



Penentuan Debit Aliran Berbasis Data Satelit GPM pada Daerah Tangkapan Air (Studi Kasus: Waduk Sepaku Semoi)

*Dillon Asmara Mknun¹, Suripin²

¹Pusat Analisis Pelaksanaan Kebijakan, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat

²Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,

^{*)}dillonmknun93@gmail.com

Received: 20 Oktober 2023 Revised: 24 Desember 2023 Accepted: 8 Januari 2024

Abstract

Sepaku Semoi Reservoir is located in Tengin Baru Village, Sepaku District, North Penajam Paser Regency, East Kalimantan Province, and has a water catchment area of 70.19 km². This research aims to determine the amount of flow discharge entering the Sepaku Semoi Reservoir Catchment Area using the Mock Method. The rain data used is GPM satellite data as an alternative to the unavailability of rain recording posts in the Sepaku Semoi Reservoir Water Catchment Area. GPM satellite data needs to be calibrated and validated against rain recording posts in the field to determine the accuracy of the data. The highest GPM satellite data calibration is the Intercept linear regression equation with a value of $R^2 = 0.852$. The best validation of GPM satellite data was shown in the 2004 period with a value of $RMSE=65.04$; $KR=13\%$; $R=0.91$. The annual average maximum discharge is 6.26 m³/sec and the minimum is 3.17 m³/sec. Validation of the Mock Method flow rate is shown with a value of $NSE=0.78$; $R=0.79$. Based on the results of the analysis that has been carried out, concluded that an alternative in predicting observed discharge data in the field can be done using the Mock Method based on GPM satellite data.

Keywords: Flow discharge, mock method, GPM, water catchment area

Abstrak

Waduk Sepaku Semoi terletak di Desa Tengin Baru, Kecamatan Sepaku, Kabupaten Penajam Paser Utara, Provinsi Kalimantan Timur memiliki luas daerah tangkapan air sebesar 70,19 km². Penelitian ini bertujuan menentukan besarnya debit aliran yang masuk ke dalam Daerah Tangkapan Air Waduk Sepaku Semoi menggunakan Metode Mock. Data hujan yang dipakai adalah data satelit GPM sebagai alternatif tidak tersediannya pos pencatatan hujan di dalam Daerah Tangkapan Air Waduk Sepaku Semoi. Data satelit GPM perlu dilakukan uji kalibrasi dan validasi terhadap pos pencatatan hujan di lapangan untuk mengetahui keakuratan data. Kalibrasi data satelit GPM tertinggi adalah persamaan regresi linier intecept dengan nilai $R^2=0,852$. Validasi data satelit GPM terbaik ditunjukkan pada periode tahun 2004 dengan nilai $RMSE=65,04$; $KR=13\%$; $R=0,91$. Debit maksimum rerata tahunan sebesar 6,26 m³/det dan minimum sebesar 3,17 m³/det. Validasi debit aliran Metode Mock ditunjukkan dengan nilai $NSE=0,78$; $R=0,79$. Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, disimpulkan bahwa alternatif dalam memprediksi data debit pengamatan di lapangan dapat dilakukan dengan menggunakan Metode Mock berbasis data satelit GPM.

Kata kunci: Debit aliran, metode mock, GPM, daerah tangkapan air

Pendahuluan

Debit aliran merupakan akumulasi dari limpasan permukaan, aliran dasar, aliran di sekeliling sungai dan hujan yang secara langsung jatuh di Sungai (Milianto, 2020). Perhitungan debit aliran

tergantung terhadap analisis hidrologi yang meliputi data hujan, iklim, dan karakteristik DAS. Ketersediaan data hujan maupun data debit memiliki peran penting dalam analisis hidrologi, terutama menghitung debit aliran yang masuk ke dalam waduk. Akan tetapi, permasalahan yang

sering terjadi di lapangan seperti tidak tersedianya data debit observasi, lokasi pos pencatatan hujan di luar DAS, kualitas data yang buruk, dan data pengukuran hujan tidak ada. Salah satu alternatif yang dapat dimanfaatkan untuk mengatasi data yang tidak lengkap adalah dengan menggunakan data hujan satelit (Hariany *et al.*, 2021).

Keunggulan dari teknologi satelit adalah data yang diperoleh dapat digunakan untuk menganalisis karakteristik hujan dalam suatu wilayah dengan ketersediaan data yang terbatas. Teknologi satelit juga dapat dimanfaatkan untuk merencanakan kebutuhan pengelolaan sumber daya air. Salah satu teknologi satelit tersebut adalah satelit meteorologi *Global Precipitation Measurement (GPM)*.

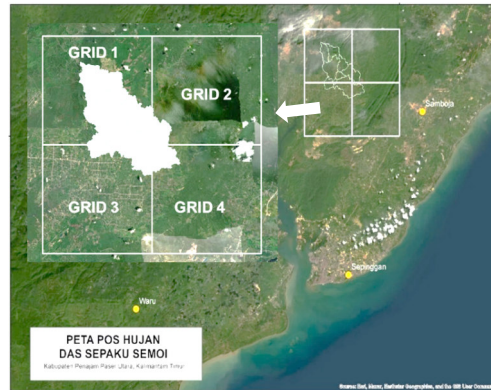
Sejak tahun 2014 NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) dan JAXA (*Japan Aerospace and Exploration Agency*) meluncurkan Satelit GPM (*Global Precipitation Measurement*). Satelit GPM dapat mencatat data hujan pada interval 2 - 4 jam per hari dan wilayah cakupannya lebih luas jika dibandingkan terhadap data TRMM (Goddard Space Flight Center, 2013). *Integrated Multi-Satellite Retrievals for GPM (IMERG)* merupakan bagian dari satelit GPM yang dapat mencatat hujan di daerah subtropis dan tropis, menyediakan resolusi temporal 30 menit, resolusi spasial $0.1^\circ \times 0.1^\circ$, dan cakupan luasan dari 60°LU hingga 60°LS (Samosir *et al.*, 2021).

Data hujan GPM dapat sangat berguna untuk keperluan analisis hidrologi, dan mengungguli data satelit yang lain. Namun, keakuratan data masih lebih baik data hujan permukaan, sehingga perlu dilakukan evaluasi dan koreksi terlebih dahulu untuk menentukan keakuratannya (Wahyuni *et al.*, 2020).

Permasalahan yang terjadi pada Waduk Sepaku Semoi adalah keterbatasan alat penangkar hujan baik manual maupun otomatis atau disebut (*Automatic Rainfall Recorder*) di dalam maupun di luar DTA waduk. Pos pencatatan hujan yang terdekat dari waduk adalah pos pencatatan hujan Samboja, Sepinggan dan Waru, sedangkan data hujan satelit GPM yang masuk di dalam DTA waduk terbagi 4 *Grid* ditunjukkan pada Gambar 1. Dari data pos pencatatan hujan yang tersedia diperlukan pemodelan untuk merubah data hujan ke data debit. Metode yang dapat digunakan diantaranya; NRECA, Mock, Tangki, regresi dan sebagainya (Wahyuni, 2014; Sachro *et al.*, 2013).

Lokasi Waduk Sepaku Semoi ini adalah di Desa Tengin Baru, Kecamatan Sepaku, Kabupaten Penajam Paser Utara, Provinsi Kalimantan Timur. Secara geografis Waduk Sepaku Semoi terletak

pada $01^\circ 32' 24''$ LS dan $116^\circ 24' 11''$ BT. Luas daerah tangkapan air sebesar $70,19 \text{ km}^2$ (PT. Teknika Cipta Konsultan, 2019).



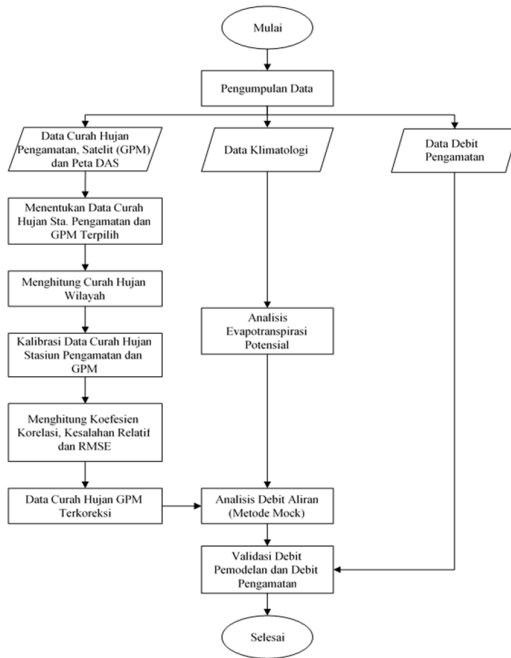
Gambar 1. Persebaran pos hujan dan grid GPM

Penelitian ini menjelaskan perhitungan kalibrasi dan validasi data hujan satelit GPM terhadap data hujan di pos pencatatan hujan dengan mengetahui nilai *Root Mean Squared Error (RMSE)*, kesalahan relatif (KR) dan koefisien korelasi (R). Selanjutnya digunakan untuk menentukan debit aliran yang masuk ke dalam waduk.

Metode

Bagan alir tahapan penelitian disajikan pada Gambar 2. Tahap pertama adalah mengidentifikasi lokasi penelitian yang ditinjau, mengumpulkan data terkait peta DTA Waduk Sepaku Semoi, koordinat lokasi pos pencatatan hujan, data hujan selama 21 tahun dari tahun 2000 sampai tahun 2020 dan data debit pengukuran yang tersedia di lokasi penelitian. Data ini yang kemudian digunakan untuk memvalidasi data hujan GPM.

Tahap kedua adalah menentukan *grid* GPM dengan memplot peta DTA Waduk Sepaku Semoi, dan kemudian mengunduh data hujan GPM selama 23 tahun, yaitu dari tahun 2000 sampai dengan 2022. Pengunduhan data hujan sesuai *grid* yang sudah terplotkan dengan resolusi $0,1^\circ \times 0,1^\circ$ ([website https://giovanni.gsfc.nasa.gov](https://giovanni.gsfc.nasa.gov)). Analisis kualitas data dilakukan untuk melihat data homogen dan tidak menunjukkan *trend* dengan pengujian uji stasioner, uji ketiadaan *trend*, uji persistensi dan uji konsistensi data. Uji konsistensi data dilakukan menggunakan metode *Rescaled Adjusted Partial Sums (RAPS)* guna menguji kebenaran data lapangan terhadap keadaan sebenarnya tanpa terpengaruh kesalahan ketika pengukuran (Sri Harto, 2009). Sedangkan uji ketiadaan *trend* dilakukan dengan uji peringkat korelasi Spearman untuk mengetahui ada atau tidak *trend* di dalam data.



Gambar 2. Bagan alir tahapan penelitian

Tahap ketiga melakukan perhitungan koefisien korelasi (R) data hujan GPM dan data hujan pos pengamatan guna melihat hubungan/ korelasi antar data hujan. Menurut Mamenun *et al.* (2014), data hujan observasi dan satelit dikatakan memiliki korelasi yang baik apabila nilai koefisien korelasinya bernilai 0,60 atau di atasnya. Interpretasi keeratan hubungan koefisien korelasi (R) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tahap keempat adalah menentukan hujan wilayah GPM. Menurut Suripin (2004), perhitungan metode *Thiessen* dilakukan dengan cara letak pos pencatatan hujan digambarkan pada peta DAS. Antar pos pencatatan hujan dihubungkan dengan garis lurus, kemudian membuat *Polygon Thiessen* dengan menarik garis tegak lurus di tengah-tengah garis penghubung. Selanjutnya, poligon yang terbentuk merupakan representasi hujan kawasan yang telah dianalisis. Luas keseluruhan DAS dapat dihitung dan diukur dengan cara menjumlahkan beberapa poligon yang telah terbentuk. Perhitungan hujan wilayah GPM nantinya ditentukan luas pengaruhnya berdasarkan perbandingan luas eksisting dengan masing-masing *grid GPM* (Pratiwi *et al.*, 2017).

Tahap kelima adalah melakukan kalibrasi data hujan GPM terhadap data hujan pos pengamatan menggunakan persamaan model regresi linier, linier *intercept*, polinomial, polinomial *intercept*, logaritmik dan berpangkat. Dari keenam model regresi, dipilih nilai determinasi (R^2) terbesar (Jarwanti *et al.*, 2021).

Tahap keenam adalah melakukan validasi antara hujan satelit GPM dengan hujan pos pengamatan. Uji validasi dilakukan dengan menghitung nilai RMSE, KR dan R. Pada tahap uji validasi hujan GPM sebelum terkoreksi nantinya akan dibandingkan terhadap hasil uji validasi hujan GPM terkoreksi. Secara matematis, persamaan yang digunakan dalam perhitungan RMSE, KR dan R adalah sebagai Persamaan 1 sampai dengan 3 (Ilham *et al.*, 2022):

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad (1)$$

$$KR = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)}{\sum_{i=1}^n x_i} \times 100\% \quad (2)$$

$$R = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{\sqrt{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2} \sqrt{n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2}} \quad (3)$$

Dimana, *RMSE* merupakan *root mean squared error*, *KR* merupakan kesalahan relative, *R* merupakan koefisien korelasi, *n* merupakan jumlah data, X_i merupakan data hujan pos pengamatan (mm) dan Y_i merupakan data hujan GPM (mm).

Nilai RMSE terletak antara nol dan ∞ . Nilai $RMSE=0$ menunjukkan kinerja metode yang sangat baik (Suryoputro, 2018) dan nilai interpretasi terhadap koefisien korelasi (R) ditunjukkan pada Tabel 1 (Sarwono, 2006).

Tabel 1. Interpretasi nilai R

R	Interpretasi
$R = 0$	Tidak ada korelasi antar dua variabel
$0 < R \leq 0,25$	Korelasi sangat lemah
$0,25 < R \leq 0,50$	Korelasi cukup,
$0,50 < R \leq 0,75$	Korelasi kuat
$0,75 < R \leq 0,99$	Korelasi sangat kuat
$R = 1$	Korelasi sempurna

Pada tahap ketujuh, hasil hujan GPM terkoreksi selanjutnya digunakan untuk perhitungan debit model dengan menggunakan metode Mock. Konsep perhitungan simulasi aliran sungai merupakan model analisis Mock yang dikembangkan oleh Dr.F.J. Mock tahun 1973 (Hadisusanto, 2010). Komponen utamanya adalah perhitungan hujan, evapotranspirasi, keseimbangan air dan tampungan yang dimiliki tanah (Mock, 1973). Langkah perhitungan debit ini terdiri dari (1) pengumpulan data, meliputi hujan bulanan, hari hujan, faktor resesi aliran air tanah, dan evapotranspirasi potensial, (2) menghitung evapotranspirasi terbatas, besar hujan di permukaan tanah (D_s) nilai kelembaban tanah (SMC), infiltrasi (i), air lebih tanah (*water surplus*), kandungan air bawah tanah (V_n), perubahan kandungan air bawah tanah (DVn), *base flow*, *direct runoff*, dan debit (Limantara, 2018), (3) Melakukan validasi hasil perhitungan

debit dari Model Mock berdasarkan data hujan GPM terkoreksi terhadap debit pengukuran di lokasi penelitian dengan menghitung nilai *Nash-Sutcliffe Efficiency* (NSE) dan nilai R. Perhitungan NSE dihitung dengan persamaan (4). Kriteria NSE dapat dilihat pada Tabel 2 (Motovilov *et al.*,1999).

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - Y_i)^2}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X}_i)^2} \quad (4)$$

Dimana, *NS* merupakan *nash sutcliffe efficiency*, X_i merupakan data hujan pos pengamatan (mm) dan Y_i merupakan data hujan GPM (mm).

Tabel 2. Interpretasi nilai NSE

Nilai NSE	Interpretasi
$NSE > 0,75$	Baik
$0,36 < NSE < 0,75$	Memenuhi
$NSE > 0,36$	Tidak emenuhi

Hasil dan Pembahasan

Uji kualitas data

Hasil dari uji stasioner, uji ketiadaan *trend*, uji persistensi dan uji konsistensi data untuk kualitas data menunjukkan bahwa data hujan pos pengamatan Samboja, Sepinggang, Waru dan data hujan GPM (*Grid 1*, *Grid 2*, *Grid 3*, dan *Grid 4*) merupakan data yang homogen dan konsisten. Data hujan tersebut mempunyai kualitas baik dan dapat diaplikasikan untuk analisis hidrologi. Hasil perhitungan nilai R antara data hujan pos pengamatan dan data hujan GPM ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan nilai R

GPM	Koefisien korelasi		
	Sepinggang	Samboja	Waru
<i>Grid 1</i>	0,61	0,23	0,49
<i>Grid 2</i>	0,63	0,23	0,47
<i>Grid 3</i>	0,59	0,25	0,48
<i>Grid 4</i>	0,61	0,23	0,48

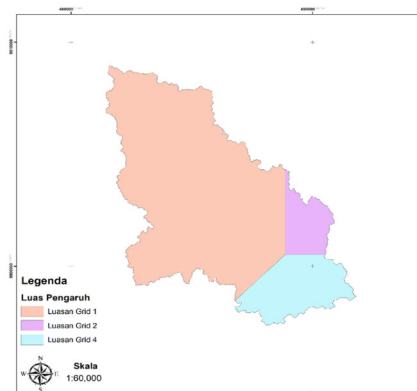
Analisis hujan wilayah *grid* GPM

Analisis hujan wilayah *grid* GPM ditentukan dengan *Polygon Thiessen* yang ditunjukkan pada

Gambar 3. Luas pengaruh wilayah disajikan pada Tabel 4, dengan luas terbesar adalah pada *Grid 1*.

Tabel 4. Persentase luas pengaruh tiap grid

No	GPM	Luas (km ²)	Luas pengaruh (%)	Koefisien Thiessen
1	<i>Grid 1</i>	51,25	73,02	0,73
2	<i>Grid 2</i>	12,03	17,14	0,17
3	<i>Grid 4</i>	6,91	9,84	0,10
Total		70,19	100	1



Gambar 3. Polygon Thiessen grid GPM

Kalibrasi data hujan GPM

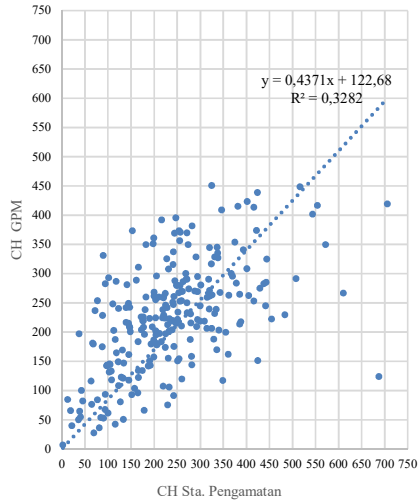
Korelasi curah hujan pengamatan dengan curah hujan GPM ditunjukkan oleh grafik pada Gambar 4 sampai dengan Gambar 9, dengan persamaan regresi yang disajikan pada Tabel 5. Nilai determinasi terendah terdapat pada regresi linier dengan $R^2 = 0,328$ dan tertinggi pada regresi linier *intercept* dengan $R^2 = 0,852$. Nilai determinasi tertinggi data hujan wilayah GPM mempunyai persamaan korelasi $y = 1,0217x$. Persamaan ini akan menjadi faktor koreksi untuk data satelit GPM.

Validasi Data GPM

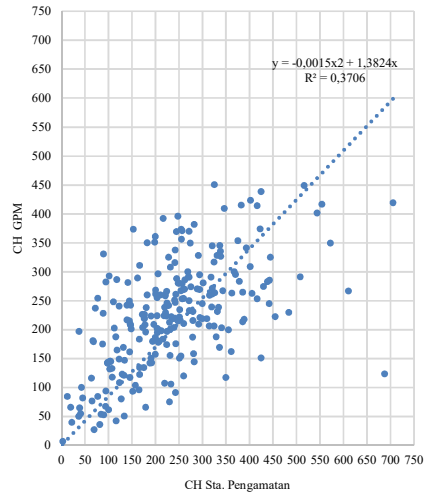
Validasi data GPM sebelum terkoreksi menggunakan periode tahunan, yaitu dengan rentang data selama 21 tahun dari tahun 2000 hingga tahun 2020. Hasil validasi dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 5. Rekapitulasi persamaan regresi

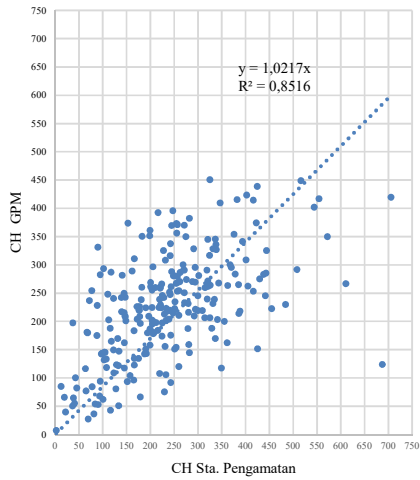
No	Regresi	Persamaan	R ²
1	Linier	$y = 0,4371x + 122,68$	0,328
2	Linier <i>Intercept</i>	$y = 1,0217x$	0,852
3	Polinomial	$y = -0,0009x^2 + 0,9321x + 67,089$	0,378
4	Polinomial <i>Intercept</i>	$y = -0,0015x^2 + 1,3824x$	0,371
5	Logaritimik	$y = 79,976 \ln(x) - 197,57$	0,355
6	Berpangkat	$y = 10,556x^{0,5568}$	0,366



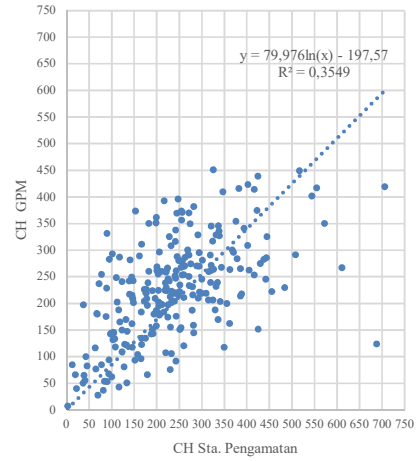
Gambar 4. Grafik regresi linier



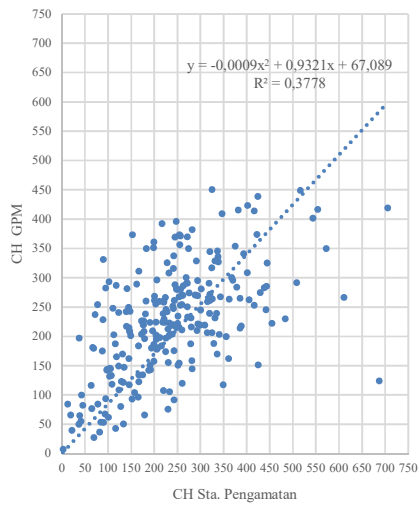
Gambar 7. Grafik regresi *polinomial intercept*



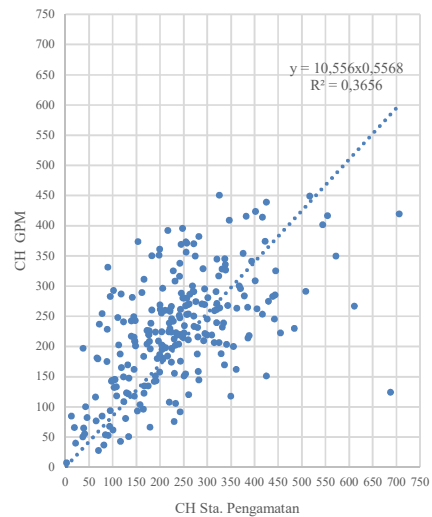
Gambar 5. Grafik regresi linier intercept



Gambar 8. Grafik regresi logaritmik



Gambar 6. Grafik regresi *polinomial*



Gambar 9. Grafik regresi berpangkat

Tabel 6. Hasil validasi data GPM sebelum terkoreksi

Tahun	RMSE	KR (%)	R	
			Nilai	Interpretasi
2000	193,49	41	0,18	Sangat lemah
2001	99,30	10	0,77	Sangat kuat
2002	63,69	16	0,79	Sangat kuat
2003	112,77	14	0,44	Cukup
2004	61,63	11	0,90	Sangat kuat
2005	94,48	12	0,57	Kuat
2006	126,43	16	0,65	Kuat
2007	91,63	4	0,44	Cukup
2008	134,24	5	0,44	Cukup
2009	78,89	9	0,68	Kuat
2010	84,06	12	0,22	Sangat lemah
2011	97,48	11	0,32	Cukup
2012	99,97	4	0,41	Cukup
2013	88,01	1	0,72	Kuat
2014	67,24	4	0,74	Kuat
2015	78,24	5	0,81	Sangat kuat
2016	91,72	1	0,73	Kuat
2017	100,10	18	0,77	Sangat kuat
2018	103,09	9	0,58	Kuat
2019	130,81	24	0,42	Cukup
2020	191,10	15	0,57	Kuat

Tabel 7. Hasil validasi data GPM terkoreksi

Tahun	RMSE	KR (%)	R	
			Nilai	Interpretasi
2000	193,83	40	0,19	Sangat lemah
2001	97,77	8	0,78	Sangat kuat
2002	62,07	14	0,80	Sangat kuat
2003	111,91	12	0,45	Cukup
2004	65,04	13	0,91	Sangat kuat
2005	97,50	14	0,58	Kuat
2006	125,05	14	0,66	Kuat
2007	92,90	7	0,45	Cukup
2008	133,95	3	0,45	Cukup
2009	81,38	11	0,69	Kuat
2010	86,66	14	0,23	Sangat lemah
2011	97,06	9	0,33	Cukup
2012	100,40	2	0,42	Cukup
2013	87,75	1	0,73	Kuat
2014	67,45	2	0,75	Sangat kuat
2015	77,74	2	0,82	Sangat kuat
2016	92,94	2	0,74	Kuat
2017	97,04	16	0,78	Sangat kuat
2018	102,89	7	0,59	Kuat
2019	132,31	27	0,43	Cukup
2020	190,67	13	0,58	Kuat

Pada Tabel 6 menunjukkan hasil validasi GPM sebelum terkoreksi terhadap pos pengamatan hujan Sepinggaan cukup baik walaupun di beberapa tahun masih menunjukkan nilai interpretasi yang lemah. Selanjutnya dilakukan analisis perhitungan validasi data GPM terkoreksi dari persamaan determinasi (R^2) terbesar. Hasil validasi data GPM terkoreksi selama 20 tahun disajikan pada Tabel 7.

Validasi data GPM terkoreksi terhadap data pos pengamatan hujan Sepinggaan terbaik pada tahun 2004, dengan nilai R diinterpretasikan 'sangat kuat', yaitu sebesar 0,91. Keseluruhan periode tahun menunjukkan KR dan nilai R lebih baik dibandingkan terhadap data GPM sebelum terkoreksi. Dapat disimpulkan bahwa data hujan satelit GPM terkoreksi dapat dipakai sebagai alternatif data hujan lapangan.

Analisis debit aliran

Perhitungan debit aliran dengan Metode Mock dihitung menggunakan data hujan GPM terkoreksi yang tervalidasi dan data evapotranspirasi potensial. Besarnya evapotranspirasi potensial dihitung dengan menggunakan Metode Penman modifikasi yang telah disesuaikan terhadap keadaan wilayah Indonesia (Suhardjono, 1994). Parameter yang digunakan dalam perhitungan ini adalah luas DTA adalah 70,19 km²; SMC (*soil moisture capacity*) = 150 mm; i (koefisien infiltrasi) = 0,8; k = 0,5; dan m = 30%.

Debit aliran DTA Waduk Sepaku Semoi adalah disajikan pada Tabel 8. Debit maksimum rerata tahunan adalah sebesar 6,26 m³/det pada Tahun 2008 dan debit minimum sebesar 3,17 m³/det pada Tahun 2000.

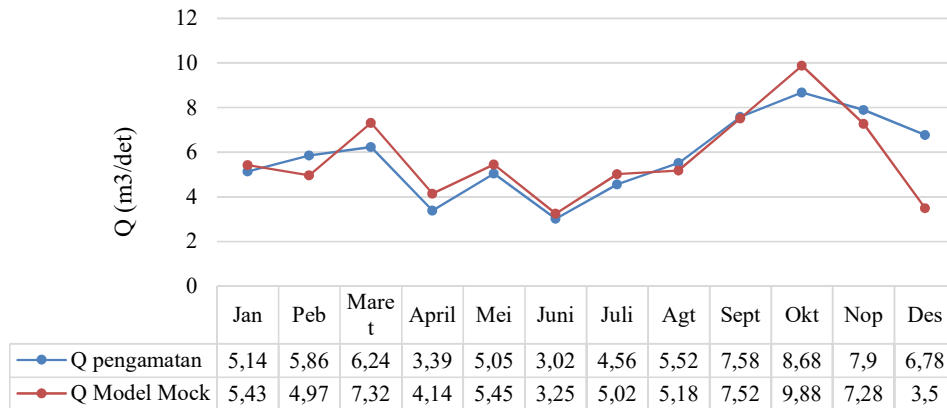
Validasi debit aliran.

Pada tahap ini, proses validasi diperlukan untuk menggambarkan perbandingan antara debit aliran yang dihitung dengan Metode Mock divalidasi dengan data debit hasil pengamatan di bendungan. Data debit pengamatan yang digunakan sebagai validasi hanya data debit tahun 2022, dikarenakan ketersediaan data pengamatan debit di lapangan saat ini masih tahun tersebut.

Validasi debit diukur dengan kriteria statistik nilai R dan nilai NSE. 10. Validasi debit terhitung memiliki keterkaitan yang kuat dengan debit pengamatan, yang ditunjukkan dengan NSE = 0,78 dengan interpretasi 'baik' dan nilai R = 0,79 dengan interpretasi 'sangat kuat'. Gambar 10 menunjukkan fluktuasi debit hitung mengikuti debit pengamatan, sehingga dapat disimpulkan bahwa debit model mendekati hasil debit pengamatan di lapangan.

Tabel 8. Debit aliran hitung dengan Metode Mock

Tahun	Debit (m ³ /det)												
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	Rata-rata
2000	0,98	2,32	1,05	0,54	0,26	5,95	4,23	4,07	4,35	3,44	6,35	4,56	3,17
2001	6,12	6,85	3,59	7,84	4,48	3,25	1,71	3,81	3,03	2,62	5,30	3,27	4,32
2002	5,94	2,43	6,90	4,97	2,71	3,06	1,78	3,19	1,75	1,78	2,59	3,17	3,36
2003	5,54	3,90	6,49	7,04	6,30	3,18	1,96	4,31	4,64	5,79	4,11	4,96	4,85
2004	4,76	7,56	8,98	5,28	7,52	3,63	2,73	3,00	2,11	2,40	2,63	7,24	4,82
2005	4,95	2,58	4,47	7,56	6,71	3,32	4,82	2,17	2,50	3,32	6,97	7,42	4,73
2006	4,74	6,70	5,65	4,09	5,28	4,62	3,39	2,44	3,44	1,51	2,06	4,86	4,06
2007	7,83	7,99	4,47	8,78	6,25	4,63	6,34	3,54	6,06	2,05	3,58	4,76	5,52
2008	6,76	5,92	6,15	7,62	6,49	3,92	7,73	4,75	5,33	4,03	7,87	8,56	6,26
2009	8,13	5,47	6,34	6,82	3,29	1,83	3,08	1,39	1,76	2,23	3,27	5,89	4,12
2010	5,04	5,14	3,73	7,46	5,09	7,29	6,17	5,46	6,99	6,68	9,06	4,03	6,01
2011	2,98	4,92	6,99	6,72	6,00	2,84	2,50	0,94	5,09	3,13	6,23	6,61	4,58
2012	9,80	7,16	8,28	5,08	6,15	4,10	5,39	2,42	2,14	1,83	6,33	4,38	5,26
2013	3,98	9,95	5,26	5,49	5,35	4,18	4,51	4,13	2,63	3,48	6,52	4,98	5,04
2014	5,90	3,61	4,43	4,99	3,25	3,46	2,16	1,26	2,05	1,92	3,95	5,80	3,57
2015	5,32	4,17	4,04	5,03	3,31	4,14	2,84	2,51	3,05	3,01	1,88	1,73	3,42
2016	4,06	1,93	3,16	4,76	4,55	3,22	2,67	2,03	3,43	3,43	5,01	5,77	3,67
2017	5,90	2,44	4,97	4,39	7,86	6,20	5,48	5,35	3,91	3,00	4,91	4,59	4,92
2018	5,46	5,30	5,82	6,31	5,32	4,23	4,40	1,97	2,19	1,75	3,20	5,21	4,26
2019	4,38	2,93	2,34	4,73	4,94	6,48	3,05	2,37	2,85	2,75	1,73	3,30	3,49
2020	6,02	4,76	3,61	7,76	4,95	6,55	6,78	3,94	6,29	3,45	3,17	3,41	5,06
2021	8,12	5,11	4,58	3,45	2,42	2,35	2,49	3,20	8,21	4,54	6,91	5,86	4,77
2022	5,43	4,97	7,32	4,14	5,45	3,25	5,02	5,18	7,52	9,88	7,28	3,50	5,75



Gambar 10. Grafik debit pemodelan dan debit pengamatan

Hasil hitungan debit rerata tahunan berbasis data satelit GPM pada Daerah tangkapan air Waduk Sepaku Semoi adalah maksimum 6,26 m³/det dan debit minimum sebesar 3,17 m³/det. Nilai ini berbeda dengan debit yang digunakan pada Review Desain dan Sertifikasi Desain Bendungan Sepaku Semoi yaitu debit maksimum 8,28 m³/det dan debit minimum adalah 2,67 m³/det. Perbedaan ini disebabkan karena data yang digunakan adalah data hujan TRMM dari tahun 1998-2018 (21 tahun).

Kesimpulan

Debit aliran yang dihitung dengan Metode Mock menggunakan data satelit GPM menghasilkan debit maksimum rerata tahunan sebesar 6,26 m³/det pada

Tahun 2008 dan minimum sebesar 3,17 m³/det pada Tahun 2000. Hasil validasi debit aliran metode Mock terhadap debit pengamatan dapat disimpulkan bahwa hasilnya baik. Hal ini ditunjukkan dengan nilai NSE = 0,78 (baik) dan nilai koefisien korelasi (R) = 0,79 (sangat kuat). Sehingga, hitungan debit aliran dengan Metode Mock dapat digunakan dalam memprediksi debit lapangan.

Hasil kalibrasi data hujan GPM terkoreksi menghasilkan data hujan yang mendekati pos pengamatan. Hasil kalibrasi GPM terbaik terpilih persamaan regresi linier *intercept* dengan R²=0,852. Validasi GPM terbaik ditunjukkan pada Tahun 2004 dengan nilai koefisien korelasi 0,91 (sangat

kuat). Seluruh periode tahun hasil uji validasi untuk nilai R, nilai RMSE dan nilai KR menunjukkan data hujan GPM terkoreksi lebih baik dibandingkan yang belum terkoreksi dengan pos pengamatan.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih ditujukan kepada BWS Kalimantan IV serta konsultan supervisi Bendungan Sepaku Semoi yang telah memberikan data dan kesempatan untuk melakukan penelitian

Daftar Pustaka

- Milianto, B., Saggaff, A., & Hadinata, F. (2020). Dependable flow analysis in Lematang weir. *Int J Sci Technol Res*, 9(4), 1626-1630.
- Goddard Space Flight Center. 2013. *Global Precipitation Measurement (GPM) Science Implementation Plan*, NASA, Greenbelt, Maryland.
- Hadisusanto, N. 2010. *Aplikasi hidrologi*, Jogja Mediautama, Malang.
- Hariany, S., Indyahningrum, R.D., Despa, D., Nama, G. F., Habibi, B.M., Haryono, F. 2021. *Analisis Debit Andalan DAS Way Andeng Menggunakan Data Satelit TRMM*, Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan (JITET), 9(3), 82-85.
- Ilham, M., Suhartanto, E., & Fidari, J. S. 2022. *Analisis Hujan TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) menjadi Debit dengan Metode F.J. Mock pada DAS Bango*, Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sumber Daya Air, 2(1), 509-521.
- Jarwanti, D. P., Suhartanto, E., & Fidari, J. S. 2021. *Validasi Data Curah Hujan Satelit TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) dengan Data Pos Penakar Hujan di DAS Grindulu, Kabupaten Pacitan, Jawa Timur*, Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sumber Daya Air, 1(2), 772-785.
- Mamenun., Pawitan, H., Sophaheluwakan, A. 2014. *Validasi dan Koreksi Data Satelit TRMM pada Tiga Pola Hujan di Indonesia*, Jurnal Meteorologi Dan Geofisika, 15(1), 13-23.
- Mock, F.J., 1973, *Land Capability Appraisal Indonesia, Water Availability Appraisal, Report Prepared for the Land Capability Appraisal Project*, Bogor, Indonesia.
- Limantara, L.M. (2018). *Rekayasa Hidrologi Edisi Revisi*, Yogyakarta: Andi.
- Motovilov, Y.G., Gottschalk, L., Engeland, K. & Rodhe, A. (1999). *Validation of a Distributed Hydrological Modelling Against Spatial Observations*, Elsevier Agricultural and Forest Meteorology, 98, 257 – 277.
- Pratiwi, D.W., Sujono, J., Rahardjo, A.P. 2017. *Evaluasi Data Hujan Satelit untuk Prediksi Data Hujan Pengamatan menggunakan Cross Correlation*, Seminar Nasional Sains dan Teknologi Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta, 1-2 November 2017.
- PT. Teknik Cipta Konsultan. 2019. *Laporan Akhir: Review Desain dan Sertifikasi Desain Bendungan Sepaku Semoi*, BWS Kalimantan IV, Samarinda.
- Sachro, S. S., Sugiyanto, Budienny, H. (2013). *Perkiraan Koefisien-koefisien Karakteristik Daerah Aliran Sungai Krengseng untuk Membangun Kurva-Durasi Debit*, Media Komunikasi Teknik Sipil, 19(1), 19-26.
- Samosir, D. Y., Yuliara, I. M. & Prasetya, R., 2021. *Perbandingan dan Analisis Pola Spasial Curah Hujan Data IMERG (Integrated Multi-Satellite Retrievals for GPM) dan Data Observasi di Provinsi Bali*, Buletin Fisika, 67-76.
- Sarwono. 2006. *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Sri Harto, Br. 2009. *Hidrologi: Teori Masalah Penyelesaian*, Nafiri, Yogyakarta.
- Suhardjono. 1994. *Kebutuhan Air Tanaman*. Institut Teknologi Nasional, Malang.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Andi Offset, Yogyakarta.
- Suryoputro, N. 2018. *Modifikasi model tangki akibat pengaruh intersepsi dan penyerapan air tanah oleh akar tanaman*, Disertasi, Universitas Brawijaya, Malang.
- Wahyuni, S. 2014. *Perbandingan Metode MOCK dan NRECA untuk Pengalihragaman Hujan Ke Aliran*, Jurnal REKAYASA, 13, 602-624.
- Wahyuni, S., Hambali, R., Fahriani, F. 2020. *Evaluasi Ketelitian Data Curah Hujan Satelit Gpm Terhadap Data Curah Hujan Permukaan*, Pertemuan Ilmiah Tahunan HATHI ke-37, 12 Desember 2020, Palembang.