

# Analisis Regresi Untuk Penentuan Faktor Koreksi Data Hujan Satelit (Studi Kasus Daerah Tangkapan Air Bendungan Way Apu)

Adi Prasetya Nugroho \*, Sri Sangkawati Sachro

Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,  
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

## Abstrak

Pengelolaan Bendungan Way Apu memerlukan ketersediaan data curah hujan yang akurat dan memiliki rentang periode yang panjang. Untuk menangani berbagai permasalahan keterbatasan data dan lokasi pos hujan observasi yang terletak di luar DTA Bendungan Way Apu dapat menggunakan data hujan satelit GPM-IMERG. Studi ini bertujuan untuk mengevaluasi dan menentukan faktor koreksi data hujan satelit GPM-IMERG dibandingkan dengan data pos hujan observasi untuk melihat kelayakannya. Koreksi data hujan satelit menggunakan metode regresi untuk kemudian dilakukan validasi dengan Uji Kesalahan Relatif (KR), Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE), Koefisien Korelasi (R) dan Root Mean Squared Error (RMSE). Hasil studi menunjukkan perbandingan data hujan GPM-IMERG dengan data hujan observasi pada data hujan bulanan cenderung konsisten terhadap data 3 (tiga) pos curah hujan di DAS Way Apu yaitu Stasiun Meteorologi Namlea, PCH Savana Jaya dan PCH Wae Tina dengan koefisien korelasi sebesar 0,63- 0,72 (interpretasi korelasi kuat). Dari validasi 3 (tiga) rentang data hujan berbeda, skenario validasi periode 3 (tiga) tahun pada PCH Wae Tina memiliki hasil yang paling baik dalam kondisi sebelum maupun sesudah dikoreksi dengan faktor koreksi paling baik yaitu menggunakan persamaan regresi linier intercept  $y = 1,0620x$  dan koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,8660.

**Kata kunci:** hujan satelit; GPM-IMERG; koreksi; validasi

## Abstract

**[Title: Regression Analysis for Determining Correction Factors for Satellite Rainfall Data (Case Study of Way Apu Dam Catchment Area)]** Management of the Way Apu Dam requires the availability of accurate rainfall data over a long period. To overcome various problems such as limited data and the location of observation rain station located outside the Way Apu Dam catchment area, we can use GPM-IMERG satellite rainfall data. This study aims to evaluate and determine the correction factor for GPM-IMERG satellite rainfall data compared with rain station observation data to see its feasibility. Satellite rainfall data is corrected using the regression method and validated using Relative Error Test (RE), Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE), Correlation Coefficient (R) and Root Mean Squared Error (RMSE). The result shows that the comparison of GPM-IMERG using rainfall monthly data observation tends to be consistent within 3 (three) data rainfall station in the Way Apu watershed, which is Namlea Meteorological Station, PCH Savana Jaya and PCH Wae Tina with correlation coefficient of 0.63- 0.72 (interpretation of strong correlation). From the validation of 3 (three) different rainfall data ranges, validation scenarios for a 3 (three) year period on PCH Wae Tina have the best results in conditions before and after correction with the best correction factor is the linear regression equation intercept  $y = 1.0620x$  and the coefficient of determination ( $R^2$ ) is 0.8660.

**Keywords:** satellite rainfall; GPM-IMERG; correction; validation

---

\*) Penulis Korespondensi.  
E-mail: [adiprasetyanugroho01@gmail.com](mailto:adiprasetyanugroho01@gmail.com)

## 1. Pendahuluan

Salah satu parameter penting dalam ilmu meteorologi yang memiliki dampak signifikan dalam kehidupan sehari-hari adalah curah hujan (Azka, Sugianto, Silitonga, & Nugraheni, 2018). Untuk

memprediksi kondisi cuaca, banjir dan kekeringan dibutuhkan informasi berupa data curah hujan yang merupakan masukan utama dalam setiap pengelolaan sumber daya air (Partarini, Sujono, & Pratiwi, 2021). Data curah hujan dapat diamati dan diukur secara manual atau otomatis menggunakan pos curah hujan atau *ground station* yang mengukur hujan secara langsung saat jatuh dari atmosfer ke permukaan bumi (Sanjaya, Yudianto, Adidarma, & Fitriana, 2022).

Dalam perencanaan dan pengelolaan sumber daya air diperlukan data hidrologi khususnya data curah hujan yang lengkap, namun kenyataan yang sering dijumpai di lapangan adalah data yang ada tidak lengkap dan terbatas. Hal tersebut disebabkan oleh beberapa faktor seperti pos curah hujan yang kurang memadai, tidak meratanya sebaran pos curah hujan, rusaknya alat penakar hujan dan alat penakar hujan yang masih manual serta kurangnya pemahaman penjaga pos curah hujan yang mengakibatkan resiko kesalahan pengamatan maupun pencatatan data (Marta, Suhartanto, & Fidari, 2022). Ketersediaan data hidrologi seperti data hujan yang baik, memadai, akurat dan berkesinambungan menjadi penting karena digunakan sebagai data masukan dalam analisis hidrologi untuk perencanaan dan penatagunaan sumber daya air berkelanjutan khususnya pada bendungan. Apabila pengamatan dan pencatatan data hidrologi dilakukan dengan baik oleh penjaga pos yang kompeten, akan menghasilkan perencanaan, hasil penelitian dan penatagunaan sumber daya air yang baik serta akurat (Sarwanta, 2020).

Permasalahan terkait keterbatasan data curah hujan terjadi di daerah tangkapan air (DTA) Bendungan Way Apu yang berlokasi di bagian hulu daerah aliran sungai (DAS) Way Apu di Pulau Buru, Provinsi Maluku. Pada DTA Bendungan Way Apu dengan luas 451,63 km<sup>2</sup> belum terdapat pos curah hujan, idealnya dipasang 2 (dua) sampai dengan 5 (lima) pos curah hujan menurut kriteria dari *World Meteorological Organization* (WMO) yang sudah memberikan aturan mengenai kerapatan jaringan pos curah hujan yaitu setidaknya mencakup 100-250 km<sup>2</sup> untuk tiap pos hujan observasi pada wilayah bergunung dengan zona sedang (Jarwanti, Suhartanto, & Fidari, 2021).

Seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan, sebagai alternatif untuk mengatasi masalah keterbatasan data curah hujan yang ada khususnya pada daerah-daerah pelosok (*remote area*) seperti DTA Bendungan Way Apu dapat ditangani dengan menggunakan berbagai solusi pengamatan hujan seperti penggunaan data curah hujan satelit (Sanjaya et al., 2022). Data curah hujan satelit merupakan salah satu bentuk teknologi penginderaan jauh yang dapat merekam informasi mengenai curah hujan. Kemampuan teknologi ini memungkinkan pengukuran atau perekaman hujan dari jarak yang sangat jauh, suatu hal yang sulit dilakukan oleh alat pengukur

hujan yang ada di lapangan. Dengan teknologi satelit memungkinkan untuk mengakses data curah hujan dimana saja dan setiap waktu (Marta et al., 2022). Banyak studi telah dilakukan mengenai penggunaan data curah hujan satelit di Indonesia. Namun, penelitian tersebut hanya berfokus terhadap beberapa macam data satelit antara lain PERSIANN dan TRMM yang berhubungan dengan aspek sumber daya air. Studi mengenai data curah hujan satelit lainnya seperti satelit GPM-IMERG (*Global Precipitation Measurement Mission- The Integrated Multi-satellite Retrievals for GPM*) sangat terbatas (Partarini et al., 2021).

Produk *Global Precipitation Measurement* (GPM) merupakan teknologi generasi terbaru untuk menggantikan TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) yang misinya telah berakhir pada tahun 2015. Peluncuran satelit GPM pada Februari 2014 oleh NASA dan JAXA tidak hanya menyediakan teknologi mutakhir, namun juga memberikan ketepatan hasil dan jangkauan area yang lebih besar dari penggunaan satelit TRMM (Blumenfeld, 2015). Satelit GPM yang memiliki tingkat resolusi tinggi dalam mengukur spasial dan temporal mampu mencakup daerah yang luas. Selain itu, satelit ini juga dapat menyediakan data dengan sistem *near real-time* yang dapat diakses secara cepat dan dengan biaya yang lebih ekonomis. Satelit GPM juga menyediakan informasi tentang curah hujan yang lebih akurat dan terus menerus dengan distribusi yang lebih baik (Samosir, Yuliara, & Prasetya, 2020). Data hujan satelit GPM versi ke-6 menunjukkan tingkat kesalahan yang relatif rendah dan memiliki akurasi yang baik, sehingga bisa dipakai sebagai salah satu alternatif mendapatkan data curah hujan di sebagian besar wilayah Papua Barat yang memiliki keterbatasan dalam segi jumlah dan sebaran pos curah hujan yang tidak merata (Faisol & Novita, 2019).

Meskipun data hidrometeorologi menggunakan satelit saat ini memiliki tingkat akurasi yang baik dan lebih mudah diperoleh dimanapun dan kapan saja, namun dalam penggunaan data satelit tersebut terlebih dahulu harus dilakukan koreksi. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk memperbaiki data satelit terutama dalam meningkatkan kualitas data GPM, namun di Indonesia penelitian dalam hal ini masih terbatas sehingga perlu dilakukan studi evaluasi dan koreksi kinerja data hujan GPM dengan metode validasi silang Monte-Carlo di Bandung Raya (Sanjaya et al., 2022). Selain itu, koreksi data hujan satelit GPM dan CHIRPS dapat dilakukan menggunakan metode regresi, rasio rata-rata dan *distribution mapping* (Partarini et al., 2021).

Studi ini bertujuan untuk mengevaluasi dan menentukan faktor koreksi data hujan satelit GPM-IMERG dibandingkan dengan data pos hujan observasi yang terletak di luar DTA Bendungan Way Apu menggunakan analisa regresi untuk melihat kelayakannya sebelum dapat digunakan untuk

pengelolaan hidrologi berkelanjutan pada DTA Bendungan Way Apu yang belum terdapat pos hujan observasi (*ground station*).

**2. Bahan dan Metode**

Data- data yang dipakai dalam studi ini antara lain adalah data dan koordinat pos curah hujan eksisting pada DAS Way Apu yang diperoleh dari Balai Wilayah Sungai Maluku bidang PSDA dan BMKG Stasiun Meteorologi Kelas II Pattimura, Kota Ambon, data curah hujan satelit GPM-IMERG yang bisa diunduh pada *website* <https://giovanni.gsfc.nasa.gov> berupa data *Daily accumulated precipitation (combined microwave-IR estimate - Final Run (GPM\_3IMERGDF v06)* dengan rentang data yang tersedia antara Juni 2000 sampai dengan September 2021 dan data peta *Digital Elevation Model (DEM)*.

Studi ini dimulai dengan pengolahan data DEM untuk pembuatan peta DAS Way Apu, pembuatan peta lokasi pos hujan observasi (*ground station*), penentuan koordinat dan pembuatan grid GPM- IMERG menggunakan bantuan perangkat ArcGIS 10.4. Melakukan rekapitulasi ketersediaan data pada setiap pos hujan observasi, sebaiknya dengan rentang data dari tahun 2000 sesuai ketersediaan data hujan GPM atau minimal data 10 (sepuluh) tahun pengamatan kemudian dilakukan pengujian kualitas dan konsistensi data hujan observasi menggunakan cara RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*). Selanjutnya dilakukan perhitungan koefisien korelasi antara data GPM-IMERG bulanan dengan data *ground station*, kemudian penentuan faktor koreksi dengan analisis regresi dan validasi untuk data curah hujan satelit dibandingkan menggunakan data *ground station* dengan nilai determinasi ( $R^2$ ) tertinggi.

**2.1. Data Hidrologi**

Data hidrologi merupakan kumpulan informasi atau fakta tentang fenomena hidrologi yang biasanya digunakan sebagai data masukan yang sangat penting bagi perencanaan, pengelolaan dan pemanfaatan sumber daya air. Untuk memperoleh data yang dapat mewakili jumlah curah hujan di DAS tertentu, diperlukan pos hujan dengan jumlah dan kerapatan tertentu. Semakin banyak pos hujan yang digunakan, semakin akurat dan teliti analisis yang dilakukan (Pariarta & Suriantara, 2012).

**Tabel 1.** Kriteria koefisien korelasi (Krisnayanti, Welkis, Hepy, & Legono, 2020)

Korelasi (R)	Keterangan
0	Tidak ada korelasi
>0 - 0,25	Korelasi sangat lemah
>0,25 – 0,50	Korelasi cukup
>0,50 – 0,75	Korelasi kuat
>0,75 – 0,99	Korelasi sangat kuat
1,00	Sempurna

**2.2. Data Hujan Satelit**

Data curah hujan berbasis satelit yang dipakai dalam studi ini merupakan data *Global Precipitation Measurement Mission- The Integrated Multi- satellite Retrievals for GPM (GPM-IMERG)*. Pemilihan data satelit ini berdasarkan oleh penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa produk GPM-IMERG memperlihatkan performa yang lebih baik dibandingkan dengan GSMaP dan CHIRPS di Pulau Bali (Liu, Aryastana, Liu, & Huang, 2020). IMERG merupakan komponen satelit GPM yang difungsikan untuk menakar besaran intensitas hujan di wilayah subtropis dan tropis, beresolusi ruang dengan grid  $0,1^\circ \times 0,1^\circ$ , resolusi temporal 30 menit serta mencakup wilayah antara  $60^\circ\text{LU}$  sampai dengan  $60^\circ\text{LS}$  (Samosir et al., 2020). Satelit GPM menyediakan data dalam periode 3-jaman, harian, 5 harian serta bulanan yang dapat diunduh (*download*) melalui *website* <https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/> agar diperoleh data dengan luasan sesuai wilayah penelitian (Partarini et al., 2021).

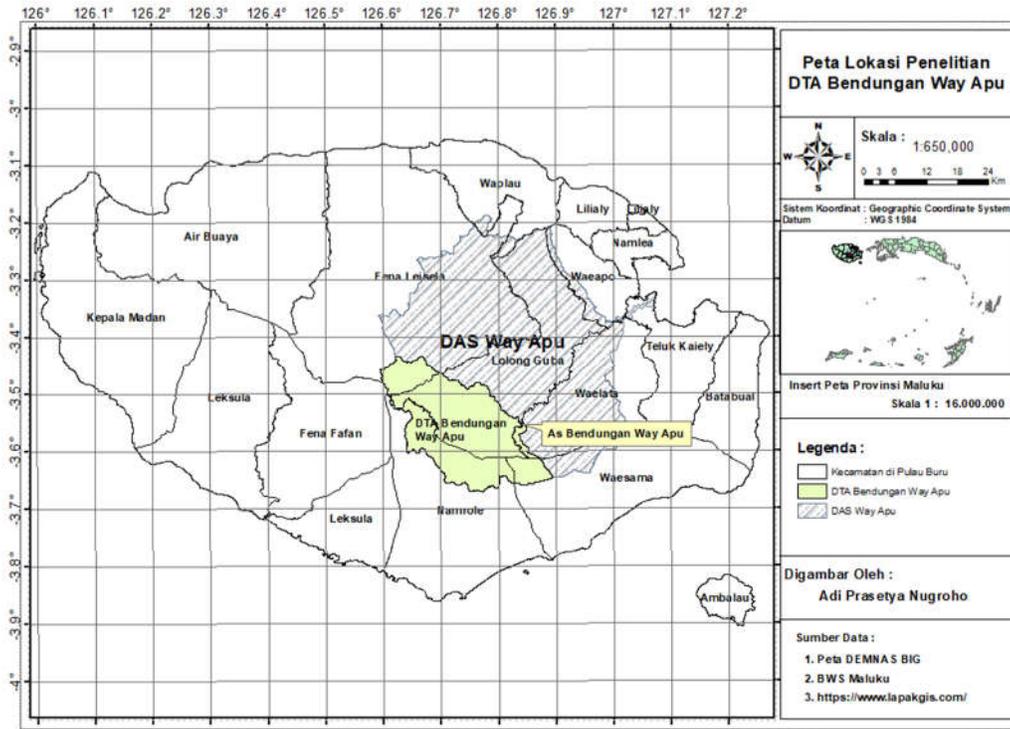
**2.3. Koreksi atau Kalibrasi Data Hujan Satelit**

Umumnya, besaran curah hujan yang diukur oleh satelit tidak sesuai dengan data hujan yang diamati secara langsung (*ground station*), sehingga memerlukan koreksi atau kalibrasi. Ketidaksesuaian ini bisa terjadi karena adanya ketidakpastian penggunaan sensor (Tang et al., 2016), metode pengambilan data yang berbeda (Sadeghi et al., 2019). Faktor lainnya bisa dipengaruhi oleh letak geografis dan topografis, karakteristik awan, musim serta iklim (Sun et al., 2018). Koreksi bias ini dilakukan untuk menyesuaikan nilai hujan yang diperoleh melalui satelit dengan nilai hujan pengamatan (*ground station*) (Partarini et al., 2021).

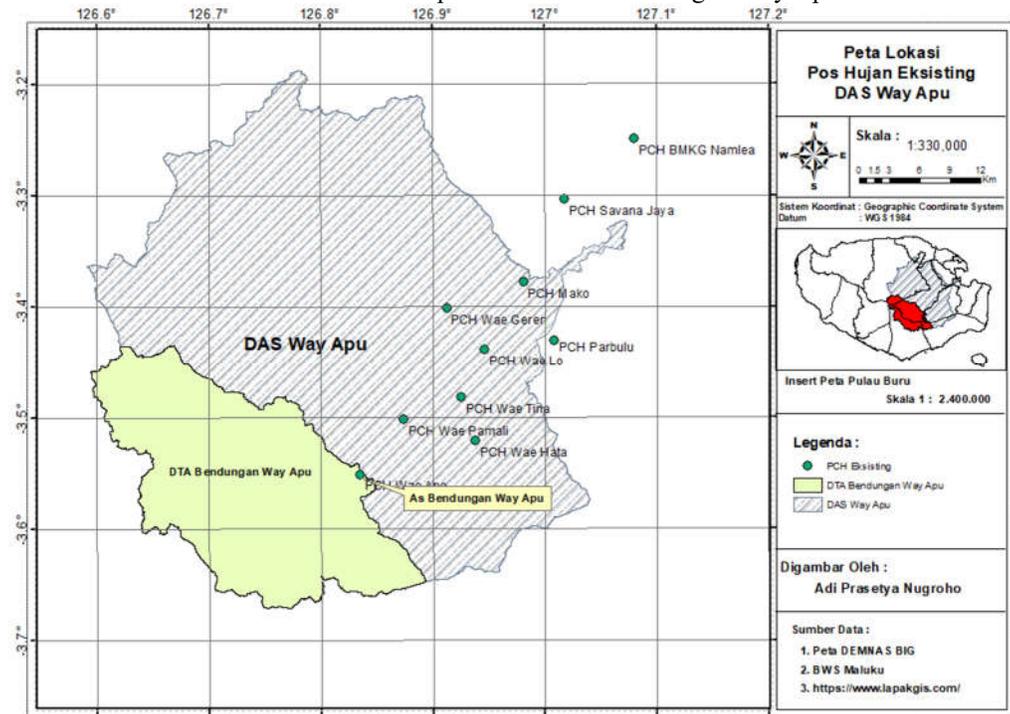
Kalibrasi pada sebuah model merupakan mekanisme pemilihan gabungan berbagai parameter. Dalam istilah lain, upaya yang dilakukan untuk memperbaiki korelasi data hidrologi yang disimulasikan dengan mengoptimalkan nilai parameter agar sesuai dengan data observasi. Analisis pemodelan hidrologi sering menggunakan metode analisis regresi karena metode ini memungkinkan untuk menghubungkan antara satu variabel dengan variabel lainnya (Marta et al., 2022). Koreksi bias dilakukan dengan memanfaatkan metode regresi eksponensial, regresi linear, regresi power dan regresi logaritmik untuk menggambarkan korelasi atau hubungan data hujan satelit dengan data hujan *ground station* (Mamenun, Pawitan, & Sopaheluwakan, 2014).

**Tabel 2.** Kriteria nilai NSE (Jarwanti et al., 2021)

NSE	Keterangan
$\text{NSE} > 0,75$	Baik
$0,36 < \text{NSE} < 0,75$	Memenuhi
$\text{NSE} < 0,36$	Tidak memenuhi



Gambar 1. Peta lokasi penelitian DTA Bendungan Way Apu



Gambar 2. Peta lokasi pos hujan observasi eksisting di DAS Way Apu

#### 2.4. Validasi Data Hujan Satelit

Validasi merupakan sebuah mekanisme evaluasi yang dilakukan pada model agar diperoleh deskripsi yang lebih jelas mengenai ukuran ketidakpastian dari sebuah

model untuk memperkirakan siklus hidrologi (Partarini et al., 2021). Tahap validasi berguna untuk menilai efektivitas cara koreksi bias yang dipakai. Dalam melakukan validasi pada data yang telah dikoreksi,

**Tabel 3.** Pos curah hujan eksisting di DAS Way Apu (BWS Maluku 2023)

No	Pos Curah Hujan	Panjang Data	Uji Konsistensi RAPS
1	PCH Savana Jaya	2008- 2022	Konsisten
2	Pos Klimat Mako	2016- 2022	Konsisten
3	PCH Parbulu	2015- 2022	Konsisten
4	PCH Wae Lo	2016- 2022	Konsisten
5	PCH Wae Geren	2010- 2022	Konsisten
6	PCH Wae Tina	2009- 2022	Konsisten
7	PCH Wae Hata	2016- 2022	Tidak Konsisten
8	PCH Wae Pamali	2015- 2020	Tidak Konsisten
9	PCH Wae Apo	2020- 2022	Tidak Konsisten
10	Stasiun Namlea	2000- 2022	Konsisten

digunakan data yang tidak termasuk dalam periode kalibrasi (Indarto, 2012). Pada tahap ini, terdapat 4 (empat) persamaan yang digunakan, yaitu Kesalahan Relatif (KR), *Nash-Sutcliffe Efficiency* (NSE), Koefisien Korelasi (R) dan *Root Mean Squared Error* (RMSE) (Mamenun et al., 2014). Sekumpulan data dikategorikan baik apabila mempunyai nilai R (koefisien korelasi) dan NSE paling besar (mendekati angka 1) serta memiliki nilai RMSE dan KR yang paling kecil. Apabila sekumpulan data mempunyai hasil seperti pada ketentuan di atas, maka data dapat dikatakan akurat dan semakin mendekati hasil observasi di lapangan (Nuramalia & Lasminto, 2022). Kriteria nilai koefisien korelasi dapat dilihat pada Tabel 1. Sedangkan kriteria nilai *Nash-Sutcliffe Efficiency* (NSE) seperti pada Tabel 2.

**3. Hasil dan Pembahasan**

**3.1. Deskripsi Lokasi Penelitian**

Daerah Tangkapan Air (DTA) Bendungan Way Apu dengan luas 451,63 km<sup>2</sup> berada pada hulu DAS Way Apu di Pulau Buru, Provinsi Maluku yang memiliki luas sebesar 1770 km<sup>2</sup> dengan sungai utama yaitu Sungai Way Apu sepanjang 77,28 km. Sungai ini berhulu di lereng bukit Danau Rana dan mengalir ke muara yang terletak di Teluk Kayeli. Kondisi topografi DAS Way Apu termasuk daerah pegunungan di hulu dan dataran rendah di

hilirnya, memiliki banyak anak sungai dan bentuk DAS tipe Kipas seperti terlihat pada Gambar 1.

**3.2. Ketersediaan Data dan Uji Konsistensi Data**

Pada DAS Way Apu terdapat instrumentasi pengamatan hidrologi berupa pos curah hujan yang berada di dataran bagian hilir dari Bendungan Way Apu, sedangkan pada daerah tangkapan air (DTA) Bendungan Way Apu belum terdapat pos curah hujan seperti terlihat pada Gambar 2. Kondisi eksisting saat ini di DAS Way Apu terdapat 8 (delapan) pos curah hujan dan 1 (satu) pos klimatologi yang dimiliki oleh Balai Wilayah Sungai Maluku serta 1 (satu) stasiun meteorologi yang dimiliki oleh BMKG Stasiun Meteorologi Kelas II Pattimura Ambon. Dari data yang tersedia kemudian dilakukan pengujian kualitas dan konsistensi data metode RAPS. Rekapitulasi hasil perhitungan seperti pada Tabel 3.

Hasil uji konsistensi metode RAPS diperoleh 3 (tiga) pos curah hujan dengan data yang tidak konsisten yaitu PCH Wae Hata, PCH Wae Pamali dan PCH Wae Apo. Selain itu berdasarkan panjang data hanya 4 pos curah hujan yang memiliki data lebih dari 10 (sepuluh) tahun pengamatan dan dapat disertakan dalam analisa selanjutnya yaitu PCH Savana Jaya, PCH Wae Geren, PCH Wae Tina dan Stasiun Meteorologi Namlea. Seperti Pos Hujan Polen yang hanya mempunyai rentang data 8 (delapan) tahun sehingga tidak disertakan dalam analisa

**Tabel 4.** Nilai RMSE dan koefisien korelasi (R) di 4 (empat) pos hujan pada DAS Way Apu

Pos Curah Hujan	Panjang Data	Grid GPM	GPM vs PCH	
			R	RMSE
Stasiun Namlea	2000- 2021	1	0,72	113,74
PCH Savana Jaya	2008- 2021	2	0,63	155,05
PCH Wae Geren	2010- 2021	3	0,28	214,92
PCH Wae Tina	2009- 2021	3	0,71	117,68

selanjutnya (Krisnayanti, Welkis, Hepy, & Legono, 2020).

**3.3. Pengujian Data Bulanan Pos Hujan Observasi dan GPM-IMERG**

Data hujan satelit GPM-IMERG sebelum digunakan dalam pemodelan hidrologi, perlu dilakukan pengujian terlebih dahulu mengenai kecocokan maupun kesesuaian data yang terukur dengan data dari pos hujan observasi. Penomoran pada grid GPM-IMERG pada Tabel 4 ditentukan menurut letak koordinat pos curah hujan yang ada (Krisnayanti et al., 2020). Stasiun Namlea pada grid 1 antara 127° - 127,1° BT dan 3,2° - 3,3° LS, PCH Savana Jaya pada grid 2 antara 127° - 127,1° BT dan 3,3° - 3,4° LS, PCH Wae Geran dan PCH Wae Tina pada grid 3 antara 126,9° - 127° BT dan 3,4° - 3,5° LS seperti pada Gambar 3.

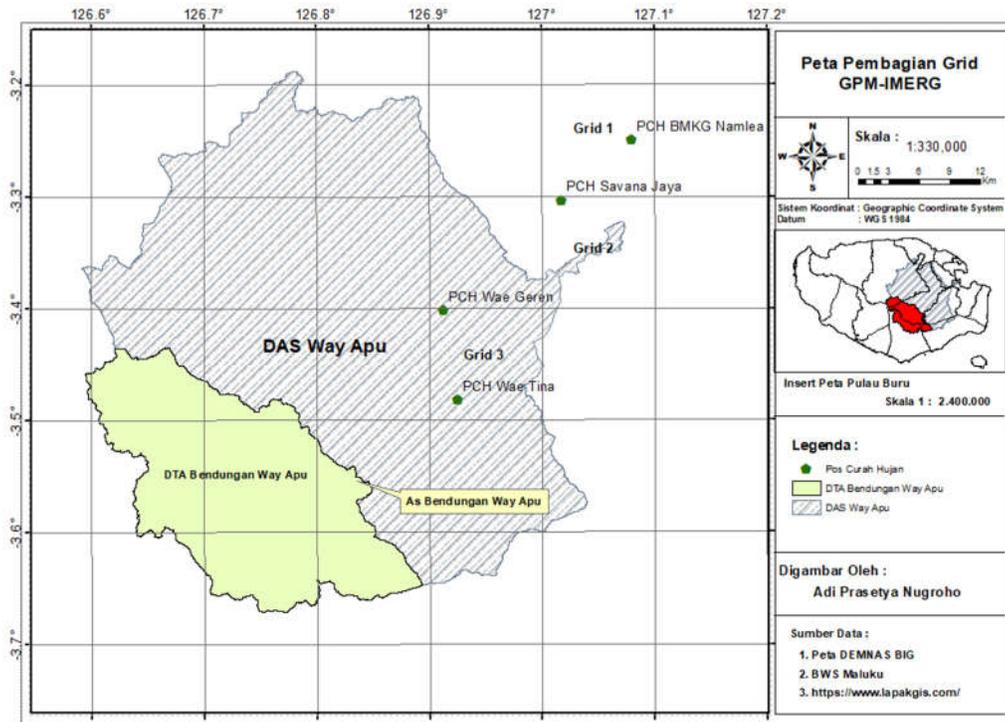
Pemeriksaan data GPM-IMERG dengan pos hujan observasi (*ground station*) di DAS Way Apu dilakukan dengan membandingkan antara kedua pola data hujan tersebut seperti dapat dilihat pada Gambar 4. Selain itu, dilakukan perhitungan besaran nilai *Root Mean Squared Error* (RMSE) maupun nilai korelasi (R) untuk 4 (empat) pos hujan observasi (*ground station*) yang dibandingkan dengan data GPM-IMERG. Hasil perbandingan tersebut menunjukkan bahwa data hujan bulanan memiliki pola curah hujan yang cukup konsisten apabila dibandingkan dengan data 3 (tiga) pos curah hujan pada DAS Way Apu yaitu Stasiun Namlea, PCH Savana Jaya dan PCH Wae Tina, dengan koefisien korelasi sebesar 0,63- 0,72 yang

menunjukkan interpretasi korelasi kuat. Sedangkan 1 (satu) pos curah hujan yaitu PCH Wae Geran dengan nilai koefisien korelasi 0,28 yang menunjukkan interpretasi korelasi cukup. Seperti studi yang telah ada, sebelum dilaksanakan proses kalibrasi maupun koreksi, perlu dilakukan perhitungan nilai koefisien korelasi data hujan pengamatan dengan data GPM-IMERG dan CHIRPS di DAS Selorejo dengan hasil > 0,79 yang menunjukkan korelasi interpretasi sangat kuat (Partarini et al., 2021). Rekapitulasi perhitungan nilai RMSE dan koefisien korelasi (R) dapat dilihat pada Tabel 4.

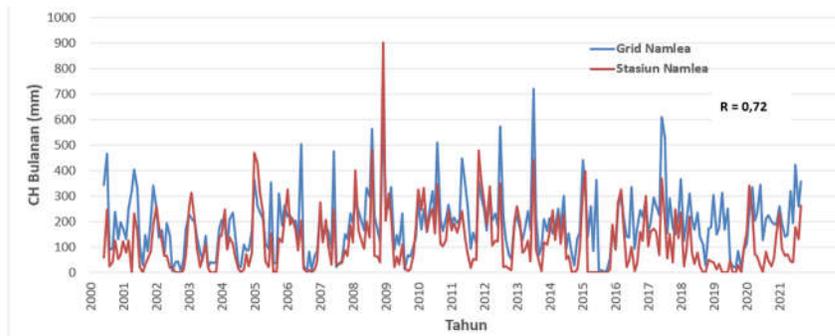
Dari rekapitulasi hasil perhitungan pada Tabel 4, dapat ditarik kesimpulan bahwa PCH Wae Geran tidak dapat dipakai untuk koreksi disebabkan oleh nilai koefisien korelasi yang dihasilkan sebesar 0,28, kurang dari nilai 0,60. Kualitas data hujan periode bulanan dianggap baik apabila nilai koefisien korelasinya sebesar 0,60 atau lebih (Mamenun et al., 2014). Selanjutnya pada data hujan observasi (*ground station*) yang telah memenuhi kriteria nilai koefisien korelasi > 0,60 dilaksanakan kalibrasi dan validasi data untuk penentuan faktor koreksi yaitu Stasiun Namlea, PCH Savana Jaya dan PCH Wae Tina.

**3.4. Kalibrasi Data Hujan Satelit**

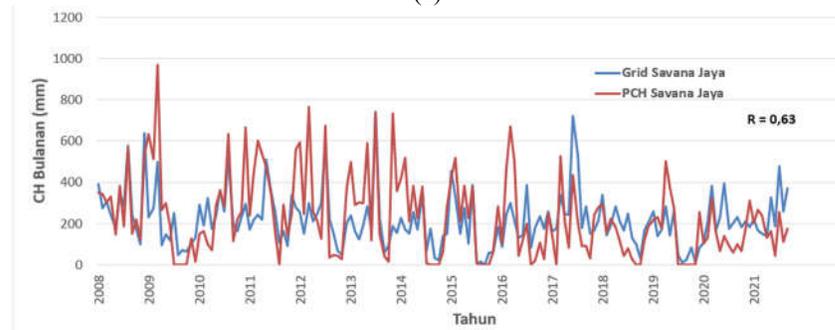
Guna memperoleh data GPM-IMERG terkoreksi harus dilakukan kalibrasi data terlebih dahulu. Tahapan kalibrasi data dilaksanakan dengan membagi rentang data menjadi dua kelompok (Indarto, 2012). Proses kalibrasi menghasilkan faktor koreksi yang digunakan dalam



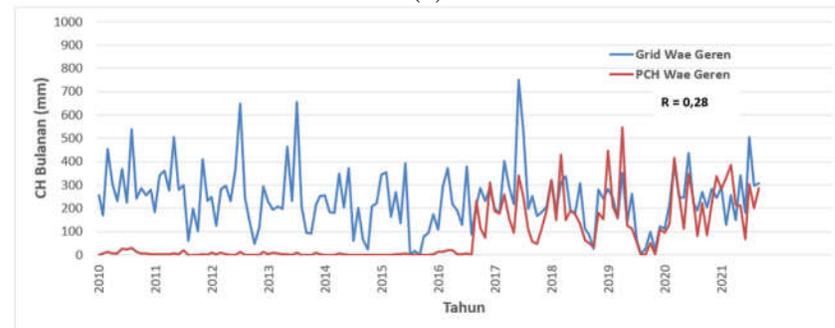
Gambar 3. Pembagian grid GPM-IMERG



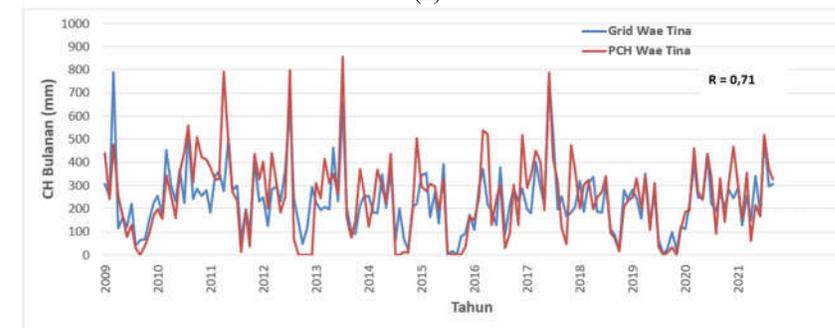
(a)



(b)



(c)



(d)

**Gambar 4.** Hubungan data curah hujan periode bulanan Stasiun Hujan Namlea (a), Pos Curah Hujan Savana Jaya (b), Pos Curah Hujan Wae Geren (c) dan Pos Curah Hujan Wae Tina (d)

persamaan regresi. Faktor koreksi ini diperoleh dengan memilih koefisien determinasi ( $R^2$ ) tertinggi dari setiap persamaan regresi yang dihasilkan dari *scatter plot* pada

perangkat Microsoft Excel (Mamenun et al., 2014). Untuk proses kalibrasi, angka  $R^2$  dihitung berdasarkan periode tahun yang dipakai.

**Tabel 5.** Rekapitulasi hasil perhitungan kalibrasi

	Periode	Regresi	Persamaan	R <sup>2</sup>
Stasiun Namlea	13: 9	<i>Linier Intercept</i>	y = 0,7464x	0,8006
	17: 5	<i>Linier Intercept</i>	y = 0,7215x	0,7938
	21; 1	<i>Linier Intercept</i>	y = 0,6645x	0,7611
PCH Savana Jaya	8: 6	<i>Linier Intercept</i>	y = 1,1971x	0,7996
	11: 3	<i>Linier Intercept</i>	y = 1,0823x	0,7566
	13: 1	<i>Linier Intercept</i>	y = 1,0586x	0,7489
PCH Wae Tina	8: 5	<i>Linier Intercept</i>	y = 1,0703x	0,8603
	10: 3	<i>Linier Intercept</i>	y = 1,0620x	0,8660
	12: 1	<i>Linier Intercept</i>	y = 1,0659x	0,8745

Pada studi ini, kalibrasi data dibagi ke dalam 3 (tiga) skenario berdasarkan dari rentang data masing-masing pos hujan observasi (*ground station*). Stasiun Namlea dengan rentang data 22 tahun (2000- 2021) digunakan 13, 17 dan 21 tahun kalibrasi. Untuk PCH Savana Jaya dengan panjang data 14 tahun (2008- 2021) dilakukan 8, 11 dan 13 tahun kalibrasi. Sedangkan pada PCH Wae Tina yang memiliki panjang data 13 tahun (2009- 2021) digunakan 8, 10 dan 12 tahun kalibrasi.

Dari hasil perhitungan diperoleh bahwa persamaan regresi yang paling baik untuk 3 (tiga) pos curah hujan di DAS Way Apu adalah persamaan regresi *linier intercept* dan nilai koefisien determinasi (R<sup>2</sup>) antara 0,7489 sampai dengan 0,8745. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Partarini et al., 2021) yang menyebutkan bahwa metode regresi dengan persamaan linier adalah yang paling sesuai untuk metode koreksi data satelit GPM-IMERG dan CHIRPS di DAS Selorejo. Rekapitulasi hasil perhitungan kalibrasi dapat dilihat pada Tabel 5.

Berdasarkan hasil analisis dari 3 (tiga) pos curah hujan seperti pada Tabel 5 di atas, PCH Wae Tina memiliki faktor koreksi data curah hujan GPM-IMERG yang paling baik yaitu dengan menggunakan persamaan regresi *linier intercept*  $y = 1,0659x$  dan koefisien determinasi (R<sup>2</sup>) sebesar 0,8745 pada periode 12 (dua belas) tahun kalibrasi, sedangkan PCH Savana Jaya memiliki nilai koefisien determinasi (R<sup>2</sup>) paling rendah

yaitu 0,7489 dengan persamaan *linier intercept*  $y = 1,0586x$  pada periode 13 (tiga belas) tahun kalibrasi.

**3.5. Validasi Data Hujan Satelit**

Tahapan validasi dilakukan pada 3 (tiga) pos curah hujan yang telah dilakukan kalibrasi menggunakan data curah hujan pada tahun yang tidak termasuk dalam rentang periode kalibrasi (Indarto, 2012). Pada studi ini, validasi data dibagi ke dalam 3 (tiga) skenario berdasarkan dari rentang data masing- masing pos hujan observasi (*ground station*) di luar data yang digunakan untuk kalibrasi yaitu Stasiun Namlea digunakan 9, 5 dan 1 tahun validasi. PCH Savana Jaya dilakukan 6, 3 dan 1 tahun validasi. Sedangkan pada PCH Wae Tina digunakan 5, 3 dan 1 tahun validasi. Rekapitulasi hasil perhitungan validasi dapat dilihat pada Tabel 6.

Hasil perhitungan validasi pada 3 (tiga) pos curah hujan di DAS Way Apu untuk 3 (tiga) rentang data hujan berbeda seperti pada Tabel 6, skenario validasi periode 3 (tiga) tahun pada PCH Wae Tina merupakan yang paling baik yaitu sebelum dikoreksi memiliki nilai NSE sebesar 0,777 yang menunjukkan interpretasi baik, nilai RMSE 68,173, nilai KR 4,720 dan koefisien korelasi sebesar 0,887 yang menunjukkan interpretasi korelasi sangat kuat. Sedangkan setelah dikoreksi diperoleh nilai NSE sebesar 0,789 dengan interpretasi baik, nilai RMSE 66,402, nilai KR 1,180 dan koefisien korelasi 0,887 yang menunjukkan interpretasi korelasi sangat kuat.

**Tabel 6.** Rekapitulasi hasil perhitungan validasi

Periode	GPM Sebelum Terkoreksi				GPM Setelah Terkoreksi				
	RMSE	NSE	R	KR	RMSE	NSE	R	KR	
Stasiun Namlea	13: 9	131,140	-0,654	0,674	-92,016	89,806	0,224	0,674	-43,320
	17: 5	146,835	-1,701	0,624	-123,74	93,810	-0,102	0,624	-61,430
	21; 1	150,658	-2,481	0,589	-104,08	78,307	0,059	0,589	-35,610
PCH Savana Jaya	8: 6	138,465	0,068	0,508	-25,409	164,770	-0,320	0,508	-50,120
	11: 3	123,997	-0,106	0,453	-31,800	133,661	-0,285	0,453	-21,780
	13: 1	140,208	-3,006	0,220	-45,110	153,291	-3,788	0,220	-53,620
PCH Wae Tina	8: 5	87,558	0,674	0,828	6,363	86,808	0,679	0,828	0,220
	10: 3	68,173	0,777	0,887	4,720	66,402	0,789	0,887	1,180
	12: 1	66,881	0,746	0,860	0,600	68,721	0,732	0,860	5,950

PCH Savana Jaya pada skenario validasi periode 1 (satu) tahun menunjukkan hasil yang paling rendah yaitu sebelum dikoreksi memiliki nilai NSE sebesar -3,006 menunjukkan interpretasi tidak memenuhi, nilai RMSE 140,208, nilai KR -45,110 dan koefisien korelasi sebesar 0,220 yang menunjukkan interpretasi korelasi sangat lemah. Sedangkan setelah dikoreksi diperoleh nilai NSE sebesar -3,788 dengan interpretasi tidak memenuhi, nilai RMSE 153,291, nilai KR -53,620 dan koefisien korelasi 0,220 yang menunjukkan interpretasi korelasi sangat lemah.

#### 4. Kesimpulan

Perbandingan data hujan satelit GPM-IMERG dengan data hujan observasi (*ground station*) menunjukkan bahwa data bulanan memiliki pola curah hujan yang cukup konsisten apabila dibandingkan dengan data 3 (tiga) stasiun curah hujan pada DAS Way Apu yaitu Stasiun Namlea, PCH Savana Jaya dan PCH Wae Tina, dengan koefisien korelasi masing-masing secara berurutan sebesar 0,72, 0,63 dan 0,71 yang menunjukkan interpretasi korelasi kuat. Dari hasil perhitungan validasi untuk 3 (tiga) rentang data hujan berbeda, skenario validasi periode 3 (tiga) tahun pada PCH Wae Tina memiliki hasil yang paling baik dalam kondisi sebelum maupun sesudah dikoreksi dengan faktor koreksi data curah hujan GPM-IMERG menggunakan persamaan regresi *linier intercept*  $y = 1,0620x$  dan koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,8660. Berdasarkan hasil perhitungan faktor koreksi maupun validasi data hujan GPM-IMERG terhadap data hujan observasi di luar DTA Bendungan Way Apu, maka data curah hujan satelit GPM-IMERG telah sesuai dan dapat digunakan untuk analisa hidrologi pada DTA Bendungan Way Apu yang belum terdapat pos hujan observasi (*ground station*). Mengingat terbatasnya data hujan observasi yang digunakan dalam studi ini, sebaiknya untuk studi selanjutnya dapat menggunakan data dengan rentang yang lebih panjang untuk masing-masing pos hujan observasi (*ground station*) atau sesuai dengan rentang data hujan satelit GPM-IMERG yang akan digunakan. Selain itu dalam penentuan faktor koreksi data hujan satelit dapat menggunakan beberapa metode selain analisis regresi.

#### Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam pengerjaan penelitian ini khususnya kepada Fakultas Teknik Universitas Diponegoro dan Balai Wilayah Sungai Maluku c.q. SNVT Pembangunan Bendungan BWS Maluku yang telah membantu terkait data penelitian dan memberi arahan serta masukan agar studi ini dapat selesai dan berguna untuk instansi terkait.

#### Daftar Pustaka

- Azka, M. A., Sugianto, P. A., Silitonga, A. K., & Nugraheni, I. R. (2018). Uji Akurasi Produk Estimasi Curah Hujan Satelit GPM IMERG Di Surabaya, Indonesia. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, 19(2), 83. <https://doi.org/10.29122/jstmc.v19i2.3153>
- Blumenfeld, J. (2015). *From TRMM to GPM: The Evolution of NASA Precipitation Data | Earthdata*.
- Faisol, A., & Novita, E. (2019). *An Evaluation of Daily Precipitation Data from Global Precipitation Measurement (GPM) version 6th in West Papua*.
- Indarto. (2012). *Hidrologi Dasar Teori dan Contoh Aplikasi Model Hidrologi*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Jarwanti, D. P., Suhartanto, E., & Fidari, J. S. (2021). *(Tropical Rainfall Measuring Mission)*. 1(2).
- Krisnayanti, D. S., Welkis, D. F. B., Hepy, F. M., & Legono, D. (2020). Evaluasi Kesesuaian Data Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) dengan Data Pos Hujan Pada Das Temef di Kabupaten Timor Tengah Selatan. *Jurnal Sumber Daya Air*, 16(1), 51–62. <https://doi.org/10.32679/jsda.v16i1.646>
- Liu, C.-Y., Aryastana, P., Liu, G.-R., & Huang, W.-R. (2020). Assessment of satellite precipitation product estimates over Bali Island. *Atmospheric Research*, 244, 105032. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2020.105032>
- Mamenu, M., Pawitan, H., & Sopaheluwakan, A. (2014). Validasi dan Koreksi Data Satelit TRMM Pada Tiga Pola Hujan di Indonesia. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 15(1). <https://doi.org/10.31172/jmg.v15i1.169>
- Marta, S. D., Suhartanto, E., & Fidari, J. S. (2022). *Validasi Data Curah Hujan Satelit dengan Data Stasiun Hujan di DAS Ngasinan Hulu, Kabupaten Trenggalek, Jawa Timur*. 3(1).
- Nuramalia, R., & Lasminto, U. (2022). Keandalan Data Curah Hujan Satelit TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) Terhadap Data Curah Hujan Stasiun Bumi pada Beberapa Sub DAS di DAS Brantas. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 20(2), 207. <https://doi.org/10.12962/j2579-891X.v20i2.12015>
- Pariarta, P. G. S., & Suriantara, G. (2012). Analisis pola penempatan dan jumlah stasiun hujan berdasarkan persamaan Kagan pada DAS Keduang Waduk Wonogiri. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 16(1).
- Partarini, N. M. C., Sujono, J., & Pratiwi, E. P. A. (2021). Koreksi dan Validasi Data Curah Hujan Satelit GPM-IMERG dan CHIRPS di DAS Selorejo,

- Kabupaten Malang. *Prosiding CEEDRiMS 2021*, 149–156.
- Sadeghi, M., Asanjan, A. A., Faridzad, M., Nguyen, P., Hsu, K., Sorooshian, S., & Braithwaite, D. (2019). PERSIANN-CNN: Precipitation Estimation from Remotely Sensed Information Using Artificial Neural Networks–Convolutional Neural Networks. *Journal of Hydrometeorology*, 20(12), 2273–2289. <https://doi.org/10.1175/JHM-D-19-0110.1>
- Samosir, D. Y., Yuliara, I. M., & Prasetia, R. (2020). Comparison and Analysis of Rainfall Spatial Patterns IMERG (Integrated Multi-Satellite Retrievals for GPM) Data and Observation Data on Bali Province. *BULETIN FISIKA*, 22(2), 67. <https://doi.org/10.24843/BF.2021.v22.i02.p03>
- Sanjaya, S., Yudianto, D., Adidarma, W., & Fitriana, F. (2022). Studi Pemanfaatan Curah Hujan Bulanan Satelit GPM di Kawasan Bandung Raya dengan Validasi Silang Monte-Carlo. *Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil (JRKMS)*, 31–40. <https://doi.org/10.54367/jrkms.v5i1.1804>
- Sarwanta, S. (2020). Studi Rasionalisasi Pos Hidrologi di Wilayah Sungai Benaran Di Provinsi Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Rekayasa Infrastruktur*, 6(1), 25–31.
- Sun, Q., Miao, C., Duan, Q., Ashouri, H., Sorooshian, S., & Hsu, K. (2018). A Review of Global Precipitation Data Sets: Data Sources, Estimation, and Intercomparisons. *Reviews of Geophysics*, 56(1), 79–107. <https://doi.org/10.1002/2017RG000574>
- Tang, G., Zeng, Z., Long, D., Guo, X., Yong, B., Zhang, W., & Hong, Y. (2016). Statistical and Hydrological Comparisons between TRMM and GPM Level-3 Products over a Midlatitude Basin: Is Day-1 IMERG a Good Successor for TMPA 3B42V7? *Journal of Hydrometeorology*, 17(1), 121–137. <https://doi.org/10.1175/JHM-D-15-0059.1>