

Analisis Debit Banjir menggunakan Metode Haspers dan Gamma I Pada Daerah Aliran Sungai Jangkok Kabupaten Lombok Barat

Flood Discharge Analysis Using the Haspers and Gamma I Methods in the Jangkok River Basin, West Lombok Regency

Muhamad Yamin*, Agus Winardi, Wiriyanti Isnasari

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Qamarul Huda Badaruddin Bagu

*Corresponding Author: yamin@uniqhba.ac.id

Diterima pada 30 Juni 2024, Disetujui pada 25 Juli 2024, Diterbitkan daring pada 2 November 2024

Abstract: *In line with the rate of community development, especially those living and carrying out activities around flood plains, the problems caused by flooding, from time to time are increasing and require attention and efforts to overcome them properly. In the analysis of the design flood discharge of the Jangkok River by evaluating several parameters, including maximum daily rainfall, design rainfall, effective rainfall, design flood unit hydrograph. This research is a Case Study using 10 years of rainfall data, namely 2015-2024. Furthermore, an analysis of the maximum daily rainfall in the DAS (River Basin Area), climatology data obtained from the relevant agencies. Based on the results of the analysis of rainfall distribution data in the watershed where for the value of $C_s < 1.139 - 0.96 < 1.139$ and $C_k < 5.4002 = 0.47 < 1.139$ using the RAPS and Gumbel methods (qualified), and the results obtained for each method are: for the Haspers method Where the concentration time (t_c) = 5.923 hours; run off coefficient = 0.807 and discharge = 3.092 m^3 while the Gamma I method concentration time = 3.73 hours; peak time = 2.50 hours and peak discharge = 75.665 m^3*

Keywords: Rain, Watershed Characteristics, discharge

Abstrak: *Sejalan dengan laju perkembangan masyarakat terutama yang tinggal dan melakukan kegiatan di sekitar dataran banjir, maka persoalan yang ditimbulkan oleh banjir, dari waktu ke waktu semakin meningkat dan memerlukan perhatian dan usaha-usaha untuk mengatasinya dengan baik. Dalam analisis debit banjir rancangan sungai Jangkok dengan mengevaluasi beberapa parameter, antara lain meliputi hujan harian maksimum, Curah hujan rancangan, hujan efektif, hidrograf satuan banjir rancangan. Penelitian ini adalah Studi Kasus dengan menggunakan Data curah hujan selama 10 tahun yaitu tahun 2015-2024. Selanjutnya dilakukan analisis curah hujan maksimum harian pada DAS (Daerah Aliran Sungai), data klimatologi yang diperoleh dari dinas terkait. Berdasarkan hasil analisis data distribusi curah hujan pada DAS dimana untuk nilai $C_s < 1,139 - 0,96 < 1.139$ dan $C_k < 5,4002 = 0,47 < 1.139$ dengan menggunakan metode RAPS dan Gumbel (memenuhi syarat), dan diperoleh hasil untuk masing-masing metode adalah: untuk metode Haspers Dimana waktu konsentrasi (t_c) = 5,923 jam; koefisien run off = 0,807 dan debit = $3,092 \text{ m}^3$ sedangkan metode Gamma I waktu konsentasi = 3,73 jam; waktu puncak = 2,50 jam dan debit puncak = $75,665 \text{ m}^3$*

Kata kunci: Hujan, Karakteristi DAS, debit

1. PENDAHULUAN

Masalah banjir akan menarik perhatian setelah mempengaruhi kehidupan manusia dan menimbulkan bencana/kerugian bagi masyarakat di sekitar lingkungan sungai tersebut. Terjadinya banjir/peleluapan dapat dibedakan oleh beberapa macam, yaitu debit terlalu besar atau kapasitas pengaliran sungai berkurang. Hal ini dapat terjadi oleh gejala alamiah atau akibat kurang hati-hatian kegiatan manusia dalam melakukan pembinaan/pengelolaan sungai untuk berbagai kepentingan [1-3].

Sejalan dengan laju perkembangan masyarakat terutama yang tinggal dan melakukan kegiatan di sekitar dataran banjir, maka persoalan yang ditimbulkan oleh banjir, dari waktu ke waktu semakin meningkat dan memerlukan perhatian dan usaha-usaha untuk mengatasinya dengan baik [4-6].

Dalam analisis debit banjir rancangan sungai Jangkok dengan mengevaluasi beberapa parameter, antara lain meliputi hujan harian maksimum, Curah hujan rancangan, hujan efektif, hidrograf satuan banjir rancangan. Adapun tujuan analisis debit banjir rancangan adalah untuk mengevaluasi besarnya debit banjir rancangan daerah aliran Sungai Jangkok. Berbagai cara struktural untuk mengantisipasi banjir dapat diperoleh dengan menentukan debit banjir rencana sebagai dasar penentuan desain struktur hidrolis seperti kapasitas pelimpah [7],[8].

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di DAS Jangkok di Kecamatan Narmada Kabupaten Lombok Barat Propinsi Nusa Tenggara Barat. Dalam penelitian ini adalah Studi Kasus dengan menggunakan Data curah hujan selama 10 tahun yaitu tahun 2015-2024. Selanjutnya dilakukan analisis curah hujan maksimum harian pada DAS (Daerah Aliran Sungai) Jangkok, data klimatologi yang diperoleh dari dinas terkait. Jenis data yang dipakai

dalam penelitian ini adalah data yang diperoleh dari data sekunder, yaitu data yang dikumpulkan peneliti dari berbagai sumber yang telah ada yaitu data curah hujan 2010-2020 dan studi pustaka, berbagai literatur seperti buku, jurnal penelitian, artikel-artikel ilmiah, serta standar-standar pengujian, serta data hasil pengamatan dan pengukuran pada lokasi penelitian, meliputi data-data lapangan, foto lokasi dan hal lain yang berkaitan dengan data yang diperlukan yang bersumber dari petugas bendung. Analisa data curah dengan menghitung: standar deviasi, koefisien kemencengan, koefisien kurtosis dan koefisien variasi

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum(Xi - Xr)^2}{n - 1}}$$

$$Cs = \frac{n \sum(Xi - Xr)^3}{(n - 1)(n - 2)Sd^3}$$

$$Ck = \frac{n \sum(Xi - Xr)^4}{(n - 1)(n - 2)Sd^4}$$

$$Cv = \frac{Sd}{Xr}$$

Dengan mengikuti pola sebaran yang sesuai selanjutnya dihitung curah hujan rencana dalam beberapa metode ulang yang akan digunakan untuk mendapatkan debit banjir rencana. Dalam statistik dikenal beberapa jenis distribusi, diantaranya yang banyak digunakan dalam hidrologi adalah : Metode Distribusi Normal. Dalam analisis hidrologi distribusi normal banyak digunakan untuk menganalisis frekuensi curah hujan, analisis statistik dari distribusi curah hujan tahunan, debit rata-rata tahunan. Distribusi normal atau kurva normal disebut pula distribusi Gauss. $Xt = Xr + KxS$, menghitung factor K dari data curah hujan yang terekam dari stasiun hujan setempat dengan menggunakan rumus: $K = \frac{Yt - Yn}{Sn}$ dan menghitung periode ulang dengan $Xt = Xr + (K.Sd)$.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis Hidrologi dan Uji Konsisten

Data Curah HUjan.

Uji konsistensi digunakan data debit tahunan metode yang digunakan untuk uji konsistensi data adalah metode *Rescaled Adjusted Partial Sums* (RAPS).

Tabel 3.1 Data Curah Hujan

No	Tahun	Hujan Harian (mm)
1	2015	11,50
2	2016	11,16
3	2017	8,16
4	2018	15,57
5	2019	11,60
6	2020	9,00
7	2021	10,00
8	2022	14,60
9	2023	14,00
10	2024	18,63

Sumber: Petugas Bendung Jangkok

Uji konsistensi data menggunakan metode RAPS sebagai berikut:

Tahun 2015

Data curah hujan (mm)

$$= \sum(Y_i / n)$$

$$= 108,432 / 10$$

$$= 10,8432 \text{ mm}$$

Jumlah data curah hujan (n)= 10 tahun

Nilai rata – rata keseluruhan (Yr)

$$= 10,8432 \text{ mm}$$

Nilai statistik $Sk^* = (Y_i - Y_r)$

$$= (11,50 - 10,8432)$$

$$= 0,431$$

Nilai statistik $Dy = (Y_i - Y_r)^2 / n$

$$= 0,431 / 10,8432$$

$$= 0,039745$$

Nilai statistik $Dy^2 = \sqrt{\sum Dy^2}$

$$= \sqrt{9.070}$$

$$= 3.11$$

$Q_y = \text{Max} [Sk^{**}] = 1,232 \text{ mm}$

$R_y = Sk^{**\text{maks}} - Sk^{**\text{min}} = 0 - (-1,232)$

$$= 1,232 \text{ mm}$$

$Q_y / \sqrt{n} \text{ tabel } 99\% = 1,232 \text{ (hitungan)} <$

$1,29 \text{ (tabel 1) } \textit{Konsisten}$

$R_y / \sqrt{n} \text{ tabel } 99\% = 1,232 \text{ (hitungan)} < 1,38$

$\text{ (tabel 1) } \textit{Konsisten}$

Dari hasil perhitungan, di dapat nilai Q/\sqrt{n}

$n < Q/\sqrt{n}$ tabel 99% dan

nilai R/\sqrt{n} hitungan $< R/\sqrt{n}$ tabel 99% yang

berarti data debit tahun 2015 sampai tahun

2024. Untuk perhitungan tahun berikutnya

dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Perhitungan statistik curah hujan

No	Tahun	Yi	(Yi - Yr)	Sk*	Dy ²	S	[Sk**]
1	2015	11,50	0,657	0,6568	0,5031	-	1,232
2	2016	11,16	0,317	0,3168	0,2501	1,232	1,232
3	2017	8,16	-2,683	-2,6832	0,7199	-	0,372
4	2018	15,57	4,727	4,7268	2,2342	0,211	0,212
5	2019	11,60	0,757	0,7568	0,0573	1,320	1,321
6	2020	9,00	-1,843	-1,8432	0,3397	-	0,543
7	2021	10,00	0,843	0,8432	0,0711	-	1,186
8	2022	14,60	3,757	3,7568	1,4113	0,266	0,266
9	2023	14,00	3,157	3,1568	0,9965	0,316	0,317
10	2024	18,63	7,787	7,7868	6,0680	0,200	0,201
Jumlah		108,43			9,070		
Yr		10,8432					
Debit Maks							1,233
Debit Min							-
						1,233	

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan hasil analisis data distribusi curah hujan pada DAS memenuhi syarat dimana untuk nilai $C_s < 1,139$ $-0,96 < 1,139$ dan $C_k < 5,4002 = 0,47 < 1,139$ dengan

menggunakan metode Gumbel (memenuhi syarat).

3.2. Perhitungan Curah Hujan Maksimum

Dalam perhitungan curah hujan maksimum yang mungkin terjadi peneliti menggunakan metode Haspers dan Gamma I. Metode dapat digunakan apabila luas DAS < 300 km², (Suyono Sosrodarsono Kensaku Takadea, 1977). Langkah perhitungan debit banjir rencana metode Hasper adalah sebagai berikut:

Menghitung Intesitas Curah Hujan

Intensitas hujan dapat dihitung menggunakan rumus Mononobe:

$$I = (R24 / t) * (24 / t)^{2/3}$$

Dimana:

I = intensitas hujan (mm/jam)

R24 = curah hujan harian (mm)

t = durasi hujan (jam)

$$I = (15,57 / 1) * (24 / 1)^{2/3} = 0,081$$

Menghitung Koefisien Reduksi dan Koefisien Run Off

Untuk menghitung koefisien reduksi dan koefisien run off, kita perlu menggunakan rumus yang sesuai.

Koefisien Reduksi

Koefisien reduksi (β) dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\beta = 1 - (0,025 * L^{0,36})$$

Dimana:

L = panjang sungai (km)

$$\beta = 1 - (0,025 * 47,1^{0,36})$$

$$= 1 - (0,025 * 4,21)$$

$$= 1 - 0,10525$$

$$= 0,89475$$

Koefisien Run Off

Koefisien run off (C) dapat dihitung menggunakan rumus:

$$C = (A * I) / (R * 1000)$$

Dalam penelitian ini untuk menghitung kofisien run off menggunakan rumus lain:

$$C = (0,875 * (1 - (0,0007 * A)) * (1 + (0,01 * S)))$$

Dimana:

A = luas DAS (km²)

S = kemiringan (%)

Namun, karena satuan kemiringan yang diberikan adalah dalam bentuk desimal, maka perlu diubah menjadi persen terlebih dahulu.

$$S (\%) = 0,0475 * 100 = 4,75\%$$

$$C = (0,875 * (1 - (0,0007 * 170,29))) * (1 + (0,01 * 4,75))$$

$$= (0,875 * (1 - 0,1192)) * (1 + 0,0475))$$

$$= (0,875 * 0,8808 * 1,0475)$$

$$= 0,807$$

Menghitung Waktu Konsentrasi dengan Metode Haspers

Waktu konsentrasi (tc) dapat dihitung menggunakan rumus Haspers:

$$tc = (0,1 * L^{0,8} * S^{(-0,4)})$$

Dimana:

tc = waktu konsentrasi (jam)

L = panjang sungai (km)

S = kemiringan (desimal)

Diketahui:

L = 47,1 km

S = 0,0475

$$tc = (0,1 * 47,1^{0,8} * 0,0475^{(-0,4)})$$

$$= (0,1 * 23,41 * 2,53)$$

$$= (0,1 * 59,23)$$

$$= 5,923 \text{ jam}$$

Menghitung curah hujan maksimum periode ulang T tahun

$$RT = t * RT / t + 1$$

Dimana:

RT = curah hujan rencana periode ulang T tahun

t = intensitas hujan

jadi:

$$RT = 5,923 * 2 / 5,923 + 1$$

$$= 11,846 / 6,923$$

$$= 1,711 \text{ mm}$$

Debit Banjir

Debit banjir dapat dihitung menggunakan rumus Rational:

$$Q = (C * I * A) / 3,6$$

Dimana:

Q = debit banjir (m³/detik)

C = koefisien run off

I = intensitas hujan (mm/jam)

A = luas DAS (km²)

Diketahui:

A = 170,29 km²

C = 0,807 (dihitung sebelumnya)

I = 0,081

Jadi:

$$Q = (0,807 * 0,081 * 170,29) / 3,6$$

$$= 3,092 \text{ m}^3$$

Perhitungan metode Gamma I

Dalam perhitungan metode Gamma I dalam penelitian ini menggunakan rumus:

$$Q = 8,24 \times 10^{-6} \times 170,29^{0,84} \times 47,1^{-0,47} \times 0,048^{0,19} \times 0,385^{2,52}$$

Dimana:

Diketahui parameter DAS Jangkok sebagai berikut:

Luas daerah

aliran sungai (A)

$$= 170,29 \text{ km}^2$$

Panjang sungai

Jangkok (L)

$$= 47,1 \text{ km}$$

Panjang sungai utama diukur dari titik sungai utama yang terdekat dengan titik berat DAS (Lc)

$$= 22,5 \text{ km}$$

Kemiringan sungai (S)

$$= 0,048 \text{ m}$$

Koefisien limpasan (C)

$$= 0,385$$

Jumlah pertemuan sungai (Jn)

$$= 3$$

Waktu naik (Tr)

$$= 2,50 \text{ jam}$$

Perhitungan waktu konsentrasi (Tc)

$$Tc = 0,058 \times L^{-0,77} \times Lc^{0,385}$$

$$Tc = 0,058 \times 47,1^{0,77} \times 22,5^{0,385}$$

$$Tc = 3,73 \text{ jam}$$

Perhitungan waktu puncak dan debit puncak

$$Tp = 0,67 \times Tc$$

$$Tp = 0,67 \times 3,73$$

$$Tp = 2,50 \text{ jam}$$

Jadi debit rancangan adalah:

$$Q = 8,24 \times 10^{-6} \times 170,29^{0,84} \times 47,1^{-0,47} \times 0,048^{0,19} \times 0,385^{2,52}$$

$$Q = 8,24 \times 10^{-6} \times 74,851 \times 0,1636 \times 0,5616 \times 0,0891$$

$$Q = 75,665 \text{ m}^3/\text{det}$$

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data distribusi curah hujan pads DAS dimana untuk nilai Cs < 1,139 -0,96 < 1.139 dan Ck < 5,4002 = 0.47 < 1.139 dengan menggunakan metode RAPS dan Gumbel (memenuhi syarat), dan diperoleh hasil untuk masing-masing metode adalah: untuk metode Haspers Dimana waktu konsentrasi (tc) = 5,923 jam; koefisien run off = 0,807 dan debit = 3,092 m³ sedangkan metode Gamma I waktu konsentasi = 3,73 jam; waktu puncak = 2,50 jam dan debit puncak = 75,665 m³

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada dinas terkait yang telah membantu kami memberikan akses untuk memperoleh data-data yang dibutuhkan dalam penyelesaian penelitian. Peneliti menggunakan biaya sendiri.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]Badan Standarisasi Nasional. 2004. Standar Nasional Indonesia (SNI). RSNIT- 02- 2004. *Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana*. Dewan Standarisasi Indonesia:Jakarta.
- [2]Badan Standarisasi Nasional. 2016. Standar Nasional Indonesia (SNI). SNI 2415- 2016. *Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana*. Dewan Standarisasi Indonesia:Jakarta.
- [3]Kevin Alvaisha Matondang, Abu, Asep, Ganda, Yasin, Nario, 2014. *Base Flow*.Jakarta: STTP-PLN.

- [4] Ratna Oktavia Budiono, 2014. *Estimasi Curah Hujan Maksimum Boleh Jadi Di Daerah Aliran Sungai Di Kabupaten Situbondo Menggunakan Metode Hersfield*. Jember : Universitas Jember.
- [5] Soemarto, C.D. 1999. *Hidrologi Teknik*, Edisi II. Jakarta: Erlangga
- [6] Muhamad Yamin, Pengembangan Hidrograf Satuan Sintetik Snyder <http://journal.unmasmataram.ac.id/index.php/GARA> Vol. 13, No. 1, Maret 2019 ISSN 1978-0125 (Print); ISSN 2615-8116 (Online)
- [7] Sri Harto Br, 2000, *Hidrologi. Teori, masalah-penyelesaian*, Nafiri Off-set, Yogyakarta
- [8] Suyono sosrodarsono, 2019, *Ditjen pengairan Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik*, PT. Pradnya Pramika, Jakarta