

# KAJIAN PEMANFAATAN DATA HUJAN SATELIT UNTUK PEMODELAN HIDROLOGI (STUDI KASUS DAS PULAU BERHALO)

Yunan Isnaini, Sigit Sutikno, Yohanna Lilis Handayani

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau  
Kampus Bina Widya Jl. HR Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293  
email: yunan.isnaini@yahoo.com

## ABSTRACT

*Limitations on the completeness and accuracy of the data become the problem to analyzing and to perform hydrological modeling. One attempt to overcome this problem is to use analytics programs satellite rainfall data, it is Integrated Flood Analysis System (IFAS). IFAS program is quite effective and efficient to simplify or approximating of an actual reality hydrological phenomena. This study took place at the sub-watershed Indragiri, Pulau Berhalo. Utilization of satellite rainfall data in this study was simplified in the form of models. The model was simulated and calibrated with rainfall-runoff period from 1 January to 31 December 2004 and was validated with period 1 January to 31 December 2006. Modeling become optimal after the calibration process with the correlation (R) value of 0,65, volume error (VE) of 3,34%, and the coefficient of efficiency (CE) of 1,06. This showed that the model has a substansial realeded with the measured data ( $0,4 < R < 0,7$ ), the difference of volume is still tolerable ( $VE < 5\%$ ), and the efficiency of model to the measured discharge is high efficient ( $CE > 0,75$ ).*

*Keyword: IFAS Model, rainfall-runoff modeling, satellite rainfall data.*

## PENDAHULUAN

Supriadi (2000) dalam Arini (2005) menjelaskan bahwa kawasan hulu dari suatu DAS memiliki fungsi yang sangat penting, yaitu selain sebagai tempat penyedia air untuk dialirkan ke daerah hilir, (untuk kegiatan pertanian, industri dan pemukiman (*water provision for regional economy*)), juga berfungsi dalam memelihara keseimbangan ekologis yaitu sebagai sistem penunjang kehidupan.

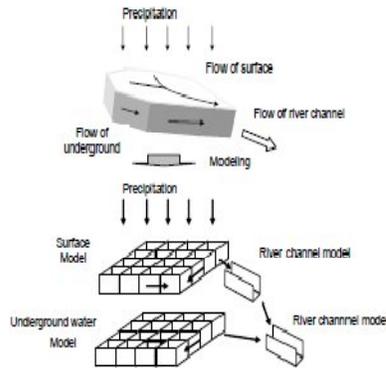
Kemampuan daya dukung pemanfaatan lahan hulu bersifat terbatas, kegiatan pembangunan yang tidak terkendali di kawasan hulu dari suatu DAS seperti konversi lahan bervegetasi/berhutan serta aktifitas merubah lanskap tidak hanya akan memberikan dampak negatif di wilayah di mana kegiatan tersebut berlangsung, namun juga dapat menimbulkan dampak di daerah hilir berupa banjir dan kekeringan. Asdak (2002) dalam Arini (2005) menjelaskan bahwa DAS hulu seringkali menjadi fokus perencanaan pengelolaan DAS mengingat bahwa daerah hulu dan hilir mempunyai keterkaitan biofisik melalui daur hidrologi.

Penginderaan Jauh (*remote sensing*) merupakan suatu teknologi yang mampu melakukan pemantauan dan identifikasi segala macam hal yang ada di permukaan bumi melalui citra satelit maupun foto udara yang diolah dengan menggunakan fasilitas Sistem Informasi Geografis (SIG). Aplikasi Sistem Informasi Geografis dan Penginderaan Jauh semakin berkembang luas, mulai dari analisis dan modeling dari data-data spasial hingga inventarisasi dan pengolahan data yang sederhana (Arini, 2005).

Keterbatasan terhadap kelengkapan, keakuratan data menjadi penyebab kesulitan untuk menganalisa dan melakukan pemodelan hidrologi. Salah satu upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut dapat digunakan salah satu program analisis pemanfaatan data hujan satelit untuk pemodelan hidrologi dengan menggunakan program *Integrated Flood*

*Analysis System* (IFAS). Program ini dapat memodelkan analisis hidrologi pada suatu Daerah Aliran Sungai. Dengan kata lain program IFAS akan sangat efektif dan efisien dalam membantu memberikan gambaran mengenai kondisi DAS, sehingga diharapkan dapat membantu dalam menentukan tindakan pengelolaan pada Sub DAS Indragiri yakni pada DAS Pulau Berhalo.

Salah satu model hidrologi yang dapat digunakan untuk menganalisis karakteristik aliran sungai adalah model tangki. Dimana model tangki dibagi menjadi tiga bagian, yaitu *surface model*, *underground water model*, dan *river course model*. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 1.

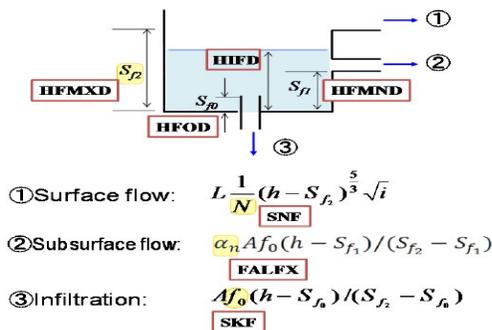


Gambar 1 Skema Distribusi Model Tangki Program IFAS  
Sumber : Fukami, 2009

Penggunaan program IFAS dapat dimodelkan dengan model tangki, model tangki dapat dimodifikasi berdasarkan beberapa penelitian yang dilakukan *Public Works Research Institute* (PWRI) dari Jepang menjadi *The Distributed Model of PWRI. Distributed Model of PWRI* terdiri dari tiga model. Fitur dari masing-masing model dapat digambarkan sebagai berikut:

1. *Surface Model*

*Surface Model* adalah model yang digunakan untuk membagi curah hujan menjadi aliran permukaan (*flow of surface*), aliran intermediet (*rapid intermediate outflow*), dan aliran infiltrasi (*ground infiltration flows*). Konsep *surface model* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Konsep *Surface Model*  
Sumber: Fukami, 2009

Aliran permukaan dan aliran intermediet dihitung berdasarkan Hukum Manning. Aliran infiltrasi dihitung berdasarkan Hukum Darcy.

Besar koefisien kekerasan (N) pada PWRI Distributed Model didasarkan pada Tabel 1 berikut ini.

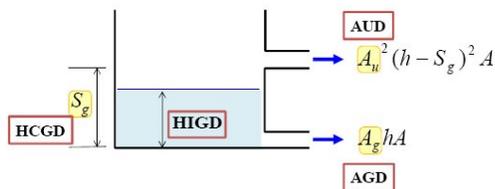
Tabel 1 Nilai Koefisien Kekerasan (N) PWRI Distributed Model

Tata Guna Lahan		Nilai	
Air Permukaan ( <i>Water Surface</i> )		0.0	
Persawahan ( <i>Paddy filed</i> )		2.0	
Pegunungan Hutan ( <i>Mountain forest</i> )		0.7	
Bukit, Padang Rumput, Taman, Lapangan Golf, Lahan Pertanian ( <i>Hills, pastures, parks, golf ground, cropland</i> )		0.3	
Perumahan Penduduk ( <i>Urban land</i> )		0.03	
Urbanisasi	1	Jalan sebagian beraspal, banyak tanah kosong yang tersisa, jaringan drainase selesai.	0.1
	2	Perkerasan jalan sedang dalam proses, jaringan pembuangan belum selesai.	0.05
	3	50% jalan telah diaspal, jaringan pembuangan hampir selesai.	0.01
	4	Jalan telah diaspal semua, jaringan pembuangan telah selesai.	0.005

(Sumber: Fukami, 2009)

### 2. *Underground Water Model*

Tangki pada model *Underground Water Model* ini dibagi menjadi aliran *unconfined* dan *confined*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.

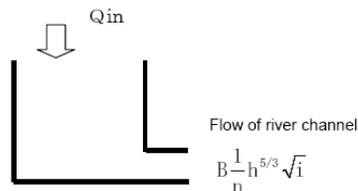


Gambar 3 Konsep *Underground Water Model*

Sumber: Fukami, 2009

### 3. *River Channel Model*

Model ini dihitung berdasarkan persamaan Manning. Konfigurasi dari model ini dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Konsep *River Channel Model*

Sumber: Fukami, 2009

## 1. Evaluasi Ketelitian Model

Hambali (2008) mengemukakan bahwa evaluasi ketelitian model dilakukan dengan cara membandingkan debit hasil simulasi dengan debit terukur yang tersedia. Model dapat dikatakan teliti jika terdapat nilai kolerasi yang tinggi antara data hasil simulasi dan terukur.

Evaluasi ketelitian model secara umum menggunakan fungsi objektif seperti :

1. Koefisien korelasi (R) adalah harga yang menunjukkan besarnya keterkaitan antara nilai observasi dengan nilai simulasi. Perhitungan koefisien korelasi dari excel menggunakan persamaan berikut :

$$R = \frac{\sum (Qcal - Qcal_{rerata})(Qobs - Qobs_{rerata})}{\sqrt{\sum (Qcal - Qcal_{rerata})^2 \times \sum (Qobs - Qobs_{rerata})^2}}$$

Nilai R adalah koefisien korelasi, Qcal adalah debit terhitung (m<sup>3</sup>/detik), Q cal<sub>rerata</sub> adalah debit terhitung rerata (m<sup>3</sup>/detik), Qobs adalah debit terukur (m<sup>3</sup>/detik), dan Q obs<sub>rerata</sub> adalah debit terukur rerata (m<sup>3</sup>/detik). Hambali (2008) menjelaskan koefisien korelasi memiliki beberapa kriteria seperti pada Tabel 2 berikut ini :

Tabel 2 Kriteria Nilai Koefisien Korelasi

Nilai Koefisien Korelasi (R)	Interpretasi
0.7 < R < 1.0	Derajat asosiasi tinggi
0.4 < R < 0.7	Hubungan substansial
0.2 < R < 0.4	Korelasi rendah
R < 0.2	Diabaikan

(Sumber : Hambali, 2008)

2. Selisih volume atau *volume error* (VE) aliran adalah nilai yang menunjukkan perbedaan volume perhitungan dan volume terukur selama proses simulasi. Selisih volume (VE) aliran dikatakan baik apabila dapat menunjukkan angka tidak lebih dari 5%. Perhitungan selisih volume (VE) dirumuskan sebagai berikut :

$$VE = \left| \frac{\sum_{i=1}^N Qobs_i - \sum_{i=1}^N Qcal_i}{\sum_{i=1}^N Qobs_i} \right| \times 100\%$$

Nilai VE adalah selisih volume, Qcal<sub>i</sub> adalah debit terhitung (m<sup>3</sup>/detik), dan Qobs<sub>i</sub> adalah debit terukur(m<sup>3</sup>/detik).

3. Koefisien Efisiensi (CE) adalah nilai yang menunjukkan efisiensi model terhadap debit terukur, cara objektif yang paling baik dalam mencerminkan kecocokan hidrograf secara keseluruhan. Perhitungan Koefisien Efisiensi (CE) dirumuskan sebagai berikut :

$$CE = \left[ \frac{\sum_{i=1}^N (Qobs_i - Qcal_i)^2}{\sum_{i=1}^N (Qobs_i - Qobs_{rerata})^2} \right]$$

Nilai CE adalah koefisien efisiensi, Qcal<sub>i</sub> adalah debit terhitung (m<sup>3</sup>/detik), Qobs<sub>i</sub> adalah debit terukur (m<sup>3</sup>/detik), Q obs<sub>rerata</sub> adalah debit terukur rerata (m<sup>3</sup>/detik). Hambali (2008) mengungkapkan koefisien efisiensi memiliki beberapa kriteria seperti terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Kriteria Nilai Koefisien Efisiensi

Nilai Koefisien Efisiensi (CE)	Interpretasi
$CE > 0.75$	Optimasi sangat efisien
$0.36 < CE < 0.75$	Optimasi cukup efisien
$CE < 0.36$	Optimasi tidak efisien

(Sumber : Hambali, 2008)

Vase, *et al* (2011) mengemukakan bahwa kalibrasi model merupakan suatu proses mengoptimalkan atau secara sistematis menyesuaikan nilai parameter model untuk mendapatkan satu set parameter yang memberikan estimasi terbaik dari debit sungai yang diamati. Kalibrasi model hujan aliran biasanya melibatkan proses menjalankan (*running*) model berkali – kali dengan melakukan uji coba nilai parameter yang berbeda dengan tujuan untuk meningkatkan kecocokan antara model dengan data terukur kalibrasi. Menurut Indarto (2010), pada prinsipnya metode kalibrasi dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu :

1. Coba-coba (manual)  
 Dalam hal ini, nilai parameter dicocokkan secara manual dengan cara coba-coba (*trial and error*). Metode ini paling banyak digunakan dan direkomendasikan, khususnya untuk model yang kompleks. Dimana sebuah grafik yang bagus sudah dianggap mewakili hasil simulasi.
2. Otomatis  
 Dalam hal ini, sebuah algoritma dipakai untuk menentukan nilai fungsi objektif dan digunakan untuk mencari kombinasi dan permutasi parameter sebanyak mungkin untuk menentukan tingkat keakuratan yang optimum.
3. Kombinasi  
 Dalam hal ini, kalibrasi secara otomatis dilakukan untuk menentukan kisaran (*range*) nilai suatu parameter, selanjutnya digunakan *trial and error* untuk menentukan detail kombinasi yang optimal.

Penggunaan program IFAS memiliki beberapa parameter yang dapat dikalibrasikan dengan menggunakan referensi dari data hidrologi pada daerah yang diamati (data terukur). Jika tidak memiliki data terukur maka harus menggunakan nilai parameter standar. Pada Tabel 4 berikut ini terdapat penjelasan mengenai cara memilih parameter yang akan dikalibrasi berdasarkan ketersediaan data terukur.

Tabel 4 Pengaturan Parameter IFAS Berdasarkan Ketersediaan Data Terukur

		Data Hidrologi Terukur	
		Ada	Tidak Ada
Data Sungai Terukur	Ada	1. Kalibrasi pada parameter <i>surface</i> dan <i>groundwater</i> 2. Parameter <i>river course</i> bisa disesuaikan	1. Parameter <i>river course</i> bisa disesuaikan 2. Menggunakan nilai standar parameter <i>surface</i> dan <i>groundwater</i>
	Tidak Ada	1. Kalibrasi pada parameter <i>surface</i> dan <i>groundwater</i> 2. Menggunakan nilai standar parameter <i>river course</i>	1. Menggunakan nilai standar semua parameter model

(Sumber : Fukami, 2009)

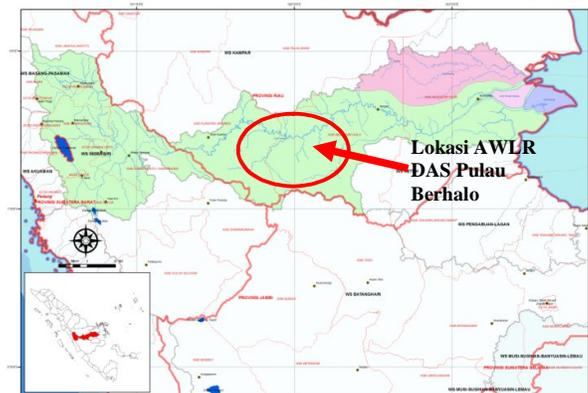
Validitas model hanya bergantung pada bermacam teori dan asumsi yang menentukan struktur dari format persamaan pada model serta nilai-nilai yang ditetapkan pada parameter model. Suatu model mungkin telah mencapai status valid (absah) meskipun

masih menghasilkan kekurangbenaran *output*. Suatu model dikatakan absah karena konsistensinya, dimana hasilnya tidak bervariasi lagi (Soemarno, 2003).

## METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian ini dilakukan pada sub DAS Indragiri terletak pada Sungai Kuantan dengan lokasi stasiun duga air stasiun Pulau Berhalo. Stasiun duga air Pulau Berhalo secara administrasi terletak di Provinsi Riau, Kabupaten Kuantan Singingi, Kecamatan Kuantan Hilir dengan lokasi geografis  $00^{\circ} 27' 37''$  LS dan  $101^{\circ} 46' 47''$  BT. Stasiun ini memiliki luas daerah aliran sebesar  $8.526 \text{ km}^2$ . Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5.

Sungai Kuantan secara administratif berada di Kabupaten Kuantan Singingi. Daerah Aliran Sungai (DAS) Sungai Kuantan mengalir 9 (sembilan) kecamatan, berhulu di Kecamatan Hulu Kuantan melewati Kecamatan Kuantan Mudik, Kecamatan Gunung Toar, Kecamatan Kuantan Tengah, Kecamatan Benai, Kecamatan Pangean, Kecamatan Kuantan Hilir, Kecamatan Inuman hingga berhilir di Kecamatan Cerenti. Di sebelah Hilir dari Peranap sampai ke Tembilahan dinamakan dengan Sungai Indragiri.



Gambar 5 Peta Lokasi Penelitian

Sumber: Kementerian PU Republik Indonesia, 2012

Data-data yang digunakan untuk menganalisa dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Data satelit berupa data curah hujan, elevasi, tata guna lahan, dan data tanah.
- Data hidrologi pada DAS Pulau Berhalo yang berupa data debit harian dari *Automatic Water Level Recorder* (AWLR) tahun 2004 dan 2006.

Tahapan penelitian tersebut secara rinci dapat diuraikan seperti berikut ini :

### 1. Persiapan data satelit

Penentuan data-data satelit yang diunduh dan digunakan dalam studi ini adalah sebagai berikut :

- Data curah hujan yang digunakan yaitu GsMaP\_MVK+ pada tahun 2004 dan untuk validasi pada tahun 2006.
- Data elevasi yang digunakan yaitu GTOPO30 tahun 2004 dan 2006.
- Data tata guna lahan yang digunakan adalah GLCC tahun 2004 dan 2006.
- Data tanah yang digunakan adalah GNV25 Soil Water (UNEP). GNV25 merupakan data tanah yang berisi kapasitas kemampuan tanah menyimpan air (*soil water holding capacity*).

## 2. Simulasi model

Proses simulasi model dilakukan dengan bantuan program IFAS. Data-data satelit yang telah diunduh dan disimulasikan dengan parameter-parameter awal yang ditentukan oleh IFAS. Hasil simulasi tersebut dievaluasi ketelitiannya berdasarkan data terukur (data AWLR) dengan menghitung nilai koefisien korelasi, selisih volume, dan koefisien efisiensi. Data yang digunakan dalam evaluasi ketelitian model adalah data debit sungai harian dari AWLR tahun 2004.

## 3. Kalibrasi model

Penentuan kalibrasi parameter dilakukan dengan cara kombinasi agar diperoleh ketelitian model yang optimal (memenuhi batasan-batasan evaluasi ketelitian model yang telah ditentukan), yang kemudian dilakukan simulasi kembali. Sehingga hasil simulasi dapat mewakili kondisi hujan-aliran yang sebenarnya berdasarkan data terukur dilapangan. Hasil simulasi yang dilakukan dengan nilai awal parameter dari IFAS (tanpa kalibrasi). Adapun keseluruhan proses kalibrasi dan simulasi diulangi hingga diperoleh hasil simulasi yang optimal, yaitu nilai evaluasi ketelitian model seperti nilai koefisien  $R$ ,  $VE$ , dan  $CE$  memenuhi batasan-batasan evaluasi ketelitian model yang telah ditentukan.

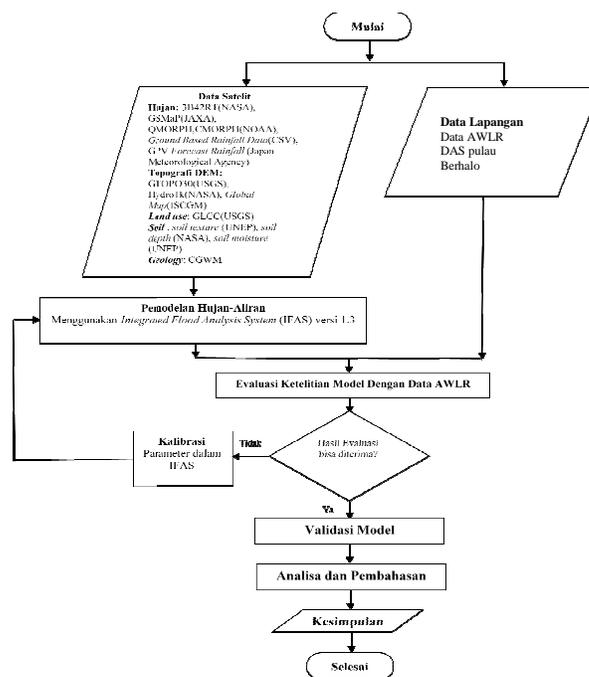
## 4. Validasi model

Proses validasi dilakukan terhadap parameter-parameter yang memenuhi nilai evaluasi ketelitian model dalam kalibrasi. Parameter-parameter tersebut disimulasikan dengan periode tahun yang berbeda. Pada penelitian ini digunakan periode tahun 2006.

## 5. Pembahasan

Pembahasan hasil analisis data didapatkan dari setiap langkah-langkah pemodelan hujan-aliran. Hasil keluaran pemodelan hidrologi dalam bentuk grafik *hydrograph*. Grafik hidrograf akan ditampilkan dalam bentuk data hujan aliran satelit dan perbandingan data debit terhitung hasil analisa dengan data debit terukur dilapangan.

Adapun bagan penelitian tugas akhir dapat dilihat pada Gambar 6 berikut ini.

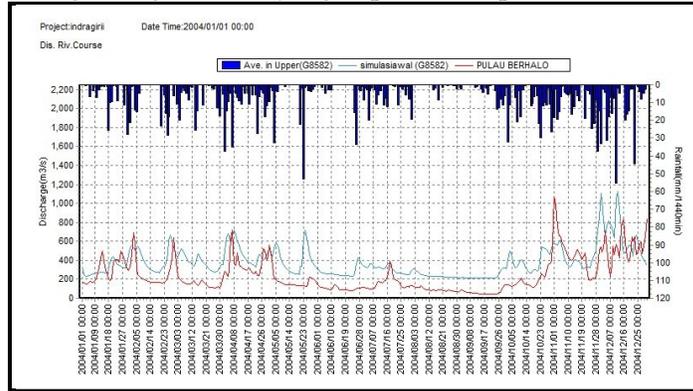


Gambar 6 Bagan Alir Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Simulasi Model

Simulasi model digunakan nilai parameter-parameter awal yang ditentukan oleh program IFAS tanpa kalibrasi. Dengan memasukkan periode simulasi satu tahun, yaitu dari 1 Januari 2004 pukul 00.00 hingga 31 Desember 2004 pukul 23.00, didapatkan hasil simulasi berupa hidrograf hujan-aliran yang dapat dilihat pada Gambar 7.



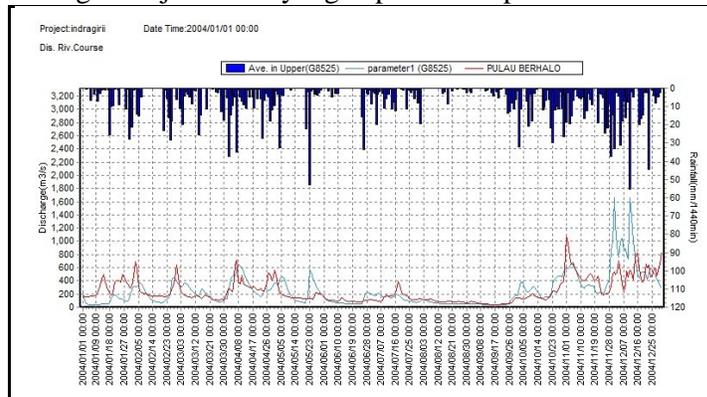
Gambar 7 Grafik Hasil Simulasi Tanpa Kalibrasi

Berdasarkan Gambar 7, dapat dilihat bahwa debit hasil simulasi telah mengikuti bentuk *trend* dari debit terukur di lapangan. Namun nilainya masih terlalu besar, dan perlu dilakukan proses kalibrasi ulang untuk memperkecil nilai debitnya.

### 2. Proses Kalibrasi

Tahapan selanjutnya adalah proses kalibrasi, nilai parameter-parameter yang dikalibrasi dengan cara coba-coba. Dari ketentuan Tabel 4, ditentukan bahwa parameter-parameter yang dikalibrasi adalah parameter-parameter dari *surface tank* dan *underground water tank*. Hal ini disebabkan karena data terukur yang tersedia hanya data AWLR.

Dilakukan beberapa pengulangan simulasi dengan parameter-parameter berbeda-beda, sehingga diperoleh nilai parameter-parameter yang cukup optimal untuk kalibrasi pada penelitian ini. Nilai-nilai setiap parameter tersebut dapat dilihat pada Tabel 5. Nilai parameter-parameter yang telah dikalibrasi ulang tersebut, sehingga diperoleh hasil simulasi berupa hidrograf hujan aliran yang dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8 Grafik Hasil Kalibrasi

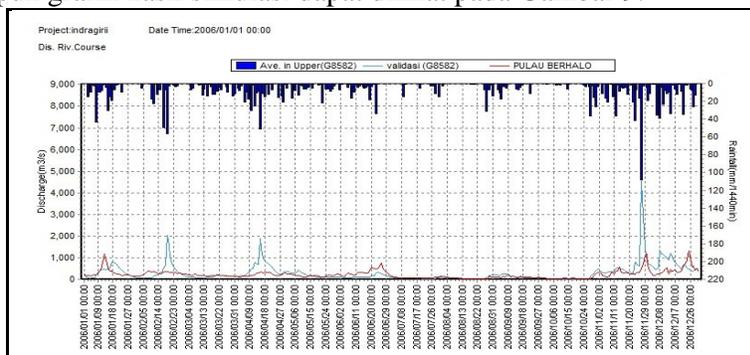
Gambar 8 menunjukkan bahwa nilai debit hasil kalibrasi sudah mendekati bentuk *trend* dari debit terukur, dan nilainya juga sudah mendekati besar debit terukur. Tahap selanjutnya dilanjutkan dengan proses validasi untuk mendapatkan tingkat kepastian parameter modelnya.

Tabel 5 Parameter-Parameter yang Dikalibrasi

Parameter	Nilai Awal	Nilai Kalibrasi	Penjelasan	
Surface Tank	SKF	0,0005	0,00001	Berdasarkan Tabel 2.5 untuk areal persawahan dan perumahan penduduk, diambil yang terkecil.
	HFMXD	0,1	0,05	Diubah karena nilainya sudah cukup besar untuk memperkecil volume aliran puncak.
	HFMND	0.01	0.01	Tidak diubah karena nilainya sudah cukup besar untuk memperkecil sebagian bentuk gelombang.
	HFOD	0,005	0,005	Tidak diubah karena nilainya sudah cukup besar untuk memperkecil bentuk seluruh gelombang.
	SNF	0,7	0,1	Berdasarkan Tabel 2.4 untuk areal yang sebagian beraspal dan sebagian tanah serta memiliki jaringan drainase.
	FALFX	0,8	0,6	<i>Trial and error</i> antara 0,5 dan 0,65 berdasarkan Tabel 2.5.
	HIFD	0	0	Tidak diubah karena ketentuan dari IFAS.
Underground Water Tank	AUD	0,1	0,13	Diubah karena nilainya sudah cukup kecil untuk memperkecil sebagian bentuk gelombang.
	AGD	0,003	0,001	<i>Trial and error</i> dengan memperkecil nilainya agar volume <i>base flow</i> menjadi kecil.
	HCGD	2	1	<i>Trial and error</i> diperkecil agar nilai volumenya bisa menyesuaikan dengan hasil dari parameter lain yang telah diubah.
	HIGD	2	1	<i>Trial and error</i> dengan memperkecil nilainya agar volume <i>base flow</i> menjadi kecil.

### 3. Validasi Model

Tahap selanjutnya setelah kalibrasi model adalah validasi model. Pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan parameter pada kalibrasi yang hasilnya optimal. Parameter tersebut akan digunakan untuk mensimulasikan data periode tahun 2006 pada DAS Pulau Berhalo. Adapun grafik hasil simulasi dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9 Grafik Hasil Validasi dengan Tahun 2005

Berdasarkan Gambar 9 dapat dilihat bahwa pada tahap akhir simulasi terdapat perbedaan nilai debit yang cukup besar. Pada tahap ini menunjukkan bahwa parameter pada IFAS yang disimulasikan dengan periode yang pendek perlu dilakukan kalibrasi ulang untuk mendapatkan hasil yang optimal.

### 4. Keandalan Model Hujan Aliran IFAS

Hasil keseluruhan evaluasi proses pemodelan hujan aliran dengan program IFAS pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6 Hasil evaluasi pemodelan hujan-aliran program IFAS

Pemodelan Hujan-Aliran	Parameter Evaluasi			Penjelasan
	Korelasi (R)	Selisih Volume (VE)	Koefisien Efisiensi (CE)	
Kondisi Awal	0,64	20,18%	1,52	Kurang optimal karena nilai $R < 0,7$ dan $VE > 5\%$
Kalibrasi	0,65	3,34%	1,06	Memenuhi semua syarat optimal evaluasi
Validasi	0,32	19,23%	4,61	Kurang optimal karena nilai $R < 0,7$ dan $VE > 5\%$

Hasil evaluasi pemodelan hujan-aliran program IFAS pada Tabel 5 dapat disimpulkan bahwa pemodelan hujan-aliran dengan program IFAS cukup handal jika parameter-parameter dalam IFAS telah dikalibrasikan. Nilai parameter-parameter tersebut tergantung dari kondisi dan perubahan tata guna lahan dari hasil pencatatan satelit yang selalu berubah setiap tahunnya.

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Penelitian yang berjudul “Kajian Pemanfaatan Data Hujan Satelit untuk Pemodelan Hidrologi (Studi Kasus DAS Pulau Berhalo)”, dapat disimpulkan pemodelan hidrologi dengan menggunakan data hujan satelit dengan bantuan program *Integrated Flood Analysis System* (IFAS) Versi 1.3.0 dihasilkan klasifikasi cukup andal setelah dikalibrasi dengan nilai koefisien kalibrasi (R) sebesar 0,65, nilai selisih volume (VE) adalah 3,34%, dan koefisien efisiensi (CE) dengan nilai 1,06.

Adapun saran penulis bagi mahasiswa maupun pihak lain yang ingin mengembangkan penelitian tentang pemodelan hidrologi dengan pemanfaatan data hujan satelit menggunakan program IFAS, dapat dicoba dengan cara menggunakan analisis jangka panjang (*long term analysis*) sehingga mendapatkan hasil yang baik.

### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Balai Wilayah Sungai Sumatera III Provinsi Riau, yang telah memberikan informasi dan data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini. Serta ucapan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dalam proses penelitian ini.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Arini, D.I.D . 2005. *Aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG) Dan Penginderaan Jauh Untuk Model Hidrologi Answers dalam Memprediksi Erosi dan Sedimentasi (Studi Kasus: Dta Cipopokol Sub Das Cisadane Hulu, Kabupaten Bogor)*. Bogor: IPB
- Fukami, K., Sugiura, T., Magome, J. & Kawakami, T. 2009. *Integrated Flood Analysis System (IFAS Version 1.2) User's Manual*. Jepang : ICHARM.
- Hambali, R. 2008. *Analisis Ketersediaan Air dengan Model Mock*. Bahan Ajar. Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada.
- Soemarno. 2003. *Pendekatan dan Pemodelan Sistem*. Bahan Ajar. Malang : Program S2 Pemodelan.

