

EVALUASI KESESUAIAN DETEKSI HUJAN EKSTREM BULANAN MENGGUNAKAN DATA GPM DI KABUPATEN TANAH LAUT

Muhammad Chairi Munanjar^{1*} dan Muhammad Rizan Adam¹

¹Program Studi Teknologi Rekayasa Konstruksi Jalan dan Jembatan,
Jurusan Rekayasa Industri, Politeknik Negeri Tanah Laut,
Tanah Laut, Indonesia

*E-mail: chairimunanjar@politala.ac.id

Received: 05 July 2025

Accepted: 18 July 2025

Published: 31 July 2025

Abstrak

Curah hujan ekstrem merupakan salah satu penyebab utama bencana hidrometeorologi di Indonesia, seperti banjir dan longsor, yang berdampak pada sektor sosial, ekonomi, dan lingkungan. Kabupaten Tanah Laut sebagai wilayah studi menghadapi tantangan dalam pemantauan curah hujan karena keterbatasan stasiun pengamatan dan pencatatan manual. Data satelit seperti Global Precipitation Measurement (GPM) dapat menjadi alternatif untuk mengisi kekosongan data observasi, namun akurasi dalam mendeteksi kejadian hujan ekstrem perlu divalidasi secara lokal. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan data GPM dalam mendeteksi hujan ekstrem bulanan di Kabupaten Tanah Laut periode 2020–2024. Kejadian ekstrem diidentifikasi menggunakan ambang batas persentil ke-90 (P90) dari data observasi, dan hasilnya diklasifikasikan berdasarkan kesesuaian waktu kejadian ke dalam empat kategori: *true positive*, *false positive*, *false negative* dan *true negative*. Evaluasi dilakukan menggunakan metrik statistik *precision*, *recall* dan *false alarm ratio* (FAR). Hasil analisis menunjukkan bahwa GPM memiliki *precision* sebesar 0,60, *recall* sebesar 0,50, dan FAR sebesar 0,40. Nilai ini mengindikasikan bahwa performa deteksi GPM tergolong sedang, sehingga data ini berpotensi digunakan sebagai sumber informasi alternatif, namun tetap memerlukan validasi lokal sebelum digunakan untuk peringatan dini dan pengelolaan sumber daya air secara operasional.

Kata Kunci: Hujan Ekstrem, Data Satelit GPM, Validasi Hujan, Informasi Iklim lokal, Kabupaten Tanah Laut.

Abstract

Extreme rainfall is one of the main causes of hydrometeorological disasters in Indonesia, such as floods and landslides, which significantly impact social, economic, and environmental sectors. Tanah Laut Regency, as the study area, faces challenges in rainfall monitoring due to the limited number of observation stations and reliance on manual recording systems. Satellite-based data, such as the Global Precipitation Measurement (GPM), offer an alternative to fill observation gaps, yet their accuracy in detecting extreme rainfall events must be validated locally. This study aims to evaluate the capability of GPM data in detecting monthly extreme rainfall in Tanah Laut during the 2020–2024 period. Extreme events were identified using the 90th percentile (P90) threshold from observed data and classified based on temporal agreement into four categories: *true positive*, *false positive*, *false negative* and *true negative*. The evaluation employed classification metrics including *precision*, *recall* and *false alarm ratio* (FAR). The results showed that GPM achieved a *precision* of 0.60, a *recall* of 0.50, and a FAR of 0.40. These values indicate moderate detection performance, suggesting that GPM data can serve as an alternative

rainfall information source, although local validation remains necessary for its operational use in early warning systems and water resource management.

Keywords: *Extreme Rainfall, GPM Satellite Data, Rainfall Validation, Local Climate Information, Tanah Laut Regency*

To cite this article:

Muhammad Chairi Munanjar dan Muhammad Rizan Adam (2025). Evaluasi Kesesuaian Deteksi Hujan Ekstrem Bulanan Menggunakan Data GPM di Kabupaten Tanah Laut. *Jurnal of Infrastructural in Civil Engineering*, Vol. (06), No. 02, pp: 130-138.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan wilayah tropis yang rentan terhadap bencana hidrometeorologi seperti banjir dan tanah longsor, yang sebagian besar dipicu oleh curah hujan ekstrem. Untuk mengurangi dampak bencana dan mendukung perencanaan berbasis risiko iklim, diperlukan pemantauan yang akurat terhadap kejadian hujan ekstrem. Sayangnya, distribusi stasiun hujan yang tidak merata dan keterbatasan sistem pencatatan manual masih menjadi kendala dalam memperoleh data observasi berkualitas tinggi, terutama di daerah seperti Kabupaten Tanah Laut.

Dalam kondisi tersebut, pemanfaatan data curah hujan berbasis satelit seperti GPM (Global Precipitation Measurement) menjadi solusi alternatif yang potensial. GPM menyediakan data dengan cakupan spasial yang luas dan resolusi temporal tinggi. Namun, meskipun kinerja GPM dalam menggambarkan curah hujan total bulanan cukup baik di beberapa wilayah [1], akurasi dalam mendeteksi curah hujan ekstrem bulanan masih memerlukan validasi lebih lanjut terhadap data observasi lokal [2].

Identifikasi hujan ekstrem dalam penelitian ini dilakukan menggunakan pendekatan statistik berbasis threshold persentil ke-90 (P90), yang merupakan metode umum untuk mengidentifikasi anomali curah hujan dalam studi iklim dan hidrologi [3], [4]. Untuk mengevaluasi akurasi deteksi, digunakan perbandingan kejadian antara data GPM dan observasi, yang kemudian dihitung tingkat kesesuaiannya menggunakan metrik klasifikasi seperti *precision*, *recall* dan *false alarm ratio* (FAR). Pendekatan ini telah digunakan dalam beberapa penelitian validasi data satelit terhadap kejadian ekstrem, seperti studi oleh Asare et al. [6] yang mengevaluasi deteksi hujan ekstrem oleh GPM di Ghana, serta Gebregiorgis et al. [7] yang menerapkan metrik klasifikasi untuk mengukur kesesuaian kejadian di Lembah Nil.

Dalam beberapa studi di Indonesia, curah hujan ekstrem terbukti berperan penting dalam memicu bencana hidrometeorologi, seperti banjir bandang dan longsor, terutama di daerah dengan keterbatasan data observasi. Penelitian oleh Marta et al. [8] menyoroti bahwa ketidakteraturan pencatatan di pos hujan, alat manual, serta kurangnya pelatihan penjaga pos menjadi penyebab keterbatasan kualitas data hujan di lapangan. Sementara itu, studi oleh Putra dan Kurniadi [9] menunjukkan bahwa pendekatan statistik threshold seperti P90 dapat diterapkan secara efektif untuk mengidentifikasi kejadian hujan ekstrem di Pulau Jawa, meskipun akurasi satelit tetap perlu diuji secara lokal. Prasetyo dan Sugiyanto [12] melakukan validasi GPM di DAS Progo Hulu dan menemukan bahwa akurasi GPM meningkat secara signifikan setelah koreksi bias. Studi oleh Dewi dan Kartiwa [13] di wilayah Kalimantan juga menunjukkan ketelitian GPM yang bervariasi antar musim. Sementara itu, Yuniarti dan Suprpto [14] menyatakan bahwa validasi GPM di wilayah Indonesia bagian selatan menunjukkan hasil yang cukup representatif untuk digunakan dalam analisis spasial curah hujan.

Penelitian ini bertujuan untuk menilai kemampuan data satelit GPM dalam mendeteksi hujan ekstrem bulanan dan memvalidasi kesesuaiannya sebagai sumber data alternatif dalam studi risiko iklim lokal, khususnya di wilayah Kabupaten Tanah Laut.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan data satelit GPM dalam mendeteksi kejadian hujan ekstrem bulanan berdasarkan perbandingan dengan data observasi. Studi dilakukan di Kabupaten Tanah Laut, Provinsi Kalimantan Selatan, yang secara geografis terletak pada koordinat antara 114,64° BT hingga 114,87° BT dan 3,99° LS hingga 3,64° LS dengan menggunakan data curah hujan bulanan selama periode 2020 hingga 2024.

Data yang dianalisis terdiri dari dua sumber utama. Pertama, data observasi curah hujan bulanan yang diperoleh dari pos hujan di wilayah Kabupaten Tanah Laut, yang datanya diakses melalui publikasi Badan Pusat Statistik (BPS) berdasarkan data dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Banjarbaru. Kedua, data satelit berasal dari produk *Integrated Multi-satellite Retrievals for GPM (IMERG) Final Run*, diunduh melalui portal <https://giovanni.gsfc.nasa.gov> dengan *bounding box* yang disesuaikan dengan cakupan wilayah koordinat wilayah studi Kabupaten Tanah Laut.

Identifikasi hujan ekstrem dilakukan berdasarkan ambang batas persentil ke-90 (P90) dari distribusi data curah hujan bulanan observasi. Bulan yang memiliki nilai curah hujan sama dengan atau melebihi nilai P90 diklasifikasikan sebagai bulan dengan kejadian hujan ekstrem. Pendekatan ini digunakan karena mampu mengidentifikasi kejadian hujan yang secara statistik berada pada tingkat intensitas yang tidak umum dan telah diterapkan secara luas dalam studi iklim [3], [4], termasuk dalam studi regional di Indonesia seperti yang dilakukan oleh Putra dan Kurniadi [9] untuk mengidentifikasi hujan ekstrem di wilayah Jawa Barat.

Setelah kejadian ekstrem dari data observasi teridentifikasi, dilakukan pencocokan waktu kejadian dengan data GPM untuk menilai apakah satelit mampu mendeteksi kejadian ekstrem yang sama. Evaluasi dilakukan dengan menghitung metrik klasifikasi berupa *precision*, *recall* dan *false alarm ratio* (FAR). Metrik ini digunakan untuk menilai ketepatan deteksi, keberhasilan dalam menangkap kejadian aktual, dan sejauh mana kesalahan deteksi terjadi [5], [6]. Masing-masing metrik menggambarkan seberapa tepat GPM mendeteksi hujan ekstrem (*precision*), seberapa banyak kejadian ekstrem yang berhasil terdeteksi (*recall*), dan seberapa sering GPM memberikan deteksi yang salah (*FAR*). Metrik ini dianggap lebih sesuai dalam mengevaluasi hujan ekstrem karena fokus pada kecocokan waktu kejadian, bukan hanya hubungan nilai antara dua data [7]. Sementara itu, metrik statistik seperti Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE) lebih umum digunakan untuk menilai kesesuaian nilai antara data prediksi dan observasi dan telah banyak diterapkan dalam evaluasi model hidrologi [10], [11], namun kurang sensitif terhadap kecocokan waktu kejadian ekstrem [5].

Seluruh proses analisis dilakukan dengan bantuan perangkat lunak Microsoft Excel, mencakup penghitungan statistik dasar, penentuan ambang ekstrem, perbandingan kejadian antar data, serta penyusunan grafik visualisasi. Hasil evaluasi digunakan untuk menilai kesesuaian data GPM sebagai sumber informasi alternatif dalam pemantauan kejadian hujan ekstrem bulanan di wilayah studi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

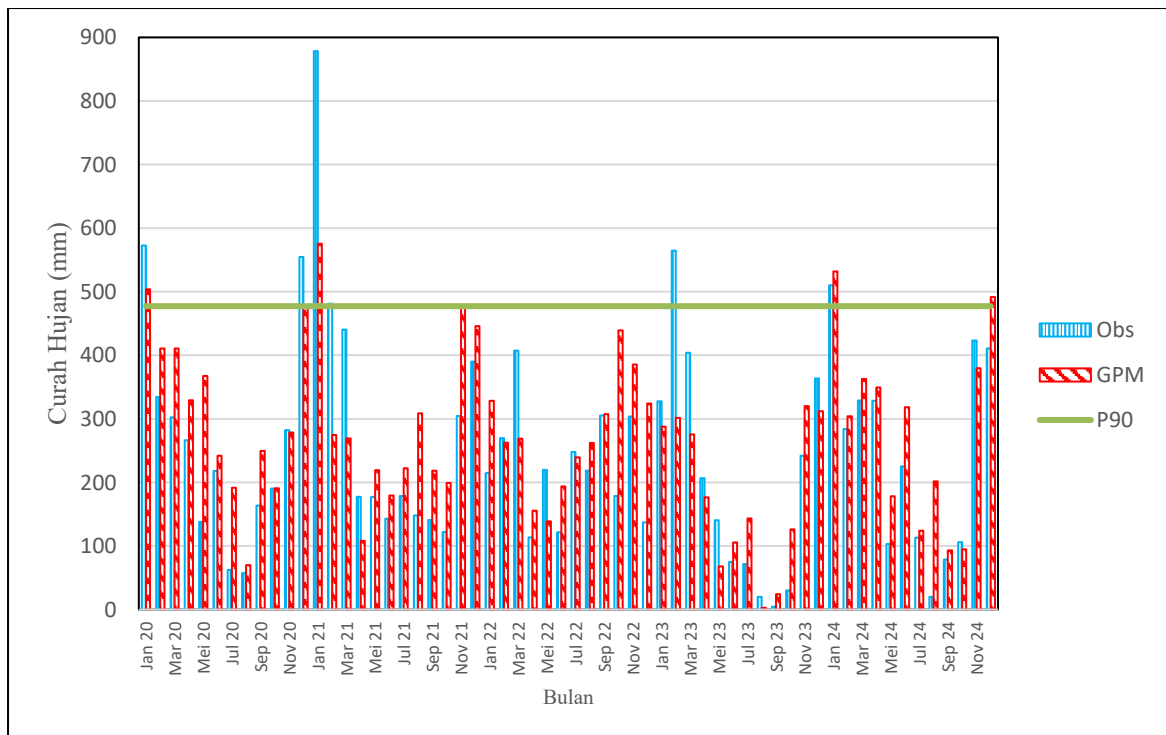
Penentuan Ambang Hujan Ekstrem Bulanan

Penentuan kejadian hujan ekstrem dalam penelitian ini didasarkan pada pendekatan statistik persentil ke-90 (P90) dari distribusi data curah hujan bulanan observasi selama tahun

2020 hingga 2024. Pendekatan ini digunakan untuk mengidentifikasi nilai ambang yang secara statistik merepresentasikan 10% nilai tertinggi dari seluruh data, yang dianggap sebagai kejadian hujan dengan intensitas tinggi [3], [4].

Ambang batas hujan ekstrem bulanan dalam penelitian ini ditentukan menggunakan pendekatan statistik persentil ke-90 (P90) dari distribusi data curah hujan bulanan observasi selama periode 2020–2024. Data observasi disusun dari nilai terkecil hingga terbesar, kemudian nilai P90 dihitung menggunakan perangkat lunak Microsoft excel. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai ambang P90 adalah sebesar 477,21 mm, yang selanjutnya digunakan sebagai batas klasifikasi kejadian hujan ekstrem bulanan.

Perbandingan antara data curah hujan bulanan hasil observasi dan data satelit GPM selama periode penelitian disajikan pada Gambar 1. Grafik tersebut juga menampilkan garis horizontal sebagai batas ambang ekstrem, yang berfungsi untuk mengidentifikasi secara visual bulan-bulan yang tergolong ekstrem berdasarkan ambang P90. Dengan membandingkan kedua kurva, dapat diamati bagaimana data GPM mengikuti pola musiman curah hujan, namun dengan variasi tertentu terutama pada bulan-bulan dengan intensitas hujan tinggi.



Gambar 1. Grafik Perbandingan Curah Hujan Bulanan: Observasi dan GPM (2020–2024)

Identifikasi dan Klasifikasi Kejadian Hujan Ekstrem Bulanan

Setelah nilai ambang batas hujan ekstrem ditetapkan sebesar 477,21 mm, langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi bulan-bulan dengan curah hujan ekstrem pada data observasi dan data GPM. Bulan yang memiliki curah hujan sama dengan atau melebihi nilai ambang tersebut dikategorikan sebagai kejadian hujan ekstrem. Proses identifikasi dilakukan secara terpisah pada kedua sumber data, kemudian hasilnya dibandingkan berdasarkan kesesuaian waktu kejadian ekstrem antara data observasi dan data GPM. Setiap bulan dievaluasi apakah tergolong ekstrem menurut salah satu, kedua, atau tidak satupun dari sumber data tersebut.

Untuk menilai kesesuaian waktu terjadinya hujan ekstrem antara kedua sumber data, dilakukan klasifikasi kejadian menggunakan pendekatan empat kategori, yaitu true positive (TP) jika kejadian ekstrem terdeteksi oleh kedua sumber data, false positive (FP) jika hanya terdeteksi oleh GPM, false negative (FN) jika hanya terdeteksi oleh observasi, dan true negative (TN) jika keduanya tidak mendeteksi kejadian ekstrem.

Klasifikasi kejadian hujan ekstrem merupakan pendekatan umum dalam evaluasi performa sistem deteksi hujan berbasis satelit, dan telah banyak diterapkan dalam studi validasi seperti oleh Wilks [5], Asare et al. [6] dan Gebregiorgis et al. [7]. Hasil klasifikasi kejadian hujan ekstrem selama periode pengamatan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Klasifikasi Kejadian Hujan Ekstrem Berdasarkan Data Observasi dan GPM (2020–2024)

Kategori Klasifikasi	Jumlah Bulan
True Positive (TP)	3
False Positive (FP)	2
False Negative (FN)	3
True Negative (TN)	52

Tabel tersebut menunjukkan bahwa data GPM hanya mendeteksi secara tepat tiga dari enam kejadian hujan ekstrem yang teridentifikasi pada data observasi (TP). Dua bulan diklasifikasikan ekstrem oleh GPM tetapi tidak terkonfirmasi oleh data observasi (FP), dan tiga kejadian ekstrem aktual tidak berhasil ditangkap oleh GPM (FN). Sebagian besar bulan lainnya, sebanyak 52 bulan, dikategorikan sebagai non-ekstrem oleh kedua sumber data (TN). Temuan ini menunjukkan bahwa meskipun GPM mampu menangkap sebagian kejadian ekstrem, masih terdapat kesalahan deteksi (*false positives*) dan kegagalan deteksi

(*false negatives*) yang perlu diperhatikan dalam penggunaannya untuk pemantauan hujan ekstrem bulanan di wilayah tropis seperti Kabupaten Tanah Laut.

Setelah klasifikasi kejadian hujan ekstrem dilakukan, tahap selanjutnya adalah mengevaluasi kinerja deteksi hujan ekstrem oleh data GPM terhadap data observasi menggunakan metrik evaluasi klasifikasi. Metrik yang digunakan dalam penelitian ini meliputi *precision*, *recall* dan *false alarm ratio* (FAR), yang umum digunakan dalam studi hidrometeorologi untuk menilai keandalan sistem deteksi kejadian berbasis satelit [5], [6].

- *Precision* mengukur ketepatan deteksi, yaitu proporsi kejadian yang benar-benar ekstrem dari seluruh kejadian yang terdeteksi oleh GPM.
- *Recall* mengukur tingkat keberhasilan GPM dalam menangkap semua kejadian ekstrem yang sebenarnya terjadi.
- *False Alarm Ratio* (FAR) mengukur proporsi kesalahan deteksi dari seluruh kejadian yang diprediksi ekstrem oleh GPM.

Masing-masing metrik dihitung menggunakan rumus berikut [3]:

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \quad (1)$$

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \quad (2)$$

$$FAR = \frac{FP}{TP+FP} \quad (3)$$

Berdasarkan hasil klasifikasi tersebut, diperoleh nilai *precision* sebesar 0,60, *recall* sebesar 0,50 dan *false alarm ratio* (FAR) sebesar 0,40. Nilai *precision* ini menunjukkan bahwa lebih dari separuh deteksi ekstrem oleh GPM sesuai dengan kejadian actual dan menurut Asare et al. [6], angka tersebut masih tergolong cukup untuk pemantauan satelit di wilayah tropis. Namun, nilai *recall* sebesar 0,50 menandakan bahwa hanya separuh dari kejadian hujan ekstrem actual yang berhasil ditangkap, menunjukkan keterbatasan cakupan deteksi GPM. Nilai FAR sebesar 0,40 juga menunjukkan masih tingginya tingkat alarm palsu, karena melebihi batas ideal 0,30 yang disarankan oleh Wilks [5].

Nilai *precision* dan *recall* yang moderat atau sedang menunjukkan bahwa data GPM memiliki potensi sebagai sumber alternatif dalam pemantauan hujan ekstrem bulanan, namun masih terdapat keterbatasan dalam hal akurasi deteksi waktu kejadian. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya oleh Asare et al. [5] dan Gebregiorgis et al. [7], yang menunjukkan bahwa akurasi produk GPM dapat bervariasi tergantung pada intensitas hujan dan kondisi wilayah, terutama di daerah tropis dengan variabilitas hujan yang tinggi.

SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa data satelit GPM memiliki performa sedang dalam mendeteksi kejadian hujan ekstrem bulanan di Kabupaten Tanah Laut selama periode 2020–2024. Dengan nilai ambang P90 sebesar 477,21 mm, hasil klasifikasi menghasilkan nilai precision sebesar 0,60, recall sebesar 0,50, dan false alarm ratio sebesar 0,40. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa performa deteksi GPM dapat dikategorikan sedang dan dapat menjadi sumber data alternatif, meskipun masih terdapat keterbatasan dalam akurasi waktu deteksi kejadian. Hal ini sesuai dengan studi sebelumnya yang menyebutkan bahwa akurasi produk GPM dapat bervariasi tergantung intensitas hujan dan kondisi wilayah, terutama di daerah tropis. Oleh karena itu, validasi lokal sangat diperlukan sebelum data GPM digunakan untuk keperluan operasional seperti sistem peringatan dini, pengelolaan sumber daya air dan informasi iklim berbasis risiko di tingkat daerah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Faisol, M., & Novita, A. 2019. Validasi Data Satelit GPM untuk Curah Hujan Harian di Papua Barat. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 20(2), 123–132. Faisol, M., & Novita, A. (2019). Validasi Data Satelit GPM untuk Curah Hujan Harian di Papua Barat. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 20(2), 123–132.
- [2] Dewi, I. K., et al. 2020. Evaluasi Curah Hujan Satelit untuk Pemodelan Hidrologi di DAS Tropis. *Jurnal Teknik Sipil*, 24(3), 207–216.
- [3] WMO (World Meteorological Organization). 2009. *Guidelines on Analysis of Extremes in a Changing Climate in Support of Informed Decisions for Adaptation*. WCDMP-No. 72.
- [4] Zhang, X., et al. 2011. Indices for Monitoring Changes in Extremes Based on Daily Temperature and Precipitation Data. *WIREs Climate Change*, 2(6), 851–870.
- [5] Wilks, D. S. 2011. *Statistical Methods in the Atmospheric Sciences* (3rd ed.). Academic Press.
- [6] Asare, E. O., et al. 2018. Validation of GPM Satellite Rainfall Products over Ghana: Implication for Hydrological Modelling. *Meteorological Applications*, 25(3), 451–465.
- [7] Gebregiorgis, A. S., et al. 2020. Evaluation of Satellite Precipitation Products over the Upper Blue Nile Basin. *Journal of Hydrology*, 589, 125184.

- [8] Marta, R. E., Suhartanto, E., & Fidari, I. 2022. Analisis Validasi Curah Hujan Satelit GPM dengan Data Pos Hujan Manual di Indonesia. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 23(1), 55–64.
- [9] Putra, D. P., & Kurniadi, D. 2021. Analisis Hujan Ekstrem Menggunakan Metode Persentil dan Indeks Iklim Ekstrem di Jawa Barat. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 8(2), 120–129.
- [10] Nash, J. E., & Sutcliffe, J. V. (1970). *River flow forecasting through conceptual models part I — A discussion of principles*. *Journal of Hydrology*, 10(3), 282–290.
- [11] Moriasi, D. N., Arnold, J. G., Van Liew, M. W., Bingner, R. L., Harmel, R. D., & Veith, T. L. (2007). *Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations*. *Transactions of the ASABE*, 50(3), 885–900.
- [12] Prasetyo A. T., & Sugiyanto. 2021. Validasi Data Satelit GPM Terhadap Data Observasi Curah Hujan di DAS Progo Hulu. *Jurnal Sains dan Teknologi Sumberdaya Air*. 17(2): 115–124.
- [13] Dewi R. K., & Kartiwa B. 2022. Analisis Validasi Curah Hujan Satelit GPM terhadap Data Observasi di Wilayah Kalimantan. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*. 23(1): 45–56.
- [14] Yuniarti D., & Suprpto R. A. 2020. Evaluasi Ketelitian Data Satelit Curah Hujan GPM di Wilayah Indonesia Bagian Selatan. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*. 8(2): 137–146.