

PENGGUNAAN DATA HUJAN SATELIT UNTUK PEMODELAN HIDROLOGI DAS INDRAGIRI

Hasniati Hasan, Sigit Sutikno, Manyuk Fauzi

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Bina Widya Jl. HR Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293
email: hasniati.hasan.0707120190@gmail.com

ABSTRACT

The use of modeling techniques in hydrology research is now highly developed. It can be seen from the increasing number of hydrologic modeling that appears along with the development of knowledge and the advancement of computer technology. IFAS is a remote sensing program that was developed by a research institution of the Japanese public works called the International Centre for Water Hazard and Risk Management (ICHARM). the IFAS system has several parameters are initially set to default parameter values based on the data downloads from the satellite. This parameter is then calibrated by using a reference from the local hydrological data observed (measured data). If we do not have measured data then must use the default parameter values. Rain hydrological modeling process is carried out in the watershed flow Lubuk Ambacang with data length for 1 Januari until 31 Desember 2004 and then was validated with data length for 1 January until 31 December 2006. Modeling become optimal after the calibration process with the correlation (R) value of 0,717, volume error (VE) of 3,13%, and the coefficient of efficiency (CE) of 0,89. This showed that the model has a high degree of association with the measured data ($0,7 < R < 1,0$), the difference of volume is still tolerable ($VE < 5\%$), and the efficiency of model to the measured discharge is quite efficient ($0,36 < CE < 0,75$).

Keywords: rain flow, ICHARM, IFAS aid program, calibration.

PENDAHULUAN

Salah satu program perencanaan pengelolaan DAS adalah perlu diketahuinya lebih dahulu kondisi hidrologi setempat. Namun demikian sebagian besar DAS yang akan direncanakan pengelolaan DASnya belum tersedia data hidrologi yang cukup memadai, untuk mengatasi masalah ini diperlukan suatu pendekatan melalui pemodelan hidrologi yang sesuai dengan kondisi biofisik sub DAS/DAS tersebut, hasil pemodelan tersebut diharapkan dapat diterapkan pada sub DAS/DAS yang mempunyai kemiripan kondisi biofisik.

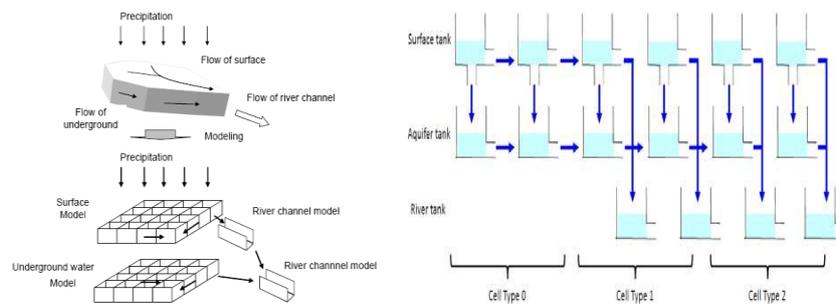
Ketersediaan data untuk pemodelan sering kali menjadi permasalahan karena ketidak-lengkapan dan ketidak-akuratan data. Kemajuan teknologi bidang penginderaan jauh memungkinkan untuk mengatasi permasalahan tersebut dengan menggunakan data-data yang bersumber dari satelit. Tersedianya banyak program penginderaan jauh yang terhubung langsung ke satelit mempercepat proses pengumpulan data-data yang diperlukan untuk pemodelan suatu Daerah Aliran Sungai. Hal ini juga mempermudah dan mempercepat proses analisa permasalahan di DAS tersebut pada masa yang akan datang.

Metode analisis dengan menggunakan teknologi data satelit ini pertama sekali dikembangkan di Jepang oleh *International Centre for Water Hazard and Risk Management (ICHARM)* dan telah diaplikasikan di berbagai negara seperti Thailand, Vietnam, dan Afrika Selatan (Sugiura dkk, 2009). Kajian penggunaan metode ini di Indonesia yang khususnya di wilayah Provinsi Riau diharapkan bisa memberikan solusi terhadap permasalahan-permasalahan yang sering ada pada DAS. IFAS merupakan salah

satu program penginderaan jauh yang dikembangkan oleh suatu institusi penelitian pekerjaan umum dari Jepang yang bernama *International Centre for Water Hazard and Risk Management* (ICHARM). IFAS dikembangkan seperti fungsi SIG untuk membuat jaringan saluran sungai yang ditampilkan dalam bentuk kotak-kotak kecil yang disebut *cell* dan mengestimasi parameter-parameter standar dalam analisis limpasan sehingga hasilnya bisa ditampilkan berdasarkan data-data satelit dan data-data curah hujan yang ada dilapangan.

Model tangki merupakan salah satu model hidrologi yang dapat digunakan untuk menganalisis karakteristik aliran suatu sungai. Model ini dapat memberikan informasi mengenai kualitas air serta memprediksi banjir. Model tangki umumnya tersusun atas empat *reservoir vertikal*, dimana bagian tersebut mempresentasikan *surface reservoir*, *intermediate reservoir*, *sub-base reservoir* dan paling bawah *base reservoir*. Pada konsepnya, air di dalam model tangki dapat mengisi *reservoir* dibawahnya dan begitu juga sebaliknya.

Dalam IFAS, model tangki dimodifikasi berdasarkan beberapa penelitian yang dilakukan *Public Works Research Institute* (PWRI) dari Jepang menjadi *The Distributed Model of PWRI*. Dimana model ini dibagi menjadi tiga bagian, yaitu *Surface model*, *Underground water model*, dan *River channel model*. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 1.



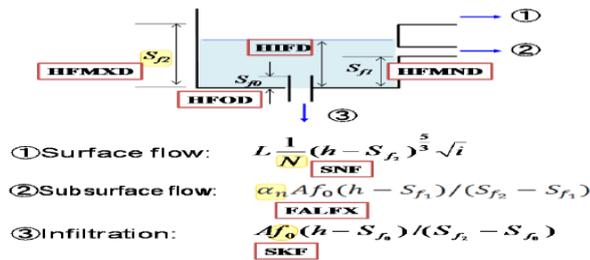
Gambar 1 Skema Model IFAS

Sumber: Fukami, 2009

PWRI Distributed Model 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*). Aliran permukaan dan aliran intermediet dihitung berdasarkan Hukum Manning. Aliran infiltrasi dihitung berdasarkan Hukum Darcy.

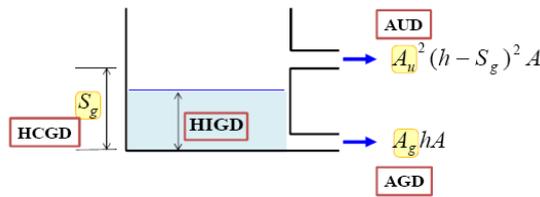


Gambar 2 Konsep *Surface Model*

Sumber : Fukami, 2009

2. *Underground Water Model*

Tangki pada model ini dibagi menjadi aliran *unconfined* dan *confined*.

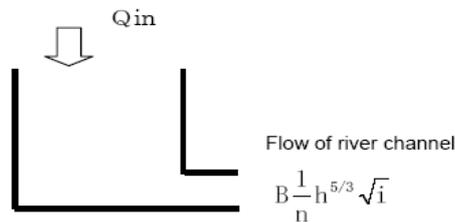


Gambar 3 Konsep *Underground Water Model*

Sumber : Fukami, 2009

3. *River Channel Model*

Model ini dihitung berdasarkan persamaan Manning.



Gambar 4 Konsep *River Channel Model*

Sumber : Fukami, 2009

Penggunaan teknik pemodelan dalam penelitian hidrologi saat ini sudah sangat berkembang. Hal ini terlihat dari semakin banyaknya pemodelan hidrologi yang muncul seiring dengan berkembangnya pengetahuan dan kemajuan teknologi komputer. Terkait dengan tujuan pengelolaan DAS, penggunaan teknik pemodelan hidrologi yang tepat dalam sebuah penelitian hidrologi haruslah disesuaikan dengan kondisi yang ada. Hal ini menyangkut identifikasi dan karakteristik dari DAS yang ditinjau, dengan tidak melupakan kalibrasi terhadap parameter-parameter model yang diperoleh serta evaluasi kelayakan model hidrologi dengan kondisi DAS di Indonesia. Dengan demikian penggunaan model tersebut lebih dapat dipertanggungjawabkan.

1. **Evaluasi Ketelitian Model**

Dalam penelitian ini, simulasi model IFAS akan dilakukan dengan periode dari 1 Januari 2006 sampai 31 Desember 2006. Keandalan hasil model IFAS dievaluasi dengan menggunakan indikator statistik dalam Hambali (2008) 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 :

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

dengan R adalah koefisien korelasi, Qcal adalah debit terhitung (m³/detik), Q cal_{rerata} adalah debit terhitung rerata (m³/detik), Qobs adalah debit terukur (m³/detik), dan Q obs_{rerata} adalah debit terukur rerata (m³/detik).

Dimana dalam Hambali (2008) koefisien korelasi memiliki beberapa kriteria seperti pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1 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 :

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

dengan VE adalah selisih volume, Qcal_i adalah debit terhitung (m³/detik), dan Qobs_i adalah debit terukur (m³/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 :

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

dengan CE adalah koefisien efisiensi, Qcal_i adalah debit terhitung (m³/detik), Qobs_i adalah debit terukur (m³/detik), dan Q obs_{rerata} adalah debit terukur rerata (m³/detik).

Dimana dalam Hambali (2008) koefisien efisiensi memiliki beberapa kriteria seperti terlihat pada Tabel 2.3 berikut ini :

Tabel 2 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)

2. Kalibrasi Model

Bloschl and Grayson dalam Indarto (2010) mengemukakan kalibrasi terhadap suatu model adalah proses pemilihan kombinasi parameter. Dengan kata lain, proses optimalisasi nilai parameter untuk meningkatkan koherensi antara respons hidrologi DAS yang teramati dan tersimulasi. Kalibrasi model menurut Vase, *et al* (2011) 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.

Dalam penelitian ini, sistem IFAS memiliki beberapa parameter yang dapat dikalibrasikan dengan menggunakan referensi dari data hidrologi daerah yang diamati (data terukur). Jika tidak memiliki data terukur maka harus menggunakan nilai parameter standar. Pada Tabel 3 berikut ini terdapat penjelasan mengenai cara memilih parameter yang akan dikalibrasi berdasarkan ketersediaan data terukur.

Tabel 3 Pengaturan Parameter IFAS Berdasarkan Ketersediaan Data Terukur

		Data Hidrologi Terukur	
		Ada	Tidak Ada
Data Sungai Terukur	Ada	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kalibrasi bisa dilakukan pada parameter <i>surface</i> dan <i>groundwater</i> 2. Parameter <i>river course</i> bisa disesuaikan 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Parameter <i>river course</i> bisa disesuaikan 2. Menggunakan nilai standar parameter <i>surface</i> dan <i>groundwater</i>
	Tidak Ada	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kalibrasi bisa dilakukan pada parameter <i>surface</i> dan <i>groundwater</i> 2. Menggunakan nilai standar parameter <i>river course</i> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menggunakan nilai standar semua parameter model

(Sumber : Fukami, 2009)

3. Validasi Model

Validasi adalah proses evaluasi terhadap model untuk mendapatkan gambaran tentang tingkat ketidakpastian yang dimiliki oleh suatu model dalam memprediksi proses hidrologi. Pada umumnya, validasi dilakukan dengan menggunakan data di luar periode data yang digunakan untuk kalibrasi (Indarto, 2010). Pada penelitian ini, validasi model dilakukan dengan periode dari 1 Januari 2006 sampai 31 Desember 2006.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada DAS Indragiri dengan lokasi stasiun duga air yaitu stasiun Lubuk Ambacang. Lokasi tersebut dipilih berdasarkan adanya ketersediaan data yang cukup memadai untuk dilakukan analisis model hujan aliran. Stasiun duga air Lubuk Ambacang secara administrasi terletak di Provinsi Riau, Kabupaten Kuantan Singingi, Kecamatan Hulu Kuantan dengan lokasi geografis 00° 36' 03" LS dan 101° 23' 22" BT. Stasiun ini memiliki luas daerah aliran sebesar 7467 km². Letak stasiun ini masih berada dalam satu sungai yaitu Sungai Kuantan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5.

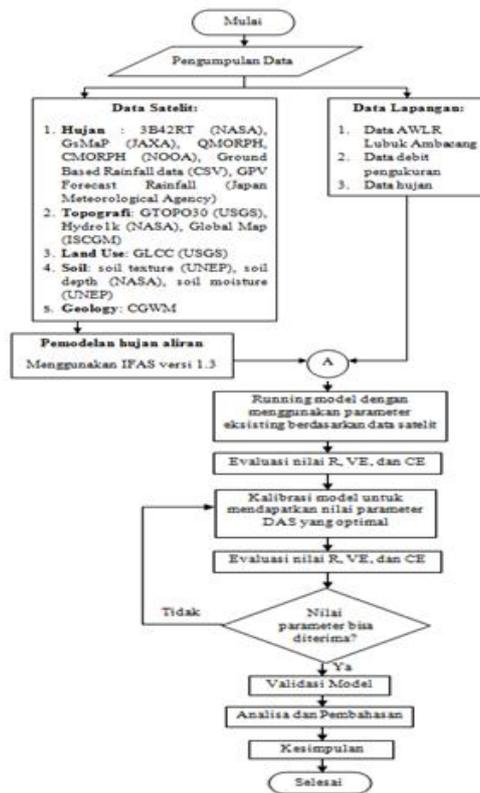


Gambar 5 Peta Lokasi Penelitian

Data-data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah data sekunder, berupa data satelit dan data hidrologi terukur yang diperoleh dari Balai Wilayah Sungai Sumatera III Provinsi Riau bagian Hidrologi. Adapun data yang diperoleh adalah sebagai berikut :

1. Data satelit berupa data curah hujan, elevasi, tata guna lahan, dan data tanah tahun 2004 dan 2006.
2. Data hidrologi pada DAS Indragiri yang berupa data debit harian dari *Automatic Water Level Recorder* (AWLR) stasiun Lubuk Ambawang tahun 2004 dan 2006.

Tahapan-tahapan yang akan dilakukan dalam penyelesaian tugas akhir ini dapat dilihat dalam bagan alir penelitian pada Gambar 6.



Gambar 3.13 Bagan Alir Penelitian

Gambar 6 Bagan Alir Penelitian

Secara garis besar tahapan analisis yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Persiapan data satelit

Mempersiapkan data-data yang dibutuhkan untuk simulasi seperti data curah hujan, elevasi, tata guna lahan, data tanah, serta data debit harian DAS Indragiri.

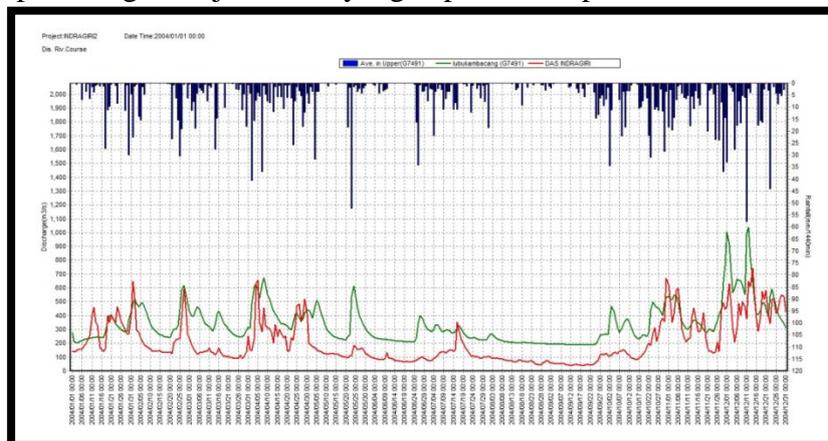
Data-data satelit yang diunduh dan digunakan dalam studi ini adalah sebagai berikut :

- a. Data curah hujan yang digunakan yaitu GsMaP_MVK+ periode 1 Januari 2004 – 31 Desember 2004 dan untuk validasi periode 1 Januari 2006 – 31 Desember 2006.
 - b. Data elevasi yang digunakan yaitu GTOPO30.
 - c. Data tata guna lahan yang digunakan adalah GLCC.
 - d. 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 pada kondisi awal
 Simulasi model dilakukan dengan bantuan program IFAS. Data-data satelit yang telah diunduh 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 periode 1 Januari – 31 Desember tahun 2006.
 3. Kalibrasi model
 Kalibrasi parameter dilakukan dengan cara kombinasi, yang kemudian dilakukan simulasi kembali. Sehingga hasil simulasi dapat mewakili kondisi hujan-aliran yang sebenarnya berdasarkan data terukur dilapangan. Adapun parameter-parameter yang dikalibrasi ditentukan berdasarkan ketentuan Tabel 3 dan hasil simulasi yang dilakukan dengan nilai awal parameter dari IFAS (tanpa kalibrasi). 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
 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 hasil analisis data dari setiap langkah-langkah pemodelan hujan-aliran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kondisi Awal Simulasi

Pada simulasi ini, digunakan nilai parameter-parameter awal yang ditentukan oleh IFAS (tanpa kalibrasi). Dengan memasukkan periode simulasi satu tahun, yaitu dari 1 Januari 2004 pukul 00.00 sampai dengan 31 Desember 2004 pukul 23.00, didapat hasil simulasi berupa hidrograf hujan aliran yang dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7 Perbandingan Grafik Hidrograf Hasil Simulasi dengan Data Terukur dari AWLR (Sumber: Hasil Program IFAS ver. 1.3)

Berdasarkan Gambar 7, bisa dilihat bahwa debit hasil simulasi sudah mengikuti bentuk *trend* dari debit terukur di lapangan. Namun besar nilainya masih terlalu besar, sehingga perlu dilakukan proses kalibrasi untuk memperkecil volume debitnya.

2. Evaluasi Korelasi Model Pada Kondisi Awal

Hasil evaluasi proses pemodelan hujan aliran pada kondisi awal dengan program IFAS pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4 berikut:

Tabel 4 Parameter Evaluasi Kondisi Awal

No	Parameter	Batasan (Range)	Nilai	Keterangan
1.	Koefisien korelasi (R)	$0,7 < R < 1,0$	0,714	Derajat asosiasi tinggi
2	Selisih Volume (VE)	$VE < 5 \%$	65,9%	Sangat jauh berbeda
3..	Koefisien efisiensi (CE)	$CE > 0,75$	1,302	Sangat efisien

(Sumber: hasil perhitungan)

Berdasarkan Tabel 4 hasil model belum optimal karena nilai VE jauh melebihi batas syaratnya. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa model memerlukan kalibrasi untuk mendapatkan hasil simulasi yang lebih optimal.

3. Proses Kalibrasi

Pada tahap ini, akan digunakan nilai parameter-parameter yang dikalibrasi dengan cara kombinasi. Berdasarkan Tabel 3, ditentukan bahwa parameter-parameter yang dikalibrasi adalah parameter-parameter dari *surface tank* dan *underground water tank*. Hal ini karena data terukur yang tersedia hanya data AWLR tanpa data penampang sungai dilapangan.

Setelah dilakukan beberapa pengulangan simulasi dengan parameter-parameter berbeda, maka diperoleh nilai parameter-parameter yang optimal untuk kalibrasi pada penelitian ini. Nilai-nilai setiap parameter tersebut dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6. Dari parameter-parameter yang telah dikalibrasi tersebut, maka diperoleh hasil simulasi berupa hidrograf hujan aliran yang dapat dilihat pada Gambar 8.

Tabel 5 *Surface Parameters* yang Digunakan Untuk Aliran Sungai

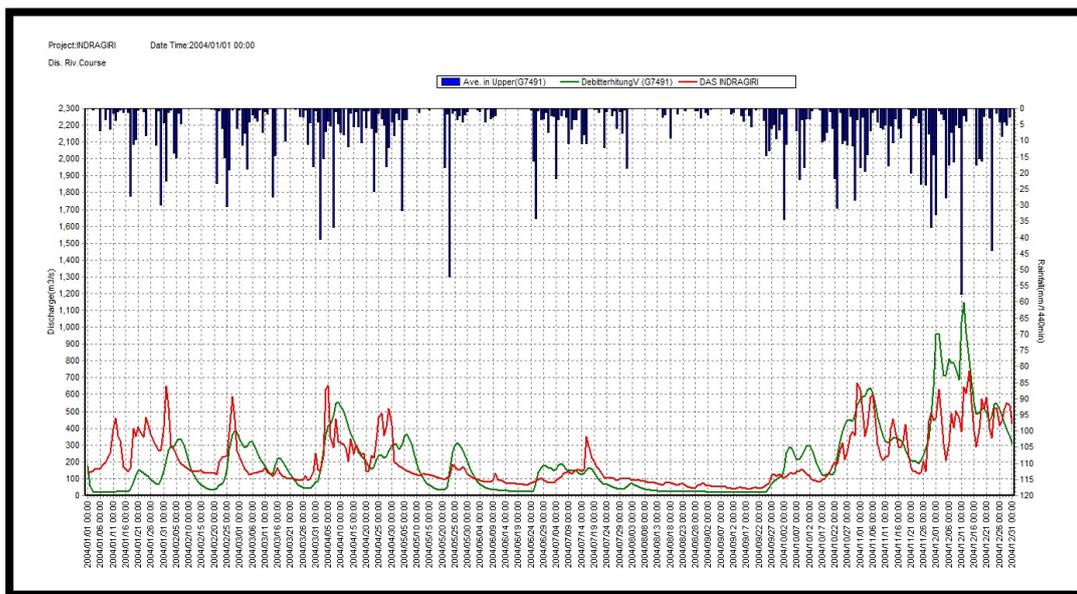
Parameter	Notasi	Nilai Awal					Nilai Kalibrasi					Keterangan
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Kapasitas Infiltrasi Terakhir (Final Infiltration Capacity) f_o (cm/s)	SKF	0.0005	0.00002	0.00001	0.000001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00002	0.003	Berdasarkan tabel 2.5 untuk areal persawahan dan penduduk diambil yang terkecil
Tinggi Penyimpanan Maksimum (Maximum Storage Height) $S/2$ (m)	HFMXD	0.1	0.05	0.05	0.001	0.5	0.1	0.1	0.05	0.01	0.04	Tidak Perlu diubah nilainya, sudah cukup besar untuk memperkecil volume aliran
Tinggi Aliran Cepat Intermediet (Rapid Intermediate flow height) $S/1$ (m)	HFMND	0.01	0.01	0.01	0.0005	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0005	0.01	Tidak perlu diubah nilainya, sudah cukup besar untuk memperkecil sebagian bentuk gelombang
Tinggi Infiltrasi Tanah (Height Where Ground Infiltration Occurs) S/fo (m)	HFOD	0.005	0.005	0.005	0.0001	0.005	0.005	0.005	0.005	0.0001	0.005	Tidak perlu diubah, karena sudah cukup besar untuk memperkecil bentuk seluruh gelombang
Koefisien Kekasaran Permukaan (Surface Roughness Coefficient) N (m ^{-1/3/s})	SNF	0.7	2	2	0.1	2	1.5	2	2	0.1	1.5	Berdasarkan tabel 2.4 untuk areal persawaan
Koefisien Pengaturan Aliran Cepat Intermediate (Rapid Intermediate Flow Regulation Coefficient) αn	FALFX	0.8	0.6	0.5	0.9	0.5	0.65	0.6	0.5	0.85	0.65	<i>Trial and error</i> antara 0,5 dan 0,65 berdasarkan tabel 2.5
Tinggi Penyimpanan Awal (Initial Storage Height) m	HIFD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Tidak diubah karena ketentuan dari IFAS
Catatan:												
Parameter pada stasiun Lubuk ambacang												

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 6 *Aquifer Parameters* yang Digunakan Untuk Aliran Sungai

Parameter	Notasi	Nilai Awal	Nilai Kalibrasi	Keterangan
Koefisien Pengaturan Aliran Lambat Intermediate (Slow Intermediate flow Regulation Coefficient) (1/mm/day) ^{1/2}	AUD	0.1	0.2	<i>Trial and error</i> dengan memperbesar nilainya agar sebagian bentuk gelombang menjadi besar
Koefisien Aliran Dasar (Base flow Coefficient) (1/day)	AGD	0.003	0.001	<i>Trial and error</i> dengan memperkecil nilainya agar volume <i>base flow</i> menjadi kecil
Tinggi Penyimpanan Tempat Aliran Lambat Intermediate (Storage height where the slow intermediate flow occurs) (m)	HCGD	2	0.5	<i>Trial and error</i> diperkecil agar nilai volumenya bisa menyesuaikan dengan hasil dari parameter lain yang telah diubah
Tinggi Penyimpanan Awal (Initial Storage Height) (m)	HIGD	2	0.5	<i>Trial and error</i> dengan memperkecil nilainya agar volume <i>base flow</i> menjadi kecil

(Sumber: Hasil Perhitungan)



Gambar 8 Perbandingan Grafik Hidrograf Hasil Simulasi dengan Data Terukur dari AWLR Setelah Dikalibrasi
(Sumber: Hasil Program IFAS ver. 1.3)

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

4. Evaluasi Korelasi Model Pada Proses Kalibrasi

Hasil evaluasi proses pemodelan hujan aliran pada proses kalibrasi dengan program IFAS pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 7 berikut:

Tabel 7 Parameter Evaluasi Kalibrasi

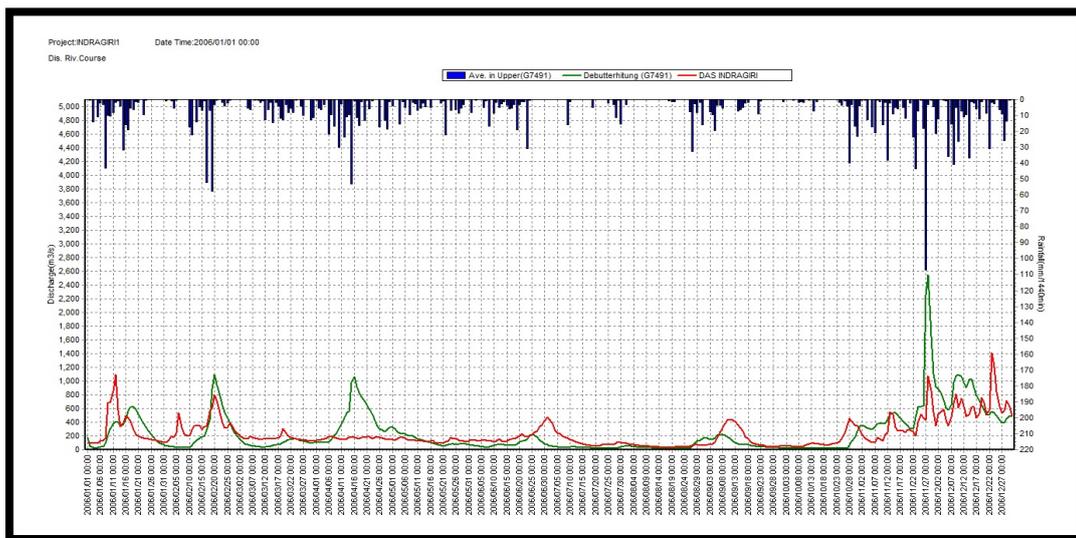
No	Parameter	Batasan (Range)	Nilai	Keterangan
1.	Koefisien korelasi (R)	$0,7 < R < 1,0$	0,728	Derajat asosiasi tinggi
2	Selisih Volume (VE)	$VE < 5 \%$	0,285%	Sesuai Batasan
3..	Koefisien efisiensi (CE)	$CE > 0,75$	0,779	Sangat efisien

(Sumber: hasil perhitungan)

Berdasarkan Tabel 7 hasil model sangat optimal karena nilai memenuhi semua kriteria batasan evaluasi korelasi model. Oleh karena ini, parameter-parameter dalam simulasi ini akan divalidasi untuk mendapatkan gambaran tentang tingkat ketepatan yang dimiliki model ini.

5. Validasi Model

Validasi pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan parameter pada kalibrasi yang hasilnya optimal. Parameter tersebut akan digunakan untuk mensimulasikan data periode tahun 2006 pada DAS Indragiri Stasiun AWLR Lubuk Ambacang. Adapun grafik hasil simulasi dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9 Grafik Hasil Validasi dengan Tahun 2006

Berdasarkan gambar 9, dapat dilihat bahwa grafik debit hasil validasi model hampir berubah mendekati bentuk grafik data terukur. Hasil perbandingan yang didapat pada validasi belum akurat dengan menggunakan parameter yang telah dikalibrasi. Ini menunjukkan bahwa parameter pada IFAS yang disimulasikan dengan periode yang pendek perlu dilakukan kalibrasi ulang.

6. Evaluasi Korelasi Model Pada Validasi Model

Hasil evaluasi proses pemodelan hujan aliran pada validasi model dengan program IFAS pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 8 berikut:

Tabel 8 Parameter Evaluasi Validasi

No	Parameter	Batasan (Range)	Nilai	Keterangan
1.	Koefisien korelasi (R)	$0,4 < R < 0,7$	0,652	Hubungan substansial
2	Selisih Volume (VE)	$VE < 5 \%$	3,807%	Sesuai batasan
3..	Koefisien efisiensi (CE)	$CE > 0,75$	1,343	Sangat efisien

(Sumber: hasil perhitungan)

Berdasarkan Tabel 8 hasil model cukup baik namun nilai R memiliki hubungan substansial. Oleh karena itu, terlihat gambaran bahwa parameter-parameter dalam IFAS belum pasti. Dapat disimpulkan bahwa model memerlukan kalibrasi kembali jika diterapkan pada periode tahun yang berbeda.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisis dan pembahasan hasil penelitian yang berjudul Penggunaan Data Hujan Satelit Untuk Pemodelan Hidrologi DAS Indragiri, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada tahap kalibrasi tahun 2004 yang menunjukkan hasil optimal di stasiun AWLR Lubuk Ambacang memberikan nilai koefisien korelasi (R) = 0,728, nilai selisih volume (VE) = 0,285 %, dan nilai koefisien efisiensi (CE) = 0,779.
2. Pada tahap validasi tahun 2006 di stasiun AWLR Lubuk Ambacang, memberikan nilai koefisien korelasi (R) = 0,652, nilai selisih volume (VE) = 3,807 %, dan nilai koefisien efisiensi (CE) = 1,343.
3. Parameter-parameter pada model hujan-aliran IFAS perlu dikalibrasi ulang jika diterapkan pada periode tahun dan lokasi yang berbeda.

Adapun saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil perhitungan dan analisa pada pengerjaan tugas akhir ini antara lain sebagai berikut :

1. Seharusnya lebih berhati-hati dalam poses kalibrasi, terutama pada saat penentuan nilai parameter kalibrasi.
2. Diperlukan analisis lebih lanjut terutama dalam hal regionalisasi parameter model, khususnya untuk wilayah Indonesia. Sehingga apabila dilakukan penelitian lebih lanjut tentang model tangki pada program IFAS dan lingkup studi masih di wilayah Indonesia, analisis yang dihasilkan akan lebih akurat.
3. Pemodelan hidrologi DAS Indragiri di stasiun AWLR Lubuk Ambacang dapat dicoba menggunakan analisis hujan aliran yang berbeda selain dari model tangki pada program IFAS.

Program IFAS dapat dicoba dengan cara menggunakan analisis jangka panjang (*long term analysis*) dengan *3 layer tank engine* dan untuk lokasi studi kasus penelitian yang memiliki dam.

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

- 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.
- Indarto. 2010. *Hidrologi Dasar Teori dan Contoh Aplikasi Model Hidrologi*, Bumi Aksara, Jakarta.
- Vase, J., Jordan, P., Beecham, R., Frost, A. & Summerell, G. 2011. *Guidelines for Rainfall-Runoff Modelling : Towards Best Practice Model Application*. Australia : eWater Cooperative Research Centre.