

Evaluasi Dimensi Saluran Drainase Pada Kawasan Jalan Rukun, Kelurahan Rapak Dalam, Kota Samarinda

Amalia Istikhomah Qolbiyati^{1*}, Dinar Yoga Hanggung Legowo¹, Tommy Ekamitra Sutarto¹

¹Rekayasa Jalan dan Jembatan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Samarinda,

Jl. Cipto Mangunkusumo Gunung Panjang Kota Samarinda

*E-mail: dhinaryoga1992@gmail.com

ABSTRAK

Kawasan Jalan Rukun di Kelurahan Rapak Dalam merupakan lokasi yang sering mengalami banjir. Permasalahan tersebut diduga disebabkan oleh ketidaksesuaian dimensi saluran drainase eksisting yang tidak mampu mengalirkan air secara optimal ketika intensitas curah hujan tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kesesuaian dimensi saluran drainase eksisting di kawasan tersebut terhadap debit air hujan yang terjadi. Evaluasi diperlukan untuk mengetahui curah hujan dan debit banjir (Q) rencana pada kala ulang Q_2 , Q_5 , dan Q_{10} serta menentukan dimensi saluran drainase pada kawasan tersebut. Hasil analisis menunjukkan debit banjir rencana dengan metode hidrograf satuan Nakayasu pada ruas kanan didapatkan nilai Q_2 : 1.026 m³/detik, Q_5 : 1.467 m³/detik, Q_{10} : 1.758 m³/detik dan untuk Ruas Kiri didapatkan nilai Q_2 : 1.024 m³/detik, Q_5 : 1.463 m³/detik, kala ulang Q_{10} : 1.754 m³/detik. Permodelan saluran drainase diperlukan untuk perencanaan ulang saluran drainase pada ruas kanan dan ruas kiri dikarenakan tidak dapat dilewati debit banjir rencana, yaitu dimensi saluran drainase untuk ruas kanan lebar 2,78 meter dan tinggi 2,23 meter pada ruas kanan, serta lebar 1,923 meter dan tinggi 1,688 meter pada ruas kiri, yang mampu mengalirkan debit banjir rencana kala ulang 10 tahun.

Kata Kunci: Hidrologi, HSS Nakayasu, Drainase

ABSTRACT

The Rukun Street area in Rapak Dalam Subdistrict is a location frequently affected by flooding. This issue is suspected to be caused by the inadequate dimensions of the existing drainage channels, which are unable to convey runoff efficiently during periods of high rainfall intensity. This study aims to evaluate the adequacy of the existing drainage channel dimensions in handling the stormwater runoff in the area. The evaluation involves determining rainfall intensity and design flood discharge (Q) for return periods of 2, 5, and 10 years, as well as identifying the appropriate drainage dimensions for the area. The analysis results, using the Nakayasu Unit Hydrograph method, show that the design flood discharge on the right segment is Q_2 : 1.026 m³/s, Q_5 : 1.467 m³/s, and Q_{10} : 1.758 m³/s. For the left segment, the values are Q_2 : 1.024 m³/s, Q_5 : 1.463 m³/s, and Q_{10} : 1.754 m³/s. Redesigning the drainage channels is necessary, as the existing structures cannot accommodate the design flood discharge. The recommended channel dimensions to handle the 10-year return period discharge are 2.23 meters in height and 2.788 meters in width for the right segment, and 1.688 meters in height and 1.923 meters in width for the left segment.

Keywords: Hydrology, HSS Nakayasu, Drainage Channels

1. PENDAHULUAN

Peningkatan frekuensi curah hujan di berbagai wilayah perkotaan, termasuk Kota Samarinda, sering kali menyebabkan permasalahan besar dalam pengelolaan saluran drainase. Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Samarinda pada tahun (2023) menyatakan bahwa kawasan Kelurahan Rapak Dalam adalah lokasi rawan terjadinya bencana banjir yang menyebabkan aktivitas warga terganggu. Selain itu, banjir juga dapat merusak infrastruktur khususnya jalan yang menghambat mobilitas masyarakat setempat. Salah satu penyebab utama dari fenomena banjir tersebut adalah ketidaksesuaian dimensi saluran drainase eksisting yang tidak mampu mengalirkan air secara optimal pada saat intensitas curah hujan tinggi. (Purbaningtyas, 2020).

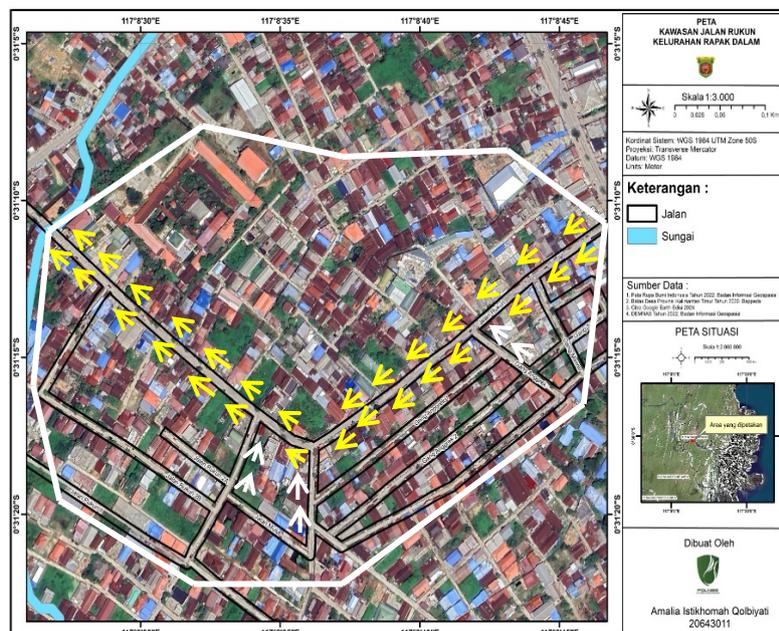
Analisa hidrologi berfungsi untuk mengonversi data curah hujan menjadi debit limpasan, yang mengukur jumlah air yang mengalir di permukaan tanah setelah hujan melalui sistem tangkapan daerah air hujan. (Siswoyo, 2011) Debit limpasan diukur dengan hidrograf satuan sintetik (HSS) yang mengacu pada sintesis dari paramater daerah tangkapan hujan. (Nggarang et al., 2020) Pada penelitian ini menggunakan metode HSS Nakayasu untuk menghitung debit banjir pada tiap kala ulang. Hasil analisis menunjukkan bahwa debit banjir rencana pada ruas kanan dan ruas kiri kawasan ini masih melebihi kapasitas saluran drainase yang ada, yang berpotensi menyebabkan banjir. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan tidak hanya untuk mengevaluasi dimensi saluran yang ada, tetapi juga untuk memberikan rekomendasi perencanaan ulang dimensi saluran drainase yang dapat

mengalirkan debit banjir secara optimal. Evaluasi tersebut diharapkan dapat memberikan solusi untuk persoalan banjir yang sering terjadi di Kawasan Jalan Rukun, Kelurahan Rapak Dalam, Kota Samarinda. Berdasarkan hasil studi pada lokasi tersebut maka judul studi penelitian yang dilakukan adalah **Evaluasi Dimensi Saluran Drainase Pada Kawasan Jalan Rukun, Kelurahan Rapak Dalam, Kota Samarinda**.

2. METODOLOGI

Lokasi Studi

Lokasi studi penelitian berada pada saluran drainase yang terletak pada kawasan Jalan Rukun, Kelurahan Rapak Dalam, Kota Samarinda, Kalimantan Timur pada koordinat $0^{\circ}31'12.9''S$ $117^{\circ}08'27.8''E$. Terdapat dua sisi ruas saluran drainase yang menjadi daerah pengaliran saluran (DPASL) yaitu ruas kiri dan ruas kanan. Berdasarkan hasil studi lokasi, Luas DPASL pada kawasan tersebut adalah 0.1424 Km^2 pada ruas kanan dan 0.147 Km^2 pada ruas kiri dengan Panjang saluran drainase masing-masing ruas adalah 700 m. Digitasi luasan DPASL dan panjang saluran diperoleh melalui survei lapangan langsung serta pemrosesan data menggunakan perangkat lunak yang mengacu pada kontur peta topografi. Peta situasi lokasi studi penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

(Sumber : Badan Informasi Geospasial (BIG), Citra Google Earth dan Bappeda Kota Samarinda)

Data Studi

Permodelan debit banjir menggunakan data curah hujan harian maksimum periode 10 tahun (2014-2023) untuk menganalisis debit banjir di kawasan Jalan Rukun, Kelurahan Rapak Dalam, Kota Samarinda, Kalimantan Timur. Data curah hujan yang digunakan dalam permodelan ini diperoleh dari Balai Wilayah Sungai IV Samarinda – Kalimantan Timur serta Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), yang memberikan informasi terkait intensitas hujan pada periode yang relevan. Kondisi muka bumi di kawasan tersebut cenderung memiliki elevasi yang rendah, sehingga berisiko tinggi terhadap potensi banjir, terutama saat curah hujan tinggi. (Latue & Latue, 2023) Dalam rangka menentukan Daerah Pengaliran Saluran (DPASL) di kawasan ini, sangat penting untuk mengumpulkan data topografi yang dapat memberikan gambaran jelas mengenai elevasi kontur tanah di wilayah tersebut. Data topografi ini memungkinkan identifikasi area yang memiliki kemiringan lebih rendah, yang berpotensi menjadi area penampungan air hujan dan saluran aliran banjir. Berdasarkan hasil studi topografi dan survei langsung di lapangan diperoleh dimensi saluran drainase eksisting tiap panjang 25 meter yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Selain faktor topografi, tata guna lahan juga mempengaruhi perhitungan volume debit banjir. (Ananta et al., 2024) Perubahan penggunaan lahan, seperti konversi lahan menjadi area permukiman atau industri, dapat mengurangi kemampuan tanah dalam menyerap air, sehingga meningkatkan volume aliran permukaan yang masuk ke dalam sistem saluran drainase. (Suprayogi et al., 2019) Tata guna lahan yang digunakan dalam permodelan ini diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG) yang ditunjukkan pada Tabel 2 serta Gambar 2.

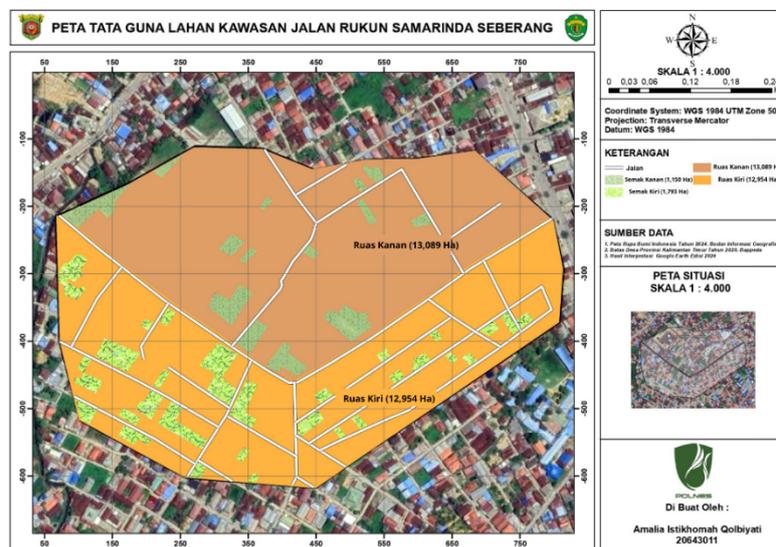
Tabel 1. Data dimensi saluran drainase eksisting

STA	Ruas Kanan	Ruas Kiri	Ruas Kanan	Ruas Kiri	Ruas Kanan		Ruas Kiri	
	Tinggi Saluran (m)		Lebar Saluran (m)		Elevasi dasar saluran	Elevasi top saluran	Elevasi dasar saluran	Elevasi top saluran
0+000	1.67	1.7	1.25	1.25	3.897	5.567	3.587	5.287
0+050	1.54	1.6	1.25	1.25	3.893	5.433	3.588	5.188
0+100	1.48	1.45	1.25	1.25	3.919	5.399	3.590	5.040
0+150	1.48	1.4	1.25	1.25	3.922	5.402	3.588	4.988
0+200	1.35	1.39	1.25	1.25	3.942	4.692	3.589	4.979
0+250	1.37	1.42	1.25	1.25	3.949	5.149	3.590	5.010
0+300	1.3	1.35	1.25	1.25	3.955	5.255	3.592	4.942
0+350	1.2	1.35	1.25	1.25	3.961	5.161	3.595	4.945
0+400	0.75	1.2	1.25	1.25	3.961	4.711	3.596	4.796
0+450	1.19	1.2	1.25	1.25	3.963	5.153	3.597	4.797
0+500	1.2	1.25	1.25	1.25	3.969	5.169	3.598	4.848
0+550	1.25	1.25	1.25	1.25	3.973	5.223	3.612	4.862
0+600	1.15	1.2	1.25	1.25	3.982	5.132	3.582	4.782
0+650	1.15	1.15	1.25	1.25	3.986	5.136	3.997	5.147
0+700	1.12	1.15	1.25	1.25	4.000	5.120	4.000	5.150

Data ini memberikan gambaran tentang luas tangkapan air di kawasan tersebut dan bagaimana distribusi penggunaan lahan berperan dalam memperbesar atau mengurangi potensi aliran air permukaan. Pengaruh tata guna lahan terhadap perhitungan debit banjir sangat penting untuk dipertimbangkan, mengingat perubahan dalam penggunaan lahan dapat memperburuk atau mengurangi risiko banjir, tergantung pada jenis dan intensitas perubahan tersebut.

Tabel 2 Data tata guna lahan

Outlet	Tataguna Lahan	Luas (km ²)	Total Luasan (km ²)
Jl. Rukun	Pemukiman	0.13089	0.1424
Ruas Kanan	semak belukar	0.01151	
Jl. Rukun	Pemukiman	0.12954	0.147
Ruas Kiri	semak belukar	0.01746	



Gambar 2. Peta tata guna lahan

(Sumber : Badan Informasi Geospasial (BIG), Citra Google Earth dan Bappeda Kota Samarinda)

Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi adalah tahap awal dalam menentukan debit banjir rencana pada permodelan HEC-RAS. Data curah hujan yang diperoleh perlu divalidasi untuk memastikan konsistensi data tersebut dengan cara menguji perbedaan varians antara dua atau lebih rangkaian data curah hujan yang diambil pada waktu atau lokasi yang berbeda. (Mutiara et al., 2017). Hasil uji F adalah membandingkan nilai F_{hitung} dengan nilai F_{kritis} pada tingkat kepercayaan 5%. Jika $F_{hitung} < F_{kritis}$ maka, data tersebut tidak memiliki perbedaan yang signifikan antara varians kedua kelompok data. Selanjutnya, data curah hujan yang konsistensinya telah terverifikasi digunakan untuk

menghitung debit banjir rancangan dengan pemilihan distribusi frekuensi hujan harian maksimum yang paling sesuai untuk (DPSAL) Jalan Rukun, Kelurahan Rapak Dalam, Kota Samarinda, Kalimantan Timur. Pada penelitian ini, tiga jenis distribusi frekuensi hujan yang digunakan untuk mewakili DPSAL adalah distribusi E.J. Gumbel, Log-normal, dan Log-Person tipe III. Analisis distribusi frekuensi dilakukan dengan menghitung parameter statistik seperti koefisien variasi (Cv), koefisien skewness (Cs), dan koefisien kurtosis (Ck), yang hasil distribusinya ditunjukkan pada Tabel 3. Kesesuaian ketiga distribusi ini diuji menggunakan metode Kolmogorov-Smirnov dan Chi Square untuk menentukan distribusi yang paling sesuai dengan frekuensi hujan aktual Dalam penelitian ini, jumlah data (n) yang digunakan adalah 10 dengan tingkat kepercayaan 5%. Pada metode Kolmogorov-Smirnov, distribusi dianggap sesuai jika nilai $D_{hitung} \leq D_{kritis}$. (Triatmodjo, 2008) Sementara itu pada uji Chi Square, kesesuaian distribusi dipertimbangkan berdasarkan nilai Cs dan Ck pada setiap distribusi, yang menghasilkan nilai X^2 hitung dan X^2 Chi Square. Jika $X^2_{hitung} < X^2_{kritis}$, maka distribusi tersebut dapat diterima.

Tabel 3. Ketentuan metode distribusi frekuensi hujan

Distribusi	Syarat
Gumbel	$Cs < 1,14; Ck < 5,4$
Log Normal	$Cs = Cv^2 + 3 Cv; Ck = Cv^6 + 6Cv^5 + 15Cv^4 + 16Cv^3 + 3$
Log Person 3	Cs = selain sebelumnya; Ck = selain sebelumnya

Sumber : (Soemarto, 1995)

Hujan yang terjadi di DPSAL tidak sepenuhnya diubah menjadi limpasan permukaan. Sebagian air hujan diserap ke dalam tanah, mengisi pori-pori tanah, dan dialirkan ke lapisan akuifer sebagai air tanah. Namun, sebagian lainnya akan mengalir sebagai limpasan permukaan yang melalui sistem drainase di DPSAL. Limpasan permukaan ini dikenal sebagai hujan efektif, yang dihitung dengan mengalikan intensitas hujan rencana dengan koefisien limpasan. Koefisien pengaliran ini menggambarkan proporsi hujan yang mengalir melalui saluran drainase, dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4. Drainase berfungsi untuk mengalirkan limpasan permukaan ini, mencegah terjadinya genangan, dan mengatur aliran air di daerah tersebut.

Tabel 4. Nilai Koefisien Pengaliran (C)

Penutupan Lahan	Harga C
Belukar	0,07
Pemukiman	0,6
Terbuka	0,2

Sumber : (Kodoatie & Sjarief, 2010)

Distribusi frekuensi hujan yang dipilih digunakan untuk menentukan intensitas curah hujan, yang menunjukkan nilai hujan dengan periode ulang tertentu. Secara umum, intensitas hujan diukur dalam bentuk kedalaman atau volume hujan per unit waktu. Intensitas curah hujan rencana dihitung menggunakan metode Mononobe. (Suprayogi et al., 2019) Dalam perancangannya, intensitas curah hujan diasumsikan berlangsung selama 6 (enam) jam, yang merepresentasikan hujan maksimum yang terjadi dalam periode 24 jam. (Triatmodjo, 2008).

$$I = \frac{R_{24}}{24} \cdot \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3} \quad (1)$$

dengan I = intensitas curah hujan (mm/jam), R_{24} = curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm), t = durasi curah hujan (mm/menit).

Langkah selanjutnya adalah menentukan debit banjir yang terjadi pada saluran drainase tersebut. Dengan mengetahui intensitas curah hujan rencana dapat menentukan hidrograf satuan sintetik (HSS). HSS merupakan model sintetik yang menggambarkan respons aliran sungai terhadap curah hujan dalam bentuk hidrograf. Salah satu pendekatan yang digunakan untuk menghitung HSS adalah metode Nakayasu, yang memungkinkan perhitungan debit banjir untuk berbagai periode ulang. Parameter yang diperlukan untuk menentukan HSS Nakayasu pada suatu DPSAL antara lain; waktu lama waktu debit puncak, durasi hujan, panjang drainase, luas DPSAL, dan koefisien pengaliran. (Siswoyo, 2011) Persamaan yang digunakan dalam HSS Nakayasu adalah sebagai berikut. (Soemarto, 1995):

$$Q_p = \frac{C \times A \times R_0}{3,6 \times (0,3 \times T_p \times T_{0,3})} \quad (2)$$

dengan Q_p = debit puncak banjir (m^3/dt), R_0 = kedalaman hujan satuan (1 mm), T_p = tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam), $T_{0,3}$ = waktu yang diperlukan oleh penurunan debit, dari debit puncak sampai menjadi 30% dari debit puncak (jam).

Analisis Hidrolika

Analisa hidrolika digunakan untuk mengevaluasi kapasitas daya tampung saluran eksisting dengan menggunakan debit banjir rencana kala ulang 10 tahun. Perhitungan ini diperlukan untuk Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui kemampuan penampang saluran saat menampung limpasan air hujan. Sesuai dengan tahapan penelitian yang telah dibuat maka nilai Q rencana harus < dari nilai Q eksisting. Jika nilai Q rencana > dari nilai

Q eksisting maka harus mendesain ulang saluran yang ada. Di mana nilai Q eksisting tersebut dapat dihitung sebagai berikut:

$$Q = A \times V \tag{3}$$

$$V = \left(\frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \right) \times S^{\frac{1}{2}} \tag{4}$$

dengan Q = debit aliran, A = luas penampang, V = kecepatan aliran, R = jari-jari hidrolis, S = kemiringan aliran, n = koefisien manning.

Desain saluran menggunakan penampang saluran ekonomis, yang mana saluran memiliki keliling basah minimum dapat memberikan kapasitas tampungan secara optimal. (Permen PU, 2014).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Validasi Data Hujan (Uji F)

Uji F bertujuan untuk menguji apakah terdapat perbedaan yang signifikan dalam varians antara dua kelompok data. Dalam konteks ini, kita membandingkan variabilitas curah hujan harian maksimum antara dua kelompok yang masing-masing terdiri dari lima data. Kelompok pertama mencakup data curah hujan dari tahun 2014 hingga 2018, sementara kelompok kedua mencakup data dari tahun 2019 hingga 2023. Berdasarkan hasil uji F yang dilakukan terhadap dua kelompok data curah hujan harian maksimum (Kelompok I dan Kelompok II) pada tahun-tahun yang berbeda, diperoleh nilai F_{hitung} sebesar 1.037. Selanjutnya, nilai F_{kritis} pada tingkat kepercayaan 5% adalah 6.388. Dapat disimpulkan bahwa data curah hujan harian maksimum untuk kedua kelompok (Kelompok I dan Kelompok II) adalah konsisten, artinya variabilitas curah hujan antara kedua kelompok tidak berbeda secara signifikan. Hasil perhitungan Uji F pada curah hujan harian maksimum ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Uji F pada curah hujan maksimum tahun 2014 s.d 2023

Tahun	Kelompok	Data
		Curah Hujan Harian Maksimum (mm)
2014	I	120.2
2015		75.2
2016		105.2
2017		42.7
2018		135.9
2019	II	76.4
2020		123
2021		150
2022		83.5
2023		155
Jumlah data kelompok 1, N1		5
Jumlah data kelompok 2, N2		5
Standar deviasi kelompok 1, S1		37.201
Standar deviasi kelompok 2, S2		36.531
Derajat kebebasan 1, Dk1 (N1-1)		4
Derajat kebebasan 2, Dk2 (N2-1)		4
Derajat kepercayaan (α) 5% ditolak		0.050
a) F_{hitung}		1.037
b) F_{kritis}		6.388
Kesimpulan		Konsisten

Sumber : Perhitungan

b. Distribusi Frekuensi Hujan

Curah hujan rencana dihitung menggunakan tiga metode, yaitu E.J. Gumbel, Log Normal, dan Log Person Tipe III, dibandingkan untuk setiap kala ulang. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa pada kala ulang 10 tahun (Q_{10}), metode E.J. Gumbel menghasilkan hujan rencana terbesar, yaitu 174,356 mm, diikuti oleh metode Log Normal dengan 166,980 mm, dan yang terkecil adalah metode Log Person Tipe III dengan 159,085 mm. "Pemilihan distribusi frekuensi ini harus diuji lebih lanjut untuk menilai kecocokan data distribusi frekuensi hujan baik secara parametrik maupun nonparametrik. Ringkasan data hasil distribusi frekuensi hujan untuk setiap periode ulang dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Rekap data hasil distribusi frekuensi hujan tiap kala ulang

No	Periode	Metode		
		E.J. Gumbel	Log Normal	Log Person Type III
1	2	101.750	100.067	106.899
2	5	145.434	140.030	147.245
3	10	174.356	166.980	159.085

c. Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi Hujan

Distribusi frekuensi hujan diuji kesesuaiannya secara parametrik dan nonparametrik. Pengujian parametrik menggunakan koefisien skewness dan koefisien kurtosis. Hasil pengujian parametrik menunjukkan bahwa distribusi dengan metode E.J Gumbel dan Log person Tipe III memenuhi persyaratan yang ditunjukkan pada Tabel 7. Selain itu Distribusi frekuensi hujan diuji kesesuaiannya secara nonparametrik dengan metode Uji *Smirnov-Kolmogrof* dan uji *chi-square*. Pada uji *Smirnov-Kolmogrof* menghitung delta max dan delta hitung, sedangkan pada uji *chi-square* menghitung x^2_{hitung} dan x^2_{kritis} . Hasil pengujian secara nonparametrik menunjukkan bahwa ketiga metode distribusi frekuensi hujan memenuhi syarat. Rekap hasil uji nonparametrik ditunjukkan pada Tabel 8. Berdasarkan pengujian kesesuaian metode E.J. Gumbel dipilih untuk perhitungan selanjutnya.

Tabel 7. Rekap hasil uji kesesuaian data distribusi frekuensi hujan secara parametrik

Jenis Sebaran	Persyaratan	Hasil	Keterangan
E.J. Gumbel	$C_k < 5.4$	3.172	Memenuhi
	$C_s < 1.14$	-0.307	Memenuhi
Log Normal	$C_k = Cv^8 + 6 Cv^6 + 15 Cv^4 + 16 Cv^2 + 3$	3.049	Tidak Memenuhi
	$C_s = Cv^3 + 3 Cv$	-1.026	Tidak Memenuhi
Log Person Type III	$C_k = Bebas$	4.760	Memenuhi
	$C_s = Bebas$	-1.026	Memenuhi

Tabel 8. Rekap hasil uji kesesuaian data distribusi frekuensi hujan secara nonparametrik

Metode	Smirnov - Kolmogorof		Ket.	Chi-Kuadrat		Keterangan
	$(\Delta_{max.})$	$< \Delta_{Kr}$		X^2	$< X^2_{kritis}$	
E.J Gumbel	0.371075	< 0.41	Memenuhi	0.4	< 5.9991	Memenuhi
Log Normal	0.163345	< 0.41	Memenuhi	0.4	< 5.9991	Memenuhi
Log Person Type III	0.163345	< 0.41	Memenuhi	0.8	< 5.9991	Memenuhi

d. Hujan Efektif

Hujan efektif merupakan bagian dari total hujan yang menghasilkan limpasan langsung. Hujan efektif dihitung dengan mengalikan curah hujan rencana dan koefisien limpasan. Hujan efektif pada studi ini dibagi menjadi dua ruas yaitu ruas kiri dan ruas kanan pada Jalan Rukun, Kelurahan Rapak Dalam, Kota Samarinda, Kalimantan Timur. Koefisien limpasan (C) dengan parameter tutupan lahan yaitu penggunaan lahan pemukiman dan semak belukar serta luasan tutupan lahan diperoleh 0,557 pada ruas kanan dan 0,537 pada ruas kiri. Rekap hasil perhitungan hujan efektif tiap kala ulang pada ruas kanan dan ruas kiri ditunjukkan pada Tabel 9 untuk ruas kanan dan Tabel 10 untuk ruas kiri.

Tabel 9. Rekap hasil perhitungan hujan efektif pada setiap ruas

Periode Ulang (Tahun)	Ruas kanan			Ruas kiri		
	Curah Hujan (mm)	Koefisien Limpasan, C	Hujan Efektif (mm)	Curah Hujan (mm)	Koefisien Limpasan, C	Hujan Efektif (mm)
2	101.750	0.557	56.691	101.750	0.537	54.645
5	145.434	0.557	81.030	145.434	0.537	78.105
10	174.356	0.557	97.144	174.356	0.537	93.638

e. Hujan Efektif Jam jaman

Hujan efektif merujuk pada jumlah curah hujan yang dihitung atau diukur dalam interval waktu per jam yang dianggap memberikan kontribusi langsung terhadap limpasan permukaan. Dengan data distribusi frekuensi E.J. Gumbel dapat menghasilkan distribusi hujan jam-jaman menggunakan metode Mononobe. Pola distribusi terpusat di Indonesia berkisar 4 hingga 7 jam setiap hari, oleh karena itu dalam studi ini diambil lama waktu adalah 6 jam. Tabel 10 menunjukkan hasil perhitungan hujan efektif jam-jaman pada ruas kanan dan Tabel 11 menunjukkan hasil perhitungan hujan efektif jam-jaman pada ruas kiri.

Tabel 10. Hasil perhitungan hujan efektif jam-jaman pada ruas kanan

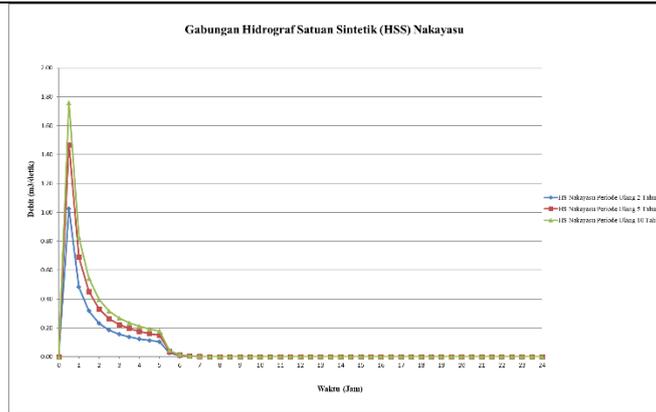
t (jam)	It (mm/jam)	R24	Rt (mm)	R24	Fraksi Hujan	Curah Hujan Efektif Jam-jaman (mm)		
						R2	R5	R10
0.0	0.0	R24	0.0	R24	0	0	0	0
0.5	0.928	R24	0.464	R24	46.416	26.314	37.611	45.090
1.0	0.585	R24	0.121	R24	12.064	6.839	9.776	11.720
1.5	0.446	R24	0.085	R24	8.463	4.798	6.858	8.221
2.0	0.368	R24	0.067	R24	6.737	3.819	5.459	6.545
2.5	0.317	R24	0.057	R24	5.689	3.225	4.610	5.527
3.0	0.281	R24	0.050	R24	4.973	2.819	4.030	4.831
3.5	0.254	R24	0.044	R24	4.447	2.521	3.604	4.320
4.0	0.232	R24	0.040	R24	4.041	2.291	3.275	3.926
4.5	0.215	R24	0.037	R24	3.717	2.107	3.012	3.611
5.0	0.200	R24	0.035	R24	3.451	1.956	2.796	3.353
Total			1.0		100	56.691	81.030	97.144

Tabel 11. Hasil perhitungan hujan efektif jam-jaman pada ruas kanan

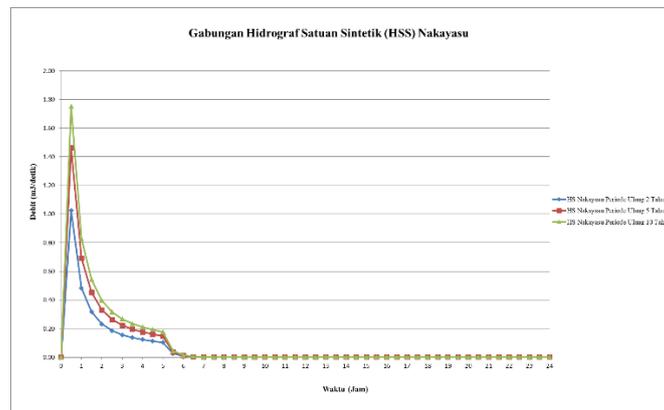
t (jam)	It (mm/jam)	R24	Rt (mm)	R24	Fraksi Hujan	Curah Hujan Efektif Jam-jaman (mm)		
						R2	R5	R10
0.0	0.0	R24	0.0	R24	0	0	0	0
0.5	0.928	R24	0.464	R24	46.416	25.364	36.253	43.463
1.0	0.585	R24	0.121	R24	12.064	6.593	9.423	11.297
1.5	0.446	R24	0.085	R24	8.463	4.625	6.610	7.925
2.0	0.368	R24	0.067	R24	6.737	3.682	5.262	6.309
2.5	0.317	R24	0.057	R24	5.689	3.109	4.444	5.327
3.0	0.281	R24	0.050	R24	4.973	2.718	3.884	4.657
3.5	0.254	R24	0.044	R24	4.447	2.430	3.473	4.164
4.0	0.232	R24	0.040	R24	4.041	2.208	3.157	3.784
4.5	0.215	R24	0.037	R24	3.717	2.031	2.903	3.481
5.0	0.200	R24	0.035	R24	3.451	1.886	2.695	3.231
Total			1.0		100	54.645	78.105	93.638

f. Hidrograf Satuan Sintetik

hidrograf banjir untuk kala ulang Q_2 , Q_5 , dan Q_{10} dihitung menggunakan Metode HSS Nakayasu. Hasil debit banjir puncak pada kala ulang 10 tahun akan menjadi acuan dalam perencanaan dimensi saluran drainase. Q_{10} dianggap sebagai debit aliran puncak yang sering terjadi, sehingga sistem drainase yang dirancang untuk Q_{10} dapat mengelola banjir dengan baik dalam sebagian besar kejadian hujan yang terjadi. Dalam penelitian ini, perhitungan debit banjir dilakukan untuk setiap ruas saluran drainase, untuk memastikan bahwa setiap bagian sistem drainase mampu mengalirkan air dengan lancar dan menghindari genangan yang dapat menyebabkan kerusakan atau gangguan. Pada Gambar 3 menunjukkan grafik hasil HSS Nakayasu pada ruas kanan dengan debit banjir tiap kala ulang adalah $Q_2 = 1,026 \text{ m}^3/\text{detik}$, $Q_5 = 1,467 \text{ m}^3/\text{detik}$, $Q_{10} = 1,758 \text{ m}^3/\text{detik}$. Pada Gambar 4 menunjukkan grafik HSS Nakayasu pada ruas kiri dengan debit banjir tiap kala ulang adalah $Q_2 = 1,024 \text{ m}^3/\text{detik}$, $Q_5 = 1,463 \text{ m}^3/\text{detik}$, $Q_{10} = 1,754 \text{ m}^3/\text{detik}$.



Gambar 3. Grafik hidrograf banjir metode Nakayasu pada ruas Kanan



Gambar 4. Grafik hidrograf banjir metode Nakayasu pada ruas Kiri

g. Analisis Hidrolika

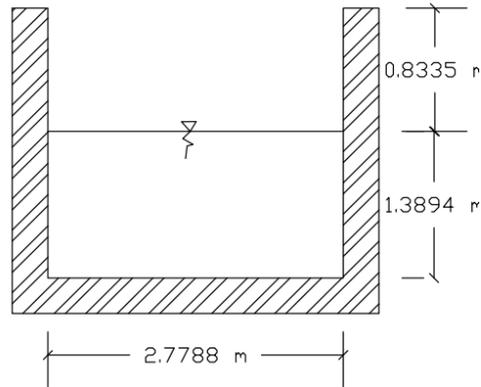
Penampang saluran eksisting setiap ruas memiliki bentuk persegi dengan lebar 1,25 m; tinggi 0,75 dan tipe saluran adalah beton. Perbedaan pada saluran pada setiap ruas terletak pada kemiringan saluran, yang memiliki nilai sebesar 0,000147 pada ruas kanan dan 0.00059 pada ruas kiri. Pengontrolan kapasitas saluran eksisting terhadap debit banjir metode Nakayasu pada setiap ruas ditunjukkan pada Tabel 12. Berdasarkan rekap pada Tabel 12 menunjukkan bahwa kapasitas saluran eksisting pada setiap ruas tidak mampu menampung debit banjir pada tiap kala ulang. Oleh karena itu, untuk mengoptimalkan sistem drainase dan mengurangi risiko terjadinya genangan atau banjir, diperlukan perencanaan ulang saluran drainase pada setiap ruas.

Tabel 12. Kontrol kapasitas saluran drainase terhadap debit banjir rencana tiap kala ulang

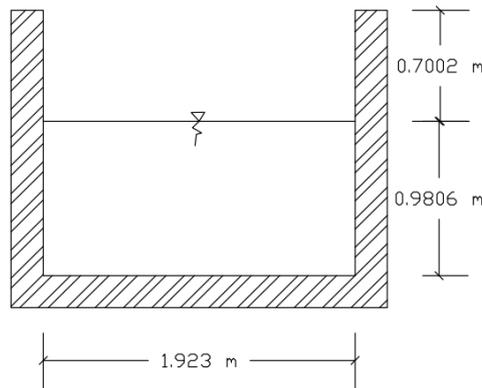
Periode Kala Ulang	HSS Nakayasu		Qeks	Kontrol
	Ruas	Qrenc.		
Q ₂	Ruas Kanan	1.026	>	Melimpas
	Ruas Kiri	1.024	>	Melimpas
Q ₅	Ruas Kanan	1.467	>	Melimpas
	Ruas Kiri	1.463	>	Melimpas
Q ₁₀	Ruas Kanan	1.758	>	Melimpas
	Ruas Kiri	1.754	>	Melimpas

h. Redesain Saluran Drainase

Redesain ulang saluran drainase dilakukan dengan cara memperlebar penampang saluran agar dapat mengalirkan debit banjir yang terjadi, sehingga dapat mencegah terjadinya luapan atau melimpasnya air ke permukaan jalan. Dalam redesign ini, perencanaan debit air yang masuk saluran drainase dibuat lebih besar dari debit rancangan (Q₁₀) pada setiap segmen, yang menunjukkan bahwa kapasitas maksimum saluran (Q_{maks} tampungan) mampu mengalirkan debit air rancangan yang telah dihitung. Berdasarkan hasil perhitungan redesign saluran drainase, dimensi saluran pada ruas kanan dirancang dengan lebar 2,78 meter dan tinggi 2,23 meter, sedangkan pada ruas kiri dirancang dengan lebar 1,923 meter dan tinggi 1,688 meter. Dimensi perencanaan ulang saluran drainase tiap ruas ditunjukkan pada Gambar 5 untuk ruas kanan dan Gambar 6 untuk Ruas kiri.



Gambar 5. Pendimensian ulang saluran drainase Ruas Kanan



Gambar 6. Pendimensian ulang saluran drainase Ruas Kiri

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa debit banjir DPSAL Kawasan Jalan Rukun Kelurahan Rapak Dalam untuk ruas kanan diperoleh nilai debit banjir adalah sebagai berikut; Q_2 : 1.026 m³/detik, Q_5 : 1.467 m³/detik, Q_{10} : 1.758 m³/detik. Sementara itu, pada ruas kiri, nilai debit yang didapatkan adalah untuk Ruas Kiri didapatkan nilai Q_2 : 1.024 m³/detik, Q_5 : 1.463 m³/detik, kala ulang Q_{10} : 1.754 m³/detik. Dengan Q_{10} sebagai acuan untuk kontrol kapasitas saluran, terlihat bahwa kapasitas saluran eksisting pada kedua ruas tidak mampu menampung debit banjir yang terjadi. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan ulang untuk dimensi saluran drainase agar mampu menampung dan mengalirkan kelebihan air secara lebih optimal. Berdasarkan hasil perencanaan ulang, didapatkan dimensi saluran yang lebih besar, yaitu dengan lebar 2,78 meter dan tinggi 2,23 meter pada ruas kanan, serta lebar 1,923 meter dan tinggi 1,688 meter pada ruas kiri.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Badan Nasional Penanggulangan Bencana, Geoportal Duta Bencana Indonesia; 2023. <https://Gis.Bnpb.Go.Id>
- Ananta, M. I., Limantara, L. M., Fidari, J. S., & Nurdin, H. (2024). Analisa Curah Hujan Rancangan Di Daerah Aliran Sungai Bendungan Manikin Kabupaten Kupang. *Jurnal Teknik Sipil*, 13(01), 67–78.
- Kodoatie, R. J., & Sjarief, R. (2010). *Tata Ruang Air*. Penerbit Andi.
- Latue, T., & Latue, P. C. (2023). Pemodelan Spasial Daerah Rawan Banjir Di Das Batu Merah Kota Ambon. *Buana Jurnal Geografi, Ekologi Dan Kebencanaan*, 1(1), 1–13.
- Mutiara, J., Yudianto, D., & Fitriana, F. (2017). Studi Perbandingan Curah Hujan Hasil Pengukuran Pos Hujan Dan Satelit Untuk Wilayah Bandung Comparison Study Of Rainfall Measured At Groundstation And Sattelite For Bandung Region. *Jurnal Teknik Sumber Daya Air*, 137–144.
- Nggarang, Y. E. P., Pattiraja, A. H., & Henong, S. B. (2020). Analisa Perbandingan Penentuan Debit Rencana Menggunakan Metode Nakayasu Dan Simulasi Aplikasi Hec-Hms Di Das Lowo Rea. *Eternitas: Jurnal Teknik Sipil*, 1(1), 23–33.
- Permen, P. U. (2014). *12 (2014) Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 12. Prt/M/2014 Tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan, Lampiran 1*
- Purbaningtyas, D. (2020). Kapasitas Saluran Drainase Di Jalan P. Suryanata Samarinda. *Jurnal Inersia*, 5(1), 33–43.

-
- Siswoyo, H. (2011). Pengembangan Model Hidrograf Satuan Sintetis Snyder Untuk Daerah Aliran Sungai Di Jawa Timur. *Jurnal Teknik Pengairan: Journal Of Water Resources Engineering*, 2(1), 42–54.
- Soemarto, C. D. (1995). Hidrologi Teknik (Edisi Ke-2). *Erlangga. Jakarta*.
- Suprayogi, S., Fatchurohman, H., & Widyastuti, M. (2019). Analisis Kondisi Hidrologi Terhadap Perkembangan Wilayah Perkotaan Studi Kasus Das Kali Belik Yogyakarta. *Jurnal Geografi: Media Informasi Pengembangan Dan Profesi Kegeografian*, 16(2), 153–161.
- Triatmodjo, B. (2008). Hidrologi Terapan. *Beta Offset, Yogyakarta*, 59, 50.