

Terbit online pada laman web jurnal : <http://jurnal.sttp-yds.ac.id>

SAINSTEK (e-Journal)

| ISSN (Print) 2337-6910 | ISSN (Online) 2460-1039 |



Hidrologi

Analisis Parameter Model Mock Dalam Prediksi Aliran Rendah (Studi Kasus : DAS Tapung Kiri Stasiun Duga Air Tandun)

Alfianis^a, Manyuk Fauzi^b, Yohanna Lilis Handayani^b

^aUniversitas Riau, Kampus Bina Widya Jl. HR Soebrantas KM 12,5, Pekanbaru, 28293, Indonesia

^bUniversitas Riau, Kampus Bina Widya Jl. HR Soebrantas KM 12,5, Pekanbaru, 28293, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:

Diterima Redaksi: 22 Agustus 2019

Revisi Akhir: 03 Desember 2019

Diterbitkan Online: 28 Desember 2019

KATA KUNCI

Model Mock, kalibrasi, verifikasi, kinerja model

KORESPONDENSI

Telepon: +62 (0761) 66596

E-mail: manyuk.fauzi@unri.ac.id

ABSTRACT

Pengalihragaman hujan menjadi aliran (*Rainfall-runoff transformation*), pada proses hidrologi merupakan suatu proses yang sangat kompleks. Model Mock merupakan model hujan-aliran yang sering digunakan untuk menganalisis sistem DAS dalam prediksi respon hidrologi dari suatu masukan kejadian hujan. Model Mock perlu dilakukan pengujian kalibrasi dan verifikasi untuk memperoleh variasi parameter model terbaik dan hasil debit simulasi mengikuti pola data debit lapangan. Pengujian Model Mock dilakukan dengan 7 parameter dan analisis berdasarkan beberapa kriteria penilaian kinerja model. Kriteria penilaian kinerja model yang digunakan yaitu koefisien korelasi (R), *volume error* (VE), dan koefisien efisiensi (CE). Hasil uji kalibrasi didapatkan nilai koefisien korelasi (R) sebesar 0,92 yang termasuk kategori kuat setelah di verifikasi menjadi sebesar 0,25 yang termasuk kategori rendah. Nilai *volume error* (VE) pada kalibrasi sebesar 6,03; dan setelah di verifikasi menjadi sebesar 97,59; Nilai kalibrasi koefisien efisiensi (CE) sebesar 1,22; dan setelah di verifikasi menjadi 6,40.

1. PENDAHULUAN

Daerah Aliran Sungai atau yang lebih dikenal dengan istilah DAS merupakan daerah yang dibatasi oleh punggung-punggungan gunung dimana air hujan yang jatuh pada daerah tersebut akan ditampung oleh punggung gunung tersebut dan akan dialirkan melalui sungai-sungai kecil ke sungai utama. DAS berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami [1]. Provinsi Riau memiliki DAS yang terletak di Sungai Siak. Sungai Siak merupakan sungai yang paling dalam di Indonesia, yaitu dengan kedalaman sekitar 20 sampai 30 meter, dengan panjang 300 kilometer. Wilayah DAS Siak terbagi dua wilayah, yaitu wilayah bagian hulu dan wilayah bagian hilir. Bagian hulu dari DAS Siak terdiri dari dua sungai yaitu Sungai Tapung Kanan dan Sungai Tapung Kiri.

Sungai Tapung Kanan yang termasuk dalam wilayah Kabupaten Rokan Hulu dan Kecamatan Tapung Hulu Kabupaten Kampar, sedangkan Sungai Tapung Kiri yang termasuk dalam wilayah Tandun Kabupaten Rokan Hulu dan Kecamatan Tapung Kiri Kabupaten Kampar. Kedua sungai tersebut menyatu di daerah Palas Kabupaten Kampar dan dekat Kota Pekanbaru pada Sungai Siak Besar. Bagian hilir dari DAS Siak adalah Sungai Siak Besar yang terletak di desa Palas Kabupaten Kampar, Kota Pekanbaru, Kota Perawang Kabupaten Siak, Kota Siak Sri Indrapura dan bermuara di Tanjung Belit Sungai Apit Kabupaten Siak [2].

Pengelolaan DAS dengan potensi sumber daya air lebih besar dari atau sama dengan 20% dari potensi sumber daya air di provinsi tersebut membutuhkan perangkat yang mampu menjawab kebutuhan tersebut. Salah satu DAS yang memiliki potensi sumber daya air lebih tinggi dari 20% adalah Sungai Siak [3]. Perubahan tata guna lahan menjadi kawasan

perkebunan dan pertanian berpengaruh pada keadaan air pada DAS Siak terutama pada bagian hulu. Kecamatan Tandun dengan luas wilayah 226,68 km² dengan sebagian besar mata pencaharian penduduk tergantung terhadap sektor pertanian terutama usaha tani tanaman musiman dan perkebunan rakyat yang berupa kelapa sawit, karet dan gambir.

Suatu DAS dikatakan memiliki fungsi hidrologi yang baik apabila memiliki peranan yang baik dalam mengatasi lonjakan naik dan turunnya permukaan aliran setelah turunnya hujan dan menstabilkan besarnya jumlah air pada musim kering. Proses pengalihan hujan menjadi aliran (*Rainfall-runoff transformation*), pada proses hidrologi merupakan suatu proses yang sangat kompleks. Input hujan mengandung variabilitas ruang dan waktu yang sangat tinggi serta tidak dapat diperkirakan untuk beberapa waktu ke depan. Dengan demikian akan memerlukan analisis hidrologi yang sangat kompleks serta memerlukan hitungan yang sangat banyak. Analisis yang dilakukan dengan mengandaikan suatu proses transformasi terjadi mengikuti kondisi tertentu harus sedekat mungkin dan mencerminkan karakter DAS yang dianalisis, yang dikenal sebagai model hidrologi.

Perhitungan model yang akurat perlu dilakukan beberapa analisis, penggunaan model menjadi salah satu cara yang dianggap dapat mewakili analisis yang mendekati kondisi asli. Salah satu pendekatan *modelling* hujan-aliran yang sering digunakan adalah model Mock. Model Mock merupakan model yang proses perhitungannya menggunakan beberapa parameter, model ini perlu dilakukan pengujian yang sering dilakukan dalam sebuah model yaitu proses kalibrasi dan verifikasi. Pada prinsipnya model yang baik adalah model yang dapat menirukan perilaku sistem DAS yang sesungguhnya. Beberapa parameter model memiliki tingkat sensitivitas yang sangat tinggi sehingga sulit untuk diperkirakan secara tepat [4].

Peneliti terdahulu yang telah menggunakan model Mock dalam analisisnya yaitu diantaranya Luneo, D (2015) melakukan analisis optimasi model Mock untuk menghitung debit bulanan DAS Bolango di Boidu. Pengujian pada penelitian tersebut dilakukan menggunakan model Mock dengan 6 parameter. Berdasarkan hasil kalibrasi dan verifikasi yang telah dilakukan, parameter model Mock dapat memberikan hasil yang relatif baik pada Sub DAS Boidu, dengan kesalahan volume relatif lebih kecil dari 10%. Berdasarkan hasil penelitian terdahulu yang telah dilakukan, model Mock berhasil diterapkan dan dapat memberikan hasil yang baik pada DAS yang ditinjau.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Evapotranspirasi

Evapotranspirasi merupakan gabungan dari dua peristiwa yaitu evaporasi (penguapan) dan transpirasi. Faktor-faktor yang mempengaruhi evapotranspirasi diantaranya suhu air, suhu udara, kelembaban udara, kecepatan angin, tekanan udara dan lama penyinaran matahari yang saling terhubung satu sama lain. Evapotranspirasi adalah keseluruhan jumlah air yang berasal dari tanah, air, dan vegetasi yang diluapkan kembali ke atmosfer

[4]. Besarnya evapotranspirasi dihitung dengan menggunakan metode penman modifikasi dengan persamaan sebagai berikut :

$$E_{to} = c \times (W \times R_n + (1 - W) \times f(u) \times (e_a - e_d)) \quad (1)$$

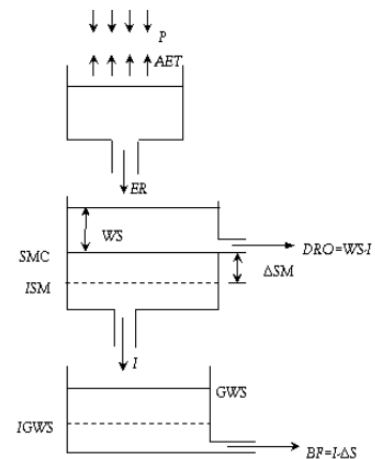
dengan :

E_{to}	= evapotranspirasi potensial (mm/hari),
W	= faktor temperatur dan ketinggian,
R_n	= pengurangan gelombang pendek dan panjang netto (mm/hari),
$f(u)$	= fungsi angin (m/det),
e_a	= tekanan uap jenuh (mbar),
e_d	= tekanan uap nyata (mbar),
c	= koefisien bulanan untuk penman.

2.2 Model Mock

Model mock dikembangkan oleh Dr. F. J. Mock. Prinsip kerja model Mock memperhitungkan volume air yang masuk, keluar dan yang disimpan di dalam tanah (*soil storage*). Volume air yang masuk adalah hujan, volume air yang keluar adalah infiltrasi, perkolasi dan yang paling dominan adalah evapotranspirasi.

Skema struktur model Mock dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1 Skema Bagan Struktur Model Mock
(Sumber : Luneo, D. 2015)

Kriteria perhitungan dan asumsi di dalam model Mock berdasarkan Standar Perencanaan Irigasi KP-01 (1980). Model Mock menggunakan data hujan, data evapotranspirasi potensial, luas DAS dan vegetasi penutup lahan sebagai data masukan (input). Analisis model Mock memperhitungkan 7 parameter model yang merupakan karakteristik DAS tersebut, yaitu :

- Koefisien infiltrasi musim basah (WIC),
- Koefisien infiltrasi musim kering (DIC),
- Soil Moisture Capacity* (SMC) yaitu nilai kapasitas kelembaban tanah,
- Initial Soil Moisture* (ISM) yaitu nilai kelembaban tanah pada kondisi awal,
- Initial Groundwater Storage* (IGWS) yaitu nilai tampungan air tanah pada kondisi awal,
- Faktor resesi aliran tanah (K),
- Singkapan lahan (m).

2.3 Kalibrasi Model Mock

Kalibrasi model Mock dilakukan dengan membandingkan debit hasil perhitungan dengan debit terukur di lapangan dengan memperhitungkan

koefisien korelasi (R), selisih volume (VE), dan koefisien efisiensi (CE). Koefisien korelasi dihitung dengan persamaan berikut ini :

$$R = \frac{\sum (Q_{hit} - Q_{hit\ rerata})(Q_{obs} - Q_{obs\ rerata})}{\sqrt{\sum (Q_{hit} - Q_{hit\ rerata})^2 \times \sum (Q_{obs} - Q_{obs\ rerata})^2}} \quad (2)$$

dengan :

R = koefisien korelasi,
 Q_{hitung} = debit terhitung (m^3/s),
 $Q_{hitung\ rerata}$ = debit terhitung rerata (m^3/s),
 Q_{obs} = debit terukur (m^3/s),
 $Q_{obs\ rerata}$ = debit terukur rerata (m^3/s).

Menurut Sugiyono (2003) (lihat Febriansyah, F. 2015) nilai koefisien korelasi (R) terdiri atas beberapa kriteria seperti terlihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1 Kriteria Nilai Koefisien Korelasi

Nilai Koefisien Korelasi (R)	Interpretasi
0 sampai dengan 0,19	Sangat Rendah
0,20 sampai dengan 0,39	Rendah
0,40 sampai dengan 0,59	Sedang
0,60 sampai dengan 0,79	Kuat
0,80 sampai dengan 1	Sangat Kuat

(Sumber : Sugiyono, 2003 dalam Febriansyah, F. 2015)

Selisih volume (VE) dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini :

$$VE = \left| \frac{\sum_{i=1}^N Q_{obs_i} - \sum_{i=1}^N Q_{hitung_i}}{\sum_{i=1}^N Q_{obs_i}} \right| \times 100\% \quad (3)$$

dengan :

VE = selisih volume,
 Q_{obs} = debit terukur (m^3/s),
 Q_{hitung} = debit terhitung (m^3/s).

Koefisien efisiensi (CE) dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini :

$$CE = \left[\frac{\sum_{i=1}^N (Q_{obs_i} - Q_{hitung_i})^2}{\sum_{i=1}^N (Q_{obs_i} - Q_{obs\ rerata})^2} \right] \quad (4)$$

dengan :

CE = koefisien efisiensi,
 Q_{obs} = debit terukur (m^3/s),
 Q_{hitung} = debit terhitung (m^3/s),
 $Q_{obs\ rerata}$ = debit terukur rerata (m^3/s).

Koefisien efisiensi memiliki beberapa kriteria seperti terlihat pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2 Kriteria nilai koefisien efisiensi

Nilai koefisien efisiensi (CE)	Interpretasi
$CE > 0,75$	Sangat Efisien
$0,36 < CE < 0,75$	Cukup Efisien
$CE < 0,36$	Tidak Efisien

(Sumber : Hambali, 2008)

2.4 Interval Parameter Model

Interval kepercayaan berbeda antara satu sampel dan sampel lainnya. Tingkat kepercayaan yang sering digunakan adalah 90%, 95%, dan 99%. Interval tingkat kepercayaan mempunyai dua batas yaitu batas atas dan batas bawah. Estimasi *Confidence Interval* dihitung dengan persamaan berikut ini :

$$\bar{X} - Z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \leq \mu \leq \bar{X} + Z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (5)$$

Nilai *confidence interval* yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3 Nilai *Confidence Interval*

<i>Confidende Interval</i>	$Z_{\alpha/2}$
80%	1,28
90%	1,645
95%	1,96
99%	2,575

(Sumber : Fariza, A. 2013)

Margin *error* dihitung menggunakan persamaan berikut ini :

$$E = Z \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (6)$$

dengan :

E = *Margin Error*.

3. METODOLOGI

3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di wilayah Kabupaten Rokan Hulu tepatnya pada DAS Tapung Kiri dengan Stasiun Duga Air Tandun, secara administrasi terletak di Provinsi Riau, Kabupaten Rokan Hulu dengan letak geografis $00^{\circ} 35' 41''$ LU dan $100^{\circ} 28' 31''$ BT dengan luas DAS Tandun sebesar $197,5 \text{ km}^2$. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2 Peta Lokasi Penelitian

(Sumber : Google Earth)

3.2. Prosedur Penelitian

Prosedur dari penelitian ini dilihat secara garis besar melalui beberapa tahap yaitu :

1. Pengumpulan data Sekunder, yaitu : data curah hujan, data debit, dan data klimatologi.
2. Pengolahan data hujan.
3. Perhitungan evapotranspirasi menggunakan metode Penman Modifikasi.
4. Analisis model pengalirragaman hujan-aliran menggunakan model Mock.

5. Kalibrasi dan verifikasi data. Kombinasi skema kalibrasi dan verifikasi yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4 Kombinasi Skema Kalibrasi dan Verifikasi

Skema	Panjang Data (Tahun)	
	Kalibrasi	Verifikasi
I	2	8
II	3	7
III	4	6
IV	5	5
V	6	4
VI	7	3
VII	8	2
VIII	9	1

6. Evaluasi kinerja model. Parameter penilaian yang digunakan untuk menguji kinerja model Mock adalah koefisien korelasi (R), koefisien efisiensi (CE), dan *volume error* (VE).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Evapotranspirasi

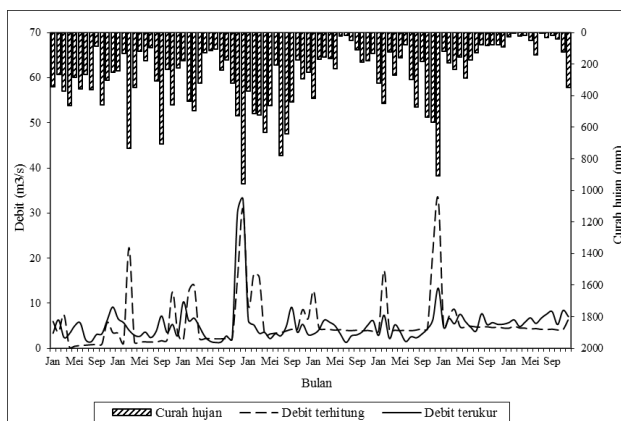
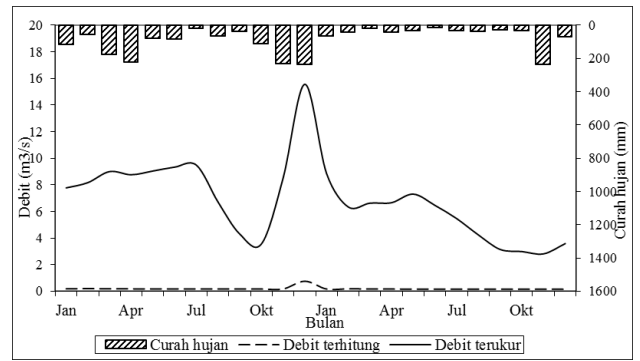
Perhitungan berdasarkan nilai rerata 10 tahun data klimatologi Stasiun Pekanbaru periode tahun 2007 hingga tahun 2016 untuk mendapatkan nilai evapotranspirasi. Analisis evapotranspirasi menggunakan metode penman modifikasi seperti terlihat pada Tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5 Rata-rata Evapotranspirasi Potensial

Bulan	PET	Bulan	PET
Jan	133,04	Jul	110,92
Feb	130,49	Agu	137,05
Mar	132,64	Sep	132,98
Apr	111,56	Okt	143,44
Mei	114,1	Nov	129,54
Jun	111,85	Des	134,46

4.2. Kalibrasi dan Verifikasi Model Mock

Berdasarkan kombinasi skema (Tabel 4), kalibrasi terbaik terjadi pada skema VII dengan periode panjang data yaitu 8 tahun kalibrasi dan 2 tahun verifikasi. Dengan parameter WIC = 0,5; DIC = 1,0; K = 0,99; m = 0%; SMC = 150 mm; ISM = 100 mm; IGWS = 100 mm. Hasil kalibrasi dan verifikasi skema VII dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.

Gambar 3 Grafik Korelasi Q_{Hit} dan Q_{Obs} Hasil KalibrasiGambar 4 Grafik Korelasi Q_{Hit} dan Q_{Obs} Hasil Verifikasi

Grafik (Gambar 4) menunjukkan bahwa pola hubungan aliran antara debit terhitung dan debit observasi telah mengalami pola aliran yang hampir sama dengan perbedaan debit yang kecil. Sedangkan pada saat verifikasi grafik korelasi yang diperoleh dengan menggunakan nilai parameter hasil kalibrasi dan sisa periode data kalibrasi, pola aliran untuk debit terhitung mengalami penurunan dan tidak mengikuti pola debit observasi (Gambar 5).

4.3. Kalibrasi dan Verifikasi Model Mock

Hasil evaluasi kinerja model Mock ditunjukkan berdasarkan beberapa kriteria penilaian yaitu koefisien korelasi (R), *volume error* (VE), dan koefisien efisiensi (CE) dengan memasukkan nilai minimum hingga maksimum dari nilai batasan-batasan parameter model Mock yang telah ditetapkan untuk mendapatkan kriteria penilaian maksimum untuk tiap skema kalibrasi dan verifikasi.

Tabel 6 Evaluasi Kinerja Model Mock Tahap Kalibrasi

Skema	Panjang Data (Tahun)		Kinerja Model Tahap Kalibrasi		
	Kalibrasi	Verifikasi	R	VE	CE
I	2 2007-2008	8 2009-2016	0,06	218,40	34,17
II	3 2007-2009	7 2010-2016	0,42	105,93	0,49
III	4 2007-2010	6 2011-2016	0,51	33,05	0,31
IV	5 2007-2011	5 2012-2016	0,67	57,92	0,87
V	6 2007-2012	4 2013-2016	0,69	20,15	1,06
VI	7 2007-2013	3 2014-2016	0,82	3,03	1,13
VII	8 2007-2014	2 2015-2016	0,92	6,03	1,22
VIII	9 2007-2015	1 2016	0,90	35,18	1,25

Tabel 7 Evaluasi Kinerja Model Mock Tahap Verifikasi

Skema	Panjang Data (Tahun)		Kinerja Model Tahap Verifikasi		
	Kalibrasi	Verifikasi	R	VE	CE
I	2 2007-2008	8 2009-2016	0,41	80,55	3,43
II	3 2007-2009	7 2010-2016	0,11	48,24	6,14
III	4 2007-2010	6 2011-2016	0,41	76,43	3,53
IV	5 2007-2011	5 2012-2016	0,38	83,00	5,34
V	6 2007-2012	4 2013-2016	0,03	96,47	9,06
VI	7 2007-2013	3 2014-2016	0,06	93,69	7,94
VII	8 2007-2014	2 2015-2016	0,25	97,59	6,40
VIII	9 2007-2015	1 2016	0,12	98,67	8,85

Berdasarkan hasil evaluasi kinerja model tahap kalibrasi (Tabel 6) dan tahap verifikasi (Tabel 7) untuk tiap variasi skema kalibrasi dan verifikasi, membuktikan bahwa tidak terdapat jaminan pada hal-hal sebagai berikut :

1. Kinerja model yang baik saat kalibrasi tidak menjamin hasil yang sama atau lebih baik pada saat verifikasi.
2. Variasi panjang data dalam tahap kalibrasi serta tahap verifikasi memberikan hasil atau informasi bahwa tidak ada kepastian tentang rasio panjang data tertentu yang memberikan hasil terbaik.
3. Berdasarkan hasil variasi skema yang telah diperoleh, tidak terdapat nilai parameter tertentu (*single value*) yang digunakan sebagai konstanta model.

4.4. Interval Parameter Model Mock

Penetapan nilai interval parameter model Mock dilakukan berdasarkan tingkat kepercayaan 90% dengan nilai Z sebesar 1,645 untuk tujuh parameter model Mock. Hasil perhitungan nilai batas bawah dan batas atas parameter model Mock dapat dilihat pada Tabel 8 di bawah ini.

Tabel 8 Interval Tingkat Kepercayaan 90% Parameter Model Mock

Periode Kalibrasi	Nilai Parameter Optimum					
	WIC	DIC	m	SMC	ISM	IGWS
2	0,50	0,50	0,00	50,00	100,00	250,00
3	0,50	0,90	50,00	100,00	100,00	250,00
4	0,50	1,00	0,00	250,00	10,00	250,00
5	0,50	1,00	50,00	250,00	10,00	250,00
6	0,50	1,00	5,00	250,00	100,00	250,00
7	0,50	1,00	5,00	180,00	100,00	250,00
8	0,50	1,00	0,00	150,00	100,00	100,00
9	0,50	0,85	50,00	250,00	40,00	100,00
Rerata	0,50	0,91	20,00	185,00	70,00	212,50
Deviasi	0,00	0,17	24,93	78,92	42,43	69,44
E	0,00	0,10	13,67	43,28	23,26	38,07
Batas Bawah	0,50	0,81	6,33	141,72	46,74	174,43
Batas Atas	0,50	1,00	33,67	228,28	93,26	250,57

Atas

Berdasarkan Tabel 8 di atas, dapat dilihat untuk parameter m, SMC, ISM, dan IGWS lebar interval yang diperoleh pada tingkat kepercayaan 90% cukup besar dibandingkan lebar interval untuk parameter WIC, dan DIC yang terlihat tidak mengalami selisih interval yang jauh bahkan terlihat konstan. Parameter K merupakan parameter yang memiliki sensitivitas tinggi pada analisis model Mock, input nilai K berdasarkan nilai batasan yang digunakan memberikan pengaruh besar pada pola aliran dan nilai evaluasi model Mock. Sehingga untuk parameter K nilai interval yang menghasilkan nilai korelasi kategori sedang hingga sangat kuat yaitu pada interval $0,5 \leq K \leq 0,99$ untuk setiap skema kalibrasi.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai optimal parameter (karakteristik DAS) dalam proses kalibrasi model adalah faktor infiltrasi musim basah (WIC) = 0,5; infiltrasi musim kering (DIC) = 1,0; koefisien resesi (K) = 0,99; singkapan lahan (m) = 0%; *Soil Moisture Capacity* (SMC) = 150 mm; *Initial Soil Moisture* (ISM) = 100 mm; dan *Initial Ground Water Storage* (IGWS) = 100 mm. Parameter yang memberi pengaruh besar dalam proses analisis model Mock yaitu koefisien resesi (K), tutupan lahan (m) dan faktor infiltrasi musim kering (DIC).
2. Mock dapat diterapkan secara aktif pada DAS Tapung Kiri Stasiun Duga Air Tandun dengan tingkat kinerja model yang tinggi. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, diperoleh nilai koefisien korelasi (R) sebesar 0,92; *volume error* (VE) sebesar 6,03; dan koefisien efisiensi (CE) sebesar 1,22. Sedangkan hasil verifikasi yaitu koefisien korelasi (R) sebesar 0,25; *volume error* (VE) sebesar 97,59; dan koefisien efisiensi (CE) sebesar 6,40.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan dalam penelitian ini, maka dapat diberikan beberapa saran sebagai berikut :

1. Diharapkan adanya studi tambahan mengenai analisis parameter model Mock dalam prediksi aliran rendah secara lebih terperinci terkait pengasumsian besaran parameter-parameter model dan mengenai kalibrasi data yang akan dilakukan.
2. Kepada mahasiswa lain yang ingin memperdalam lagi studi sebaiknya mencoba alternatif lain seperti menggunakan data curah hujan lebih dari satu stasiun.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Luneo, D. *Optimasi Model Mock Untuk Menghitung Debit Bulanan DAS Bolango Di Boidu*. Jurnal Teknik, Universitas Negeri Gorontalo. 2015.
- [2] Setyawati, N, A. *DAS Sungai Siak Provinsi Riau*. Pekanbaru. 2007.
- [3] Fauzi, M, et al. *Application of Hybrid-Ihacres Models for Water Availability in Siak River*. MATEC Web of Conferences 276, 04017. 2019.

- [4] Tunas, I. G. *Optimasi Parameter Model Mock Untuk Menghitung Debit Andalan Sungai Miu*. Jurnal SMARTek, Vol. 5 No. 1, Hal: 40-48. 2007.
- [5] Asdak, C. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press. 2004.
- [6] Kriteria Perencanaan 01. 1980. *Lampiran 3 Analisis dan Evaluasi*.
- [7] Hambali, R. *Analisis Ketersediaan Air dengan Model Mock Bahan Ajar*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada. 2008.
- [8] Febriansyah, F. *Analisis Sensitivitas Permodelan GR4J Terhadap Pengalihragaman Data Hujan Menjadi Debit Pada DAS Indragiri (Studi Kasus AWLR Lubuk Ambacang)*. Jom FTEKNIK Vol. 2 No. 2. 2015.