



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

SAINSTEK (e-Journal)

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



Hidrologi

Evaluasi Ketelitian Model Mock Dalam Prediksi Aliran Rendah (Daerah Aliran Sungai Rokan Pos Duga Air Pasir Pangaraian)

Dickky Yusman^a, Manyuk Fauzi^b, Yohanna Lilis Handayani^c

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

^{b,c}Universitas Riau, Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas KM 12,5, Pekanbaru, 28293, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:

Diterima Redaksi: 10 Juli 21

Revisi Akhir: 19 Mei 21

Diterbitkan Online: 17 Juni 21

KATA KUNCI

Model Mock, kalibrasi, verifikasi, kinerja model.

KORESPONDENSI

Telepon: +62 821-7424-5491

E-mail: manyukfauzi@lecturer.unri.ac.id

ABSTRACT

Model Mock merupakan model hujan-aliran yang sering digunakan untuk menganalisis sistem DAS dalam prediksi respon hidrologi dari suatu masukan kejadian hujan. Model Mock memerlukan 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 yaitu koefisien infiltrasi musim basah (WIC), koefisien infiltrasi musim kering (DIC), faktor resesi aliran tanah (K), singkapan lahan (m), kapasitas kelembaban tanah (SMC), kelembaban tanah awal (ISM), penyimpanan air tanah awal (IGWS) dan analisis berdasarkan beberapa kriteria penilaian kinerja model. Kriteria penilaian kinerja model yang digunakan yaitu koefisien korelasi (R) dan koefisien efisiensi model Nash-Sutcliffe. Hasil uji kalibrasi didapatkan nilai koefisien korelasi (R) sebesar 0,999 yang termasuk kategori kuat dan setelah di verifikasi menjadi sebesar 0,120 yang termasuk kategori rendah. Nilai kalibrasi koefisien efisiensi Nash-Sutcliffe sebesar 0,064 dan setelah diverifikasi menjadi sebesar -0,242.

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 Rokan.

Kabupaten Rokan Hulu secara geomorfologi merupakan dataran bergelombang dan wilayah bagian barat merupakan daratan berbukit yang dibentuk oleh gugusan bukit barisan. Di daerah Kabupaten Rokan Hulu terdapat dua buah sungai besar dan beberapa sungai kecil yaitu

Sungai Rokan bagian hulu yang panjangnya ± 400 km dengan kedalaman rata-rata 6 meter dan lebar rata-rata 92 meter. Sungai ini di bagian hulu terdiri dari Sungai Rokan Kanan (Sungai Batang Lubuh) dan Sungai Rokan Kiri. Kedua sungai ini menyatu menjadi Sungai Rokan. Bagian hilir dari sungai tersebut termasuk daerah Kabupaten Rokan Hilir. Aliran sungai ini di bagian hulunya melalui Kecamatan Rokan IV Koto, Kecamatan Tandun, Kecamatan Kunto Darusalam, Kecamatan Rambah, Kecamatan Tambusai dan Kecamatan Kepenuhan. Sungai-sungai yang terdapat di Kabupaten Rokan Hulu ini sebagian masih berfungsi sebagai prasarana perhubungan, sumber air bersih dan budi daya ikan.

Suatu DAS dikatakan memiliki fungsi hidrologi yang baik apabila memiliki peranan yang baik dalam mengatasi lonjakan naik dan turunnya aliran permukaan setelah turunnya hujan dan menstabilkan besarnya jumlah air

pada musim kering. Proses pengalihragaman 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 kedepan. Dengan demikian akan memerlukan analisis hidrologi yang sangat kompleks serta memerlukan hitungan yang sangat banyak [2]. 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.

Perubahan tata guna lahan menjadi lahan pertanian dan perkebunan sangat mempengaruhi kondisi air pada Sungai Rokan. Melihat kondisi yang terjadi, maka peneliti akan melakukan penelitian guna memperbaiki fungsi DAS sebagaimana mestinya. Adapun beberapa metode yang pernah digunakan untuk menganalisis ketersediaan air adalah metode Mock, NRECA dan GR2M. Model yang digunakan pada penelitian ini adalah model Mock. 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.

Aliran rendah merupakan suatu indikator ketersediaan air pada suatu daerah. Ketersediaan air sangat dipengaruhi oleh kondisi tanah dan bukaan lahan yang ada di daerah tersebut. Parameter-parameter yang sudah didapatkan dalam perhitungan akan menggambarkan kondisi tanah yang ada di lapangan.

Penelitian 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 7 parameter, termasuk koefisien infiltrasi musim basah (WIC) dan koefisien infiltrasi musim kemarau (DIC). 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 oleh peneliti sebelumnya, 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. Evapotranspirasi didefinisikan sebagai banyaknya air yang digunakan untuk proses pertumbuhan tanaman dan evaporasi dari tanah/air sebagai tempat tumbuhnya tanaman. Faktor-faktor yang mempengaruhi evapotranspirasi diantaranya suhu air, suhu udara, kelembaban udara, kecepatan angin, tekanan udara dan lama penyinaran matahari. Evapotranspirasi adalah keseluruhan jumlah air yang berasal dari tanah, air, dan vegetasi yang diluapkan kembali ke atmosfer [3]. Besarnya evapotranspirasi dihitung dengan menggunakan metode penman modifikasi dengan persamaan sebagai berikut:

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

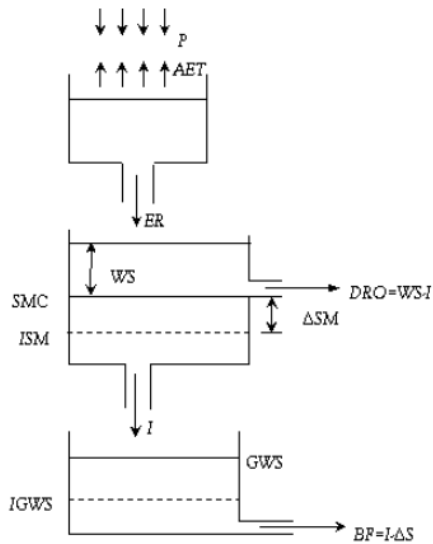
dengan:

- E_{to} = evapotranspirasi potensial (mm/hari),
- W = faktor temperatur dan ketinggian,
- R_n = pegurangan 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 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) [4]. 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 airtanah pada kondisi awal,
- Faktor resesi aliran tanah (K)
- Singkapan lahan (m)

2.3. Evaluasi Ketelitian Model

Kalibrasi model Mock biasanya melibatkan proses menjalankan (*running*) model berkali-kali dengan melakukan uji coba nilai parameter yang berbeda dengan tujuan meningkatkan kecocokan antara model dengan data terukur kalibrasi. Dalam penelitian ini menggunakan Koefisien Korelasi (R) dan Koefisien Efisiensi *Nash-Sutcliffe*.

- Koefisien Korelasi (R)

Koefisien korelasi adalah nilai yang menunjukkan kuat atau tidaknya hubungan linier antar dua variabel. Koefisien korelasi biasanya dilambangkan dengan huruf R. Rumus yang digunakan adalah:

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

Menurut Sugiyono (1997) nilai koefisien korelasi R terdiri atas beberapa kriteria seperti terlihat pada Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Kriteria Nilai Koefisien Korelasi

Nilai 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)

- Koefisien Efisiensi *Nash-Sutcliffe*

Koefisien Efisiensi *Nash-Sutcliffe* digunakan untuk menilai data prediksi model hidrologi. Ini didefinisikan sebagai:

$$NS = 1 - \frac{\sum(Q_{obs} - Q_{sim})^2}{\sum(Q_{obs} - Q_{obs\ rerata})^2} \quad (3)$$

Berdasarkan rujukan dan literatur lainnya dalam hal ini Moriasi, dkk (2007) [5] menyampaikan kriteria nilai *Nash-Sutcliffe* sebagaimana Tabel 2 berikut ini:

Tabel 2. Kriteria Nilai *Nash-Sutcliffe*

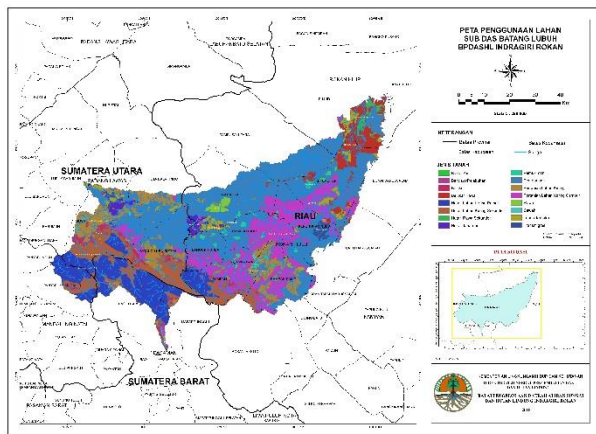
NS	Kriteria
0,75 < NS < 1,00	Sangat Baik
0,65 < NS < 0,75	Baik
0,50 < NS < 0,65	Memuaskan
NS ≤ 0,50	Kurang Memuaskan

Sumber : (Moriasi et al, 2007)

3. METODOLOGI

3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini berada pada Daerah Aliran Sungai Rokan, Sub-DAS Pasir Pangaraian, AWLR Pasir Pangaraian. Pasir Pangaraian merupakan salah satu kelurahan yang ada di Kecamatan Rambah, Kabupaten Rokan Hulu, Provinsi Riau, Indonesia. Peta Lokasi dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini:



Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian

3.2. Prosedur Penelitian

Prosedur dalam 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. Pengolahan data debit.
4. Perhitungan evapotranspirasi menggunakan metode Penman Modifikasi.
5. Menguji kualitas data menggunakan metode RAPS.
6. Menganalisis transformasi hujan debit dengan model Mock, dalam tahap ini akan dilakukan kalibrasi dan verifikasi. Kombinasi skema kalibrasi dan verifikasi yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. 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

7. Mengevaluasi ketelitian model.
8. Pembahasan

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Evapotranspirasi

Perhitungan berdasarkan nilai rerata 10 tahun data klimatologi Stasiun Rambah Utama periode tahun 2008 hingga tahun 2017 untuk mendapatkan nilai

evapotranspirasi. Analisis evapotranspirasi menggunakan metode Penman Modifikasi seperti terlihat pada Tabel 4 di bawah ini.

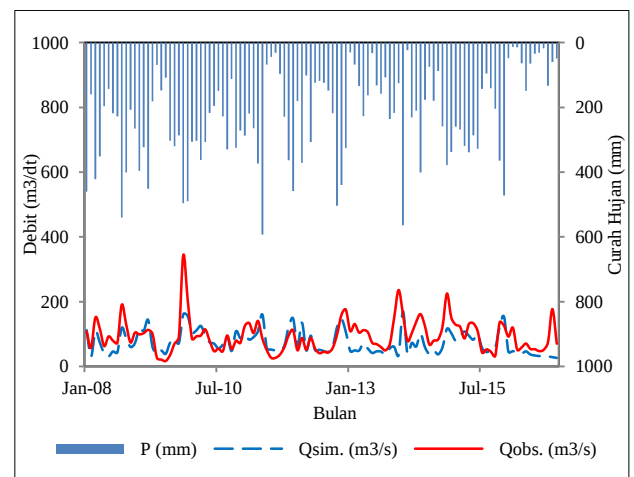
Tabel 4. Rerata Evapotranspirasi Potensial

Bulan	PET	Bulan	PET
Jan	137,21	Jul	113,78
Feb	135,26	Agu	140,30
Mar	133,87	Sept	137,66
Apr	AWLR Pasir Pangaraian		147,59
Mei			137,31
Jun	112,23	Des	140,65

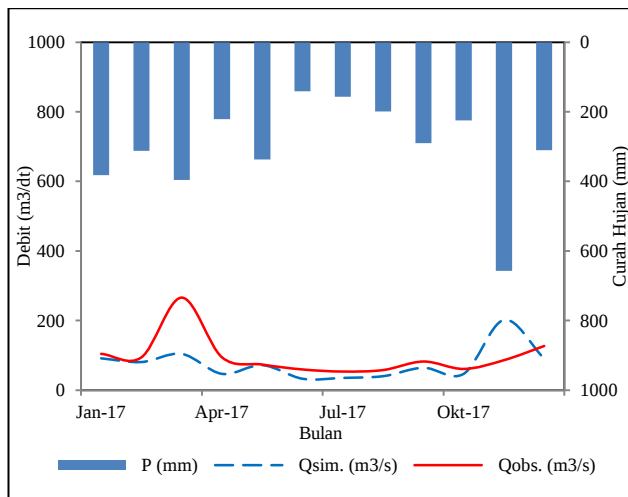
4.2. Kalibrasi dan Verifikasi Model Mock

Berdasarkan kombinasi skema (Tabel 4), kalibrasi terbaik terjadi pada Skema VIII dengan periode panjang data yaitu 9 tahun kalibrasi dan 1 tahun verifikasi. Dengan parameter WIC = 0,5; DIC = 0,65; K = 0,95; m = 30%; SMC = 60 mm; ISM = 55 mm; IGWS = 230 mm. Hasil kalibrasi dan verifikasi skema VIII dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.

Grafik (Gambar 3) dan (Gambar 4) menunjukkan bahwa pola hubungan aliran antara debit simulasi dan debit observasi telah mengalami pola aliran yang hampir sama dengan perbedaan debit yang kecil.



Gambar 3. Grafik Korelasi Qsim dan Qobs Hasil Kalibrasi



Gambar 4. Grafik Korelasi Qsim dan Qobs Hasil Verifikasi

4.3. Rekapitulasi Evaluasi Kinerja Model Mock

Hasil evaluasi kinerja model Mock ditunjukkan berdasarkan beberapa kriteria penilaian yaitu koefisien korelasi (R) dan koefisien efisiensi *Nash-Sutcliffe* 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 5. Evaluasi Kinerja Model Mock Tahap Kalibrasi

Skema	Panjang Data (Tahun)		Kinerja Model Tahap Kalibrasi	
	Kalibrasi	Verifikasi	R	Nash
I	2008-2009	2010-2017	0,319	0,254
II	2008-2010	2011-2017	0,461	0,027
III	2008-2011	2012-2017	0,584	0,115
IV	2008-2012	2013-2017	0,749	0,029
V	2008-2013	2014-2017	0,669	0,289
VI	2008-2014	2015-2017	0,794	0,286
VII	2008-2015	2016-2017	0,925	0,297
VIII	2008-2016	2017	1,000	0,120

Tabel 6. Evaluasi Kinerja Model Mock Tahap Verifikasi

Skema	Panjang Data (Tahun)	Kinerja Model Tahap Verifikasi
-------	----------------------	--------------------------------

	Kalibrasi	Verifikasi	R	Nash
I	2008-2009	2010-2017	0,691	-0,591
II	2008-2010	2011-2017	0,767	-1,631
III	2008-2011	2012-2017	0,583	-1,374
IV	2008-2012	2013-2017	0,383	-0,451
V	2008-2013	2014-2017	0,351	-0,336
VI	2008-2014	2015-2017	0,244	-0,393
VII	2008-2015	2016-2017	0,132	-1,087
VIII	2008-2016	2017	0,064	-0,242

Berdasarkan hasil evaluasi kinerja model tahap kalibrasi (Tabel 5) dan tahap verifikasi (Tabel 6) 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, terdapat 1 nilai parameter tertentu (*single value*) yang digunakan sebagai konstanta model yaitu parameter WIC.

4.4. Interval Parameter Model Mock

Penetapan nilai interval parameter model Mock dilakukan berdasarkan tingkat kepercayaan 90% dengan nilai Z sebesar 1,645 untuk 7 parameter model Mock. Hasil perhitungan nilai batas bawah dan batas atas parameter model Mock dapat dilihat pada Tabel 7 di bawah ini.

Tabel 7. Interval Tingkat Kepercayaan 90% Parameter Model Mock

Periode Kalibrasi	Nilai Parameter Optimum						
	WIC	DIC	K	m	SMC	ISM	IGWS
2	0,50	0,70	0,55	50,00	50,00	100,00	100,00
3	0,50	0,55	1,00	30,00	100,00	100,00	250,00
4	0,50	0,65	1,00	0,00	50,00	100,00	250,00
5	0,50	0,70	0,75	20,00	50,00	100,00	250,00
6	0,50	0,70	0,95	50,00	90,00	100,00	250,00
7	0,50	0,65	0,95	50,00	80,00	95,00	180,00
8	0,50	0,65	0,95	5,00	60,00	100,00	250,00
9	0,50	0,65	0,95	30,00	60,00	55,00	230,00
Rerata	0,50	0,66	0,89	29,38	67,50	93,75	220,00
Deviasi	0,00	0,05	0,16	20,08	19,82	15,75	54,25
E	0,00	0,03	0,09	11,68	11,53	9,16	31,55
Batas Bawah	0,50	0,63	0,80	17,70	55,97	84,59	188,45
Batas Atas	0,50	0,69	0,98	41,05	79,03	102,91	251,55

Berdasarkan Tabel 7 di atas, dapat dilihat untuk parameter m, SMC, ISM, dan IGWS lebar interval yang diperoleh cukup besar dibandingkan lebar interval untuk parameter WIC, DIC, dan K yang terlihat tidak mengalami selisih interval yang jauh dan bahkan terlihat konstan

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

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

1. Hasil analisis performa model Mock yang dilakukan berdasarkan proses kalibrasi dan verifikasi dalam delapan skema didapat nilai kalibrasi dan verifikasi yang baik terjadi pada Kalibrasi Skema VIII yaitu parameter WIC dengan interval 0,5, DIC dengan interval 0,65, K dengan interval 0,95, m dengan interval 30, SMC dengan interval 60, ISM dengan interval 55 dan IGWS dengan interval 230.
2. Hasil uji kalibrasi model Mock didapatkan nilai koefisien korelasi (R) sebesar 0,925 dan setelah di verifikasi menjadi sebesar 0,132. Nilai efisiensi *Nash-Sutcliffe* pada kalibrasi sebesar 0,297 dan setelah diverifikasi menjadi sebesar -1,087.

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 dan GR2M dalam prediksi aliran rendah secara lebih terperinci terkait pengasumsian besaran parameter-parameter model dan mengenai kalibrasi data yang akan dilakukan.
2. Kepada peneliti yang ingin memperdalam lagi studi sebaiknya mencoba alternatif lain seperti menggunakan data curah hujan daerah lain dan juga dapat menggunakan evaluasi ketelitian model dengan *volume error* (VE).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Luneo, D. 2015. *Analisis Optimasi Model Mock Untuk Menghitung Debit Bulanan DAS Bolango Di Boidu*. Jurnal Teknik, Universitas Negeri Gorontalo.
- [2] Marhendi, T. 2014. *Analisis Low Flow Menggunakan Model HEC-HMS 3.1 Untuk Kasus Sub DAS Kranggan*. Sainteks, 11(1), 43–52.
- [3] Asdak, Chay. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press. 2004.
- [4] Kriteria Perencanaan 01.1980. *Lampiran 3 Analisis dan Evaluasi*.
- [5] Moriasi D.N. 2008. *Model Evaluation Guidelines For Systematic Quantification of Accuracy in Watershed Simulations*. Colombia Medica, 39(3), 227–234.