



Kajian Karakteristik Aliran Sungai Serang di AWLR Bendungan Kulonprogo Berdasarkan Pemodelan Hidrologi HEC-HMS

Si'ta Romadhoniastri, Nur Ayumi, Fahima Ulumia, Nur Azkiyatuz Zahro, Rezis Rahayuli, Rizky Wahyudi, Dimas Maula Hayat, Mohammad Pramono Hadi*

Departemen Geografi Lingkungan, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada, Indonesia

Article Info

Article History

Submitted 2021-12-03

Revised 2022-05-08

Accepted 2022-07-07

Keywords

Flow Characteristics,
Modelling, HEC-HMS

Abstrak

HEC HMS merupakan salah satu aplikasi pemodelan yang dapat digunakan untuk memodelkan nilai limpasan harian maupun bulanan berdasarkan karakteristik DAS. Tujuan penelitian ini adalah 1) Mengkaji karakteristik fisik DAS Serang yang direpresentasikan oleh nilai *curve number* (CN) 2) Mengkaji karakteristik aliran yang berupa debit puncak, volume *outflow*, dan waktu puncak dari hidrograf banjir terukur dengan hasil pemodelan menggunakan HEC-HMS. Nilai CN ditentukan menggunakan metode SCS-CN. Analisis hidrograf banjir dilakukan menggunakan HEC-HMS meliputi perhitungan presipitasi menggunakan *gage weight*, volume *runoff* menggunakan SCS CN, *direct runoff* menggunakan SCS-UH, dan baseflow menggunakan *constant monthly*. Hasil penelitian menunjukkan CN pada tahun 2019 memiliki nilai 83 pada kondisi AMC I. Hasil kalibrasi menunjukkan nilai objective function dengan metode Peak-Weighted RMS Error cukup baik yaitu sebesar 2.2% dengan selisih antara debit puncak simulasi dan observasi yang nilainya masing-masing adalah 21.2 m³/s dan 21.6 m³/s. Secara keseluruhan, hasil uji statistik validasi diketahui bahwa model HEC-HMS menghasilkan hidrograf model yang sangat baik dilihat dari nilai NSE, R² dan PBIAS.

Abstract

HEC HMS is a modeling application that can be used to model daily and monthly runoff values based on watershed characteristics. The objectives of this study are 1) to examine the physical characteristics of the Serang watershed which is represented by the curve number (CN) 2) to examine the flow characteristics in the form of peak discharge, outflow volume, and peak time of the flood hydrograph measured by modeling results using HEC-HMS. The CN value is determined using the SCS-CN method. Flood hydrograph analysis was performed using HEC-HMS including calculation of precipitation using *gage weight*, volume *runoff* using SCS CN, *direct runoff* using SCS-UH, and baseflow using *constant monthly*. The results showed that CN in 2019 had a value of 83 under AMC I conditions. The calibration results showed that the objective function value with the Peak-Weighted RMS Error method was quite good, namely 2.2% with the difference between the simulation peak discharge and the observation, each of which was 21.2 m³/s and 21.6 m³/s. Overall, the results of the statistical validation test show that the HEC-HMS model produces a very good hydrograph model seen from the NSE, R² and PBIAS values.

* Address: Bulaksumur, Caturtunggal, Kec. Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55281
 E-mail: mphadi@ugm.ac.id

PENDAHULUAN

Permasalahan yang sering terjadi dalam perencanaan hidrologi adalah adanya keterbatasan data seperti data yang tidak lengkap (Cahyono dan Adidarma, 2019). Salah satu cara untuk mengetahui karakteristik aliran tersebut dapat menggunakan pemodelan. Model hujan aliran adalah salah satu cara yang digunakan untuk memprediksi nilai limpasan harian maupun bulanan yang didasarkan pada karakteristik DAS, data hujan, dan evapotranspirasi pada DAS (Fadhli dkk., 2016). Salah satu pemodelan yang sering digunakan dalam kajian hidrologi adalah pemodelan HEC-HMS (*Hydraulic Engineering Center-Hydrologic Modelling System*). Pemodelan HEC-HMS didesain untuk mensimulasikan proses hujan-aliran pada suatu sistem DAS yang dapat digunakan pada kondisi geografis yang bervariasi (*US Army Corps of Engineers*, 2018). Pemodelan tersebut mencakup banyak analisis hidrologi seperti penentuan debit banjir, waktu banjir, volume banjir, dan sebagainya. Dasar dari pemodelan HEC-HMS adalah karakteristik DAS seperti morfometri DAS, jenis tanah, dan juga penggunaan lahan/tutupan lahan.

Beberapa hasil analisis yang dihasilkan oleh pemodelan HEC-HMS tersebut sangat berguna untuk pengelolaan dan perencanaan hidrologi seperti pengendalian banjir. Volume aliran, debit puncak, dan waktu puncak merupakan informasi yang sangat penting dalam pengendalian banjir. Karakteristik aliran seperti debit juga dapat digunakan untuk mengetahui potensi sumberdaya air dalam DAS (Munajad dan Suprayogi, 2015). Oleh karena itu dilakukan penelitian pada wilayah kajian Daerah Aliran Sungai Serang agar dapat mengetahui kondisi hidrologi, terutama kaitannya dengan karakteristik aliran..

DAS Serang mempunyai titik outlet yaitu di AWLR Bendungan yang menjadi acuan dalam pembatasan DAS dan penentuan data-data yang digunakan dalam pemodelan. DAS Serang termasuk salah satu DAS yang mempunyai peran penting di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta karena menjadi sumber input air Waduk Sermo, jalur irigasi sampai ke Kecamatan Kalibawang, dan juga tempat sedimentasi sampai ke muara (Ayuningtyas dkk, 2018). Selain itu, keberadaan *Yogyakarta International Airport* (YIA) yang berada di bagian hilir dari DAS Serang menyebabkan peran DAS Serang semakin penting sehingga diperlukan pengelolaan lingkungan khususnya di bidang hidrologi yang perlu direncanakan dengan baik. Untuk itu dilakukan penelitian yang mempunyai beberapa tujuan antara lain:

- 1) Mengkaji karakteristik fisik DAS Serang yang direpresentasikan oleh nilai *curve number* (CN)
- 2) Mengkaji karakteristik aliran yang berupa debit puncak, volume *outflow*, dan waktu puncak dari hidrograf banjir terukur dengan hasil pemodelan menggunakan HEC-HMS.

METODE

Model HEC-HMS

Model HEC-HMS yang diterapkan pada DAS Serang adalah terdiri dari empat komponen, yaitu model cekungan (menggambarkan daerah aliran sungai fisik dan topologi jaringan sungai), model meteorologi (simulasi curah hujan), data debit, dan data time-series (Suprayogi, 2021). Pemodelan berisi komponen pemodelan yang menggambarkan penyimpanan permukaan, limpasan permukaan, aliran dasar, dan routing saluran (USACE 2018). Model basin dibuat di ArcGIS menggunakan ekstensi HEC-GeoHMS, sehingga menghasilkan skema DAS seperti pada Gambar 5.

Informasi DAS dan data meteorologi digabungkan untuk mensimulasikan respon hidrologi. Beberapa parameter, data, dan sumber data yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1. Nilai-nilai ini diambil dengan mempertimbangkan jenis tanah yang menonjol di daerah tangkapan air. Data debit yang digunakan merupakan data debit jam-jaman yang berasal dari data AWLR (*Automatic Water Level recorder*) Waduk Sermo dengan beberapa kejadian hujan.

Penentuan Nilai Curve Number (CN) dengan SCS-CN

Metode perhitungan limpasan (*runoff*) pada pemodelan HEC-HMS ini menggunakan metode perhitungan dari *Soil Conservation Service* (SCS) *curve number* (CN). Metode SCS-CN memperkirakan kelebihan curah hujan sebagai fungsi dari curah hujan kumulatif, penutup tanah, penggunaan lahan/tutupan lahan, jenis tanah, dan kelembaban tanah (Feldman, 2000). Penentuan CN menggunakan pendekatan kelompok hidrologi tanah atau *Hydrologic Soil Group* (HSG), karakteristik penggunaan lahan/tutupan lahan dan kelengasan tanah.

Penentuan nilai CN melalui beberapa langkah, di antaranya menentukan klasifikasi tanah secara hidrologi, menentukan jenis penggunaan lahan/tutupan lahan berdasarkan peta penggunaan lahan/tutupan lahan, menghitung nilai CN pada kondisi normal, serta menghitung nilai CN pada kondisi kering dan basah (Halwatura & Najim, 2013). Langkah terakhir ditentukan oleh

Tabel 1. Parameter, Data, dan Sumber Data Penelitian

Parameter	Data	Sumber Data
Tinggi muka air sungai (AWLR)	Data TMA per jam AWLR Bendungan tahun 2019	BBWS Serayu Opak
Debit aliran sungai	Data TMA per jam AWLR Bendungan tahun 2019	BBWS Serayu Opak
Curah hujan harian	Data curah hujan Stasiun Kokap, Borrow Area dan Plaosan tahun 2019	BBWS Serayu Opak
Tutupan lahan	Citra Landsat 8 tahun 2019	USGS <i>Earth Explorer</i>
Jenis tanah	Data jenis tanah DAS Serang	Peta jenis tanah DAS Serang skala 1:50.000 dari penelitian Lakshmi, 2011
Morfometri DAS	Data DEM	Tanah Air Indonesia

kondisi kelembaban tanah atau *Antecedent Moisture Condition* (AMC) (McCuen, 1982 dalam Suprayogi, 2021).

Analisis Hidrograf Banjir Model HEC-HMS

Analisis hidrograf banjir dalam pemodelan HEC-HMS ditampilkan berdasarkan hidrograf terukur dan hidrograf model. Parameter model yang digunakan, yaitu sebagai berikut:

Presipitasi Model Gage Weight

Model *gage weight* digunakan untuk input data curah hujan hasil perekaman dan non perekaman. Metode ini digunakan pada hasil rekaman data curah hujan jam-jaman (USACE, 2021). Metode ini menggunakan indeks kedalaman atau tebal hujan yang ditetapkan untuk setiap gage dan sub DAS, masing-masing mempunyai satu hyetograph.

Volume Runoff Model SCS-CN

Perhitungan limpasan model SCS-CN dapat ditunjukkan pada persamaan berikut:

$$Pe = \dots\dots\dots(1)$$

Persamaan 1 menunjukkan akumulasi kedalaman hujan efektif/ketebalan *surface runoff* dalam mm (Pe). Pada persamaan tersebut, P adalah tebal hujan sesaat/hujan harian (mm), sedangkan S merupakan retensi potensial maksimum air oleh tanah.

$$S = - 254 \text{ (mm)} \dots\dots\dots(2)$$

Persamaan 2 menunjukkan hubungan antara nilai penyimpanan maksimum air oleh tanah (S) dengan karakteristik DAS berupa nilai CN.

Direct Runoff Model SCS Unit Hydrograph

Unit hidrograf dalam model SCS pada HEC-HMS membutuhkan catatan curah hujan deret waktu yang ditentukan dengan nilai Tp dan Qp melalui persamaan berikut:

$$Qp = C \dots\dots\dots(3)$$

Pada persamaan 3, A adalah daerah aliran air dan C merupakan konversi tetap. Waktu pun-

cak (Tp) terkait jangka waktu unit dari kelebihan hujan.

$$Tp = + tlag \dots\dots\dots (4)$$

Berdasarkan persamaan 4, t adalah jangka waktu kelebihan hujan dan tlag merupakan perbedaan waktu antara pusat massa dari kelebihan curah hujan dan puncak dari Unit Hidrograf. Jika nilai t kurang dari 29%, maka tlag harus digunakan (USACE, 1998).

$$tlag = \dots\dots\dots(5)$$

Pada persamaan 5, L adalah panjang sungai utama (ft), Y adalah kemiringan DAS (%), dan S adalah retensi potensial maksimum air oleh tanah.

Baseflow Model Constant Monthly

Penentuan *baseflow* pada pemodelan HEC-HMS ini menggunakan metode konstan bulanan untuk perhitungan selanjutnya. Metode *baseflow* konstan bulanan memungkinkan spesifikasi arus dasar yang konstan untuk setiap bulan dalam setahun (USACE, 2021).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Morfometri DAS Serang

Lokasi penelitian terletak pada koordinat 07°43'40" s.d. 07°55'30" LS dan 110°03'49" s.d. 110°13' 50"BT. DAS Serang dengan *outlet* tinjauan berada di AWLR Bendungan memiliki luas sebesar 129.254 km². Berdasarkan pengolahan data DEM dengan menggunakan perangkat ArcGIS melalui analisis hidrologi, dapat dihasilkan informasi mengenai morfometri DAS seperti kemiringan lereng, kerapatan drainase, dan orde sungai. Adapun informasi mengenai kerapatan drainase dapat dipengaruhi oleh skala yang digunakan dalam penelitian. DAS Serang memiliki kemiringan rata-rata sebesar 10.967%. Rata-rata kerapatan drainase di DAS Serang sebesar 0.257 km/km². Selanjutnya, sungai utama yang mengalir pada

DAS Serang yaitu sungai Serang dengan panjang sungai utama sebesar 13.046 km.

Hasil Penentuan CN

Kondisi Tutupan Lahan di DAS Serang Tahun 2019

Informasi mengenai kondisi tutupan lahan DAS Serang diperoleh dari hasil klasifikasi terbimbing dengan metode *maximum likelihood* pada citra Landsat 8. Klasifikasi tutupan lahan dilaksanakan dengan mengacu pada SNI 7645-1:2014 pada skala 1:50.000, sehingga diperoleh 6 jenis tutupan lahan yaitu tegalan, kebun, sawah, belukar, tubuh air, dan permukiman. Klasifikasi yang telah diproses kemudian divalidasi secara *image to image* menggunakan citra Google Earth (Atika, 2015). Berdasarkan Tabel 2., kondisi tutupan lahan di DAS Serang tahun 2019 didominasi oleh tegalan yaitu dengan persentase luas sebesar 29.887% dari luas keseluruhan DAS. Dominasi tutupan lahan berupa tegalan akan mengakibatkan terjadinya peningkatan aliran permukaan sehingga akan meningkatkan nilai CN. Kondisi ini disebabkan karena tutupan lahan berupa tegalan memiliki karakteristik yang buruk untuk meresapkan air hujan yang turun (Sudarmanto, 2013). Selanjutnya, tutupan lahan berupa permukiman memiliki persentase luas terendah yaitu sebesar 0.764% dari luas keseluruhan DAS.

Tabel 2. Luas Tutupan Lahan di DAS Serang Tahun 2019

Tutupan Lahan	Luas (Km ²)	Persentase Luas(%)
Tegalan	38.630	29.887
Kebun	46.648	36.090
Sawah	22.091	17.091
Belukar	19.329	14.954
Tubuh Air	1.569	1.214
Permukiman	0.988	0.764
Jumlah	129.254	100

Sumber : Hasil Olah Data, 2021

Jenis Tanah (Tekstur Tanah)

Tanah menjadi salah satu aspek dari karakteristik fisik DAS yang dapat mempengaruhi hidrologi DAS, serta sebagai produk hasil interaksi dari 5 faktor yakni materi dasar, topografi, biotik, iklim, dan waktu. Peta jenis tanah DAS

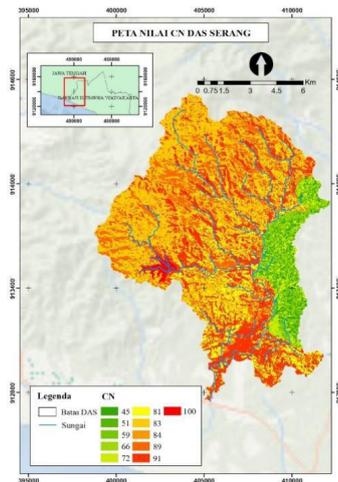
Serang skala 1 : 50.000 menunjukkan bahwa jenis tanah yang terdapat di DAS Serang meliputi tanah regosol, litosol, latosol, mediteran, dan grumusol, dengan jenis tanah yang dominan adalah tanah litosol dan latosol. Berdasarkan data jenis tanah di DAS Serang, diketahui bahwa terdapat 3 tekstur tanah yaitu pasir, geluh berlempung, dan lempung berat. Ketiga tekstur tanah tersebut dapat diklasifikasikan menjadi 2 kelompok hidrologi tanah yakni kelompok hidrologi tanah A dan D. Adapun kelompok hidrologi tanah di DAS Serang didominasi oleh kelompok hidrologi tanah D. Kelompok hidrologi tanah D memiliki karakteristik seperti kemampuan infiltrasi yang paling rendah, sangat berpotensi menghasilkan aliran yang tinggi, serta tergolong tanah *impreviuous* dan kapasitas retensi air tinggi (Benandito, 2017).

Kondisi Kelengasan Tanah Sebelumnya atau Antecedent Moisture Condition (AMC)

Analisis mengenai karakteristik aliran di DAS Serang memerlukan parameter berupa AMC. AMC berfungsi untuk mengetahui kondisi kelembaban tanah karena hujan yang turun 5 hari sebelumnya. Analisis karakteristik aliran di DAS Serang didasarkan pada analisis karakteristik aliran tahun 2019 dengan menggunakan input beberapa kejadian hujan. Berdasarkan Tabel 6., kondisi AMC di DAS Serang berdasarkan beberapa kejadian hujan tergolong ke dalam klasifikasi AMC I. Kondisi AMC I mengindikasikan bahwa tanah dalam keadaan kering, namun tidak sampai pada titik layu (Lakshmi, 2011). Kondisi AMC I terjadi apabila jumlah hujan 5 hari sebelumnya kurang dari 36 mm. Selanjutnya, parameter AMC akan berpengaruh terhadap hasil perhitungan nilai CN wilayah.

CN Wilayah

Nilai CN wilayah diperoleh berdasarkan hasil overlay antara peta tutupan lahan, peta tekstur tanah, dan kondisi kelembaban wilayah. Nilai CN wilayah di DAS Serang tahun 2019 disajikan pada Gambar 1. Berdasarkan peta sebaran spasial nilai CN wilayah di DAS Serang tahun 2019, dapat diperoleh hasil bahwa nilai CN wilayah DAS Serang tertinggi bernilai 100 dan terendah bernilai 45 (Gambar 1.). Semakin tinggi nilai CN mengindikasikan bahwa hujan yang jatuh semakin minim terserap oleh tanah sehingga akan menjadi limpasan permukaan (*surface runoff*) (Suprayogi, 2021).



Gambar 1. Peta Sebaran CN DAS Serang Tahun 2019

Sumber : Hasil Olah Data, 2021

Analisis Hidrograf Banjir Model HEC-HMS

DAS Serang dalam HEC-HMS dimodelkan dengan 2 *subbasin* (subDAS) yaitu subDAS bagian hulu dan subDAS bagian hilir. Kedua subDAS dihubungkan dengan adanya *junction* (persimpangan) dan diteruskan kembali dengan adanya *reach* (penggal sungai) sehingga berakhir di *outlet* DAS (Gambar 2.). *Outlet* DAS berada di AWLR Bendungan yang juga merupakan stasiun pengukuran duga air.



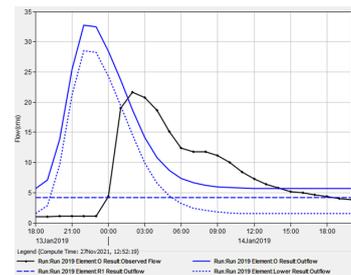
Gambar 2. Model Konseptual Hidrologi DAS Serang di Wates

Sumber : Hasil Olah Data, 2021

Pemodelan hidrograf banjir dengan HEC-HMS di DAS Serang dilakukan berdasarkan beberapa pasangan data hujan dan debit tahun 2019 yang membentuk puncak hidrograf tunggal

. Data hujan dan debit tersebut merupakan data dengan interval per jam. Terdapat 6 pasangan data yang digunakan dalam pemodelan seperti pada Tabel 3.

Sebelum menjalankan model, berbagai parameter masukan terlebih dahulu ditentukan, dengan hasil nilai parameter awal untuk masing-masing subDAS ditunjukkan pada Tabel 4. Berdasarkan nilai parameter ini, dilakukan *running* model untuk data tanggal 13 Januari 2019 pukul 18.00 hingga 14 Januari 2019 pukul 20.00 dengan hasil seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Hidrograf Model Sebelum Kalibrasi

Sumber : Hasil Olah Data, 2021

Hidrograf banjir hasil pemodelan tanggal 13 Januari 2019 - 14 Januari 2019 memiliki debit puncak sebesar 32.7 m³/s, volume aliran sebesar 8.50 mm dan waktu puncak pada tanggal 13 Januari tahun 2019 pukul 22.00. Hasil ini cukup jauh berbeda dengan data observasi yang memiliki debit puncak sebesar 21.6 m³/s, volume aliran sebesar 6.01 mm dan waktu puncak pada tanggal 14 Januari tahun 2019 pukul 02.00. Oleh karena itu, dilakukan kalibrasi model untuk mengurangi perbedaan tersebut.

Kalibrasi dilakukan berdasarkan metode *trial error* (coba ulang) dengan mengubah nilai parameter model hingga diperoleh selisih yang kecil antara hasil simulasi dan data observasi. Beberapa parameter yang nilainya diubah dan hasil nilai optimalnya tertera pada Tabel 5. Hasil hidrograf simulasi yang telah terkalibrasi memiliki bentuk yang lebih mirip dengan hidrograf banjir terukur (Gambar 4). Hal ini ditandai dengan selisih yang kecil antara debit puncak simulasi dan observasi yang nilainya masing-masing adalah 21.2 m³/s dan 21.6 m³/s. Selisih ini menjadikan hasil kalibrasi memiliki nilai *objective function* dengan metode *Peak-Weighted RMS Error* cukup baik yaitu sebesar 2.2%. Dalam hal ini, perbedaan besar debit puncak lebih diutamakan, daripada 2 karakteristik aliran lain (Tabel 6).

Tabel 3. Kejadian Hujan DAS Serang Tahun 2019

Kejadian Hujan	Keterangan
13 Januari 2019, 18:00 - 14 Januari 2019, 20:00	Data Kalibrasi
17 Januari 2019, 19:00 - 18 Januari 2019, 23:00	Data Validasi
22 Januari 2019, 15:00 - 23 Januari 2019, 21:00	Data Validasi
15 Maret 2019, 19:00 - 16 Maret 2019, 22:00	Data Validasi
07 Desember 2019, 17:00 - 08 Desember 2019, 18:00	Data Validasi
27 Desember 2019, 12:00 - 28 Desember 2019, 14:00	Data Validasi

Sumber : Hasil Olah Data, 2021

Tabel 4. Parameter Awal HEC-HMS

Parameter Model HEC-HMS	DAS SERANG				
	Bagian Hulu		Bagian Hilir		
<i>Subbasin Area</i>	Luas DAS (km ²)	94.662	34.593		
<i>Loss Method</i>	Initial Abstraction (mm)	0.40655	0.47134		
	Nilai CN	83.11	80.93		
<i>Transform Method</i>	SCS UH (min)	89.454	143.5624244		
<i>Routing</i>	Lag (min)	143.5624244			
<i>Baseflow</i>	<i>Constant Monthly (m³/s)</i>	Januari	4.2	Januari	1.5
		Februari	2.5	Februari	0.9
		Maret	5	Maret	1.8
		April	1.2	April	0.4
		Mei	0.6	Mei	0.2
		Juni	0.3	Juni	0.1
		Juli	0.04	Juli	0.01
		Agustus	0.2	Agustus	0.06
		September	0.4	September	0.1
		Oktober	0.4	Oktober	0.1
		November	0.3	November	0.1
		Desember	0.4	Desember	0.1

Sumber : Hasil Olah Data, 2021

Tabel 5. Hasil Optimalisasi Parameter Hidrograf Model

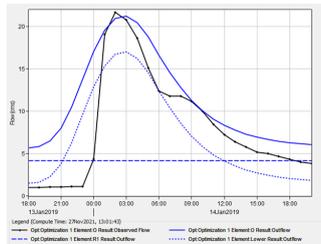
Elemen	Parameter	Unit	Nilai Awal	Nilai Optimalisasi
SubDAS bagian hulu	SCS CN - Curve Number		87	80.72
	SCS CN - Initial Abstraction	mm	0.55	0.76
	SCS UH - Lag Time	menit	300	414.02
SubDAS bagian hilir	CS CN - Initial Abstraction	mm	0.6	1.17
	SCS UH - Lag Time	menit	200	365.60
<i>reach</i> (penggal sungai)	Lag - Lag	menit	200	414.02

Sumber : Hasil Olah Data, 2021

Tabel 6. Hasil Objective Function Hidrograf Model

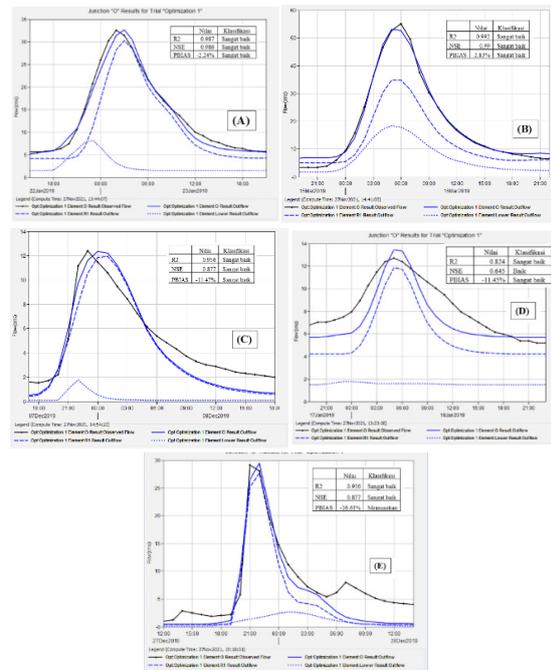
Ukuran	Hasil Model	Data Terukur	Perbedaan	Persen Perbedaan
Volume (mm)	8.32	6.01	2.31	38.50
Debit Puncak	21.2	21.6	-0.5	-2.2
Waktu Puncak	14 Januari 2019, 03:00	14 Januari 2019, 02:00		

Sumber : Hasil Olah Data, 2021



Gambar 4. Hidrograf Model Setelah Kalibrasi
Sumber : Hasil Olah Data, 2021

Hasil kalibrasi model selanjutnya divalidasi untuk menguji kekokohnya. Validasi dilakukan dengan 3 uji statistik yaitu NSE (*Nash Sutcliff Efficiency*), R^2 (*Coefficient of Determination*), PBIAS (*Percent Bias*) (Namara *et al.*, 2020). Secara keseluruhan, hasil validasi model menunjukkan nilai yang hampir sama dengan data observasi lapangan, yang mana hasil uji statistik model HEC-HMS menghasilkan hidrograf model yang sangat baik dilihat dari nilai NSE, R^2 dan PBIAS. Hasil uji statistik validasi pada 22 Januari 2019, 15 Maret 2019, dan 07 Desember 2019, menunjukkan nilai $R^2 > 0,9$; $NSE > 0,8$; serta $PBIAS < 15\%$; yang artinya hasil tersebut tergolong sangat baik, sedangkan hasil uji statistik validasi pada 17 Januari 2019 dan 27 Desember 2019, menunjukkan bahwa nilai NSE tergolong baik ($> 0,6$) untuk validasi 17 Januari 2019 dan nilai PBIAS tergolong memuaskan ($> 26\%$) untuk validasi 27 Desember 2019 (Gambar 5.). Oleh karena itu, hidrograf banjir hasil pemodelan HEC-HMS dapat digunakan sebagai metode dalam mengamati debit banjir di DAS kajian serta dapat digunakan dalam membantu pengelolaan lingkungan utamanya terkait dengan analisis hidrologi.



Gambar 5. Hasil Validasi (A) 22 Januari 2019, (B) 15 Maret 2019, (C) 07 Desember 2019, (D) 17 Januari 2019 dan (E) 27 Desember 2019
Sumber : Hasil Olah Data, 2021

KESIMPULAN

Nilai CN di DAS Serang pada tahun 2019 didominasi oleh nilai CN sebesar 83 yang termasuk kategori relatif tinggi. Hasil ini menunjukkan bahwa kondisi DAS Serang di tahun 2019 didominasi oleh tutupan lahan berupa tegalan sehingga air hujan yang jatuh tidak sepenuhnya meresap ke dalam tanah melainkan menjadi limpasan permukaan.

Hidrograf banjir hasil pemodelan tanggal 13 Januari 2019 - 14 Januari 2019 memiliki debit puncak sebesar 32.7 m³/s, volume aliran sebesar 8.50 mm dan waktu puncak pada tanggal 13 Januari tahun 2019 pukul 22.00. Hasil pemodelan hidrograf banjir menunjukkan nilai yang sangat baik dengan *objective function* sebesar 2,31 untuk selisih debit puncak 0,5.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini merupakan bagian dari tugas untuk Kuliah Kerja Lapangan (KKL) III yang diselenggarakan oleh Departemen Geografi Lingkungan, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada. Kami mengucapkan terima kasih kepada semua dosen yang terlibat.

DAFTAR PUSTAKA

- Atika, R., & Sudaryatno, S. (2015). Aplikasi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis untuk Estimasi Debit Puncak Kaitannya dengan Banjir di DAS Bogowonto. *Jurnal Bumi Indonesia*, 4(2), 129-138.
- Ayuningtyas, E., Ilma, A., Yudha, R. (2018). Pemetaan Erodibilitas Tanah dan Korelasinya terhadap Karakteristik Tanah di DAS Serang, Kulonprogo. *Jurnal Nasional Teknologi Terapan*, 2 (1)
- Benandito, D. (2017). Prediksi Debit DAS Progo dengan Model HEC-HMS. *Tesis*. Program Studi Teknik Pertanian, Universitas Gadjah Mada.
- Cahyono, C., Adidarma, W. (2019). Influence Analysis of Peak Rate Factor in the Flood Events Calibration Process Using HEC-HMS. *Modeling Earth System and Environment*, 2019, 5:1705-1722
- Fadhli, R. A., Sujatmoko, B., dan Sutikno, S. (2017). Perbandingan Penggunaan Data Hujan Lapangan dan Data Hujan Satelit untuk Analisis Hujan-Aliran Menggunakan Model IHACRES. *Proceedings Annual Civil Engineering Seminar*, 1, 213-220
- Feldman, A.D. (2000). *Hydrologic Modeling System HEC-HMS, Technical Reference Manual*. U.S. Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center, HEC, Davis, CA, USA.
- Halwatura, D. dan Njim, M.M.M. (2013). Application of the HEC-HMS model for runoff simulation in a tropical catchment. *Environmental Modelling & Software*, 46, 155-162
- Lakshmi, P.S. (2011). Prediksi Volume Aliran Langsung dan Debit Puncak Menggunakan Metode *Soil Conservation Service-Curve Number* di DAS Serang Kabupaten Kulonprogo. *Skrripsi*. Program Studi Geografi Lingkungan. Universitas Gadjah Mada
- Munajad, R. dan Suprayogi, S. (2015). Kajian Hujan-Aliran Menggunakan Model HEC-HMS di Sub Daerah Aliran Sungai Wuryantoro, Wonogiri, Jawa Tengah. *Jurnal Bumi Indonesia*, 4 (1)
- Namara, W., Damise, T., dan Tufa, F. (2020). Rainfall Runoff Modeling Using HEC-HMS : The Case of Awash Bello Sub-Catchment, Uper Awash Basin, Ethiopia. *Internal Journal of Environment*, 1(1), 9-19.
- Sudarmanto, A., Buchori, I., Sudarno. (2013). Analisis Kemampuan Infiltrasi Lahan Berdasarkan Kondisi Hidrometeorologis dan Karakteristik Fisik DAS Pada Sub DAS Kreo Jawa Tengah. *Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan 2013, Semarang*, ISBN 978-602-17001-1-2, 175-182.
- Suprayogi, S., dan Latifah, R. (2021). HEC-HMS Model for Urban Flood Analysis in Belik River, Yogyakarta, Indonesia. *ASEAN Journal on Science and Technology for Development*, 38(1), 15-20.
- Triatmodjo, B. (2014). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta : Beta Offset
- [USACE] (US Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center). (2018). *Hydrologic modeling system HEC-HMS user's manual version 4.3*. Davis: US Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center.
- [USACE] (US Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center). (2021). *Hydrologic Modeling System HEC-HMS User's Manual Version 4.8*. Davis, CA: US Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center.