

PREDIKSI KETERSEDIAAN AIR SEBUAH DAERAH ALIRAN SUNGAI MENGGUNAKAN PENDEKATAN MODEL *RAINRUN*

Imam Suprayogi¹, Manyuk Fauzi², Bochari³, Resty Agesti Handayani⁴

ABSTRAK

Tujuan utama dari penelitian adalah menganalisa ketersediaan air pada suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) menggunakan pendekatan model hujan debit. Adapun model hujan debit yang lazim digunakan untuk menganalisa ketersediaan air pada suatu DAS di Wilayah Sumatera adalah menggunakan pendekatan metode Mock. Namun demikian bersumber dari hasil penelitian bahwa tingkat keandalannya Model Mock, belum sepenuhnya menjawab keakuratan daripada hasil prediksi ketersediaan air pada suatu DAS. Untuk itu perlunya dilakukan penelitian menggunakan pendekatan model hujan-debit yang dikembangkan untuk kondisi hidrologi di Indonesia.

Metode pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan model hujan-debit *RainRun* yang dikembangkan oleh Rob van der Weert. Data input dari model *RainRun* adalah data curah hujan, klimatologi, dan debit terukur yang diambil dari *Automatic Water Level Record* (AWLR) di Pulau Berhalo pada DAS Indragiri untuk rentang data dari tahun 1995 hingga 1999.

Hasil utama penelitian menunjukkan bahwa penerapan model *RainRun* untuk DAS Indragiri pada tahap kalibrasi diperoleh nilai Root Mean Square Error (RMSE) 1,327 % dan tahap verifikasi diperoleh nilai RMSE 2,128 %. Sedangkan hasil analisa model Mock pada tahap kalibrasi diperoleh nilai RMSE 5,298 % dan tahap verifikasi diperoleh nilai RMSE 13,760 % . Hasil komparasi model *RainRun* dan model Mock dengan menggunakan uji parameter statistik RMSE menunjukkan bahwa tingkat kesalahan model *RainRun* lebih rendah bila dibandingkan menggunakan model Mock.

Kata Kunci : Daerah Aliran Sungai, ketersediaan air, model *RainRun*

ABSTRACT

Dependable flow analysis is often difficult to predict, because influenced by natural phenomena and there are have variability of space and time. In analysis dependable flow especially the Sumatera region, usual model is used is Mock Model . However the level of reliability and accuracy have not been fully answered than the prediction of dependable flow. So it needs to be tested using a model that other rainfall-run off.

*The model approach used in this study is *RainRun*, that to predict dependable flow for applied on Sumatera region. Data is used to apply of *RainRun* model is Indragiri Basin for the years 1995 to 1999 are rainfall, climatological and measured discharge.*

*The result study showed that the *RainRun* model to Indragiri Basin in calibration phase Root Mean Square Error (RMSE) value respectively 1,327% and verification obtained RMSE value respectively 2,811 %. Where as Mock watershed model for same Basin in calibration phase RMSE value 5,298% and the verification phase is obtained RMSE value 13,760 %. The results of comparative models *RainRun* and models Mock by using statistical parameter RMSE test *RainRun* models showed a lower error rate than the model of Mock.*

Key words: Basin, dependable flow, *RainRun* model

1. PENDAHULUAN

Salah satu aspek penting yang harus diketahui sebelum melakukan analisis neraca air (*water balance*) untuk suatu daerah tertentu adalah

mengetahui jumlah ketersediaan air. Hujan yang jatuh di atas permukaan pada suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) sebagian akan menguap kembali sesuai dengan proses iklimnya, sesuai dengan

siklus hidrologi akan mengalami proses penguapan, infiltrasi, dan *run off* (limpasan permukaan).

Ketersediaan air akan berbeda pada setiap lokasi, dimana hal tersebut sangat tergantung dengan kondisi hidrologi masing-masing lokasi. Masalah ketersediaan air dapat diprediksi dengan menggunakan pendekatan distribusi peluang. Ketersediaan air guna keperluan irigasi biasanya didekati sebesar 80%. Hal ini karena ketersediaan air mengandung unsur variabilitas ruang (*spatial variability*) dan variabilitas waktu (*temporal variability*) yang sangat tinggi. Oleh karena itu, analisis kuantitatif dan kualitatif harus dilakukan secara cermat mungkin agar dapat dihasilkan informasi yang akurat untuk perencanaan dan pengelolaan sumber daya air. Untuk mendekati fenomena tersebut maka perlu dikembangkan suatu analisa sistem hidrologi dengan menggunakan model yang merupakan penyederhanaan kenyataan alam sebenarnya.

Model hujan-debit (*rainfall-run off*) dipergunakan untuk memprediksi ketersediaan sebuah DAS nilai *runoff* bulanan atau tengah bulanan berdasarkan data hujan dan penguapan serta karakteristik parameter DAS. Model hujan-debit merupakan model terpadu untuk simulasi hujan aliran daerah tangkapan atau sub daerah tangkapan secara keseluruhan. Simulasi hujan-debit dengan model ini dapat dilakukan untuk menghitung debit bulanan maupun tengah bulanan. Contoh model hujan-debit seperti SSAR, SHE, NASH, Mock, HEC – HMS dan masih banyak model yang lain.

Menurut Bappenas (2007), salah satu metode pendekatan model hujan-debit yang lazim digunakan di Indonesia adalah metode Mock karena penerapannya mudah dan jenis data yang digunakan relatif lebih sedikit seperti data curah hujan, data klimatologi dan data topografi *catchment area* daerah yang ditinjau. Pada tahun 1994 ahli hidrologi Rob van der Weert berkebangsaan Belanda melakukan penelitian dengan mengembangkan model hujan-debit yang lazim disebut Model *RainRun* khusus untuk klimatologi yang berlaku di Indonesia. Perbedaannya dengan model-model lain yang dikembangkan adalah pada konsep pembedaan penutup tanah berupa hutan dan bukan hutan.

Menurut Raffles (2008), telah melakukan simulasi berdasarkan data dan fakta Pola Pemanfaatan Ruang di Provinsi Riau terhadap implementasi Peraturan Pemerintah (PP) No 26 tahun 2008 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional dengan skenario bahwa proporsi hutan yang hilang di Provinsi Riau pada kurun waktu 1985-2007 akan berlangsung terus hingga tahun

2023. Hasil simulasi menunjukkan bahwa kurun waktu 2007 - 2013 hutan alam yang akan hilang seluas 1.202.680 ha atau 45% perubahan terhadap hutan tahun 2007 seluas 2.695.001 ha.

Masih bersumber hasil simulasi yang dilakukan oleh Raffles (2008) bahwa, model yang dikembangkan oleh Rob van der Weert ini menjadi sangat relevan untuk dijadikan kajian analisis hujan aliran limpasan di Indonesia khususnya di Provinsi Riau dengan memasukkan parameter kunci perubahan hutan pada model tersebut.

Anggraeni (2010) telah melakukan penelitian tentang keandalan Metode Mock yang diaplikasikan pada Sub DAS Rokan. Hasil model limpasan hujan menggunakan Metode Mock bahwa diukur berdasarkan kriteria kesalahan sistematis (ME) adalah sebesar 41,63% dan hasil analisa Metode Mock berada di bawah (*under-estimate*) data debit AWLR Dalu-dalu Tingkat ketepatan (*RMSE*) dan ketelitian (*S*) terhadap data rekaman debit pada Sub DAS Rokan berturut - turut adalah sebesar 56,35% dan 38,30%.

Jayadi (2008) telah melakukan penelitian tentang keandalan model *RainRun* yang diaplikasikan pada Sub DAS Citarum. Hasil model hujan-debit menggunakan model *RainRun* diukur berdasarkan kriteria kesalahan Volume Error (VE) adalah sebesar 5 %, kriteria koefisien korelasi R adalah sebesar 0,855 dan koefisien efisiensi (CE) sebesar 0,70, baik untuk tahap kalibrasi, verifikasi serta simulasi model membuktikan unjuk kerja yang cukup baik untuk diterapkan di DAS Citarum Pulau Jawa.

Analisis Curah Hujan Rata-rata Metode Aljabar

Menurut Triatmodjo (2008), metode ini adalah yang paling sederhana untuk menghitung hujan rerata pada suatu daerah. Pengukuran yang dilakukan di beberapa stasiun dalam waktu yang bersamaan dijumlahkan dan kemudian dibagi dengan jumlah stasiun. Stasiun hujan yang digunakan dalam hitungan biasanya adalah yang berada dalam DAS; tetapi stasiun di luar DAS yang masih berdekatan juga bisa diperhitungkan.

Metode rerata aljabar memberikan hasil yang baik apabila :

- Stasiun hujan tersebar merata di DAS,
- Distribusi hujan relatif merata pada seluruh DAS.

Hujan rerata pada seluruh DAS didiskripsikan menggunakan Persamaan 1 seperti di bawah ini :

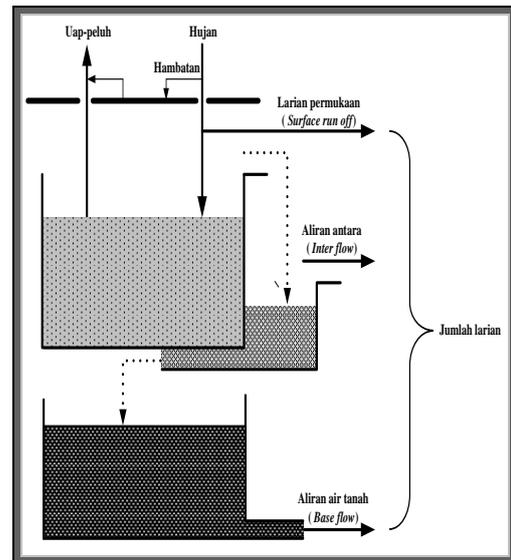
$$\bar{P} = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{n} = \sum_{i=1}^n \frac{P_i}{n} \quad (1)$$

dengan :

\bar{P} = hujan rerata kawasan
 P_1, P_2, P_n = hujan pada stasiun 1,2,...,n
 n = jumlah stasiun

Konsep Pemodelan Hidrologi

Menurut Indarto (2010), fenomena hidrologi sangatlah kompleks, dan mungkin sulit untuk dapat dipahami seluruhnya. Untuk dapat memahami fenomena yang ada di alam, kita membutuhkan suatu abstraksi (penyederhanaan). Demikian juga untuk memahami siklus hidrologi kita membutuhkan penyederhanaan dari fenomena tersebut. Penyederhanaan yang dimaksud di sini adalah menempatkan fenomena tersebut ke dalam suatu model. Dengan kata lain, model adalah suatu perkiraan atau penyederhanaan dari realitas yang yang sebenarnya.



Gambar 1. Skematisasi Model *RainRun*

**Analisa Hidrologi
 Debit Andalan**

Menurut Direktorat Jenderal Pengairan (1986), debit andalan adalah debit minimum sungai dengan besaran tertentu yang mempunyai kemungkinan terpenuhi yang dapat digunakan untuk keperluan irigasi. Debit aliran sungai harus diketahui sebelum menentukan debit andalan sungai. Untuk mengetahui debit aliran sungai yang tidak diketahui datanya maka dilakukan perhitungan dengan metode tertentu.

**Debit Sungai Model Hujan-Debit Model
 RainRun**

Model *RainRun* merupakan model terpadu untuk simulasi hujan aliran daerah tangkapan secara keseluruhan. Simulasi hujan aliran dengan model ini dapat dilakukan untuk menghitung debit bulanan maupun tengah bulanan. Model *RainRun* amat berbeda dari model sederhana yang ada lainnya. Perbedaannya ialah pada penutup tanah hutan dan bukan hutan, dan evapotranspirasi potensial diperkirakan dari hubungan empiris dengan curah hujan, bukan dari data meteorologi. Struktur model *Rain Run* secara skematik disajikan seperti pada Gambar 1 di bawah ini:

Bersumber dari Weert (1994) bahwa jumlah larian selama waktu perhitungan dihitung sebagai penjumlahan dari komponen larian rata-rata terbobot dari fraksi daerah tangkapan hutan dan bukan hutan. Larian utama dari model ini terdiri dari tiga komponen. Secara matematis ditulis dalam persamaan 2 seperti di bawah ini.

$$R_{TOT} = R_{SUR} + R_{INT} + R_{BAS} \tag{2}$$

Debit limpasan terhitung dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 3 seperti di bawah ini.

$$Q_{cal} = \frac{A \cdot R_{TOT} \cdot 1000}{H \cdot 24 \cdot 3600} \tag{3}$$

dengan :

- R_{TOT} : aliran total (mm/bulan),
- R_{SUR} : larian permukaan (mm/bulan),
- R_{INT} : aliran antara (mm/bulan),
- R_{BAS} : aliran air tanah (mm/bulan),
- Q_{cal} : debit limpasan terhitung (m³/dt),
- A : luas area (km²),
- H : jumlah hari dalam perhitungan.

Debit Andalan Metode Weibull

Menurut Triatmodjo (2008), debit minimum sungai untuk keperluan irigasi untuk kemungkinan terpenuhi ditetapkan 80%. Hal ini dapat diartikan bahwa kemungkinan (probabilitas) debit sungai lebih rendah dari debit andalan 20%. Untuk memperoleh debit andalan sungai maka metode yang digunakan adalah metode Weibull.

Menurut Suripin (2003), persamaan Weibull merupakan salah satu persamaan yang paling sering digunakan. Persamaan Weibull dapat dihitung dengan Persamaan 4 seperti di bawah ini:

$$T_r = \frac{n_i + 1}{m} \tag{4}$$

dengan:

m = nomor urut (peringkat) data setelah diurutkan dari besar ke kecil,

n_i = banyaknya data atau jumlah kejadian (*event*).

Unjuk Kerja Model Rain Run Koefisien Korelasi

Evaluasi ketelitian dan unjuk kerja 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. Menurut Soewarno (1995) bahwa koefisien korelasi (R) adalah harga yang menunjukkan besarnya keterkaitan antara nilai observasi dengan nilai simulasi. Jika harga koefisien korelasi berkisar antara 0,7 sampai 1,0 menunjukkan derajat asosiasi yang tinggi, koefisien korelasi berkisar antara 0,4 sampai 0,7 menunjukkan hubungan substansial, koefisien korelasi antara 0,2 sampai 0,4 menunjukkan adanya kolerasi rendah, dan koefisien korelasi kurang dari 0,2 menunjukkan adanya korelasi yang diabaikan. Koefisien korelasi (R) diekspresikan menggunakan Persamaan 5 seperti di bawah ini.

$$R = \frac{\sum_{i=1}^N Q_{cal_i} \cdot Q_{obs_i}}{\sigma_{cal} \cdot \sigma_{obs}} \cdot \frac{N-1}{N} \quad (5)$$

dengan :

Q_{obs_i} : debit terukur (m^3/dt),

Q_{cal_i} : debit terhitung (m^3/dt),

N : jumlah data.

Volume Error

Menurut Indarto (2010) bahwa selisih volume (VE) aliran adalah nilai yang menunjukkan perbedaan volume perhitungan dan volume terukur selama proses simulasi. Jika selisih volume aliran kecil, maka jumlah volume nilai simulasi dan observasi hampir sama. Selisih volume (VE) aliran dikatakan baik apabila dapat menunjukkan angka tidak lebih dari $|5\%|$. Perhitungan selisih volume (VE) diekspresikan menggunakan Persamaan 6 seperti di bawah ini :

$$VE = \left| \frac{\sum_{i=1}^N Q_{obs_i} - \sum_{i=1}^N Q_{cal_i}}{\sum_{i=1}^N Q_{obs_i}} \right| \cdot 100\% \quad (6)$$

dengan :

VE : *volume error* (%)

Root Mean Square Error

Root Mean Square Error dihitung dengan akar kesalahan rata-rata kuadrat dari nilai model dengan nilai aktual hasil observasi. Ketika menaksir dengan RMSE, performa terbaik secara statistik adalah yang mendekati nol. Perhitungan RMSE diekspresikan menggunakan Persamaan 7 seperti di bawah ini :

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y}_i)^2}{N}} \quad (7)$$

dengan :

y_i = nilai aktual data

\hat{y} = nilai hasil peramalan

N = jumlah data

Tahap Analisis Model

Tahap Kalibrasi

Tahap ini merupakan tahap yang digunakan untuk menentukan nilai parameter DAS yang belum diketahui. Dalam proses kalibrasi, nilai-nilai awalnya dianggap berlaku untuk semua parameter dan periode alirannya disimulasikan serta dibandingkan dengan debit-debit terukur. Bila memang diperlukan, maka parameter-parameternya diubah dan pembandingnya diulangi sampai didapat kesesuaian yang memuaskan antara data pengamatan dan data hasil kalibrasi. (24)

Tahap Verifikasi

Tahap verifikasi diperlukan untuk memastikan bahwa parameter hasil kalibrasi dapat mewakili karakteristik DAS sebenarnya. Verifikasi merupakan proses perhitungan dengan menggunakan data masukan selain yang digunakan pada tahap kalibrasi, akan tetapi menggunakan parameter DAS yang dihasilkan pada tahap kalibrasi.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada DAS Indragiri di wilayah Provinsi Riau.

Ketersediaan Data

Data curah hujan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data curah hujan harian biasa. Pada DAS Rokan dan DAS Indragiri data curah hujan disajikan sepanjang 5 tahun dari tahun 1995 sampai tahun 1999 dari Stasiun Pasar Tangun, Stasiun Sentajo, dan Stasiun Lubuk Kebun. Data curah hujan harian tersebut selanjutnya dianalisa guna mengetahui harga curah hujan rata-rata pada kedua Sub DAS tersebut. Sedangkan data Jumlah hari hujan yang tersedia digunakan untuk

menganalisa harga evapotranspirasi terbatas pada kedua Sub DAS tersebut.

Data debit terukur diperlukan guna menguji ketelitian debit hasil perhitungan model. Pada DAS Indragiri dengan tinjauan AWLR Pulau Berhalo. Sedangkan data klimatologi terdiri dari data temperatur, data kelembaban udara, data kecepatan angin, dan penyinaran matahari.

Data peta pada DAS Indragiri yang diperoleh dari Balai Wilayah Sungai III disajikan dalam bentuk *softcopy*, sedangkan data peta topografi disajikan dalam bentuk *softcopy* (Program Autocad) dengan skala 1:500.000.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Curah Hujan Rata-rata Harian Maksimum

Pada DAS Indragiri mempunyai 2 stasiun penakar hujan yaitu Stasiun Lubuk Kebun dan Sentajo. Dari data curah hujan yang ada dari tahun 1995-1999, dapat ditentukan data curah hujan rata-rata harian maksimum perhitungan.

Tabel 2. Perhitungan Curah Hujan Rerata Harian Maksimum

No	Tahun	Stasiun Lubuk Kebun (d_1)	Stasiun Sentajo (d_2)	Curah hujan rerata daerah maks (d) $\frac{d_1 + d_2}{2}$
1	1995	68,0	61,5	64,750
2	1996	110,0	76,0	93,000
3	1997	147,5	65,0	106,250
4	1998	130,0	205,0	167,500
5	1999	123	97,0	110,000

Analisis Rata-rata Data Klimatologi

Data klimatologi yang tersedia dianalisa guna mengetahui besarnya rata-rata dari data klimatologi tersebut yang selanjutnya digunakan sebagai data untuk menganalisa evapotranspirasi potensial.

Analisis Evapotranspirasi Metode Penman-Monteith

Perhitungan evapotranspirasi berdasarkan pada klimatologi selama 5 tahun dimulai tahun 1995 hingga tahun 1999. Analisis evapotranspirasi potensial (ET_0) diperlukan dalam perhitungan ketersediaan air (Q_{80}). Berdasarkan data klimatologi dari Stasiun Sentajo yang telah dianalisis di atas, maka dapat dihitung besarnya

evapotranspirasi Potensial (ET_0) menggunakan pendekatan program bantu CROPWAT 8.0 yang hasil selengkapnya disajikan seperti pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Perhitungan Evapotranspirasi Potensial (ET_0) DAS Indragiri dengan Menggunakan Metode Penman-Monteith

Month	Min Temp °C	Max Temp °C	Humidity %	Wind km/day	Sun hours	Rad MJ/m ² /day	ET ₀ mm/day
January	21.2	34.4	92	21	4.3	15.3	3.31
February	20.8	35.3	91	27	4.3	15.9	3.50
March	21.0	35.0	90	24	4.8	17.0	3.70
April	21.1	35.4	91	24	4.9	16.8	3.67
May	20.5	35.6	90	24	6.0	17.6	3.77
June	21.1	35.6	90	24	4.8	15.3	3.33
July	20.1	35.8	90	28	5.3	16.2	3.52
August	20.3	35.1	84	30	4.7	16.0	3.49
September	20.7	35.1	84	28	3.6	14.9	3.31
October	20.2	35.5	91	25	3.6	14.8	3.30
November	19.9	35.1	91	34	4.8	16.2	3.51
December	20.7	34.5	92	37	4.1	14.8	3.22
Average	20.6	35.2	90	27	4.6	15.9	3.47

Sumber : Hasil Running Cropwat 8.0

Analisa Model RainRu

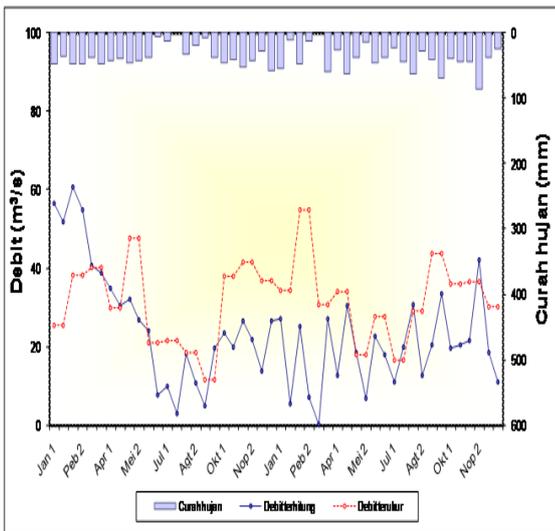
Data yang digunakan pada perhitungan ini adalah data curah hujan kumulatif tengah bulanan, evapotranspirasi kumulatif tengah bulan, dan data debit rerata tengah bulanan. Pada DAS Indragiri untuk tahap kalibrasi digunakan data tahun 1995-1997 dan tahap verifikasi menggunakan data tahun 1998-1999. Parameter hasil kalibrasi DAS Indragiri dapat dilihat pada Tabel 4 di bawah ini.

Tabel.4. Parameter hasil kalibrasi DAS Indragiri (1995-1997)

Parameter DAS	Satuan	Hasil Optimasi
Luas DAS	km ²	1059,000
Fraksi hutan (α_h)	-	0,010
Fraksi larian permukaan (α)	-	0,598
Kapasitas air tertekan (SMC1)	mm	84,000
Initial Soil Moisture 1 (ISM1)	mm	40,000
Faktor tumbuhan (kc)	-	1,700
Kapasitas air bebas zona atas (SMC2)	mm	150,000
Initial Soil Moisture 2 (ISM2)	mm	150,000
Initial Ground Water Storage (IGWS)	mm	150,000
Koefisien penyurutan tampung air bebas zona atas (k_1)	-	0,300
Koefisien penyurutan simpanan air tanah (k_2)	-	0,800

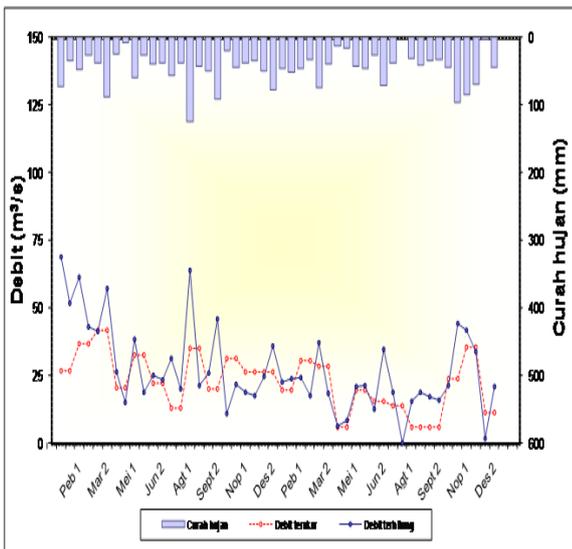
Sumber : Running Model Rain Run Menggunakan Solver Excel

Grafik debit hasil kalibrasi parameter DAS Indragiri dapat dilihat seperti pada Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Grafik hasil kalibrasi Model Rain Run pada DAS Indragiri untuk tahun 1995-1997.

Pada DAS Indragiri untuk proses verifikasi digunakan data tahun 1998-1999. Berdasarkan hasil ketelitian model yang didapat menghasilkan nilai R sebesar 0,584 menunjukkan hubungan substansial dan nilai RMSE diperoleh sebesar 4,330 % menunjukkan bahwa tingkat kesalahan volume kecil antara volume terhitung dengan volume terukur. Grafik debit hasil verifikasi parameter DAS Indragiri dapat dilihat seperti pada Gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4. Grafik hasil verifikasi Model Rain Run pada DAS Indragiri untuk tahun 1995-1997.

Hasil Komparasi Model RainRun dan Model Mock

Hasil model *RainRun* kemudian dikomparasikan dengan penelitian yang dilakukan oleh Anggraeni (2010) dengan menggunakan uji parameter statistik RMSE. Untuk perhitungan selengkapny dapat dilihat pada Tabel 5 seperti di bawah ini.

Tabel 5 . Hasil Nilai Uji Parameter Statistik RMSE pada tahap Kalibrasi dan Verifikasi Untuk Model Mock dan Model *Rain Run*

Model	Kalibrasi	Verifikasi
	RMSE	RMSE
Mock	5,146%	5,819 %
<i>RainRun</i>	2,218 %	2,811 %

Sumber : Hasil Perhitungan

Pembahasan

Di dalam daerah hutan sebagian curah hujan dihambat oleh daun tetumbuhannya dan selanjutnya menguap. Hanya fraksi kecil dari aliran lolos berubah menjadi larian permukaan dan meresap kedalam tampungan air tertekan zona atas.

Keadaan air pada tampungan tertekan zona atas ini merupakan jumlah air oleh resapan air hujan dan menyurut oleh proses penguapan.

$$SMI_i = SMI_{i-1} + ER - AET$$

$$I = SMI_i - SMC1$$

Jika tampungan tertekan zona atas $SMI_i > SMC1$ akan terjadi kelebihan air hujan yang akan memberikan penambahan terhadap besarnya limpasan aliran permukaan.

Pengaruh geologi pada aliran rendah ditunjukkan oleh koefisien penyurutan aliran dasar yang menentukan laju penurunan dari simpanan air tanah. Koefisien penyurutan dapat ditentukan dengan analisis regresi. Hubungannya dapat dikatakan linier, menunjukkan bahwa simpanan air tanah dapat dianggap sebagai tampungan linier dengan keluaran sebanding dengan jumlah tampungan air tanah. Nilai khas dari koefisien penyurutan dapat dilihat seperti pada Tabel 6 di bawah ini.

Tabel 6. Nilai Khas dari Koefisien Penyurutan

Penyurutan	Nilai k
Rendah	> 0,99
Sedang	0,97
Cepat	< 0,95

Sumber: Weert, 1994

Masih bersumber dari Tabel 6 di atas, untuk DAS Indragiri menghasilkan nilai koefisien penyurutan tampungan air bebas zona atas dan koefisien penyurutan simpanan air tanah yaitu 0,1 - 0,8. Nilai k < 0,95 artinya menunjukkan koefisien

penyurutan klasifikasi cepat. Hal ini dikarenakan mengingat ukuran daerah tangkapan dan kenyataannya bahwa hujan lebat di suatu daerah tangkapan umumnya tidak menyebar merata di dalam daerah tangkapan. Dikatakan Weert (1994) bahwa tetapan surutan harian meningkat pada debit yang lebih rendah.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis di atas maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil yang terbaik dari model *RainRun* pada DAS Indragiri, tahap kalibrasi diperoleh nilai $R = 0,215$, $VE = 5 \%$, dan $RMSE = 1,327 \%$, sedangkan tahap verifikasi diperoleh nilai $R = 0,584$, $VE = 78,066 \%$ dan $RMSE = 4,330 \%$.
2. Hasil yang terbaik dari model *RainRun* pada DAS Rokan, tahap kalibrasi diperoleh nilai $R = 0,633$, $VE = 5 \%$ dan $RMSE = 2,128 \%$, sedangkan tahap verifikasi diperoleh nilai $R = 0,542$, $VE = 7,253 \%$ dan $RMSE = 2,811 \%$.
3. Hasil komparasi model *RainRun* dan model Mock dengan menggunakan uji parameter statistik RMSE. Model *RainRun* DAS Rokan memberikan nilai yang baik yaitu pada tahap kalibrasi menghasilkan nilai RMSE sebesar $2,128 \%$ sedangkan model Mock menghasilkan RMSE sebesar $5,156 \%$. Pada tahap verifikasi menghasilkan nilai RMSE sebesar $2,811 \%$ sedangkan model Mock menghasilkan RMSE sebesar $5,819 \%$.
4. Model *RainRun* DAS Indragiri memberikan nilai yang baik yaitu pada tahap kalibrasi menghasilkan nilai RMSE sebesar $1,327 \%$ sedangkan model Mock menghasilkan RMSE sebesar $5,298 \%$. Pada tahap verifikasi menghasilkan nilai RMSE sebesar $4,330 \%$ sedangkan model Mock menghasilkan RMSE sebesar $13,760 \%$.
5. Jika dibandingkan nilai RMSE pada kedua model. Model *RainRun* menunjukkan tingkat kesalahan yang lebih rendah dibandingkan model Mock.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada **Dian Anggraeni, ST** Alumni Jurusan Teknik Sipil S1 Fakultas Teknik Universitas Riau atas ijin penggunaan data tugas akhir guna menerapkan Model *RainRun* di wilayah DAS Indragiri.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, D. 2010.** *Analisa Keandalan Metode Mock (Studi Kasus Sub Daerah Aliran Sungai Rokan)*. Skripsi Program Studi S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik. Pekanbaru : Universitas Riau.
- Bappenas. 2007.** *Identifikasi Masalah Pengelolaan Sumber Daya Air di Pulau Jawa*. Available at < URL : [Http://www.air.bappenas.go.id](http://www.air.bappenas.go.id) [Diakses tanggal : 15 April 2008].
- Dewi, S. 2000.** *Tinjauan Perencanaan Bangunan Bawah dan Pondasi Jembatan Sungai Kumu di Dalu-dalu Kabupaten Kampar*. Skripsi Program Studi S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik. Pekanbaru : Universitas Riau.
- Direktorat Jenderal Pengairan. 1986.** *Standar Perencanaan Irigasi KP-01*. Bandung : C.V. Galang Persada.
- FAO. 1998.** *Crop Evapotranspiration : Guidelines for Computing Crop Water Requirement*. FAO, Roma
- Febrianti, N. 2007.** *Penerapan Metode Mock dan Analisis Frekuensi Untuk Menghitung Debit Andalan DAS Kuranji Padang*. Available at < URL : [http:// www.dirgantara_lapan.or.id](http://www.dirgantara_lapan.or.id) [Diakses tanggal : 07 Maret 2009].
- Indarto, 2010.** *Hidrologi Dasar Teori dan Contoh Aplikasi Model Hidrologi*, Bumi Aksara, Jakarta.
- Jayadi, R, 2008.** *Materi Kuliah Hidrologi*, Sekolah Pascasarjana Jurusan Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Nash, J.E., and Sutcliffe J.V., 1970.** *River flow forecasting through conceptual models*. Journal of Hydrology, 10, 282-290.
- Soemarto, C. D. 1999.** *Hidrologi Teknik*. Jakarta : Erlangga.
- Soewarno. 1995.** *Hidrologi Jilid I*. Bandung : Nova
- Sujarwadi. 1979.** *Pengantar Teknik Irigasi*. Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada
- Sumiyati., dan Sudira P., 2003.** *Prediksi Ketersediaan Air Sebuah DAS Menggunakan Model NAM ; Studi Kasus di DAS Loning, Magelang, Jawa Tengah* . Jurnal Agrosains , 16(1), 75-85.

- Suripin. 2004.** *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan.* Yogyakarta : Andi Offset.
- Triatmodjo, Bambang. 2008.** *Hidrologi Terapan.* Yogyakarta: Beta Offset.
- Weert, R.V.D.,1994.** *Hidrological Conditios In Indonesia,* Delft Hydraulic, Netherland.