

Modifikasi Penggunaan Data Hujan Untuk Pemodelan Hidrologi Hujan Aliran Menggunakan Program IFAS

Lilianti¹⁾, Sigit Sutikno²⁾, Yohanna Lilis H²⁾

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

²⁾ Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya J. HR Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293

Email : azwarlilianti@gmail.com

ABSTRACT

The advancement of technology in remote sensing sector has provided an alternative solution of data availability in hydrological modeling by satellite data appearance. However, the satellite data still has a weaknesses which is probably caused by several factors such as weather condition and the existence of other objects so that data quality is not good. Therefore, the aim of this research is to model the hydrological rainfall-runoff with three types of rainfall that are satellite rainfall, ground rainfall and modified rainfall using IFAS program in Rokan Sub Watershed, Riau Province. At the verification phase, advanced and backwards simulation will be done respectively in 2005 and 2006 to test the reliability of the model. The result shows that hydrological modeling at calibration phase in 2006 has a better result in satellite rainfall than that of ground and modified rainfall, with coefficient of correlation (R) value 0,574, volume error (VE) 2,985%, and coefficient of efficiency (CE) 0,876.

Keywords: rainfall-runoff modeling, satellite rainfall, ground rainfall, modified rainfall, IFAS.

A. PENDAHULUAN

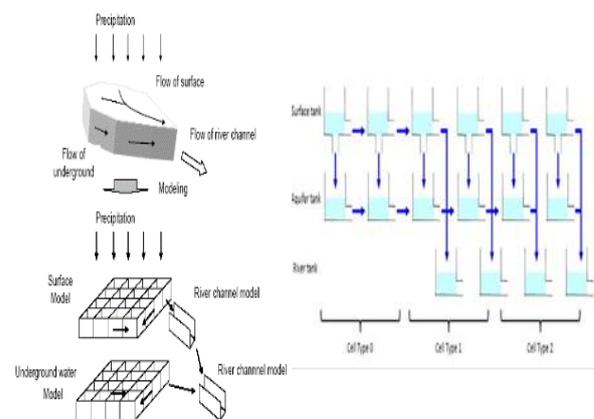
Daerah aliran sungai (DAS) merupakan suatu hamparan wilayah yang dibatasi oleh punggung bukit yang menerima, menampung, serta menyimpan air hujan. Dalam kegiatan pengelolaan DAS diperlukan informasi mengenai kondisi hidrologi setempat, namun keterbatasan dari kelengkapan dan ketidaklayakan data menyebabkan kesulitan dalam menganalisa.

Kemajuan teknologi bidang penginderaan jauh mengatasi permasalahan tersebut dengan menggunakan data-data yang bersumber

dari satelit, dalam riset ini dilakukan pemodelan hujan-aliran. Tersedianya banyak program penginderaan jauh langsung berhubungan dengan satelit dapat mempermudah proses pengumpulan data yang diperlukan untuk pemodelan daerah aliran sungai serta dapat mempercepat proses analisa permasalahan DAS pada masa akan datang. Metode analisis dengan menggunakan teknologi data satelit yang pertama sekali dikembangkan di Jepang oleh *International Centre for Water Hazard and Risk Management (ICHARM)* yang telah diaplikasikan di berbagai

Negara seperti Thailand, dan Afrika Selatan (Sugiura dkk, 2009). Penggunaan *Software* IFAS telah banyak diaplikasikan di beberapa DAS di Provinsi Riau, namun demikian hanya sebatas untuk kondisi data satelit dan atau data lapangan saja (Hamiduddin, 2013; Isnaini, 2013; Hasan, 2013; Mardhotillah, 2014; Linggasari, 2015). Modifikasi penggunaan kedua sumber data tersebut belum pernah dilakukan di Provinsi Riau. Dalam usaha untuk meningkatkan akurasi pemodelan hidrologi ada berberapa cara, seperti dengan melakukan modifikasi dan koreksi data hujan. Aziz & Tanaka (2010) telah melakukan penelitian mengenai penerapan IFAS untuk peramalan banjir sungai Indus di Pakistan, penelitian ini menggunakan tiga jenis data hujan yaitu hujan lapangan, hujan satelit dan hujan satelit yang telah dikoreksi, dari hasil ditunjukkan bahwa pemodelan hidrologi dengan data hujan satelit yang telah dikoreksi memiliki hasil yang lebih bagus. Untuk itu peneliti akan mengembangkan penelitian dengan memodifikasi data hujan sehingga mendapatkan nilai parameter yang lebih akurat dengan cara mengkombinasikan data debit dan data hujan antara data pengukuran di lapangan dengan data satelit dalam program IFAS untuk melakukan simulasi model kembali sampai hasil pemodelan mendekati hasil data AWLR yang terukur pada DAS tersebut.

IFAS merupakan salah satu program penginderaan jauh yang dikembangkan oleh *Public Work Research Institute* (PWRI) dari Jepang yang bernama *International Centre for Water Hazard and Risk Management* (ICHARM). 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.

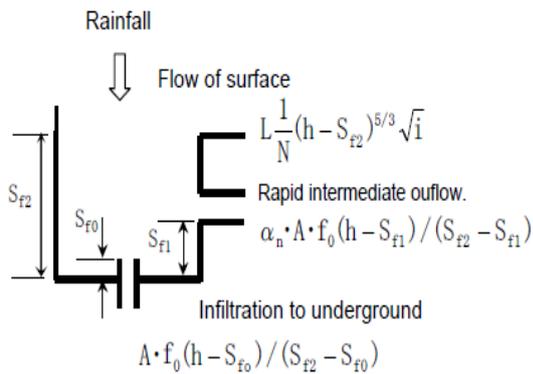


Gambar 1 Skema Model IFAS

Sumber : Fukami, 2009

a. *Surface model*

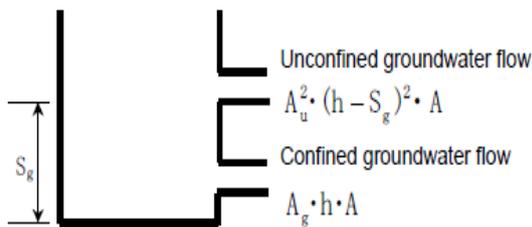
Surface model merupakan tangki yang membagi curah hujan menjadi aliran permukaan (*flow of surface*), aliran intermediet (*rapid intermediate outflow*), dan aliran infiltrasi (*ground infiltration flows*).



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

b. *Underground water model*

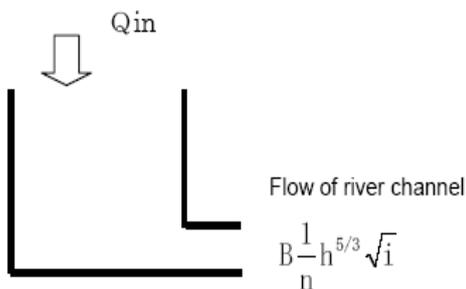
Tangki pada model ini dibagi menjadi aliran *unconfined* dan *confined*.



Gambar 3 Konsep *Underground Water Model*
Sumber : Fukami, 2009

c. *River channel model*

Model ini dihitung berdasarkan persamaan Manning.



Gambar 4 Konsep *River Channel Model*
Sumber : Fukami, 2009

1. Kalibrasi Model

Kalibrasi (*calibration atau calage*) terhadap satu model adalah proses pemilihan kombinasi parameter. Dengan kata lain, proses optimalisasi nilai parameter untuk meningkatkan koherensi antara respon hidrologi DAS yang teramati dan tersimulasi (Bloschl and Grayson, 2000). Pada penelitian ini, *Software IFAS* sebagai program bantu sistemnya 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 1 dapat dilihat penjelasan mengenai cara memilih parameter yang di kalibrasi berdasarkan ketersediaan data terukur.

Tabel 1 Pengaturan Parameter IFAS Berdasarkan Ketersediaan Data Terukur

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

(Sumber : Fukami, 2009)

2. Verifikasi Model

Verifikasi model menurut Pechlivanidis, *et al* (2011) dalam Lingasari (2015) merupakan suatu proses setelah tahap kalibrasi selesai dilakukan yang berfungsi untuk menguji kinerja model pada data diluar periode kalibrasi. Kinerja model biasanya lebih baik selama periode kalibrasi dibandingkan dengan verifikasi. Pada penelitian ini tahap verifikasi dilakukan maju mundur dengan data tahun 2005 dan 2006.

3. Evaluasi Ketelitian Model

Pada penelitian ini, simulasi model dalam IFAS akan dilakukan dengan periode dari 1 Januari 2005 sampai 31 Desember 2006 dan pada tiga sumber data hujan yang berbeda yaitu data hujan satelit, data hujan lapangan, dan data hujan hasil modifikasi. Keandalan hasil model IFAS dievaluasi dengan menggunakan indikator statistik dalam Hambali (2008) seperti penjelasan di bawah ini.

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

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

dengan:

- R = koefisien korelasi,
- $Qcal_i$ = debit terhitung ($m^3/detik$),
- $Qcal_{rerata}$ = debit terhitung rerata ($m^3/detik$),
- $Qobs_i$ = debit terukur ($m^3/detik$),
- $Qobs_{rerata}$ = debit terukur rerata ($m^3/detik$).

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)

- b. 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 = selisih volume,
 Qcal_i = debit terhitung (m³/detik),
 Qobs_i = debit terukur (m³/detik).

c. 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 = koefisien efisiensi,
 Qcal_i = debit terhitung (m³/detik),
 Qobs_i = debit terukur (m³/detik),
 Qobs_{rerata} = debit terukur rerata (m³/detik).

Koefisien efisiensi memiliki beberapa kriteria seperti terlihat pada Tabel 3 berikut ini.

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)

B. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada Sub DAS Rokan dengan stasiun AWLR Lubuk Bendahara. Stasiun Lubuk Bendahara secara administrasi terletak di Provinsi Riau, Kabupaten Rokan Hulu, Kecamatan Rokan IV Koto dengan letak geografis 00° 41' 30" LS dan 100° 26' 23" BT.

Adapun data-data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Data satelit berupa data curah hujan, elevasi, tata guna lahan, dan data tanah tahun 2005 dan 2006.
- Data hidrologi pada DAS Rokan yang berupa data hujan harian dari dua Stasiun yaitu Stasiun Lubuk Bendahara dan Stasiun Ujung Batu dan data debit harian dari *Automatic Water Level Recorder* (AWLR) Stasiun Lubuk Bendahara tahun 2005 dan 2006.

Tahapan analisis yang dilakukan pada penelitian ini secara garis besar yaitu mempersiapkan data satelit yang diunduh berupa data elevasi yang digunakan adalah GTOPO30, data tata guna lahan yang digunakan adalah GLCC dan data tanah yang digunakan adalah GNV25 Soil Water (UNEP). GNV25 merupakan data tanah yang berisi kapasitas kemampuan tanah menyimpan air (*soil water holding*

capacity). Sedangkan data curah hujan yang digunakan adalah GsMaP_MVK+ untuk tahun 2005 dan 2006 mempersiapkan data hujan harian dari dua Stasiun yaitu Stasiun Lubuk Bendahara dan Stasiun Ujung Batu dan data debit harian dari AWLR Stasiun Lubuk Bendahara.

Simulasi model dilakukan dengan bantuan program IFAS. Data-data satelit yang telah diunduh dan data curah hujan harian yang didapat disimulasi 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 2005 dan 2006.

Kalibrasi parameter dilakukan dengan cara kombinasi, yang kemudian dilakukan simulasi kembali. Sehingga hasil kalibrasi dapat mewakili kondisi hujan aliran yang sebenarnya berdasarkan data terukur di lapangan. Adapun parameter-parameter yang dikalibrasi ditentukan berdasarkan ketentuan Tabel 1 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.

Modifikasi data hujan pada penelitian ini dilakukan dengan cara memeriksa grafik *hydrograph* pada data curah hujan satelit dengan hasil kalibrasi yang terbaik, lalu dilihat dari perbandingan debit lapangan dengan debit terhitung dan hujan reratanya, jika ada perbedaan yang cukup signifikan misalnya pada waktu tertentu debit terukur sangat tinggi dan terus meningkat pada waktu berikutnya namun pada terhitung yang terjadi malah sebaliknya, maka curah hujan pada waktu tersebut akan dimodifikasi dengan curah hujan hasil kalibrasi dengan curah hujan lapangan.

Langkah-langkah modifikasi ini hampir sama seperti pada proses pemodelan kondisi awal, tetapi pada *rainfall data manager* data hujan satelit pada waktu tertentu yang kurang baik digantikan dengan data curah hujan lapangan yang telah dirata-ratakan. Data hujan yang sudah *diedit* kemudian *save*. Setelah itu, lakukan langkah *simulation manager* dan *result viewer* dilakukan kembali sampai diperoleh grafik *hydrograph*.

Verifikasi model 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 2005 dan 2006. Dari setiap langkah-langkah pemodelan huan aliran, akan didapatkan pembahasan dan hasil analisis data.

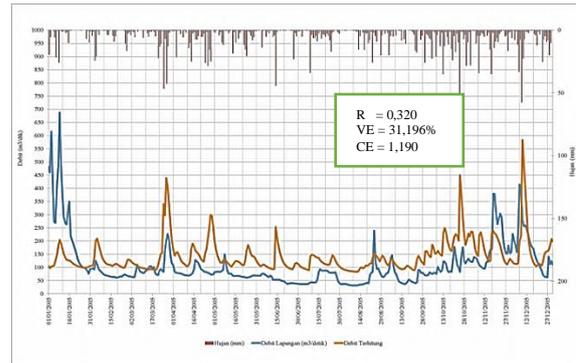
C. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

1. Simulasi Model

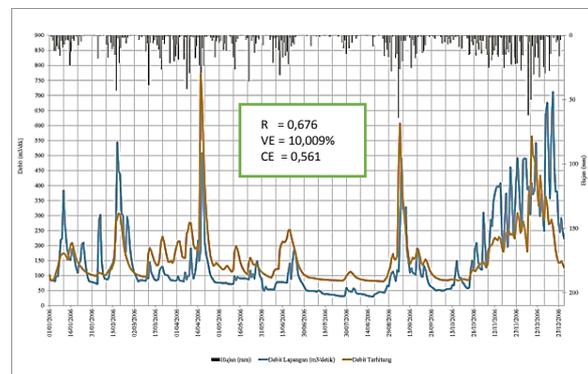
Kondisi awal pada simulasi ini, digunakan nilai parameter-parameter yang telah ditentukan oleh IFAS atau tanpa kalibrasi berdasarkan data-data satelit hasil unduhan. Pada penelitian ini proses awal simulasi dilakukan pada tahun 2005 dan 2006, untuk curah hujan satelit dan curah hujan lapangan. Hasil perhitungan dapat dilihat dari penjelasan berikut ini.

a. Curah hujan satelit tahun 2005 dan 2006

Pada Gambar 5 dan Gambar 6 disajikan perbandingan antara hidrograf terukur di lapangan dengan hidrograf hasil pemodelan untuk kondisi parameter tanpa kalibrasi.



Gambar 5 Perbandingan Grafik Hidrograf Hasil Simulasi dengan Data Terukur dari AWLR Pada Kondisi Tanpa Kalibrasi untuk hujan satelit tahun 2005



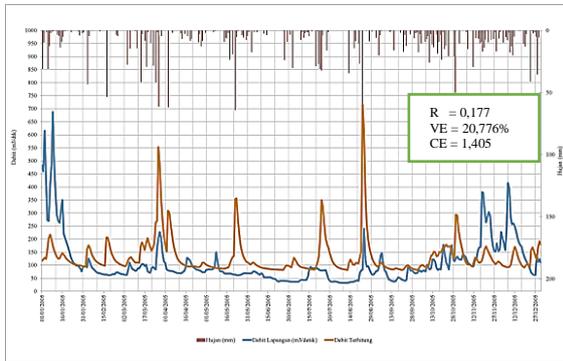
Gambar 6 Perbandingan Grafik Hidrograf Hasil Simulasi dengan Data Terukur dari AWLR Pada Kondisi Tanpa Kalibrasi untuk hujan satelit tahun 2006

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

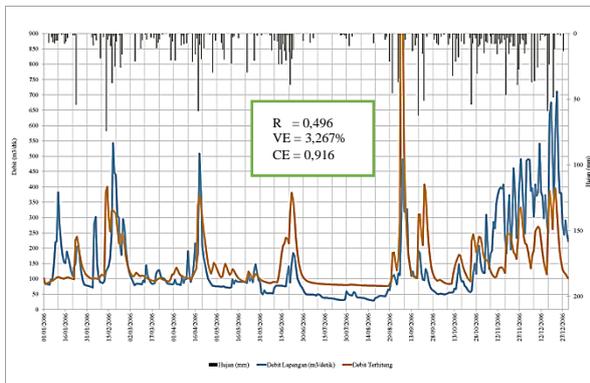
b. Curah hujan lapangan tahun 2005 dan 2006

Pada Gambar 7 dan Gambar 8 disajikan perbandingan antara hidrograf terukur di lapangan dengan hidrograf hasil

pemodelan untuk kondisi parameter tanpa kalibrasi.



Gambar 7 Perbandingan Grafik Hidrograf Hasil Simulasi dengan Data Terukur dari AWLR Pada Kondisi Tanpa Kalibrasi untuk hujan lapangan tahun 2005



Gambar 8 Perbandingan Grafik Hidrograf Hasil Simulasi dengan Data Terukur dari AWLR Pada Kondisi Tanpa Kalibrasi untuk hujan lapangan tahun 2006

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

2. Kalibrasi Model

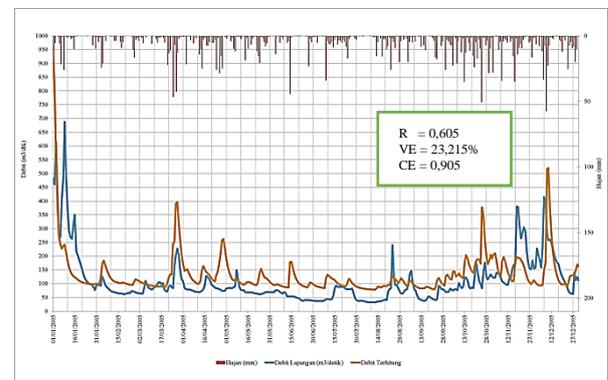
Pada tahap ini, akan digunakan nilai parameter-parameter yang dikalibrasi dengan cara coba-coba. Program IFAS

menggunakan model tangki yang di modifikasi sebagai dasar pemodelannya, yang disebut PWRI Distributed Model. Parameter-parameter pada model tersebut dapat dikalibrasi untuk memperoleh hasil simulasi yang mendekati keadaan sebenarnya.

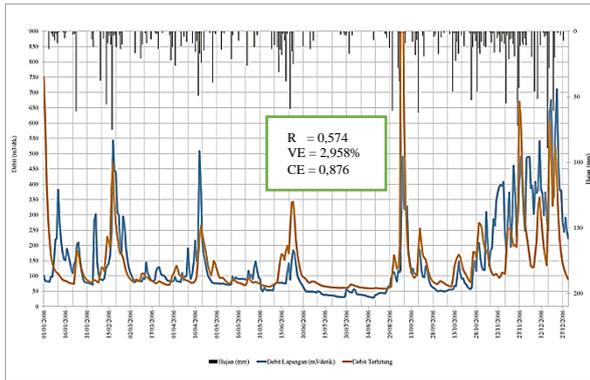
Setelah dilakukan beberapa pengulangan simulasi dengan parameter-parameter berbeda, belum diperoleh nilai parameter-parameter yang optimal untuk kalibrasi pada penelitian ini. Dari parameter-parameter yang telah dikalibrasi tersebut, maka diperoleh hasil simulasi berupa hidrograf hujan-aliran yang dapat dilihat di bawah ini.

- a. Curah hujan satelit tahun 2005 dan 2006

Pada Gambar 9 dan Gambar 10 disajikan perbandingan antara hidrograf terukur di lapangan dengan hidrograf hasil pemodelan untuk kondisi parameter kalibrasi.



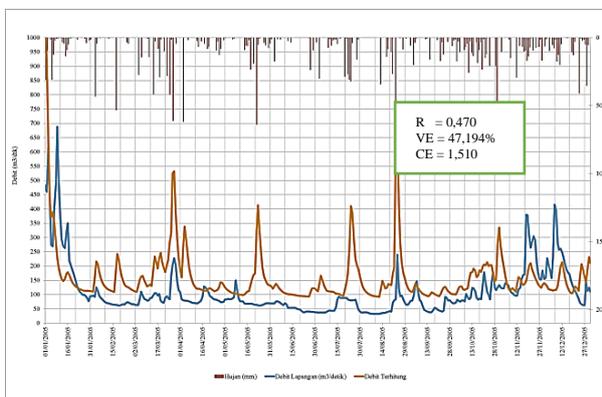
Gambar 9 Perbandingan Grafik Hidrograf Data Lapangan dari AWLR Dengan Data Terhitung Setelah Dikalibrasi Pada Curah Hujan Satelit Tahun 2005



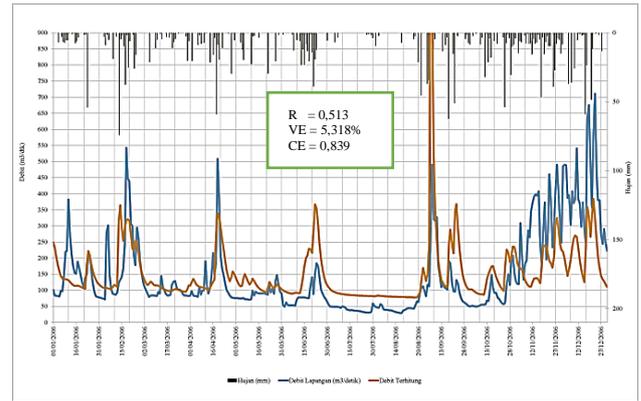
Gambar 10 Perbandingan Grafik Hidrograf Data Lapangan dari AWLR Dengan Data Terhitung Setelah Dikalibrasi Pada Curah Hujan Satelit Tahun 2006

b. Curah hujan lapangan tahun 2005 dan 2006

Pada Gambar 11 dan Gambar 12 disajikan perbandingan antara hidrograf terukur di lapangan dengan hidrograf hasil pemodelan untuk kondisi parameter kalibrasi.



Gambar 11 Perbandingan Grafik Hidrograf Data Lapangan dari AWLR Dengan Data Terhitung Setelah Dikalibrasi Pada Curah Hujan Lapangan Tahun 2005



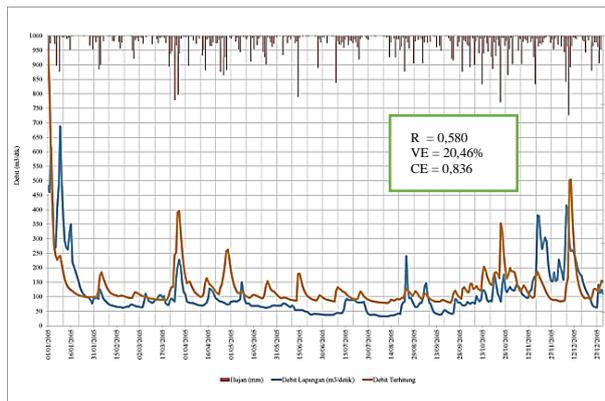
Gambar 12 Perbandingan Grafik Hidrograf Data Lapangan dari AWLR Dengan Data Terhitung Setelah Dikalibrasi Pada Curah Hujan Lapangan Tahun 2006

Gambar 11 dan Gambar 12 menunjukkan bahwa debit hasil kalibrasi belum juga mendekati bentuk *trend* dari debit terukur, dan besar nilainya juga belum mendekati besar debit terukur. Maka penelitian ini melakukan modifikasi pada data hujan, dengan menggabungkan data hujan satelit dan lapangan.

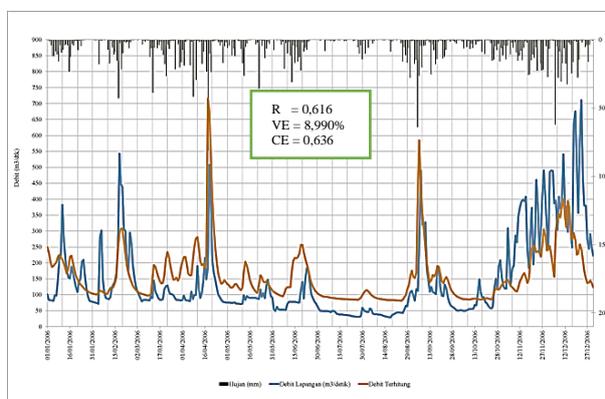
3. Pengaruh Modifikasi Data Hujan

Penelitian ini telah melakukan simulasi dan kalibrasi untuk curah hujan satelit dan lapangan pada tahun 2005 dan 2006 terlihat dari hasil kalibrasi bahwa data curah hujan satelit lebih baik dibandingkan dengan data curah hujan lapangan namun tetap belum menemukan hasil evaluasi yang optimal. Untuk meningkatkan keakuratan dan mendapatkan kehandalan hasil pemodelan, penelitian ini mencoba memodifikasi data curah hujan satelit. Setelah di dapat data hujan modifikasi untuk tahun 2005 dan

2006 kemudian dilakukan proses simulasi dan kalibrasi seperti yang sudah dilakukan pada data curah hujan satelit dan lapangan. Hasil kalibrasi dari pemodelan hidrologi hujan aliran curah hujan modifikasi dapat dilihat pada Gambar 13 dan Gambar 14.



Gambar 13 Perbandingan Grafik Hidrograf Hasil Data Lapangan dari AWLR Dengan Data Terhitung Pada Hujan Modifikasi Tahap Kalibrasi pada Tahun 2005



Gambar 14 Perbandingan Grafik Hidrograf Hasil Data Lapangan dari AWLR Dengan Data Terhitung Pada Hujan Modifikasi Tahap Kalibrasi pada Tahun 2006

Gambar 13 dan Gambar 14 menunjukkan bahwa debit hasil kalibrasi sudah cukup mendekati bentuk *trend* dari debit terukur, namun dari hasil evaluasi masih kurang optimal. Maka dari semua

proses yang telah dilakukan, pemodelan hidrologi pada tahap kalibrasi hujan satelit tahun 2006 masih memiliki hasil yang lebih baik, nilai-nilai parameternya dapat dilihat pada Tabel 4 berikut ini. Maka dilanjutkan dengan proses verifikasi untuk mendapatkan tingkat kepastian parameter modelnya.

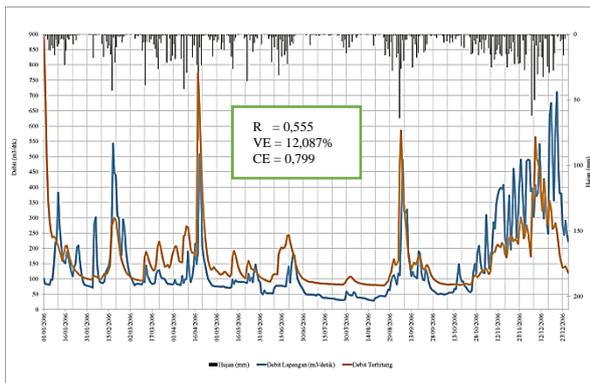
Tabel 4 Parameter-parameter yang Dikalibrasi Pada Curah Hujan Satelit Tahun 2006

Periode	Pemodelan Hujan-Aliran	Parameter Evaluasi		
		Korelasi (R)	Selisih Volume (VE)	Koefisien Efisiensi (CE)
DATA HUJAN SATELIT	Kondisi Awal	0,676	10,009%	0,561
1 Januari 2006-31 Desember 2006	Kalibrasi	0,570	2,950%	0,876
	Parameter satu tahun (2006) diverifikasi dengan tahun 2005	Verifikasi	0,555	12,087%
DATA HUJAN LAPANGAN	Kondisi Awal	0,496	3,267%	0,916
1 Januari 2006-31 Desember 2006	Kalibrasi	0,513	5,318%	0,839
	Parameter satu tahun (2006) diverifikasi dengan tahun 2005	Verifikasi	0,448	22,640%
DATA HUJAN MODIFIKASI	Kondisi Awal	0,609	6,194%	0,641
1 Januari 2006-31 Desember 2006	Kalibrasi	0,616	8,990%	1,01
	Parameter satu tahun (2006) diverifikasi dengan tahun 2005	Verifikasi	0,479	8,236%
DATA HUJAN SATELIT	Kondisi Awal	0,320	31,196%	1,190
1 Januari 2005- 31 Desember 2005	Kalibrasi	0,605	23,215%	0,950
	Parameter satu tahun (2005) diverifikasi dengan tahun 2006	Verifikasi	0,448	22,647%
DATA HUJAN LAPANGAN	Kondisi Awal	0,177	20,776%	1,406
1 Januari 2005- 31 Desember 2005	Kalibrasi	0,470	47,194%	1,510
	Parameter satu tahun (2005) diverifikasi dengan tahun 2006	Verifikasi	0,062	2368,903%
DATA HUJAN Modifikasi	Kondisi Awal	0,298	28,366%	1,174
1 Januari 2005-31 Desember 2005	Kalibrasi	0,580	20,460%	0,832
	Parameter satu tahun (2005) diverifikasi dengan tahun 2006	Verifikasi	-0,022	3536,551%

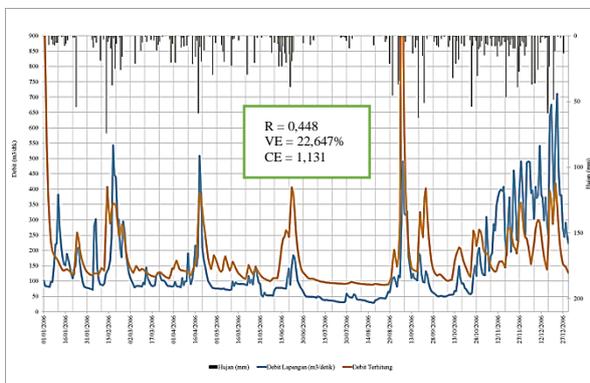
4. Verifikasi Model

Verifikasi pada penelitian ini dilakukan terhadap parameter-parameter nilai evaluasi ketelitian model dalam kalibrasi yang paling optimal di antara kalibrasi-kalibrasi yang telah dilakukan. Parameter-

parameter tersebut disimulasikan dengan periode tahun yang berbeda. Verifikasi dilakukan di semua jenis data hujan, yaitu data hujan satelit, data hujan lapangan dan data hujan satelit modifikasi. Pada periode verifikasi maju, verifikasi dilakukan pada tahun 2006 sedangkan pada periode verifikasi mundur, verifikasi dilakukan pada tahun 2005. Berikut akan ditampilkan hasil dari verifikasi maju pada tiga sumber data hujan yang berbeda. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar di bawah ini.

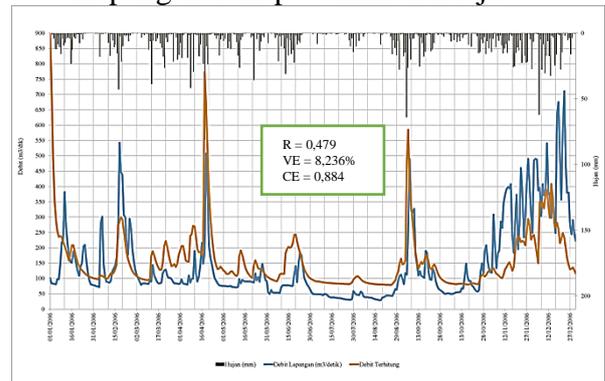


Gambar 15 Perbandingan Grafik Hidrograf Data Lapangan dari AWLR Dengan Data Terhitung Pada Curah Hujan Satelit Tahap Verifikasi Maju



Gambar 16 Perbandingan Grafik Hidrograf Data Lapangan dari AWLR

Dengan Data Terhitung Pada Curah Hujan Lapangan Tahap Verifikasi Maju



Gambar 17 Perbandingan Grafik Hidrograf Data Lapangan dari AWLR Dengan Data Terhitung Pada Curah Hujan Modifikasi Tahap Verifikasi Maju

Untuk tahap verifikasi mundur diulangi proses yang sudah dilakukan pada verifikasi maju, namun yang diverifikasi adalah data hujan tahun 2005. Berdasarkan Gambar 15, Gambar 16 dan Gambar 17 dapat terlihat bahwa nilai selisih volume masih belum memenuhi syarat kurang dari 5%. Ini menunjukkan bahwa parameter pada IFAS yang disimulasi harus dilakukan kalibrasi ulang.

5. Keandalan Model Hujan Aliran

Hasil keseluruhan evaluasi proses pemodelan hujan-aliran dengan program IFAS pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 5.

Kesimpulan dari Tabel 5 bahwa pemodelan hujan-aliran dengan program IFAS cukup andal pada verifikasi maju dengan nilai R, VE, CE pada kondisi kalibrasi data satelit berturut-turut adalah 0,563; 3,3%; 0,759, data lapangan bernilai 0,513; 5,318%; 0,839 namun data

modifikasi belum bias dikatan andal. Sedangkan pada verifikasi mundur hasil pemodelan juga belum bisa dikatakan andal dengan nilai R, VE, CE pada kondisi kalibrasi data satelit berturut-turut adalah 0,448; 22,647%; 1,131 data lapangan bernilai 0,470; 47,194%; 1,510 dan data modifikasi bernilai 0,580; 20,46; 0,832. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4 Hasil keseluruhan evaluasi pemodelan hujan-aliran program IFAS

	Periode	Pemodelan Hujan-Aliran	Parameter Evaluasi			Penjelasan
			Korelasi (R)	Selisih Volume (VE)	Koefisien Efisiensi (CE)	
Verifikasi Maju	DATA HUJAN SATELIT	Kondisi Awal	0,676	10.009%	0,561	Kurang optimal kare nilai VE > 5%
	1 Januari 2006-31 Desember 2006	Kalibrasi	0,570	2.950%	0,876	Hasil evaluasi optim
	Parameter satu tahun (2006) diverifikasi dengan tahun 2005	Verifikasi	0,555	12.087%	0,799	Kurang optimal kare nilai VE > 5%
	DATA HUJAN LAPANGAN	Kondisi Awal	0,496	3.267%	0,916	Kurang optimal kare nilai VE > 5%
	1 Januari 2006-31 Desember 2006	Kalibrasi	0,513	5.318%	0,839	
	Parameter satu tahun (2006) diverifikasi dengan tahun 2005	Verifikasi	0,448	22.640%	1,131	Kurang optimal kare nilai VE > 5%
Verifikasi Mundur	DATA HUJAN MODIFIKASI	Kondisi Awal	0,609	6.194%	0,641	Kurang optimal kare nilai VE > 5%
	1 Januari 2006-31 Desember 2006	Kalibrasi	0,616	8.990%	1,01	Kurang optimal kare nilai VE > 5%
	Parameter satu tahun (2006) diverifikasi dengan tahun 2005	Verifikasi	0,479	8.236%	0,884	Kurang optimal kare nilai VE > 5%
	DATA HUJAN SATELIT	Kondisi Awal	0,320	31.196%	1,190	Kurang optimal kare nilai VE > 5% dan R korelasi rendah
	1 Januari 2005- 31 Desember 2005	Kalibrasi	0,605	23.215%	0,950	Kurang optimal kare nilai VE > 5%
	Parameter satu tahun (2005) diverifikasi dengan tahun 2006	Verifikasi	0,448	22.647%	1,131	Kurang optimal kare nilai VE > 5%
Verifikasi Maju	DATA HUJAN LAPANGAN	Kondisi Awal	0,177	20.776%	1,406	Kurang optimal kare nilai R < 0,2 dan nilai VE > 5%
	1 Januari 2005- 31 Desember 2005	Kalibrasi	0,470	47.194%	1,510	Kurang optimal kare nilai VE > 5%
	Parameter satu tahun (2005) diverifikasi dengan tahun 2006	Verifikasi	0,062	2368.903%	852,497	sangat tidak optimal
	DATA HUJAN Modifikasi	Kondisi Awal	0,298	28.366%	1,174	Kurang optimal kare nilai R < 0,2 dan VE
	1 Januari 2005-31 Desember 2005	Kalibrasi	0,580	20.460%	0,832	Kurang optimal kare nilai VE > 5%
	Parameter satu tahun (2005) diverifikasi dengan tahun 2006	Verifikasi	-0,022	3536.551%	1,894,019	sangat tidak optimal

D. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang berjudul Modifikasi Penggunaan Data Hujan untuk Pemodelan Hidrologi Hujan Aliran Menggunakan Program IFAS

(Studi Kasus Sub DAS Rokan), maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut ini.

1. Berkaitan dengan tujuan untuk meningkatkan akurasi pemodelan hidrologi hujan aliran pada penelitian ini menggunakan tiga sumber data curah hujan yaitu data curah hujan satelit, lapangan, dan modifikasi untuk tahun 2005 dan 2006. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa data satelit pada tahap kalibrasi tahun 2006 yang paling baik dengan nilai parameter koefisien korelasi (R) = 0,574, selisih volume (VE) = 2,958% dan koefisien efisiensi (CE) = 0,876.
2. Modifikasi data curah hujan satelit dengan menggunakan data curah hujan lapangan menunjukkan bahwa akurasi pemodelan tidak meningkat. Hal ini dikarenakan data curah hujan lapangan tidak bagus dilihat dari sisi banyaknya data hujan dan distribusinya.
3. Pada tahap verifikasi diberlakukan verifikasi maju yaitu mensimulasikan data curah hujan tahun 2006 dengan parameter yang optimal pada tahun 2005 dan verifikasi mundur yaitu mensimulasikan data curah hujan tahun 2005 dengan parameter yang paling optimal pada tahun 2006. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa

secara umum verifikasi maju menunjukkan hasil yang lebih bagus, lebih tepatnya pada verifikasi curah hujan satelit dengan nilai parameter koefisien korelasi (R) = 0,555, selisih volume (VE) = 12,087% dan koefisien efisiensi (CE) = 0,799.

E. SARAN

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

1. Dapat dicoba dengan perbandingan data hujan lapangan yang berada di dalam batasan DAS.
2. Bagi mahasiswa yang ingin mengembangkan penelitian menggunakan program IFAS, dapat menggunakan cara analisis jangka panjang (*long term analysis*) dengan 3 *layer tank engine* untuk lokasi studi kasus penelitian yang memiliki cara untuk meningkatkan pelayanan air bersih dalam upaya peningkatan kepuasan pelanggan baik dari segi teknis maupun non teknis dapat dilakukan dengan berbagai cara diantaranya yaitu: memperbaiki kualitas air, memperbaiki sambungan yang rusak, melakukan perawatan sistem pengolahan dan pendistribusian air, menambah tekanan dan menambah jam pengaliran sehingga

masyarakat mendapat kuantitas air bersih yang baik dan lain sebagainya.

F. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kepada semua pihak yang membantu dan mendukung penyelesaian tugas akhir ini terutama kepada:

1. Bapak Dr Eng. Sigit Sutikno, ST., MT dan Ibu Yohanna Lilis Handayani, ST., MT selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran serta memberikan masukan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
2. Orang tua, adik, kakak yang tidak hentinya mendo'akan dan memberikan dukungan selama penyelesaian tugas akhir ini.
3. Pihak – pihak yang telah banyak memberikan saran, bantuan, dan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, teman-teman Teknik Sipil 2010, senior-senior Teknik Sipil 2008, dan teman-teman Fakultas Teknik 2010.

G. DAFTAR PUSTAKA

Aziz, A., & Tanaka, S. (2010). *Regional Parameterization and Applicability of Integrated Flood Analysis System (IFAS) for Flood Forecasting of Upper-Middle Indus River*

- Classification of Hydrological Models*, 8(15).
- 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.
- Hamiduddin. (2013). *Pemodelan Hidrologi Hujan-Aliran dengan Menggunakan Data Satelit Hasil Pengindraan Jauh (Studi Kasus DAS Tapung Kiri)*. Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Riau, Pekanbaru
- Hasan, H. 2013. *Penggunaan Data Hujan Satelit untuk Pemodelan Hidrologi DAS Indragiri*. Skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Riau, Pekanbaru.
- Isnaini, Y. (2013). *Kajian Pemanfaatan Data Hujan Satelit untuk Pemodelan Hidrologi (Studi Kasus DAS Pulau Berhalo)*. Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Riau, Pekanbaru
- Linggasari, S., Y. (2015). *Perbandingan Penggunaan Data Hujan Satelit dan Data Hujan Lapangan untuk Pemodelan Hidrologi Hujan Aliran*. Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Riau, Pekanbaru
- Mardhotillah, M., Sipil, J. T., Teknik, F., Riau, U., Sutikno, S., Sipil, J. T., ... Riau, U. (2014). *Pemodelan hujan-aliran daerah aliran sungai rokan dengan menggunakan data penginderaan jauh*. *Teknik Sipil*, 1–12.
- Sugiura T., Fukami T., Fujiwara N., Hamaguchi K., Nakamura S., Hironaka S., Nakamura K., Wada T., Ishikawa M., Shimizu T., Inomata K., & Itou K. 2009. *Development of Integrated Flood Analysis System (IFAS) and its Applications*. 7th ISE & 8th HIC. Chile.
- Refsgaard, J.C. 2000. *Towards a Formal Approach to Calibration and Validation of Models Using Spatial Data*, Dalam R. Grayson & G. Blöschl. *Spatial Patterns in Catchment Hydrology: Observations and Modelling*. Cambridge University Press, Cambridge, 329 – 354.