

# Analisis Perbandingan Keandalan Data Hujan GSMaP, TRMM, GPM dan PERSIANN Terhadap Data Observasi Dalam Rentang Waktu Penelitian 2020-2021

Received 7<sup>th</sup> June 2022  
Accepted 20<sup>th</sup> July 2022  
Published 31<sup>th</sup> July 2022

Open Access

Ferial Asferizal <sup>\*a</sup>

<sup>a</sup> Program Studi Rekayasa Tata Kelola Air Terpadu, Institut Teknologi Sumatera, Lampung

\* Koresponden E-mail: [ferial.asferizal@tka.itera.ac.id](mailto:ferial.asferizal@tka.itera.ac.id)

**Abstract:** The utilization of rain data from satellites can be used at points that are not caught by the observation rainfall measuring station. By comparing satellite rain data and observational rain data from previous studies from 2020 to 2021 in every region in Indonesia, the effectiveness of satellite data can be known. From the studies that have been carried out, Rainfall data from GSMaP have significant similarities against observational data at global study sites. With 7 (seven) studies using the Pearson correlation method, K-means clustering on blending data, RMSE, direct visual analysis on maps, Standardized Precipitation Index (SPI), descriptive analysis method with reference, field data with statistical average rainfall variability and simulation. Weather Research and Forecasting Advance Research (WRF-ARW) version 4.0 proves the reliability of the data. In addition, research using TRMM data shows the accuracy of observation data in the Central Java area, and also West Papua, while the GPM and PERSIANN rainfall data have accuracy in the East Nusa Tenggara area on a monthly scale. Although it has a fairly good spatial, no research represents the superiority of CHIRPS rainfall data in the range of years from observation.

**Keywords:** BMKG, Rain data, GSMaP, Indonesia, Satellite

**Abstrak:** Pemanfaatan data hujan dari satelit dapat digunakan pada titik-titik yang tidak tertangkap oleh stasiun pengukur curah hujan pengamatan. Dengan membandingkan data hujan satelit dan data hujan observasi dari penelitian sebelumnya dari tahun 2020 hingga 2021 di setiap wilayah di Indonesia, maka dapat diketahui efektifitas data satelit. Dari studi yang telah dilakukan, data Curah Hujan dari GSMaP memiliki kemiripan yang signifikan dengan data observasi di lokasi studi global. Dengan 7 (tujuh) penelitian menggunakan metode korelasi Pearson, *K-means clustering* pada *blending* data, RMSE, analisis visual langsung pada peta, *Standardized Precipitation Index* (SPI), metode analisis deskriptif dengan referensi, data lapangan dengan statistik variabilitas curah hujan rata-rata dan simulasi. *Weather Research and Forecasting Advance Research* (WRF-ARW) versi 4.0 membuktikan keandalan data. Selain itu, penelitian dengan menggunakan data TRMM menunjukkan keakuratan data pengamatan di wilayah Jawa Tengah, dan juga Papua Barat, sedangkan data curah hujan GPM dan PERSIANN memiliki akurasi di wilayah Nusa Tenggara Timur dalam skala bulanan. Meskipun memiliki spasial yang cukup baik, belum ada penelitian yang merepresentasikan keunggulan data curah hujan CHIRPS dalam rentang tahun dari pengamatan.

**Kata Kunci :** BMKG, Data hujan, GSMaP, Indonesia, Satelit

## Pendahuluan

Data hujan sangatlah penting, karena sering digunakan untuk perhitungan perencanaan infrastruktur air, daerah aliran sungai, pembangkit listrik tenaga air, pencegahan banjir, irigasi, pemenuhan kebutuhan air baku dan mengatasi kekeringan. Data hujan didapatkan dari pengukur curah hujan yang terdapat di stasiun hujan yang dikelola oleh Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG). Data curah hujan tersebut disebut juga data hujan observasi, namun saat ini sudah terdapat satelit yang dapat digunakan untuk mendapatkan data curah hujan. Beberapa penelitian

telah dilakukan di Indonesia untuk membandingkan data curah hujan observasi terhadap data curah hujan satelit.

Pada tahun 2020 hingga 2021, para akademisi, praktisi, dan lembaga keahlian, telah memanfaatkan teknologi yang terkait dengan *remote sensing*. Data satelit, khususnya dalam menentukan curah hujan, telah banyak dibandingkan terhadap data observasi. Satelit yang dijadikan perbandingan adalah TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*), GPM (*Global Precipitation Mission*), GSMaP (*Global Satellite Mapping of Precipitation*), PERSIANN (*Precipitation Estimation from Remotely Sensed Information using Artificial*

*Neural Network*) dan CHIRPS (*Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station*). Di Indonesia data observasi yang digunakan adalah data *online* dari stasiun hujan BMKG. Para peneliti melakukan perbandingan yang terbatas pada jumlah satelit yang digunakan terhadap data observasi, seperti pada penelitian yang mengkaji perbandingan data hujan satelit GPM, PERSIANN-CDR, dan GCM CanESM2 terhadap data hujan BMKG [1]; ada juga yang mengkaji perbandingan data hujan satelit TRMM, GPM dan CHIRPS terhadap *Automatic Weather Station (AWS)* BMKG [2] dan yang mengkaji perbandingan data hujan satelit GSMaP terhadap data hujan BMKG [3]; selain itu perbandingan antara data hujan satelit terhadap BMKG dapat dilihat pada tabel 1. Oleh karena itu analisis ini akan mengedepankan hampir keseluruhan data satelit yang ada di dunia, dengan melakukan perbandingan hampir keseluruhan data satelit yang ada terhadap data observasi.

Akademisi, praktisi dan lembaga atau instansi yang memiliki kepentingan dalam mengolah data curah hujan, dapat menjadikan hasil analisis ini untuk mengambil keputusan, sehingga lebih efisien dalam melakukan pengolahan data. Perbandingan antara data hujan satelit dengan observasi bukan berarti data hujan satelit yang tidak terpilih pada analisis menghasilkan data yang tidak bisa digunakan, namun bisa digunakan juga untuk dilakukan perbandingan terhadap data observasi di masa yang akan datang jika telah dilakukan pemutakhiran teknologi pada satelit yang mengukur presipitasi. Jangka waktu pemutakhiran data satelit tidak dapat ditentukan melalui analisis, pemutakhiran data hanya dapat ditentukan oleh instansi yang mengembangkan data satelit tersebut.

Dari hasil perbandingan data curah hujan satelit yang dibahas pada paragraf di atas, maka belum ada analisis yang mengedepankan perbandingan data hujan satelit secara hampir keseluruhan yang ada di dunia terhadap data observasi. Dalam penelitian ini, analisis perbandingan data curah hujan dilakukan melalui penelitian yang didapatkan melalui mesin pencarian *google scholar*, yang wilayah penelitiannya di Indonesia, namun tidak dibatasi pada daerah tertentu, selain itu pengambilan referensi penelitian dibatasi hanya 10 penelitian yang pernah dilakukan selama tahun 2020 sampai dengan tahun 2021, dan juga pembahasan penelitian tidak membahas terkait dengan cara pengambilan data pada data satelit maupun data observasi.

Data observasi dari BMKG berasal dari stasiun-stasiun hujan yang terdapat di Indonesia, yang memiliki alat pengukur tinggi hujan, dalam penulisan ini tidak akan menjelaskan tentang alat-alat yang digunakan untuk mengukur tinggi

hujan. Namun memberikan informasi bahwa data stasiun hujan BMKG terdapat di titik-titik tertentu, sehingga tidak bisa mewakili daerah-daerah sekitar 100 km<sup>2</sup> di luar daerah stasiun hujan tersebut jika tidak terdapat alat pengukur tinggi hujan. Oleh karena itu diperlukan data satelit untuk menentukan kekosongan data tersebut, dengan membandingkannya terhadap data hujan yang terdapat pada daerah stasiun hujan observasi, maka akan didapatkan data yang sama ataupun terdapat faktor koreksi yang akan dijadikan faktor pengali pada data satelit, apabila data satelit cocok dan tidak ada perbedaan, maka tidak diperlukan faktor koreksi.

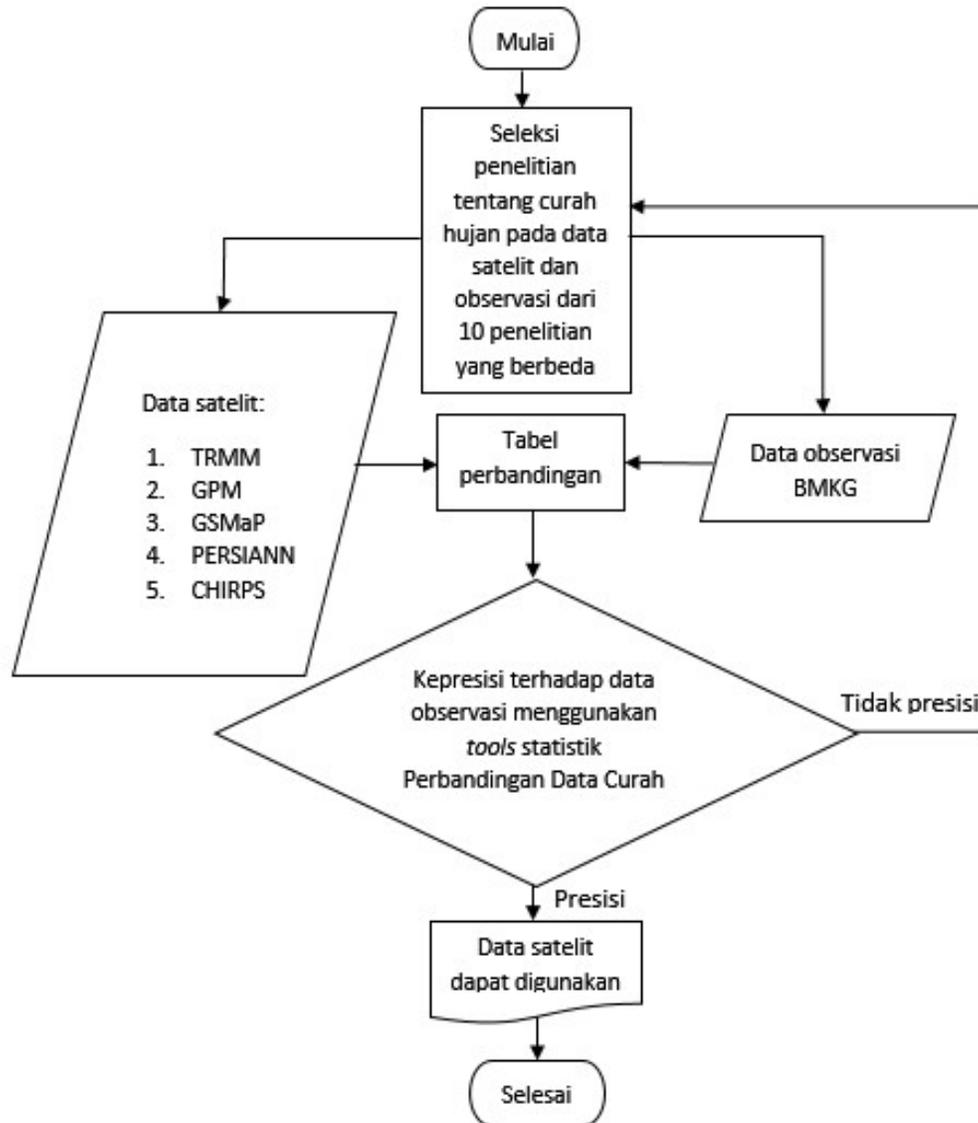
## Metode

Beberapa data hujan satelit didapatkan dari beberapa sumber, berikut ini adalah sumber-sumber data hujan tersebut:

1. TRMM, berasal dari instansi NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) juga JAXA (*Japan Aerospace Exploration Agency*) untuk cuaca dan iklim, termasuk presipitasi.
2. GPM, misi lanjutan dari instansi NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) juga JAXA (*Japan Aerospace Exploration Agency*), karena TRMM tidak beroperasi sejak tahun 2015.
3. GSMaP, berasal dari instansi JST (*Japan Science and Technology Agency*), yang di publikasikan data hujannya melalui JAXA yang sama dengan GPM.
4. PERSIANN, berasal dari CHRS (*Center for Hydrometeorology and Remote Sensing*) yang berada di Universitas California, dengan menggunakan prosedur perkiraan *neural network function* dalam memasukkan estimasi curah hujan dengan data spasial masing-masing 0,04° x 0,04° pixel.
5. CHIRPS, berasal dari ilmuwan USGS (*United States Geological Survey*) dan CHC (*Climate Hazard Center*) yang di dani oleh USAID (*United States Agency for International Development*), NASA dan NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*). Dengan grid 0,05°.

Sedangkan data hujan observasi yang menjadi acuan perbandingan dengan data satelit adalah BMKG, yaitu instansi yang dinaungi pemerintah, non kementerian, yang bertugas di bidang meteorologi, klimatologi dan geofisika.

Untuk mendapatkan hasil analisis *review* dari beberapa jurnal, maka perlu dikonsepsikan metode analisis yang akan dilakukan, berikut ini adalah diagram alirnya:



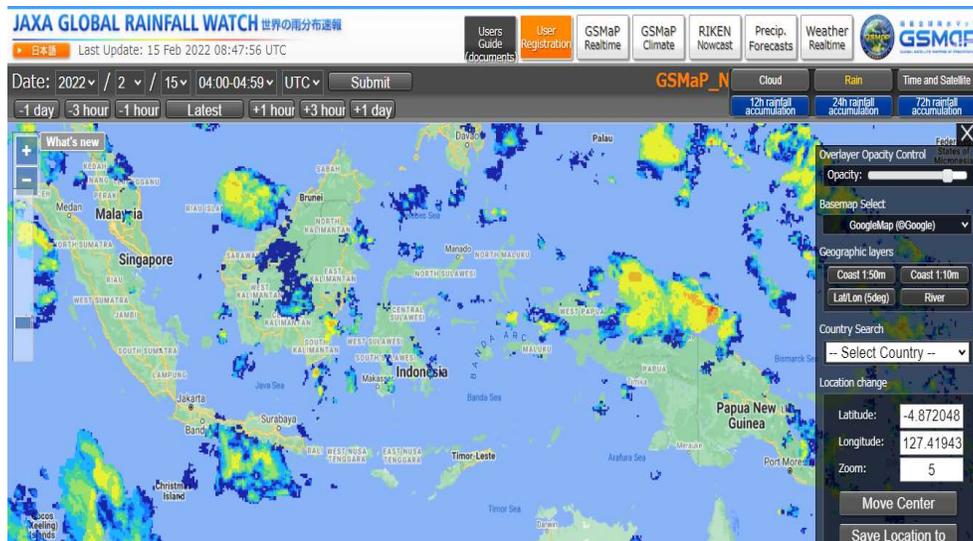
Gambar 1. Bagan alir penelitian

## Hasil dan Diskusi

### GSMaP

Ketelitian antara data observasi dan data satelit didominasi oleh data satelit GSMaP dan satu kajian oleh TRMM juga GPM, pertimbangan tersebut dapat dimungkinkan oleh resolusi data spasial yang cukup baik yang dimiliki oleh GSMaP, dengan resolusi spasial  $0,1^\circ \times 0,1^\circ$  yang berarti sebesar  $11,1322 \times 11,1322 \text{ km}^2$  atau satu pixel dari data

spasial hujan nya mencakup  $123,93 \text{ km}^2$ , selain itu GSMaP memiliki keunggulan memiliki dua sensor gabungan/*blended* hujan yang menggunakan gelombang mikro/*microwave sensor* dan inframerah/*infrared*, data-data *temporal* yang disediakan GSMaP adalah tinggi hujan mm/jam dan mm/hari, dengan *latency* atau waktu yang dibutuhkan data dari satelit sampai daerah pengukuran adalah 4 jam. GSMaP dapat dikatakan data hujan *near real time*/mendekati waktu aslinya.

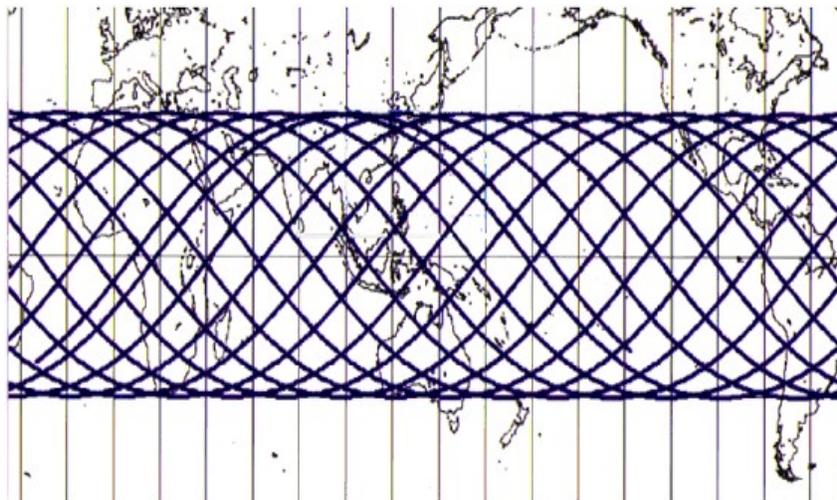


Gambar 2. Halaman awal website GSMaP [4]

### TRMM

Terdapat dua penelitian yang cukup mewakili data yang sama dengan data observasi adalah TRMM level 3 dengan resolusi spasial  $0,25^\circ \times 0,25^\circ$ , yang berarti sebesar  $27,8305 \times 27,8305 \text{ km}^2$ . atau satu pixel dari data spasial hujan nya mencakup  $774,55 \text{ km}^2$ . Data *temporal* yang disediakan oleh TRMM adalah data hujan mm/hari namun belum

menyediakan data hujan mm/jam yang memungkinkan untuk dapat memprediksi banjir pada jam tertentu. Sensor yang dimiliki satelit TRMM adalah TMI (*TRMM Microwave Imager*) dan VIRS (*Visible and Infrared Scanner*), PR (*Precipitation Radar*), CERES (*Clouds and the Earth's Radiant Energy System*), dan LIS (*Lightning Imaging Sensor*), latensi yang dibutuhkan terhadap data observasi adalah sekitar 7 jam.

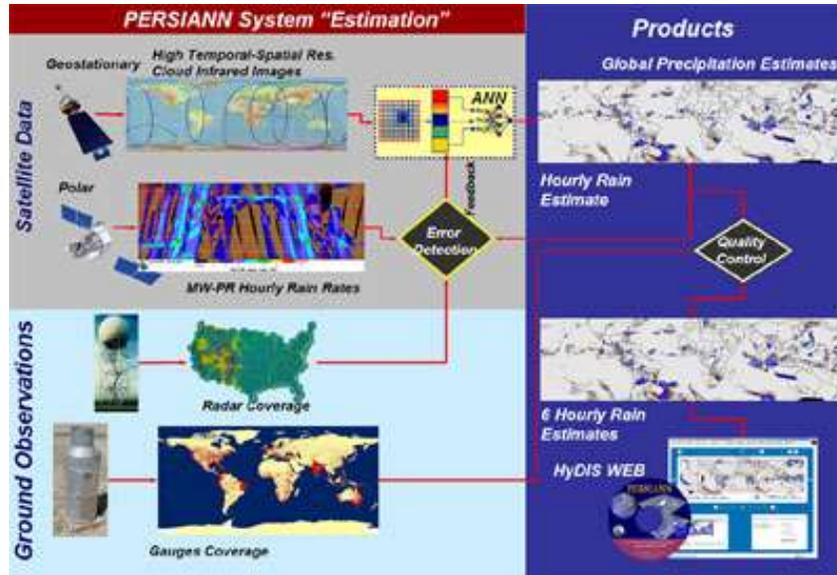


Gambar 3. Daerah orbit TRMM [5]

### PERSIANN

PERSIANN memiliki keunggulan spasial yang lebih detail dari GPM dan GSMaP, yaitu  $0,04^\circ \times 0,04^\circ$  dan memiliki hasil yang baik untuk data harian, dan memiliki latensi sekitar 15 sampai 60 menit yang berarti juga *near real time* dari hasil

observasi namun masih jarang digunakan di Indonesia. Sistem data yang didapatkan melalui jaringan syaraf tiruan, dengan berdasarkan hasil tangkapan inframerah geostasioner. Data hujan *temporal* yang dapat diambil adalah data hujan 1 jam, 3 jam, 6 jam, harian, bulanan, dan tahunan. [6]



Gambar 4. Diagram alir dari Sistem PERSIANN [7]

**GPM IMERG**

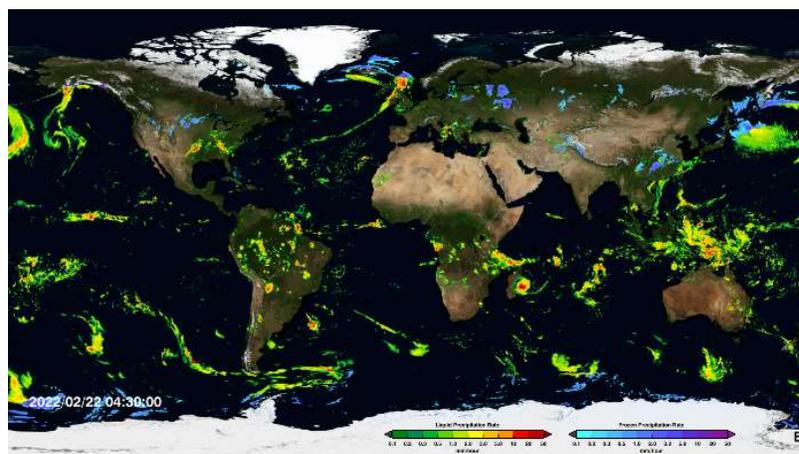
GPM IMERG *Integrated Multi-satellitE Retrievals for GPM* merupakan produk yang merupakan algoritma yang dikembangkan oleh Amerika Serikat dengan versi yang terakhir adalah Versi 06B. Sensor curah hujan berasal dari *precipitation-relevant satellite passive microwave (PMW)*/sensor gelombang micro pasive yang dihitung menggunakan *Goddard Profiling Algorithm (GPROF2017)*, lalu data spasial yang didapatkan berdasarkan kalibrasi *Algoritma Combined Ku Radar-Radiometer GPM (CORRA)* sama dengan data spasial GSMaP, namun data *temporal* yang didapatkan lebih teliti dari GSMaP dengan data hujan setiap setengah jam.

PMW telah dikalibrasi ke pusat prediksi iklim/*Climate Prediction Center (CPC) Morphing Kalman Filter (CMORPH-*

KF) setiap setengah jam. Untuk estimasi curah hujan menggunakan penginderaan jauh dengan sistem klasifikasi awan PERSIANN-CCS yang dimasukkan ke skema *morphing* (Iterpolasi waktu kuasi-lagrangian). Dengan perpaduan proses pengolahan data yang cukup banyak, GPM IMERG juga memiliki kesesuaian dengan data observasi di skala bulanan walau belum terlihat kesesuaian terhadap data harian. [8]

**CHIRPS**

CHIRPS memiliki keunggulan spasial dengan detail 0,05° x 0,05°, namun memiliki latensi sekitar 2 hari dengan *final* produknya bisa didapatkan sekitar 3 minggu dari data observasi. CHIRPS memiliki akurasi yang lebih baik terhadap AWS BMKG, dikarenakan memiliki resolusi spasial sekitar 5 Km. Perbandingan secara keseluruhan dapat dilihat pada tabel 1. [2]



Gambar 5. Tampak Hujan yang di ditampilkan tiap Setengah Jam [9]

**Table 1.** Perbandingan Hubungan Data Hujan Satelit Terhadap Data Hujan Observasi

No.	Peneliti	Judul Penelitian	Tahun	Tools Statistik Perbandingan Data Curah Hujan	Sumber Data Satelit	Data Observasi Curah Hujan	Kesimpulan	Gap Penelitian
1	Rahmat Nur Rahman dan Indra	Validasi Performa Satelit Presipitasi GSMaP Dalam Mengestimasi Curah Hujan di Jabodetabek.	2020	<i>Pearson's Correlation</i>	GSMaP	BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika) AWS ( <i>Automatic Weather Station</i> )/ARG ( <i>Automatic Rain Gauge</i> ).	Adanya hubungan korelasi yang baik antara GSMaP dan AWS/ARG.	Dengan nilai korelasi 0,72; berarti data GSMaP dapat digunakan untuk area yang tidak tertangkap daerah pengamatan
2	Agusta Kurniawan	Evaluasi Pengukuran Curah Hujan Antara Hasil Pengukuran Permukaan (AWS, HELLMAN, OBS) dan Hasil Estimasi (Citra Satelit =GSMaP) Di Stasiun Klimatologi Mlati Tahun 2018.	2020	Korelasi Pearson	GSMaP	Alat penakar hujan Hellman BMKG, OBS BMKG dan AWS Center Stasiun Klimatologi Mlati.	Adanya perbedaan hasil ukur curah hujan, namun perbedaan yang paling besar pada curah hujan bulanan BMKG OBS.	Data GSMaP memiliki nilai korelasi yang kecil, untuk data harian sekitar 0,05 terhadap Hellman.
3	Azarya Bees, Karlina dan Joko Sujono	Perbandingan Curah Hujan Satelit Pada Das Tilong Nusa Tenggara Timur Terkait Perubahan Iklim.	2021	Koefisien korelasi, RMSE dan BIAS	GPM, PERSIANN-CDR, dan GCM CanESM2	BMKG	PERSIANN baik di skala harian, GPM baik di skala bulanan, GPM dapat menggambarkan curah hujan yang baik untuk saat ini atau masa yang akan datang	GPM memiliki kesesuaian dengan observasi
4	Muhajir, Nazli Ismail, Saumi Syahreza, Andrian V H Simanjuntak	Pemutakhiran Zona Musim (ZOM) Provinsi Aceh Menggunakan Data Blending Berbasis Non-Hirarki K-Means Clustering.	2021	K-means clustering pada data blending	GSMaP	BMKG	Mendapatkan clusteryang spesifik dari hasil metode distribusinya	GSMaP memiliki data yang menghasilkan clusteryang baik pada Zona Musim (ZOM)
5	Devy Adlina Rushafi Oktaverina, Ery Suhartanto, Sri Wahyuni <sup>1</sup>	Validasi Data Curah Hujan Satelit TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) dengan Pos Stasiun Hujan pada Sub DAS Keduang Kabupaten Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah.	2022	<i>Root Mean Squared Error (RMSE)</i> , <i>Nash Sutcliffe Efficiency (NSE)</i> , Koefisien Korelasi (R), dan Kesalahan Relatif (KR)	TRMM	Observasi BMKG	Data hujan TRMM dapat menjadi alternatif untuk daerah yang tidak terdapat stasiun hujan, namun harus dikoreksi terlebih dahulu	TRMM memiliki data yang sama dengan observasi

No.	Peneliti	Judul Penelitian	Tahun	Tools Statistik Perbandingan Data Curah Hujan	Sumber Data Satelit	Data Observasi Curah Hujan	Kesimpulan	Gap Penelitian
6	Zauyik Nana Ruslana, Restu Tresnawati, Rosyidah, Iis Widyha Harmoko dan Siswanto	Reliabilitas Prediksi Curah Hujan Dasarian Pada Kejadian Curah Hujan Ekstrem Pemicu Banjir 26 Oktober 2020 di Kebumen: Model Statistik (HyBMG) versus Model Dinamik (ECMWF).	2021	Analisis penglihatan langsung pada peta, dan analisis korelasi juga RMSE	GSMaP	Observasi BMKG	Melalui hasil citra GSMaP, hasilnya underestimate terhadap curah hujan observasi	GSMaP underestimate terhadap curah hujan observasi
7	Rudi Wahyu Hidayat, Agus Susatya, Hery Suhartoyo	Analisa Spasial Kekeringan Dengan Menggunakan Metode Standardized Precipitation Indeks (SPI) di Bengkulu.	2020	Standardized Precipitation Index (SPI)	GSMaP	Data observasi BMKG pada 112 stasiun hujan	Dari indeks skewness, indeks kovarian dan indeks kurtosis, didapatkan distribusi yang cocok untuk periode ulang	Data GSMaP dapat digunakan untuk di blending, menggunakan Alltools Blending GSMaP v.11
8	Immanuel Jhonson A. Saragih	Identifikasi Pola Diurnal Curah Hujan di Sumatera Utara (Studi Kasus Tahun 2019).	2020	Metode analisis deskriptif, dengan referensi dan data lapangan dengan variabilitas curah hujan statistik rata-rata	GSMaP	BMKG	Hasil perpaduan antara GSMaP dan BMKG dapat menghasilkan analisis yang baik, namun perlu dikembangkan lagi dengan data untuk waktu yang sangat panjang agar lebih presisi	GSMaP mampu melengkapi keterbatasan data pengamatan curah hujan
9	Suwignyo Prasetyo, Wahyu Kurniawan, Inlim Ravijai Rumahorbo	Synoptic And Mesoscale Analysis Of Extreme Rainfall Event In Cilacap Meteorological Station, Indonesia On December 7, 2018.	2021	Simulasi <i>Weather Research and Forecasting Advance Research</i> (WRF-ARW) versi 4.0 dibandingkan dengan AWS BMKG dan GSMaP	GSMaP	AWS BMKG	Observasi satelit GSMaP cukup baik dalam mengestimasi curah hujan, baik secara temporal maupun pola spasial akumulatif dalam 24 jam terhadap Simulasi WRF dan AWS BMKG	GSMaP memberikan pantauan yang jelas pada awan konvektif dengan skala meso selama lebih dari 6 jam
10	Arif Faisol dan Samsul Bachri	Komparasi dan Evaluasi Data Hujan Berbasis Satelit dalam Mengestimasi Curah Hujan Harian Maksimum di Provinsi Papua Barat.	2021	RMSE, Mean Error (ME), Mean Absolute Error (MAE), Relative Bias (RBIAS), Mean Bias factor (MBIAS), Percent Bias (PBIAS), dan koefisien korelasi (r)	TRMM, GPM, dan CHIRPS	AWS BMKG	TRMM, GPM dan CHIRPS memiliki akurasi yang acceptable. Namun TRMM memiliki akurasi yang lebih baik terhadap AWS BMKG	TRMM akurat terhadap data observasi

## Kesimpulan

Dari 10 (sepuluh) penelitian yang pernah dilakukan pada tahun 2021 dan 2022 maka:

1. Banyak mendukung hasil data dari satelit GSMaP yang lebih memiliki kemiripan dengan data hasil observasi BMKG memiliki kelebihan pada sensor gabungan/*blended* dengan ketelitian spasial  $0,1^\circ \times 0,1^\circ$ , dan juga data yang dihasilkan *near real time*.
2. TRMM yang memiliki kemiripan dengan data observasi BMKG, dengan kemiripan terhadap data observasi di daerah Jawa Tengah dan Papua Barat, karena memiliki nilai MBIAS mendekati 1, namun memiliki latensi sekitar 7 jam dari hasil observasi.
3. GPM yang menggunakan metode distribusi hujan Koefisien korelasi, RMSE dan BIAS memiliki kemiripan data observasi di Nusa Tenggara Timur dengan keunggulan spasial yang detailnya mirip dengan GSMaP, yaitu  $0,1^\circ \times 0,1^\circ$ , dan memiliki hasil yang baik untuk data bulanan, namun memiliki latensi sekitar 3 jam sampai 4 jam dari hasil observasi.
4. PERSIANN memiliki keunggulan spasial yang lebih detail dari GPM dan GSMaP, yaitu  $0,04^\circ \times 0,04^\circ$ , dan memiliki hasil yang baik untuk data harian, dan memiliki latensi sekitar 15 sampai 60 menit yang berarti juga *near real time* dari hasil observasi namun masih jarang digunakan di Indonesia.
5. CHIRPS memiliki keunggulan spasial dengan detail  $0,05^\circ \times 0,05^\circ$ , namun memiliki latensi sekitar 2 hari dengan final produknya bisa didapatkan sekitar 3 minggu.

Dari hasil di atas, dapat dilihat dengan rasio perbandingan penelitian yang telah dilakukan adalah, GSMaP : TRMM : GPM : PERSIANN : CHIRPS = 7 : 2 : 1 : 1 : 1. Terlihat GSMaP memiliki jumlah penelitian yang lebih banyak, dan terlihat bahwa *near real time* dan ketelitian spasial yang dimiliki oleh satelit GSMaP menjadikan GSMaP lebih banyak digunakan untuk penelitian, akan tetapi bukan berarti data satelit lain tidak dapat digunakan, contohnya satelit PERSIANN yang memiliki keunggulan dalam ketelitian spasial dan *near real time*, namun dikarenakan satelit PERSIANN baru di tingkatkan pada tahun 2021, maka belum banyak yang menggunakan satelit PERSIANN untuk penelitian.

Dari kesimpulan di atas, masih perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk tahun-tahun berikutnya, yaitu tahun 2022 dan seterusnya, selain itu bisa juga dilakukan *review* penelitian yang lebih banyak lagi sekitar 20 atau lebih penelitian yang

terkait dengan perbandingan data hujan satelit yang bervariasi.

## Konflik Penetingan

Kajian analisis ini tidak ada pernyataan mengenai konflik kepentingan.

## Ucapan Terima Kasih

Tuturan terima kasih diberikan kepada para peneliti yang telah menerbitkan penelitian mereka untuk dijadikan referensi untuk penelitian Analisis Perbandingan Keandalan Data Hujan GSMaP, TRMM, GPM dan PERSIANN Terhadap Data Observasi Dalam Rentang Waktu Penelitian 2020 – 2021.

## Referensi

- [1] A. Bees, Karlina, and J. Sujono, "Perbandingan Curah Hujan Satelit pada DAS Tilog Nusa Tenggara Timur Terkait Perubahan Iklim," pp. 25–32, 2021.
- [2] A. Faisal and S. Bachri, "Komparasi dan Evaluasi Data Hujan Berbasis Satelit dalam Mengestimasi Curah Hujan Harian Maksimum di Provinsi Papua Barat.," *Semin. Nas. dalam Rangka Dies Natalis ke-45 UNS Tahun 2021*, vol. 5, no. 1, pp. 245–252, 2021.
- [3] I. J. A. Saragih, "Identifikasi Pola Diurnal Curah Hujan di Sumatera Utara (Studi Kasus Tahun 2019)," *Semin. Nas. Fis. PPS Univ. Negeri Makassar*, pp. 24–27, 2020.
- [4] "JAXA Global Rainfall Watch (GSMaP)." <https://sharaku.eorc.jaxa.jp/GSMaP/index.htm> (accessed Nov. 08, 2022).
- [5] NASDA, "TRMM Users Handbook," p. 226, 2001.
- [6] P. Nguyen *et al.*, "Persiann dynamic infrared–rain rate (PDIR–now): A near–real–time, quasi–global satellite precipitation dataset," *J. Hydrometeorol.*, vol. 21, no. 12, pp. 2893–2906, 2020.
- [7] "CHRS - The Center for Hydrometeorology and Remote Sensing at UCI." [http://chrs.web.uci.edu/SP\\_activities00.php](http://chrs.web.uci.edu/SP_activities00.php) (accessed Nov. 08, 2022).
- [8] "CPC: Monitoring and Data - Global Precipitation Analyses." <https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/janowiak/cmorph.html> (accessed Nov. 08, 2022).
- [9] "IMERG: Integrated Multi-satellite Retrievals for GPM | NASA Global Precipitation Measurement Mission." <https://gpm.nasa.gov/data/imerg#popularimergdatadownloads&visualizationtools> (accessed Nov. 08, 2022).
- [10] R. Nur Rahman, "VALIDASI PERFORMA SATELIT PRESIPITASI GSMaP DALAM MENGESTIMASI CURAH HUJAN DI JABODETABEK," *J. Widya Climago*, vol. 2, no. 2, p. 78, 2020.

- [11] A. Kurniawan, "Evaluasi Pengukuran Curah Hujan Antara Hasil Pengukuran Permukaan (AWS, HELLMAN, OBS) dan Hasil Estimasi (Citra Satelit =GSMaP) Di Stasiun Klimatologi Mlati Tahun 2018," *J. Geogr. Edukasi dan Lingkung.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–7, 2020.
- [12] M. Muhajir, N. Ismail, S. Syahreza, and A. V. H. Simanjuntak, "Pemutakhiran Zona Musim (ZOM) Provinsi Aceh Menggunakan Data Blending Berbasis Non-Hirarki K-Means Clustering," *J. Fis. Flux J. Ilm. Fis. FMIPA Univ. Lambung Mangkurat*, vol. 18, no. 1, p. 35, 2021.
- [13] D. Adlina, R. Oktaverina, E. Suhartanto, and S. Wahyuni, "Validasi Data Curah Hujan Satelit TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) dengan Pos Stasiun Hujan pada Sub DAS Keduang Kabupaten Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah," *J. Teknol. dan Rekayasa Sumber Daya Air*, vol. 2, no. 1, pp. 265–276, 2022.
- [14] Z. N. Ruslana, R. Tresnawati, R. Rosyidah, I. W. Harmoko, and S. Siswanto, "Reliabilitas Prediksi Curah Hujan Dasarian Pada Kejadian Curah Hujan Ekstrim Pemicu Banjir 26 Oktober 2020 di Kebumen: Model Statistik (HyBMG) versus Model Dinamik (ECMWF)," *J. Geosains dan Teknol.*, vol. 4, no. 2, pp. 83–100, 2021.
- [15] R. Wahyu Hidayat, A. Susatya, and H. Suhartoyo, "Analisa Spasial Kekeringan Dengan Menggunakan Metode Standardized Precipitation Indeks (Spi) Di Bengkulu," *Nat. - J. Penelit. Pengelolaan Sumberd. Alam dan Lingkung.*, vol. 9, no. 2, pp. 93–108, 2020.
- [16] S. Prasetyo, "Synoptic and Mesoscale Analysis of Extreme Rainfall Event in Cilacap Meteorological Station, Indonesia on December 7, 2018," *J. Ilmu dan Inov. Fis.*, vol. 5, no. 2, pp. 121–131, 2021.