam mengendalikan limpasan air hujan maupun pengaruh pasang air laut.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. (1991). *SNI 03-2415-1991 Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (1994). *SNI 03-3424-1994 Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2016). *SNI 1725:2016 Pembebanan untuk Jembatan*. Jakarta: BSN.
- Babovic, F., Mijic, A., & Madani, K. (2018). Decision making under deep uncertainty for adapting urban drainage systems to change. *Urban Water Journal*, 15(6), 552–560. <https://doi.org/10.1080/1573062X.2018.1525298>
- Brown, R. R., Keath, N., & Wong, T. H. F. (2009). Urban water management in cities: Historical, current and future regimes. *Water Science and Technology*, 59(5), 847–855. <https://doi.org/10.2166/wst.2009.029>
- Chow. (1988). *Applied Hydrology*. New York: McGraw-Hill.
- Fletcher, T. D., Shuster, W., Hunt, W. F., Ashley, R., Butler, D., Arthur, S., ... Viklander, M. (2015). SUDS, LID, BMPs and more – The evolution and application of terminology surrounding urban drainage. *Urban Water Journal*, 12(7), 525–542.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2014). *Peraturan Menteri PUPR tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan*. Jakarta: Kementerian PUPR.
- Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Soemarto. (1999). *Hidrologi Teknik*. Jakarta: Erlangga.
- Sosrodarsono., & Takeda. (2003). *Hidrologi untuk Pengairan*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Chow. (1988). *Applied Hydrology*. New York: McGraw-Hill.
- Subarkah. (1980). *Hidrologi untuk Perencanaan Bangunan Air*. Bandung: Idea Dharma.
- Syahputra., dkk. (2021). Analisis Pengaruh Penurunan Tanah terhadap Genangan Rob di Kecamatan Sayung Kabupaten Demak. *Jurnal Teknik Sipil*.
- Triatmodjo. (2010). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Wesli. (2008). *Drainase Perkotaan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.