

Pemanfaatan Koreksi Bias Data Hujan Satelit *Global Precipitation Measurement* IMERG Dalam Model Limpasan Permukaan (Studi Kasus : DAS Brantas)

Rana Karinta Hapsari*, Ayu Fatimah Sari, Nur Laily Lupita Sari

Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang, Indonesia

*Koresponden email: rana.karinta@polinema.ac.id

Diterima: 30 Maret 2026

Disetujui: 07 April 2026

Abstract

Integrated water resources management in Indonesia requires accurate hydrological analysis based on long-term to ensure precise design and discharge estimation. However, direct rainfall observations are spatially limited, satellites are essential to expand distribution coverage and improve forecast accuracy. Global Precipitation Measurement (GPM) mission provides global precipitation estimates for monitoring extreme events, investigating global climate variability, and generating global rainfall maps. This study discusses the application of monthly GPM rainfall correction factors for surface runoff modeling to achieve accurate water discharge results. The study areas are located in two sub-watersheds within the Brantas Watershed, namely Kali Bodo and Brodot. Bias correction was applied using GPM rainfall correction factor maps for the Brantas Watershed across five rainfall probability levels. The results indicate that bias correction of GPM IMERG precipitation significantly improved model performance, increasing the Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE) at all locations to values ≥ 0.7 . A substantial reduction in relative bias (rBias) of 29.3% was observed in the Kali Bodo sub-watershed, which has an area of 122.71 km². Furthermore, surface runoff discharge modeling using bias-corrected GPM precipitation in the Kali Bodo watershed showed an improvement in NSE value from 0.46 to 0.64.

Keywords: *precipitation, gpm, brantas watershed, bias correction, surface runoff modeling*

Abstrak

Pengelolaan sumber daya air terpadu di Indonesia memerlukan analisis hidrologi yang akurat berbasis data jangka panjang untuk menjamin ketepatan desain dan estimasi debit air. Namun, pengamatan hujan langsung terbatas secara spasial, satelit diperlukan untuk memperluas jangkauan distribusi dan meningkatkan akurasi prakiraan. *Global Precipitation Measurement* (GPM) mampu memperkirakan peristiwa ekstrem, mempelajari iklim global serta menyediakan peta curah hujan global. Studi ini membahas penggunaan faktor koreksi hujan bulanan GPM untuk pemodelan limpasan permukaan sehingga didapatkan debit air yang akurat. Lokasi studi berada pada dua sub Daerah Aliran Sungai (DAS) yang berada dalam DAS Brantas yaitu Kali Bodo dan Brodot. Koreksi data hujan GPM IMERG menggunakan peta faktor koreksi hujan GPM DAS Brantas pada lima probabilitas hujan. Berdasarkan koreksi data hujan GPM IMERG meningkatkan angka NSE tiap lokasi menjadi $\geq 0,7$. Penurunan rBias yang signifikan sebesar 29,3% pada sub DAS Kali Bodo dengan luas 122,71 km². Hasil pemodelan debit limpasan permukaan menggunakan hujan GPM terkoreksi pada sub DAS Kali Bodo menunjukkan kenaikan nilai NSE dari nilai awal 0,46 menjadi 0,64.

Kata Kunci: *hujan, gpm, das brantas, koreksi bias, model limpasan permukaan*

1. Pendahuluan

Istilah presipitasi mencakup semua wujud air yang jatuh ke permukaan bumi, baik cair (hujan, embun) maupun padat (salju, hujan es) [1]. Curah hujan merupakan data klimatologis yang cukup penting [2]. Dalam perencanaan maupun pengelolaan sumber daya air secara terpadu di Indonesia membutuhkan analisis hidrologi yang baik. Hal ini disebabkan analisis hidrologi merupakan tahap awal dan penting dalam memperkirakan debit air untuk desain maupun untuk dikelola. Ketersediaan data hujan yang baik dan panjang diperlukan untuk hal ini. Di negara berkembang, stasiun hujan pengamatan tidak tersebar merata, terutama di daerah pegunungan dimana sebagian besar curah hujan [3]. Penempatan lokasi dan

kepadatan jaringan pengukur hujan akan mempengaruhi ketelitian analisis distribusi spasial. [4]. Pengamatan hujan secara langsung dinilai kurang representatif untuk digunakan sebagai prakiraan karena jangkauannya yang sangat sempit sehingga memerlukan instrumen pendukung yang dapat memberikan gambaran yang lebih baik terkait distribusi hujan dan sebagai penunjang akurasi prakiraan, salah satunya satelit [5]. Berbeda dengan alat ukur konvensional yang terbatas pada titik tertentu dan memerlukan jaringan sensor yang rapat, teknologi satelit menawarkan cakupan data presipitasi dalam skala regional hingga global [6]. Estimasi curah hujan via satelit memberikan keunggulan pada akurasi, jangkauan spasial, ketepatan waktu, serta efisiensi biaya [7].

National Aeronautics and Space Administration (NASA) dan *Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA)* bekerja sama dan meluncurkan satelit yang mampu memantau curah hujan di bumi. *Global Precipitation Measurement (GPM)* mampu memperkirakan peristiwa ekstrem, mempelajari iklim global serta menyediakan peta curah hujan global. GPM merupakan proyek penerus *Tropical Rainfall Measurement Mission (TRMM)*. GPM mampu meningkatkan kualitas observasi curah hujan dalam skala global [5]. Satelit GPM memiliki kemampuan yang lebih baik ditinjau dari aspek instrumen maupun dari aspek algoritma estimasi curah hujan. Rentang frekuensi citra gelombang mikro GPM lebih panjang dari pada TRMM [4] [8].

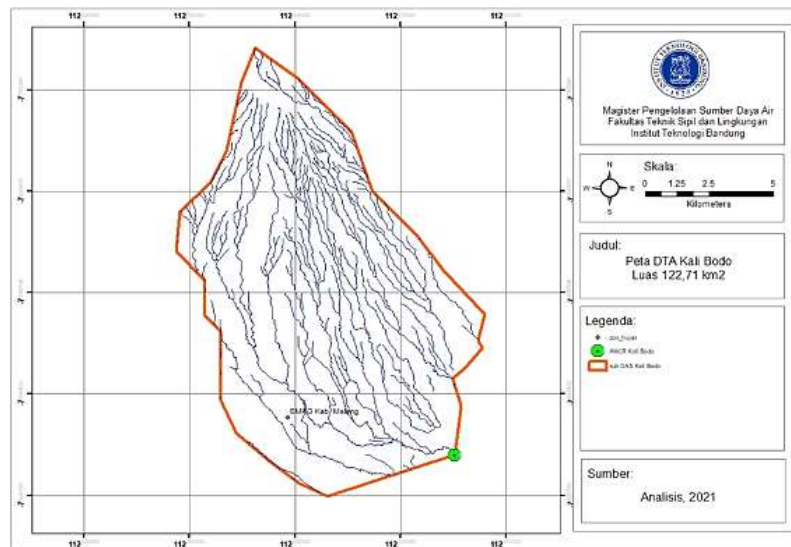
Evaluasi dan validasi data curah hujan GPM terhadap data curah hujan yang didapatkan dari pengamatan langsung pada stasiun hujan di bumi sangat diperlukan. Penting untuk mengevaluasi curah hujan satelit yang berbeda terhadap jaringan pengukur hujan di suatu daerah berdasarkan produk hujan satelit yang optimal dan menghilangkan bias produk pada daerah tersebut [3]. Kalibrasi dan validasi bertujuan untuk mengidentifikasi kesesuaian dalam penggunaan khusus, misalnya dalam penggunaan prediksi banjir. Perbedaan nilai hujan pada pengamatan jarak jauh dibandingkan dengan alat pengukur hujan berbasis titik atau berbasis grid pada GPM-IMERG perlu dikoreksi sehingga dapat digunakan dalam berbagai kegiatan [9].

Oleh karena itu, koreksi bias hujan satelit pada DAS sangat diperlukan guna mendapatkan data hujan yang akurat. Data hujan tersebut akan diolah menjadi debit limpasan permukaan. Utamanya dalam menyelesaikan permasalahan terkait dengan sumber daya air di DAS, baik banjir maupun kekeringan diperlukan nilai debit limpasan permukaan yang dapat menggambarkan kondisi volume air di lokasi DAS tersebut.

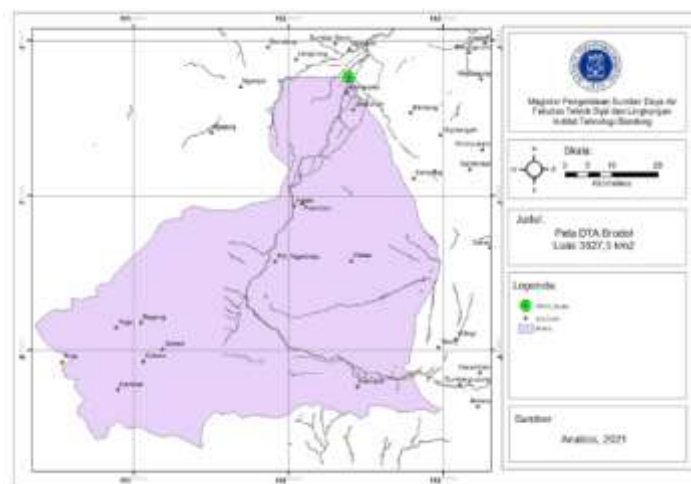
2. Metode Penelitian

Lokasi Penelitian

DAS Brantas yang merupakan bagian dari Wilayah Sungai Brantas yang terletak di Provinsi Jawa Timur. DAS Brantas berada pada 7°40' LS sampai 8°15' LS dan 110°30' BT sampai 112°55' BT. Luas wilayah sub DAS Brantas ± 11.988 km² yang mencakup ± 80% Wilayah Sungai Brantas [10]. Lokasi penelitian berada pada dua sub DAS yang berada di DAS Brantas. Dua sub DAS tersebut yaitu sub DAS Kali Bodo yang mewakili daerah hulu dan sub DAS Brodot yang mewakili hilir. Sub DAS Kali Bodo berada di daerah hulu DAS Brantas yang memiliki luas 122,71 km². Sub DAS Kali Bodo berada koordinat Tengah 112,611 LS dan -7,858 BT dengan elevasi rata – rata 623,5 mdpl. Dalam sub DAS Kali Bodo hanya terdapat 1 stasiun hujan pengamatan yaitu stasiun BMKG. Kab. Malang. Sub DAS Brodot berada di tengah DAS Brantas yang memiliki luas 3827,5 km². Sub DAS Brodot berada koordinat tengah 111,956 LS dan -7,983 BT dengan elevasi rata – rata 260,8 mdpl.



Gambar 1: Sub DAS Kali Bodo



Gambar 2: Daerah Tangkapan Air (DTA) Brodot

Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian yaitu data curah hujan dan data debit Sungai Brantas. stasiun pengamatan, data curah hujan GPM non koreksi, data curah hujan GPM terkoreksi dan data debit Sungai Brantas. Stasiun hujan pengamatan yang digunakan merupakan stasiun hujan yang tersebar di seluruh DAS Brantas. Total stasiun hujan pengamatan yang digunakan yaitu sebanyak 56 stasiun. Penggunaan data hujan GPM terkoreksi didapatkan dari Peta Faktor Koreksi Hujan GPM DAS Brantas [11]. Peta tersebut merupakan peta yang menggambarkan nilai faktor koreksi hujan GPM berdasarkan probabilitas hujan. Sedangkan data debit Sungai Brantas menggunakan data *Automatic Water Level Recorder* (AWLR) yang berada di Sungai Brantas di hulu hingga hilir. Data curah hujan bulanan yang digunakan periode 2015 – 2019 dan data debit yang digunakan yaitu periode tahun 2015 – 2018.

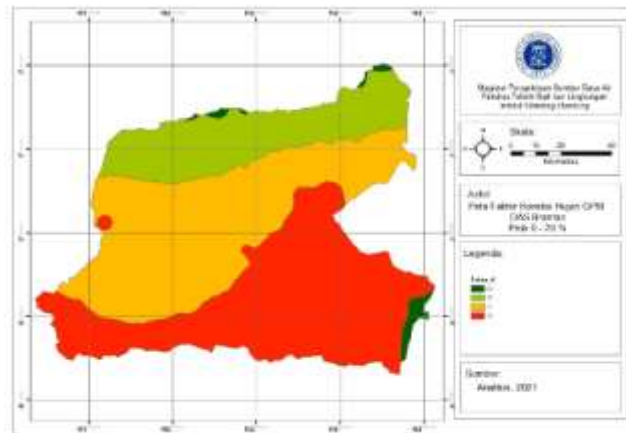
Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian terdiri dari akuisisi data curah hujan GPM terkoreksi untuk masing-masing sub DAS, evaluasi koreksi hujan GPM menggunakan parameter statistik, pemodelan debit limpasan permukaan, kalibrasi dan validasi model debit.

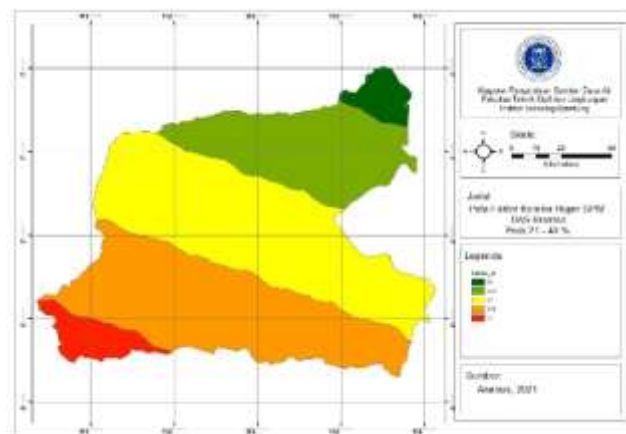
Analisis Data

Koreksi bias untuk menghilangkan atau mengurangi adanya nilai eror pada data hujan satelit. Koreksi bias dapat dilakukan dengan menggunakan faktor koreksi [12]. Faktor koreksi yang digunakan untuk koreksi data curah hujan GPM disesuaikan dengan lokasi penelitian. Data curah hujan

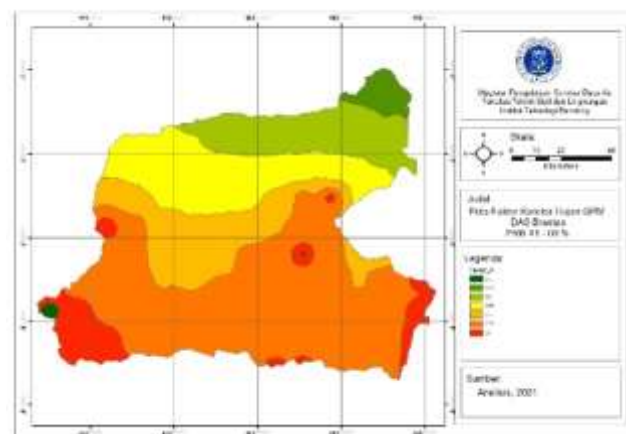
menggunakan data curah hujan bulanan periode 2015 – 2018. Perhitungan faktor koreksi berdasarkan rata-rata faktor koreksi pada lima probabilitas hujan yang terdapat pada peta koreksi masing-masing probabilitas hujan [11] . Probabilitas hujan tersebut yaitu 0 – 20%, 21 – 40%, 41 – 60%, 61 – 80%, dan 81 – 100%.



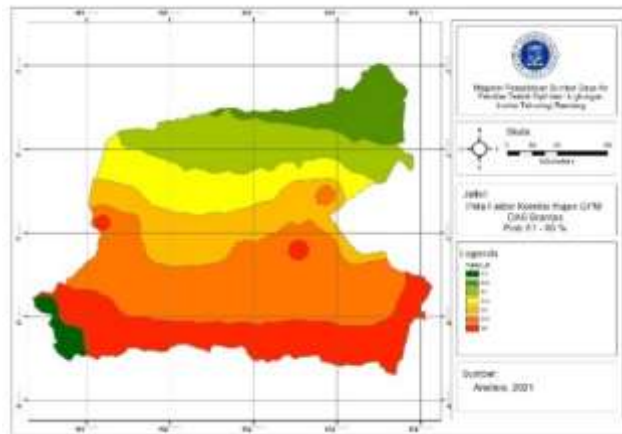
Gambar 3: Peta Faktor Koreksi Hujan GPM DAS Brantas Prob 0 – 20%



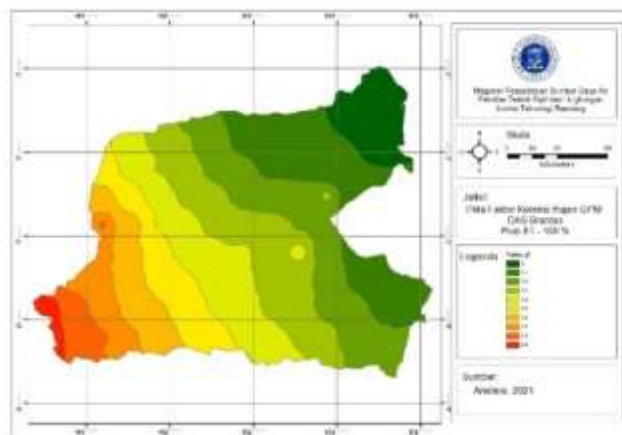
Gambar 4: Peta Faktor Koreksi Hujan GPM DAS Brantas Prob 20 – 40%



Gambar 5: Peta Faktor Koreksi Hujan GPM DAS Brantas Prob 40 – 60%



Gambar 6: Peta Faktor Koreksi Hujan GPM DAS Brantas Prob 60 – 80%



Gambar 7: Peta Faktor Koreksi Hujan GPM DAS Brantas Prob 80 – 100%

Hujan terkoreksi didapatkan dari perkalian faktor koreksi dengan hujan satelit non koreksi. Persamaan hujan terkoreksi adalah sebagai berikut:

$$P_Futq = \alpha q \times GPM_Futa \quad (1)$$

Keterangan:

- αq = faktor koreksi
- GPM_Preq = hujan GPM non koreksi
- P_Futq = hujan GPM terkoreksi

Evaluasi hasil koreksi data hujan GPM dilakukan dengan cara membandingkan data hujan GPM terkoreksi dengan hujan pengamatan. Terdapat dua jenis evaluasi yaitu evaluasi terhadap keterkaitan dan keakuratan. Evaluasi keterkaitan menggunakan metode CC, MAE, RMSE, NSE, dan rBias [13] [14]. Berikut persamaan untuk evaluasi keterkaitan:

$$CC = \frac{\sum_{i=1}^n ((G_i - \bar{G})(S_i - \bar{S}))}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (G_i - \bar{G})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (S_i - \bar{S})^2}} \quad (2)$$

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^n (G_i - \bar{S}_i)}{n} \quad (3)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (S_i - G_i)^2}{n}} \quad (4)$$

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (S_i - G_i)^2}{\sum_{i=1}^n (G_i - \bar{G})^2} \quad (5)$$

$$rBias = 100 \frac{\sum_{i=1}^n (S_i - G_i)}{\sum_{i=1}^n G_i} \quad (6)$$

Keterangan :

S = Data Hujan GPM

G = Data hujan stasiun pengamatan

N = Jumlah data

Evaluasi keakuratan diperlukan untuk mengetahui kejadian hujan yang sama terjadi di permukaan bumi. Untuk evaluasi ini diperlukan tabel kontingensi yang menunjukkan frekuensi kejadian. Data hujan dianggap terjadi merupakan tinggi hujan $\geq 0,5$ mm/hari [9]. Terdapat lima metode dalam mengevaluasi keakuratan data hujan GPM yaitu POD, FAR, HSS, CIS dan Bias [15] [16]. Persamaan masing-masing metode adalah sebagai berikut:

$$POD = \frac{a}{a+c} \quad (7)$$

$$FAR = \frac{b}{a+b} \quad (8)$$

$$CSI = \frac{a}{a+b+c} \quad (9)$$

$$Bias = \frac{(a+b)}{(a+c)} \quad (10)$$

$$HSS = \frac{2 \times (a \times d - b \times c)}{[(a+c) \times (c+d) + (a+b) \times (b+d)]} \quad (11)$$

Tabel 1. Kontingensi Prediksi Hujan
 Stasiun Pengamatan

		Stasiun Pengamatan	
		Hujan	Tidak
GPM	Hujan	a	b
	Tidak	c	d

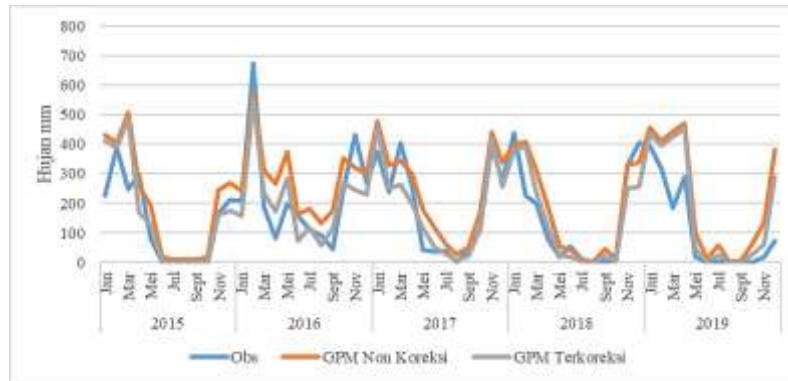
Pemodelan debit limpasan permukaan menggunakan metode NRECA dengan data hujan GPM terkoreksi pada periode tahun 2015 – 2017. Verifikasi model kalibrasi menggunakan data debit tahun 2018 pada masing-masing lokasi. Model debit limpasan permukaan yang berasal dari data hujan bulanan GPM Non Koreksi dibandingkan dengan hujan bulanan GPM terkoreksi dengan parameter model hujan-limpasan yang sudah terkalibrasi. Kalibrasi menggunakan parameter model dalam pembangkitan debit data hujan pengamatan.

3. Hasil dan Pembahasan

Koreksi data curah hujan dilakukan pada masing-masing lokasi. Faktor koreksi hujan bulanan didapatkan melalui penggunaan Peta Faktor Koreksi Hujan GPM pada masing-masing probabilitas hujan. Faktor koreksi untuk sub DAS Kali Bodo antara 0,2 – 1,0. Pada sub DAS Brodot didapatkan faktor koreksi berkisar antara 0,5 – 1,1.

Tabel 2. Faktor Koreksi Hujan GPM Sub DAS Kali Bodo

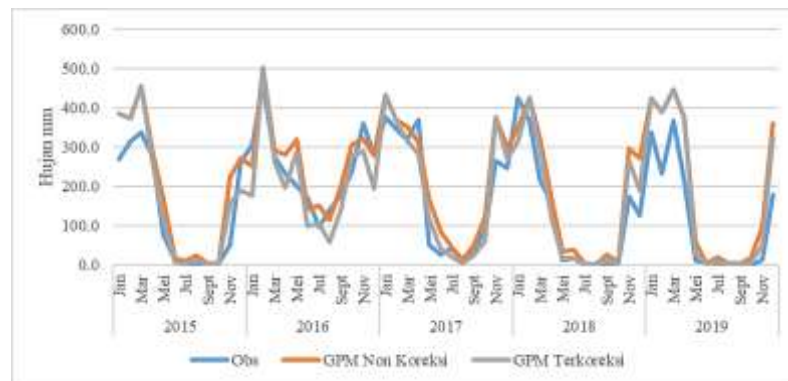
Koreksi	Prob %
1.0	0 - 20
0.8	21 - 40
0.7	41 - 60
0.4	61 - 80
0.2	81 - 100



Gambar 8: Grafik Koreksi Hujan Bulanan Sub DAS Kali Bodo

Tabel 3. Faktor Koreksi Hujan GPM Sub DAS Brodot

Koreksi	Prob %
1.1	0 - 20
0.9	21 - 40
0.7	41 - 60
0.5	61 - 80
0.5	81 - 100



Gambar 9: Grafik Koreksi Hujan Bulanan Sub DAS Brodot

Berdasarkan hasil koreksi terhadap dua lokasi dengan luasan yang berbeda menghasilkan penurunan rBias pada tiap lokasi. Penurunan rBias yang signifikan yaitu sebesar 29,3% pada subDAS Kali Bodo yang berada di bagian hulu. Nilai NSE pada dua lokasi $\geq 0,7$. Nilai HSS hujan GPM non koreksi Kali Bodo mengalami kenaikan menjadi 0,16 dari sebelumnya sebesar 0,00 dan nilai Bias mengalami penurunan menjadi 1,18.

Debit model NRECA pada Kali Bodo menggunakan data hujan GPM terkoreksi mendekati debit pengamatan. Hal ini ditunjukkan dengan tingkat korelasi sebesar 80,7%, RMSE sebesar 0,6 dan nilai NSE sebesar 0,6. Sedangkan hasil debit model GPM non koreksi menunjukkan tingkat korelasi (C) sebesar 70,0%, RMSE sebesar 0,77 dan nilai NSE sebesar 0,4. Untuk debit model NRECA Brodot menunjukkan nilai *underestimate* di bulan kering dan *overestimate* di bulan basah. Parameter statistik GPM terkoreksi menunjukkan tingkat korelasi sebesar 79,4%, RMSE sebesar 0,61 dan nilai NSE sebesar 0,6. Sedangkan

hasil debit model GPM non koreksi menunjukkan tingkat korelasi sebesar 73,4%, RMSE sebesar 0,70 dan nilai NSE sebesar 0,5.

Tabel 4. Rekapitulasi Evaluasi Model NRECA

Model NRECA	Kali Bodo			Brodot		
	CC	RMSE	NSE	CC	RMSE	NSE
Obs	88%	0.49	0.76	78%	0.67	0.56
GPM	70%	0.77	0.41	73%	0.70	0.51
GPM Koreksi	81%	0.60	0.64	79%	0.61	0.63

4. Kesimpulan

Pemanfaatan faktor koreksi curah hujan GPM pada subDAS Kali Bodo dan subDAS Brodot menunjukkan parameter yang lebih baik jika dibandingkan tanpa faktor koreksi. Koreksi hujan GPM subDAS Kali Bodo menghasilkan penurunan rBias yang signifikan sebesar 29,3%, hal ini terlihat bahwa hujan GPM terkoreksi mendekati hujan pengamatan. Nilai NSE antara hujan GPM terkoreksi dengan hujan pengamatan tiap lokasi $\geq 0,7$, terlihat bahwa hujan GPM terkoreksi telah mendekati hujan pengamatan. Nilai HSS antara hujan GPM terkoreksi sub DAS Kali Bodo mengalami kenaikan menjadi 0,16 dari sebelumnya yaitu 0,00 dan nilai Bias mengalami penurunan menjadi 1,18 dari sebelumnya 1,20. Hasil kalibrasi pada pemodelan limpasan permukaan metode NRECA menggunakan hujan GPM terkoreksi pada subDAS Kali Bodo meningkatkan nilai NSE menjadi 0,64 dari nilai sebelumnya 0,4. Berdasarkan kondisi tersebut terlihat bahwa faktor koreksi memberikan hasil yang lebih baik pada subDAS dengan luas yang kecil berkisar $\pm 123 \text{ km}^2$.

5. Daftar Pustaka

- [1] Ariyanto, Lilik. "Analisis Karakteristik Curah Hujan pada Daerah Aliran Sungai Way Pisang di Kabupaten Lampung Selatan." *Teknika Sains: Jurnal Ilmu Teknik* 6.1 (2021): 10-16.
- [2] S. M. Djazim, "Validasi Data TRMM Terhadap Data Curah Hujan Aktual Di Tiga DAS Di Indonesia," *J. Meteorol. dan Geofis.*, vol. 15, no. 2, pp. 109–118, 2014.
- [3] N. Rahmawati and M. W. Lubczynski, "Validation of satellite daily rainfall estimates in complex terrain of Bali Island, Indonesia," *Theor. Appl. Climatol.*, vol. 134, no. 1–2, pp. 513–532, 2018, doi: 10.1007/s00704-017-2290-7.
- [4] S. M. Hosseini-Moghari and Q. Tang, "Validation of gpm imerg v05 and v06 precipitation products over iran," *J. Hydrometeorol.*, vol. 21, no. 5, pp. 1011–1037, 2020, doi: 10.1175/JHM-D-19-0269.1.
- [5] M. A. Azka, P. A. Sugianto, A. K. Silitonga, and I. R. Nugraheni, "Accuracy Test of GPM IMERG Rainfall Estimation Product over Surabaya, Indonesia," *J. Sains Teknol. Modif. Cuaca*, vol. 19, no. 2, pp. 83–88, 2018.
- [6] S. Khodadoust Siuki, B. Saghafian, and S. Moazami, "Comprehensive evaluation of 3-hourly TRMM and half-hourly GPM-IMERG satellite precipitation products," *Int. J. Remote Sens.*, vol. 38, no. 2, pp. 558–571, 2017, doi: 10.1080/01431161.2016.1268735.
- [7] R. R. E. Vernimmen, A. Hooijer, Mamenun, E. Aldrian, and A. I. J. M. Van Dijk, "Evaluation and bias correction of satellite rainfall data for drought monitoring in Indonesia," *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, vol. 16, no. 1, pp. 133–146, 2012, doi: 10.5194/hess-16-133-2012.
- [8] M. L. Tan and H. Santo, "Comparison of GPM IMERG, TMPA 3B42 and PERSIANN-CDR satellite precipitation products over Malaysia," *Atmos. Res.*, vol. 202, no. November 2017, pp. 63–76, 2018, doi: 10.1016/j.atmosres.2017.11.006.
- [9] M. Moravej, "Ground validation and bias correction of GPM-IMERG V6 satellite precipitation product over Sweden," 2020, [Online]. Available: <https://lup.lub.lu.se/student-papers/search/publication/9032564>
- [10] Brantas, B. B. W. S. "Pengelolaan Sumber Daya Air Wilayah Sungai Brantas." (2010).
- [11] Kuntoro, A. A., et al. "Estimation of Extreme Rainfall over Kalimantan Island based on GPM IMERG Daily Data." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Vol. 1065. No. 1. IOP Publishing, 2022.
- [12] H. Inomata, K. Takeuchi, and K. Fukami, "Development of a Statistical Bias Correction Method for Daily Precipitation Data of Gcm20," *J. Japan Soc. Civ. Eng. Ser. B1 (Hydraulic Eng.)*, vol. 67, no. 4, p.

-
- I_247-I_252, 2011, doi: 10.2208/jscejhe.67.i_247.
- [13] Fatkhuroyan, T. Wati, A. Sukmana, and R. Kurniawan, "Validation of Satellite Daily Rainfall Estimates Over Indonesia," vol. 31, p. 2, 2018.
- [14] Z. Wang, R. Zhong, C. Lai, and J. Chen, "Evaluation of the GPM IMERG satellite-based precipitation products and the hydrological utility," *Atmos. Res.*, vol. 196, no. March, pp. 151–163, 2017, doi: 10.1016/j.atmosres.2017.06.020.
- [15] M. N. Anjum *et al.*, "Assessment of IMERG-V06 precipitation product over different hydro-climatic regimes in the Tianshan Mountains, North-Western China," *Remote Sens.*, vol. 11, no. 19, pp. 1–23, 2019, doi: 10.3390/rs11192314.
- [16] F. Satgé *et al.*, "Benefits of the successive GPM based Satellite Precipitation Estimates IMERG-V03, -V04, -V05 and GSMaP-V06, -V07 over diverse geomorphic and meteorological regions of Pakistan," *Remote Sens.*, vol. 10, no. 9, 2018, doi: 10.3390/rs10091373.