Metode RDF untuk Pemisahan Aliran Sungai Cambajawa di Kawasan Karst Maros

[1]Asrul Maiwa, [2]Muhammad Arsyad, [3]A. J. Patandean
[123]Prodi Fisika, Universitas Negeri Makassar
asrul.maiwa17@gmail.com

Abstrak – Penelitian ini bertujuan menganalisis hubungan antara tinggi muka air dan debit aliran serta persentase dari aliran dasar (*baseflow*) pada *aliran Sungai Cambajawa* pada tiap kejadian banjir. Penelitian ini merupakan jenis penelitian korelasional. Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari Kantor Dinas SDA Sulawesi Selatan yaitu berupa data debit, tinggi muka air dan curah hujan Sungai Cambajawa Kabupaten Maros tahun 1990 hingga 2015. Analisis hubungan tinggi muka air dan debit aliran menggunakan analisis regresi serta pemisahan aliran dasar dilakukan menggunakan metode *Recursive Digital Filter* (RDF) yaitu algoritma *Lyne-Hollick.* Nilai konstanta regresi yang diperoleh yaitu 0,826 yang menunjukkan bahwa tinggi muka air dan debit aliran Sungai Cambajawa memiliki hubungan langsung positif baik. Hidrograf menunjukkan 184 peningkatan debit aliran atau kejadian banjir yang terjadi selama 26 tahun. Persentase aliran dasar pada kejadian banjir berbeda dengan persentase aliran tahunan. Persentase aliran banjir berada dibawah 40%. Hal ini mengindikasikan bahwa DAS Cambajawa belum menambah pasokan komponen aliran dasar dalam sungai, sementara pasokan aliran langsung pada permukaan sungai menjadi dominan saat kejadian banjir.

Kata kunci: debit, aliran, RDF, algoritma, *Lyne-Hollick*

Abstract – *This study aimed to analyze the relationship between water level and flow rate as well as a percentage of the base flow on Cambajawa River flow at each flood event. This research is a kind of correlational research. This study uses secondary data obtained from the Office of SDA South Sulawesi in the form of data discharge, water level and rainfall River Cambajawa Maros District 1990 to 2015. Analysis of the relationship between water level and flow discharge using regression analysis and basic flow separation is done using Recursive Digital Filter method (RDF) is an algorithm-Hollick Lyne. The value of regression constant obtained is 0,826 indicating that the water level and the flow rate of the Cambajawa River have a positive positive relationship. The hydrograph shows 184 incremental flow rates or flood events occurring over 26 years. The percentage of baseline flows in flood events is different from the percentage of annual flows. Flooding percentage is below 40%. This indicates that the Cambajawa River Basin has not added to the supply of basal flow components in rivers, while the direct flow supply on the river surface becomes dominant during flood events.*

Keywords: *debit, flow, algorithm, Lyne-Hollick*

I. PENDAHULUAN

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu wilayah sepanjang aliran sungai secara topografi dibatasi oleh punggung-punggung gunung yang mampu menampung dan menyimpan air hujan untuk kemudian menyalurkannya ke laut melalui sungai utama. Aliran dasar (*baseflow*) merupakan suatu komponen yang terdapat pada suatu DAS.

Aliran dasar penting dalam pengelolaan sumber daya air. Saat musim kemarau dimana ketersediaan air di sungai sangat terbatas karena kurangnya air hujan, maka aliran dasar menjadi sumber utama untuk suplai air bagi banyak kepentingan seperti irigasi, rumah tangga maupun pariwisata. Sebaliknya, saat musim hujan, perkiraan besarnya aliran dasar mampu memprediksi besarnya bagian debit yang merupakan kontribusi dari aliran cepat atau *surface run-off* yang berpotensi menghasilkan banjir. Banyak Daerah Aliran Sungai (DAS) yang aliran dasarnya merupakan komponen utama dan penyumbang terbesar ke aliran sungai. Rekaman data aliran dasar sangat berguna untuk mengukur dinamika karakteristik air tanah *(groundwater)* di dalam DAS.

Besar kecilnya aliran dasar dipengaruhi oleh besar debit aliran, curah hujan, penguapan, serta tinggi muka air. Besarnya debit air sungai bergantung pada musim. Debit air sungai yang sumber airnya berasal hanya dari hujan, pada musim hujan debit air sungai lebih besar dibandingkan waktu musim kemarau. Demikian pula dengan tinggi muka air pada musim kemarau jelas berbeda dengan tinggi muka air pada musim penghujan, hal ini disebabkan oleh curah hujannya. Ketinggian muka air sungai disuatu lokasi tertentu merupakan salah satu informasi yang diperlukan dalam pengelolaan sumber daya air. Beberapa manfaat yang didapatkan dari kondisi ini adalah untuk mengetahui kemampuan suatu segmen sungai dalam menampung air hujan dan bermanfaat dalam mengendalikan banjir di musim hujan serta untuk ketersediaan air pada musim kemarau [1].

Salah satu sungai yang dipengaruhi oleh curah hujan yaitu Sungai Cambajawa. Sungai ini masuk dalam Karst Bantimurung yang berada pada wilayah Karst Maros-Pangkep yang khas dengan bukit-bukit menjulang menyerupai menara dan merupakan salah satu dari karst terluas di dunia selain karst di Cina Selatan. Karst Bantimurung merupakan bagian dari gugusan Karst Maros yang terletak di Desa Tukamasea Kecamatan Bantimurung Kabupaten Maros. Sungai Cambajawa merupakan salah satu

sungai yang berada pada kawasan karst ini. Keberadaan sungai ini sangat penting bagi masyarakat sekitar. Sungai ini merupakan sumber irigasi untuk persawahan milik warga.

Penelitian ini mengkaji aliran Sungai Cambajawa dengan metode RDF yaitu *Lyne & Holick Algoritm.* Berdasarkan beberapa hasil penelitian ditemukan bahwa diantara enam metode RDF, *Lyne & Holick Algoritm* memberikan hasil aliran dasar yang relatif lebih baik dibandingkan dengan metode lainnya [2][3][4].

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara tinggi muka air dan debit aliran pada aliran Sungai Cambajawa, dan mempelajari hasil pemisahan aliran dasar (*Baseflow*) Sungai Cambajawa menggunakan metode *RDF*, serta untuk menganalisis persentase dari aliran dasar (*baseflow*) pada aliran Sungai Cambajawa pada tiap kejadian banjir .

II. LANDASAN TEORI (JIKA DIPERLUKAN)

Aliran dasar (*baseflow*) terjadi ketika air hujan meresap ke dalam tanah sampai mencapai ambang batas jenuh dan waktu yang diperlukan air bawah tanah (*groundwater*) untuk melepas air ke sungai. Aliran dasar ini juga sering disebut dengan aliran musim kering. Hal tersebut dikarenakan pada saat musim kering pun aliran ini masih tetap berlangsung. Aliran dasar berasal dari air hujan yang terinfiltrasi dan masuk ke dalam sub DAS menjadi cadangan air tanah dan perlahan-lahan akan mengalir keluar bergabung dengan aliran sungai [5]. Aliran dasar berguna dalam suplai air dalam jangka panjang yang menjaga air tetap ada di sungai sepanjang waktu. *Baseflow* teramati sebagai debit di sungai ketika musim kemarau jika tidak terjadi hujan.

Metode pemisahan aliran dasar umumnya membagi aliran menjadi aliran cepat dan aliran dasar menggunakan pemisahan otomatis berbasis waktu. Alternatif lain dalam teknik pemisahan aliran dasar selain menggunakan metode grafik yaitu dengan menggunakann metode filter. Metode filter ini juga tidak mempertimbangkan proses fisik yang terjadi selama kejadian limpasan (*run off*) dalam memisahkan aliran dasar. Tujuan dari metode filter ini adalah untuk menghasilkan suatu proses berulang dan sederhana dalam memperkirakan aliran dasar dengan seluruh data debit sungai. Salah satu contoh pemodelan metode filter yang dapat digunakan dalam memperkirakan aliran dasar adalah *Recursive Digital Filter* (RDF).

RDF digunakan untuk menganalisis debit yang akan memisahkan antara *baseflow* dan *direct run off*. Data yang dibutuhkan saat menjalankan metode *Recursive Digital Filter* adalah data debit terukur tiap harian. Beberapa metode *Recursive Digital Filter* yang telah diterapkan untuk kelancaran data hidrografi antara lain: (1) *One parameter algorithm*, (2) *Boughton two-parameter algorithm*, (3) IHACRES (*three-parameter algorithm*), (4) BFLOW (*Lynie & Holick algorithm*), (5) *Chapman algorithm*, (6) EWMA filter.

Lyne dan Hollick menjelaskan bahwa persamaan (1) digunakan untuk mencari nilai *quickflow* pada hari ke-i dengan menggunakan satu parameter sebagai berikut [6].

$$q_{f(i)} = \alpha q_{f(i-1)} + \frac{1+\alpha}{2}(q_{(i)} - q_{(i-1)}) \quad (1)$$

keterangan:

$q_{f(i)}$: nilai *quick flow* pada hari ke-i
$q_{f(i-1)}$: nilai *quick flow* pada hari sebelumnya
$q_{(i)}$: nilai debit pada hari ke-i
$q_{(i-1)}$: nilai debit pada hari sebelumnya
α : merupakan parameter filter

Selanjutnya, nilai *baseflow* (q_b) dapat dihitung dari hasil selisih antara nilai debit (q) dengan nilai *quickflow* (q_f) seperti pada persamaan (2).

$$q_b = q - q_f \quad (2)$$

keterangan:

q_b : nilai *baseflow*
q : nilai debit total
q_f : nilai *quick flow*

Persamaan (1) hanya menggunakan satu parameter filter yaitu *α*. Nilai *α* yang dapat direkomendasikan untuk debit harian yakni 0,925 [6].

Parameter *α* didapatkan dari metode *trial and error* dengan ketentuan dari nilai parameter ini adalah $0 \leq \alpha < 1$. Metode *trial and error* dilakukan dengan memasukkan nilai parameter secara manual pada metode *Lyne & Hollick* dengan cara coba-coba sampai didapatkan hasil grafik yang bagus antara debit tertukur dan terhitung. Pengoptimalan nilai parameter dihentikan apabila garis pada grafik antara pemodelan aliran dasar (debit terhitung) saling berhimpit dengan aliran sungai (debit terukur). Meskipun hanya menggunakan satu parameter *α* grafik yang dihasilkan cukup baik karena nilai sentivitas dari parameter tersebut cukup tinggi sehingga dapat menghasilkan grafik yang fleksibel artinya dapat memisahkan antara *baseflow* dengan debit total saat periode penghujan. Ketika musim kemarau menghasilkan garis yang saling berhimpitan ketika tidak ada hujan yang jatuh.

III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan data debit air Sungai Cambajawa Dusun Bunga Eja Kecamatan Bantimurung Kabupaten Maros. Data yang digunakan adalah data sekunder dari Tahun 1990-2015; berupa: (1) data debit ukur; (2) data tinggi muka air; (3) data curah hujan.

Teknik analisis data yang digunakan yaitu *Rating Curve* dan analisis regresi. *Rating curve* dapat diperoleh dengan sejumlah pengukuran yang terencana dan pembuatannya untuk mencari hubungan antara debit aliran dengan tinggi muka air. Data tinggi muka air dapat digunakan untuk mengetahui besar debit air dengan menggunakan persamaan hubungan antara debit air dan tinggi muka air. *Rating curve* ini dibuat dengan membuat grafik dengan sumbu x yaitu tinggi muka air dan sumbu y yaitu debit aliran.

Analisis regresi dilakukan untuk menganalisis hubungan tinggi muka air dan debit aliran serta untuk mengetahui nilai konstanta regresi yang digunakan pada algoritma *Lyne-Hollick.* Analisis ini menggunakan persamaan:

$$R = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})(P_i - \bar{P})}{\sqrt{\left[\left\{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2\right\}\left\{\sum_{i=1}^{n}(P_i - \bar{P})^2\right\}\right]}}$$

Hidrograf digunakan untuk menggambarkan hubungan antara debit terhadap waktu. Hidrograf dapat memberikan informasi jumlah, waktu, dan besar debit aliran kejadian banjir selama waktu penelitian. Hidograf terdiri dari dua

sumbu x dan sumbu y. Sumbu x merupakn waktu harian selama satu tahun, sedangkan sumbu y merupakan besarnya nilai debit aliran pada suatu waktu.

Pemisahan aliran dasar adalah salah satu metode untuk memisahkan komponen aliran sungai menjadi komponen aliran dasar dan aliran langsung. Pemisahan aliran dasar dan aliran langsung dilakukan menggunakan metode *Recursive Digital Filter* dengan persamaan *Lyne & Hollick Algoritm:*

$$q_{f(i)} = \alpha q_{f(i-1)} + \frac{1+\alpha}{2}(q_{(i)} - q_{(i-1)})$$

selanjutnya, nilai *baseflow* (q_b) dapat dihitung dari hasil selisih antara nilai debit (q) dengan nilai *quickflow* (q_f) seperti pada persamaan:

$$q_b = q - q_f$$

Penentuan persentase aliran dasar menggunakan persamaan persentase yaitu:

$$\%q_b = \frac{q_b}{q}\ x\ 100\%$$

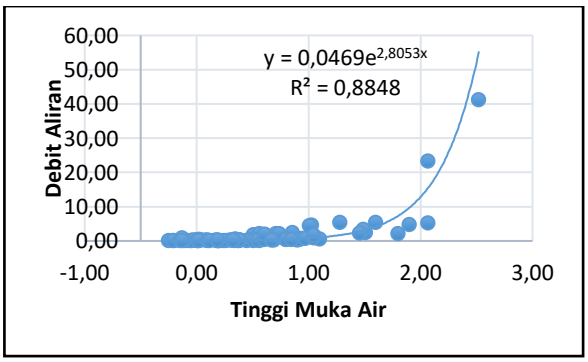
keterangan:

$\%q_b$ = persentase aliran dasar
q_b = aliran dasar
q = aliran total

dengan kata lain persentasi aliran dasar merupakan perbandingan dari besar aliran dasar dan aliran total pada sungai Cambajawa.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis regresi hubungan Tinggi Muka Air dan Debit Aliran Sungai Cambajawa selama 25 tahun yang diperoleh dari Dinas Sumber Daya Air Cipta Karya dan Tata Ruang Sulawesi selatan menunjukkan hubungan secara ekponensial dengan persamaan garis $y = 0{,}046e^{2{,}805x}$ dengan nilai konstanta regresi sebesar 0,827. Berdasarkan nilai konstanta regresi menunjukkan bahwa tinggi muka airan debit aliran Sungai Cambajawa memiliki hubungan langsung positif baik. Hubungan langsung positif baik berarti semangin tinggi nilai tinggi muka air maka nilai debit aliran juga akan meningkat secara eksponensial.



Gambar 1. Grafik Hubungan Tinggi Muka Air dan Debit Aliran

Berdasarkan Gambar 1 *Rating Curve*, menunjukkan hubungan antara tinggi muka air dan debit pada Sungai Cambajawa. Lengkung aliran dibuat berdasarkan data pengukuran aliran yang dilaksanakan pada muka air dan waktu yang berbeda-beda.

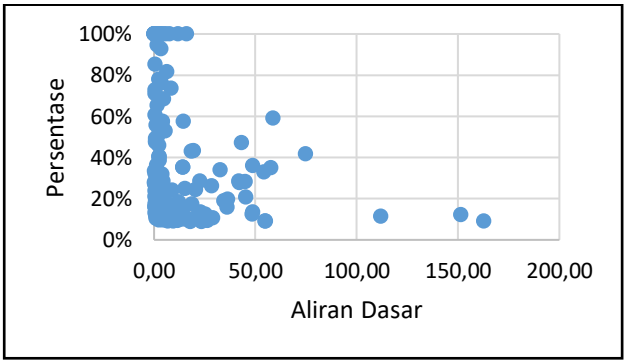
Sesuai atau tidaknya model matematis regresi sederhana dengan data yang digunakan dapat ditunjukkan dengan mengetahui besarnya nilai R [7]. Koefisien determinasi menunjukkan seberapa jauh kesalahan dalam memperkirakan besaran y (debit) dapat direduksi dengan menggunakan informasi yang dimiliki variabel x (tinggi muka air). Model persamaan regresi dianggap sempurna apabila nilai R =1. Dengan kata lain nilai R merupakan petunjuk kevalidan suatu data dimana jika 0,8 < R < 1.

Untuk mengetahui hubungan antara debit dan tinggi muka air , maka dibuat model matematika dalam bentuk regresi non linier, dengan tinggi muka air sebagai variabel tak bebas, dan debit sebagai variabel bebas [8].

Berdasarkan persamaan yang diperoleh dari hubungan antara tinggi muka air dan debit aliran pada Sungai Cambajawa menyebabkan nilai debit dengan mudah diprediksi hanya dengan menggunakan data tinggi muka air. Debit aliran kemudian ditampilkan dalam bentuk hidrograf satuan sehingga kejadian banjir akan lebih mudah diidentifikasi. Kejadian banjir ditandai dengantitik puncak pada hidrograf yang berbeda dengan titik pada umumnya.

Pemisahan aliran dasar dengan menggunakan metode *Recursive Digital Filter* (RDF) dengan algoritma *Lyne-Hollick* yaitu memisahkan komponen aliran menjadi aliran langsung terlebih dahulu kemudian dengan menggunakan persemaan yang sederhana aliran langsung ini diubah menjadi aliran dasar yaitu aliran total dikurangi dengan aliran langsung. Algoritma *Lyne-Hollick* ini menggunakan satu parameter yaitu parameter α (alfa). Hidograf aliran yang dihasilkan memberikan informasi kejadian puncak-puncak debit aliran yang diidentifikasi menjadi kejadian banjir.

Hasil identifikasi kejadian banjir pada 26 tahun (1990-2015) diperoleh bahwa terdapat 184 kejadian banjir terbesar. Setiap kejadian banjir memiliki tinggi muka air dan debit aliran yang berbeda-beda. Debit aliran banjir maksimum terjadi tanggal 5 Pebruari 1999 dengan debit sebesar 1800,349 dan tinggi muka air sebesar 3,77 m serta besar aliran dasar sebesar 162,814 m^3/s .Sedangkan debit aliran banjir minimum terjadi 19 Januari 2001 dengan debit sebesar 0,145 m^3/s dan tinggi muka air sebesar 0,41 serta besar aliran dasar sebesar 0,145 m^3/s.



Gambar 2. Grafik Persentase Aliran Dasar pada Kejadian Banjir

Berdasarkan Gambar 2 persentase aliran dasar pada kejadian banjir berbeda dengan persentase aliran tahunan. Rata-rata persentase aliran banjir berada dibawah 40% sedangkan rata-rata persentase debit aliran tahunan diatas 90%. Persentase aliran dasar minimum kejadian bajir yaitu sebesar 9% pada 30 November 1993. Hal ini mengindikasikan bahwa DAS Cambajawa belum menambah pasokan komponenaliran dasar dalam sungai, sementara

pasokan aliran aliran langsung pada permukaan sungai menjadi dominan saat kejadian banjir. Beberapa kejadian banjir terjadi pada fase I yaitu pada akhir musim hujan yang terindikasi pada kecilnya nilai curah hujan. Hal ini menyebabkan persentase aliran dasar pada kejadian banjir tersebut sebesar 100%.

Aliran dasar pada setiap kejadian banjir menjadi komponen minoritas akan tetapi persentasi aliran dasar akan mengalami peningkatan setelah kejadian banjir. Hal ini ditandai dengan meningkatnya nilai persentase aliran sehari setelah kejadian banjir. Peningkatan secara derastis ini mengakibatkan bentuk dari hidograf satuan pada tiap kejadian banjir sangat curam yang artinya pelepasan aliran terjadi sangat cepat dan kempuan DAS untuk menyimpan aliran sangat kurang. Semakin curam bentuk hidograf maka penyimpanan aliran akan semakin kecil atau kemampuan DAS untuk mengalirkan air sungai sangat besar.

V. KESIMPULAN

Pemisahan aliran dasar sungai Camba Jawa dengan metode RDF dapat disimpulkan sebagai berikut.

a) Tinggi muka air dan debit aliran Sungai Cambajawa memiliki hubungan langsung positif baik secara eksponensial dengan nilai konstanta regresi sebesar 0,826.
b) Hasil pemisahan aliran dasar menggunakan metode *Recursive Digital Filter* dengan Algoritma *Lyne Hollick* dipengaruhi oleh besar nilai debit aliran total pada hari sebelumnya serta aliran total pada hari tersebut selain itu juga dipengaruhi oleh aliran langsung pada hari sebelumnya.
c) Persentase aliran dasar pada kejadian banjir berbeda dengan persentase aliran tahunan. Persentase aliran banjir berada dibawah 40%. Hal ini mengindikasikan bahwa DAS Cambajawa belum menambah pasokan komponen aliran dasar dalam sungai, sementara pasokan aliran langsung pada permukaan sungai menjadi dominan saat kejadian banjir.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Kantor Dinas SDA (Sumber Daya Air) Cipta Karya dan Tata Ruang Provinsi Sulawesi Selatan bagian Hidrologi, atas kesediaannya menerima dan membantu peneliti dalam hal pengambilan data yang digunakan dalam penelitian ini.

PUSTAKA

[1] M. Arsyad, H. Pawitan, P. Sidauruk, and E. I. K. Putri, Analisis Ketersediaan Air Sungai Bawah Tanah Dan Pemanfaatan Berkelanjutan Di Kawasan Karst Maros Sulawesi Selatan (*Analysis of Underground River Water Availability and Its Sustainable uses at Karst Maros Area in South Sulawesi*), *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 2014, 21(1), pp. 8-14.

[2] Indarto, and E. Novita, Studi tentang Pemisahan Aliran Dasar: Perbandingan Metode Grafis dan Filter, *Prosiding Seminar Nasional PERTETA*, 2015, pp. 1-20.

[3] D. Riastuti, Indarto, and E. Novita, Studi Pendahuluan Pemisahan *Baseflow*: Studi Kasus 6 Metode RDF (*Recursive Digital Filter*) di Wilayah UPT PSDA Lumajang, Jawa Timur. *Jurnal Berkah Ilmiah Teknologi Pertanian*, 2015, pp. 1-6.

[4] F. Zahroni, Indarto, and E. Novita, Studi Pendahuluan Pemisahan *Baseflow*: Studi Kasus 6 Metode RDF (*Recursive Digital Filter*) di Wilayah UPT PSDA Pasuruan, Jawa Timur, *Balai Ilmiah Teknologi Pertanian*, 2014, pp. 1-6.

[5] Indarto, S. Wahyuningsih, and I. Affandi, Karasteristik Hidro-Meteorologi Das-das di UPT Psaws Bondoyuno-Mayang: Aplikasi Statistik untuk Analisis Data Rentang Waktu, *Journal Water Recaurces Research*, 2010, pp. 35-46.

[6] V. Lyne, and M. Hollick, Stochastic Timevariable Rainfall-Runoff Modelling, *Hydrology and Water Resources Symposium Institution of Engineers National Conference Publication, 1979*, pp. 89-92.

[7] C. Asdak, *Hidrologi dan pengelolaan daerah aliran sungai*, Gadjah Mada Univercity Press, 2017.

[8] Supadi, Model Regresi *Rating Curve* Stasiun Awlr Jurug antara Tinggi Muka Air dan Debit pada Sungai Bengawan Solo. *Jurnal Jurusan Teknik Sipil Universitas Diponegoro*, 2006, Vol. 4, No. 2, pp. 179-189.