

Analisis Perhitungan Debit Banjir Rencana Menggunakan Metode Haspers dan Weduwen di DAS Kemuning (Sampang, Madura)

* **Yulianti, D.I¹, Safira, S.M², Anna, R² , Apriliani, R.A¹, Kuncaravita, S.A¹, Vansyah, M.D¹**

¹Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Dr.Soetomo, Surabaya

²Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surabaya

[*dayatindri@unitomo.ac.id](mailto:dayatindri@unitomo.ac.id)

Abstract

Flooding is a common problem that often occurs in various regions in Indonesia, including the Kemuning River in Sampang Regency, Madura. This river often overflows and floods the area, especially during the rainy season, reaching a maximum height of 2 meters (Kompas, 2023). The cause of the flood is estimated to be because the Kemuning River cannot accommodate the increasing water flow. To address this issue, one way is to calculate the planned flood discharge. There are several methods for calculating planned flood discharge. This study analyzes the calculation of planned flood discharge in the Kemuning River Basin using the Haspers method and the Weduwen method. Both methods are based on the relationship between rainfall, runoff coefficient, area, and concentration time, with the main difference lying in the formulas used. The research uses rainfall data, watershed topography, land use maps, and measured discharge data for comparison. The aim of using the two methods above is expected to produce an accurate method suitable for the field conditions of the Kemuning River. The calculation results will be compared with the planned flood discharge from the measured flood discharge data, which was previously calculated using the POT method to find missing data, and then the recurrence interval of the planned flood discharge will be calculated using the serial data method. From the calculations, it shows that the Weduwen method has the highest accuracy with a Relative Error of 1.06% and a Root Mean Square Error of 3.44%, followed by the Haspers method which shows the largest difference with a Relative Error of 2.86% and a Root Mean Square Error of 11.19%, making it less suitable for the Kemuning watershed. From the calculation results, it can be concluded that the planned flood discharge calculation using the Weduwen Method is more accurate compared to the Haspers Method. The calculation of the planned flood discharge can be used for early flood detection and additional information for flood control planning, as well as serving as a reference for further research in addressing flood issues in other areas.

Keywords: Watershed, Haspers Method, Weduwen Method, Flood Discharge, Rainfall

Abstrak

Banjir merupakan permasalahan umum yang sering terjadi di berbagai wilayah di Indonesia, termasuk Sungai Kemuning di Kabupaten Sampang, Madura. Sungai ini sering meluap dan membanjiri wilayah tersebut, terutama pada musim penghujan yang mencapai ketinggian maksimal 2 meter (Kompas, 2023). Penyebab banjir diperkirakan karena Sungai Kemuning tidak mampu menampung debit air yang semakin tinggi. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, salah satu cara adalah melakukan perhitungan debit banjir rencana. Terdapat beberapa metode dalam perhitungan debit banjir rencana. Penelitian ini menganalisis perhitungan debit banjir rencana pada DAS Sungai Kemuning dengan menggunakan metode Haspers dan metode Weduwen. Kedua metode ini didasarkan pada hubungan antara curah hujan, koefisien aliran, luas daerah, dan waktu konsentrasi, dengan perbedaan utama terletak pada rumus yang digunakan. Penelitian menggunakan data curah hujan, topografi DAS, peta tata guna lahan, dan data debit terukur sebagai perbandingan. Tujuan penggunaan dua metode diatas diharapkan menghasilkan metode yang akurat dan sesuai untuk kondisi lapangan Sungai Kemuning. Hasil perhitungan akan dibandingkan dengan debit banjir rencana dari data debit banjir terukur yang sebelumnya dihitung menggunakan metode POT untuk mencari data yang hilang, lalu dilakukan perhitungan periode ulang debit banjir rencana dengan metode serial data. Dari perhitungan, menunjukkan bahwa metode Weduwen memiliki ketelitian tertinggi dengan Relative Error 1,06% dan Root Mean Square Error 3,44%, diikuti metode Haspers menunjukkan selisih terbesar dengan Relative Error 2,86% dan Root Mean Square Error 11,19%, sehingga kurang sesuai untuk DAS Kemuning. Dari hasil perhitungan dapat disimpulkan bahwa perhitungan debit banjir rencana menggunakan Metode Weduwen adalah yang lebih akurat dibandingkan dengan Metode Haspers. Perhitungan debit banjir rencana ini dapat digunakan sebagai deteksi dini banjir dan informasi tambahan untuk perencanaan pengendalian banjir, serta menjadi acuan bagi penelitian selanjutnya dalam mengatasi masalah banjir di daerah lain.

Kata Kunci: Daerah Aliran Sungai (DAS), Metode Haspers, Metode Weduwen, Debit Banjir, Curah Hujan.

PENDAHULUAN

Lokasi penelitian Sungai Kemuning, berserta Daerah Aliran Sungainya (DAS), terletak di Kabupaten Sampang, Pulau Madura. Kali Kemuning merupakan sungai terbesar di Kabupaten Sampang dan membentang geografis dari 113°08' BT hingga 113°39' BT serta dari 6°05' LS hingga 7°13' LS. Secara keseluruhan, luas wilayah Kabupaten Sampang mencapai 1233,33 km² dan terbagi menjadi 14 kecamatan serta 186 desa. Sungai Kemuning memiliki panjang sekitar 58,1 km. Sungai Kemuning memiliki bentuk yang berkelok-kelok atau meandering, dengan lebar yang bervariasi antara 10 hingga 25 meter dan kedalaman antara 3 hingga 7 meter. Daerah Aliran Sungai

(DAS) Kemuning memiliki luas sekitar 354,537 km dan mencakup 5 kecamatan, yaitu Kecamatan Sampang, Omben, Kedungdung, Robatal, dan Karang penang.

Kabupaten Sampang adalah salah satu wilayah yang rawan terhadap banjir. Penyebab banjir diperkirakan karena Sungai Kemuning tidak mampu menampung debit air yang semakin tinggi. Hampir setiap tahun pada musim penghujan, sungai Kemuning meluap dan membanjiri sebagian besar wilayah di Kabupaten Sampang. Dalam laporan Kompas, Sungai Kemuning kembali meluap pada awal tahun 2023, menggenangi beberapa wilayah di Kabupaten Sampang. Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Sampang menunjukkan bahwa tinggi banjir di Sampang bervariasi dengan

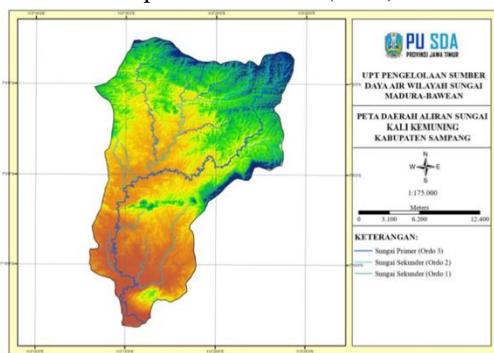
ketinggian maksimal mencapai 2 meter. Kejadian banjir yang hampir setiap tahun tersebut tentunya telah meresahkan dan merugikan masyarakat sekitar.

Beberapa penelitian yang menjadi dasar penelitian ini adalah: Penelitian oleh Lestari (2016) yang melakukan kajian metode empiris untuk menghitung debit banjir rencana di sungai Negara di ruas Kecamatan Sungai Pandan (Alabio), yang sering mengalami banjir. Peneliti menerapkan metode Rasional, Der Weduwen, dan Haspers, serta menganalisis frekuensi data debit terukur. Hasilnya menunjukkan bahwa metode Der Weduwen memiliki deviasi terkecil, sehingga dapat dijadikan panduan dalam perhitungan debit banjir rencana. Selanjutnya Saidah dkk. (2020) melakukan perbandingan beberapa metode perhitungan debit puncak banjir rencana di sungai Babak, yang tidak memiliki alat ukur debit. Peneliti menggunakan metode Weduwen, Melchior, dan Haspers, serta membandingkan akurasi mereka dengan debit banjir hasil analisis frekuensi. Hasilnya menunjukkan bahwa metode Haspers memiliki ketelitian hasil analisis yang paling baik, dengan nilai RE dan RMSEP terkecil. Penelitian ini mengusulkan bahwa metode Haspers sangat cocok untuk perhitungan debit puncak banjir rencana di sungai Babak.

Untuk itu, atas dasar penelitian sebelumnya terlihat bahwa untuk perhitungan debit banjir rencana banyak menggunakan metode Weduwen dan metode Haspers yang akan dilakukan pada DAS Kemuning, Kab. Sampang. Penelitian ini dianggap perlu mengingat kondisi DAS Kemuning yang sering meluap dan menyebabkan banjir di wilayah sekitarnya. Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan nilai debit banjir rencana yang representatif untuk DAS Sungai Kemuning, sehingga dapat digunakan sebagai deteksi dini dan mitigasi risiko banjir di wilayah tersebut dapat dilakukan dengan lebih efektif.



Gambar 1. Batas DAS Kemuning Sampang
Sumber: UPT Pengelolaan Sumber Daya Air WS
Kepulauan Madura (2024)



Gambar 2. Peta DAS Kemuning Sampang
Sumber: UPT Pengelolaan Sumber Daya Air WS
Kepulauan Madura (2024)

METODE

Data sekunder yang digunakan dalam penelitian diperoleh dari instansi terkait. Data penelitian yang menjadi pendukung dalam studi ini mencakup informasi berupa data hidrologi. Data hidrologi yang diperlukan pada penelitian ini antara lain:

- a. Data Curah Hujan Das Kemuning Tahun 2013 – 2023, diperoleh dari Badan Pusat Statistik Sampang. Untuk digunakan dalam perhitungan debit banjir rencana.
- b. Data Eksisting dan Peta Topografi DAS Kemuning Sampang, diperoleh dari Pemerintah Kabupaten Sampang. Digunakan untuk mengetahui luas (A).
- c. Peta Tata Guna Lahan, diperoleh dari Pemerintah Kabupaten Sampang. Digunakan sebagai input untuk mengetahui koefisien limpasan (C).

Tahapan Analisis adalah suatu metode atau langkah-langkah yang digunakan untuk memecahkan suatu permasalahan dengan mengumpulkan, mencatat, mempelajari, dan menganalisis data yang diperoleh. Tahapan penelitian yang dilakukan dirangkum dalam bagan alir, seperti yang terlihat di Gambar 2. Berdasarkan diagram alir diatas, maka tahapan analisis penelitian meliputi:

1. Pengolahan data curah hujan:
Di tahap ini, data curah hujan selama 10 tahun dianalisis menggunakan Metode Thiessen. Metode ini digunakan untuk menghitung rerata curah hujan di berbagai daerah atau lokasi dengan mempertimbangkan pengaruh lokasi stasiun pengukuran.
2. Analisis Frekuensi Curah Hujan Rencana:
Pada tahap ini, data curah hujan selama 10 tahun dapat dianalisis dengan metode Distribusi Normal, Log-Normal, Gumbel, dan Log Pearson Type III. Metode dipilih berdasarkan persyaratan pedoman pemilihan sebaran.
3. Uji Kesesuaian Distribusi Hujan:
Pada tahap ini, dilakukan uji kesesuaian distribusi hujan untuk mengetahui apakah distribusi frekuensi sesuai dengan data curah hujan yang digunakan. Uji kesesuaian distribusi hujan dilakukan dengan metode Smirnov-Kolmogorov.
4. Perhitungan Debit Banjir Rencana:
 - a. Metode Haspers
 - Menghitung besarnya koefisien pengaliran dengan rumus
$$\alpha = \frac{1 + 0,12A^{0,7}}{1 + 0,075A^{0,7}}$$
 - Menentukan waktu konsentrasi dengan rumus
$$t = 0,1L^{0,8}S^{-0,3}$$
 - Menghitung koefisien reduksi dengan rumus
$$\frac{1}{\beta} = 1 + \frac{Tc + 3,7 \cdot 10^{(-0,4Tc)}}{Tc^2 + 15} \times \frac{A^{0,75}}{12}$$

- Menghitung limpasan hujan maksimum dengan rumus

$$qt = \frac{Rt}{3,6Tc}$$

- Menghitung debit banjir rencana berdasarkan persamaan haspers dengan rumus

$$Q = \alpha \times \beta \times A \times qt$$

Keterangan:

- Q = Debit banjir rencana dengan periode Tidak ulang T tahun ($m^3/detik$)
 α = Koefisien pengaliran
 β = Koefisien reduksi
 Rt = Curah hujan untuk lama hujan tertentu
 $R24$ = Curah hujan rencana dengan kala ulang T tahun, (mm)
 A = Luas daerah pengaliran sungai, (km^2)
 S = Kemiringan sungai rata-rata
 qt = Hujan maksimum ($m^3/dt.km^2$)
 t = Waktu konsentrasi (jam)

b. Metode Weduwen

- Mengasumsikan nilai t coba – coba
- Menentukan Koefisien Reduksi dengan rumus

$$\beta = \frac{120 + \left(\frac{(t+1)}{(t+9)} \right) A}{120 + A}$$

- Menghitung Limpasan Hujan Maksimum (qn) dengan rumus

$$qn = \frac{R_n}{240t} \frac{67,65}{1,45}$$

- Menghitung Koefisien Pengaliran dengan rumus

$$\alpha = 1 - \frac{4,1}{\beta q_n + 7}$$

- Menghitung Debit Banjir Rencana menggunakan persamaan Weduwen dengan rumus 2-38

$$Q = \alpha \cdot \beta \cdot q_n \cdot A$$

- Mencari Nilai T Sebenarnya:

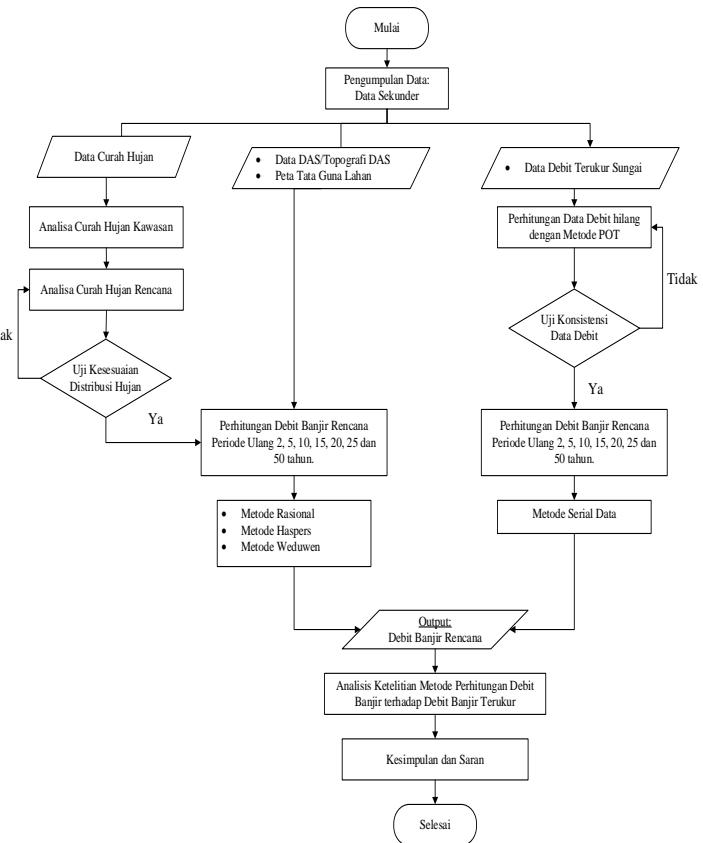
Menghitung waktu konsentrasi dengan rumus

$$t = \frac{0,125 \times L}{Q^{0,125} \times S^{0,25}}$$

Bandingkan nilai waktu konsentrasi (T) coba-coba dengan nilai yang dihasilkan dari perhitungan debit banjir rencana. Jika kedua nilai tidak sama, lakukan iterasi dengan mengasumsikan nilai T yang baru dan ulangi langkah-langkah di atas.

Keterangan:

- Q = Debit banjir rencana (m^3/dt)
 R_n = Curah hujan rancangan periode ulang n tahun (mm/hari)
 α = Koefisien pengaliran
 β = Koefisien reduksi
 qn = Hujan maksimum ($m^3/dt.km^2$)
 t = Waktu konsentrasi (jam)
 A = Luas DAS (km^2)
 L = Panjang sungai (km)
 S = Kemiringan Sungai



Gambar 3. Diagram Bagan Alir

HASIL DAN PEMBAHASAN

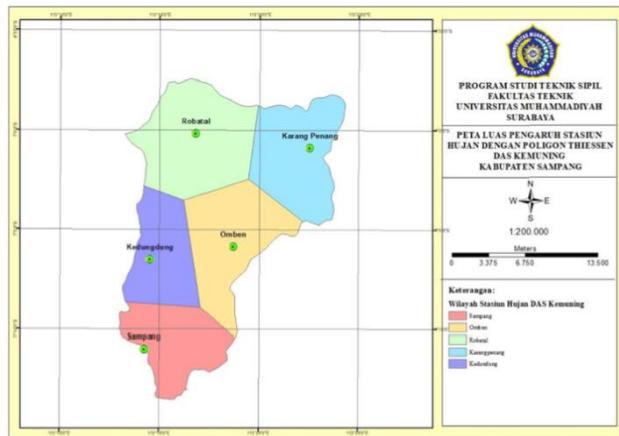
Data hujan yang tersedia pada studi ini adalah data hujan harian selama 10 tahun sejak tahun 2013 hingga tahun 2023 yang diperoleh dari 5 stasiun penakar hujan yang berada di wilayah DAS Kemuning, diantaranya adalah Stasiun Hujan Sampang, Stasiun Hujan Kedundung, Stasiun Hujan Omben, Stasiun Hujan Robatal, dan Stasiun Hujan Karangpenang. Data hujan harian maksimum masing-masing stasiun ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Hujan Harian Maksimum

| Tahun | Curah Hujan max pada Stasiun Hujan (mm) | | | | |
|-------|---|---------|--------|---------------|----------|
| | Kedundung | Sampang | Ombe n | Karang Penang | Robata l |
| 2013 | 82 | 74 | 46 | 98 | 78 |
| 2014 | 80 | 58 | 73 | 47 | 58 |
| 2015 | 75 | 73 | 15 | 57 | 46 |
| 2016 | 64 | 79 | 94 | 69 | 46 |
| 2017 | 64 | 69 | 127 | 74 | 48 |
| 2018 | 100 | 41 | 100 | 83 | 39 |
| 2019 | 74 | 39 | 120 | 72 | 44 |
| 2020 | 75 | 65 | 80 | 276 | 81 |
| 2021 | 190 | 110 | 120 | 62 | 120 |
| 2022 | 89 | 75 | 100 | 88 | 92 |
| 2023 | 42 | 83 | 110 | 58 | 64 |

Sumber: UPT Pengelolaan Sumber Daya Air WS Kepulauan Madura (2014)

Analisis curah hujan rata-rata menggunakan metode Poligon Thiessen. Gambar 4 dan Tabel 2 menunjukkan luasan pembagian daerah berdasarkan Poligon Thiessen.



Gambar 4. Peta Pembagian Daerah berdasarkan Poligon Thiessen

Sumber: UPT Pengelolaan Sumber Daya Air WS
Kepulauan Madura (2024)

Tabel 2. Hasil Pembagian Daerah Poligon Thiessen

| Stasiun Hujan | Luas Daerah Pengaruh (km ²) |
|------------------|---|
| Kedundung (1) | 55,450 |
| Sampang (2) | 55,810 |
| Omben (3) | 77,305 |
| Karangpenang (4) | 74,127 |
| Robatal (5) | 91,844 |
| Luas Total | 354,537 |

Sumber: Pengolahan ArcGIS (2024)

Tabel 3 dibawah ini merupakan hasil perhitungan curah hujan rata-rata berdasarkan metode Poligon Thiessen. Curah hujan rata-rata dari tahun 2013-2023 berkisar antara minimum 50,33 mm pada tahun 2015 dan maksimum 118,10 mm pada tahun 2020.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Curah Hujan Poligon Thiessen

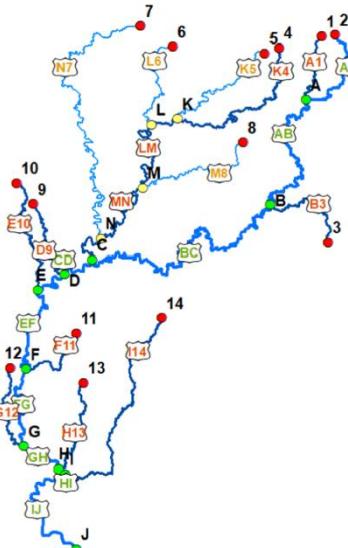
| Tahun | Curah Hujan Rata-Rata (mm) |
|-------|----------------------------|
| 2013 | 75,20 |
| 2014 | 62,41 |
| 2015 | 50,33 |
| 2016 | 69,29 |
| 2017 | 76,47 |
| 2018 | 71,36 |
| 2019 | 70,33 |
| 2020 | 118,10 |
| 2021 | 117,25 |
| 2022 | 89,76 |
| 2023 | 72,33 |

Sumber: Pengolahan Data (2024)

Selanjutnya dilakukan pengukuran dispersi untuk menentukan distribusi yang sesuai, dari hasil perhitungan didapatkan distribusi yang sesuai adalah

Distribusi Log Person III. Kemudian dilanjutkan uji kesesuaian distribusi hujan yaitu uji chi-kuadrat dan smirnov kolmogorof, dari kedua uji tersebut didapatkan untuk distribusi log person III dapat diterima.

Perhitungan selanjutnya adalah waktu konsentrasi, langkah awal dilakukan pembagian titik kontrol yang akan ditentukan dalam wilayah aliran sungai dengan software ArcGIS 10.4, seperti sebagai berikut:



Gambar 5. Skema Jaringan Sungai
Sumber: Pengolahan ArcGIS (2024)

Contoh perhitungan waktu konsentrasi di titik A: Pada Titik A terdapat dua aliran yang bertemu yaitu Aliran A₁ dan A₂, sehingga waktu konsentrasiannya adalah;

➢ Aliran A₁ (Titik 1 ke Titik A)

$$Tc = \left(\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,385}$$

$$Tc = \left(\frac{0,87 \times 5^2}{1000 \times 0,0138} \right)^{0,385}$$

$$= 1,192 \text{ jam}$$

➢ Aliran A₂ (Titik 2 ke Titik A)

$$Tc = \left(\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,385}$$

$$Tc = \left(\frac{0,87 \times 7^2}{1000 \times 0,0090} \right)^{0,385}$$

$$= 1,816 \text{ jam}$$

Karena Aliran A₁ dan A₂ bertemu di titik A, maka waktu konsentrasi di titik A adalah penjumlahan waktu konsentrasi titik A₁ dengan waktu konsentrasi titik A₂

$$\sum Tc_A = Tc_{A1} + Tc_{A2} = 1,192 + 1,816 = 3,008 \text{ jam}$$

Berikutnya, perhitungan yang serupa diterapkan untuk titik B hingga titik J, dengan setiap titik menghasilkan penjumlahan dari titik sebelumnya. Hasil perhitungan dapat dilihat di Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi Perhitungan Waktu Konsentrasi

| Na ma Alir an | Titik Dar i | Ke | Elevasi (mdpl) Aw al | Akhi r | Beda Eleva si (m) | Panj ang Sung ai (km) | Slop e | Tc (jam) | 0,01 07 1,316 |
|------------------------|-------------------|----|-------------------------------|-----------|-------------------------|-----------------------------------|---------------|-------------|---------------------|
| A1 | 1 | A | 176 | 114 | 62 | 5 | 0,01 38 | 1,192 | 54,97 4 |
| A2 | 2 | A | 171 | 114 | 57 | 7 | 0,00 90 | 1,816 | |
| $\sum Tc$ Titik A | | | | | | | | 3,008 | |
| AB | A | B | 114 | 70 | 44 | 12 | 0,00 41 | 3,740 | |
| B3 | 3 | B | 143 | 70 | 73 | 7 | 0,01 16 | 1,651 | 61,21 2 |
| $\sum Tc$ Titik B | | | | | | | | 8,399 | |
| Cabang | | | | | | | | | |
| K4 | 4 | K | 155 | 47 | 10 | 8 | 0,00 13 | 2,903 | |
| K5 | 5 | K | 160 | 47 | 11 | 3 | 0,01 10 | 2,107 | 67,40 5 |
| $\sum Tc$ titik K | | | | | | | | 5,010 | |
| KL | K | L | 47 | 47 | 0 | 2 | 0 | 0,000 | |
| L6 | 6 | L | 165 | 47 | 11 | 8 | 0,01 7 | 1,372 | |
| $\sum Tc$ titik L | | | | | | | | 6,382 | |
| LM | L | M | 47 | 38 | 9 | 8 | 0,0013 13 | 4,3 | |
| M8 | 8 | M | 127 | 38 | 89 | 9 | 0,0110 2,0 | 2,0 | |
| $\sum Tc$ Titik M | | | | | | | | 12,74 1 | |
| MN | M | N | 38 | 25 | 13 | 6 | 0,00 24 | 2,685 | |
| N7 | 7 | N | 166 | 25 | 14 | 27 | 0,00 58 | 6,094 | |
| $\sum Tc$ Titik N | | | | | | | | 21,52 0 | |

Sumber: Pengolahan Data (2024)

Lanjutan Tabel 4. Rekapitulasi Perhitungan Waktu Konsentrasi

| Na ma Alir an | Titik Dar i | Ke | Elevasi (mdpl) Aw al | Akhi r | Beda Eleva si (m) | Panj ang Sung ai (km) | Slop e | Tc (jam) |
|--|-------------------|----|-------------------------------|-----------|-------------------------|-----------------------------------|------------|-------------|
| NC | N | C | 25 | 22 | 3 | 4 | 0,00 08 | 2,957 |
| BC | B | C | 70 | 22 | 48 | 23 | 0,00 23 | 7,667 |
| $\sum Tc$ Titik C (\sum Titik B + \sum Titik N) | | | | | | | | 40,54 2 |
| CD | C | D | 22 | 21 | 1 | 1 | 0,00 11 | 0,910 |
| D9 | 9 | D | 55 | 21 | 34 | 6 | 0,00 63 | 1,855 |
| $\sum Tc$ Titik D | | | | | | | | 43,30 7 |
| DE | D | E | 21 | 20 | 1 | 3 | 0,00 04 | 3,237 |
| E10 | 10 | E | 106 | 20 | 86 | 9 | 0,01 06 | 2,072 |
| $\sum Tc$ Titik E | | | | | | | | 48,61 6 |
| EF | E | F | 20 | 14 | 6 | 8 | 0,00 08 | 5,042 |

Sumber: Pengolahan Data (2024)

Setelah intensitas hujan, dilakukan perhitungan debit rencana. Pada Tabel 6 didapatkan debit rencana dengan metode Haspers dengan kala ulang 2, 5, 10, 15, 20, 25, 50 tahun. Untuk Tabel 7 merupakan perhitungan debit rencana metode Weduwen dengan kala ulang yang sama dengan kala ulang metode Haspers.

Tabel 6. Debit Banjir Rencana Metode Haspers

| Tr (tahun) | R ₂₄ (mm) | R _t (mm) | qt (m ³ /dt.km ²) | Q (m ³ /dt) |
|---------------|-------------------------|------------------------|---|---------------------------|
| 2 | 79,102 | 494,28 | 1,78 | 103,26 |
| 5 | 98,203 | 613,63 | 2,21 | 128,20 |
| 10 | 110,159 | 688,35 | 2,48 | 143,80 |
| 15 | 114,7978 | 717,33 | 2,58 | 149,86 |
| 20 | 119,631 | 747,53 | 2,69 | 156,17 |
| 25 | 124,669 | 779,01 | 2,81 | 162,74 |
| 50 | 135,129 | 844,37 | 3,04 | 176,40 |

Sumber: Pengolahan Data (2024)

Tabel 7. Debit Banjir Rencana Metode Weduwen

| Tr (tahun) | R24 (mm) | β | qn | α | $Q_{\text{perkiraan}}$ (m ³ /dt) | Q_i (m ³ /dt) |
|------------|----------|---------|-------|----------|---|----------------------------|
| 2 | 79,102 | 0,885 | 1,527 | 0,509 | 243,787 | 80,35 |
| 5 | 98,203 | 0,885 | 1,527 | 0,509 | 243,787 | 99,75 |
| 10 | 110,159 | 0,885 | 1,527 | 0,509 | 243,787 | 111,90 |
| 15 | 114,798 | 0,885 | 1,527 | 0,509 | 243,787 | 116,61 |
| 20 | 119,631 | 0,885 | 1,527 | 0,509 | 243,787 | 121,52 |
| 25 | 124,669 | 0,885 | 1,527 | 0,509 | 243,787 | 126,64 |
| 50 | 135,129 | 0,885 | 1,527 | 0,509 | 243,787 | 137,26 |

Sumber: Pengolahan Data (2024)

Untuk data debit yang tersedia merupakan data debit harian selama 10 tahun, mulai dari tahun 2013 hingga 2023, yang diperoleh dari Dinas Pengelolaan Sumber Daya Air Provinsi Jawa Timur. Pengukuran ini dilakukan menggunakan alat pengukur di pos duga air yang terletak di Desa Pangilen, Kecamatan Sampang. Data debit banjir maksimum dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Data Debit Banjir Maksimum

| Tahun | Q_{max} (m ³ /dt) |
|------------|---------------------------------------|
| 2013 | 48,75 |
| 2014 | 53,84 |
| 2015 | 50,84 |
| 2016 | 66,63 |
| 2017 | 66,63 |
| 2018 | 6,42 |
| 2019 | 12,50 |
| 2020 | 160,64 |
| 2021 | 1224,03 |
| 2022 | 652,41 |
| 2023 | 1224,03 |
| $\sum X_i$ | 3566,71 |

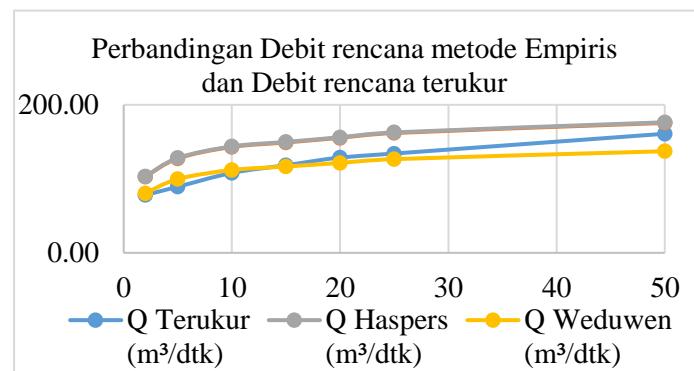
Sumber: Pengolahan Data (2024)

Pada Tabel 9 merupakan perhitungan debit banjir rencana periode ulang menggunakan metode serial data (MAF). Dari data debit banjir maksimum dihitung debit banjir terukur dengan menggunakan metode MAF.

Tabel 9. Perbandingan Debit Rencana Metode Empiris dan Data Debit Terukur

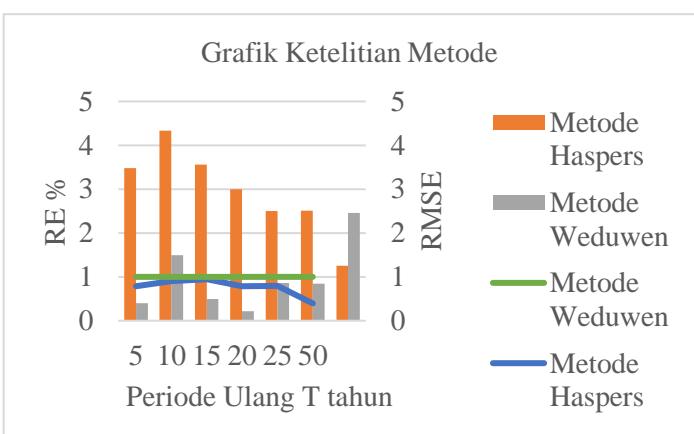
| Periode Ulang T (tahun) | Q Terukur (m ³ /dt) | Q Haspers (m ³ /dt) | Q Weduwen (m ³ /dt) |
|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 2 | 78,10 | 103,26 | 80,35 |
| 5 | 89,31 | 128,20 | 99,75 |
| 10 | 108,00 | 143,80 | 111,90 |
| 15 | 118,40 | 149,86 | 116,61 |
| 20 | 128,80 | 156,17 | 121,52 |
| 25 | 134,15 | 162,74 | 126,64 |
| 50 | 160,90 | 176,40 | 137,26 |

Sumber: Pengolahan Data (2024)



Gambar 6. Grafik Perbandingan Debit Rencana Metode Empiris dengan Data Debit Terukur

Sumber: Pengolahan Data (2024)



Gambar 7. Grafik Evaluasi Ketelitian Metode
Sumber: Pengolahan Data (2024)

Pada Gambar 7 terlihat bahwa kedua metode yang digunakan untuk memperkirakan debit puncak banjir DAS Kemuning menghasilkan ketelitian yang berbeda - beda. Berdasarkan hasil analisis yang disajikan pada bagian sebelumnya, metode Weduwen memiliki hasil yang paling mendekati debit banjir terukur yang digunakan sebagai pembanding, dengan nilai Relative Error sebesar 1,06% dan nilai Root Mean Square Error sebesar 3,44%. Sedangkan hasil perhitungan yang memiliki selisih terbesar adalah metode Haspers yang memiliki nilai Relative Error yang tidak jauh berbeda dengan metode Rasional yaitu sebesar 2,86% dan nilai Root Mean Square Error sebesar 11,19. Nilai ini lebih besar dibandingkan dengan nilai metode Der Weduwen sehingga metode Haspers kurang sesuai digunakan untuk menentukan debit banjir rancangan di DAS Kemuning Kabupaten Sampang.

Hasil tersebut sejalan dengan penelitian serupa yang dilakukan oleh (Lestari 2016), pada DAS seluas 3.921 km² atau 392.100 ha. Hasil yang paling mendekati debit terukur terdapat pada metode Weduwen dengan faktor koreksi sebesar 0,73, sedangkan hasil yang paling jauh terdapat pada metode Haspers dengan faktor koreksi sebesar 0,39.

Nilai penyimpangan metode Weduwen paling rendah dibandingkan Haspers yang artinya metode ini merupakan metode paling sesuai untuk menentukan debit banjir rancangan di DAS Kemuning Kabupaten Sampang. Suatu metode dapat digunakan untuk memperkirakan debit

banjir rancangan apabila memiliki nilai kesalahan relatif lebih rendah dibandingkan dengan metode lainnya (Lestari 2016).

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang dilakukan, kedua metode yang digunakan untuk memperkirakan debit puncak banjir DAS Kemuning menunjukkan tingkat ketelitian yang berbeda-beda. Metode Weduwen terbukti menghasilkan estimasi yang paling mendekati debit banjir terukur, dengan nilai Relative Error sebesar 1,06% dan Root Mean Square Error sebesar 3,44%. Metode Haspers memiliki hasil perhitungan yang paling berbeda, dengan nilai Relative Error sebesar 2,86% dan Root Mean Square Error sebesar 11,19%, menjadikannya metode yang kurang sesuai untuk digunakan dalam menentukan debit banjir rancangan di DAS Kemuning, Kabupaten Sampang.

DAFTAR PUSTAKA

- Annur, Cindy Mutia. 2023. "Ada 3 Ribu Bencana di Indonesia sampai Awal Oktober 2023, Banjir Terbanyak." (<https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2023/10/03/ada-3-ribu-bencana-di-indonesia-sampai-awal-oktober-2023-banjir-terbanyak>).
- Carolina, Yessi, Edy Suryadi, dan Dwi Rustam Kendarto. 2022. "Kajian Penggunaan Metode Mean Annual Flood (MAF), Rasional, Der Weduwen Dan Haspers Untuk Menentukan Debit Banjir Pada Sub-Das Cikeruh." *Jurnal Agritechno* 15(1):44–56. doi: 10.20956/at.v15i1.506.
- Harto, Sri. 1993. *Analisis Hidrologi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Indarto. 2016. *Hidrologi, Metode Analisis dan Tool untuk Interpretasi Hidrograf Aliran Sungai*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Irawan, Ade. 2019. "Representative Satu Stasiun Hujan Terhadap Hujan Rata-Rata DAS." *Jurnal Planologi dan Sipil* 1(1).
- Islamiyah, Eka Dini. 2021. Ketelitian Penggunaan Metode Empiris Untuk Menentukan Debit Banjir Rancangan Di DAS Merangin Tembesi. Jambi.
- Lestari, Utami Sylvia. 2016. "Kajian Metode Empiris Untuk Menghitung Debit Banjir Sungai Negara Di Ruas Kecamatan Sungai Pandan (Alabio)." *POROS TEKNIK* 8(2):86. doi: 10.31961/porosteknik.v8i2.373.
- Narahuddin, Herman Harijanto, dan Abdul Wahid. 2018. *Buku Ajar Pengelolaan Daerah Airan Sungai Dan Aplikasinya Dalam Proses Belajar Mengajar*. 1 ed. Palu, Sulawesi Tengah: UNTAD Press.
- Pemerintah Indonesia. 2012. Peraturan Pemerintah No 37 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Jakarta, Indonesia: Lembaran RI Tahun 2012 No. 37.
- Rabih, Uaity Ulahi. 2020. "Analisis Perhitungan Debit Puncak Banjir Rancangan Dengan Metode Der Weduwen, Melchior, Haspers, Dan Nakayasu Terhadap Debit Banjir Observasi Pada Das Sidutan." Universitas Mataram Respository.
- Ros Rante, Novia, Jeffry F. Sumarauw, dan Eveline M. Wuisan. 2016. "Analisis Debit Banjir Anak Sungai Tikala Pada Titik Tinjauan Kelurahan Banjer Link. V Kecamatan Tikala Dengan Menggunakan Hec-Hms Dan Hec-Ras." *Tekno* 14(65).
- Saidah, Humairo, Atas Pracoyo, dan Khairudin. 2020. "Perbandingan Beberapa Metode Perhitungan Debit Puncak Banjir Rancangan." *Ganec Swara* 14(1).
- Sarminingsih, Anik. 2018. "Pemilihan Metode Analisis Debit Banjir Rancangan Embung Coyo Kabupaten Grobogan." *Jurnal Presipitasi : Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan* 15(1).
- Sasmita, Firza Sastra. 2019. "Identifikasi Penyebab Banjir Di Kawasan Cicaheum Kota Bandung - Jawa Barat (Studi Kasus: Sungai Cipamokolan)." Universitas Komputer Indonesia, Bandung.
- Suadnya, Dewi Parwati, Jeffry S. F. Sumarauw, dan Tiny Mananoma. 2017. "Analisis Debit Banjir Dan Tinggi Muka Air Banjir Sungai Sario Di Titik Kawasan Citraland." *Jurnal Sipil Statik* 5:143–50.
- Triatmojo, Bambang. 2008. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.