

ANALISA AKURASI DATA CURAH HUJAN SATELIT TERHADAP DATA PENGUKURAN DI DAERAH TANGKAPAN AIR (DTA) WADUK SUTAMI

Angga Hermawan Alie¹⁾, Suharyanto²⁾

^{1,2)}Program Magister, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Diponegoro

e-mail: *angga.alie13@gmail.com

ABSTRACT

Sutami Reservoir that located in the Brantas River Basin is a multi-purpose reservoir, it's used to provide of raw water, irrigation, flood control, and power generation, fishery activities, and tourism. Rainfall data information is very important in hydrological analysis as the basis for determining operating patterns, water balances, and calculating sediment rates. Rainfall data that is recorded in a row can show us trends or the nature of rain, but in reality it is very difficult to obtain representative rainfall observation data, both in terms of quality and length of observation data, which is quite in accordance with what is required in several locations, it is very difficult due to the absence of rain stations. or broken gauges. Therefore, by taking advantage of technological advances, it is necessary to analyze the accuracy of rainfall data via satellite (GPM V6 and TRMM 3B43 V7) as an alternative to using rainfall data to fill data shortages at certain locations. The results of the analysis of the two satellite rainfall data (GPM V6 and TRMM 3B43 V7) are based on the Nash Sutcliffe Efficiency (NSE) parameters, Root Mean Square Error (RMSE), Real Error (KR), Correlation Coefficient (R) can be used as an alternative to rainfall data. , with satellite rainfall data GPM V6 has better accuracy and performance.

Keywords: Rainfall Data, Calibration, Validation, Satellite Data

ABSTRAK

Waduk Sutami yang berada di dalam Wilayah Sungai Brantas merupakan waduk multiguna yang berfungsi sebagai penyedia air baku, irigasi, pengendali banjir, dan pembangkit listrik, kegiatan perikanan, serta pariwisata. Informasi data curah hujan sangat penting dalam analisis hidrologi sebagai dasar penentuan pola operasi, neraca air, hingga perhitungan laju sedimen. Data hujan yang runtut waktu pencatatannya dapat memberikan informasi tren atau kecenderungan dari sifat hujan namun pada kenyataannya untuk mendapatkan data pengamatan curah hujan yang representatif yaitu baik dalam hal kualitas maupun panjang data pengamatannya yang cukup sesuai dengan yang dipersyaratkan di beberapa lokasi sangatlah sulit dikarenakan ketiadaan stasiun hujan ataupun alat pengukur yang rusak. Oleh karena itu dengan memanfaatkan kemajuan teknologi perlu dilakukan analisa akurasi data curah hujan melalui satelit (GPM V6 dan TRMM 3B43 V7) sebagai alternatif penggunaan data curah hujan untuk mengisi kekurangan data pada lokasi tertentu. Hasil analisis kedua data hujan satelit (GPM V6 dan TRMM 3B43 V7) tersebut berdasarkan parameter Nash Sutcliffe Efficiency (NSE), Root Mean Square Error (RMSE), Kesalahan Realitif (KR), Koefisien Korelasi (R) dapat digunakan sebagai alternatif data curah hujan, dengan data curah hujan satelit GPM V6 memiliki akurasi dan performa yang lebih baik.

Kata kunci: Curah Hujan, Kalibrasi, Validasi, Data Satelit

1. PENDAHULUAN

Waduk Sutami berada dalam Wilayah Sungai Brantas merupakan waduk multiguna yang berfungsi sebagai penyedia air baku, irigasi, pengendali banjir, pembangkit listrik, kegiatan perikanan, dan kegiatan pariwisata guna meningkatkan taraf hidup masyarakat dan Pendapatan Asli Daerah (PAD) Kabupaten Malang. Oleh karena itu, diperlukan pencatatan data curah hujan yang lengkap sebagai dasar mengatur pola operasi waduk, analisis neraca air, perhitungan laju erosi dan lain-lain. Ketersediaan air yang ada di waduk dapat dipengaruhi oleh curah hujan. Besarnya curah hujan akan mempengaruhi debit yang masuk ke dalam waduk.

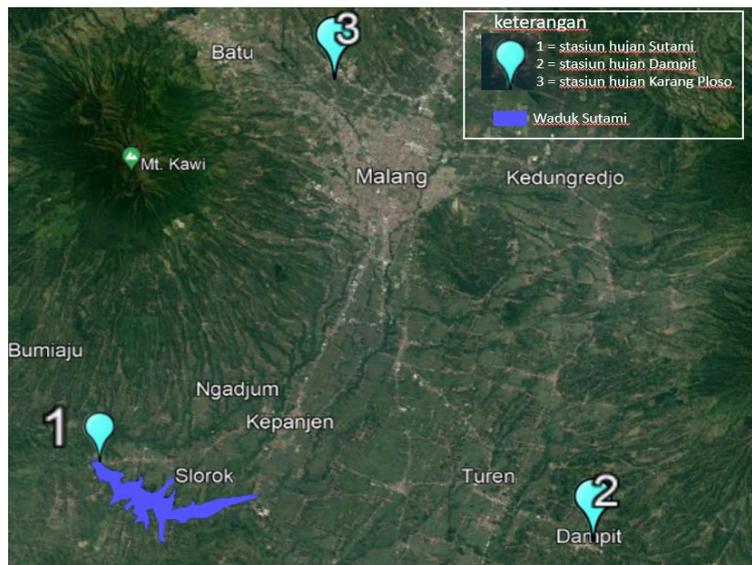
Informasi data curah hujan sangat penting untuk berbagai analisa bidang sumber daya air, tak terkecuali bendungan, data curah hujan dapat berbentuk temporal (runtut waktu) maupun berbentuk spasial. Sebagai salah satu data yang penting dalam analisis hidrologi, data curah hujan yang didapat dari pengukuran pada pos stasiun hujan, sehingga data curah hujan yang diperoleh diharapkan mempunyai ketelitian yang cukup. Data hujan yang runtut waktu pencatatannya dapat memberikan informasi tren atau kecenderungan dari sifat hujan di suatu tempat tersebut apakah mengalami kenaikan ataupun sebaliknya. Dari uraian tersebut dapat dikatakan bahwa data curah hujan merupakan data klimatologis yang cukup penting. Pada kenyataannya untuk mendapatkan data pengamatan curah hujan yang representatif yaitu baik dalam hal kualitas maupun kuantitas atau panjang data pengamatannya cukup sesuai dengan yang dipersyaratkan sangatlah sulit. Sulitnya mendapatkan data curah hujan tersebut, dikarenakan keterbatasan jumlah alat ukur atau penakar terutama di daerah yang terpencil, sehingga akan menyulitkan untuk melakukan kajian maupun analisis sumber daya air berdasarkan data curah hujan di suatu tempat karena tidak semua tempat terdapat stasiun pengamatan curah hujan secara manual maupun otomatis (Syaifullah, 2013).

Seiring dengan perkembangan zaman, teknologi satelit dapat digunakan sebagai alternatif data hidrologi untuk mengantisipasi ketidaklengkapan dan ketidak-akuratan data saat pengukuran. Dalam studi kasus ini, penulis menggunakan data satelit untuk curah hujan. Satelit curah hujan yang digunakan Tropical Rainfall Measurement Mission (TRMM) 3B42, Global Precipitation Measurement (GPM) V6. Masing-masing satelit tersebut mempunyai spesifikasi yang berbeda-beda dari segi resolusi spasial, ketersediaan data, tempo perekaman data. Tujuan dari studi kasus ini adalah untuk melakukan evaluasi data satelit curah hujan terhadap data pengukuran di DTA Waduk Sutami. Dari studi kasus ini juga akan menghasilkan satelit yang direkomendasikan untuk dapat diterapkan pada lokasi studi. Evaluasi perlu dilakukan karena satelit mengukur besarnya hujan yang terjadi di atmosfer, sedangkan data hujan pengamatan dari stasiun hujan adalah data hujan yang terjadi di lapangan atau bumi (Pratiwi dkk, 2017). Evaluasi data satelit dilakukan dengan menggunakan simulasi model kalibrasi dan validasi untuk mengetahui performa dari satelit tersebut. Hasil yang terbaik dapat diketahui dari nilai Root Mean Squared Error (RMSE), Nash Sutcliffe Efficiency (NSE), Koefisien Korelasi (R), dan Kesalahan Relatif (KR).

2. METODE PENELITIAN

2.1 Lokasi Studi

Lokasi penelitian yang dipilih adalah Daerah Tangkapan Air (DTA) Bendungan Sutami atau Waduk Karangates yang berada dalam Wilayah Sungai Brantas. Waduk Sutami terletak di Desa Karangates, Kecamatan Sumberpucung, Kabupaten Malang, Provinsi Jawa Timur yang terletak pada koordinat 08° 09' 23,24" - 08° 12' 24,83" LS dan 112° 26' 45,42" - 112° 32' 59,26" BT. Pada studi kasus ini untuk pengambilan data pengukuran curah hujan berpengaruh di DTA Bendungan Sutami menggunakan 3 (tiga) stasiun hujan yaitu Stasiun Hujan Sutami, Karang Ploso, dan Dampit. Lokasi 3 stasiun hujan tersebut dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1. Lokasi stasiun hujan berpengaruh di DTA Bendungan Sutami yang ditinjau
 Sumber : *Google earth pro*

2. 2 Data Penelitian

Dalam studi kasus validasi data curah hujan satelit dengan data hujan observasi seluruhnya menggunakan data sekunder yang diperoleh dari berbagai sumber baik melalui website open source maupun pengelola terkait seperti yang terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Sumber data yang digunakan untuk analisis

| No | Data | Sumber Data |
|----|--|---|
| 1 | Data Pengukuran Curah Hujan Stasiun hujan Sutami, Dampit, Karang Ploso | Dinas PU Sumber Daya Air Kabupaten Malang |
| 2 | Data Curah Hujan Satelit TRMM dan GPM Lokasi stasiun hujan Sutami, Dampit, dan Karang Ploso | https://giovanni.gsfc.nasa.gov/ |

Sumber : Olahan penulis

Data Curah Hujan Satelit yang digunakan diperoleh dari satelit milik NASA yang tersedia secara open source di alamat website milik NASA yaitu <https://giovanni.gsfc.nasa.gov/> . Dimana masing-masing satelit mempunyai spesifikasi yang berbeda-beda dari segi resolusi spasial, ketersediaan data, tempo perekaman data, dan satuan data. Spesifikasi satelit disajikan pada Tabel 2 sebagai berikut ;

Tabel 1. Spesifikasi satelit yang digunakan

| Satelit | Resolusi Spasial | Ketersediaan Data* | Tempo Perekaman | Satuan |
|-----------------|-------------------|--------------------------|-----------------|--------|
| TRMM 3B43 V7 | 0,25 ⁰ | 1 Jan 1998 - 31 Des 2019 | 3 jam | mm/jam |
| GPM 3IMERGM V06 | 0,10 ⁰ | 1 Jun 2000 - 30 Sep 2021 | 30 menit | mm/jam |

Sumber : <https://giovanni.gsfc.nasa.gov/>

2. 3 Metode penelitian

Metode penelitian studi disusun secara sistematis menjadi beberapa langkah dengan *output* yang spesifik sehingga mempermudah dalam penyelesaiannya seperti yang terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Tahapan penyelesaian penelitian

| No | Tahapan Penelitian | Metode yang digunakan | Data yang digunakan | Tujuan dan Hasil |
|----|---|---|--|--|
| 1 | Pengumpulan Data | - | Data curah hujan observasi dan satelit | Untuk memperoleh data curah hujan hasil pengukuran dan satelit |
| 2 | Pengisian Data Hujan yang Hilang (bila ada) | 1 <i>Normal Ratio Method</i> 2 <i>Reciprocal Method</i> | Data Curah Hujan | Untuk melengkapi data hujan harian yang hilang |
| 3 | Uji Konsistensi Data Hujan | Analisa Kurva Massa Ganda | Data Curah Hujan hasil pengukuran (data stasiun hujan) | Untuk memeriksa kualitas data hujan terdapat penyimpangan atau tidak, konsisten apabila diperoleh nilai kemiringan sudut garis trend pada grafik sebesar $42^\circ < \alpha < 48^\circ$ |
| 4 | Uji Konsistensi Data Hujan | Metode RAPS | Data Curah Hujan Satelit | Untuk memeriksa kualitas data hujan terdapat penyimpangan atau tidak. Data dapat diterima apabila $Q_{hitung} < Q_{kritis}$ |
| 5 | Uji Stasioner | 1 Uji Kestabilan Varian (Uji – F) 2 Uji Kestabilan Rata-Rata (Uji – t) | Data Curah Hujan hasil pengukuran dan satelit | Untuk memastikan bahwa data layak untuk digunakan analisis selanjutnya parameter penerimaan data layak digunakan / stabil adalah $F_{hitung} < F_{kritis}$ dan $t_{hitung} < t_{kritis}$ |
| 6 | Kalibrasi Hujan | 1 Regresi Linear sederhana 2 Regresi eksponensial 3 Regresi logaritma | Data Curah Hujan hasil pengukuran dan satelit | Untuk mendapatkan persamaan koreksi melalui plotting hubungan 2 data yaitu curah hujan pengukuran dan satelit, untuk kemudian dicari nilai R paling mendekati 1 dari hasil regresi linear, eksponen, |

| | | | | | | |
|---|----------------|------|--|---|--|--|
| | | 4 | Regresi polinomial | | | logaritmik, polinomial, dan berpangkat menggunakan bantuan Ms Excel. Untuk selanjutnya persamaan tersebut diuji di tahap validasi |
| | | 5 | Regresi berpangkat | | | |
| 7 | Validasi Hujan | Data | 1 <i>Nash Sutcliffe Efficiency</i> (NSE) | Data Curah Hujan hasil pengukuran dan satelit dan persamaan regresi hasil kalibrasi | | Untuk menentukan satelit mana yang paling baik untuk digunakan sebagai alternatif data curah hujan di tiap-tiap lokasi yang ditinjau |
| | | | 2 <i>Root Mean Square Error</i> (RMSE) | | | |
| | | | 3 Kesalahan Relatif (KR) | | | |
| | | | 4 Koefisien Korelasi (R) | | | |

Sumber : olahan penulis

Tahap validasi dibagi menjadi validasi belum terkoreksi dan validasi terkoreksi. Pada tahap validasi terkoreksi diperoleh dari jenis persamaan regresi terpilih akhir yang dapat digunakan untuk mengoreksi data satelit sebelum digunakan (kalibrasi) dengan pembagian simulasi kalibrasi digunakan data curah hujan 7 tahun (2010-2016) dan validasi 3 tahun (2017-2019). Hasil terbaik dari parameter nilai validasi dapat digunakan untuk menentukan rekomendasi satelit curah hujan dan evaporasi untuk lokasi studi Kawasan Wasuk Sutami dengan parameter penerimaan RMSE dan KR (nilai semakin mendekati 0 semakin baik akurasi) sedangkan parameter penerimaan NSE dan R dapat dilihat pada Tabel 3 dan 4.

Tabel 3. Kriteria Nilai NSE

| Nilai NSE | Interpretasi |
|---------------------|----------------|
| $NSE > 0,75$ | Baik |
| $0,36 < NSE < 0,75$ | Memenuhi |
| $NSE < 0,36$ | Tidak Memenuhi |

Sumber : (Motovilov dkk., 1999)

Tabel 4. Kriteria Nilai R

| Nilai NSE | Interpretasi |
|-------------|---------------|
| 0,00 - 0,19 | Sangat Rendah |
| 0,20 – 0,39 | Rendah |
| 0,40 – 0,59 | Sedang |
| 0,60 – 0,79 | Kuat |
| 0,80 – 1,00 | Sangat Kuat |

(Soewarno, 1995)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3. 1 Uji Kualitas Data Curah Hujan

Pada penelitian ini uji kualitas data curah hujan meliputi uji konsistensi dan stasioner pada data curah hujan observasi (pos hujan) dan data satelit (TRMM 3B43 V7 dan GPM V6) yang dilakukan pada data sepanjang 10 tahun mulai dari tahun 2010-2019. Untuk uji konsistensi menggunakan

metode analisa kurva massa ganda pada data curah hujan observasi (pos hujan) dikarenakan metode ini tepat dilakukan untuk populasi data curah hujan dari 3 pos hujan, sedangkan untuk uji konsistensi pada data satelit hujan digunakan metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*), metode ini digunakan untuk menguji ketidakpangghaan data dari suatu kordinat dengan data dari kordinat itu sendiri dengan mendeteksi nilai rata-rata. Pada uji stasioner digunakan metode perhitungan nilai F dan t hitung yang dibandingkan dengan F dan t kritisnya . Pada uji konsistensi dan stasioner ini digunakan nilai derajat kepercayaan atau nilai alpha $\alpha = 0,01$ dengan hasil analisa pada Tabel 5.

Tabel 5. Uji Kualitas Data Curah Hujan Tahun 2010-2019

| No | Data Curah Hujan | Uji Konsistensi | | Uji Stasioner | |
|----------------------------------|-------------------------------|-------------------|-----------|---------------|---------|
| | | Kurva Massa Ganda | RAPS | Uji - F | Uji - t |
| A Stasiun Hujan Observasi | | | | | |
| 1 | Stasiun Hujan Sutami | Konsisten | - | Stabil | Stabil |
| 2 | Stasiun Hujan Kr.Ploso | Konsisten | - | Stabil | Stabil |
| 3 | Stasiun Hujan Dampit | Konsisten | - | Stabil | Stabil |
| B Satelit TRMM 3B43 V7 | | | | | |
| 1 | Lokasi Stasiun Hujan Sutami | - | Konsisten | Stabil | Stabil |
| 2 | Lokasi Stasiun Kr Ploso | - | Konsisten | Stabil | Stabil |
| 3 | Lokasi Stasiun Hujan Dampit | - | Konsisten | Stabil | Stabil |
| C Satelit GPM 3IMERGM V06 | | | | | |
| 4 | Lokasi Stasiun Hujan Sutami | - | Konsisten | Stabil | Stabil |
| 5 | Lokasi Stasiun Hujan Kr Ploso | - | Konsisten | Stabil | Stabil |
| 6 | Lokasi Stasiun Hujan Dampit | - | Konsisten | Stabil | Stabil |

Sumber : hasil perhitungan

Berdasarkan hasil uji kualitas data curah hujan tahun 2010-2019 pada Tabel 6 diperoleh hasil data tersebut menunjukkan hasil yang konsisten dan stabil sehingga dapat dilanjutkan ke analisis selanjutnya.

3. 2 Kalibrasi

Kalibrasi data satelit menggunakan analisis regresi dengan bantuan perangkat lunak *Microsoft Excel*. *Microsoft Excel* mampu menyajikan 5 (lima) jenis persamaan regresi diantaranya persamaan linier, eksponensial, logaritma, polinomial, dan power (berpangkat). Data satelit curah hujan dikoreksi dengan kelima persamaan tersebut untuk menentukan jenis persamaan regresi yang terbaik berdasarkan parameter koefisien korelasi terbesar (R).

Data satelit sebagai variabel bebas diletakkan pada sumbu X sedangkan data pengukuran sebagai variabel tetap diletakkan pada sumbu Y. Kalibrasi dilakukan pada data periode bulanan dengan rentang 7 tahun dari Tahun 2010 s/d 2016. Dari kelima jenis persamaan regresi diperoleh hasil terbaik berdasar nilai determinasi (R^2) terbesar.

Untuk regresi dengan R^2 terbesar pada persamaan data satelit dan stasiun hujan pengukuran adalah polinomial intersep. Rekapitulasi persamaan regresi dari masing-masing lokasi data curah hujan satelit dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Rekapitulasi Persamaan Regresi Terpilih

| No | Data Curah Hujan | Persamaan Regresi |
|----------------------------------|-------------------------------|---|
| A Satelit TRMM 3B43 V7 | | |
| 1 | Lokasi Stasiun Hujan Sutami | Polinomial intersep ; $y = 0,00001x^2 + 0,6098x$ R = 0,66 |
| 2 | Lokasi Stasiun Kr Ploso | Polinomial intersep $y = 0,00008x^2 + 0,8187x$ R = 0,67 |
| 3 | Lokasi Stasiun Hujan Dampit | Polinomial intersep $y = -0,0005x^2 + 1,0826x$ R = 0,67 |
| B Satelit GPM 3IMERGM V06 | | |
| 1 | Lokasi Stasiun Hujan Sutami | Polinomial intersep $y = -0,0001x^2 + 0,637x$ R = 0,67 |
| 2 | Lokasi Stasiun Hujan Kr Ploso | Polinomial intersep $y = 0,0006x^2 + 0,5247x$ R = 0,72 |
| 3 | Lokasi Stasiun Hujan Dampit | Polinomial intersep $y = -0,0004x^2 + 0,9918x$ R = 0,65 |

Sumber : hasil perhitungan

3. 3 Validasi

Validasi data satelit dilakukan untuk melihat tingkat keakuratan model baik yang belum terkoreksi maupun yang sudah terkoreksi (sudah kalibrasi) menggunakan parameter *Root Mean Squared Error* (RMSE), *Nash-Sutcliffe Efficiency* (NSE), Koefisien Korelasi (R), dan Kesalahan Relatif (KR) menggunakan Validasi dilakukan pada data periode bulanan dengan rentang 3 tahun (2017-2019). Persamaan regresi terpilih dari tahap kalibrasi dilakukan validasi pada tahun di luar kalibrasi. Nilai RMSE dan KR terbaik adalah yang paling mendekati angka nol, sedangkan nilai NSE dan R terbaik adalah yang paling mendekati angka 1. Rekapitulasi hasil validasi data hujan satelit dapat dilihat pada Tabel 7 dan Tabel 8.

Tabel 7. Rekapitulasi Validasi Data Hujan 2017 -2019 – Belum terkoreksi

| Parameter | | TRMM | | | GPM | | |
|-----------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| | | Sutami | Karang Ploso | Dampit | Sutami | Karang Ploso | Dampit |
| NSE | Nilai | 0,744 | 0,855 | 0,873 | 0,744 | 0,826 | 0,857 |
| | Intepretasi | Memenuhi | Baik | Baik | Memenuhi | Baik | Baik |
| RMSE | Nilai | 79,85 | 58,60 | 52,29 | 79,78 | 64,16 | 55,47 |
| KR | Nilai | 25,27% | 12,66% | 4,57% | 28,12% | 25,86% | 10,91% |
| R | Nilai | 0,896 | 0,935 | 0,940 | 0,901 | 0,951 | 0,936 |
| | Intepretasi | Sangat kuat | Sangat kuat | Sangat kuat | Sangat kuat | Sangat kuat | Sangat kuat |

Sumber : hasil perhitungan

Tabel 8. Rekapitulasi Validasi Data Hujan 2017 -2019 – Sudah terkoreksi

| Parameter | | TRMM | | | GPM | | |
|-----------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| | | Sutami | Karang Ploso | Dampit | Sutami | Karang Ploso | Dampit |
| NSE | Nilai | 0,599 | 0,819 | 0,828 | 0,611 | 0,761 | 0,823 |
| | Intepretasi | Memenuhi | Baik | Baik | Memenuhi | Baik | Baik |
| RMSE | Nilai | 99,87 | 65,38 | 60,69 | 98,37 | 75,11 | 61,56 |
| KR | Nilai | 23,27% | 11,16% | 7,80% | 21,96% | 22,84% | 0,61% |
| R | Nilai | 0,897 | 0,953 | 0,922 | 0,899 | 0,954 | 0,923 |
| | Intepretasi | Sangat kuat | Sangat kuat | Sangat kuat | Sangat kuat | Sangat kuat | Sangat kuat |

Sumber : hasil perhitungan

3. 4 Rekomendasi Data Satelit Hujan

Berdasarkan hasil kalibrasi dan validasi data curah hujan satelit baik TRMM maupun GPM dengan data stasiun hujan di Sutami, Karang Ploso, dan Dampit sebelum terkoreksi memiliki kriteria NSE dan korelasi secara garis besar dapat diintepretasikan masuk kategori “baik” dan “sangat kuat. Hal ini menunjukkan data satelit memiliki estimasi yang mendekati dengan data pengamatan di stasiun hujan dengan korelasi antara data yang kuat. Nilai Kesalahan realtif (KR) berada di rentang dari yang terkecil 4,57% (Satelit TRMM di lokasi Stasiun hujan Dampit) hingga 25,85% (Satelit GPM di Karang Ploso) dan nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) yang berkisar dari yang terkecil 55,47 (Satelit di lokasi Stasiun hujan Dampit) hingga yang terbesar 79,85 (Satelit di lokasi stasiun hujan Sutami). Berdasarkan tersebut diberikan rekomendasi dalam bentuk matriks berdasarkan tinjauan lokasi stasiun hujan seperti yang terlihat dalam Tabel 9 dan 10.

Tabel 9. Rekomendasi Data Satelit Berdasarkan NSE dan R

| No | Lokasi | TRMM | | GPM | | Hasil Terbaik | |
|----|--------------|--------|--------|--------|--------|---------------|------|
| | | NSE | R | NSE | R | NSE | R |
| 1 | Sutami | 0,7438 | 0,8963 | 0,7442 | 0,9012 | GPM | GPM |
| 2 | Karang Ploso | 0,8546 | 0,9352 | 0,8257 | 0,9513 | TRMM | GPM |
| 3 | Dampit | 0,8726 | 0,9399 | 0,8566 | 0,9358 | TRMM | TRMM |

Sumber : hasil perhitungan

Tabel 10. Rekomendasi Data Satelit Berdasarkan RMSE dan KR

| No | Lokasi | TRMM | | GPM | | Hasil Terbaik | |
|----|--------------|--------|--------|--------|--------|---------------|-----|
| | | RMSE | KR | RMSE | KR | RMSE | KR |
| 1 | Sutami | 79,848 | 25,27% | 79,784 | 28,12% | TRMM | GPM |
| 2 | Karang Ploso | 58,603 | 12,66% | 64,156 | 25,86% | GPM | GPM |
| 3 | Dampit | 52,290 | 4,57% | 55,470 | 10,91% | GPM | GPM |

Sumber : hasil perhitungan

4. KESIMPULAN

Dari hasil analisa yang telah dilakukan dengan menggunakan data curah hujan Satelit (TRMM dan GPM) dibandingkan dengan data curah hujan observasi / pengukuran di Stasiun Hujan berpengaruh di DTA Bendungan Sutami yaitu Stasiun Hujan Sutami, Karang Ploso, dan Dampit, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut ini :

1. Hasil Analisa korelasi data curah hujan satelit baik TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) maupun GPM (*Global Precipitation Measurement*) dan data curah hujan observasi / pengukuran di stasiun hujan, menghasilkan kesimpulan bahwa 2 satelit tersebut (TRMM dan GPM) memiliki korelasi yang baik dengan data hujan di stasiun Hujan Sutami, Karang Ploso, dan Dampit dengan nilai koefisien korelasi rata – rata 0,92 (berdasarkan Tabel 10)
2. Hasil validasi data curah hujan Satelit TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) maupun GPM (*Global Precipitation Measurement*) dan data stasiun hujan Sutami, Karang Ploso, dan Dampit menunjukkan bahwa hasil validasi data terkoreksi untuk parameter *Nash-Sutcliffe Efficiency* (NSE), *Root Mean Square Error* (RMSE) belum menunjukkan hasil lebih baik dari data sebelum terkoreksi, namun masih dalam kategori interpretasi yang sama baiknya, untuk Kesalahan Relatif (KR) data terkoreksi menunjukkan hasil yang lebih baik dengan nilai kesalahan relative yang cenderung lebih kecil (berdasarkan Tabel 8 dan 9).
3. Hasil validasi data curah hujan 3 tahun (2017-2019) antara data satelit TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) maupun GPM (*Global Precipitation Measurement*) dengan data stasiun hujan Sutami, Karang Ploso, dan Dampit menunjukkan nilai korelasi dan kedekatan dengan data observasi di stasiun hujan serta nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) dan Kesalahan Relatif (KR) yang lebih baik adalah data curah hujan dari satelit GPM sehingga satelit GPM dapat dijadikan alternatif data curah hujan yang lebih daripada TRMM untuk penggunaan analisis yang memerlukan data hujan di DTA Bendungan Sutami (berdasarkan Tabel 10 dan 11)
4. Penggunaan data curah hujan satelit ini untuk penggunaan lebih lanjut dapat diintegrasikan dengan AWLR untuk mengukur pemodelan prediksi debit dari data hujan yang dapat digunakan untuk beragam keperluan operasi bendungan maupun system peringatan dini.

DAFTAR PUSTAKA

- Motovilov, Y. G., Gottschalk, L., Engeland, K., & Rodhe, A. (1999). Validation of a Distributed Hydrological Model Against Spatial Observations. *Elsevier Agricultural and Forest Meteorology*.
- Pratiwi, D. W., Sujono, S., & Rahardjo, A. P. (2017b). Evaluasi Data Hujan Satelit untuk Prediksi Data Hujan Pengamatan Menggunakan Cross Correlation. *Semin. Nas. Sains Dan Teknol*, 1–11.
- Soewarno. (1995). Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data. Nova.
- Syaifullah, D. (2013). Kondisi Curah Hujan Pada Kejadian Banjir Jakarta dan Analisis Kondisi Udara atas Wilayah Jakarta Bulan Januari-Februari 2013. *Jurnal Sains Dan Teknologi Modifikasi Cuaca (JSTMC)*, 19–26.