



Estimasi Debit Puncak DAS Welang Di Kabupaten Pasuruan¹

Peak Discharge Estimation of Welang Watershed in Pasuruan Regency

Andreyan Febriyanto^a, Entin Hidayah^b, Gusfan Halik^{b, 2}

^a Program Studi S1 Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37 Jember

^b Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37 Jember

ABSTRAK

Debit puncak mempunyai peranan penting dalam pengendalian banjir. Dalam pengendalian banjir, data dari limpasan hujan dibutuhkan untuk mengantisipasi banjir dan pemodelan estimasi curah hujan dibutuhkan dengan adanya bantuan dari *Software HEC-HMS*. Hasil pemodelan pada tanggal 3 Februari 2007 didapat nilai kalibrasi simulasi debit puncak sebesar 17,9 m³/s dan observasi debit puncak sebesar 16,7 m³/s dengan nilai efektifitas (Nash) sebesar 0,873. Uji validasi model pada tanggal 9,10 Februari dan 7 Maret 2007 menghasilkan nilai (Nash) sebesar 0,826, 0,742 dan 0,656.

Kata kunci: estimasi debit puncak, software HEC-HMS, Nash

ABSTRACT

Peak runoff has an important role in flood control. In flood control, the data of peak runoff is needed to anticipate the flood and rain fall modeling estimation is required with the help of HEC-HMS Software. From modeling result on February 3, 2007 researcher got calibration value of simulation of peak discharge 17,9 and peak discharge observation is 16,7 with a value of effectiveness (Nash) of 0.873. Model validation test on 9,10 February and 7 March 2007 resulted in value (Nash) of 0.826, 0.742 and 0.656.

Keywords: peak discharge estimation, software HECHMS, Nash

PENDAHULUAN

Daerah aliran sungai (DAS) Welang terletak di Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur sebelah utara DAS Welang merupakan wilayah rawan banjir. Banjir di beberapa tempat di wilayah Kabupaten Pasuruan mengganggu kegiatan perekonomian daerah tersebut (Arifuddin, dkk. 2014). Untuk penanggulangan banjir perlu dilakukan pengendalian banjir di daerah DAS Welang dengan pemodelan hujan aliran.

Pemodelan hujan aliran untuk estimasi banjir diperlukan data dengan intensitas yang tinggi seperti : curah hujan jam-jaman dan debit jam-jaman untuk pengendalian banjir dan bangunan tahan banjir. Salah satunya dapat menggunakan bantuan *Software Hydrologic Modelling System HEC-HMS* merupakan salah satu model hujan menjadi aliran yang dikembangkan oleh *Hidrologic Engineering Center (HEC) dari US Army Corps Of*

¹ Info Artikel: Received 14 Februari 2018, Received in revised form 26 April 2018, Accepted 26 Desember 2018

² E-mail: andreclassix@yahoo.com (A. Febriyanto), entin.teknik@unej.ac.id (E. Hidayah), gusfan.teknik@unej.ac.id (G. Halik)

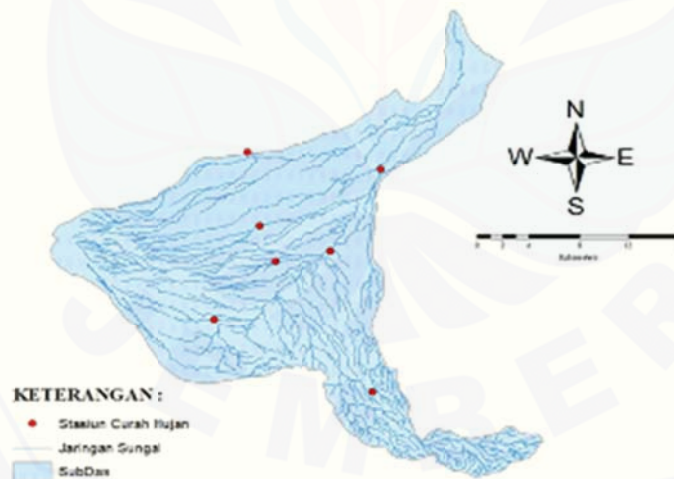
Engineers. Peneliti tentang hidrograf satuan sintetik pernah dilakukan oleh (Nugroho, 2001) berdasarkan model HEC-HMS dengan menggunakan metode Snyder, Clark, dan SCS (*Soil Conservation Service*). hasil pengamatan diketahui bahwa hidrograf mempunyai perbedaan besarnya debit puncak dan waktu puncak. Untuk metode SCS menunjukkan bahwa Q_p dan T_p dari keluaran model menghasilkan nilai yang lebih besar dari pada Q_p pengamatan. Metode Snyder dan Clark maka Q_p dan T_p nilainya lebih rendah dari pada hasil pengamatan. Perbandingan antara aliran hidrograf menunjukkan hasil keluaran model SCS menyerupai kondisi di lapangan dari pada Snyder dan Clark dan peneliti terkait estimasi debit puncak pada suatu DAS menggunakan model HEC-HMS adalah (Munajad, 2015) memodelkan hidrograf banjir dengan metode SCS dan *baseflow* menggunakan *recession* pada tahun 2010.

Pada penelitian ini akan memprediksikan debit puncak menggunakan metode SCS. Pengamatan ini dianggap penting dikarenakan dapat mengantisipasi kejadian banjir di DAS Welang yang merupakan daerah rawan banjir.

METODOLOGI

Lokasi penelitian

Lokasi penelitian DAS Welang berada di Kabupaten Pasuruan Provinsi Jawa Timur. Secara geografis Kabupaten Pasuruan terletak pada $112^{\circ} 33' 55''$ hingga $113^{\circ} 30' 37''$ bujur timur dan antara $70^{\circ} 32' 34''$ hingga $80^{\circ} 30' 20''$ lintang selatan. Dengan luas DAS Welang $523,5 \text{ km}^2$ dan bermuara di wilayah desa Pulokerto Kecamatan Kraton Kabupaten Pasuruan dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1 Peta DAS Welang

Tahapan pelaksanaan penelitian

Tahapan penelitian dibagi dalam beberapa tahapan yaitu sebagai berikut :

1. Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini antara lain karakteristik DAS, curah hujan jam-jaman , dan debit jam-jaman yang berasal dari UPT SDA Kabupaten Pasuruan dan pengolahan data yang pertama adalah mencari karakteristik fisik DAS kemudian

dilakukan pemodelan hujan aliran menggunakan HEC-HMS dengan data curah hujan jam-jaman dan debit jam-jaman.

2. Pemodelan HEC-HMS

Proses pemodelan hujan menjadi aliran dengan menggunakan HEC-HMS dibagi menjadi beberapa tahapan yaitu :

a. *Basin model*

Penyusunan *basin model* yang berisikan parameter awal dan *meteorologic model* berisi sebaran data hujan.

b. *Control specifications*

Control specifications memuat input waktu mulai dan berakhirnya simulasi *running* dan interval waktu yang diinginkan.

c. *Time-series*

Time-Series Data ada beberapa tipe data yang akan digunakan dalam *software model HEC-HMS*. Data tersebut antara lain adalah data hujan dan debit.

d. *Running*

Pada *running* merupakan proses menghasilkan hujan menjadi aliran.

3. Kalibrasi

Proses kalibrasi bertujuan untuk mencari estimasi parameter-parameter yang sesuai dengan kondisi sebenarnya di lapangan. Agar hasil perhitungan mempunyai tingkat kesesuaian yang baik.

4. Validasi

Validasi model bertujuan untuk menguji nilai yang sebelumnya didapat pada tahap kalibrasi. Uji kalibrasi dan validasi model didasarkan membandingkan nilai simulasi dan observasi menggunakan indek efisiensi (Nash dan Sutcliffe, 1970) sebagai berikut:

$$EI=1 - \frac{\sum_{i=1}^n 1(Q_o-Q_S)^2}{\sum_{i=1}^n 1(Q_o-Q_a)^2} \quad (1)$$

Dengan :

EI: Indek efisiensi

Q_o: Debit pengukuran (observasi)

Q_s: Debit simulasi (model)

Q_a: Debit rata – rata pengukuran

Besarnya nilai *EI* menurut metode (Nash dan Sutcliffe, 1970) terbagi dalam tiga kelompok yaitu:

- Tingkat akurasi rendah jika $EI \leq 0,50$
- Tingkat akurasi sedang jika $0,50 \leq EI \leq 0,70$
- Tingkat akurasi tinggi jika $EI \geq 0,70$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik fisik DAS Welang

DAS Welang merupakan DAS yang terletak di Kabupaten Pasuruan secara geografis terletak pada 112° 33' 55'' hingga 113° 30' 37'' bujur timur dan antara 70° 32' 34'' hingga 80° 30' 20'' lintang selatan. Bentuk DAS Welang yang ditunjukkan oleh Gambar 2.



Gambar 2 Bentuk dan jaringan sungai DAS Welang

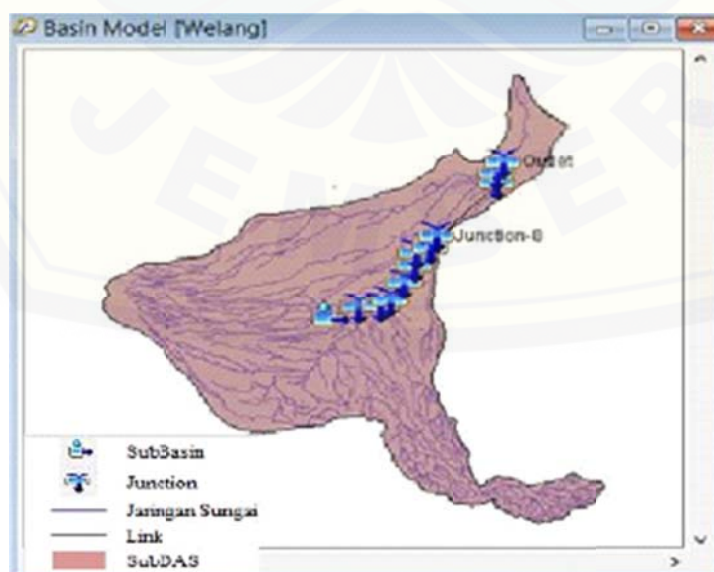
Karakteristik fisik DAS dapat dilihat bentuk DAS Welang melebar di bagian hulu dan memanjang di daerah hilir. Luas DAS Welang dengan luasan 523,5 Km² dan panjang sungai utama DAS Welang sepanjang 37,54 Km dengan kemiringan sungai sebesar 2%. Karakteristik fisik DAS yang ditunjukkan oleh Tabel 1

Tabel 1 Karakteristik fisik DAS Welang

Uraian	Kisaran	Satuan
Luas DAS	Km ²	523,5
Panjang Sungai Utama	Km	37,54
Kemiringan Lereng	%	2

Pemodelan dengan HEC-HMS

Pemodelan hujan aliran menggunakan distribusi model dimana data curah hujannya berupa data spasial, data dari lapangan langsung di inputkan ke HEC-HMS. Peta SubDAS dan jaringan sungai di HEC-HMS dapat dilihat pada Gambar 3



Gambar 3 Peta SubDAS dan jaringan sungai di HEC-HMS

Setelah penggambaran objek selesai, pada subbasin mengisikan metode model tranformasi hujan menjadi aliran. *Canopy Method* menggunakan *Simple Canopy*, *Surface Method* menggunakan *Simple Surface*, *Loss Method* menggunakan *SCS Curve Number*, *Transform Method* menggunakan *SCS Unit Hidrograf*, *Baseflow Method* menggunakan *Constant Monthly*.

Parameter awal (Initial Condition)

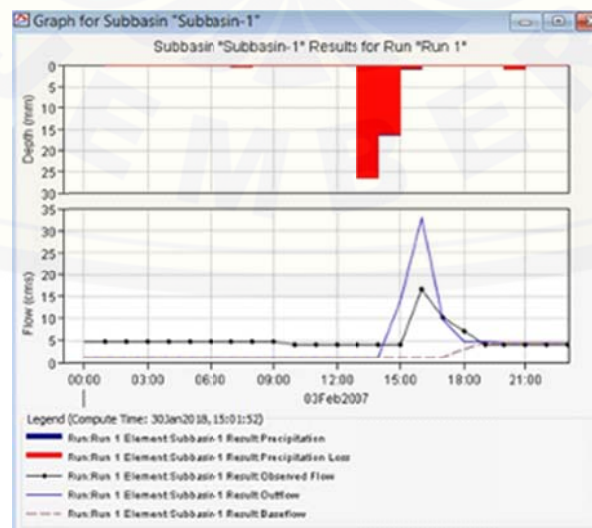
Parameter awal merupakan tahapan yang dilakukan sebelum melakukan running model. Pada subbasin diisikan parameter awal dengan tujuan untuk mengkalibrasi simulasi di HEC-HMS nilai parameter awal ditunjukkan oleh tabel 2.

Tabel 2 Nilai parameter awal

Metode	Parameter	Satuan	Kisaran
Canopy	Simple Canopy	Canopy Initial Storage	% 56,33
		Canopy Max Storage	mm 0,2
Surface	Simple Surface	Surface Initial Storage	% 43,66
		Surface Max Storage	mm 0,2
Loss Method	SCS Curve Number	Initial Abstraction	mm 19,27
		Curve Number	72,5
Transformasi Method	SCS UH	Lag time	min 0,39
Baseflow	Recession	Initial Dischage	m ³ /s 1,3
		Recession Constant	0,92
		Ratio	0,15

Hasil running pemodelan

Setelah melakukan setting parameter model di HEC-HMS sesuai dengan parameter awal yang telah ditentukan sebelumnya, selanjutnya dilakukan running model. Hasil running model pada tanggal 3 Februari 2007 menunjukkan hasil keluran model antara simulasi dan observasi mengalami perbedaan debit puncak dan overestimate dimana keluran simulasi lebih tinggi dari pada observasi perlu dilakukan kalibrasi model yang ditunjukkan oleh Gambar 4



Gambar 4 Grafik hasil running pemodelan (03/02/2007)

Kalibrasi

Pada kalibrasi ini dilakukan penambahan atau mengurangi nilai parameter awal (*Initial Condition*) dengan *trial error* berulang kali untuk mendapatkan nilai yang paling optimal. Parameter yang dikalibrasi nilai *Canopy* dari parameter awal sebesar 56,33 pada kalibrasi dilakukan penambahan nilai parameter awal diperoleh sebesar 59,33 kemudian nilai *Surface* dari parameter awal sebesar 43,66 dan pada kalibrasi dengan mengurangi nilai parameter awal diperoleh nilai sebesar 40,67. Sedangkan untuk parameter *Loss Method* nilai *Initial Abstraction* dari parameter awal sebesar 19,27 pada kalibrasi mengurangi nilai parameter awal diperoleh nilai sebesar 9,62 untuk nilai *Curve Number* ada batasan nilai sebesar 70-90 dari parameter awal sebesar 72,5 dan pada kalibrasi mengurangi nilai diperoleh sebesar 70,97 dan *Baseflow Initial Flow* dari parameter awal sebesar 1,3 pada kalibrasi dilakukan penambahan nilai diperoleh nilai sebesar 3,9. Hasil kalibrasi model ditunjukkan oleh Tabel 3

Tabel 3 Nilai kalibrasi pemodelan

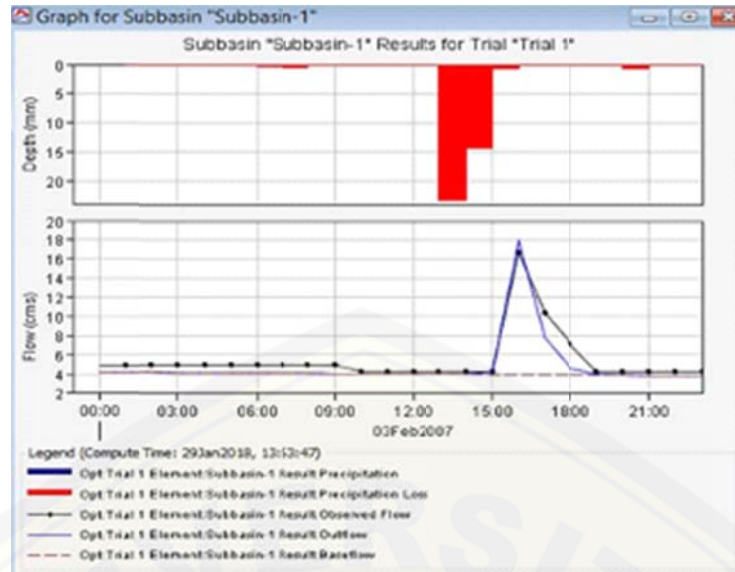
Metode	Parameter	Satuan	Kisaran
Canopy	Simple Canopy	Canopy Initial Storage	%
		Canopy Max Storage	mm
Surface	Simple Surface	Surface Initial Storage	%
		Surface Max Storage	mm
Loss Method	SCS Curve Number	Initial Abstraction	mm
		Curve Number	
Transformasi Method	SCS UH	Lag time	min
Baseflow	Recession	Initial Discharge	m ³ /s
		Recession Constant	
		Ratio	

Berdasarkan hasil kalibrasi parameter pemodelan, dapat dinyatakan hasil parameter sudah mencapai nilai maksimum. Hasil rekapitulasi model yang ditunjukkan oleh Gambar 5



Gambar 5 Rekapitulasi hasil kalibrasi pemodelan (9/2/2007)

Berdasarkan dari Gambar 4.8 debit puncak untuk simulasi terjadi pada jam 16:00 dengan nilai debit = 17,9 m³/s sedangkan untuk debit puncak observasi terjadi pada jam 16:00 dengan nilai debit = 16,7 m³/s terdapat perbedaan yang sangat kecil antara debit simulasi dan observasi. Hasil grafik kalibrasi model dapat dilihat pada Grafik 6

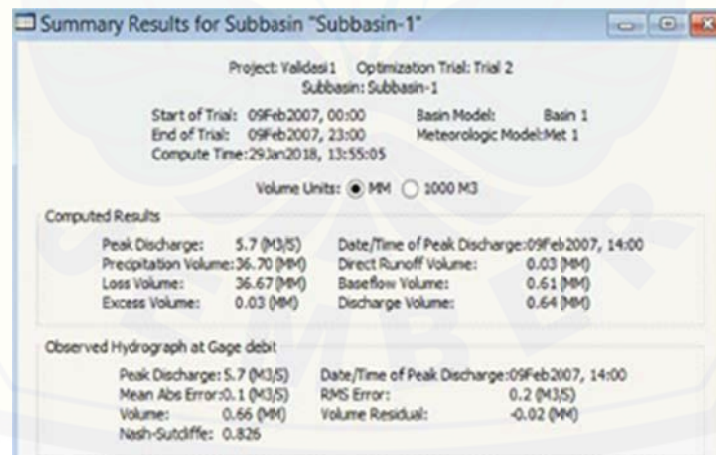


Gambar 6 Grafik hasil kalibrasi pemodelan (9/2/2007)

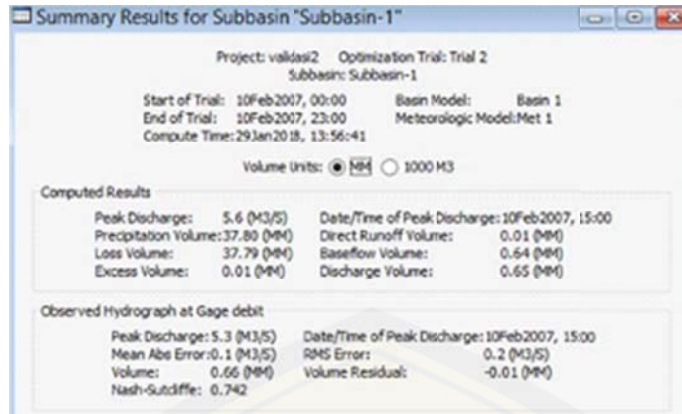
Berdasarkan gambar 5 diketahui pola grafik simulasi dan observasi sudah menunjukkan debit puncak hampir sama dan volume *direct runoff* kalibrasi lebih kecil terhadap observasi. Nilai efektivitas model (Nash) sebesar = 0,873

Validasi

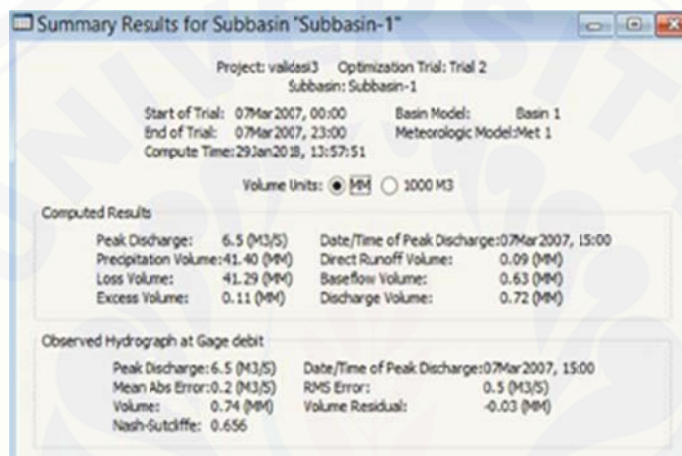
Validasi model bertujuan untuk menguji nilai yang sebelumnya didapat pada proses kalibrasi. Proses validasi menggunakan data curah hujan pada tanggal 9,10 februari dan 7 maret 2007. Hasil rekapitulasi validasi pemodelan yang ditunjukkan oleh Gambar 7 sampai 9



Gambar 7 Rekapitulasi hasil validasi pemodelan (9/2/2007)

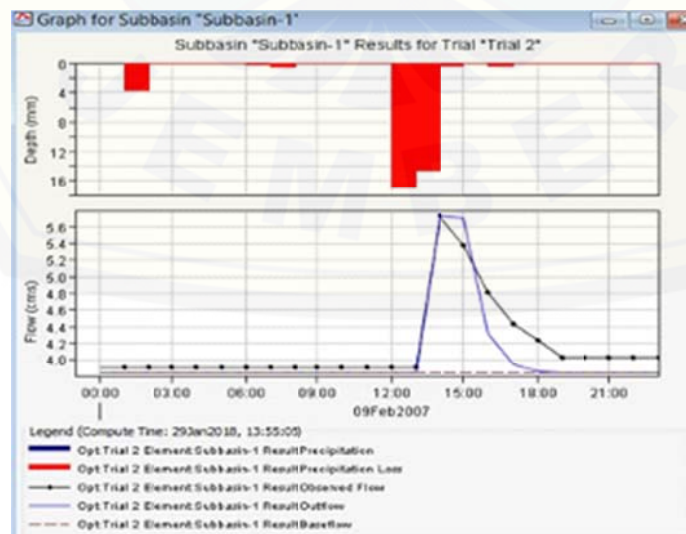


Gambar 8 Rekapitulasi hasil validasi pemodelan (10/2/2007)

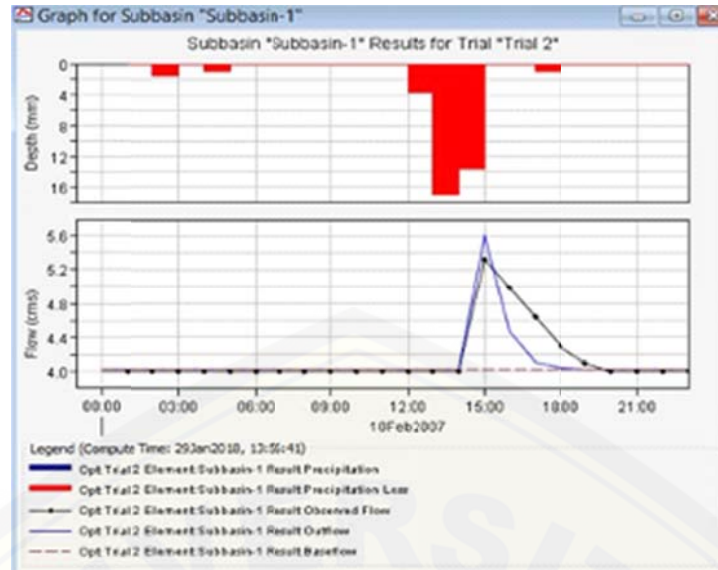


Gambar 9 Rekapitulasi hasil validasi pemodelan (7/3/2007)

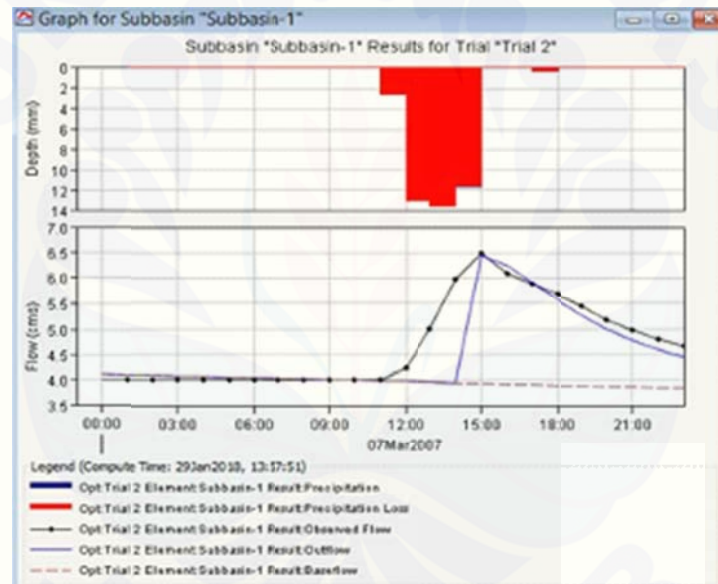
Berdasarkan gambar 7 sampai 9 dapat dinyatakan bahwa nilai Nash yang dihasilkan pada proses validasi tingkat akurasi yang baik. Adapun untuk grafik validasi pemodelan yang ditunjukkan oleh Gambar 10 sampai 11



Gambar 10 Grafik validasi pemodelan (9/2/2007)



Gambar 11 Grafik validasi pemodelan (10/2/2007)



Gambar 12 Grafik validasi pemodelan (7/3/2007)

Berdasarkan Gambar 10 sampai 12 dapat dilihat pada pola grafik simulasi terhadap observasi debit puncak hampir sama dan volume *direct runoff* kalibrasi lebih kecil terhadap observasi model dengan nilai Nash sebesar 0,826, 0,742 dan 0,656 adapun hasil tingkat akurasi model yang ditunjukkan oleh Tabel 4

Tabel 4 Tingkat akurasi model

Tahapan	Nash
Kalibrasi (3/2/2007)	0,873
Validasi 1 (9/2/2007)	0,826
Validasi 2 (10/2/2007)	0,742
Validasi 3 (7/3/2007)	0,656

Tingkat keakurasian model dari tahap kalibrasi nilai efektivitas model (Nash) sebesar = 0,873, untuk Validasi 1,2 dan 3 nilai efektivitas model (Nash) sebesar = 0,826, 0,742 dan 0,656 nilai tersebut menunjukkan nilai akurasi pemodelan yang dilakukan sudah baik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pemodelan pada pembahasan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil kalibrasi pemodelan transformasi hujan menjadi aliran pada DAS Welang didapat nilai parameter pemodelan dengan nilai Nash sebesar 0,873 dengan *Canopy* menggunakan *Simple Canopy* nilai parameter *Canopy Initial Stroge* sebesar 59,33 dan *Canopy Max stroge* sebesar 0,2 kemudian *Surface* menggunakan *Simple Surface* nilai parameter *Surface Initial Stroge* sebesar 40,66 dan *Surface Max Stroge* sebesar 0,2 untuk *SCS* menggunakan *Loss SCS Curve Number* nilai parameter *Initial Abstraction* sebesar 9,62 lalu *Curve Number* 70,97 dan *Transformasi SCS UH* nilai parameter *Lag Time* 0,39 unuk *Baseflow* menggunakan *Recession* nilai *Initial Flow* sebesar 3,9 *Recession Constan* 0,92 dan *Ratio* 0,15.
2. Hasil uji validasi pemodelan dengan input curah hujan jam-jaman dan debit jam-jaman pada tanggal 9 Februari 2007, 10 Februari 2007 dan 7 Maret 2007. Didapat nilai Nash sebesar 0,826, 0,742 dan 0,656 dapat dinyatakan bahwa tingkat akurasi kemiripan pemodelan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifuddin. R. K., Harisuseno, D., dan Dermawan, V. (2014). "Studi Pengendalian Banjir Kali Wraji Kabupaten Pasuruan". *Jurnal Karya Ilmiah Teknik Pengairan Universitas Brawijawa*. 5 (1), 9-18.
- Munajad, R. (2015). "Kajian Hujan-Aliran Menggunakan Model HEC-HMS Di Sub Daerah Aliran Sungai Wuryantoro Wonogiri, Jawa Tengah". *Jurnal Geografi Dan Ilmu Lingkungan UGM*. 150-157.
- Nash, J. E. dan Sutcliffe, J. V. (1970). "River flow Forecasting Through Conceptual Models. Part I-A Discussion of Principles". *Jurnal Of Hydrologi*. 27 (3), 282-290.
- Nugroho, S. P. (2001). "Analisis Hidrograf Satuan Sintetik Metode Snyder, Clark, dan SCS Dengan Menggunakan Model HEC-1 di DAS Ciliwung Hulu". *Jurnal Sains dan Teknologi Modifikasi Cuaca*. 2 (1), 57-67.
- USACE. 2000. *Hydrologic Modelling System HEC HMS Technical Reference Manual*. <http://www.hec.usace.army.mil>.