

# PENELUSURAN WAKTU PERJALANAN BANJIR DARI HULU KE HILIR SUNGAI CODE SEBAGAI PERTIMBANGAN EARLY WARNING SISTEM

Oleh: Muchamad Arif Budiyanto<sup>1</sup>

**ABSTRAK:** Banjir yang sering terjadi di beberapa bagian belahan dunia termasuk Indonesia merupakan peristiwa alam yang tidak dapat dicegah. Peristiwa banjir merupakan akibat dari berbagai sebab misalnya hujan deras dan lama serta kondisi daerah yang tidak mampu menahan air hujan akan menimbulkan aliran permukaan yang besar. Bila palung sungai tidak mampu lagi menampung aliran permukaan yang besar maka terjadilah banjir.

Dalam penelusuran banjir dikenal berbagai macam metode penelusuran banjir, salah satunya adalah metode yang terdapat dalam software HEC-HMS. Pada penelitian ini, dilakukan penelusuran banjir sungai Code di Yogyakarta. Metode yang digunakan dalam penelitian penelusuran ini adalah metode yang terdapat dalam software HEC-HMS, yaitu metode Muskingum.

Penelitian ini diujikan parameter-parameter sungai tersebut jika DAS Code diberi hujan rerata dua puluh tahunan untuk penelitian banjir dua puluh tahunan. Dihadirkan kejadian banjir dua puluh tahunan diketahui waktu perjalanan (travel time) banjir dua puluh tahunan dari hulu ke hilir selama empat jam.

**Kata Kunci:** Banjir, Early Warning Sistem

## 1. PENDAHULUAN

Sungai merupakan sumber air yang terpenting dan manfaatnya dibutuhkan oleh seluruh lapisan masyarakat, baik secara langsung maupun tak langsung. Pengaturan sungai pada dasarnya adalah upaya untuk memperoleh manfaat sebesar-besarnya dan mengurangi kerusakan atau kerugian sampai sekecil-kecilnya, akibat fenomena alam terkait dengan perilaku sungai.

Banjir yang sering terjadi di beberapa bagian belahan dunia termasuk Indonesia, merupakan peristiwa alam yang tidak dapat dicegah. Peristiwa banjir merupakan akibat dari berbagai sebab. Misalnya hujan deras dan lama serta kondisi daerah pengaliran sungai yang tidak mampu menahan air hujan, akan menimbulkan aliran permukaan yang besar. Bila palung sungai tidak mampu lagi menampung aliran permukaan yang besar, terjadilah banjir.

Dalam penelusuran banjir dikenal berbagai macam metode, salah satunya adalah metode yang terdapat dalam software HEC-HMS. Pada penelitian ini dilakukan analisis penelusuran waktu perjalanan banjir dari hulu ke hilir Sungai Code. Sehingga dengan hasil tersebut dapat digunakan untuk analisis awal penanggulangan banjir disekitar sungai Code.

### 1.1. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan penelusuran hidrograf banjir DAS Code menggunakan software HEC-HMS. Hasil penelitian ini diharapkan bermanfaat untuk analisis awal penanggulangan banjir disekitar sungai Code. Sehingga informasi tersebut sangat berguna untuk meyakinkan keputusan penetapan *early warning* banjir Sungai Code.

<sup>1)</sup> adalah staf pengajar Program Studi Teknik Sipil Universitas Cokroaminoto Yogyakarta

## 1.2. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, diambil batasan-batasan untuk mengarahkan penelitian dengan model software HEC-HMS dalam penelusuran banjir DAS Code. Batasan-batasan masalah tersebut adalah sebagai berikut :

1. lokasi penelitian adalah DAS Code, Provinsi D.I. Yogyakarta pada ruas sungai antara stasiun AWLR Pogung (hulu) dan stasiun AWLR Kaloran (hilir).
2. data penelitian yang dipakai adalah data sekunder.
3. Cabang sungai setelah AWLR Pogung diabaikan.
4. Pengaruh adanya *Lateral Inflow* tidak dilakukan analisis secara mendetail atau teliti.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Keseimbangan Air

Menurut Sri Harto (2000), siklus hidrologi secara umum mengikuti hukum konservasi masa dimana selalu berlaku keseimbangan antara jumlah masukan, keluaran dan perubahan kandungan air dalam sistem. Sistem keseimbangan tersebut ditunjukkan dalam Rumus 1.

$$I - O = \pm \Delta S \quad (\text{Rumus 1})$$

dengan:

- I = masukan (*inflow*),
- O = keluaran (*outflow*),
- $\Delta S$  = perubahan tampungan (*storage change*).

Masukan adalah semua dari yang masuk ke dalam sistem baik berupa aliran permukaan maupun aliran bawah permukaan. Keluaran adalah semua air yang keluar dari sistem. Perubahan tampungan adalah perbedaan antara jumlah semua kandungan air (dalam berbagai sub-sistem) dalam satu unit waktu yang ditinjau yaitu antara waktu terjadinya masukan dan waktu terjadinya keluaran

### 2.2. Program Pemodelan Hidrologi HEC-HMS

#### 1. Deskripsi Model HEC-HMS

*Software* HEC-HMS (*Hydrologic Modelling System*) adalah *software* yang dirancang untuk menghitung proses transformasi hujan-aliran suatu sistem DAS. *Software* ini dikembangkan oleh Hydrologic Engineering Center (HEC) dari US Army Corps of Engineering. Dalam HEC-HMS terdapat fasilitas kalibrasi, kemampuan simulasi model distribusi, model menerus (*continuous model*) dan kemampuan membaca data GIS.

#### 2. Komponen Model HEC-HMS

Simulasi hujan-aliran-penelusuran aliran dalam program HEC-HMS ini mempunyai komponen seperti :

1. hujan,
2. *loss models* yang menghitung volume *runoff*,
3. model-model *direct runoff*,
4. model-model *baseflow*
5. *hydrologic routing models*,
6. model-model dari *water-control measures* meliputi *diversions* dan *storage facilities*.

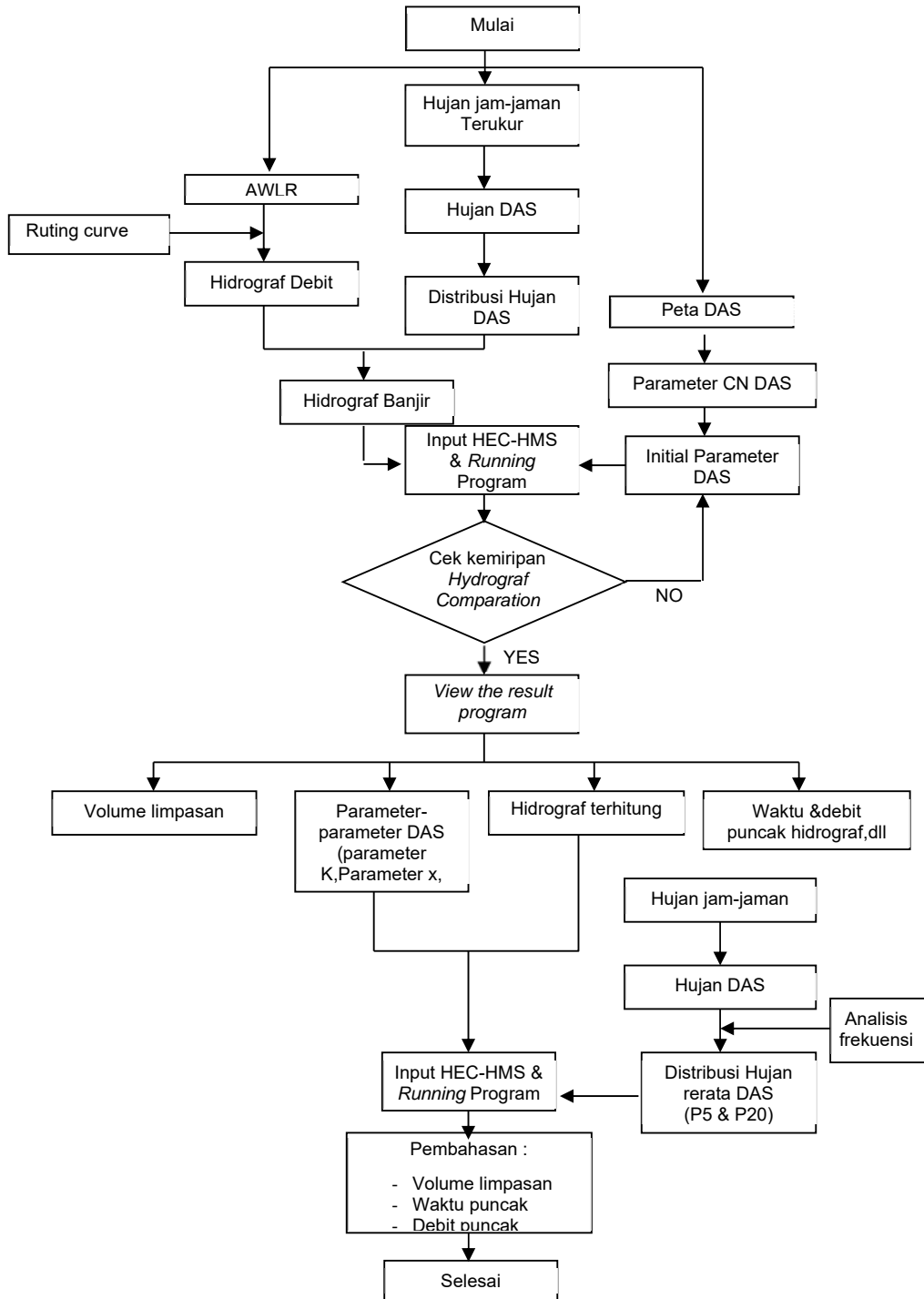
Beberapa metode simulasi yang terdapat dalam paket program HEC-HMS disajikan pada Tabel 1. (Anonim, 2000b)

Tabel 1 Metode Simulasi dalam Software HEC-HMS

No	Model	Metode
1	Hujan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>User hyetograph</i></li> <li>• <i>User gage weighting</i></li> <li>• <i>Inverse-distance gage weights</i></li> <li>• <i>Gridded precipitation</i></li> <li>• <i>Frequency storm</i></li> <li>• <i>Standard project storm</i></li> </ul>
2	Volume runoff	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Initial and constant rate</i></li> <li>• <i>SCS curve number</i></li> <li>• <i>Gridded SCS curve number</i></li> <li>• <i>Green and Ampt</i></li> <li>• <i>Deficit and constant rate</i></li> <li>• <i>Soil moisture accounting</i></li> <li>• <i>Gridded SMA</i></li> </ul>
3	Direct runoff	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>User-specified unit hydrograph (UH)</i></li> <li>• <i>Clark's UH</i></li> <li>• <i>Snyder's UH</i></li> <li>• <i>SCS UH</i></li> <li>• <i>ModClark</i></li> <li>• <i>Kinematic wave</i></li> </ul>
4	Baseflow	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Constant monthly</i></li> <li>• <i>Exponential recession</i></li> <li>• <i>Linear reservoir</i></li> </ul>
5	Routing	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Kinematic wave</i></li> <li>• <i>Lag</i></li> <li>• <i>Modified puls</i></li> <li>• <i>Muskingum</i></li> <li>• <i>Muskingum-Cunge Standard Section</i></li> <li>• <i>Muskingum-Cunge 8-point section</i></li> </ul>

### 3. METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian yang dilakukan oleh peneliti dijelaskan dalam Gambar 1 seperti dibawah ini.



Gambar 1 Bagan Alir Penelitian

#### 4. PROSES PENGOLAHAN DATA MASUKAN UNTUK HEC-HMS

Setelah semua data yang diperlukan sebagai masukan model HEC-HMS terkumpul, data-data tersebut perlu diolah untuk disiapkan sebagai masukan.

#### 4.1. Debit Banjir dari Data Pengukuran AWLR

Perhitungan debit jam-jaman yang digunakan untuk analisis pada penelitian ini didapatkan dari pencatatan AWLR di tiap-tiap outlet DAS. Kemudian, data hasil pencatatan AWLR dialihragamkan menjadi data debit dengan persamaan liku kalibrasi yang berbeda pada tiap DAS.

Rumus liku kalibrasi untuk lokasi sta AWLR Pogung dapat dilihat pada Rumus 2, sedangkan untuk lokasi sta AWLR Kaloran pada Rumus 3.

$$Q = 1,882.(H+0,377)^{2,8} \quad (\text{Rumus 2})$$

$$Q = 8,705.(H-0,26)^{2,147} \quad (\text{Rumus 3})$$

dengan: Q = debit, m<sup>3</sup>/s

H = tinggi muka air, m

#### 4.2. Hujan DAS

Untuk perhitungan hujan DAS digunakan metode poligon Thiessen seperti yang dijelaskan sebelumnya. Dari perhitungan, didapatkan faktor bobot Thiessen untuk masing-masing stasiun hujan pada tiga kejadian banjir di DAS Code. Faktor bobot Thiessen ini menggambarkan besarnya kontribusi hujan yang terukur pada tiap stasiun hujan terhadap hujan di DAS. Perhitungan faktor bobot Thiessen tercantum dalam Tabel 2.

Tabel 2 Faktor bobot Thiessen

Daerah	Nama Stasiun	Faktor bobot Thiessen
Hulu	Kemput	0.579
	Angin-angin	0.085
	Prumpung	0.336
Hilir	Santan/Kembang	1.000

#### 4.3. Pengolahan dan Penterjemahan Peta Tata Guna Lahan Hasil Citra Satelit

Peta tata guna lahan hasil citra satelit untuk masing-masing DAS diolah dengan software Arc View 3.3. Dari pengolahan ini didapatkan peta digital tata guna lahan dengan gradasi warna sesuai dengan peruntukan lahan. Dari peta digital ini didapatkan juga parameter lahan yang berupa luas DAS, luas masing-masing peruntukan lahan, dan besaran-besaran DAS yang lebih akurat.

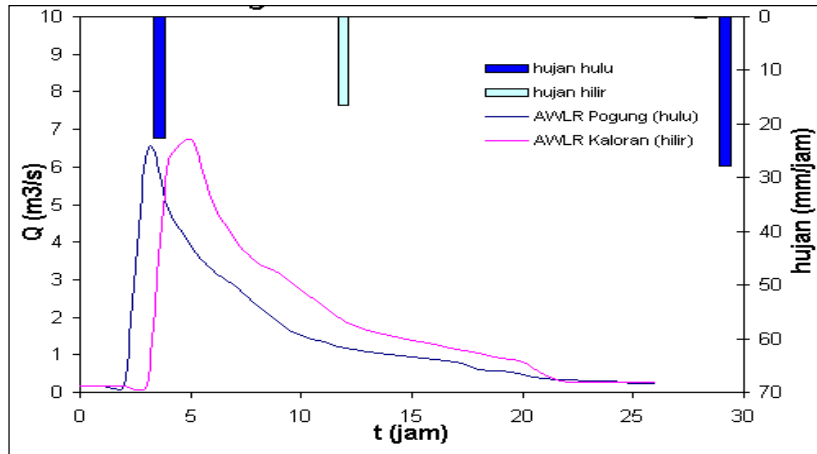
#### 4.4. Identifikasi Parameter DAS

Dalam analisis hidrologi, identifikasi parameter DAS didapatkan dari berbagai macam data, seperti peta, survei keadaan di lapangan dan studi terdahulu. Dalam penelitian ini, identifikasi data dilakukan sesuai dengan kebutuhan besar-besaran parameter DAS yang dibutuhkan untuk analisis penelusuran banjir dengan software HEC-HMS.

### 5. PEMBAHASAN DAN HASIL

#### 5.1. Data Debit dan Data Hujan

hasil debit banjir terukur pada tiap DAS digambarkan dalam bentuk hidrograf seperti yang disajikan dalam Gambar 2.



Gambar 2 Hidrograf Terukur

### 5.2. Tata Guna Lahan

Peta yang diperoleh dari hasil citra satelit diolah dengan software Arc View 3.3. Peta digital dalam format dbf file kemudian dicari besar-besaran yang akan digunakan sebagai masukan untuk HEC-HMS, seperti luas dan jenis peruntukan lahan pada DAS penelitian. Pada penelitian ini data tata guna lahan menggunakan data hasil digitasi tata guna lahan. Hasil pengolahan peta digital yang berupa jenis dan luas peruntukan lahan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Tataguna Lahan DAS Code

Zona	Guna lahan	luas (Km <sup>2</sup> )	Nilai CN	CN komposit	
hulu	Emplacement	0,037	61	72,446	
	Hutan lebat	3,384	48		
	Kampung	6,145	74		
	Kebun campuran	1,513	58		
	Kuburan/pemakaman	0,010	69		
	Persawahan irigasi: 2x padi/ta	16,285	78		
	Semak	0,064	65		
	Tanah rusak/daerah lahar	0,186	77		
	Tidak diketahui	3,009	74		
	<b>jumlah luas areal</b>	<b>30,633</b>			
	Zona	Guna lahan	luas (Km <sup>2</sup> )		Nilai CN
hilir	Kampung	2,590	74	74,574	
	Persawahan irigasi: 2x padi/ta	0,434	78		
kanan	<b>jumlah luas areal</b>	<b>3,024</b>			
Zona	Guna lahan	luas (Km <sup>2</sup> )	Nilai CN	CN komposit	
hilir	Kampung	3,974	74	74,619	
	Persawahan irigasi: 2x padi/ta	0,727	78		
kiri	<b>jumlah luas areal</b>	<b>4,702</b>			

Nilai-nilai CN diatas yang didapat dari analisis tata guna lahan digunakan sebagai parameter awal pada saat proses kalibrasi dengan *software* HEC-HMS. dan nilai CN tersebut menggambarkan keadaan lahan pada masing-masing *basin*.

### 5.3. Penentuan Model

Sebelum melakukan analisis menggunakan dengan software HEC-HMS, terlebih dahulu dilakukan penentuan model analisis yang akan dipakai. Penentuan model ini disesuaikan dengan ketersediaan, keadaan data, dan batasan-batasan yang menunjukkan kesahihan sebuah metode analisis. Pada penelitian ini, metode dalam model HEC-HMS yang dipilih ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Metode yang digunakan dalam analisis model HEC-HMS

No	Model	Metode
1	Hujan	• <i>User hyetograph</i>
2	Volume runoff	• <i>SCS curve number</i>
3	Direct runoff	• <i>Clark's UH</i>
4	Baseflow	• <i>Exponential recession</i>
5	Routing	• <i>Muskingum</i>

#### 5.4. Prosedur Pemakaian Program HEC-HMS

Setelah ditentukan model yang akan dipakai untuk analisis, data masukan disiapkan. Data masukan yang harus disiapkan adalah data hujan, data debit terukur, kondisi awal dan parameter dari model yang dipilih.

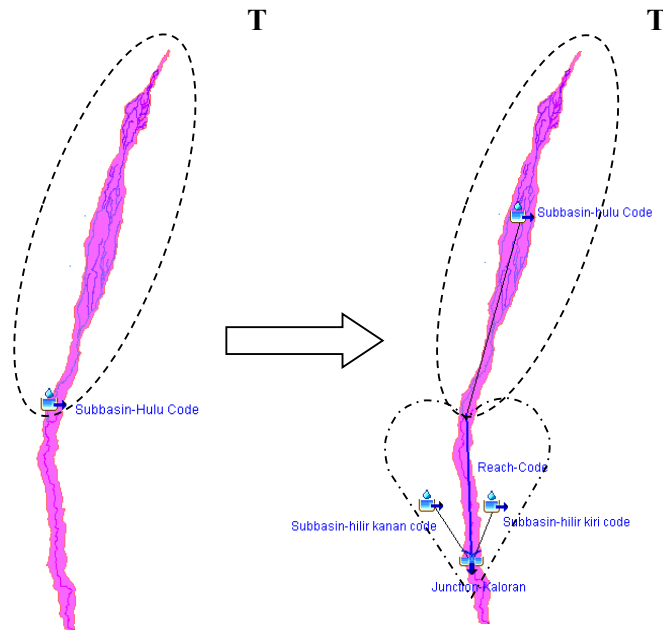
Tahapan dalam menjalankan program HEC-HMS adalah sebagai berikut:

- a. Mulai.
- b. Memasukkan data gage yang berupa data hujan dan debit jam-jaman.
- c. Menentukan komponen *basin model*.
- d. Menentukan komponen *meteorologic model*.
- e. Menentukan komponen *control specifications*.
- f. Mengubah *project attributes* sesuai dengan data masukan.
- g. Dari model yang dipilih (model volume *runoff*, *direct runoff*, *baseflow*, dan *routing model*) ditentukan parameter awalnya.
- h. Menentukan *run configurations*.
- i. Menentukan *run manager*.
- j. Menentukan *Optimize configurations*.
- k. Mengeksekusi program dengan melakukan *Optimation run manager* dan merubah-ubah parameter-parameternya.
- l. Menampilkan dan mengevaluasi hasil.
- j. Selesai.

#### 5.5. Kalibrasi dengan Model HEC-HMS

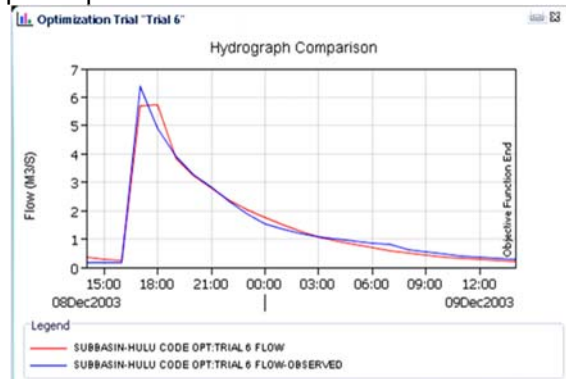
Kalibrasi dilakukan terhadap pasangan hujan dan debit jam-jaman DAS Code. Objective function yang digunakan dalam kalibrasi adalah peak-weighter root mean square error yang menghasilkan function value dengan cara kalibrasi.

Kalibrasi kejadian banjir dilakukan kalibrasi di sub DAS Code bagian hulu yang menghasilkan parameter hidrograf banjir di Hulu Code (stasiun AWLR Pogung) seperti tahap I pada Gambar 3.



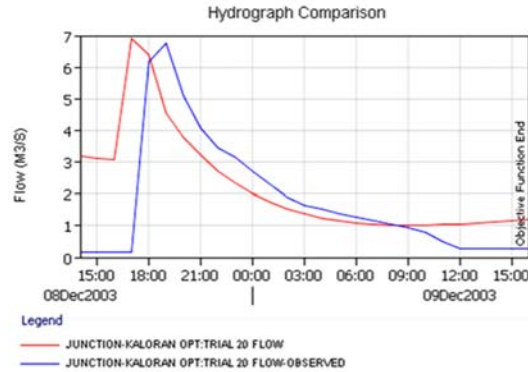
Gambar 3 Tahapan Proses Kalibrasi Basins Model dalam HEC-HMS

Kemudian, dilakukan juga kalibrasi di DAS Code dengan masukan parameter hidrograf banjir sub DAS bagian hulu Code dari proses kalibrasi secara pada sub DAS bagian hulu tersebut diatas seperti tahap II pada Gambar 3. Dari kalibrasi di DAS Code ini didapatkan parameter hidrograf banjir di sub DAS bagian hulu dan parameter penelusuran aliran banjir dari DAS Code di stasiun AWLR Kaloran. Hidrograf terukur dan terhitung dari kalibrasi di hulu DAS Code (stasiun AWLR Pogung) dan kalibrasi DAS Code di stasiun AWLR Kaloran dengan masukan parameter hidrograf banjir di hulu DAS Code (stasiun AWLR Pogung) ditampilkan pada Gambar 4 dan Gambar 5



Gambar 4 Hidrograf terukur dan terhitung hasil kalibrasi di hulu Code





Gambar 5 Hidrograf terukur dan terhitung hasil kalibrasi di hilir Code

Tabel 5 Parameter dan hasil kalibrasi kejadian banjir DAS Code

Parameter Kalibrasi	Lokasi	
	Hulu Code*	Hilir Code**
<u>Hulu</u> <u>Code</u>		
Initial Abstractions (mm)	31.977	31.977
Curve Number (n/a)	72.446	72.446
Clark Time of Consentration (hr)	1.0383	1.0383
Clark StorageCoeffisien (hr)	0.1436	0.1436
Baseflow Initial Flow	0.34081	0.34081
Baseflow Threshold Ratio (n/a)	0.0242132	0.0242132
Recessions Constant (n/a)	0.75316	0.75316
<u>Hilir</u> <u>Code Kanan</u>		
Initial Abstractions (mm)		6.5631
Curve Number (n/a)		74.574
Clark Time of Consentration (hr)		86.292
Clark StorageCoeffisien (hr)		50.768
Baseflow Initial Flow		0.97975
Baseflow Threshold Ratio (n/a)		1.00
Recessions Constant (n/a)		1.00
<u>Hilir</u> <u>Code Kiri</u>		
Initial Abstractions (mm)		17.123
Curve Number (n/a)		74.619
Clark Time of Consentration (hr)		12.435
Clark StorageCoeffisien (hr)		11.113
Baseflow Initial Flow		1.8597
Baseflow Threshold Ratio (n/a)		0.99999
Recessions Constant (n/a)		0.49276

<u>Reach</u>		
Muskingum K (n/a)		150
Muskingum x (n/a)		0.29473
Number of Steps (n/a)		2
<u>All subbasin</u>		
Initial Abstractions Scale factor	0.33778	65.162
Curve Number Scale factor (n/a)	4.8545	0.0861617
Volume Terhitung (1000m <sup>3</sup> )	134.30	208.645
Volume Terukur (1000m <sup>3</sup> )	134.70	171.79
Perbedaan (%)	-0.30	21.46
Aliran Puncak Terhitung (m <sup>3</sup> /s)	5.73	6.898
Aliran Puncak Terukur (m <sup>3</sup> /s)	6.38	6.75
Perbedaan (%)	-10.3	2.3
Waktu Menuju Puncak		
Terhitung	8Dec2003, 18:00	8Dec2003, 17:00
Terukur	8Dec2003, 17:00	8Dec2003, 19:00
Perbedaan (jam)	1	2
Waktu Menuju Pusat masa		
Terhitung	8Dec2003, 21:48	8Dec2003, 22:49
Terukur	8Dec2003, 22:07	8Dec2003, 23:20
Perbedaan (jam)	0.317	0.5167

Keterangan : \* stasiun AWLR Pogung, \*\* stasiun AWLR Kaloran

Berdasarkan nilai parameter K yang didapatkan dari hasil kalibrasi DAS Code diatas sebesar 150 menunjukkan bahwa waktu penelusuran debit puncak hidrograf banjir sungai Code selama 150 jam. Dan nilai parameter x sebesar 0,29473 menunjukkan perubahan pada hasil hidrograf masukan yang memperlihatkan terjadinya tumpungan atau intensitas tumpungan yang lama pada penggalan sungai tersebut.

#### 5.6. Simulasi kejadian banjir DAS Code dengan hujan rerata 20 tahunan

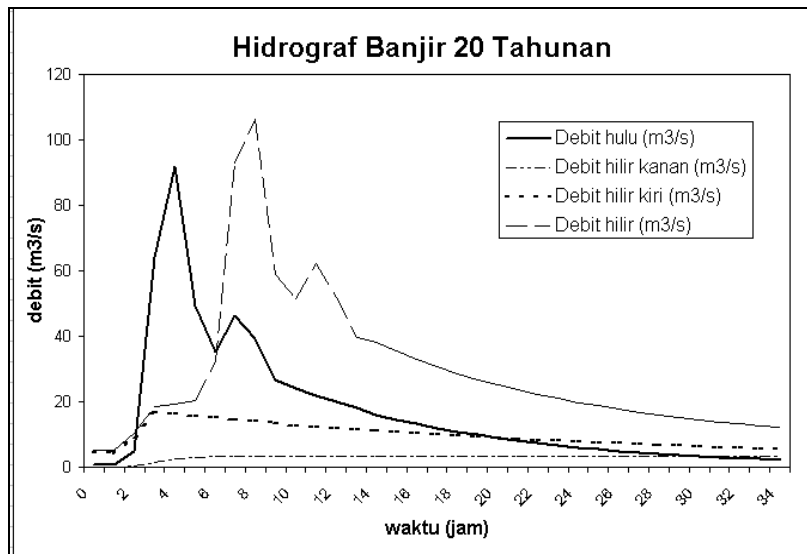
Sama seperti saat penelusuran banjir dengan hujan rerata lima tahunan. Dengan menggunakan beberapa parameter DAS Code yang didapat pada proses kalibrasi diatas dilakukan simulasi banjir dengan menggunakan hujan rerata dua puluh tahunan DAS Code. Proses simulasi ini bertujuan untuk membandingkan antara hulu dan hilir dengan masukan hujan rerata dua puluh tahunan.

Simulasi dilakukan dengan terlebih dahulu dengan memasukkan parameter-parameter hulu DAS Code yang didapat pada saat kalibrasi sebelumnya dan juga memasukkan data debit terhitung. sedangkan data hujan yang dipakai adalah data hujan rerata dua puluh tahunan yang distribusinya terlihat dalam Tabel 6 dibawah. Dan selanjutnya dilakukan kalirasi sehingga didapatkan nilai perbandingan volume dan perbedaan puncak hidrograf di hulu dan hidrograf dihilir seperti yang terlihat pada Gambar 6.

Tabel 6 Hujan DAS Code untuk kejadian banjir dengan hujan rerata 5 tahunan

t	Hujan DAS Hulu (mm)	Hujan DAS Hilir (mm)
1	45,770	131,062
2	5,778	56,984
3	42,613	0,000

t	Hujan DAS Hulu (mm)	Hujan DAS Hilir (mm)
4	4,735	17,095
5	2,318	5,698
6	6,313	5,698
7	10,861	0



Gambar 6 Hidrograf banjir 20 tahunan di hulu dan di hilir

Dari proses simulasi kejadian banjir DAS Code dengan hujan rerata 20 tahunan diatas didapatkan perbedaan volume dan waktu puncak hidrograf antara hidrograf banjir di hulu dengan hidrograf di hilir seperti yang terlihat dalam Tabel 7.

Tabel 7 Rekapitulasi nilai perbedaan volume limpasan sungai dan perbedaan waktu menuju puncak untuk kejadian banjir dengan hujan rerata 20 tahunan

Parameter	Hulu (stasiun AWLR Pogung)	Hilir (stasiun AWLR Kaloran)	Perbedaan
Volume (1000m <sup>3</sup> )	1267,473	3655,227	2387,754
Debit puncak (m <sup>3</sup> /s)	91,955	106,145	14,19
Waktu puncak (Tp)	3	7	4

Dari Tabel 11 diatas dapat dilihat perbedaan volume limpasan ( $\Delta Q_p$ ) antara hulu dan hilir sebesar 2387754 m<sup>3</sup> atau 188,39 %. dan perbedaan debit puncak ( $\Delta Q_p$ ) sebesar 14,19 m<sup>3</sup>/s atau 15,43 % Sedangkan perbedaan waktu puncak ( $\Delta T_p$ ) yang terjadi selama 4 jam. Selain itu volume limpasan yang terjadi saat terjadi banjir dengan hujan 20 tahunan di sub DAS Code sebelah kanan sungai dan di sub DAS Code sebelah kiri sungai dapat dilihat dalam Tabel 8.

Tabel 8 Perbedaan volume limpasan di sub DAS kanan dan sub DAS kiri sungai dengan hujan rerata 20 tahunan

Parameter	Hilir Kanan (DAS kanan sungai)	Hilir Kiri (DAS kiri sungai)
Volume (1000m <sup>3</sup> )	126,644	198,309
% terhadap Volume Total	3,46	5,43

Volume yang melimpas pada sub DAS sebelah kanan dan kiri sungai cukup besar yaitu disebelah kanan sebesar 3,46 % dan di sebelah hilir 5,43 % sehingga cukup berpengaruh terhadap volume limpasan di sebelah hilir.

## 6. KESIMPULAN

1. Dari dua cara kalibrasi yaitu kalibrasi di hulu dan kalibrasi di hilir dengan masukan parameter hidrograf banjir hasil kalibrasi di hulu dihasilkan perbedaan parameter penelusuran banjir model Muskingum yang tidak signifikan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa model HEC-HMS cukup teliti dalam melakukan analisis untuk penelusuran banjir.
2. Pada kejadian banjir dua puluh tahunan diketahui waktu perjalanan (*travel time*) banjir dua puluh tahunan dari hulu ke hilir selama **empat** jam.

## 7. SARAN

Agar didapatkan hasil yang lebih akurat pada penelitian unjuk kerja model HEC-HMS dalam penelusuran banjir, disarankan untuk melakukan tindak lanjut seperti tersebut di bawah ini:

1. Penelitian mengenai penelusuran dilakukan pada DAS yang berbeda dengan karakteristik yang berbeda pula, sehingga parameter DAS yang digunakan juga bervariasi.
2. Penelitian dilakukan dengan mengambil kejadian banjir yang lebih banyak dan tahun kejadian yang berbeda-beda.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2000a, "*Hydrologic Modeling System HEC-HMS. Technical Reference Manual*", US Army Corps of Engineers. Hydrologic Engineering Center, California.
- Anonim, 2000b, "*Hydrologic Modeling System HEC-HMS: User's Manual*", US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center, California.
- Anonim, 2002, "*Hydrologic Modeling System HEC-HMS: Applications Guide*", US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center, California.
- Amaltia Gunawan., 2004, "*Kajian Unjuk Kerja Model HEC-HMS untuk Analisis Penelusuran Banjir*", Tugas Akhir, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Bediend, P.B. and Huber W.C., 1992, "*Hydrology for Floodplain Analysis*", Addison-Westley Publishing Company, New York.
- Chow, V.T., Maidment, D.R., Mays, L.W., 1988, "*Applied Hydrology*", Mc Graw-Hill, Inc, New York.
- Nova Veronica., 2006, "*Pengaruh Variabilitas Hidrograf Satuan Terhadap Ketelitian Debit Banjir Rancangan*", Tesis, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Rachmad Jayadi., 2001, "*Hidrologi 1*", Materi kuliah Jurusan Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Rachmad Jayadi, dkk, "*Petunjuk Pemakaian Paket Model HEC-HMS*", Jurusan Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Sri Harto, 1993, "*Analisis Hidrologi*", PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Sri Harto, 2000, "*Hidrologi: Teori, Masalah, Penyelesaian*", Nafiri Offset, Yogyakarta.
- Suryono Sosrodarsono, 2006, "*Hidrologi Untuk Pengairan*", PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Thompson, S.A., 1999, "*Hydrology for Water Management*", A.A. Balkoma, Netherlands.