

Analisis Pengaruh Pembagian Sub-DAS Terhadap Debit Puncak dengan Menggunakan *Software* HEC-HMS

**Widya Aristiani¹⁾
Dyah Indriana Kusumastuti²⁾
Dwi Joko Winarno³⁾
Endro Prasetyo Wahono⁴⁾**

Abstract

Way Besai, located in Sumber Jaya, Lampung Barat has a wide basin, therefore it can be segmented into several sub-basins. Watershed segmentation in Way Besai were made to find out if there is peak discharge difference when calculating peak discharge in different sub-basin. The HEC-HMS model is a numerical hydrology model developed by the Hydrologic Engineering Center (HEC) of the US Army Corps Of Engineers.

In this study, there are 3 basin segmentation, which is 5 sub-basins, 11 sub-basins and 25 sub-basins. The method used in the HEC-HMS software is the user weighted measurement method for calculating precipitation, the SCS curve number method for calculating runoff volume, the SCS unit hydrograph method for calculating direct runoff, the monthly constant method for calculating baseflow, and the muskingum method for routing calculations. The result shows that the more amount of sub-basins segmentation, the more peak discharge will be generated.

Keywords : Way Besai, HEC-HMS, Basin, Sub-Basins, Peak Discharge

Abstrak

Sungai Way Besai yang terletak pada kecamatan Sumberjaya, kabupaten Lampung Barat memiliki DAS yang cukup besar sehingga DAS tersebut dapat dibagi dalam beberapa Sub-DAS. Pembagian jumlah Sub-DAS di sungai Way Besai dilakukan untuk mengetahui apakah terjadi perbedaan nilai debit puncak pada saat dilakukan perhitungan debit puncak pada beberapa jumlah sub-DAS yang berbeda. Model HEC-HMS merupakan model hidrologi numerik yang dikembangkan oleh *Hydrologic Engineering Center (HEC)* dari *US Army Corps Of Engineers*.

Pada penelitian ini dilakukan 3 pembagian sub-DAS yaitu pembagian 5 sub-DAS, 11 sub-DAS, dan 25 sub-DAS. Metode yang dilakukan pada *software* HEC-HMS yaitu metode *user gage weighting* untuk perhitungan *precipitation*, metode *SCS curve number* untuk perhitungan *volume runoff*, metode *SCS unit hydrograph* untuk perhitungan *direct runoff*, metode *constant monthly* untuk perhitungan *baseflow*, dan metode *muskingum* untuk perhitungan *routing*. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah pembagian sub-DAS semakin besar nilai debit puncak yang dihasilkan.

Kata kunci : Way Besai, HEC-HMS, DAS, Sub-DAS, Debit Puncak.

¹⁾ Mahasiswa pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung.

²⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung.

³⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung.

⁴⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sungai merupakan penampung dan penyalur alamiah aliran air yang mempunyai fungsi utama sebagai penampung curah hujan dan mengalirkannya sampai ke laut (Soewarno 2013). Sungai Way Besai yang terletak pada kecamatan Sumberjaya, kabupaten Lampung Barat memiliki DAS yang cukup besar sehingga DAS tersebut dapat dibagi dalam beberapa Sub-DAS. Luas DAS sangat berhubungan erat dengan debit aliran banjir. Pembagian DAS menjadi Sub-DAS bertujuan untuk mempermudah perhitungan karena dari Sub-DAS tersebut dapat diketahui luas area setiap sub das dalam hektar (Mawasta 2015). Jumlah pembagian DAS menjadi beberapa Sub-DAS juga dapat mempengaruhi nilai debit puncak banjir pada DAS tersebut. Perhitungan debit puncak banjir diperlukan untuk mengantisipasi banjir yang akan terjadi. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh jumlah Sub-DAS terhadap debit puncak banjir.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Hidrologi

Hidrologi adalah ilmu yang mempelajari tentang terjadinya, peredaran dan penyebaran, sifat dan hubungan air yang berkaitan dengan lingkungan dan makhluk hidup. Perencanaan dan operasi bangunan air, pembangkit listrik tenaga air, penyediaan air untuk berbagai keperluan, transportasi air, dan drainase adalah beberapa contoh aplikasi penerapan ilmu hidrologi (Triadmodjo 2008).

2.2. Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah aliran sungai (DAS) adalah daerah tangkapan hujan dimana biasanya sungai memperoleh air. Dengan demikian DAS dapat dipandang sebagai suatu unit kesatuan wilayah tempat air hujan menjadi aliran permukaan dan mengumpulkan ke sungai menjadi aliran sungai. Garis batas antara DAS ialah punggung permukaan bumi yang dapat memisahkan dan membagi air hujan menjadi aliran permukaan masing-masing DAS. Setiap DAS besar merupakan gabungan dari beberapa sub DAS (Soewarno 2013).

2.3. Hidrometri

Hidrometri dapat didefinisikan sebagai suatu ilmu pengetahuan yang mempelajari pengukuran air pada siklus hidrologi atau ilmu tentang pengumpulan dan pemrosesan data dasar untuk analisa hidrologi.

2.4. Hidrograf

Hidrograf (*hydrograph*) adalah suatu grafik yang menunjukkan hubungan antara tinggi muka-air (*stage*) atau tma, debit (*discharge, flow, streamflow*), kecepatan (*velocity*) atau karakteristik aliran air terhadap waktu. Debit menyatakan volume aliran air per satuan waktu tertentu.

2.5. Debit

Debit air sungai adalah tinggi permukaan air sungai yang terukur oleh alat ukur permukaan air sungai. Pengukurannya dilakukan tiap hari, atau dengan pengertian yang lain debit atau aliran sungai adalah laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang sungai per satuan waktu. Dalam sistem satuan SI besarnya debit dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik (m^3/dt).

2.6. Analisis Frekuensi

Analisis frekuensi dapat diterapkan pada data debit sungai atau data hujan (Triadmodjo 2008). Tahapan analisis frekuensi hujan dapat dijabarkan sebagai berikut :

1. Mencari data hujan, kemudian diurutkan dan dicari nilai terbesar dari data hujan rerata tersebut.
2. Hitung besaran statistik data yang bersangkutan ($\bar{X}$, s , C_v , C_s , C_k).
3. Menentukan jenis distribusi sebaran

Distribusi probabilitas yang sering dipakai dalam analisis hidrologi yaitu distribusi Normal, Log Normal, Gumbel dan Log Pearson III.

2.8. GIS

Sistem Informasi Grafis atau *Geographic Information system* (GIS) adalah sistem informasi yang berbasis komputer yang dirancang agar dapat bekerja dengan menggunakan data yang memiliki informasi spasial berdasarkan dengan kondisi bumi. Teknologi GIS menghubungkan operasi umum database dengan kemampuan visualisasi dan analisa unik yang dimiliki oleh pemetaan.

2.9. HEC-HMS

Model HEC-HMS merupakan program komputer untuk menghitung pengalihragaman hujan dan proses *routing* pada suatu sistem DAS. Model yang terdapat dalam HEC-HMS dapat digunakan untuk menghitung volume *runoff*, *direct runoff*, *baseflow* dan *channel flow*.

Tabel 1. Metode Simulasi pada HEC – HMS

No.	Model	Metode
1	<i>Precipitation</i>	<i>User hyetograph</i> <i>User gage weighting</i> <i>Inverse-distance gage weights</i> <i>Gridded precipitation</i> <i>Frequency storm</i> <i>Standard project storm</i>
2	<i>Volume runoff</i>	<i>Innitial and constant-rate</i> <i>SCS curve number</i> <i>Gridded SCS curve number</i> <i>Green and Ampt</i> <i>Deficit and constant rate</i> <i>Soil moisture accounting</i> <i>Gridded SMA</i>
3	<i>Direct runoff</i>	<i>User-specified unit hydrograph (UH)</i> <i>Clark's UH</i> <i>Snyder's UH</i> <i>SCS UH</i> <i>Modclark</i> <i>Kinematic wave</i>
4	<i>Baseflow</i>	<i>Constant monthly</i> <i>Exponential recession</i> <i>Linear reservoir</i>

Tabel 1. Metode Simulasi pada HEC – HMS (Lanjutan)

No.	Model	Metode
5	<i>Routing</i>	<i>Kinematic wave</i> <i>Lag</i> <i>Modified Puls</i> <i>Muskingum</i> <i>Muskingum-Cunge Standard Section</i> <i>Muskingum-Cunge 8- point section</i>

Sumber :(U.S. Army Corps of Engineers 2000)

3. METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi penelitian

Lokasi penelitian ini berada di DAS Way Besai yang berlokasi di Kecamatan Sumber Jaya, Kabupaten Lampung Barat, Provinsi Lampung.



Gambar 1. Daerah Aliran Sungai Way Besai

3.2.Data yang Digunakan

Data yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain data titik koordinat lokasi penelitian, data curah hujan, data debit, data RTRW (Rancangan Tata Ruang Wilayah) Provinsi Lampung, dan data SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*).

3.3. Alat yang Digunakan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah komputer yang dilengkapi dengan *software Microsoft Office*, *Global Mapper* (Marbel 2019) dan HEC-HMS (U.S. Army Corps of Engineers 2015).

3.4. Pelaksanaan Penelitian

Langkah pelaksanaan dilakukan dengan membagi kegiatan kedalam tahapan-tahapan berikut:

1. Pengumpulan data
2. *Generate* DAS dan membagi das menjadi 5 Sub DAS, 11 Sub DAS, dan 25 Sub DAS dengan *software* GIS
3. Melakukan analisis frekuensi data hujan
4. Melakukan analisis frekuensi data debit
5. Perhitungan parameter-parameter yang dibutuhkan *software* HEC-HMS
6. Permodelan dengan HEC – HMS

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Hujan

Sungai Way Besai memiliki 2 stasiun hujan yang terdiri dari stasiun hujan R 275 Fajar Bulan dan R 233 Purajaya. Data hujan yang digunakan meliputi data curah hujan harian dengan periode tahun 1977 sampai dengan tahun 2015.

4.2. Hujan Rancangan

Hujan rancangan adalah hujan harian daerah maksimum yang mungkin terjadi selanjutnya digunakan untuk perhitungan debit banjir rancangan (*flood design*). Hujan rancangan kala ulang tertentu dibutuhkan sebagai input HEC-HMS.

4.2.1. Curah Hujan Rata-rata Harian Maksimum

Data curah hujan rata-rata harian maksimum tahunan DAS Way Besai stasiun hujan R 275 Fajar Bulan dan R 233 Purajaya.

4.2.2. Pemilihan Jenis Sebaran

Berdasarkan hasil curah hujan rata-rata harian maksimum diatas maka dapat dihitung parameter statistiknya, bahwa distribusi *Log Pearson III*.

4.2.3. Perhitungan curah hujan rancangan

Nilai C_s diperoleh berdasarkan perhitungan diatas adalah 1,0864, maka nilai k dapat dihitung menggunakan tabel distribusi *Log Pearson III* (Triadmodjo 2008) .

4.3. Debit Banjir Rancangan

Pembandingan antara debit terukur dan debit hasil dari HEC-HMS dapat menggunakan debit banjir rancangan, selain itu dapat digunakan sebagai pengkalibrasi parameter dalam program. Berikut langkah-langkah perhitungan debit banjir rancangan.

4.3.1. Penyiapan Data Debit

Data debit terukur yang digunakan adalah data debit 15 tahun untuk menghitung debit banjir kala ulang. Data dimulai dari tahun 1986-2000.

4.3.2. Pemilihan Jenis Sebaran

Data debit banjir rancangan dihitung menggunakan distribusi *Log Pearson III* merupakan jenis distribusi yang tepat digunakan. Parameter-parameter statistik yang diperlukan oleh distribusi *Log Pearson III* adalah harga rata-rata ($\bar{X}$), standar deviasi (S), koefisien kemencengan (C_s), data digambarkan pada kertas probabilitas (Soemarto 1987).

4.3.3. Perhitungan Debit Banjir Rancangan

Pembandingan antara debit terukur dan debit hasil dari HEC-HMS dapat menggunakan debit banjir rancangan, selain itu dapat digunakan sebagai pengkalibrasi parameter dalam program. Data debit terukur yang digunakan adalah data debit 15 tahun untuk menghitung debit banjir kala ulang. Data dimulai dari tahun 1986-2000. Parameter-parameter statistik yang diperlukan oleh distribusi *Log Pearson III* adalah Harga rata-rata($\bar{X}$), Standar deviasi (S), Koefisien kemencengan (C_s), Data digambarkan pada kertas

probabilitas, Plotting persamaan garis teoritis Selanjutnya dilakukan pengujian dengan Chi-kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov. Koefisien skewness (C_s) untuk menentukan nilai k dari data debit (Soemarto 1987).

Tabel 2. Perhitungan Debit Banjir Rancangan Kala Ulang Tertentu

Periode	log x	s*log x	Cs	k	Y	X (Q) (m ³ /s)
2	1,9054	0,2619	0,5104	-0,0842	1,8938	78,3036
5	1,9054	0,2619	0,5104	0,8072	2,0163	103,8274
10	1,9054	0,2619	0,5104	1,3231	2,0872	122,2443
25	1,9054	0,2619	0,5104	1,9126	2,1683	147,3200
50	1,9054	0,2619	0,5104	2,3151	2,2236	167,3378
100	1,9054	0,2619	0,5104	2,7674	2,2858	193,0920

4.4. Analisis Data Spasial

Analisis data spasial DAS Way Besai meliputi pembentukan aliran sungai, pembentukan batas DAS dan Sub DAS serta pembentukan Peta Tata Guna Lahan.

4.4.1. Penentuan Batasan DAS

Dalam penentuan batas DAS dari data *SRTM* digunakan 2 program grafis, yaitu *Global Mapper* dan *SIG*. Pada penentuan batas DAS Way Besai dibagi menjadi 5 Sub DAS, 11 Sub DAS, dan 25 Sub DAS.

4.4.2. Tata Guna Lahan

Tata guna lahan adalah suatu upaya dalam merencanakan penggunaan lahan dalam suatu kawasan yang meliputi pembagian wilayah untuk pengkhususan fungsi-fungsi tertentu, misalnya fungsi pemukiman, perdagangan, pertanian, dsb. Peta tata guna lahan Das Way Besai didapat berdasarkan data Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Provinsi Lampung. Peta tata guna lahan DAS Way Besai dapat dilihat pada Gambar 2.



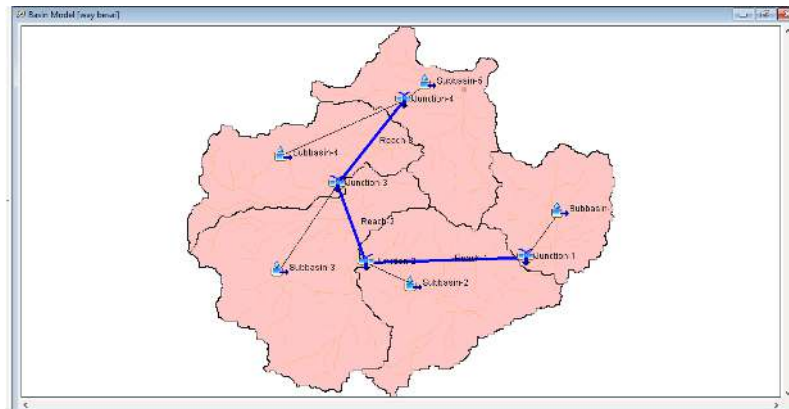
Gambar 2. Tutupan Lahan DAS Way Besai

Dari data RTRW Provinsi Lampung, diketahui bahwa DAS Way besai memiliki empat jenis tutupan lahan yaitu kawasan padang rumput, kawasan pertanian, kawasan kehutanan dan kawasan pemukiman.

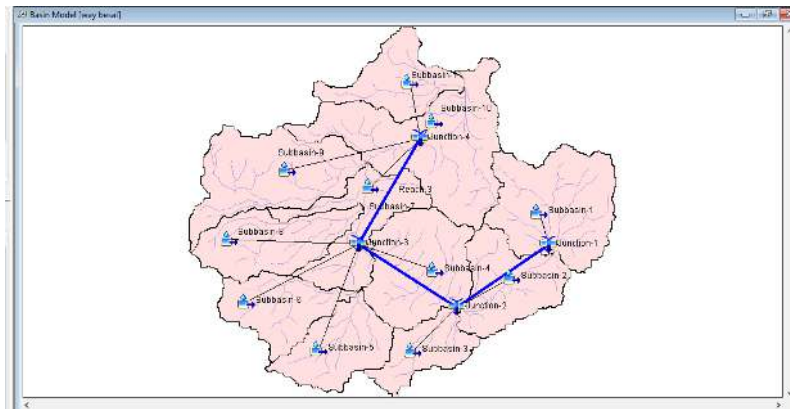
4.5. Input Data HEC-HMS

4.5.1. Data *Basin Model*

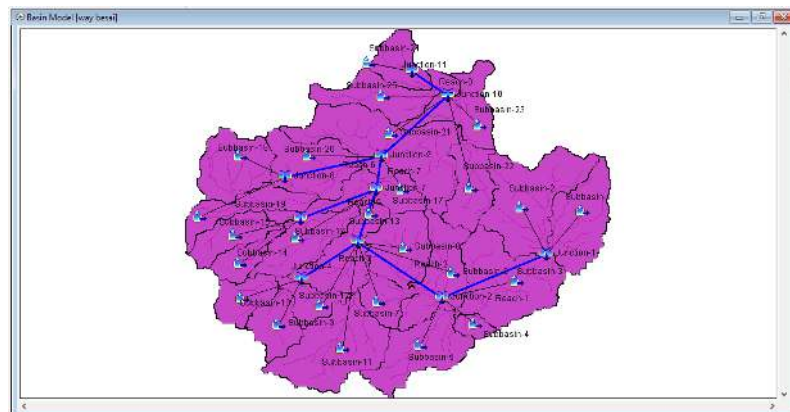
Langkah awal yang dilakukan dalam proses pemodelan adalah penggambaran objek. Penggambaran objek yang dilakukan seperti pada Gambar 3, 4, dan 5.



Gambar 3. Basin Model 5 Sub DAS pada *software* HEC-HMS



Gambar 4. Basin Model 11 Sub DAS pada *software* HEC-HMS



Gambar 5. Basin Model 25 Sub DAS pada *software* HEC-HMS

Setelah selesai penggambaran objek, selanjutnya diisi parameter awal yaitu *area*, *loss method* menggunakan *SCS curve number*, *transform method* menggunakan *SCS unit hydrograph* dan *routing* menggunakan *muskingum*. Parameter tersebut diisi dengan rincian sebagai berikut :

4.5.1.1. Area

DAS Way Besai dibagi menjadi 5 SubDAS, 11 SubDAS, dan 25 SubDAS sehingga luasan yang di *inputkan* pada *basin model* berbeda-beda tergantung dengan banyak nya pembagian subDAS.

4.5.1.2. Curve Number (CN)

Perhitungan berdasarkan dengan nilai tata guna lahan dan tipe tanah. Nilai CN dihitung berdasarkan dengan nilai tata guna lahan dan tipe tanah pada masing-masing daerah. Nilai CN yang di *inputkan* pada masing-masing *basin model* berbeda karena luasan masing-masing pembagian DAS berbeda. Nilai CN di-*inputkan* pada *toolbar Parameter* melalui perintah *Loss*.

4.5.1.3. Time Lag

Perhitungan untuk nilai *time lag* (*Tlag*) yang digunakan pada penelitian ini dihitung dengan menggunakan rumus SCS. Nilai *Time Lag* di-input melalui *toolbar Parameter* pada perintah *Loss* berbeda pada masing masing *basin model*.

4.5.1.4. Routing

Parameter untuk metode *muskingum* yaitu nilai *k* dan *x*. Parameter tersebut didapatkan melalui proses kalibrasi manual. Nilai yang didapatkan ditunjukkan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Parameter *Routing*

Kala Ulang	Parameter <i>Routing</i>	
	K	X
2 Tahun	2	0,25
5 Tahun	2	0,25
10 Tahun	3	0,25
25 Tahun	3	0,25
50 Tahun	20	0,25

4.5.2. Data Meteorologic Model

Meteorologic model dapat dibuat dengan prosedur yang sama seperti pembuatan *basin model* yaitu dengan cara pilih menu *Component - Meteorologic Model Manager*. Data yang dimasukkan yaitu data hujan rancangan.

4.5.3. Data Deret Berkala (*Time Series*)

Tahapan data *Time-Series* merupakan input data hujan dan data debit sebagai kontrol dari hasil *running*. Prosedur pembuatan data *Time Series* dapat dilakukan dengan klik *Components – Time-Series Data – Precipitation Gages* dan *Discharge Gages*.

4.6. Pemodelan Hujan dengan HEC-HMS

Penelitian ini melakukan 3 kali proses *running* dikarenakan menggunakan 3 *basin model* yang berbeda. Proses *running* program juga dilakukan pada kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun dan 100 tahun. Parameter yang digunakan pada setiap melakukan *running* tetap sama. Parameter – parameter yang digunakan antara lain *loss method* menggunakan *SCS curve number*, *baseflow method* menggunakan *recession* dan *routing* menggunakan *Muskingum*. Hasil dari program HEC-HMS yang akan ditampilkan merupakan bagian hilir dari setiap *basin model*. Hasil analisa debit puncak pada *junction* terakhir pada setiap *basin model* merupakan outlet pada DAS Way Besai sehingga hasilnya dapat dibandingkan dengan data debit terukur. Analisis terhadap nilai debit puncak banjir yang dihasilkan oleh HEC-HMS menggunakan *direct runoff* metode SCS UH yaitu dengan cara menghitung deviasi antara debit banjir HEC-HMS dengan data debit terukur. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. Deviasi debit banjir pada Pembagian 5 Sub DAS

Kala Ulang	HEC-HMS Pembagian 5 Sub DAS		Terukur	Deviasi (%)
	Waktu Puncak (Tp)	Debit Puncak (Qp) (m3/s)	Debit Puncak (Qp) (m3/s)	
2	24/07/1992	56	78,3036	28,4835
5	02/10/1996	81,3	103,8274	21,6970
10	13/10/1997	119	122,2443	2,6539
25	21/11/2000	212,2	147,3200	44,0402
50	02/01/2002	231,2	167,3378	38,1636
100	17/01/2003	276,8	193,0920	43,3514
Deviasi rata-rata				29,7316

Tabel 5. Deviasi debit banjir pada Pembagian 11 Sub DAS

Kala Ulang	HEC-HMS Pembagian 11 Sub DAS		Terukur	Deviasi (%)
	Waktu Puncak (Tp)	Debit Puncak (Qp) (m3/s)	Debit Puncak (Qp) (m3/s)	
2	20/07/1992	110	78,3036	40,4789
5	02/10/1996	124,8	103,8274	20,1995
10	13/10/1997	136,4	122,2443	11,5798
25	21/11/2000	232,1	147,3200	57,5482
50	02/01/2002	250,4	167,3378	49,6374
100	17/01/2003	304,1	193,0920	57,4897
Deviasi rata-rata				39,4889

Tabel 6. Deviasi debit banjir pada Pembagian 25 Sub DAS

Kala Ulang	HEC-HMS Pembagian 25 Sub DAS		Terukur	Deviasi (%)
	Waktu Puncak (Tp)	Debit Puncak (Qp) (m3/s)	Debit Puncak (Qp) (m3/s)	
2	20/07/1992	250	78,3036	219,2701
5	25/09/1996	250	103,8274	140,7842
10	20/09/1998	250	122,2443	104,5085
25	21/11/2000	265,8	147,3200	80,236
50	02/12/2001	250	167,3378	49,3984
100	25/12/2002	250	193,0920	29,3984
Deviasi rata-rata				103,9761

Berdasarkan perhitungan nilai deviasi debit banjir antara pembagian 5 sub DAS, 11 sub DAS, dan 25 sub DAS semakin banyak pembagian sub DAS yang dilakukan semakin besar nilai deviasi yang dihasilkan.

5. Kesimpulan

Hasil dari pemodelan HEC-HMS dengan membagi DAS 3 pembagian Sub DAS didapatkan nilai deviasi 29,7316% pada 5 Sub DAS, 39,4889 % pada 11 Sub DAS, dan 103,9761 % pada 25 Sub DAS .

Hasil dari pemodelan HEC-HMS dengan membagi DAS 3 pembagian Sub DAS didapatkan hasil yang menunjukkan bahwa pembagian Sub DAS sangat berpengaruh pada nilai debit pada penelitian ini. Semakin banyak Sub DAS semakin besar pula nilai debit yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Marbel, B., 2019. Global Mapper Getting Started Guide, 25.
- Mawasta, H., 2015. *Analisis Potensi Wilayah Penyebab Banjir DAS Opak dengan Memanfaatkan Pengindraan Jauh dan Sistem Informasi Geografis*. Surakarta.
- Soemarto, C., 1987. *Hidrologi Teknik*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Soewarno, 2013. *Hidrometri dan Aplikasi Teknosabo dalam Pengelolaan Sumber Daya Air*. Pertama. Yogyakarta: Graha ilmu.
- Triadmodjo, B., 2008. *Hidrologi Terapan*. 1st ed. Yogyakarta: Beta Offset Yogyakarta.
- U.S. Army Corps of Engineers, 2000. Hydrologic Modeling System Technical Reference Manual. *Hydrologic Modeling System HEC-HMS Technical Reference Manual*, (March), 148.
- U.S. Army Corps of Engineers, 2015. Hydrologic Modeling System HEC-HMS: application guide. *US Army Corps of Engineers*, (March), 158.