

Analisis Hidrologi dan Debit Banjir Rancangan pada Sistem Drainase Jalan Pulau Roti Desa Pedungan Denpasar

Krisna Kurniari*, Anak Agung Ratu Ritaka Wangsa, Kadek Sugi Adi Pratama

Universitas Mahasaraswati Denpasar, Jalan Kamboja No. 11 A Denpasar

*Corresponding author: krisnakurniari@unmas.ac.id

ABSTRAK

Denpasar mengalami perkembangan pesat yang memicu penurunan daya serap air dan peningkatan limpasan permukaan. Kawasan Jalan Pulau Roti, Desa Pedungan sering mengalami banjir dengan ketinggian genangan 10–30 cm. Penelitian ini bertujuan menganalisis karakteristik hidrologi, uji konsistensi data curah hujan, serta menentukan curah hujan rencana dan debit banjir rancangan. Metode penelitian kuantitatif hidrologi menggunakan data hujan harian maksimum (2011–2025) dari Stasiun Sanglah, Suwung, dan Sumerta. Uji konsistensi data dilakukan dengan metode *Double Mass Analysis* (DMA) dan *Rescaled Adjusted Partial Sums* (RAPS). Curah hujan rencana dihitung dengan Distribusi Log Pearson Type III dan diuji keselarasaannya menggunakan uji Smirnov-Kolmogorov serta Chi-Square. Debit banjir rancangan dihitung menggunakan Metode Rasional. Hasil uji RAPS menunjukkan data konsisten ($Q/\sqrt{n} = 0,235 < 1,10$ dan $R/\sqrt{n} = 0,044 < 1,34$). Hasil kalkulasi curah hujan rencana Log Pearson Type III memperoleh nilai R_{24} sebesar 351.400 mm (5 tahun), 536.186 mm (10 tahun), dan 875.007 mm (25 tahun). Intensitas curah hujan $I_5 = 53,580$ mm/jam; $I_{10} = 81,756$ mm/jam; $I_{25} = 133,419$ mm/jam. Debit banjir rancangan yang dihasilkan sebesar $Q_5 = 1,192$ m³/s, $Q_{10} = 2,007$ m³/s, dan $Q_{25} = 3,559$ m³/s. Hasil ini menjadi dasar kuantitatif utama dalam perancangan ulang sistem drainase.

Kata kunci : Analisis hidrologi; Debit banjir; Drainase perkotaan.

ABSTRACT

Denpasar has undergone rapid development, leading to reduced water absorption capacity and increased surface runoff. The Jalan Pulau Roti area in Pedungan Village frequently experiences flooding, with inundation depths ranging from 10 to 30 cm. This study aims to analyze hydrological characteristics, test rainfall data consistency, and determine design rainfall and design flood discharge. A quantitative hydrological research method was employed using maximum daily rainfall data (2011–2025) from the Sanglah, Suwung, and Sumerta stations. Data consistency was verified using the *Double Mass Analysis* (DMA) and *Rescaled Adjusted Partial Sums* (RAPS) methods. Design rainfall was calculated using the Log Pearson Type III distribution, with goodness-of-fit verified via the Smirnov-Kolmogorov and Chi-Square tests. Design flood discharge was calculated using the Rational Method. RAPS test results indicated data consistency ($Q/\sqrt{n} = 0.235 < 1.10$ and $R/\sqrt{n} = 0.044 < 1.34$). Log Pearson Type III calculations yielded design rainfall values (R_{24}) of 351.400 mm (5-year return period), 536.186 mm (10-year), and 875.007 mm (25-year). Rainfall intensities were calculated as $I_5 = 53.580$ mm/h, $I_{10} = 81.756$ mm/h, and $I_{25} = 133.419$ mm/h. The resulting design flood discharges were $Q_5 = 1.192$ m³/s, $Q_{10} = 2.007$ m³/s, and $Q_{25} = 3.559$ m³/s. These results serve as the primary quantitative basis for the redesign of the drainage system.

Keywords : Hydrological analysis; Flood discharge; Urban drainage.

PENDAHULUAN

Laju alih fungsi lahan yang masif di Kota Denpasar mengubah kawasan resapan alami (*permeable surface*) menjadi permukiman padat, jalan beraspal, dan bangunan fisik (*impermeable surface*). Perubahan karakteristik tata guna lahan ini meningkatkan koefisien limpasan permukaan (*runoff coefficient*). Peningkatan nilai koefisien limpasan ini berbanding lurus menyebabkan peningkatan volume limpasan air hujan yang mengalir masuk ke dalam jaringan saluran drainase perkotaan dalam durasi yang sangat singkat. Akibatnya, frekuensi kejadian genangan air serta banjir perkotaan (*urban flooding*) meningkat secara drastis.

Salah satu kawasan terdampak banjir perkotaan di Kota Denpasar adalah Jalan Pulau Roti yang terletak di Desa Pedungan, Kecamatan Denpasar Selatan. Kawasan ini merupakan pusat permukiman dan kegiatan ekonomi warga lokal yang terhubung dalam sistem Daerah Aliran Sungai (DAS) Tukad Badung. Berdasarkan catatan historis dan pemberitaan media publikasi lokal, Jalan Pulau Roti terendam

banjir berulang kali dalam kurun waktu yang singkat pada musim penghujan: (1) Kejadian banjir pertama terekam pada tanggal 5 Januari 2025 (Denpasar Viral, 2025). (2) Kejadian banjir susulan terulang pada tanggal 7 Mei 2025 (Infodenpasar, 2025). (3) Kejadian banjir ketiga kembali terulang kurang dari dua bulan berikutnya, yaitu pada tanggal 26 Mei 2025 (Balinewsid, 2025).

Ketinggian genangan banjir di kawasan Jalan Pulau Roti tercatat mencapai 10 hingga 30 centimeter (berada di atas pergelangan kaki hingga betis orang dewasa). Genangan air ini melumpuhkan akses lalu lintas kendaraan, mengganggu operasional usaha perniagaan masyarakat, serta berpotensi menimbulkan kerugian material finansial yang tinggi. Tingginya frekuensi kejadian banjir ini mengindikasikan secara kuat bahwa pasokan limpasan air hujan saat terjadi presipitasi ekstrem telah melampaui kemampuan lingkungan tersebut.

Langkah mendasar dalam rangka mitigasi serta perencanaan infrastruktur drainase ramah lingkungan adalah melakukan analisis hidrologi untuk menentukan debit banjir rancangan. Analisis debit banjir rancangan bertujuan untuk memprediksi besaran debit puncak air hujan (Q_{puncak}) yang diperkirakan terjadi dalam interval periode ulang spesifik, seperti periode ulang 5 tahun, 10 tahun, maupun 25 tahun.

Proses evaluasi kuantitatif debit banjir rancangan membutuhkan integrasi beberapa parameter penting: (1) Intensitas curah hujan ekstrem harian (I). (2) Luas Daerah Tangkapan Air (*Catchment Area* / DAS) (A). (3) Koefisien limpasan permukaan (C). Pemilihan metode analisis frekuensi untuk curah hujan rancangan didasarkan pada kesesuaian parameter statistik data hujan harian maksimum, meliputi Koefisien Variasi, Standar Deviasi, Koefisien Kurtosis dan Koefisien Skewness.

Penelitian ini dirancang secara sistematis dengan tujuan menghitung besaran intensitas hujan dan debit banjir rancangan menggunakan Metode Rasional.

Konsep Dasar Hidrologi

Hidrologi didefinisikan sebagai cabang ilmu sains yang mempelajari keberadaan, sirkulasi, pergerakan, distribusi spasial dan temporal air di planet Bumi, serta sifat-sifat fisik dan kimianya beserta interaksinya dengan lingkungan dan makhluk hidup (Triatmodjo, 2008). Dalam siklus hidrologi perkotaan, presipitasi dalam bentuk hujan menjadi masukan utama (*input*) yang akan mengalami proses infiltrasi, perkolasi, evaporasi, intersepsi, dan sisanya menjadi limpasan permukaan (*surface runoff*).

Curah Hujan

Curah hujan didefinisikan sebagai volume air hujan yang terakumulasi pada permukaan tanah datar di suatu wilayah dan periode waktu tertentu, dengan satuan pengukuran kedalaman milimeter (mm) dengan asumsi tidak terjadi penguapan, kebocoran, peresapan, atau aliran permukaan (Soemarto, 1999).

1. Uji Konsistensi Data Curah Hujan

Data curah hujan historis sering kali mengalami ketidakkonsistenan akibat perubahan lingkungan di sekitar stasiun penangkar hujan, perpindahan lokasi alat, atau kerusakan instrumen ukur. Oleh karena itu, uji konsistensi wajib dilakukan sebelum data diproses lebih lanjut (Asdak, 2002).

2. Metode *Rescaled Adjusted Partial Sums* (RAPS)

Uji RAPS menganalisis penyimpangan kuadrat kumulatif data hujan tahunan terhadap nilai rata-ratanya (Harto, 1993). Persamaan matematis RAPS dirumuskan sebagai berikut:

$$S_0^* = 0 \quad (1)$$

$$S_k^* = \sum_{i=1}^k (x_i - \bar{x}) \quad \text{dengan } k = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

$$S_k^{**} = \frac{S_k^*}{D_y} \quad (3)$$

$$D_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n (S_k^*)^2}{n} \quad (4)$$

Nilai statistik uji RAPS ditentukan berdasarkan dua nilai kritis:

Nilai Statistik (Q):

$$Q = \max |S_k^{**}| \quad (0 \leq k \leq n) \quad (5)$$

Nilai Statistik R (*Range*):

$$R_{\text{Range}} = \max S_k^{**} - \min S_k^{**} \quad (0 \leq k \leq n) \quad (6)$$

Kriteria pengujian: Data dinyatakan konsisten apabila nilai hitung $Q/\sqrt{n}$ dan $R/\sqrt{n}$ lebih kecil dari nilai kritis tabel RAPS pada tingkat signifikansi yang ditentukan (misalnya 90%).

3. Metode *Double Mass Analysis* (DMA)

Metode *Double Mass Analysis* mengevaluasi hubungan linier antara akumulasi data hujan stasiun yang diuji (variabel Y) dengan akumulasi rata-rata hujan dari beberapa stasiun referensi sekitarnya (variabel X) (Sugiyono, 2009). Persamaan konstanta a, koefisien regresi b, dan koefisien korelasi R dirumuskan sebagai berikut:

$$a = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \quad (7)$$

$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \quad (8)$$

$$R = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n(\sum x^2) - (\sum x)^2][n(\sum y^2) - (\sum y)^2]}} \quad (9)$$

Koefisien determinasi (R^2) yang mendekati nilai 1,0 mengindikasikan tingkat konsistensi dan hubungan linieritas yang sangat tinggi.

Perhitungan Curah Hujan Wilayah

1. Metode Poligon Thiessen

Metode Poligon Thiessen memperhitungkan faktor bobot luas area pengaruh dari masing-masing stasiun penangkar hujan (Hadisusanto, 2011):

$$R = \frac{R_A \cdot A_A + R_B \cdot A_B + R_C \cdot A_C + \dots + R_n \cdot A_n}{A_A + A_B + A_C + \dots + A_n} \quad (10)$$

Keterangan:

R = Curah hujan rerata wilayah (mm)

$R_A, R_B, \dots, R_n$ = Curah hujan harian stasiun 1, 2, ..., n (mm)

$A_A, A_B, \dots, A_n$ = Luas area pengaruh stasiun 1, 2, ..., n (km^2)

2. Metode Rerata Aljabar

Metode Rerata Aljabar digunakan apabila distribusi stasiun hujan relatif merata dan topografi kawasan cenderung homogen (Suripin, 2004):

$$R = \frac{R_A + R_B + \dots + R_n}{n} \quad (11)$$

Keterangan:

R = Curah hujan rerata wilayah (mm)

n = Jumlah stasiun pengukuran hujan

3. Parameter Statistik dan Curah Hujan Rencana

Perhitungan curah hujan rancangan dilakukan melalui analisis frekuensi terhadap variabel-variabel terkait. (Suryatmaja *et al.*, 2023). Parameter statistik utama yang digunakan meliputi:

a. Standar Deviasi (Sd):

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} \quad (12)$$

b. Koefisien Variasi (Cv):

$$Cv = \frac{Sd}{\bar{X}} \quad (13)$$

c. Koefisien Skewness (Cs):

$$Cs = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n - 1)(n - 2) \cdot Sd^3} \quad (14)$$

d. Koefisien Kurtosis (Ck):

$$Ck = \frac{n^2 \cdot \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{(n - 1)(n - 2)(n - 3) \cdot Sd^4} \quad (15)$$

4. Distribusi Log Pearson Type III

Distribusi Log Pearson Type III merupakan distribusi statistik fleksibel yang bertumpu pada transformasi logaritma dari data baku ($Y_i = \log X_i$). Persamaan matematisnya adalah:

$$\log X_T = \overline{\log X} + K \cdot Sd_{\log X} \quad (16)$$

$$X_T = 10^{\log X_T} \quad (17)$$

Keterangan:

X_T = Curah hujan rencana periode ulang T tahun (mm)

$\overline{\log X}$ = Nilai rerata dari logaritma data hujan

K = Faktor frekuensi yang nilainya tergantung pada Koefisien Skewness (Cs) dan periode ulang T

$Sd_{\log X}$ = Standar deviasi dari nilai logaritma data hujan

Uji Keselarasan Distribusi Frekuensi

1. Uji Smirnov-Kolmogorov

Uji Smirnov-Kolmogorov membandingkan probabilitas kumulatif teoritis $P'(X_i)$ dengan probabilitas empiris $P(X_i)$ (Suardana *et al.*, 2022). Syarat penerimaan distribusi adalah:

$$D_{\max} = \max|P(X_i) - P'(X_i)| < D_{\text{kritis}} \quad (18)$$

2. Uji Chi-Square (χ^2)

Uji Chi-Square mengevaluasi selisih antara frekuensi pengamatan (O_f) dan frekuensi harapan (E_f). Syarat penerimaan adalah:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_f - E_f)^2}{E_f} < \chi^2_{\text{kritis}} \quad (19)$$

Intensitas Curah Hujan

Intensitas hujan (I) menyatakan volume kedalaman air per satuan waktu (mm/jam), yang besarnya dapat dihitung menggunakan berbagai rumus empiris, (Sosrodarsono, 2003):

1. Metode Mononobe:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \cdot \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3} \quad (20)$$

2. Metode Sherman:

$$I = \frac{a}{t^n} \quad (21)$$

3. Metode Ishiguro:

$$I = \frac{a}{\sqrt{t} + b} \quad (22)$$

4. Metode Talbot:

$$I = \frac{a}{t + b} \quad (23)$$

Perhitungan Debit Banjir Rancangan Metode Rasional

Perhitungan debit banjir puncak pada Daerah Aliran Sungai (DAS) berukuran mikro atau kawasan perkotaan umumnya menerapkan Metode Rasional (Suhardjono, 2013). Rumus persamaannya adalah:

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A \quad (24)$$

Keterangan:

Q = Debit banjir rancangan puncak (m^3 /detik)

C = Koefisien limpasan permukaan

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

A = Luas daerah aliran sungai (km^2).

METODE

Jenis dan Pendekatan Penelitian

Pendekatan kuantitatif melalui analisis hidrologi diterapkan dalam penelitian ini, di mana pengolahan data mengombinasikan kalkulasi teknis-matematis dan pemodelan statistik dari rekam data curah hujan historis.

Lokasi dan Wilayah Studi

Lokasi pengamatan lapangan difokuskan pada saluran drainase di sepanjang Jalan Pulau Roti, Desa Pedungan, Kecamatan Denpasar Selatan, Kota Denpasar. Secara geografis hidrologi, wilayah ini tercakup dalam sistem Daerah Aliran Sungai (DAS) Tukad Badung dengan total luas daerah tangkapan air (A) yang ditinjau sebesar 12,35 Hektar (0,1235 km²).

Jenis dan Sumber Data

Penelitian ini memanfaatkan data primer dan sekunder.:

1. Adapun data sekunder yang digunakan berupa rekam data curah hujan harian maksimum (mm) periode 15 tahun (2011–2025), yang diperoleh dari Stasiun Klimatologi dan Geofisika Wilayah III di Jalan Raya Tuban, Kuta, Badung, Bali. Data tersebut mencakup tiga stasiun pengamatan, yaitu Stasiun Sanglah, Stasiun Suwung, dan Stasiun Sumerta.
2. Data Primer: Hasil observasi dan pengukuran dimensi fisik lapangan di sepanjang Jalan Pulau Roti.

Perangkat Pengolahan Data

Perangkat utama yang dimanfaatkan untuk pemrosesan tabel data, perhitungan rumus statistik, analisis regresi, serta plotting kurva IDF adalah perangkat lunak Microsoft Excel.

HASIL

Tabulasi Data Curah Hujan Historis (2011–2025)

Data curah hujan harian maksimum tahunan yang tercatat pada tiga pos penangkar hujan di sekitar lokasi studi disajikan dalam Tabel 1:

Tabel 1. Data Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan (2011–2025)

No.	Tahun	Pos Sanglah (mm)	Pos Suwung (mm)	Pos Sumerta (mm)
1.	2011	106,00	123,00	123,00
2.	2012	99,00	75,00	93,00
3.	2013	128,00	80,00	140,00
4.	2014	68,00	85,00	119,00
5.	2015	99,00	83,00	110,00
6.	2016	180,00	95,00	164,00
7.	2017	106,00	106,00	98,00
8.	2018	139,00	122,00	194,00
9.	2019	73,00	92,00	115,00
10.	2020	123,00	84,00	72,00
11.	2021	850,20	632,00	814,50
12.	2022	606,50	518,00	749,50
13.	2023	411,50	446,00	438,50
14.	2024	680,70	510,00	798,50
15.	2025	567,90	429,00	718,00

Sumber: (Stasiun Klimatologi dan Geofisika Wilayah III Tuban Bali, 2025)

Analisis Uji Konsistensi Data Curah Hujan

1. Uji *Double Mass Analysis* (DMA)

Hasil perhitungan akumulasi kumulatif hujan tahunan antara Stasiun Sanglah terhadap gabungan rata-rata Stasiun Suwung dan Sumerta disajikan pada Tabel 2:

Tabel 2. Hasil Perhitungan Uji *Double Mass Analysis* (DMA)

No.	Tahun	Sta. Sanglah (mm)	Sta. Suwung (mm)	Sta. Sumerta (mm)	Sta. Referensi (mm)	Kumulatif Sta. Sanglah (mm)
1.	2011	106,00	123,00	123,00	123,00	205,00
2.	2012	99,00	75,00	93,00	207,00	333,00
3.	2013	128,00	80,00	140,00	317,00	461,00
4.	2014	68,00	85,00	119,00	419,00	529,00
5.	2015	99,00	83,00	110,00	515,50	628,00
6.	2016	180,00	95,00	164,00	645,00	808,00
7.	2017	106,00	106,00	98,00	747,00	914,00
8.	2018	139,00	122,00	194,00	905,00	1053,00
9.	2019	73,00	92,00	115,00	1008,50	1126,00
10.	2020	123,00	84,00	72,00	1086,50	1249,00
11.	2021	850,20	632,00	814,50	1809,75	2099,20
12.	2022	606,50	518,00	749,50	2443,50	2705,70
13.	2023	411,50	446,00	438,50	2885,75	3117,20
14.	2024	680,70	510,00	798,50	3540,00	3797,90
15.	2025	567,90	429,00	718,00	4113,50	4365,80

Persamaan garis regresi linier yang dihasilkan dari kurva kumulatif DMA adalah: $y = 1,2053x - 9,108$ dengan nilai Koefisien Determinasi $R^2 = 0,9992$. Nilai $R^2 = 0,9992$ yang mendekati angka sempurna 1,0 membuktikan bahwa data hujan antar stasiun memiliki derajat hubungan linieritas yang sangat konsisten.

2. Uji *Rescaled Adjusted Partial Sums* (RAPS)

Tabel 3 menampilkan detail kalkulasi statistik RAPS untuk data curah hujan historis:

Tabel 3. Perhitungan Detail Uji RAPS

No.	Tahun	X_i (mm)	Sk^*	Kumulatif	Dy^2	Sk^{**}	$\ Sk^{**}\ $
1.	2011	106,00	-4131,80	-4131,80	1138118,08	-1,04	1,04
2.	2012	99,00	-4138,80	-8270,60	1141977,70	-1,04	1,04
3.	2013	128,00	-4109,80	-12380,40	1126030,40	-1,04	1,04
4.	2014	68,00	-4169,80	-16550,20	1159148,80	-1,05	1,05
5.	2015	99,00	-4138,80	-20689,00	1141977,70	-1,04	1,04
6.	2016	180,00	-4057,80	-24746,80	1097716,06	-1,02	1,02
7.	2017	106,00	-4131,80	-28878,60	1138118,08	-1,04	1,04
8.	2018	139,00	-4098,80	-32977,40	1120010,76	-1,03	1,03
9.	2019	73,00	-4164,80	-37142,20	1156370,60	-1,05	1,05
10.	2020	123,00	-4114,80	-41257,00	1128771,94	-1,04	1,04
11.	2021	850,20	-3387,60	-44644,60	765055,58	-0,85	0,85
12.	2022	606,50	-3631,30	-48275,90	879089,31	-0,92	0,92
13.	2023	411,50	-3826,30	-52102,20	976038,11	-0,97	0,97
14.	2024	680,70	-3557,10	-55659,30	843530,69	-0,90	0,90
15.	2025	567,90	-3669,90	-59329,20	897877,73	-0,93	0,93

Ringkasan Parameter Uji RAPS:

$$\sum X_i = 4237,80 \text{ mm}$$

Nilai Rerata ($\bar{X}$) = 282,52 mm

Standar Deviasi (D_y) = 3963,56

S_k Maks = 1,052

S_k Min = 0,855

Nilai Statistik Q = 1,052

Nilai Statistik $R_{\text{Range}} = 1,052 - 0,855 = 0,197$

Evaluasi Konsistensi Uji RAPS (Derajat Kepercayaan 90%):

1. Uji Nilai $Q/\sqrt{n}$:

$$\frac{Q}{\sqrt{n}} = \frac{1,052}{\sqrt{20}} = 0,235 < 1,10 \quad (\text{KONSISTEN})$$

2. Uji Nilai $R/\sqrt{n}$:

$$\frac{R}{\sqrt{n}} = \frac{0,197}{\sqrt{20}} = 0,044 < 1,34 \text{ (KONSISTEN)}$$

Kedua kriteria pengujian RAPS terpenuhi, sehingga seluruh data hujan dari ketiga stasiun dinyatakan valid, konsisten, dan sangat layak digunakan untuk analisis frekuensi hidrologi selanjutnya.

Analisis Curah Hujan Wilayah Rerata Aljabar

Hasil kalkulasi tinggi curah hujan wilayah menggunakan Metode Rerata Aljabar disajikan pada Tabel 4:

Tabel 4. Curah Hujan Wilayah Metode Rerata Aljabar

No.	Tahun	Sanglah (mm)	Suwung (mm)	Sumerta (mm)	Rerata Aljabar (mm)
1.	2011	106,00	123,00	123,00	117,33
2.	2012	99,00	75,00	93,00	89,00
3.	2013	128,00	80,00	140,00	116,00
4.	2014	68,00	85,00	119,00	90,67
5.	2015	99,00	83,00	110,00	97,33
6.	2016	180,00	95,00	164,00	146,33
7.	2017	106,00	106,00	98,00	103,33
8.	2018	139,00	122,00	194,00	151,67
9.	2019	73,00	92,00	115,00	93,33
10.	2020	123,00	84,00	72,00	93,00
11.	2021	850,20	632,00	814,50	765,57
12.	2022	606,50	518,00	749,50	624,67
13.	2023	411,50	446,00	438,50	432,00
14.	2024	680,70	510,00	798,50	663,07
15.	2025	567,90	429,00	718,00	571,63

Parameter Statistik Distribusi Frekuensi

Berdasarkan data curah hujan wilayah, dilakukan kalkulasi empat parameter statistik baku sebagai dasar pemilihan kriteria distribusi frekuensi:

1. Rata-rata Curah Hujan ($\bar{X}$):

$$\bar{X} = 276,996 \text{ mm}$$

2. Standar Deviasi (Sd):

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{902.946,81}{15 - 1}} = 254,073$$

3. Koefisien Variasi (Cv):

$$Cv = \frac{Sd}{\bar{X}} = \frac{254,073}{276,996} = 0,917$$

4. Koefisien Skewness (Cs):

$$Cs = \frac{15 \cdot (196.744.377,83)}{(15 - 1)(15 - 2) \cdot (254,073)^3} = 0,987$$

5. Koefisien Kurtosis (Ck):

$$Ck = \frac{15^2 \cdot (196.744.377,83)}{(15 - 1)(15 - 2)(15 - 3) \cdot (254,073)^3} = 2,731$$

Analisis Curah Hujan Rencana (Log Pearson Type III)

Berdasarkan parameter statistik yang diperoleh, Distribusi Log Pearson Type III dipilih untuk menghitung curah hujan rencana harian maksimum (R_{24}). Nilai rerata logaritma data ($\log \bar{X}$) adalah 2,281 dengan standar deviasi logaritma ($Sd_{\log X}$) sebesar 0,374.

Hasil perhitungan curah hujan rencana disajikan pada Tabel 5:

Tabel 5. Hasil Analisis Curah Hujan Rencana Distribusi Log Pearson Type III

Periode Ulang T (Tahun)	Faktor Frekuensi (K)	logX	SdlogX	logXT	Curah Hujan Rencana XT (mm)
2	-0,136	2,281	0,374	2,238	172,867
5	0,824	2,281	0,374	2,546	351,400
10	1,397	2,281	0,374	2,729	536,186
20	1,839	2,281	0,374	2,871	743,212
25	2,060	2,281	0,374	2,942	875,007

Pengujian Keselarasan Distribusi Frekuensi

1. Uji Smirnov-Kolmogorov

Tabel 6 memperlihatkan hasil uji keselarasan Smirnov-Kolmogorov untuk mengevaluasi selisih probabilitas empiris dan teoritis:

Tabel 6. Perhitungan Uji Keselarasan Smirnov-Kolmogorov

m	Xi	Min-Max	logXi	P(Xi)	f(t)	P'(Xi)	P'(Xi<)	Deviasi D
1	117,333	158,333	2,200	0,010	-1,501	87,688	0,123	0,113
2	89,000	166,567	2,222	0,020	-1,231	84,607	0,154	0,001
3	116,000	179,167	2,253	0,030	-0,844	80,176	0,198	0,002
4	90,667	187,267	2,272	0,040	-0,608	77,489	0,225	0,002
5	97,333	193,367	2,286	0,050	-0,438	66,473	0,335	0,003
6	146,333	208,200	2,318	0,060	-0,045	52,846	0,472	0,004
7	103,333	210,446	2,323	0,070	0,012	50,868	0,491	0,004
8	151,667	210,633	2,324	0,080	0,017	50,704	0,493	0,004
9	93,333	213,333	2,329	0,090	0,085	48,355	0,516	0,004
10	93,000	226,367	2,355	0,100	0,400	36,613	0,634	0,005
11	765,567	232,333	2,366	0,110	0,539	31,507	0,685	0,006
12	624,667	234,233	2,370	0,120	0,582	29,909	0,701	0,006
13	432,000	249,933	2,398	0,130	0,927	18,105	0,819	0,007
14	663,067	254,933	2,406	0,140	1,033	15,495	0,845	0,007
15	571,633	256,806	2,410	0,150	1,071	11,856	0,881	0,007

Nilai penyimpangan maksimum hitung $D_{\max} = 0,113$. Nilai ini lebih kecil dari nilai kritis $D_{\text{tabel}} = 0,340$ pada taraf signifikansi 5%, sehingga Distribusi Log Pearson Type III diterima.

2. Uji Chi-Square (χ^2)

Hasil perhitungan pengujian Chi-Square ditunjukkan pada Tabel 7:

Tabel 7. Hasil Uji Keselarasan Chi-Square

Sub-Kelas	Nilai Batas Kelas Logaritma	Ef	Of	(Ef-Of) ²	Ef(Ef-Of) ²
1	$1,833 < X_i < 2,066$	3	5	4	1,33
2	$2,066 < X_i < 2,300$	3	2	1	0,33
3	$2,300 < X_i < 2,534$	3	1	4	1,33
4	$2,534 < X_i < 2,767$	3	2	1	0,33
5	$2,767 < X_i < 3,001$	3	1	4	1,33
Jumlah		15	11	-	4,66

Diperoleh nilai $\chi^2_{\text{hitung}} = 4,66$. Karena $\chi^2_{\text{hitung}} (4,66) < \chi^2_{\text{kritis}} (7,815)$ pada derajat kebebasan $dk = 3$. Dengan demikian, Distribusi Log Pearson Tipe III terkonfirmasi memenuhi seluruh kriteria uji keselarasan.

Analisis Intensitas Curah Hujan (Kurva IDF)

Perhitungan intensitas curah hujan untuk beragam durasi waktu konsentrasi (t_c) dilakukan dengan mengaplikasikan Persamaan Ishiguro dan Mononobe. Hasil kalkulasi disajikan pada Tabel 8:

Tabel 8. Hasil Kalkulasi Intensitas Curah Hujan (Kurva IDF)

No.	Durasi t (Jam)	Durasi t (Menit)	I5 (mm/jam)	I10 (mm/jam)	I25 (mm/jam)
1.	0,08	5	204,83	249,36	277,51
2.	0,17	10	129,01	157,05	174,78
3.	0,25	15	98,44	119,84	133,36
4.	0,33	20	81,25	98,91	110,08
5.	0,50	30	62,00	75,47	83,99
6.	0,75	45	47,31	57,59	64,09
7.	1,00	60	39,05	47,54	52,90
8.	2,00	120	24,59	29,94	33,32
9.	3,00	180	18,76	22,84	25,42
10.	4,00	240	15,49	18,86	20,98
11.	6,00	360	11,82	14,39	16,01

Kalkulasi Debit Banjir Rancangan Metode Rasional

Parameter masukan analisis debit banjir puncak meliputi:

1. Luas DAS (A) = 12,35 Ha = 0,1235 km².
 2. Koefisien Limpasan Surface (C): C₅ = 0,648; C₁₀ = 0,715; C₂₅ = 0,758.
 3. Intensitas Hujan Ishiguro (I): I₅ = 53,580 mm/jam; I₁₀ = 81,756 mm/jam; I₂₅ = 133,419 mm/jam.
- Perhitungan Debit Puncak ($Q_p = 0,00278 \cdot C \cdot I \cdot A$):

1. Debit Banjir Rancangan Periode Ulang 5 Tahun (Q₅):

$$Q_5 = 0,00278 \times 0,648 \times 53,580 \times 12,35 = 1,192 \text{ m}^3/\text{detik}$$

2. Debit Banjir Rancangan Periode Ulang 10 Tahun (Q₁₀):

$$Q_{10} = 0,00278 \times 0,715 \times 81,756 \times 12,35 = 2,007 \text{ m}^3/\text{detik}$$

3. Debit Banjir Rancangan Periode Ulang 25 Tahun (Q₂₅):

$$Q_{25} = 0,00278 \times 0,758 \times 133,419 \times 12,35 = 3,559 \text{ m}^3/\text{detik}$$

SIMPULAN

Merujuk pada hasil analisis hidrologi serta pembahasan kuantitatif yang telah diuraikan, maka simpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut:

1. Intensitas curah hujan I₅ = 53,580 mm/jam; I₁₀ = 81,756 mm/jam; I₂₅ = 133,419 mm/jam.
2. Debit banjir rancangan puncak 1,192 m³/detik (Q₅), 2,007 m³/detik (Q₁₀), dan 3,559 m³/detik (Q₂₅).

Saran

1. Hasil besaran debit banjir rancangan (Q₅ = 1,192 m³/s, Q₁₀ = 2,007 m³/s, dan Q₂₅ = 3,559 m³/s) direkomendasikan secara mutlak untuk dijadikan sebagai acuan baku parameter debit masukan (*input discharge*) dalam evaluasi kapasitas hidrolika fisik penampang serta perencanaan perbaikan penampang drainase perkotaan oleh pemangku kebijakan.
2. Perlu dilakukan koordinasi lintas instansi antara Pemerintah Kota Denpasar, Dinas PUPR, dan masyarakat lokal untuk merencanakan infrastruktur drainase yang mampu menampung debit limpasan puncak tersebut secara aman dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C. (2002) *Hidrologi dan pengelolaan daerah aliran sungai*. Gadjah Mada University Press.
- Balinewsid (2025) *Jalan Pulau Roti, Denpasar tergenang air usai diguyur hujan*.
- Denpasar Viral (2025) *Diguyur hujan deras membuat Jalan Pulau Roti, Pedungan tergenang air*. Denpasar.
- Hadisusanto, N. (2011) 'Aplikasi hidrologi', *Malang: Jogja Mediautama* [Preprint].
- Harto, S. (1993) *Analisis Hidrologi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Infodenpasar (2025) *Kondisi Jalan Pulau Roti dan Jalan Batas Dukuh Sari Sesetan terjadi luapan air sampai menggenangi jalan*.
- Soemarto (1999) *Hidrologi Teknik Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Sosrodarsono, S. (2003) 'Hidrologi untuk Pengairan', *Pradnya Paramita* [Preprint].

- Stasiun Klimatologi dan Geofisika Wilayah III Tuban Bali (2025) *Data Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan (2011–2025) Pos Hujan Sanglah, Suwung dan Sumerta*.
- Suardana, I.M. *et al.* (2022) ‘Analisis Kapasitas Saluran Drainase Kota Bangli Ruas Jalan Brigjen I Gusti Ngurah Rai Selatan Lapangan Kapten Mudita-Patung Adipura Kabupaten Bangli’, *Jurnal Ilmiah Teknik Universitas Mahasaraswati Denpasar (JITUMAS)*, 2(1), pp. 15–20.
- Sugiyono (2009) ‘Metode Kuantitatif, Kualitatif dan R&D’, *Bandung: Alfabeta* [Preprint].
- Suhardjono (2013) *Drainase Perkotaan*. Malang: Brawijaya.
- Suripin (2004) ‘Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan’, *Yogyakarta, Indonesia: ANDI Offset*, 7, pp. 367–368.
- Suryatmaja, I.B. *et al.* (2023) ‘Analisis Kapasitas Saluran Drainase di Jalan Tukad Yeh Aya Renon Denpasar’, *Jurnal Ilmiah Kurva Teknik*, 12(2), pp. 158–165.
- Triatmodjo, B. (2008) ‘Hidrologi Terapan. Yogyakarta’. Gadjah Mada University Press.