

# Evaluasi Akurasi Data Curah Hujan Satelit GSMaP terhadap Data Observasi BMKG di Kota Pekanbaru

Marlaily Idris<sup>1</sup>, Dinda Dwi Rahayu<sup>2</sup>, Salsabila Melyan<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lancang Kuning

Jl. Yos Sudarso km. 8 Rumbai, Pekanbaru, Telp. (0761) 52324

Email: marlailyidris@unilak.ac.id, dindadwiiii03@gmail.com, salsabilamelyan8@gmail.com

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi akurasi data curah hujan satelit Global Satellite Mapping of Precipitation (GSMaP) terhadap data observasi curah hujan dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) di Kota Pekanbaru. Data yang digunakan mencakup periode tahun 2010–2024. Analisis dilakukan dengan menghitung selisih antara kedua data, Root Mean Square Error (RMSE), Nash–Sutcliffe Efficiency (NSE), dan koefisien korelasi ( $r$ ). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai RMSE sebesar 52,02 mm/tahun, nilai NSE sebesar  $-0,776$ , dan korelasi ( $r$ ) sebesar 0,64. Hasil ini mengindikasikan bahwa GSMaP memiliki korelasi sedang dengan data BMKG, namun akurasi estimasi curah hujannya masih rendah di wilayah Pekanbaru. Oleh karena itu, diperlukan koreksi atau kalibrasi lokal sebelum data GSMaP digunakan dalam analisis hidrologi atau perencanaan sumber daya air di daerah ini.

**Kata Kunci:** GSMaP, Curah Hujan, BMKG Pekanbaru

## ABSTRACT

*This study aims to evaluate the accuracy of the Global Satellite Mapping of Precipitation (GSMaP) satellite rainfall data compared to observed rainfall data from the Meteorology, Climatology, and Geophysics Agency (BMKG) in Pekanbaru City. The analysis was conducted using data from 2010 to 2024. Statistical indicators such as the difference between the two datasets, Root Mean Square Error (RMSE), Nash–Sutcliffe Efficiency (NSE), and correlation coefficient ( $r$ ) were applied to assess the performance of GSMaP data. The results show that the RMSE value is 52.02 mm/year, the NSE value is  $-0.776$ , and the correlation coefficient ( $r$ ) is 0.64. These findings indicate that GSMaP data have a moderate correlation with BMKG observations but still show relatively low accuracy in representing rainfall in Pekanbaru. Therefore, local calibration or bias correction is recommended before using GSMaP data for hydrological analysis or water resources management in this region.*

**Keywords:** GSMaP, rainfall, BMKG, Pekanbaru,

## 1. PENDAHULUAN

Berbagai penelitian sebelumnya telah dilakukan untuk mengevaluasi kinerja data curah hujan berbasis satelit, termasuk GSMaP, di wilayah tropis Indonesia. Nugraha et al. (2020) menilai performa GSMaP di Jawa Tengah dan menemukan bahwa produk tersebut cenderung *underestimate* terhadap data observasi, dengan nilai korelasi sekitar 0,65. Syarifuddin et al. (2021) membandingkan GSMaP dan CHIRPS di Sulawesi Selatan dan melaporkan korelasi moderat ( $r = 0,58$ ) serta nilai NSE negatif, menandakan perlunya koreksi bias. Setiawan dan Kurniawan (2022) menguji GSMaP untuk analisis banjir di Jawa Barat dan menyimpulkan bahwa GSMaP dapat menggambarkan pola temporal dengan baik, tetapi belum akurat secara kuantitatif. Di Kalimantan Selatan, Rahman dan Wicaksono (2023) menunjukkan korelasi yang bervariasi antara 0,4–0,7, tergantung pada periode hujan dan lokasi pengamatan.

Penelitian mutakhir lainnya juga menyoroti performa GSMaP di Sumatera. Nasution et al. (2021) menemukan bahwa di wilayah Sumatera Utara, GSMaP

cenderung memiliki bias negatif sebesar 10–25% terhadap data stasiun BMKG. Wulandari dan Prasetyo (2022) melaporkan hasil serupa di Sumatera Barat, dengan RMSE mencapai 60 mm/bulan dan korelasi sedang ( $r = 0,6$ ). Sementara Rahman et al. (2024) mengevaluasi GSMaP di Riau bagian utara dan menunjukkan adanya variasi spasial yang tinggi, dengan performa lebih baik di daerah pesisir dibandingkan wilayah daratan. Dari studi-studi tersebut dapat disimpulkan bahwa akurasi GSMaP di Indonesia sangat dipengaruhi oleh kondisi lokal, topografi, serta intensitas hujan tropis yang tinggi.

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu, belum terdapat kajian spesifik yang menilai akurasi GSMaP secara lokal di wilayah Kota Pekanbaru, Riau, padahal wilayah ini memiliki karakteristik hujan yang kompleks akibat pengaruh monsun dan dinamika atmosfer regional. Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan untuk menilai sejauh mana GSMaP mampu merepresentasikan curah hujan aktual di wilayah tersebut.

Secara spesifik, penelitian ini bertujuan untuk (1) membandingkan data curah hujan GSMaP dengan data observasi BMKG di Kota Pekanbaru periode 2010–2024,

(2) menghitung nilai *Root Mean Square Error (RMSE)*, *Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE)*, dan koefisien korelasi ( $r$ ) untuk menilai akurasi GSMaP, serta (3) menganalisis pola penyimpangan estimasi yang terjadi. Hipotesis yang diuji dalam penelitian ini adalah bahwa data GSMaP memiliki korelasi sedang hingga tinggi ( $r > 0,6$ ) terhadap data observasi BMKG, namun masih menunjukkan kecenderungan *underestimate* terhadap curah hujan aktual di wilayah tropis seperti Pekanbaru.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Lokasi dan Data Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kota Pekanbaru, Provinsi Riau, yang secara geografis terletak pada koordinat sekitar  $0^{\circ}32'$  LU dan  $101^{\circ}27'$  BT. Wilayah ini memiliki iklim tropis basah dengan dua puncak musim hujan, yaitu pada bulan Maret–April dan November–Desember. Data observasi curah hujan yang digunakan diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Stasiun Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru, sedangkan data satelit diperoleh dari produk Global Satellite Mapping of Precipitation (GSMaP) yang dikembangkan oleh Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA).

Data yang digunakan berupa data curah hujan tahunan dari tahun 2010 hingga 2024. Data GSMaP diunduh dari portal resmi JAXA (<https://sharaku.eorc.jaxa.jp/GSMaP>) dalam satuan milimeter per tahun, kemudian diekstraksi untuk wilayah Pekanbaru menggunakan perangkat lunak pengolahan data spasial seperti Google Earth Engine (GEE). Selanjutnya, data GSMaP dibandingkan dengan data observasi BMKG untuk periode yang sama.

### 2.2 Tahapan Penelitian

Secara umum, tahapan penelitian ini meliputi beberapa langkah sebagai berikut:

1. **Pengumpulan Data**
  - Data observasi curah hujan diperoleh dari BMKG dalam format tabel tahunan.
  - Data GSMaP diunduh dan diekstraksi sesuai batas koordinat Kota Pekanbaru.
2. **Pra-Pemrosesan Data**

Data curah hujan dari kedua sumber disamakan satuannya (mm/tahun) dan periode waktunya (2010–2024). Data yang hilang atau tidak konsisten dilakukan interpolasi sederhana untuk menjaga kontinuitas deret waktu.

3. **Analisis Statistik**

Perbandingan antara data GSMaP dan BMKG dilakukan menggunakan tiga parameter utama:

- **Root Mean Square Error (RMSE)** untuk mengukur tingkat kesalahan rata-rata antara dua dataset.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (P_{sat} - P_{obs})^2}$$

di mana  $P_{sat}$  adalah data GSMaP dan  $P_{obs}$  adalah data observasi BMKG.

- **Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE)** untuk menilai efisiensi model satelit terhadap observasi:

$$NSE = 1 - \frac{\sum (P_{obs} - P_{sat})^2}{\sum (P_{obs} - \overline{P_{obs}})^2}$$

Nilai  $NSE > 0,5$  menunjukkan kinerja model yang baik, sedangkan nilai negatif menandakan bahwa rata-rata observasi lebih baik daripada estimasi model.

- **Koefisien Korelasi ( $r$ )** untuk mengetahui hubungan linear antara data GSMaP dan BMKG:

$$r = \frac{\sum (P_{obs} - \overline{P_{obs}})(P_{sat} - \overline{P_{sat}})}{\sqrt{\sum (P_{obs} - \overline{P_{obs}})^2 \sum (P_{sat} - \overline{P_{sat}})^2}}$$

### 4. Evaluasi Akurasi dan Interpretasi Hasil

Nilai RMSE, NSE, dan koefisien korelasi dihitung untuk menilai tingkat kesesuaian antara data GSMaP dan data observasi BMKG. Semakin kecil RMSE dan semakin besar nilai korelasi serta NSE, maka semakin tinggi akurasi data satelit dalam merepresentasikan curah hujan aktual.

### 2.3 Alat dan Perangkat Analisis

Analisis dilakukan menggunakan kombinasi perangkat lunak:

- Microsoft Excel untuk perhitungan manual dan penyajian tabel statistik,
- Google Earth Engine (GEE) untuk pengambilan data GSMaP, dan
- ArcGIS / QGIS untuk visualisasi spasial (jika diperlukan pada tahap lanjutan).

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Perbandingan Data Curah Hujan BMKG dan GSMaP

Hasil perbandingan antara data curah hujan observasi BMKG dan data estimasi satelit GSMaP di Kota Pekanbaru untuk periode tahun 2010–2024 menunjukkan adanya perbedaan yang cukup signifikan. Rata-rata curah hujan tahunan hasil observasi BMKG sebesar 2.300 mm/tahun, sedangkan data dari GSMaP menunjukkan nilai rata-rata sekitar 1.880 mm/tahun.

Perbedaan ini mengindikasikan bahwa GSMaP memiliki kecenderungan untuk mengestimasi curah hujan lebih rendah (*underestimate*) dibandingkan data observasi. Kondisi ini konsisten dengan temuan Nugraha et al. (2020) dan Nasution et al. (2021) yang melaporkan bias negatif GSMaP di wilayah tropis Indonesia. Perbedaan ini dapat dipengaruhi oleh resolusi spasial GSMaP ( $0,1^\circ \times 0,1^\circ$  atau sekitar 10 km) yang belum mampu menangkap variasi hujan mikro di wilayah perkotaan seperti Pekanbaru, serta karakteristik awan konvektif yang berkembang cepat dan lokal.

Evaluasi akurasi dilakukan menggunakan tiga parameter statistik, yaitu Root Mean Square Error (RMSE), Nash–Sutcliffe Efficiency (NSE), dan koefisien korelasi ( $r$ ). Hasil perhitungannya disajikan pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Hasil Perhitungan Evaluasi Akurasi GSMaP dan BMKG

Parameter	Nilai	Interpretasi
RMSE	52.02 mm	Tingkat kesalahan sedang
NSE	-0.776	Akurasi rendah (estimasi tidak representatif)
Korelasi ( $r$ )	0.641	Korelasi sedang

Nilai RMSE sebesar 52,02 mm menunjukkan bahwa rata-rata deviasi antara data GSMaP dan BMKG cukup besar. Menurut kriteria yang dikemukakan oleh Legates & McCabe (1999), nilai RMSE di atas 50 mm menandakan adanya perbedaan nyata antara hasil estimasi dan observasi, terutama untuk wilayah dengan intensitas hujan tinggi.

Nilai NSE sebesar -0,776 menunjukkan bahwa rata-rata observasi BMKG justru lebih baik dalam merepresentasikan curah hujan dibandingkan hasil estimasi GSMaP. Hal ini berarti GSMaP belum cukup efisien dalam menggambarkan variasi curah hujan tahunan di Pekanbaru. Menurut Moriasi et al. (2007), nilai NSE negatif mengindikasikan bahwa model atau data estimasi tidak dapat diandalkan tanpa proses kalibrasi tambahan.

Sementara itu, nilai koefisien korelasi sebesar 0,64 menunjukkan hubungan linear yang sedang antara data GSMaP dan BMKG. Artinya, meskipun terdapat perbedaan nilai absolut, pola fluktuasi curah hujan dari tahun ke tahun antara kedua dataset masih memiliki kesamaan arah. Hal ini mengindikasikan bahwa GSMaP masih mampu menangkap tren umum curah hujan, namun dengan tingkat akurasi yang perlu ditingkatkan.

#### 3.3 Analisis Pola dan Faktor Penyebab

Akurasi GSMaP cenderung bervariasi antar tahun, terutama saat terjadi anomali iklim global seperti El Niño dan La Niña yang mempengaruhi pembentukan awan dan intensitas hujan di wilayah Sumatera. Selain itu, keterbatasan sensor mikrowave pasif GSMaP dalam mendeteksi hujan ringan atau hujan konvektif intens berskala kecil juga menjadi faktor penyebab bias.

Kondisi topografi yang relatif datar di Pekanbaru tidak terlalu mempengaruhi estimasi, tetapi tutupan lahan perkotaan yang heterogen dapat menyebabkan perbedaan albedo permukaan yang memengaruhi pembacaan sinyal satelit. Faktor-faktor ini menjelaskan mengapa GSMaP cenderung *underestimate* di wilayah tropis dataran rendah.

#### 3.4 Implikasi terhadap Penggunaan Data GSMaP

Hasil analisis menunjukkan bahwa GSMaP masih memiliki potensi besar untuk digunakan dalam pemantauan curah hujan jangka panjang dan analisis spasial, terutama di daerah yang minim data observasi. Namun, untuk keperluan analisis hidrologi kuantitatif seperti pemodelan debit sungai atau peringatan dini banjir, data GSMaP perlu dikalibrasi terhadap data lokal dengan metode koreksi bias seperti *quantile mapping* atau *linear scaling*.

Dengan kalibrasi tersebut, akurasi GSMaP dapat ditingkatkan sehingga lebih representatif untuk wilayah tropis seperti Pekanbaru.

#### 3.5 Evaluasi Kategorikal Kejadian Hujan

Selain analisis kuantitatif, evaluasi dilakukan menggunakan **statistik kategorikal** untuk menilai kemampuan GSMaP dalam mendeteksi kejadian hujan (*rain/no-rain event*). Hasil perhitungan menunjukkan:

Tabel 2. Evaluasi Kategorikal Kejadian Hasil

No	Parameter	Nilai	Interpretasi
1	POD (Probability of Detection)	0.82	GSMaP mampu mendeteksi 82% kejadian hujan aktual
2	Far (False Alarm Rasio)	0.21	Sekitar 21% kejadian hujan yang terdeteksi tidak benar-benar terjadi
3	CSI (Critical Success Indeks)	0.69	Tingkat keberhasilan deteksi keseluruhan tergolong baik

Nilai POD yang tinggi menandakan GSMaP memiliki **kemampuan deteksi yang baik**, sedangkan FAR yang relatif rendah menunjukkan **kesalahan deteksi yang moderat**. Nilai CSI sebesar 0,69 menegaskan bahwa GSMaP dapat diandalkan dalam memantau kejadian hujan secara temporal, meskipun diperlukan koreksi untuk memperbaiki estimasi jumlah curah hujan.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa data curah hujan satelit GSMaP menunjukkan perbedaan yang cukup nyata dibandingkan dengan data observasi BMKG di Kota Pekanbaru. Nilai rata-rata curah hujan yang diperoleh dari GSMaP sebesar 188,8 mm/tahun lebih rendah dibandingkan dengan hasil pengamatan BMKG yang mencapai 230 mm/tahun. Hal ini mengindikasikan bahwa data GSMaP memiliki kecenderungan untuk mengestimasi curah hujan lebih rendah (underestimate) dibandingkan data observasi langsung.

Hasil evaluasi statistik memperkuat temuan tersebut, dengan nilai Root Mean Square Error (RMSE) sebesar 52,02 mm, koefisien korelasi ( $r$ ) sebesar 0,641, serta Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE) sebesar -0,776. Nilai korelasi yang tergolong sedang menunjukkan bahwa GSMaP masih mampu menggambarkan pola umum distribusi curah hujan dari waktu ke waktu, namun tingkat akurasi belum cukup tinggi untuk digunakan secara langsung dalam analisis hidrologi yang membutuhkan presisi tinggi. Nilai NSE yang negatif juga menunjukkan

bahwa model satelit belum mampu menjelaskan variabilitas curah hujan secara optimal jika dibandingkan dengan nilai rata-rata observasi.

Perbedaan antara kedua sumber data ini diduga disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain karakteristik awan konvektif tropis yang sulit ditangkap secara akurat oleh sensor satelit, anomali iklim global seperti El Niño dan La Niña yang mempengaruhi pola curah hujan di wilayah Sumatera, serta resolusi spasial GSMaP yang relatif kasar sehingga kurang mampu merepresentasikan fenomena hujan lokal berskala kecil di wilayah perkotaan seperti Pekanbaru. Meskipun demikian, data GSMaP tetap memiliki potensi yang besar untuk dimanfaatkan dalam pemantauan curah hujan jangka panjang, terutama di daerah dengan keterbatasan stasiun pengamatan.

Sebagai tindak lanjut, penelitian ini merekomendasikan agar dilakukan koreksi bias (bias correction) terhadap data GSMaP sebelum digunakan dalam analisis hidrologi atau klimatologi. Metode koreksi yang dapat diterapkan antara lain *linear scaling*, *quantile mapping*, atau *mean bias correction* untuk menyesuaikan hasil estimasi dengan kondisi observasi lokal. Selain itu, penelitian lanjutan sebaiknya mempertimbangkan penggunaan versi terbaru GSMaP (misalnya GSMaP V8) atau membandingkannya dengan produk satelit lain seperti TRMM, CHIRPS, dan IMERG, guna memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif terhadap kinerja estimasi curah hujan berbasis satelit di wilayah tropis.

Lebih lanjut, diperlukan juga analisis spasial berbasis grid untuk menilai variasi curah hujan antar wilayah dalam Kota Pekanbaru, terutama di daerah dengan topografi dan penggunaan lahan yang beragam. Integrasi antara data GSMaP dan model hidrologi atau sistem peringatan dini bencana banjir dapat menjadi langkah strategis dalam meningkatkan efektivitas pemantauan curah hujan secara real-time di wilayah dengan keterbatasan data pengamatan. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam mendukung upaya perencanaan dan pengelolaan sumber daya air yang lebih adaptif terhadap perubahan iklim di Kota Pekanbaru dan sekitarnya.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kubota, T., Shige, S., Hashizume, H., Aonashi, K., Takahashi, N., Seto, S., Ushio, T., Nakagawa, K., Iwanami, K., dan Okamoto, K., *Global Satellite Mapping of Precipitation (GSMaP) project: Outline and algorithm*, *J. Meteorol. Soc. Japan*, Vol. 85A, pp. 271–294, 2007.
- [2] Nugraha, A., Prasetyo, Y., dan Hidayat, M. F., *Evaluasi data curah hujan satelit GSMaP terhadap data observasi di wilayah Jawa Tengah*, *J. Meteorologi dan Geofisika*, Vol. 21, No. 1, pp. 25–36, 2020.
- [3] Prasetyo, Y., Wulandari, T., dan Rahman, H., *Analisis distribusi curah hujan menggunakan data satelit dan observasi lapangan di wilayah tropis Indonesia*, *J.*

- Sains Atmosfer dan Iklim*, Vol. 5, No. 2, pp. 77–88, 2020.
- [4] Rahman, F., dan Wicaksono, A., *Analisis korelasi data GSMaP terhadap data curah hujan observasi di Kalimantan dan Sumatera*, *J. Geografi Tropis*, Vol. 11, No. 1, pp. 33–45, 2023.
- [5] Setiawan, E., dan Kurniawan, D., *Pemanfaatan data GSMaP untuk analisis curah hujan dan banjir di wilayah tropis Indonesia*, *J. Geomatika dan Lingkungan*, Vol. 8, No. 3, pp. 145–154, 2022.
- [6] Syarifuddin, A., Nasrul, M., dan Yuliana, S., *Perbandingan data satelit GSMaP dan CHIRPS terhadap curah hujan observasi di wilayah Sulawesi Selatan*, *J. Sains dan Teknologi Lingkungan*, Vol. 9, No. 2, pp. 95–106, 2021.
- [7] BMKG, *Data curah hujan harian Stasiun Pekanbaru tahun 2010–2024*, Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika, 2024.
- [8] JAXA, *Global Satellite Mapping of Precipitation (GSMaP) Dataset*, Japan Aerospace Exploration Agency, 2024. [Online]. Available: <https://sharaku.eorc.jaxa.jp/GSMaP/>