

## Analisis debit banjir menggunakan data hujan satelit pada sub-DAS Brantas Hulu Jawa Timur

Nanda Nabilah Efendi<sup>1</sup>, Joko Sujono<sup>1,\*</sup>, Karlina<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Sleman, Yogyakarta, Indonesia

### Article Info

Available online

### Keywords:

Satellite rainfall  
Observed rainfall  
Correlation coefficient  
Flood discharge

### Corresponding Author:

Joko Sujono  
[jsujono@ugm.ac.id](mailto:jsujono@ugm.ac.id)

### Abstract

*Extreme rainfall can result in increased water discharge in the river that exceeds the capacity of the river and can cause flooding throughout the river as often happens in the Brantas River. One of the efforts to minimize the risk is by predicting flood discharge for future events using rainfall data. However, observed rainfall records are often incomplete, so satellite-based rainfall data is used as an alternative. This research will discuss the analysis of the comparison between observed rainfall and satellite-based rainfall from GPM-IMERG, PERSIANN, and GSMaP to find the best correlation between observed rainfall data and satellite-based rainfall data used to find the design flood discharge from satellite-based rainfall data. The method used in this research is the Nakayasu Synthetic Unit Hydrograph combined with effective rainfall calculated using the SCS-CN method to obtain the results of flood hydrographs in the Brantas Hulu Subwatershed. The results show that GPM-IMERG data has the strongest correlation with observed rainfall data with  $r= 0,48$ , indicating it can be used to calculate the design flood discharge, which produced a peak discharge value of  $1632.99 \text{ m}^3/\text{s}$  for a 25-years return period.*

Copyright © 2025 Universitas Islam Indonesia  
All rights reserved

### Pendahuluan

Dasar pelaksanaan kegiatan pengelolaan sumber daya air didasarkan pada siklus hidrologi yang merupakan proses pergerakan dan daur ulang air di bumi. Salah satu komponen penting dalam siklus hidrologi adalah hujan. Curah hujan dari tahun ke tahun diperhitungkan dalam perencanaan dan pengelolaan sumber daya air. Curah hujan yang deras dapat mengakibatkan debit air di sungai meningkat sehingga melebihi kapasitas sungai untuk menampung debit yang besar. Perencanaan dan rekayasa sumber daya air dilakukan untuk mengantisipasi kerugian yang terjadi. Salah satu upaya yaitu meminimalisir resiko adanya banjir dengan memprediksi debit banjir dengan

menggunakan data curah hujan. Namun, terkadang pencatatan curah hujan di lapangan banyak yang tidak lengkap yang berdampak pada perencanaan estimasi (Abdillah dkk, 2023). Solusi terhadap kekurangan tersebut adalah dengan menggunakan data curah hujan berbasis satelit. Salah satu keunggulan data ini adalah cakupan wilayah yang lebih luas dan kemampuan menjangkau area hingga melewati lautan, daerah dataran tinggi, dan daerah terpencil yang tidak ada alat pengukur curah hujan di lapangan (Ashouri dkk, 2015).

Beberapa penelitian terdahulu yang telah dilakukan terkait data hujan berbasis satelit seperti yang dilakukan oleh Wisnulingga dkk, (2023) yang berjudul “*Evaluation of*

*Satellite-based Rainfall Data in Flood Prediction*” menyimpulkan analisis transformasi hujan limpasan dari data curah hujan observasi, PERSIANN, GPM-IMERG, dan GSMaP, hasilnya yang paling mendekati dengan bentuk dan debit puncak hidrograf AWLR Kretek adalah curah hujan GPM-IMERG. Penelitian Romilly dan Gebremichael, (2011) yang berjudul *“Evaluation of Satellite Rainfall Estimates Over Ethiopian River Basins”* menganalisis data berbasis satelit jenis CMORPH, PERSIANN, dan TMPA 3B42RT di Ethiopia pada enam Daerah Aliran Sungai (DAS) dengan topografi dan pola curah hujan yang bervariasi.

Berdasarkan permasalahan yang sudah dijelaskan tersebut, tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan jenis data hujan berbasis satelit yang dapat mewakili hujan terukur, serta mengetahui besar debit banjir rencana pada Sub-DAS Brantas Hulu dari data hujan berbasis satelit terpilih. Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan prediksi debit banjir dari data hujan berbasis satelit.

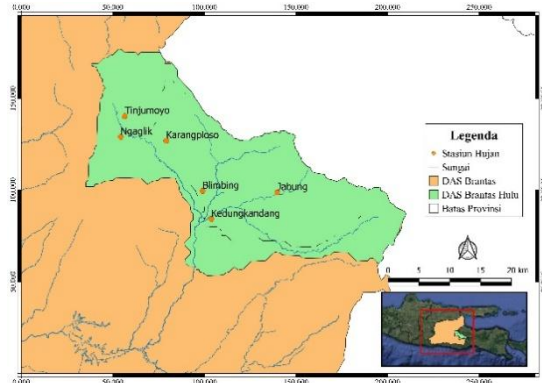
**Metode**

**Lokasi dan data penelitian**

Penelitian berlokasi di Sub-DAS Brantas Hulu, yang terletak di Provinsi Jawa Timur dan memiliki luas sebesar 881,33 km<sup>2</sup>. Secara geografis Sub-DAS Brantas Hulu terletak pada 7° 44’ 55,36” Lintang Selatan – 8° 03’ 40,56” Lintang Selatan dan 112° 28’ 25,63” Bujur Timur – 112° 56’ 37,51” Bujur Timur. Pemilihan Sub-DAS Brantas Hulu sebagai daerah penelitian dikarenakan seringnya banjir di musim hujan dan data yang tersedia pada daerah penelitian cukup baik, sehingga memungkinkan dilakukan perbandingan dengan data curah hujan berbasis satelit.

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder yang berupa data hujan harian terukur beserta sebarannya di beberapa stasiun di wilayah Sub-DAS Brantas Hulu yang didapatkan dari Dinas PU SDA Provinsi Jawa Timur. Data curah hujan jam-jaman dan harian dari PERSIANN (<http://chrsdata.eng.uci.edu/>), GPM-IMERG

(<https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/>), dan GSMaP (<https://sharaku.eorc.jaxa.jp/GSMaP/>).



Gambar 1. Peta lokasi penelitian yang berada pada sub-DAS Brantas Hulu

**Curah hujan terukur**

Curah hujan yang tercatat dalam suatu interval waktu tertentu dikenal sebagai intensitas hujan, umumnya diukur dengan satuan mm/jam atau mm/hari. Sementara itu, kedalaman hujan menggambarkan total curah hujan dan diukur dalam milimeter (mm). Penelitian ini menggunakan data curah hujan harian yang didapat dari sejumlah stasiun hujan yang berada pada Sub-DAS Brantas Hulu pada tahun 2006–2023. Menurut Sosrodarsono dan Takeda, (1987) dalam Gustoro dkk, (2022) hujan dapat diklasifikasikan menjadi 5 kondisi seperti Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi intensitas hujan

Kondisi Hujan	Intensitas Hujan (mm/hari)
Hujan sangat ringan	<5
Hujan ringan	5-20
Hujan normal	20-50
Hujan lebat	50-100
Hujan sangat lebat	>100

Penelitian ini menggunakan data hujan terukur lebih dari satu stasiun hujan yang tempatnya berjarak satu sama lain yang menghasilkan pencatatan data curah hujan berbeda. Oleh karena itu, diperlukan perhitungan hujan rerata yang mewakili daerah penelitian tersebut. Penelitian ini digunakan metode Poligon Thiessen yang

mempertimbangkan bobot dari setiap stasiun hujan berdasarkan luas luasan yang diwakilinya. Pada wilayah Sub-DAS, curah hujan dianggap merata sehingga data curah hujan yang tercatat di stasiun hujan terdekat dianggap sudah cukup untuk mewakili kondisi curah hujan di wilayah tersebut. (C.D. Soemarto, 1999; Suripin, 2004; Triatmodjo, 2010; Asdak, 1995).

Perhitungan hujan rerata wilayah Sub-DAS ditulis dengan Persamaan 1 berikut:

$$\bar{P} = \frac{P_1.A_1 + P_2.A_2 + \dots + P_n.A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} = \frac{\sum_{i=1}^n P_n.A_n}{\sum_{i=1}^n A_n} \quad (1)$$

Pada Pers. (1)  $P$  adalah curah hujan hasil pencatatan di stasiun hujan dalam satuan mm,  $A$  adalah luas area poligon dalam satuan km<sup>2</sup>, dan  $n$  adalah jumlah stasiun hujan.

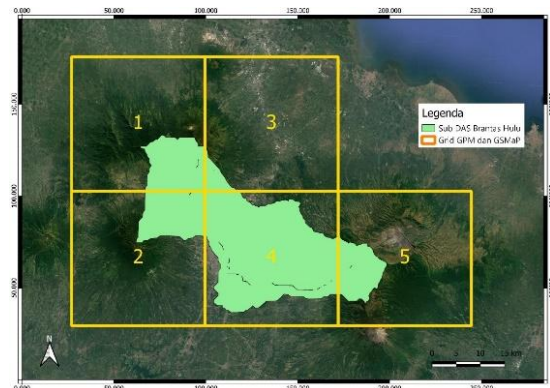
### Curah hujan berbasis satelit

Data hujan berbasis satelit adalah data yang berdasar pada grid, artinya nilai kedalaman hujan di dalam suatu grid dengan resolusi spasial tertentu adalah sama. Oleh sebab itu, curah hujan wilayah harus didapatkan dari data curah hujan pada grid yang menutupi wilayah pada grid tersebut. Metode perhitungan hujan rata-rata wilayah berdasarkan data hujan berbasis satelit memiliki prinsip yang serupa dengan metode Poligon Thiessen.

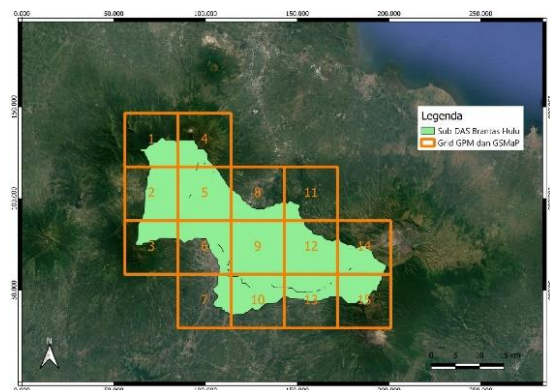
Dalam Poligon Thiessen, penentuan koefisien diperoleh berdasarkan rasio tiap luas poligon dengan total luas Sub-DAS. Sementara itu, pada penentuan hujan wilayah menggunakan data hujan berbasis satelit, koefisien diperoleh dari luas Sub-DAS pada tiap grid dibandingkan dengan luas Sub-DAS total.

PERSIANN diluncurkan oleh CHRIS-UCI dengan resolusi spasial 0,25° x 0,25° sehingga pada Sub-DAS Brantas Hulu memiliki 5 grid, sedangkan GPM-IMERG dan GSMaP mempunyai resolusi spasial 0,1° x 0,1° sehingga didapat 17 grid pada daerah penelitian. GPM dikembangkan hasil kerjasama antara NASA, JAXA dan berbagai lembaga antariksa internasional lainnya. Sedangkan GSMaP merupakan

produk satelit yang dikeluarkan oleh JAXA. Adapun gambar grid hujan berbasis satelit pada Sub-DAS Brantas Hulu disajikan pada Gambar 2 sampai dengan Gambar 3.



Gambar 2. Grid satelit PERSIANN pada daerah penelitian



Gambar 3. Grid Satelit GPM-IMERG dan GSMaP pada Daerah Penelitian

### Hubungan data hujan berbasis satelit terhadap total hujan terukur

Menurut Fengge (2007) dalam Pratiwi dkk, (2017), untuk mencari keakuratan dan nilai statistik dari data hujan terukur dengan data hujan berbasis satelit, dapat diukur dari nilai *Root Mean Square Error* (RMSE), *Normalized Root-Mean-Square Error* (NRMSE), *Correlation Coefficient* ( $r$ ), dan *Mean Bias Error* (MBE).

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (P_{si} - P_{Gi})^2} \quad (2)$$

$$NRMSE = \frac{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (P_{si} - P_{Gi})^2}}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_{Gi}} \quad (3)$$

$$MBE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (P_{si} - P_{Gi})^2 \quad (4)$$

Pada Pers. (2) hingga Pers. (4),  $P_{si}$  adalah curah hujan berbasis satelit data ke- $i$  dalam mm,  $P_{Gi}$  adalah curah hujan terukur data ke  $i$  dalam mm, dan  $n$  adalah banyaknya hari atau bulan.

Analisis Korelasi suatu metode statistik yang berfungsi untuk mengukur dan menggambarkan tingkat hubungan atau keterkaitan antara dua variabel. Hubungan antara dua variabel dapat diketahui keeratannya dengan menghitung koefisien korelasi. Koefisien korelasi ( $r$ ) berada dalam rentang antara -1 hingga +1. Nilai koefisien korelasi yang mendekati +1 menandakan hubungan antar variabel kuat dan searah sedangkan nilai yang mendekati -1 menunjukkan hubungan yang kuat tetapi berlawanan arah. Jika koefisien korelasi mendekati 0, dapat diartikan bahwa hubungan kedua variabel tersebut lemah. (Djordjević 2021 dalam Gustoro dkk, 2022). Uji korelasi dapat dihitung dengan Persamaan 5 sebagai berikut:

$$r = \frac{\sum_i(x(i)-\bar{x})(y(i)-\bar{y})}{\sqrt{\sum_i(x(i)-\bar{x})^2}\sqrt{\sum_i(y(i)-\bar{y})^2}} \quad (5)$$

Pada Pers. (5),  $x(i)$  merupakan data curah hujan berbasis satelit,  $y(i)$  merupakan data curah hujan terukur permukaan,  $\bar{x}$  merupakan nilai rerata deret  $x(i)$ , dan  $\bar{y}$  merupakan nilai rerata deret  $y(i)$ .

Menurut Krisnayanti dkk, (2020), tingkat keeratan hubungan koefisien korelasi mengacu pada syarat yang tertera pada Tabel 2.

Tabel 2. Hubungan korelasi

Koefisien Korelasi	Hubungan Korelasi
0	Tidak ada hubungan antar variabel
$0 < r \leq 0,25$	Hubungan sangat lemah
$0,25 < r \leq 0,5$	Hubungan cukup
$0,5 < r \leq 0,75$	Hubungan kuat
$0,75 < r < 1$	Hubungan sangat kuat
1	Korelasi sempurna

### Hujan efektif

Menurut Triatmodjo (2010), hujan efektif adalah komponen dari hujan yang secara langsung mengalir ke sungai sebagai aliran permukaan. Nilai hujan efektif diperoleh

dari selisih antara hujan total yang masuk ke permukaan tanah dengan kehilangan air yang dikenal sebagai abstraksi (*abstraction*). Abstraksi mencakup air yang masuk ke dalam tanah (infiltrasi), genangan di cekungan permukaan tanah (*depression storage*), dan penguapan. Untuk hujan lebat berdurasi pendek, penguapan umumnya tidak diperhatikan.

Metode yang digunakan untuk menentukan jumlah hujan efektif yang dihasilkan dari peristiwa hujan lebat adalah *The Soil Conservation Service* (SCS). Parameter yang digunakan dalam metode ini dapat dilihat dalam Persamaan 6 hingga Persamaan 8.

$$\Sigma Pe = \frac{(\Sigma P - Ia)^2}{(\Sigma P - Ia + S)} \quad (6)$$

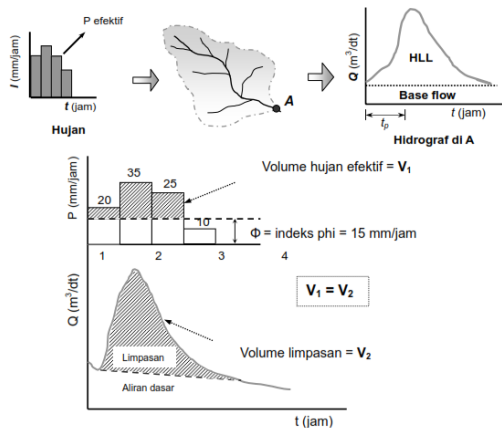
$$Ia = 0.2 S \quad (7)$$

$$S = \left( \frac{1000}{CN} - 10 \right) \times 25.4 \quad (8)$$

Pada Pers. (6) hingga Pers. (8),  $S$  adalah retensi maksimum potensial air di dalam tanah, yang umumnya berasal dari infiltrasi dalam mm,  $Ia$  merupakan *Initial Abstraction* dalam mm,  $Pe$  adalah kedalaman hujan efektif dalam mm,  $P$  adalah kedalaman hujan dalam mm, dan  $CN$  adalah *Curve Number*.

### Hidrograf banjir

Hidrograf merupakan kurva yang menunjukkan keterkaitan antara parameter aliran terhadap waktu. (Triatmodjo, 2010). Menurut Jayadi dan Sujono, (2007), perhitungan debit banjir rancangan dilakukan dengan mengubah hujan rancangan menjadi hidrograf satuan pada Sub-DAS yang dikaji. Proses analisis hidrologi untuk perencanaan banjir rancangan bisa dikelompokkan berdasarkan jenis kejadian yang dihadapi. Penentuan hidrograf satuan dapat dilakukan secara analitis melalui skema yang ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Skema analisis hidrograf

Menurut Jayadi & Sujono (2007) untuk membuat hidrograf banjir, diperlukan data hujan jam-jaman yang kemudian dicari hujan efektif menggunakan berbagai metode seperti SCS-CN,  $\Phi$ -indeks, dan lainnya. Hujan efektif dihitung menjadi debit dengan hidrograf satuan kemudian dijumlahkan dengan *baseflow*, sehingga didapatkan hidrograf banjir rancangan.

**Hasil dan Pembahasan**

Dalam penelitian ini, data hujan terukur menggunakan data pencatatan curah hujan harian dari stasiun hujan di sekitar Sub-DAS Brantas Hulu yang tersedia di 6 stasiun hujan pada tahun 2006 hingga tahun 2023. Data hujan terukur di masing-masing stasiun hujan yang digunakan dalam analisis dilakukan uji konsistensi. Hasil dari uji ini menunjukkan bahwa data hujan terukur dari seluruh stasiun yang ditinjau tersebut panggah dan dapat dilanjutkan untuk perhitungan hujan wilayah dengan metode Poligon Thiessen. Variasi Poligon Thiessen disesuaikan dengan ketersediaan data hujan di stasiun hujan pada tahun tersebut dan mengabaikan stasiun hujan yang datanya hilang. Berikut adalah contoh dari Poligon Thiessen yang disajikan pada Gambar 5.

Analisis Poligon Thiessen menggunakan data curah hujan harian setiap stasiun hujan yang kemudian dikalikan koefisien pembobotan tiap luasnya. Contoh bobot Poligon Thiessen disajikan pada Tabel 3

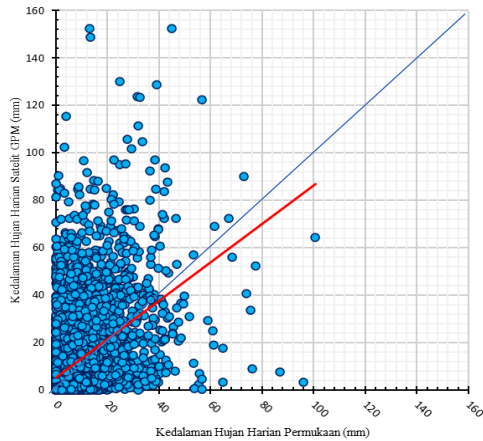


Gambar 5. Contoh poligon thiessen sub-DAS Brantas Hulu

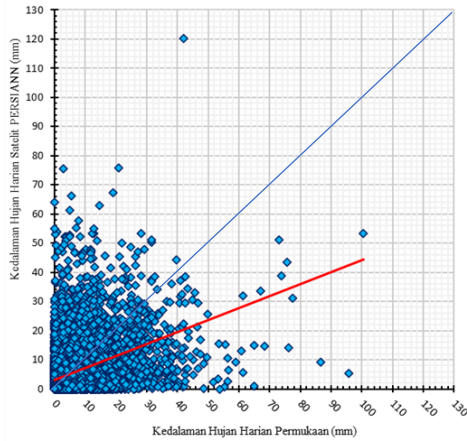
Tabel 3. Bobot poligon thiessen pada sub-DAS Brantas Hulu

Pos Curah Hujan	Koefisien Pembobotan
Blimbing	0,09
Jabung	0,40
Karangploso	0,15
Kedungkandang	0,13
Ngaglik	0,08
Tinjumoyo	0,14

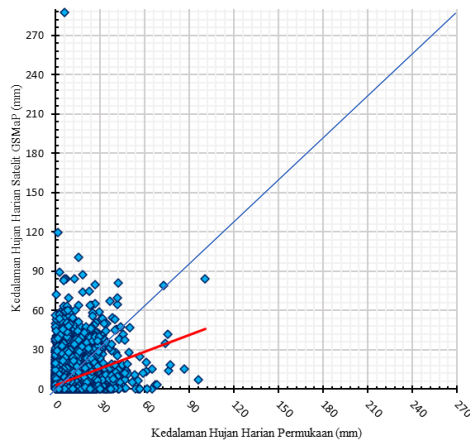
Data hujan berbasis satelit yang dievaluasi terhadap data hujan terukur adalah data PERSIANN dengan 5 grid, data GPM-IMERG dan GSMaP dengan 17 grid pada tanggal 1 Januari 2006 sampai dengan 31 Desember 2023. Untuk menghitung hujan wilayah dari data hujan berbasis satelit, luas Sub-DAS yang menutupi *grid* dihitung untuk mendapatkan nilai koefisien tiap *grid* yang kemudian dikalikan dengan nilai curah hujan berbasis satelit pada tiap *grid* agar didapatkan hasil perhitungan hujan wilayah. Data hujan terukur harian dibandingkan dengan data hujan berbasis satelit harian GPM-IMERG, PERSIANN, dan GSMaP. Dari hasil analisis, parameter evaluasi kesesuaian antara data hujan terukur dengan data GPM-IMERG didapatkan hasil perbandingan korelasi yang terbilang cukup baik untuk data harian dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0,48. Korelasi antara data curah hujan terukur dengan data PERSIANN juga didapatkan hasil yang cukup dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0,41. Sedangkan korelasi antara data hujan terukur dengan data GSMaP sebesar 0,35 dengan hasil yang cukup. Gambar 6 sampai dengan Gambar 8 adalah grafik hubungan antara data curah hujan terukur dan data curah hujan berbasis satelit.



Gambar 6. Hubungan curah hujan terukur dengan curah hujan berbasis satelit GPM-IMERG



Gambar 7. Hubungan curah hujan terukur dengan curah hujan berbasis satelit persiann



Gambar 8. Hubungan curah hujan terukur dengan curah hujan berbasis satelit GSMaP

Dari Gambar 6 sampai dengan Gambar 8 memperlihatkan bahwa data harian GPM-IMERG memiliki tren yang lebih baik dibanding data PERSIANN dan GSMaP. Oleh karena itu, data GPM-IMERG dinilai lebih andal dalam menghitung kedalaman total hujan pada suatu kejadian hujan. Hal ini menandakan bahwa resolusi spasial yang tinggi memberikan hasil yang baik.

Tabel 4. Keakuratan data hujan terukur dengan data hujan berbasis satelit

Parameter	GPM	PERSIANN	GSMaP
r	0,48	0,41	0,35
RMSE	14,21	9,84	11,64
MBE	3,99	-0,12	-0,12
NRMSE	2,58	1,79	2,11

Berdasarkan Tabel 4, nilai koefisien korelasi ( $r$ ) GPM-IMERG terhadap data hujan berbasis satelit sebesar 0,48 lebih besar dari nilai koefisien korelasi ( $r$ ) data PERSIANN yang bernilai 0,41 dan GSMaP sebesar 0,35. Nilai RMSE data GPM-IMERG sebesar 14,21 mm menunjukkan besar rata-rata kesalahan antara nilai curah hujan berbasis satelit dan nilai curah hujan terukur. Selain itu, nilai MBE digunakan untuk mengukur kecenderungan rata-rata *error* data GPM-IMERG sebesar 3,99 menunjukkan bahwa data hujan berbasis satelit cenderung *overestimates* terhadap data hujan terukur. Nilai kesalahan relatif data GPM-IMERG yang dihitung dari nilai NRMSE sebesar 2,58. Perbandingan koefisien korelasi pada penelitian ini dilakukan antara data curah hujan berbasis satelit dengan data hujan terukur, bukan berdasarkan perbandingan antar dua data satelit. Hal ini dikarenakan tujuan utama evaluasi adalah untuk menilai sejauh mana data hujan berbasis satelit dapat merepresentasikan curah hujan aktual yang tercatat di permukaan.

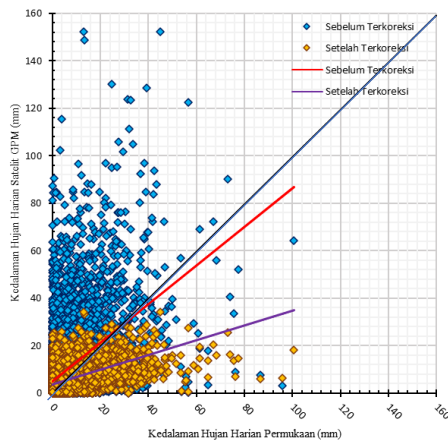
Untuk membuat data hujan berbasis satelit lebih akurat terhadap data hujan terukur dilakukan koreksi pada data hujan berbasis satelit. Evaluasi koreksi dihitung dengan mengalikan data hujan berbasis satelit dengan koefisien koreksi sesuai dengan klasifikasi intensitas hujan sehingga mendapatkan data curah hujan berbasis

satelit yang mendekati data curah hujan terukur. Hasil koefisien koreksi data hujan berbasis satelit dapat dilihat pada Tabel 5

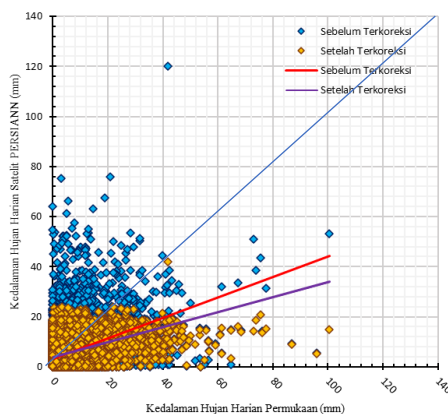
Tabel 5. Koefisien koreksi data hujan GPM

Kondisi Hujan	Koefisien Koreksi
Hujan sangat ringan	1,921
Hujan ringan	0,777
Hujan sedang	0,404
Hujan lebat	0,283
Hujan sangat lebat	0,224

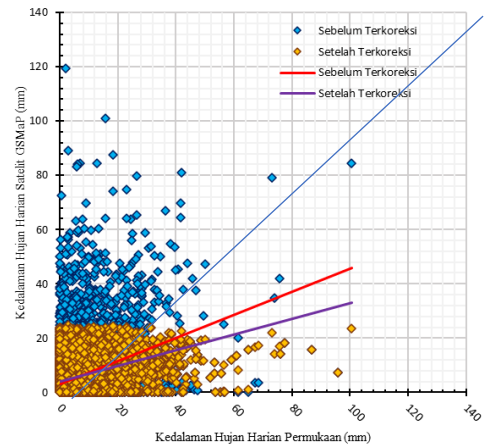
Dari hasil analisis diperoleh grafik perbandingan antara data GPM, PERSIANN, dan GSMaP sebelum dan setelah dilakukan evaluasi yang disajikan pada Gambar 9 sampai dengan Gambar 11.



Gambar 9. Hubungan curah hujan terukur dengan curah hujan GPM-IMERG sebelum dan sesudah evaluasi



Gambar 10. Hubungan curah hujan terukur dengan curah hujan PERSIANN sebelum dan sesudah evaluasi



Gambar 11. Hubungan curah hujan terukur dengan curah hujan GSMaP sebelum dan sesudah evaluasi

Berdasarkan Gambar 9 sampai Gambar 11 dapat diketahui bahwa data curah hujan harian berbasis satelit yang telah dikoreksi cenderung menjauhi garis 1:1 yaitu garis menunjukkan hubungan sempurna antara dua variabel dengan nilai yang sama. Hal ini menandakan bahwa data hujan berbasis satelit yang telah dikoreksi tidak terlalu akurat. Oleh karena itu, koreksi tidak dilakukan karena sebaran datanya terlalu luas dan tidak konsisten, sehingga dianggap tidak efektif dalam meningkatkan ketepatan estimasi terhadap data hujan terukur. Oleh karena itu, metode untuk koreksi data curah hujan berbasis satelit terus dikembangkan untuk memperoleh hasil estimasi yang lebih akurat terhadap kondisi hujan terukur.

Tabel 6. Keakuratan data hujan terukur dengan data hujan berbasis satelit sebelum dan sesudah evaluasi

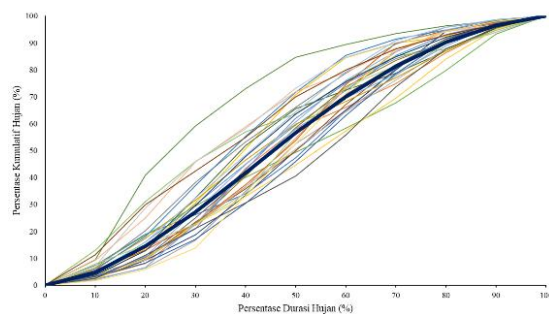
Parameter	GPM	PERSIANN	GSMaP
	Sebelum Koreksi		
r	0,48	0,41	0,35
RMSE	14,21	9,84	11,64
NRMSE	2,58	1,79	2,11
Setelah Koreksi			
r	0,52	0,45	0,41
RMSE	7,91	9,74	8,81
NRMSE	1,44	1,53	1,60

Berdasarkan Tabel 6. nilai RMSE GPM-IMERG mengalami penurunan sebesar 4,8, PERSIANN mengalami penurunan sebesar 0,1 dan GSMaP mengalami penurunan

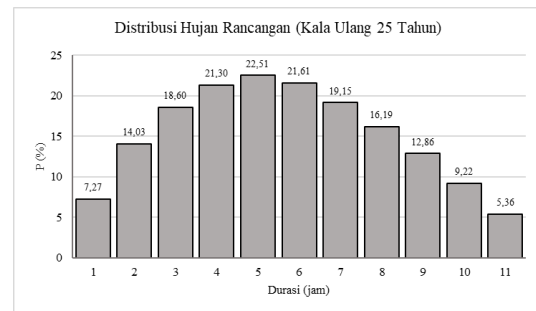
sebesar 2,8 yang artinya rata-rata kesalahan perkiraan curah hujan berbasis satelit mengalami penurunan terhadap curah hujan terukur. Dari hasil analisis data hujan harian paling dekat dengan data hujan terukur adalah data GPM-IMERG, sehingga data GPM-IMERG dipilih sebagai data hujan berbasis satelit paling bagus untuk digunakan prediksi debit banjir. Untuk daerah yang tidak terdapat pos hujan atau stasiun hujan, data yang digunakan adalah data hujan berbasis satelit sebelum terkoreksi.

Data GPM-IMERG dicari hujan harian maksimum Sub-DAS Brantas Hulu, kemudian dilakukan analisis frekuensi. Hasil uji kecocokan Chi Square dan Smirnov Kolmogorov adalah dengan menggunakan Distribusi Log Pearson III. Berdasarkan distribusi tersebut, hasil analisis hujan rencana yang digunakan untuk memperkirakan debit banjir dengan kala ulang 25 tahun adalah 168,10 mm, sedangkan berdasarkan analisis frekuensi data terukur, hujan rencana dengan kala ulang 25 tahun sebesar 102,43 mm

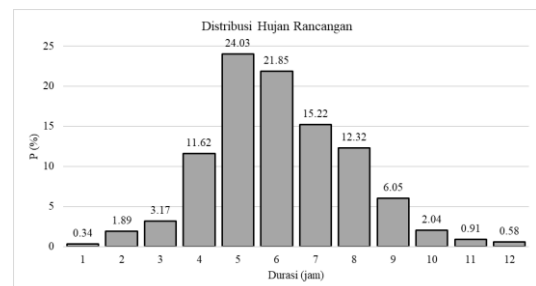
Berdasarkan data GPM-IMERG, durasi hujan rancangan dihitung dari total frekuensi keadaan hujan lebat dikali durasi hujan didapatkan 775 jam lalu dibagi dengan frekuensi total hujan sebanyak 70 sehingga didapatkan hujan berdurasi 11 jam. Adapun pola distribusi hujan rerata jam-jaman ditunjukkan pada Gambar 12 dan Gambar 13. Sedangkan pola distribusi hujan dan durasi hujan terukur disajikan pada Gambar 14.



Gambar 12. Pola distribusi hujan dari data GPM-IMERG



Gambar 13. Distribusi hujan rancangan data GPM-IMERG

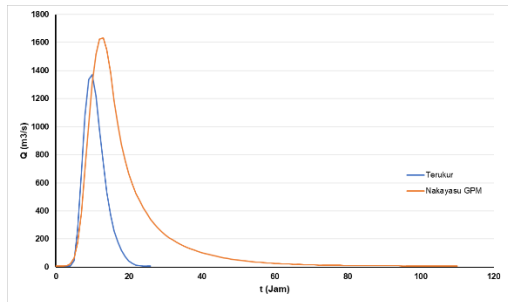


Gambar 14. Distribusi hujan rancangan data hujan terukur

Hidrograf satuan pada penelitian ini menggunakan Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) Nakayasu. Data parameter DAS sangat dibutuhkan dalam analisis Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu seperti luas DAS dan panjang sungai utama yang terdapat pada DAS yang ditinjau. Pada Sub-DAS Brantas Hulu, luas Sub-DAS sebesar 881,33 km<sup>2</sup> dengan panjang sungai sebesar 68,36 m. Perhitungan hujan efektif menggunakan metode SCS-CN dengan nilai CN 72,33.

Berdasarkan hasil perhitungan HSS Nakayasu tersebut dan hasil perhitungan hujan efektif pada wilayah penelitian, dilakukan perhitungan hidrograf banjir yang terjadi di Sub-DAS Brantas Hulu. Hasil perhitungan HSS Nakayasu dikalikan dengan masing – masing hujan efektif, kemudian hasil perhitungan tersebut dijumlahkan, lalu ditambahkan dengan aliran dasar (*baseflow*) sehingga didapatkan hidrograf limpasan total atau yang biasa dinamakan hidrograf banjir. Dari hasil analisis didapatkan debit puncak banjir Sub-DAS Brantas Hulu menggunakan data hujan berbasis satelit GPM-IMERG sebesar 1632,99 m<sup>3</sup>/s pada jam ke-13.

Hasil debit puncak banjir Sub-DAS Brantas Hulu menggunakan data data debit terukur dari AWLR Gadang didapatkan sebesar 1370,21 m<sup>3</sup>/s. Perbandingan hidrograf banjir dari data hujan berbasis satelit dengan hidrograf satuan sintetis dan data hujan terukur dengan hidrograf satuan terukur dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 15. Perbandingan hidrograf banjir data hujan terukur dengan data hujan berbasis satelit

Pada Gambar 15 dan hasil analisis dapat diketahui model Nakayasu GPM memprediksi puncak debit yang lebih tinggi dibandingkan dengan debit terukur dengan perbedaan 17,50% dengan perbedaan waktu sebesar 2 jam.

### Kesimpulan dan Saran

Hasil analisis pada penelitian ini didapatkan bahwa dari ketiga jenis data hujan satelit yang dianalisis, data GPM-IMERG memiliki hubungan paling baik dengan data hujan terukur dibandingkan dengan data PERSIANN dan GSMaP. Hasil evaluasi data GPM-IMERG terhadap data hujan terukur dari nilai  $r$ , MBE, RMSE dan NRMSE sebesar 0,48; 3,99; 14,21; 2,58. Setelah dilakukan koreksi, nilai  $r$  meningkat menjadi 0,52 dan rata-rata kesalahan menurun sebesar 4,8. Namun, koreksi tersebut tidak memberikan peningkatan akurasi yang signifikan karena sebaran data terlalu luas dan tidak konsisten, sehingga data GPM-IMERG tanpa koreksi sudah cukup representatif. Data satelit GPM-IMERG mampu digunakan untuk memprediksi debit banjir pada daerah yang tidak terdapat pos hujan atau stasiun hujan. Berdasarkan data satelit GPM-IMERG didapatkan hasil prediksi debit banjir

menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu dengan kala ulang 25 tahun pada debit puncak adalah sebesar 1632,99 m<sup>3</sup>/s.

Pada penelitian ini digunakan data hujan harian dari tiga macam data satelit, sehingga dapat dikembangkan lagi dengan menggunakan data hujan berbasis satelit yang lain. Metode koreksi data hujan berbasis satelit perlu dilakukan evaluasi lanjutan agar mendapatkan hasil yang lebih akurat untuk prediksi yang lebih baik dan sesuai dengan curah hujan terukur.

### Daftar Pustaka

- Abdillah, W., Fauziati, S., & Pratama, A. R. (2023). Utilization of Machine Learning Approaches for Rainfall Data Imputation: A Systematic Literature Review. *Proceedings - 2023 10th International Conference on Computer, Control, Informatics and Its Applications: Exploring the Power of Data: Leveraging Information to Drive Digital Innovation, IC3INA 2023*, 313–318. <https://doi.org/10.1109/IC3INA60834.2023.10285764>
- Asdak, C. (1995). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press.
- Ashouri, H., Hsu, K. L., Sorooshian, S., Braithwaite, D. K., Knapp, K. R., Cecil, L. D., Nelson, B. R., & Prat, O. P. (2015). PERSIANN-CDR: Daily precipitation climate data record from multisatellite observations for hydrological and climate studies. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 96(1), 69–83. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-13-00068.1>
- C.D. Soemarto. (1999). *Hidrologi Teknik*. Erlangga.
- Chow, V. Te. (1988). *Applied Hydrology*. McGraw-Hill.
- Gustoro, D., Sujono, J., & Karlina, K. (2022). Perbandingan Pola Distribusi Hujan Terukur dan Hujan Satelit PERSIANN di DAS Progo. *Jurnal Teknik Pengairan*, 13(1), 23–35. <https://doi.org/10.21776/ub.pengairan.2022.013.01.03>
- 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>
- Pratiwi, D. W., Sujono, J., & Rahardjo, A. P. (2017, October 1). Evaluasi Data Hujan Satelit Untuk Prediksi Data Hujan Pengamatan Menggunakan Cross Correlation. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi*.

- Romilly, T. G., & Gebremichael, M. (2011). Evaluation of satellite rainfall estimates over Ethiopian river basins. *Hydrology and Earth System Sciences*, 15(5), 1505–1514. <https://doi.org/10.5194/hess-15-1505-2011>
- Sosrodarsono, S., & Takeda, K. (1987). *Hidrologi Untuk Pengairan*. Pradnya Paramita.
- Sujono, J., & Jayadi, R., (2007), Hidrograf Satuan: Permasalahan dan Alternatif Penyelesaian, Forum Teknik Sipil No. XVII/2-Mei 2007
- Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. ANDI Offset.
- Triatmodjo, B. (2010). *Hidrologi Terapan*. Beta Offset.
- Wisnulingga, B. K., Sujono, J., & Jayadi, R. (2023). Evaluation of Satellite-based Rainfall Data in Flood Prediction. *Semesta Teknika*, 26(2), 137–147. <https://doi.org/10.18196/st.v26i2.19036>