



ANALISIS KETERSEDIAAN AIR BERDASARKAN DATA HUJAN SATELIT GPM DI DAS MESJID KOTA DUMAI

Manyuk Fauzi^{1*}, Rinaldi², Yohanna Lilis Handayani³, Ermiyati⁴,
Muhammad Wildan Pahlevi⁵, Husnah⁶

^{1*2,3,4,5}Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau, ⁶Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas
Abdurrah

Kampus Bina Widya KM 12,5 Simpang Baru, Pekanbaru, Riau

Telp. (0761) 63272

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

Info Artikel

Abstrak

Sejarah Artikel:

Diterima: Feb 2024
Disetujui: April 2024
Dipublikasikan: Juni 2024

Keywords:

rainfall, GPM, mock
rainrun; transformation

Penggunaan air bersih merupakan kebutuhan pokok bagi penduduk di Indonesia, dimana air bersih digunakan sebagai air minum, hidrologi, irigasi dan lain sebagainya. Sehingga hal tersebut menjadi penting dalam infrastruktur penyediaan air bersih. Salah satu sumber air berasal dari hujan. Dalam perencanaan pengembangan sumber daya air yang ada, diperlukan data debit lapangan. Data yang tersedia di lapangan antara lain data curah hujan, klimatologi, dan tinggi muka air. Namun karena adanya keterbatasan data, keakuratan data menjadi penyebab kesulitan untuk melakukan analisis model hidrologi. Oleh karena itu dirasa perlu menggunakan data hujan satelit yang dapat menggantikan data hujan permukaan sebagai alternatif untuk pemodelan hidrologi. Dalam kasus ini digunakan data curah hujan yang berasal dari satelit Global Precipitation Measurement (GPM). Dalam pemodelan ini menggunakan model mock dan rainrun. Dari hasil pengujian, diperoleh Koefisien Korelasi (R) memiliki kriteria sangat rendah pada model Mock dan Rainrun. Untuk Koefisien Nash-Sutcliffe (NSE) pada model Mock diperoleh nilai skema 1 = 0,506; skema 2 = 0,555; skema 3 = 0,578; skema 4 = 0,431 sehingga rata-rata merupakan kriteria memenuhi. Untuk Koefisien Nash-Sutcliffe (NSE) pada model Rainrun diperoleh nilai skema 1 = 0,505; skema 2 = 0,582; skema 3 = 0,506; skema 4 = 0,501 sehingga rata-rata merupakan kriteria memenuhi.

Kata Kunci: curah hujan, GPM, mock, rainrun, transformasi.

Abstract

The use of clean water is a basic necessity for the population in Indonesia, where it serves various purpose such as drinking, hydrology, and irrigation. Therefore, it is crucial in the infrastructure for providing clean water. Rainfall is one of the sources of water, and in the development planning of existing water resources, field discharge data is essential. Field data includes rainfall, climatologi, and water level. Due to data limitations, accuracy becomes a challenge in hydrological modeling. Thus, the use of satellite rainfall data is deemed necessary as an alternative for hydrological modeling. In this case, Global Precipitation Measurement (GPM) satellite data is utilized. The modeling employs Mock and Rainrun models, and the results show that the Coefficient of Correlation (R) is significantly low for both Mock and Rainrun models. For Nash-Sutcliffe Coefficient

(NSE), the Mock model yields scheme 1 = 0.506, scheme 2 = 0.555, scheme 3 = 0.578, and scheme 4 = 0.431, meeting the average criteria. The Rainrun model's NSE values are scheme 1 = 0.505, scheme 2 = 0.582, scheme 3 = 0.506, and scheme 4 = 0.501, also meeting the average criteria.

Keywords: rainfall, GPM, mock, rainrun, transformation.

©2024

Universitas Abdurrab

✉ Alamat korespondensi:

Kampus Bina Widya KM 12,5 Simpang Baru, Pekanbaru, Riau, 28293

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

ISSN 2527-7073

PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu kebutuhan manusia yang esensial dan menjadikan ketersediaan air menjadi hal yang mutlak. Penggunaan air bersih merupakan kebutuhan pokok bagi penduduk di Indonesia, dimana air bersih digunakan sebagai air minum, hidrologi, irigasi dan lain sebagainya. Dengan demikian hal tersebut menjadi penting dalam infrastruktur penyediaan air bersih secara berkala. Dalam perencanaan pengembangan sumber daya air yang ada, diperlukan data debit lapangan. Data yang tersedia di lapangan antara lain data curah hujan, data klimatologi, dan data tinggi muka air pada sungai Mesjid Kota Dumai. Oleh karena itu diperlukan transformasi data hujan menjadi data debit yang biasa disebut pengalihragaman data hujan. Namun karena adanya keterbatasan data, keakuratan data menjadi penyebab kesulitan untuk melakukan analisis suatu model hidrologi. Sehingga dirasa perlu menggunakan data hujan satelit yang dapat menggantikan data hujan permukaan sebagai alternatif untuk suatu pemodelan hidrologi. Dalam kasus ini digunakan data curah hujan yang berasal dari satelit *Global Precipitation Measurement* (GPM). Sehingga digunakan model Mock dan Rainrun sebagai model pengalihragaman data hujan menjadi debit.

TINJAUAN PUSTAKA

Curah Hujan

Menurut BMKG, curah hujan merupakan jatuhnya air hujan yang terkumpul dalam suatu tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap, dan tidak mengalir. Data curah hujan merupakan hal yang penting dalam perencanaan teknik, terutama untuk pembangunan infrastruktur air seperti sistem drainase, irigasi, bendungan, pelabuhan, dan bangunan struktur air lainnya.

Uji Koreksi Data

Uji koreksi dilakukan dengan menggunakan metode Regresi stepwise. Metode stepwise biasanya menggunakan data curah hujan bulanan untuk variabel bebas serta dikorelasikan dengan data debit bulanan untuk variabel terikat dalam subdas, DAS, maupun wilayah sungai. Uji koreksi data dapat dilakukan menggunakan persamaan berikut :

$$Y=aX1+bX2+cX3+dX4+\dots+zXn \quad (1)$$

Dengan :

$X1, X2, \dots Xn$ = Variabel bebas, hujan (variabel independen)

Y = Variabel terikat, debit (variabel dependen)

$A, b, c, \dots n$ = Koefisien

Uji Konsistensi Data

Pada pengujian konsistensi data curah hujan dan debit sungai, digunakan metode *Rescaled Adjusted Partial Sums* (RAPS). Uji konsistensi ini digunakan untuk menguji ketidakpangghahan antar data dalam stasiun itu sendiri dengan mendeteksi pergeseran nilai rata-rata. Uji konsistensi dapat dilakukan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$D_y^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(Y_i - \bar{Y})^2}{n} \quad (1)$$

$$S_k^* = \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y}) \quad (2)$$

$$S_k^{**} = \frac{S_k^*}{D_y} \quad (3)$$

$$Q = \max_{0 \leq k \leq n} |S_k^{**}| \quad (4)$$

$$R = \max_{0 \leq k \leq n} |S_k^{**}| \min_{0 \leq k \leq n} |S_k^{**}| \quad (5)$$

Dengan:

S_k^* = Penyimpangan kumulatif pada data k ($k = 0,1,2, n$)

N = Jumlah panjang data

S_k^{**} = Perbandingan antara penyimpangan kumulatif dengan standar deviasi dari nilai rerata

D_y = Standar deviasi dari nilai rata-rata (*mean*)

Y_i = Data curah hujan

\bar{Y} = Rerata curah hujan

S_d = Standar deviasi

Daerah Aliran Sungai

Daerah Aliran Sungai (DAS) didefinisikan sebagai suatu wilayah daratan yang secara topografik dibatasi oleh punggung bukit yang menampung serta menyimpan air hujan yang kemudian disalurkan ke laut melalui sungai utama [1]. Daerah Aliran Sungai mempunyai karakteristik yang spesifik dan erat dengan unsur utamanya seperti jenis tanah, tata guna lahan, topografi, kemiringan dan panjang lereng.

Evapotranspirasi

Menurut SNI 7745;2012, evaporasi merupakan banyaknya air yang menguap dari permukaan tanah atau air. Transpirasi adalah besarnya kehilangan air dari dalam tanaman melalui stomata di daun. Sedangkan evapotranspirasi adalah banyaknya air yang digunakan untuk proses pertumbuhan tanaman dan evaporasi dari tanah/air sebagai tempat tumbuhnya tanaman tersebut. Evapotranspirasi dihitung menggunakan metode Penman monteith sesuai dengan SNI 7745 : 2012 seperti pada rumus berikut :

$$ET_0 = \frac{0,408 \Delta R_n + \gamma \frac{900}{(T+273)} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34 U_2)} \quad (6)$$

Dengan :

- ET_0 = Evapotranspirasi acuan (mm/hari)
- R_n = Radiasi Matahari Netto Di Atas Permukaan Tanaman ($MJ/m^2/hari$)
- T = Suhu Udara Rata-Rata ($^{\circ}C$)
- U_2 = Kecepatan Angin Pada Ketinggian 2 m Dari Atas Permukaan Tanah (m/s)
- e_s = Tekanan Uap Air Jenuh (kPa)
- e_a = Tekanan Uap Air Aktual (kPa)
- Δ = Kemiringan Kurva Tekanan Uap Air Terhadap Suhu ($kPa/^{\circ}C$)
- γ = Konstanta Psikometrik ($kPa/^{\circ}C$)

Model Hujan Debit

- Model Mock

Perhitungan debit pada model mock mengacu pada prinsip kesetimbangan air, dimana sirkulasi dan distribusi air yang beragam, sedangkan volume air total yang ada di bumi tetap tidak berkurang [3].

- Model *Rainrun*

Model *Rainrun* adalah model perhitungan transformasi hujan yang dikembangkan berdasarkan iklim di Indonesia.

Analisa Kesesuaian Metode

Analisa kesesuaian metode bertujuan untuk membandingkan dan melihat kesesuaian antara hasil perhitungan dengan data debit aliran sungai (AWLR) pada lokasi studi [4]. Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan simulasi model perhitungan dan hasil pengamatan. Persamaan NSE sebagai berikut:

$$E_{NS} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Y_{obs} - Y_{sim})^2}{\sum_{i=1}^n (Y_{obs} - \bar{Y}_{obs})^2} \quad (8)$$

Dengan:

- E_{NS} = Koefisien Nash-Sutcliffe
- n = Jumlah data
- Y_{sim} = Nilai hasil pemodelan (m³/det)
- Y_{obs} = Nilai pengamatan (m³/det)
- \bar{Y}_{obs} = rata-rata nilai pengamatan (m³/det)

Adapun kriteria nilai koefisien NSE menurut (Motovilov et al., 1999) sebagai berikut:

Tabel 1. Kriteria Nilai NSE

Nilai Koefisien Efisiensi (NSE)	Kriteria
$NSE > 0,75$	Baik
$0,36 < NSE < 0,75$	Memenuhi
$NSE < 0,36$	Tidak memenuhi

Sumber: Motovilov, 1999

Koefisien korelasi (R) digunakan untuk membahas derajat asosiasi analisa regresi yang memiliki hubungan sebab akibat. Koefisien Korelasi (R) dirumuskan sebagai berikut:

$$R = \frac{(\sum_{i=1}^n (Q_{cal_i} - Q_{cal_{avr}}) \times (Q_{obs_i} - Q_{obs_{avr}}))}{(n-1)(Q_{cal_{avr}} \times Q_{obs_{avr}})} \quad (9)$$

Dengan:

- R = Koefisien korelasi
- Q_{obs_i} = Debit terhitung (m³/s)
- Q_{cal_i} = Debit terukur (m³/s)

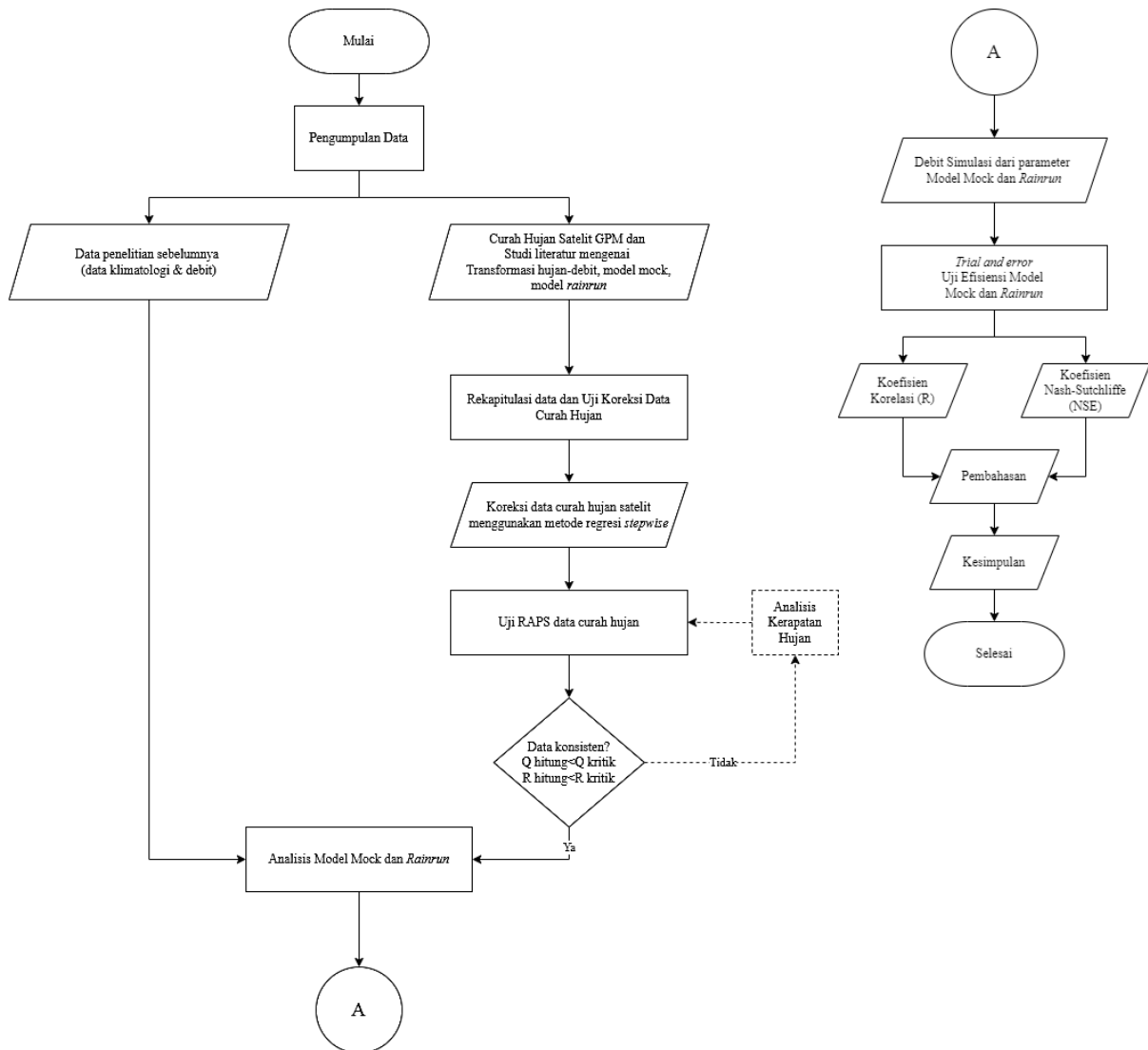
R memiliki *range* antara 0 sampai dengan 1. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Sugiyono (2003:216). Adapun beberapa kriteria seperti yang diperlihatkan pada Tabel berikut ini:

Tabel 2. Kriteria Nilai R

Nilai (R)	Interpretasi
0,00 – 0,19	Sangat rendah
0,20 – 0,39	Rendah
0,40 – 0,59	Sedang
0,60 – 0,79	Kuat
0,80 – 1,00	Sangat Kuat

Sumber: Sugiyono, 2003

METODE



HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan perhitungan RAPS yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa data curah hujan dan data debit pada DAS Dumai ini konsisten. Sehingga data tersebut dapat digunakan sebagai perbandingan efektivitas model Mock dan *Rainrun*. Hasil perhitungan uji konsistensi data hujan Stasiun Dumai dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. Curah Hujan Terkoreksi

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun
2011	47.93	14.00	107.42	104.22	119.00	36.76
2012	91.76	70.67	69.79	88.33	2.99	18.93
2013	52.75	34.97	8.30	91.65	59.45	44.52
2014	19.22	1.67	20.88	53.73	41.34	10.39
2015	101.94	15.16	51.26	77.35	27.98	0.09
2016	25.93	10.95	16.49	3.34	99.39	21.19
2017	71.83	49.10	124.55	80.44	73.46	3.99
2018	108.37	3.55	24.11	59.89	46.81	11.28
2019	0.00	0.00	0.00	0.00	0.94	0.00
2020	48.82	135.36	20.35	148.02	29.25	62.70
Jumlah	568.54	335.42	443.15	706.98	500.63	209.83
Rata-rata	56.85	33.54	44.32	70.70	50.06	20.98

Tabel 4. Curah Hujan Terkoreksi (Lanjutan)

Tahun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
2011	28.68	30.63	94.80	40.38	151.92	207.22
2012	35.27	63.00	36.54	172.37	96.31	50.68
2013	84.32	72.11	134.81	101.67	35.33	166.75
2014	7.71	27.07	38.27	47.10	147.49	49.51
2015	1.21	10.46	11.05	9.70	165.07	37.64
2016	48.34	0.57	118.89	60.43	156.79	150.81
2017	14.26	29.04	45.49	46.60	247.33	96.09
2018	16.67	55.88	29.13	168.48	170.06	88.78
2019	0.00	6.15	9.76	35.92	214.69	64.06
2020	64.12	64.37	90.71	49.26	183.06	79.54
Jumlah	300.57	359.27	609.45	731.92	1568.06	991.08
Max	84.32	72.11	134.81	172.37	247.33	207.22
Min	0.00	0.57	9.76	9.70	35.33	37.64
Rata-rata	30.06	35.93	60.95	73.19	156.81	99.11

Tabel 5. Uji RAPS data curah hujan satelit terkoreksi tahun 2011 hingga 2020

Tahun	curah hujan	$(Y - \bar{Y})$	$(Y - \bar{Y})^2$	Sk*	Sk**	Sk**
2011	982,96	250,47	62735,33	250,47	1,17	1,17
2012	796,64	64,15	4114,81	314,62	1,47	1,47
2013	886,62	154,13	23756,19	468,75	2,19	2,19
2014	464,39	-268,10	71880,23	200,64	0,94	0,94
2015	508,91	-223,58	49986,14	-22,93	-0,11	0,11
2016	713,12	-19,37	375,13	-42,30	-0,20	0,20
2017	882,18	149,69	22406,50	107,39	0,50	0,50
2018	783,00	50,51	2551,31	157,90	0,74	0,74
2019	331,52	-400,97	160774,47	-243,07	-1,14	1,14
2020	975,56	243,07	59083,00	0,00	0,00	0,00
Jumlah	7324,90	0,00	457663,11	Max Sk**	2,19	
Rata-rata	732,49	0,00	45766,31	Min Sk **	0,00	$Q/n^{0,5}$
n	10,00	Dy ²	45766,31	Q	2,19	0,693
standar deviasi	213,93	Dy	213,93	R	2,19	0,693

Tabel 6. Uji RAPS data debit sungai mesjid tahun 2011 - 2020

Tahun	rata-rata debit	$(Y - \bar{Y})$	$(Y - \bar{Y})^2$	Sk*	Sk**	Sk**
2011	29,70	1,35	1,82	1,35	0,14	0,14
2012	19,71	-8,64	74,65	-7,29	-0,78	0,78
2013	27,48	-0,88	0,77	-8,17	-0,87	0,87
2014	16,88	-11,48	131,73	-19,65	-2,10	2,10
2015	33,42	5,07	25,67	-14,58	-1,56	1,56
2016	37,82	9,47	89,68	-5,11	-0,55	0,55
2017	42,65	14,30	204,40	9,19	0,98	0,98
2018	37,11	8,76	76,67	17,94	1,92	1,92
2019	11,92	-16,43	270,02	1,51	0,16	0,16
2020	26,84	-1,51	2,28	0,00	0,00	0,00
Jumlah	283,53	0,00	877,68	Max Sk**	2,10	
Rata-rata	28,35	0,00	87,77	Min Sk **	0,00	$Q/n^{0,5}$
n	10,00	Dy ²	87,77	Q	2,10	0,663
standar deviasi	9,37	Dy	9,37	R	2,10	0,663

Langkah selanjutnya setelah melakukan uji RAPS adalah menghitung nilai evapotranspirasi. Berikut dapat dilihat nilai evapotranspirasi yang telah dilakukan rata-rata sebagai perwakilan 10 tahun data:

Tabel 7. Evapotranspirasi Bulan Januari hingga Desember

Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
3,04	3,19	3,22	3,29	3,01	2,90	3,12	3,23	3,12	3,09	3,04	2,91

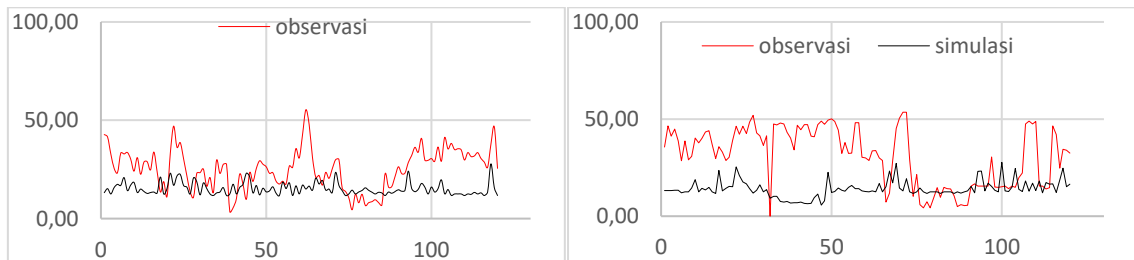
Setelah melakukan beberapa pengujian di atas, tahap selanjutnya adalah melakukan analisis transformasi hujan menjadi debit menggunakan model Mock dan *Rainrun*, kemudian melakukan kalibrasi dan verifikasi dengan 4 skema. Berikut dapat dilihat hasil kalibrasi dan verifikasi Mock dan *Rainrun* dengan 4 skema:

Tabel 7. Kalibrasi model

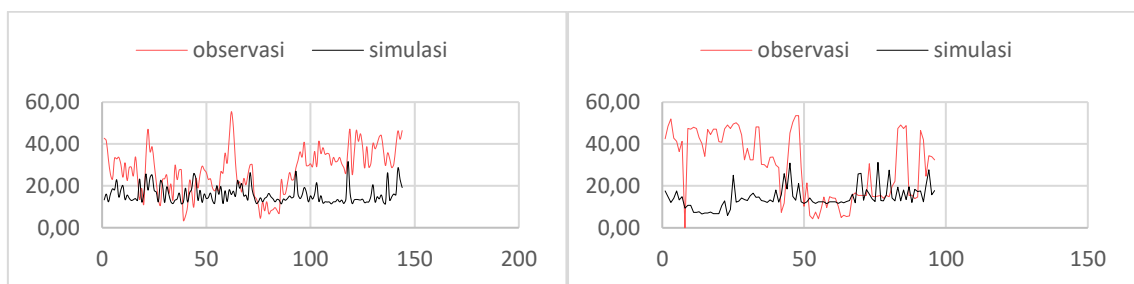
Kalibrasi					
Metode	Efisiensi model	Skema 1	Skema 2	Skema 3	Skema 4
F.J. Mock	R	0,12	0,13	0,14	0,10
	NSE	0,51	0,56	0,58	0,43
Rainrun	R	0,16	0,21	0,19	0,14
	NSE	0,50	0,58	0,51	0,50

Tabel 8. Verifikasi model

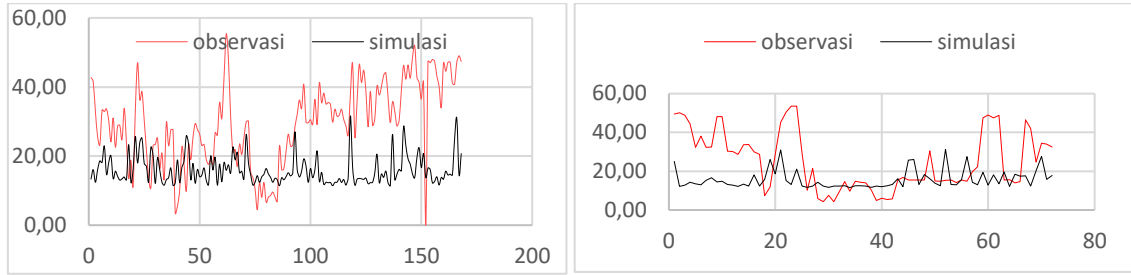
Verifikasi					
Metode	Efisiensi model	Skema 1	Skema 2	Skema 3	Skema 4
F.J. Mock	R	0,01	-0,03	0,03	0,02
	NSE	0,60	0,53	0,29	-0,03
Rainrun	R	-0,04	-0,02	0,20	0,28
	NSE	0,61	0,58	0,21	-0,02



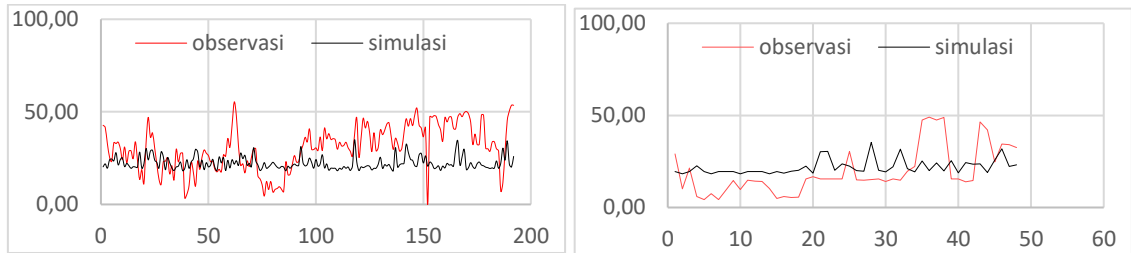
Gambar 3. Kalibrasi (kiri) dan Verifikasi (kanan) Mock skema 1



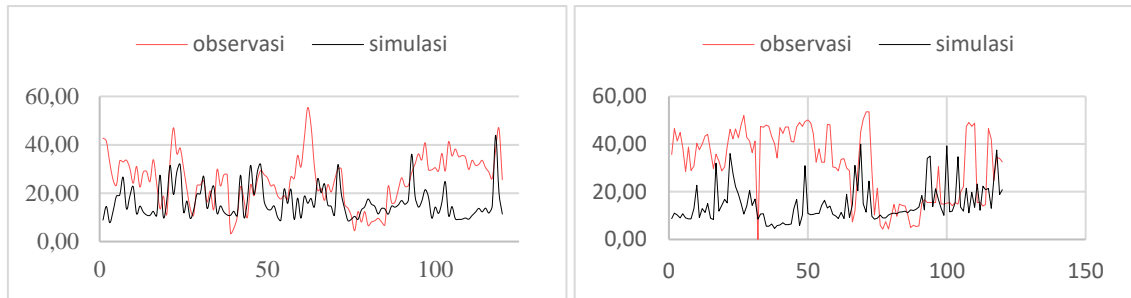
Gambar 4. Kalibrasi (kiri) dan Verifikasi (kanan) Mock skema 2



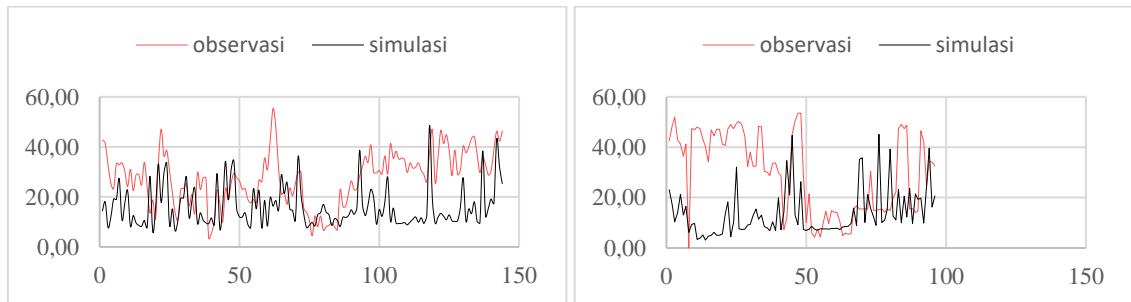
Gambar 5. Kalibrasi (kiri) dan Verifikasi (kanan) Mock skema 3



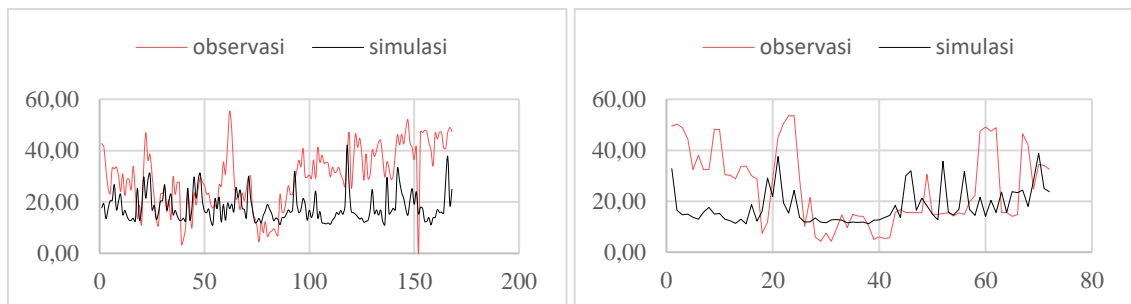
Gambar 6. Kalibrasi (kiri) dan Verifikasi (kanan) Mock skema 4



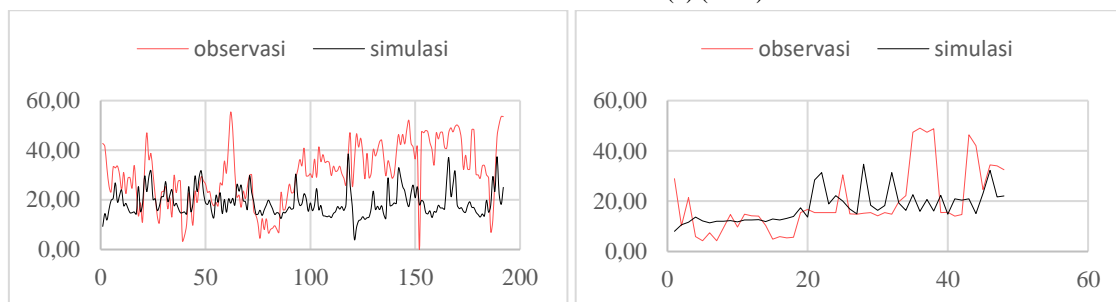
Gambar 7. Kalibrasi (kiri) dan Verifikasi (kanan) *Rainrun* skema 1



Gambar 8. Kalibrasi (kiri) dan Verifikasi (kanan) *Rainrun* skema 2



Gambar 9. Kalibrasi (kiri) dan Verifikasi (kanan) *Rainrun* skema 3



Gambar 10. Kalibrasi (kiri) dan Verifikasi (kanan) *Rainrun* skema 4

SIMPULAN

Data yang dihasilkan dari kedua model memperoleh nilai koefisien korelasi yang cenderung sangat rendah, pada kalibrasi model *rainrun* di skema 2 memperoleh nilai korelasi yang masuk dalam kriteria rendah. Sedangkan untuk parameter lain seperti dan koefisien nash-sutcliffe mendapatkan hasil yang bervariasi dan cenderung memenuhi kriteria.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada pihak terkait yang telah membantu dan bekerjasama demi kelancaran penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. W. Pratiwi, R. Hadiani, and Suyanto, "Transformasi hujan-debit berdasarkan analisis Tank Model dan GR2M," *e-Jurnal Matriks Tek. Sipil*, pp. 534–543, 2016.
- [2] R. P. Kesuma, A. H. Wahyudi, and Suyanto, "Aplikasi Metode Mock, NRECA, Tank Model dan Rainrun di Bendung Trani, Wonotoro, Sudangan dan Walikan," *e-Jurnal Matriks Tek. Sipil*, vol. 1, no. 4, pp. 472–479, 2013.
- [3] S. Wahyuni, "Perbandingan Metode Mock dan NRECA untuk Pengalihragaman Hujan ke Aliran," *J. Rekayasa*, vol. 13, no. 2, pp. 602–624, 2014.
- [4] K. waasiu Widyaningsih, D. Harisuseno, and W. Soetopo, "Perbandingan Metode FJ. Mock dan NRECA untuk Transformasi Hujan Menjadi Debit pada DAS Metro Kabupaten Malang, Jawa Timur," *J. Teknol. dan Rekayasa Sumber Daya Air*, vol. 1, no. 1, pp. 52–61, 2021, doi: 10.21776/ub.jtresda.2021.001.01.05.
- [5] Y. G. Motovilov, L. Gottschalk, K. Engeland, and A. Rodhe, "Validation of a distributed hydrological model against spatial observations," *Agric. For. Meteorol.*, vol. 98–99, pp. 257–277, 1999, doi: 10.1016/S0168-1923(99)00102-1.