

## Analisis Debit Banjir Bendungan Bagong dengan Metode HSS Gama-1

**Fina Martcelina<sup>1</sup>**

Fakultas Teknik Sipil, Universitas “Pembangunan” Veteran Jawa Timur

E-mail: [21035010019@student.upnjatim.ac.id](mailto:21035010019@student.upnjatim.ac.id)

**Iwan Wahyudijanto<sup>2</sup>**

Fakultas Teknik Sipil, Universitas “Pembangunan” Veteran Jawa Timur

E-mail: [iwanupn@yahoo.com](mailto:iwanupn@yahoo.com)

**Minarni Nur Trilita<sup>3</sup>**

Fakultas Teknik Sipil, Universitas “Pembangunan” Veteran Jawa Timur

E-mail: [minarni.ts@upnjatim.ac.id](mailto:minarni.ts@upnjatim.ac.id)

### **Abstrak**

*Penelitian ini menganalisis debit banjir rencana di Bendungan Bagong, Trenggalek, Jawa Timur, menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Gama-1 yang dikembangkan untuk kondisi hidrologi daerah tropis. Latar belakang penelitian adalah tingginya risiko banjir akibat curah hujan ekstrem dan perubahan tata guna lahan, serta keterbatasan data debit sungai. Data curah hujan harian periode 2010–2023 diolah menggunakan metode Poligon Thiessen untuk mendapatkan curah hujan rata-rata. Estimasi curah hujan rencana dilakukan dengan distribusi Log Pearson Type III dan divalidasi menggunakan uji Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov. Debit rencana dihitung untuk periode ulang 2 hingga 100 tahun menggunakan HSS Gama-1 yang memperhitungkan waktu konsentrasi dan koefisien pengaliran berdasarkan kondisi aktual DAS. Hasil menunjukkan debit puncak meningkat seiring bertambahnya periode ulang, dengan nilai maksimum 46,826 m<sup>3</sup>/detik pada periode ulang 100 tahun. HSS Gama-1 terbukti mampu memberikan estimasi yang akurat dan sesuai karakteristik lokal. Temuan ini penting untuk perencanaan kapasitas pelimpah, mitigasi banjir, dan pengelolaan bendungan secara berkelanjutan, serta menekankan pentingnya pembaruan data hidrologi dan konservasi lahan.*

**Kata Kunci :** Debit banjir rencana, HSS Gama-1, DAS tropis, curah hujan ekstrem, Log Pearson Type III, konservasi lahan, pengelolaan bendungan.

### **Abstract**

*This study analyzes the design flood discharge at Bagong Dam, Trenggalek, East Java, using the Synthetic Unit Hydrograph (SUH) Gama-1 method, developed for the hydrological conditions of tropical watersheds. The research is motivated by high flood risk due to extreme rainfall, land-use changes, and limited river discharge data. Daily rainfall data from 2010 to 2023 were processed using the Thiessen Polygon method to obtain average rainfall. Design rainfall was estimated using the Log Pearson Type III distribution and validated with Chi-Square and Smirnov-Kolmogorov tests. Design flood discharge was calculated for return periods of 2 to 100 years using Gama-1, considering concentration time and runoff coefficients based on actual watershed conditions. Results show that peak discharge increases with longer return periods, reaching a maximum of 46.826 m<sup>3</sup>/s for a 100-year return period. The Gama-1 method proved accurate and representative for local conditions. These findings are essential for spillway capacity planning, flood risk mitigation, and sustainable dam management. The study highlights the importance of regular hydrological data updates and land conservation to maintain estimation accuracy and reduce future flood risks.*

**Keywords :** *Design flood discharge, Gama-1 SUH, tropical watershed, extreme rainfall, Log Pearson Type III, land conservation, dam management.*

## 1. PENDAHULUAN

Banjir merupakan salah satu fenomena alam yang sering terjadi di berbagai wilayah Indonesia dan menjadi salah satu bencana hidrologi yang memiliki dampak cukup besar terhadap berbagai sektor kehidupan, mulai dari sosial, ekonomi, hingga lingkungan. Permasalahan banjir dan kekeringan seolah menjadi persoalan yang tak kunjung usai sepanjang tahun (Sanusi & Side, 2016). Kejadian banjir tidak hanya menimbulkan kerusakan infrastruktur, tetapi juga mengganggu aktivitas masyarakat, menimbulkan kerugian material, bahkan korban jiwa. Faktor utama penyebab banjir di Indonesia adalah tingginya curah hujan yang terjadi dalam waktu singkat dengan intensitas tinggi, ditambah dengan kondisi geografis dan topografi wilayah yang umumnya bergunung-gunung dan memiliki banyak aliran sungai. Banjir terjadi akibat peningkatan volume air yang melebihi kapasitas penampang atau saluran, sehingga air meluap ke wilayah sekitarnya (Slat et al., 2020). Salah satu wilayah yang memiliki potensi banjir cukup tinggi adalah Kabupaten Trenggalek di Provinsi Jawa Timur, khususnya di sekitar lokasi pembangunan Bendungan Bagong. Sebelum Bendungan Bagong dibangun, Kabupaten Trenggalek kerap mengalami banjir di wilayah Kota Trenggalek akibat limpasan air dari Sungai Bagong (Mustika, 2018). Banjir yang terjadi di Kabupaten Trenggalek disebabkan oleh curah hujan ekstrem, kondisi topografi yang bergunung, serta belum optimalnya tata kelola lahan dan infrastruktur pengendali banjir. Dampaknya tidak hanya merendam permukiman warga dan merusak infrastruktur, tetapi juga menyebabkan korban jiwa dan ribuan warga harus dievakuasi.

Bendungan merupakan salah satu infrastruktur penting dalam pengelolaan sumber daya air, dengan fungsi utama sebagai pengendali banjir, penyedia air baku, irigasi, serta sebagai pembangkit tenaga listrik tenaga air (PLTA) di beberapa lokasi. Bendungan pada dasarnya digunakan untuk menahan air (Pramesty & Dwi, 2023). Keberadaan bendungan dapat meminimalkan risiko banjir di wilayah hilir dengan cara menahan air limpasan permukaan pada saat puncak hujan, kemudian melepaskannya secara terkendali. Dalam perencanaan sebuah bendungan, salah satu komponen hidrologis yang sangat penting adalah perhitungan debit banjir rencana (*Design Flood Discharge*). Debit banjir rencana digunakan sebagai acuan utama dalam mendesain kapasitas saluran pelimpah (*spillway*) agar mampu mengalirkan air tanpa menyebabkan overtopping yang berisiko merusak struktur bendungan (Damayanti et al., 2022).

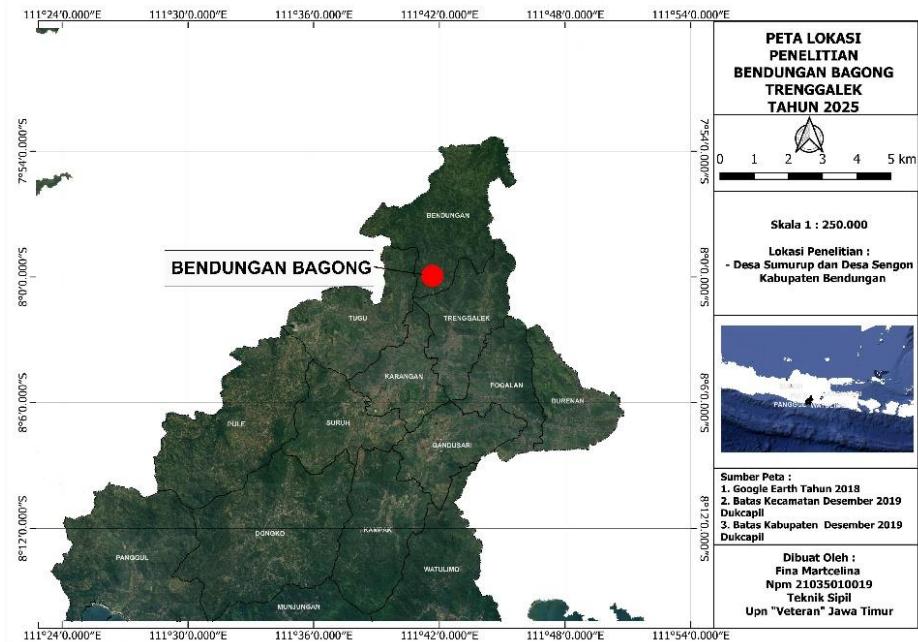
Penentuan debit banjir rencana memerlukan analisis hidrologi yang akurat dan representatif terhadap kondisi aktual Daerah Aliran Sungai (DAS). Analisis hidrologi yang akurat berarti mampu mencerminkan nilai debit yang mendekati kondisi sebenarnya berdasarkan data historis dan parameter hidrologi yang relevan. Sementara itu, representatif mengacu pada kesesuaian metode yang digunakan terhadap karakteristik fisik, klimatologis, dan hidrologis DAS, sehingga hasil analisis dapat mencerminkan kondisi nyata wilayah studi secara menyeluruh. Salah satu metode yang sering digunakan

dalam kajian hidrologi di Indonesia adalah metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS). HSS merupakan pendekatan matematis untuk menggambarkan respon DAS terhadap hujan efektif dengan memperhitungkan karakteristik fisiografis wilayah seperti luas DAS, panjang sungai utama, kemiringan DAS, dan karakteristik aliran. Salah satu varian metode HSS yang banyak diterapkan adalah metode Gama-1. Metode Gama-1 dikembangkan di Indonesia dengan mempertimbangkan kondisi geografis dan hidrologi DAS di wilayah tropis, sehingga dianggap mampu merepresentasikan karakteristik DAS di Indonesia secara lebih akurat dibandingkan dengan metode lainnya seperti HSS Nakayasu atau ITB-1 (Adoe et al., 2022).

Bendungan Bagong yang terletak di Kabupaten Trenggalek merupakan salah satu bendungan yang saat ini sedang dalam tahap pengelolaan dan pengembangan. Mengingat pentingnya fungsi bendungan ini dalam upaya pengendalian banjir dan penyediaan air di wilayah sekitarnya, maka diperlukan analisis terbaru terkait debit banjir rencana dengan menggunakan metode yang sesuai dengan kondisi DAS setempat. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis besar debit banjir rencana dengan periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun menggunakan metode Gama-1. Pemilihan metode Gama-1 didasarkan pada karakteristiknya yang mampu menggambarkan respons hidrologi DAS di Indonesia secara lebih representatif. Metode ini dikembangkan oleh tim peneliti dari Universitas Gadjah Mada berdasarkan data dan karakteristik sungai di Indonesia, sehingga dinilai lebih sesuai untuk diterapkan pada wilayah dengan kondisi fisiografi seperti DAS Bagong. Selain itu, rumusan perhitungannya yang mempertimbangkan waktu konsentrasi dan koefisien aliran lokal menjadikannya salah satu metode yang akurat dalam mengestimasi debit puncak banjir. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh estimasi debit banjir yang akurat, sehingga dapat menjadi referensi bagi perencanaan teknis dan pengambilan keputusan dalam pengelolaan Bendungan Bagong ke depan.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Lokasi Penelitian



**Gambar 1** Lokasi Bendungan Bagong

Sumber : Penulis, 2025

Penelitian ini dilakukan di Daerah Aliran Sungai pada proyek Bendungan Bagong yang berada di Kabupaten Trenggalek, Provinsi Jawa Timur. Sumber bendungan berasal dari Sungai Bagong, dengan luas Daerah Aliran Sungai (DAS) mencapai 39,95 Km<sup>2</sup>. Sungai Bagong merupakan sungai yang bermuara di kali Ngasinan dan merupakan satu kesatuan sistem sub-DAS Ngrowo-Ngasinan dari DAS Brantas. Proyek Bendungan Bagong dirancang dengan kapasitas tamping sebesar 17,4 juta m<sup>3</sup> dan luas genangan sekitar 73,45 ha.

### 2.2. Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari instansi terkait, yaitu Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Brantas. Data yang dikumpulkan merupakan data sekunder karena data yang diperoleh secara tidak langsung peneliti, melainkan melalui pihak lain dalam bentuk dokumen atau arsip yang sudah ada sebelumnya. Data yang dikumpulkan meliputi data curah hujan harian selama periode 2010-2023 dari stasiun pengamatan terdekat dengan DAS Bagong. Siklus hidrologi sangat dipengaruhi oleh peran curah hujan sebagai komponen utamanya (Tallar, 2023). Selain itu digunakan juga peta Daerah Aliran Sungai (DAS) Bendungan Bagong mencakup lokasi penting seperti Stasiun Bendungan, Stasiun Prambon, dan Stasiun Bagong. Informasi mengenai karakteristik fisik DAS, seperti luas panjang sungai utama juga dikumpulkan untuk keperluan analisis hidrologi. Data pendukung lainnya berupa hasil perencanaan debit

banjir yang digunakan dalam tahap perencanaan pembangunan Bendungan Bagong turut digunakan sebagai referensi pembangunan dalam analisis penelitian.

### 2.3. Pengolahan Data

Pengolahan data dalam penelitian melalui beberapa tahapan berikut :

1. Menghitung curah hujan rata-rata maksimum yang diperoleh dari stasiun klimatologi terdekat di wilayah DAS Bendungan Bagong dengan menggunakan metode Polygon Thiessen, dengan persamaan berikut Mulyandari (2022) :

Dengan :

$\bar{p}$  = Tinggi curah hujan rata-rata daerah (mm)

A = Luas thiessen

$p_i$  = Tinggi curah hujan pada pos penakar 1, 2, ..., n

n = banyaknya stasiun hujan

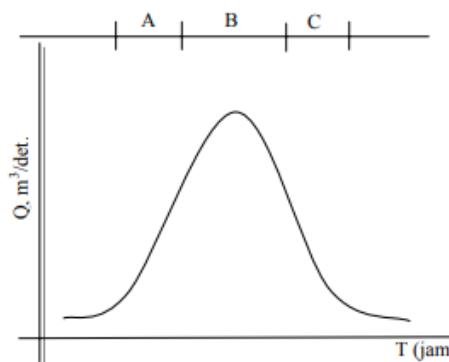
2. Menganalisis curah hujan rencana untuk mengetahui besaran nilai curah hujan dengan kala ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun. Data tersebut dianalisis menggunakan metode distribusi probabilitas, seperti Distribusi Gumbel, Log Pearson Type III, dan Log Normal. Untuk menentukan distribusi yang paling sesuai dengan karakteristik hujan di wilayah penelitian harus memenuhi syarat disribusi pada tabel 1. (Damayanti et al., 2022).

**Tabel 1** Persyaratan Prameter Statistik Suatu Distribusi

No.	Jenis Metode	Syarat
1	Gumbel	$C_s = 1,14$ $C_k = 5,40$
2	Normal	$C_s \approx 0$ $C_k = 3$
3	Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v$ $C_k = C_v^8 + 3C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$
4	Log Pearson Type III	Selain dari nilai diatas

Sumber : Pramesty & Dwi, 2023

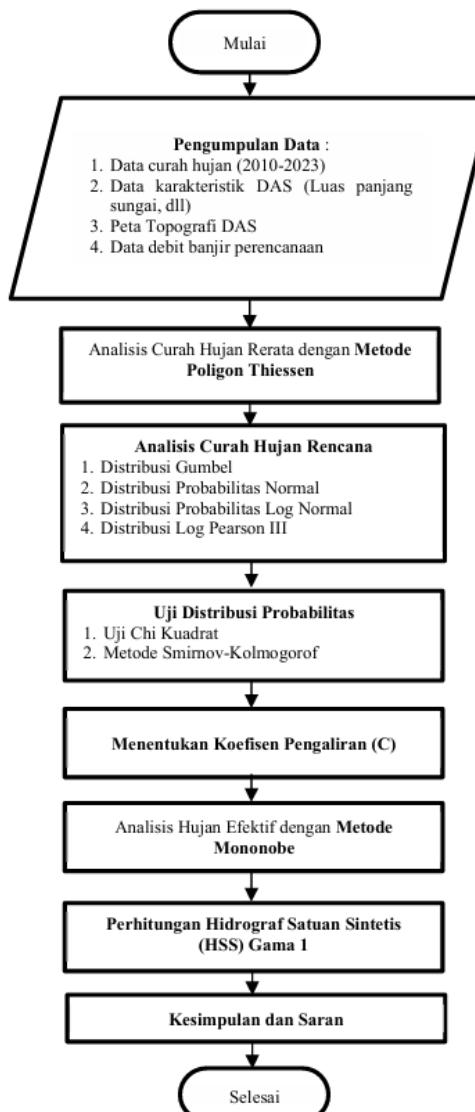
3. Pengujian kecocokan distribusi frekuensi, dengan uji Chi-Kuadrat atau Smirnov-Kolmogorov. (Pramesty & Dwi, 2023).
  4. Penentuan koefisien pengaliran (C), yang bergantung pada penggunaan lahan di wilayah DAS Bendungan Bagong. Penentuan luas daerah menggunakan aplikasi *software GIS*. (Krisnayanti & Karels, 2018).
  5. Menghitung curah hujan efektif dengan metode Mononobe. (Amal & Aji, 2018).
  6. Perhitungan debit banjir dengan metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Gama-1. (Krisnayanti et al., 2021)



**Gambar 2** Grafik Ordinat HSS Gama-1

Sumber : Adoe et al., 2022

#### 2.4. Diagram Alir



**Gambar 3** Flowchart

Sumber : Penulis, 2025

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Analisis Curah Hujan Rata-Rata Maksimum

Analisis ini dilakukan untuk menentukan curah hujan rata-rata daerah di wilayah DAS Bendungan Bagong dengan memperhitungkan pengaruh sebaran spasial stasiun hujan. Metode Polygon Thiessen digunakan karena mampu memberikan bobot area untuk masing-masing stasiun hujan berdasarkan luas pengaruhnya terhadap DAS. Proses perhitungan diawali dengan pemetaan lokasi stasiun hujan, kemudian dilakukan pembagian wilayah pengaruh dengan membuat polygon Thiessen, seperti pada gambar 5. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai curah hujan rata-rata tahunan DAS Bendungan Bagong selama periode 2010-2023 adalah 100,14 mm.



**Gambar 4** Pembagian Wilayah Thiessen DAS Bendungan Bagong  
Sumber : Penulis, 2025

**Tabel 2** Rekapitulasi Curah Hujan Maksimum Rata-Rata Daerah

No	Tahun	Curah Hujan Maksimum Rata-Rata Daerah
1	2010	96.76
2	2011	103.27
3	2012	89.11
4	2013	96.92
5	2014	85.76
6	2015	82.55
7	2016	89.15
8	2017	107.76
9	2018	137.51
10	2019	108.69
11	2020	106.25
12	2021	100.19
13	2022	127.35
14	2023	70.76
<b>Jumlah</b>		<b>1402.02</b>
<b>Rata-rata (<math>\bar{X}</math>)</b>		<b>100.14</b>

Sumber : Penulis, 2025

### 3.2. Analisis Curah Hujan Rencana

Dalam penelitian ini, distribusi yang digunakan adalah Distribusi Log Pearson Type III karena sesuai dengan syarat pada tabel 1. Tabel 3 dan Tabel 4 merupakan bagian dari tahapan awal dalam analisis hidrologi, yaitu analisis curah hujan rencana. Parameter statistik pada Tabel 3 diperoleh dari data hujan maksimum tahunan dan digunakan untuk menentukan distribusi yang sesuai. Selanjutnya, Tabel 4 menyajikan hasil perhitungan curah hujan rencana untuk berbagai kala ulang berdasarkan Distribusi Log Pearson III. Nilai curah hujan rencana inilah yang kemudian digunakan sebagai input dalam proses perhitungan hujan efektif dan penyusunan hidrograf satuan sintetik (HSS) Gama-1, sehingga menjadi dasar untuk estimasi debit banjir rencana.

**Tabel 3** Parameter Statistik Curah Hujan

No	Parameter	=	14
1	Data (n)	=	14
2	Rata-rata $\bar{X}$	=	100.14 mm
3	Standar Deviasi	=	17.452
4	$C_s$	=	0.626
5	$C_k$	=	4.214
6	$C_v$	=	0.174
7	$S_n$	=	1.010
8	$Y_n$	=	0.510

Sumber : Penulis, 2025

**Tabel 4** Curah Hujan Rencana Distribusi Probabilitas Log Pearson III

Kala Ulang [Tr] (Tahun)	Pr (%)	K	K * S Log XT	Log XT	XT (mm)
2	50	-0.020	-0.0015	1.993	98.44
5	20	0.835	0.0623	2.057	114.01
10	10	1.294	0.0965	2.091	123.36
25	4	1.791	0.1336	2.128	134.36
50	2	2.118	0.1580	2.153	142.11
100	1	2.414	0.1801	2.175	149.54

Sumber : Penulis, 2025

### 3.3. Uji Distribusi Probabilitas

Untuk memastikan kecocokan antara data curah hujan maksimum tahunan dengan distribusi Log Pearson Type III, dilakukan dua jenis uji statistik, yaitu uji Chi-Kuadrat dan uji Smirnov-Kolmogorov. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai Chi-Kuadrat hitung lebih kecil dari nilai tabel pada taraf signifikansi 5%, dan nilai  $\Delta P$  hitung dari uji Smirnov-Kolmogorov juga lebih kecil dari nilai D tabel, sehingga distribusi Log Pearson Type III dinyatakan memenuhi syarat dan layak digunakan dalam analisis curah hujan rencana. Dalam proses verifikasi ini, Tabel 5 dan Tabel 6 berperan penting sebagai media penyajian data uji kecocokan: Tabel 5 menampilkan hasil perhitungan Chi-Kuadrat yang memuat perbandingan antara data observasi ( $O_i$ ) dan data harapan ( $E_i$ ), sedangkan Tabel 6 memuat data statistik yang digunakan dalam uji Smirnov-Kolmogorov. Tahapan ini merupakan langkah krusial dalam analisis hidrologi karena menjadi dasar validasi

pemilihan distribusi probabilitas, sehingga hasil estimasi curah hujan yang diperoleh pada tahap selanjutnya dapat dianggap sahih dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

**Tabel 5** Perhitungan Chi Square untuk Distribusi Log Pearson III

No	Batas Kelas			Jumlah Data		Ej-Oj	$(Ej-Oj)^2/Ej$
				Ej	Oj		
1	0	-	85.40	2.8	2	0.8	0.229
2	85.40	-	94.27	2.8	3	-0.2	0.014
3	94.27	-	102.83	2.8	3	-0.2	0.014
4	102.83	-	114.01	2.8	4	-1.2	0.514
5	114.01	-	$\infty$	2.8	2	0.8	0.229
<b>Jumlah</b>				<b>14</b>	<b>14</b>	<b><math>\chi^2_{hitung}</math></b>	<b>1.000</b>

Sumber : Penulis, 2025

**Tabel 6** Perhitungan Smirnov-Kolmogorof untuk Distribusi Log Pearson III

No.	Tahun	XT	Log XT urut terbesar	P(XT)	K	T	$\Delta P$
1	2018	137.512	2.14	0.067	1.926	0.03	0.03
2	2022	127.352	2.11	0.133	1.479	0.08	0.06
3	2019	108.694	2.04	0.200	0.557	0.29	0.09
4	2017	107.76	2.03	0.267	0.507	0.30	0.03
5	2020	106.248	2.03	0.333	0.425	0.33	0.00
6	2011	103.27	2.01	0.400	0.259	0.39	0.01
7	2021	100.186	2.00	0.467	0.083	0.46	0.01
8	2013	96.92	1.99	0.533	-0.110	0.63	0.09
9	2010	96.756	1.99	0.600	-0.120	0.63	0.03
10	2016	89.146	1.95	0.667	-0.597	0.72	0.05
11	2012	89.106	1.95	0.733	-0.600	0.72	0.01
12	2014	85.758	1.93	0.800	-0.823	0.79	0.01
13	2015	82.552	1.92	0.867	-1.044	0.85	0.02
14	2023	70.758	1.85	0.933	-1.942	0.97	0.04
Jumlah ( $\Sigma$ )			27.92	$\Delta P_{Maksimum}$			
Rerata			1.99	<b>0.09</b>			
Standar Deviasi (S)			0.075				
Banyak data (n)			14				
CS			0.120				

Sumber : Penulis, 2025

### 3.4. Koefisien Pengaliran (C)

Penentuan nilai koefisien pengaliran (C) dilakukan berdasarkan karakteristik penggunaan lahan di DAS Bendungan Bagong dengan bantuan software ArcGIS. Sebelum menyajikan nilai C, jenis tutupan lahan dalam DAS diidentifikasi dan diberi bobot sesuai karakteristiknya. Hasil perhitungan ditampilkan pada Tabel 7 dan menunjukkan bahwa nilai koefisien pengaliran rata-rata DAS adalah sebesar 0,27. Nilai ini digunakan sebagai dasar dalam analisis hidrologi selanjutnya.

**Tabel 7** Koefisien pengaliran berdasarkan tata guna lahan di DAS

No	Penggunaan Lahan	Km <sup>2</sup>	Presentase (%)	Bobot	Presentase * Bobot
1	Hutan Rimba	21.17	48%	0.30	0.14
2	Semak belukar	2.41	5%	0.70	0.04
3	Sungai	0.17	0%	0.05	0.00
4	Permukiman	1.88	4%	0.60	0.03
5	Perkebunan	1.98	5%	0.40	0.02
6	Sawan Tadah Hujan	3.30	8%	0.15	0.01
7	Tegalan/Ladang	13.02	30%	0.10	0.03
Jumlah		43.92	100%	2.30	
C Rata-rata / $\Sigma C$					0.27

Sumber : Penulis, 2025

### 3.5. Hujan Efektif

Hujan efektif dihitung berdasarkan hasil hujan rencana yang telah diperoleh sebelumnya dan dikalikan dengan nilai koefisien pengaliran. Menggunakan metode Mononobe, diperoleh distribusi hujan efektif yang dapat dilihat pada tabel 8.

**Tabel 8** Distribusi Hujan Efektif Jam-jaman untuk Periode Ulang T

Periode Ulang T (Tahun)	R <sub>n</sub>	Rasio Sebaran Hujan (RT)					
		Jam ke-1	Jam ke-2	Jam ke-3	Jam ke-4	Jam ke-5	Jam ke-6
		0.5503	0.1430	0.1003	0.0799	0.0675	0.0590
2	26.36	14.51	3.77	2.64	2.11	1.78	1.55
5	30.53	16.80	4.37	3.06	2.44	2.06	1.80
10	33.03	18.18	4.72	3.31	2.64	2.23	1.95
25	35.98	19.80	5.15	3.61	2.87	2.43	2.12
50	38.05	20.94	5.44	3.82	3.04	2.57	2.24
100	40.04	22.04	5.73	4.02	3.20	2.70	2.36

Sumber : Penulis, 2025

### 3.6. HSS Gama-1

Metode HSS Gama-1 merupakan salah satu pendekatan dalam penyusunan Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) yang dikembangkan oleh tim peneliti dari Universitas Gadjah Mada (UGM). Metode ini dirancang khusus untuk merepresentasikan respon debit aliran sungai terhadap hujan efektif pada suatu Daerah Aliran Sungai (DAS), dengan mempertimbangkan karakteristik hidrologi wilayah tropis di Indonesia. Berdasarkan hasil perhitungan debit banjir rencana menggunakan Metode HSS Gama-1 pada DAS Bendungan Bagong, diperoleh nilai debit puncak maksimum sebesar 1,47 m<sup>3</sup>/detik yang terjadi pada jam ke-3 sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 10. Pola hidrograf banjir menunjukkan dua fase utama, yaitu fase naik yang tajam dan fase turun yang cenderung landai. Hal ini sesuai dengan karakteristik respons hidrologi DAS tropis di Indonesia, di mana curah hujan intensitas tinggi dapat menyebabkan kenaikan debit

secara cepat, namun penurunan debit berlangsung secara perlahan akibat proses resapan dan pengaliran di dalam DAS.

**Tabel 9** Parameter DAS Bendungan Bagong

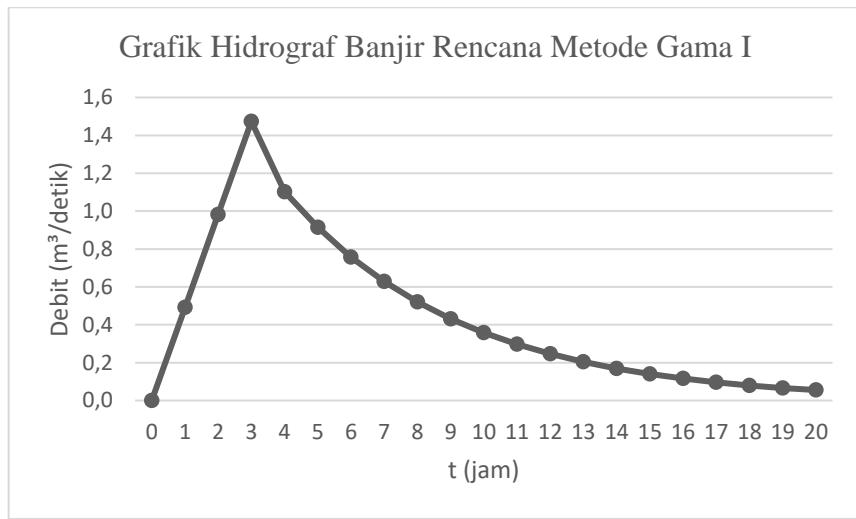
<b>Parameter DAS Bendungan Bagong</b>	
1. Luas DAS (A)	= 43,92 Km <sup>2</sup>
2. W <sub>L</sub> (0,25 Panjang Sungai)	= 2,797 Km
3. W <sub>U</sub> (0,75 Panjang Sungai)	= 4,5445 Km
4. Luas titik berat DAS (A <sub>U</sub> )	= 21,733 Km <sup>2</sup>
5. Panjang sungai utama (L)	= 18,232 Km
6. Panjang sungai semua tingkat (L <sub>s</sub> )	= 78,968 Km
7. Panjang semua sungai tingkat 1 (L <sub>1</sub> )	= 39,169 Km
8. Jumlah Sungai tingkat 1 (J <sub>1</sub> )	= 53
9. Jumlah sungai semua tingkat (J <sub>s</sub> )	= 102
10. Jumlah pertemuan sungai	= 52
11. Kemiringan dasar sungai (S)	= 0,005

Sumber : Penulis, 2025

**Tabel 10** Ordinat HSS Metode Gama-1

t (jam)	Persamaan	Qt	Q koreksi	
		(m <sup>3</sup> /det)		
0	Lengkung Naik (0≤T≤Tp) Qt = Q <sub>p</sub> * t	0.000	0.000	
1		0.491	0.679	
2		0.982	1.358	
3		1.473	2.036	
4	Lengkung Turun (Tp≤T≤Tb) Qt = Q <sub>p</sub> * exp <sup>-(t/K)</sup>	1.102	1.523	
5		0.914	1.263	
6		0.757	1.047	
7		0.628	0.868	
8		0.520	0.719	
9		0.431	0.596	
10		0.358	0.494	
11		0.296	0.410	
12		0.246	0.340	
13		0.204	0.282	
14		0.169	0.233	
15		0.140	0.193	
16		0.116	0.160	
17		0.096	0.133	
18		0.080	0.110	
19		0.066	0.091	
20		0.055	0.076	
<b>Jumlah Q (m<sup>3</sup>/s)</b>		<b>8.8272</b>	<b>12.2000</b>	
<b>Vol Limpasan Langsung (m<sup>3</sup>)</b>		<b>31777.84769</b>	<b>43920</b>	

<b>Tinggi Limpasan Langsung (mm)</b>	<b>0.7235</b>	<b>1.00</b>
Sumber : Penulis, 2025		



**Gambar 5** Ordinat Hidrograf Banjir Rencana Gama-1

Sumber : Penulis, 2025

**Tabel 11** Rekapitulasi Hidrograf Debit Banjir Rencana Metode Gama-1

t (jam)	Debit (Q) Periode Ulang (m³/detik)					
	2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun	25 Tahun	50 Tahun	100 Tahun
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	7.124	8.251	8.927	9.724	10.285	10.822
2	17.951	20.792	22.496	24.503	25.916	27.271
<b>3</b>	<b>30.823</b>	<b>35.702</b>	<b>38.627</b>	<b>42.074</b>	<b>44.499</b>	<b>46.826</b>
4	25.375	29.391	31.799	34.637	36.633	38.549
5	22.659	26.245	28.396	30.930	32.713	34.423
6	19.961	23.120	25.014	27.246	28.817	30.323
7	16.547	19.165	20.736	22.586	23.888	25.137
8	13.716	15.887	17.189	18.723	19.802	20.838
9	11.370	13.170	14.249	15.521	16.415	17.274
10	9.426	10.917	11.812	12.866	13.608	14.319
11	7.813	9.050	9.792	10.665	11.280	11.870
12	6.477	7.502	8.117	8.841	9.351	9.840
13	5.369	6.219	6.729	7.329	7.751	8.157
14	4.451	5.155	5.578	6.075	6.426	6.762
15	3.690	4.274	4.624	5.036	5.327	5.605
16	3.059	3.543	3.833	4.175	4.416	4.646
17	2.535	2.937	3.177	3.461	3.660	3.852
18	2.102	2.434	2.634	2.869	3.034	3.193
19	1.742	2.018	2.183	2.378	2.515	2.647
20	1.444	1.673	1.810	1.971	2.085	2.194

Sumber : Penulis, 2025

Hasil rekapitulasi debit banjir rencana untuk berbagai periode pada tabel 11 memperlihatkan nilai debit puncak yang meningkat seiring dengan bertambahnya periode

ulang. Berdasarkan hasil rekapitulasi hidrograf debit banjir rencana dengan Metode Gama-1 yang tercantum pada Tabel 11, dapat disimpulkan bahwa debit puncak banjir rencana di Bendungan Bagong untuk masing-masing periode ulang mengalami peningkatan seiring bertambahnya periode ulang. Debit puncak tertinggi terjadi pada jam ke-3, yaitu sebesar  $30,823 \text{ m}^3/\text{detik}$  untuk periode ulang 2 tahun,  $35,702 \text{ m}^3/\text{detik}$  untuk periode ulang 5 tahun,  $38,627 \text{ m}^3/\text{detik}$  untuk periode ulang 10 tahun,  $42,074 \text{ m}^3/\text{detik}$  untuk periode ulang 25 tahun,  $44,499 \text{ m}^3/\text{detik}$  untuk periode ulang 50 tahun, dan  $46,826 \text{ m}^3/\text{detik}$  untuk periode ulang 100 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa risiko kejadian banjir besar akan semakin tinggi pada periode ulang yang lebih panjang.

Secara umum, capaian penelitian ini membuktikan bahwa Metode HSS Gama-1 dapat merepresentasikan karakter respon debit sungai terhadap hujan efektif di daerah tropis seperti DAS Bagong. Metode ini juga mampu digunakan untuk memprediksi debit puncak banjir rencana yang penting sebagai dasar perencanaan pengendalian banjir di kawasan sekitar bendungan. Dengan demikian, hasil perhitungan ini memberikan kontribusi terhadap pemahaman pola hidrograf di DAS tropis dan dapat dijadikan acuan dalam pengelolaan sumber daya air yang lebih baik.

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil menganalisis debit banjir rencana pada Bendungan Bagong dengan menggunakan metode HSS Gama-1 yang sesuai dengan karakteristik Daerah Aliran Sungai setempat. Hasil ini menunjukkan bahwa metode HSS Gama-1 mampu memberikan estimasi debit banjir rencana yang akurat berdasarkan data curah hujan dan karakteristik DAS. Nilai debit puncak banjir rencana yang diperoleh sangat penting sebagai dasar dalam perencanaan kapasitas saluran pelimpah dan pengelolaan sumber daya air di Bendungan Bagong, serta mendukung upaya mitigasi risiko banjir di wilayah sekitar bendungan.

Disarankan agar pemutakhiran data hidrologi dilakukan secara berkala untuk meningkatkan akurasi estimasi debit banjir, mengingat dinamika perubahan tata guna lahan dan iklim yang dapat memengaruhi karakteristik DAS. Penggunaan metode HSS Gama-1 juga direkomendasikan untuk diterapkan pada DAS lain yang memiliki karakteristik serupa, terutama di wilayah dengan keterbatasan data pengukuran debit sungai. Selain itu, penting untuk memperhatikan aspek konservasi lahan di sekitar DAS agar koefisien pengaliran tetap rendah, sehingga risiko banjir dapat diminimalkan. Hasil analisis debit banjir rencana hendaknya dijadikan referensi utama dalam desain teknis bendungan, khususnya pada perencanaan kapasitas saluran pelimpah dan sistem pengelolaan air secara menyeluruh.

#### 5. REFERENSI

- Adoe, D. P. A., Sina, D. A. T., & Krisnayanti, D. S. (2022). Analisis Debit Banjir pada DAS di Pulau Sumba dengan Metode HSS Nakayasu dan Metode HSS GAMA-1. *Jurnal Teknik Sumber Daya Air*, 1(1), 11–20. <https://doi.org/10.56860/jtsda.v1i1.6>

- Amal, N., & Aji, W. H. (2018). Pengaruh Distribusi Hujan Terhadap Perhitungan Debit Banjir Pada Daerah Rawa DAS MARTAPURA. *Jurnal Teknik Sumber Daya Air*, 6, 217–231. <https://doi.org/10.31602/jk.v6i2>
- Damayanti, A. C., Limantara, L. M., & Haribowo, R. (2022). Analisis Debit Banjir Rancangan dengan Metode HSS Nakayasu, HSS ITB-1, dan HSS Limantara pada DAS Manikin di Kabupaten Kupang. In *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air* (Vol. 2, Issue 2). <https://jtresda.ub.ac.id/>
- Krisnayanti, D. S., Ihut, K. V. D., & Sir, T. M. W. (2021). Analisis Debit Banjir Rancangan dengan Metode HSS ITB-1, HSS ITB-2 dan HSS Gama-1 pada DAS. In *Jurnal Teknik Sipil* (Vol. 10, Issue 1).
- Krisnayanti, D. S., & Karels, D. W. (2018). Koefisien Pengaliran Embung Kecil Di Pulau Flores Bagian Barat. In *Jurnal Teknik Sipil: Vol. VII* (Issue 1).
- Mulyandari, E. (2022). *Modul Perhitungan Debit Banjir Rencana*. Universitas Pembangunan Surakarta.
- Mustika, R. D. (2018). Redesain Bendungan Bagong Di Kabupaten Trenggalek. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Pramesty, R. A., & Dwi, R. A. A. (2023). *Analisis Debit Banjir Rencana Dengan Metode HSS Nakayasu Pada Bendungan Jragung Kabupaten Semarang*. Fakultas Islam Sultan Agung.
- Sanusi, W., & Side, S. (2016). *Buku Ajar Statistika Untuk Pemodelan Data Curah Hujan* (R. Maru, Ed.). Badan Penerbit Universitas Negeri Makassar.
- Slat, Q. S., Mananoma, T., & Sumarauw, J. S. F. (2020). Analisis Debit Banjir dan Tinggi Muka Air. *Jurnal Sipil Statik*, 8(3), 403–408.
- Tallar, R. Y. (2023). *Dasar-Dasar Hidrologi Terapan* (R. T. Manurung, Ed.). Ideas Publishing.