

EVALUASI DEBIT PUNCAK BANJIR RANCANGAN DENGAN METODE WEDUWEN, HASPERS, MELCHIOR, HSS NAKAYASU DAN HSS GAMA-1 PADA DAS CABANG
Evaluation of Design Flood Peak Discharge using the Weduwen, Haspers, Melchior, Nakayasu and Gama-1 Methods in Cabang Watershed

Gilang Zulfa Akbari*, I Wayan Yasa*, Humairo Saidah*

*Jurusan Teknik Sipil Universitas Mataram

Jl. Majapahit No 62, Mataram 83125 Indonesia

Email: gilangzulfa20@gmail.com, yasaiwayan68@unram.ac.id, h.saidah@unram.ac.id

Manuscript received: 29 Juli 2025

Accepted: 20 Oktober 2025

Abstrak

Analisis debit puncak banjir memiliki peran penting dalam proses perencanaan konstruksi bangunan air. Ketepatan dalam menentukan nilai debit puncak banjir akan memengaruhi ukuran bangunan air sehingga lebih efisien dan hemat biaya. Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi tingkat keakuratan metode Weduwen, Haspers, Melchior, Nakayasu, serta Gama 1 dalam menghasilkan estimasi debit banjir rancangan yang sesuai pada DAS Cabang. Data karakteristik DAS digunakan sebagai dasar dalam memperkirakan debit puncak banjir rancangan, yang selanjutnya dibandingkan dengan data debit hasil observasi. Dari analisis yang dilakukan diperoleh variasi nilai debit banjir rancangan dengan metode Weduwen, Melchior, Haspers, Nakayasu dan Gama 1 menghasilkan debit puncak banjir periode ulang 100 tahun yakni: Weduwen = 451,073 m³/dtk, Haspers = 160,964 m³/dtk, Melchior = 990,711 m³/dtk, Nakayassu = 512,631 m³/dtk, dan Gama 1 = 633,333 m³/dtk. sedangkan debit banjir observasi adalah 156,921 m³/dtk. Berdasarkan evaluasi kelima metode, Haspers menghasilkan debit banjir rancangan yang paling mendekati debit banjir observasi sebagai nilai yang menjadi acuan. Dengan nilai statistik terkecil yakni: $V_E = 31,581\%$, $RE = 6,161\%$, dan $RMS = 12,260$. Adapun metode Melchior dan metode Hidrograf Gama 1 kurang andal jika digunakan pada DAS Cabang.

Kata kunci : Weduwen, Melchior, Harspers, Nakayasu, Gama 1, Debit rancangan.

PENDAHULUAN

Banjir yang sering terjadi di Pulau Sumbawa dan di banyak Lokasi di Indonesia sangat merugikan karena menyebabkan kerusakan infrastruktur yang cukup parah. TribunLombok dalam artikel “Banjir terjang lima desa di Bima” menjelaskan bahwa, hujan dengan intensitas tinggi mengguyur kecamatan Lambu, kabupaten Bima, Senin, 23 Desember 2024 dimana ribuan rumah dan lahan pertanian terendam banjir. Selain itu berita harian NTB Satu yang berjudul “Banjir bandang dan tanah longsor menerjang kecamatan Wera, Kabupaten Bima” Minggu, 2 Februari 2025. Banjir tersebut menyebabkan dua belas rumah rusak dan tiga jembatan putus sehingga menghambat akses menuju lokasi terdampak.

Sebagai upaya dalam menghadapi ancaman banjir, perancangan bangunan air harus dilakukan secara cermat dengan mempertimbangkan kemampuan struktur untuk menahan gaya-gaya yang bekerja padanya. Bangunan air harus dirancang mampu menahan tekanan hidrostatik, hidrodinamis, dan beban tambahan lainnya yang timbul selama peristiwa banjir, sehingga bangunan tetap stabil, aman, dan berfungsi optimal dalam kondisi ekstrem sekalipun. Pendekatan desain yang memperhatikan aspek ketahanan ini menjadi kunci untuk memastikan bangunan air dapat bertahan terhadap risiko kerusakan akibat banjir.

Saat ini telah tersedia banyak metode yang dipublikasikan untuk memperkirakan debit banjir, mulai dari metode empiris berbasis statistik hingga pendekatan hidrologi-hidraulik berbasis model fisik dan

pemodelan numerik. Masing-masing metode memiliki keunggulan dan keterbatasan, tergantung ketersediaan data, karakteristik wilayah, dan tujuan perencanaan. Oleh karena itu, penting bagi para perencana untuk memilih metode yang paling sesuai, guna memperoleh hasil estimasi yang lebih representatif. Dengan begitu, perencanaan bangunan air tidak hanya akan lebih efisien, namun juga lebih tangguh dalam menghadapi risiko banjir yang diperkirakan akan terus meningkat di masa mendatang.

Penelitian ini ditujukan untuk melakukan pengujian debit puncak banjir menggunakan metode Weduwen, Haspers, Melchior, Nakayasu, dan Gama 1 pada DAS Cabang, untuk kemudian dibandingkan hasilnya dengan debit banjir rancangan menggunakan data debit observasi untuk mendapatkan debit banjir rancangan pada DAS Cabang. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan Gambaran sekaligus panduan bagi pemakai kelima metode tersebut untuk diaplikasikan pada DAS Cabang.

TINJAUAN PUSTAKA

Saidah dkk (2020), melakukan penelitian tentang Perbandingan Beberapa Metode Perhitungan Debit Puncak Banjir Rancangan. Menggunakan metode empiris yang terdiri dari metode Weduwen Melchior dan Haspers. Dari hasil analisis, diperoleh metode Haspers menghasilkan debit banjir rancangan paling mendekati debit banjir rancangan yang dihitung menggunakan analisis frekuensi dengan data pengukuran dibandingkan metode Weduwen dan Melchior. Dimana Haspers memberikan angka kesalahan relatif sebesar 8.93% dan RMSEP rerata sebesar 88.55.

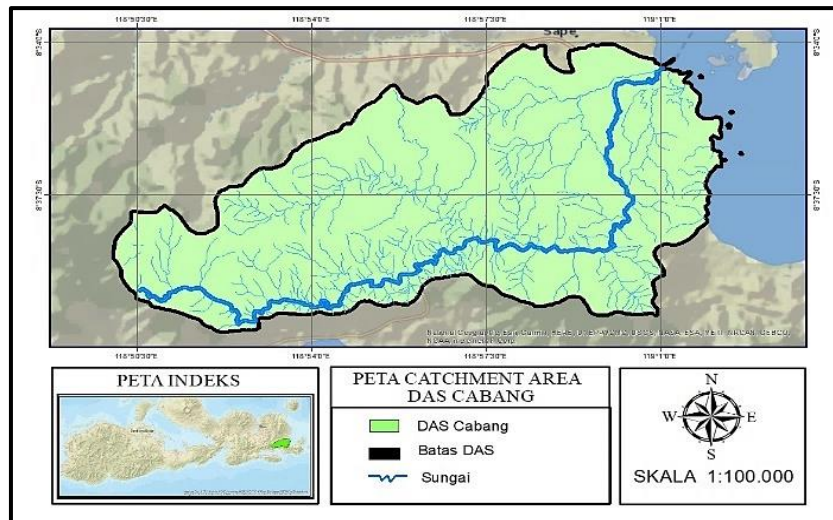
Adoe, D, P dkk (2021), melakukan penelitian tentang analisis debit banjir pada das di pulau sumba dengan metode hss nakayasu dan hss gama-1. Penelitian dilakukan pada 4 Daerah Aliran Sungai di Pulau Sumba. Dari hasil analisis data, didapatkan Perbandingan nilai QPMF pada HSS Nakayasu dan HSS Gama-1 pada DAS Baing sebesar 1255,16 m³/detik, DAS Polopare sebesar 926,43 m³/detik, DAS Wanokaka sebesar 800,69 m³/detik, dan DAS Kambaniru sebesar 4392,33 m³/detik.

Sujendra dkk (2024), melakukan penelitian tentang analisa debit rencana bendung Jangkok. Metode perhitungan debit banjir yang digunakan diantaranya metode Haspers dan HSS Snyder, dari hasil analisis data, didapatkan hasil bebit banjir rancangan dengan periode ulang 2, 5, 10, 20, 25, 50, dan 100 tahun dengan menggunakan metode Haspers diperoleh masing-masing : 126.70 mm; 292,11 mm, 584.23 mm, 1168.47 mm, 1460.58 mm, 2921.17 mm, 5842.35 mm, waktu puncak (Tp), debit puncak (Qp) dan waktu dasar (Tb) setelah dilakukan perhitungan dengan menggunakan metode HSS Snyder yang dikembangkan diperoleh untuk: Tp = 0.538 jam; Qp = 147.364 m³ dan Tb = 0.059 jam.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini terletak pada DAS Cabang di wilayah Kecamatan Lambu, Kabupaten Bima.



Gambar 1 Peta *Catchment Area* DAS Cabang
(Balai Besar Wilayah Sungai NT 1)

Dalam kajian yang dilakukan, diperlukan pengumpulan data yang diperoleh secara sekunder. Meliputi Data curah hujan, Data pencatat muka air otomatis (AWLR), dan Data Topografi DAS Cabang yang diperoleh dari Balai Besar Wilayah Sungai Nusa Tenggara I (BBWS NT I).

Tahap Analisis Data

Proses analisis pada dasarnya diawali dengan pengujian konsistensi data curah hujan dan debit menggunakan metode RAPS. Setelah itu, dilakukan perhitungan curah hujan rata-rata dengan metode Thiessen. Data curah hujan rancangan kemudian disesuaikan dengan jenis distribusi berdasarkan nilai parameter statistik. Perhitungan debit banjir rancangan untuk DAS Cabang dilakukan melalui pendekatan metode Weduwen, Haspers, Melchior, Nakayasu, dan Gama 1, yang kemudian dibandingkan dengan data debit observasi AWLR melalui analisis frekuensi. Evaluasi akhir metode dilakukan dengan menghitung nilai *Relative Error* (RE), *Volume Error* (VE), serta *Root Mean Square Error* (RMSE).

1. Uji Konsistensi Data Dengan Metode RAPS

Keandalan hasil analisis sangat bergantung pada konsistensi data hujan, sehingga perlu dilakukan pengujian. Metode yang dapat dipakai untuk uji konsistensi antara lain RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sum*)

2. Perhitungan Debit Rencana

Jenis distribusi frekuensi yang banyak digunakan dalam hidrologi yaitu (Harto, 1993) : distribusi normal, log normal, Gumbel, dan log Pearson tipe III. Analisis ini juga melibatkan perhitungan parameter statistik seperti nilai rata-rata, simpangan baku, koefisien variasi, koefisien kemencengan (*skewness*), serta koefisien keruncingan (*kurtosis*).

Metode Weduwen yang digunakan untuk menghitung debit maksimum di daerah pengaliran Jakarta dirumuskan sebagai berikut (Kamiana, 2011):

$$Q_{max} = \alpha \times \beta \times I \times A \dots \dots \dots (1)$$

dengan Q_{max} = debit maksimum (m^3/dt) ; α = koefisien pengaliran ; β = koefisien reduksi ; I = intensitas hujan ($m^3 /dt/km^2$) ; A = luas Daerah Aliran Sungai (km^2)

$$\text{Koefisien pengaliran } (\alpha), \alpha = 1 - \frac{4.1}{1+7} \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{Koefisien reduksi } (\beta), \beta = \frac{120 + \frac{t+1}{t+9} \times A}{120 + A} \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{Lamanya hujan (t dalam satuan jam), } t = \frac{0.476 \times A^{3/8}}{(\alpha \times \beta \times 1)^{1/8} \times (s)^{1/4}} \dots\dots\dots (4)$$

dengan: S = kemiringan dasar sungai rata-rata

$$\text{Intensitas hujan (I), } I = \frac{67.65}{t + 1.45} \dots\dots\dots (5)$$

$$\text{Debit maksimum dengan periode ulang } (Q_i), Q_i = Q_{maks} \times \frac{R_i}{240} \dots\dots\dots (6)$$

Metode Hasper Menghitung debit maksimum dirumuskan sebagai (Kamiana, 2011):

$$Q_{max} = \alpha \times \beta \times I \times A \dots\dots\dots (7)$$

dengan Q_{max} = debit maksimum (m^3/dt) ; α = koefisien pengaliran ; β = koefisien reduksi ; I = intensitas hujan ($m^3 /dt/km^2$) ; A = luas Daerah Aliran Sungai (km^2)

$$\text{Koefisien pengaliran } (\alpha), \alpha = \frac{1 + 0.012 \times A^{0.7}}{1 + 0.75 \times A^{0.7}} \dots\dots\dots (8)$$

$$\text{Koefisien reduksi } (\beta), \frac{1}{\beta} = 1 + \frac{t + (37 \times 10^{-0.4 \times t})}{t^2 + 15} \times \frac{A^3}{12} \dots\dots\dots (9)$$

$$\text{Waktu konsentrasi } (t_c), t_c = 0.1 \times L^{0.8} \times S^{-0.3} \dots\dots\dots (10)$$

Besarnya intensitas hujan ditentukan berdasarkan hubungan antara r (mm) dan t (jam) dengan rumus :

$$I = \frac{r}{3.6 \times t} \dots\dots\dots (11)$$

Metode Melchior yang berlaku untuk daerah pengaliran di wilayah Jakarta dirumuskan sebagai berikut (Kamiana, 2011):

$$Q_{max} = \alpha \times \beta \times I \times A \dots\dots\dots (12)$$

dengan Q_{max} = debit maksimum (m^3/dt) ; α = koefisien pengaliran ; β = koefisien reduksi ; I = intensitas hujan ($m^3 /dt/km^2$) ; A = luas Daerah Aliran Sungai (km^2)

Melchior menetapkan koefisien pengaliran (α) sebagai perbandingan antara limpasan dan curah hujan total, yang besarnya berkisar antara 0,42 – 0,62 dan disarankan memakai 0,52.

$$\text{koefisien reduksi } (\beta), \beta = \beta_1 \times \beta_2 \dots\dots\dots (13)$$

Menentukan intensitas hujan (I),

$$I = \frac{10 \times \beta \times R_{24} \text{ maks}}{36 \times t_c} \dots\dots\dots (14)$$

Menghitung Qmaks untuk suatu daerah pengaliran (Q),

$$Q = \alpha \times I \times A \times \frac{r}{200} \dots\dots\dots (15)$$

Metode Nakayasu Menghitung debit puncak dirumuskan sebagai berikut (Triatmodjo, 2008):

$$Q_p = \frac{1}{3.6} \left(\frac{A \times Re}{0.3 T_p + T_{0.3}} \right) \dots\dots\dots (16)$$

dengan Qp = debit puncak banjir (m³/detik); A = luas *catchment area* (km²); Re = hujan satuan (mm); Tp = tenggang waktu dari permulaan banjir sampai puncak banjir (jam); T_{0,3}=waktu yang diperlukan oleh penurunan debit, dari debit puncak sampai menjadi 30% dari debit puncak (jam).

Metode Gama 1 Parameter yang digunakan dalam analisis menggunakan metode HSS Gama I (Triatmodjo, 2008) diantaranya adalah Luas DAS (A); Panjang alur sungai utama (L); Panjang sungai ke titik berat DAS (Lc); kemiringan sungai (s); Kerapatan jaringan kuras (D); Faktor sumber (SF); Frekuensi sumber (SN); Luas DAS sebelah hulu (RUA); Faktor simetri (SIM); Jumlah pertemuan sungai (JN).

Persamaan untuk menentukan Hidrograf Satuan Sintetik Gama I (Triatmodjo, 2008) yaitu :

$$TR = 0,43 \left(\frac{L}{100SF} \right)^3 + 1,0665 SIM + 1,2775 \dots\dots\dots (17)$$

$$TB = 27,4132 TR^{0,1457} \times S^{-0,0986} \times SN^{0,7344} \times RUA^{0,574} \dots\dots\dots (18)$$

$$Q_p = 0,1836 A^{0,5886} \times TR^{-0,4008} \times JN^{0,2381} \dots\dots\dots (19)$$

$$K = 0,5617 A^{0,1793} \times S^{-0,1446} \times SF^{-1,0897} \times D^{0,0452} \dots\dots\dots (20)$$

$$QB = 0,4751 A^{0,6444} \times D^{0,9430} \dots\dots\dots (21)$$

$$Q_t = QP \times e^{-t/k} \dots\dots\dots (22)$$

dengan TR = waktu naik hidrograf (jam); TB = waktu dasar hidrograf (jam); Qp = debit puncak hidrograf (m³/ dt); K = tampungan (jam); QB = aliran dasar (m³/dt); Qt = debit resesi hidrograf (m³/dt).

3. Evaluasi Ketelitian Metode

Beberapa Persamaan yang digunakan untuk mengevaluasi ketelitian suatu metode yaitu :

a) Selisih Volume Kesalahan (V_E)

$$V_E = \frac{\sum_{i=1}^n |X_i - Y_i|}{\sum_{i=1}^n X_i} \times 100\% \dots\dots\dots (23)$$

b) Kesalahan Relatif Error (R_E)

$$R_E = \frac{1}{n} \frac{\sum_{i=1}^n |X_i - Y_i|}{\sum_{i=1}^n X_i} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (24)$$

c) Rata-rata Akar Jumlah Kuadrat dari perbedaan data hasil peramalan dan data terukur (R_{MS})

$$R_{MS} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - X_i)^2} \quad \dots\dots\dots (25)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hujan yang digunakan untuk analisis pada catchment area adalah data curah hujan stasiun yang berpengaruh terhadap DAS Cabang. Dari beberapa pos hujan digambarkan poligon thiesen untuk mengetahui pos mana yang berpengaruh pada area Das Cabang.



Gambar 4. Polygon Thiessen DAS Cabang

Berdasarkan hasil poligon Thiesen maka stasiun hujan yang berpengaruh pada area DAS Cabang adalah Stasiun Sumi. Data curah hujan yang tersedia adalah data curah hujan harian maksimum.

1. Uji Konsistensi Data

Uji konsistensi data hujan dengan metode RAPS pada Tabel 1

Tabel 1 Hasil Pengujian RAPS Stasiun Sumi

Pos Hujan	$Q\sqrt{n}$		$R\sqrt{n}$		Keterangan
	Hitung	Tabel	Hitung	Tabel	
Stasiun Sumi	1,381	1,44	1,594	1,65	Konsisten

2. Perhitungan Curah Hujan Rancangan

Berdasarkan analisis pemilihan jenis agihan, selanjutnya dihitung parameter statisistik untuk memilih sebaran yang cocok. Berdasarkan analisis pemilihan agihan diperoleh nilai $C_v = 0,465$, $C_s = 1,403$ dan $C_k = 5,880$, Hasil analisis pemilihan jenis agihan yang memenuhi persyaratan yaitu agihan Gumbel. Kemudian hasil uji kecocokan distribusi disajikan pada tabel 2

Tabel 2 Hasil Pengujian kecocokan agihan

Uji Kecocokan	Nilai Hitung	Nilai Tabel	Keterangan
Chi-Kuadrat	1,393	7,815	Diterima
Smirnov Kolmogorov	0,093	0,264	Diterima

Dari hasil analisis parameter statistik curah hujan rancangan dengan Gumbel. diperoleh nilai Standar Deviasi = 31,919 mm dan nilai K = -0,151. Sehingga diperoleh curah hujan rancangan untuk kala ulang 2, 5, 10, 25, dan 100 tahun disajikan pada tabel 3.

Tabel 3 Curah hujan rancangan metode Gumbel

Kala Ulang	Hujan Rancangan (mm)
5	64,020
10	97,165
25	119,110
50	146,838
100	187,826

3. Perhitungan Debit Banjir Rancangan

A. Metode Weduwen

$$\text{Luas DAS (A)} = 167,82 \text{ km}^2$$

$$\text{Panjang sungai (L)} = 40,75 \text{ km}$$

$$\text{Kemiringan sungai (S)} = 0,005$$

Perhitungan :

$$\text{Digunakan } t \text{ coba} = 8,704 \text{ jam}$$

$$\beta = \frac{120 + \frac{t+1}{t+9} \times A}{120 + A} = 0,737$$

$$I = \frac{67,65}{t+1,45} = 6,662 \text{ m}^3/\text{dtk}/\text{km}^2$$

$$\alpha = 1 - \frac{4,1}{I+7} = 1 - \frac{4,1}{6,662+7} = 0,700$$

$$t = \frac{0,476 \times A^{3/8}}{(\alpha \times \beta \times I)^{1/8} \times S^{1/4}} = 8,706 \text{ jam}$$

$$Q_{\text{maks}} = \alpha \times \beta \times I \times A = 576,370 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

$$Q_2 = Q_{\text{maks}} \times \frac{R_i}{240} = 153,746 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

Selanjutnya perhitungan debit banjir rancangan untuk berbagai kala ulang dihitung menggunakan persamaan (1) seperti disajikan pada tabel 4

Tabel 4 Debit banjir rancangan dengan metode Weduwen

Kala Ulang	Curah Hujan (mm)	β	α	I	Q (m ³ /dtk)
2	64,020	0,737	0,700	6,662	153,746
5	97,165	0,737	0,700	6,662	233,346
10	119,110	0,737	0,700	6,662	286,048
25	146,838	0,737	0,700	6,662	352,638
50	167,826	0,737	0,700	6,662	402,038
100	187,826	0,737	0,700	6,662	451,073

B. Metode Haspers

Tahapan perhitungan parameter pada metode Haspers diantaranya adalah:

$$\alpha = \frac{1+0,12 \times A^{0,7}}{1+0,75 \times A^{0,7}} = 0,387$$

$$t_c = 0,1 \times L^{0,8} \times S^{-0,3} = 9,515 \text{ jam}$$

$$\frac{1}{\beta} = 1 + \frac{t+(3,7 \times 10^{-0,4} \times t)}{t+15} \times \frac{A^{3/4}}{12}$$

$$\frac{1}{\beta} = 2 \text{ Maka } \beta = 0,500$$

$$r = \frac{t \times R^{24}}{t+1} = 57,931 \text{ mm}$$

$$I = \frac{r}{3,6 \times t} = 1,691 \text{ m}^3/\text{dtk}/\text{km}^2$$

$$Q_2 = \alpha \times \beta \times I \times A = 0,387 \times 0,500 \times 1,758 \times 167,82 = 54,864 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

Selanjutnya perhitungan debit banjir rancangan untuk berbagai kala ulang dihitung menggunakan persamaan (7) seperti disajikan pada tabel 5

Tabel 5 Debit banjir rancangan dengan metode Haspers

Kala Ulang	Curah Hujan (mm)	β	α	I	Q (m ³ /dtk)
2	64,020	0,500	0,387	1,691	54,864
5	97,165	0,500	0,387	2,567	83,269
10	119,110	0,500	0,387	3,147	102,075
25	146,838	0,500	0,387	3,879	125,837
50	167,826	0,500	0,387	4,422	143,466
100	187,826	0,500	0,387	4,962	160,964

C. Metode Melchior

$$\text{Luas DAS (A)} = 167,82 \text{ km}^2$$

$$\text{Panjang sungai (L)} = 40,75 \text{ km}$$

$$\text{Kemiringan sungai (S)} = 0,005$$

$$\text{Koefisien pengaliran } (\alpha) = 0,52 \text{ (ketetapan Melchior)}$$

Luas Elips :

$$\text{Panjang sumbu a} = 36,675 \text{ km}$$

$$\text{Panjang sumbu b} = 24,45 \text{ km}$$

Perhitungan :

Menghitung luas ellips :

$$F = \frac{1}{4} \times \pi \times a \times b = 703,912 \text{ km}^2$$

Dengan nilai F di atas, maka β_1 dihitung:

$$F = \frac{1970}{\beta_1 - 0,12} - 3960 + (1720 \times \beta_1) \text{ maka nilai } \beta_1 = 0,124$$

$$Q = \beta_1 \times R_i \times A = 280,008 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

$$V = 1,31 \times (Q \times S^2)^{0,2} = 0,486 \text{ m/dtk}$$

$$t_c = \frac{10 \times L}{36 \times V} = \frac{10 \times 40,75}{36 \times 0,385} = 23,30 \text{ jam}$$

$$\beta_2 = 1 \text{ Maka nilai } \beta = \beta_1 \times \beta_2 = 0,124$$

$$I = \frac{10 \times \beta \times R^{24} \text{ maksimum}}{36 \times t_c} = 134,212 \text{ m}^3/\text{dtk}/\text{km}^2$$

$$Q_{\text{maks}} = \alpha \times I \times A \times \frac{R^{24}}{200} = 1054,92 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

Menghitung debit puncak banjir rancangan kala ulang 2 tahun :

$$Q_2 = Q_{\text{maks}} \times \frac{r}{200} = 337,679 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

Selanjutnya perhitungan debit banjir rancangan untuk berbagai kala ulang dihitung menggunakan persamaan (12) seperti disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6 Debit banjir rancangan dengan metode Melchior

Kala Ulang	Curah Hujan (mm)	V (m/dtk)	β	α	I	Q (m ³ /dtk)
2	64,020	0,486	0,124	0,52	134,212	337,679
5	97,165	0,486	0,124	0,52	134,212	512,508
10	119,110	0,486	0,124	0,52	134,212	628,261
25	146,838	0,486	0,124	0,52	134,212	774,514
50	167,826	0,486	0,124	0,52	134,212	883,013
100	187,826	0,486	0,124	0,52	134,212	990,711

D. Metode Nakayasu

$$R_0 = 1 \text{ mm}$$

$$D = L/A = 0,24$$

$$\text{Debit aliran dasar (Qb)} = 3,369 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

$$\text{Koefisien pengaliran (C)} = 0,45$$

Perhitungan :

$$T_g = 0,4 + 0,058L = 2,764 \text{ jam}$$

$$\alpha = \frac{0,47 \times (A \times L)^{0,25}}{T_g} = 1,5466 \approx 1,5$$

$$T_r = 0,75T_g = 2,073 \text{ jam}$$

$$T_p = T_g + (0,8 \times T_r) = 4,422 \text{ Jam} \approx 4 \text{ jam}$$

$$T_{0,3} = \alpha \times T_g = 1,5 \times 2,764 = 4,274 \text{ jam}$$

$$Q_p = \frac{A \times R_0}{3,6 \times (0,3T_g + T_{0,3})} = 8,516 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

Setelah didapatkan nilai parameter metode Nakayasu, Selanjutnya menghitung hidrograf dan nilai sebaran hujan. Dan didapatkan perhitungan debit banjir rancangan untuk berbagai kala ulang yang disajikan pada tabel 7

Tabel 7 Debit banjir rancangan dengan metode Nakayasu

Kala Ulang	Hujan Efektif (mm)	T _g (jam)	T _r (jam)	T _p (jam)	T _{0,3} (jam)	Q (m ³ /dtk)
2	28,809	2,764	2,073	4,422	4,274	176,948
5	43,724	2,764	2,073	4,422	4,274	266,817
10	53,600	2,764	2,073	4,422	4,274	326,318
25	66,077	2,764	2,073	4,422	4,274	401,498
50	75,334	2,764	2,073	4,422	4,274	457,270
100	84,522	2,764	2,073	4,422	4,274	512,631

E. Metode Gama 1

$$\text{Panjang sungai semua tingkat (LN)} = 499,931 \text{ km}$$

$$\text{Panjang sungai tingkat 1 (L1)} = 146,686 \text{ km}$$

$$\text{Jumlah sungai tingkat 1 (P1)} = 17$$

$$\text{Jumlah sungai semua tingkat (PN)} = 308$$

$$\text{Jumlah pertemuan sungai (JN)} = 308$$

$$WU = 132,159 \text{ km}^2 \text{ dan}$$

$$WL = 39,778 \text{ km}^2$$

Perhitungan parameter metode Gama 1 sebagai berikut:

$$TR = 0,43 \times \left(\frac{L}{100 \times SF} \right)^3 + (1,0665 \times SIM) + 1,2775 = 3,802 \text{ Jam}$$

$$Qp = (0,1836 \times A^{0,5886}) \times TR^{-0,4008} \times JN^{0,2381} = 8,580 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

$$TB = 27,4132 \times TR^{0,1457} \times S^{-0,0986} \times SN^{0,7344} \times RUA^{0,574} = 11,305 \text{ Jam}$$

$$k = 0,5617 \times A^{0,1793} \times S^{-0,1446} \times SF^{-1,0897} \times D^{0,0452} = 5,133$$

$$Qb = 0,4751 \times A^{0,6444} \times D^{0,9430} = 36,101 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

$$Qt = Qp \times e^{-t/k}$$

Diasumsikan untuk $t = 1$, maka

$$Qt = 7,061$$

Setelah didapatkan nilai parameter metode Gama 1, Selanjutnya menghitung hidrograf dan nilai sebaran hujan. Dan didapatkan perhitungan debit banjir rancangan untuk berbagai kala ulang yang disajikan pada Tabel 8

Tabel 8 Debit banjir rancangan dengan metode Gama 1

Kala Ulang	Hujan Efektif (mm)	TR (jam)	TB (jam)	Qp (m ³ /dtk)	Qt (m ³ /dtk)	Q (m ³ /dtk)
2	28,809	3,802	11,305	8,580	7,061	241,262
5	43,724	3,802	11,305	8,580	7,061	347,481
10	53,600	3,802	11,305	8,580	7,061	417,808
25	66,077	3,802	11,305	8,580	7,061	506,666
50	75,334	3,802	11,305	8,580	7,061	572,586
100	84,522	3,802	11,305	8,580	7,061	633,333

F. Analisis Frekuensi Data Debit

Analisis terhadap debit puncak banjir observasi dalam penelitian ini dilakukan dengan metode *Partial Duration Series*. Proses pemilihan data didasarkan pada ambang batas berupa 20 data tertinggi dari tiap tahun pada periode pengamatan. Data debit yang digunakan adalah data yang tercatat pada AWLR Sari. Berdasarkan analisis data Besaran nilai debit banjir rancangan disajikan pada Tabel 9

Tabel 9 Debit banjir observasi dengan Log Pearson Type III

No	Kala Ulang	Debit (m ³ /dtk)
1	2	9,297
2	5	40,477
3	10	74,131
4	25	102,638
5	50	133,828
6	100	156,921

4. Evaluasi Ketelitian Metode

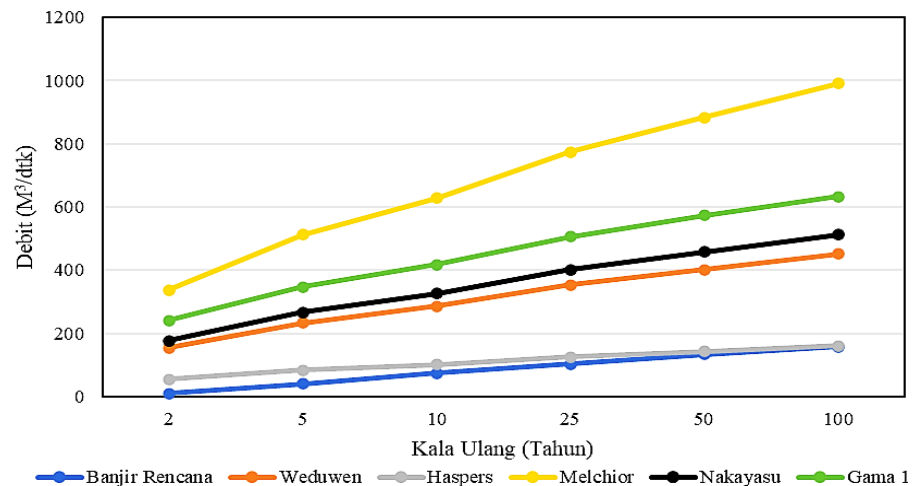
Metode yang dianggap paling menggambarkan kondisi DAS dapat diketahui melalui uji statistik, di mana debit kala ulang observasi digunakan sebagai $Q_{kontrol}$. Evaluasi ketelitian kemudian dilakukan untuk menilai akurasi perhitungan debit puncak banjir rancangan menggunakan metode Weduwen, Haspers, Melchior, HSS Nakayasu dan HSS Gamma 1 untuk setiap kala ulang disajikan pada Tabel 10

Tabel 10 Nilai Hasil Evaluasi Ketelitian Metode

Kala Ulang	RMSE					RE (%)				
	Weduwen	Haspers	Melchior	Nakayasu	Gama 1	Weduwen	Haspers	Melchior	Nakayasu	Gama1
2	61,452	19,488	134,061	68,444	94,699	15,697	13,950	16,208	15,791	16,024
5	73,947	15,760	192,706	92,403	125,334	13,623	8,136	15,350	14,138	14,725
10	74,284	7,043	226,222	102,955	140,305	11,842	3,147	14,700	12,880	13,710
25	72,318	1,143	305,854	122,009	164,944	10,552	0,467	14,458	12,406	13,290
50	64,770	12,026	305,854	132,045	179,122	9,041	4,704	14,141	11,789	12,771
100	64,734	18,102	340,393	145,218	194,494	8,377	6,564	14,027	11,565	12,537
Rata-rata	68,584	12,260	245,588	110,512	149,817	11,522	6,161	14,814	13,095	13,843

Dari pengujian statistik menunjukkan bahwa metode Haspers memberikan estimasi paling dekat dengan debit banjir observasi sebagai acuan, dengan nilai kesalahan relatif 6,161% dan RMSE sebesar 12,260. Sementara itu, metode Melchior menghasilkan perbedaan paling besar dengan nilai kesalahan relatif 14,814% dan RMSE mencapai 245,588

Berdasarkan hasil dari perhitungan debit puncak banjir di atas apabila digambarkan dalam bentuk grafik akan terlihat seperti gambar berikut:

**Gambar 5** Grafik perbandingan hasil analisis

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Dari evaluasi terhadap kelima metode, metode Haspers menghasilkan debit banjir rancangan yang paling mendekati debit banjir observasi, yang dihitung menggunakan analisis frekuensi dengan data pengukuran. Metode Haspers memberikan nilai kesalahan relatif sebesar 6,161% dan *RMSE* rata-rata sebesar 12,260. Sementara itu, metode Melchior menunjukkan perbedaan hasil yang paling besar dengan nilai kesalahan relatif sebesar 14,814% dan *RMSE* rata-rata sebesar 245,588. Oleh karena itu, penggunaan metode Melchior di lokasi studi masih memerlukan banyak penyesuaian.

Saran

Sebaiknya, dalam perhitungan debit puncak banjir dengan berbagai kala ulang digunakan data hujan dan data debit terbaru, sekurang-kurangnya selama 20 tahun. Dengan data curah hujan dan debit yang lebih panjang, perhitungan akan menjadi lebih akurat. Selain itu, perlu dilakukan penelitian lanjutan

di DAS Cabang dengan menggunakan metode lain agar dapat diperoleh perbandingan dan ditentukan metode terbaik untuk menghitung debit banjir pada DAS Cabang.

DAFTAR PUSTAKA

- Adoe, D, P. Sina, D, A, T. & Krisnayanti, D, S. (2021). Analisis Debit Banjir Pada DAS Di pulau Sumba dengan Metode Hss Nakayasu an Hss Gama-1. *Jurnal Teknik Sumber Daya Air*. 1(1), 11-20. <https://jtsda.hathi.id/index.php/jtsda/article/view/6>.
- Balai Besar Wilayah Sungai Nusa 1. (2023). *Data dan Informasi Pengelolaan Sumber Daya Air Wilayah Sungai Lombok dan Wilayah Sungai Sumbawa*. Mataram.
- Direktorat Jendral Sumber Daya Air. (2013). *Perencanaan Jaringan Irigasi KP-01*. Jakarta: kementrian pekerjaan umum.
- Harto, S. (1993). *Analisa Hidrologi*. Gramedia Pustaka Utama.
- Kamiana, I. M. (2011). *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Saidah, H. Pracoyo, A. & Khairudin, K. (2020). Perbandingan Beberapa Metode Perhitungan Debit Puncak Banjir Rancangan. *Ganec Swara*. 14(1), 526-536. DOI:10.35327/gara.v14i1.130.
- Soemarto, C. D. (1987). *Hidrologi Teknik*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Soewarno. (1995). *Hidrologi, Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data*. Bandung: Nova.
- Sujendra. I Nengah Eka, Yamin, M. & Aminullah. (2024). Analisa Debit Rencana Bendung Jangkok. *Al Aqlu, Jurnal Matematika, Teknik dan Sains*. 2(2), 93-102. <https://doi.org/10.59896/aqlu.v2i2.97>.
- Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Triatmodjo, B. (2008). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.