

TESIS

EVALUASI DAN VALIDASI DATA CURAH HUJAN SATELIT GPM- IMERG DI DAS SEMAJID KABUPATEN PAMEKASAN



DISUSUN OLEH:

WAN NAZLI AKBAR

NIM : 13124023

PRO PATRIA

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NARETAMA SURABAYA

2026

TESIS

EVALUASI DAN VALIDASI DATA CURAH HUJAN SATELIT GPM- IMERG DI DAS SEMAJID KABUPATEN PAMEKASAN

Disusun Oleh :

WAN NAZLI AKBAR

NIM : 13124023

Penelitian ini telah memenuhi persyaratan dan disetujui untuk di ujikan.



Dr. Ir. ADI PRAWITO, M.T., M.M., IPM

NIDN : 0706056601

**TESIS INI
TELAH DIUJIKAN DAN DIPERTAHANKAN DIHADAPAN TIM
PENGUJI
PADA HARI KAMIS TANGGAL 19 FEBRUARI 2026**

**Judul Penelitian : Evaluasi dan Validasi Data Curah Hujan Satelit GPM-
IMERG di DAS Semajid Kabupaten Pamekasan**

Disusun Oleh : WAN NAZLI AKBAR

NIM : 13124023

Fakultas : TEKNIK SIPIL

Program Studi : MAGISTER TEKNIK SIPIL

Perguruan Tinggi : UNIVERSITAS NAROTAMA SURABAYA

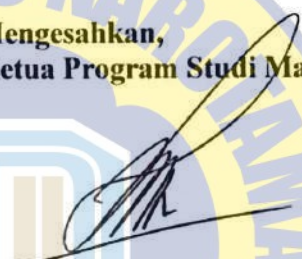
Tim penguji terdiri:

1. Ketua Penguji

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil,


Dr. Ir. KOESPIADI, M.T., M.H.
NIDN. 0701046501


Dr. Ir. KOESPIADI, M.T., M.H.
NIDN. 0701046501

2. Sekretaris


Dr., Ir. F. ROOSLAN EDY
SANTOSA M. M.T.
NIDN. 0722126301


Dr. Ir. ADI PRAWITO, M.T., M.M., IPM.
NIDN. 0706056601

3. Anggota


Dr. Ir. ADI PRAWITO, M.T.,
M.M., IPM.
NIDN. 0706056601

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Wan Nazli Akbar
NIM : 13124023
Program : Magister (S2)
Program Studi : Magister Teknik Sipil
Fakultas : Fakultas Teknik

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Tesis ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemulan indikasi plagiat pada Tesis ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 06 Februari 2026



Wan Nazli Akbar
NIM. 13124023

KATA PENGANTAR

Segala puji penyusun panjatkan kepada Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa karena telah memberikan petunjuk dan rahmat bagi penyusun sehingga tesis ini dapat terselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Tesis ini ditujukan untuk memenuhi salah satu syarat yang harus ditempuh mahasiswa Jurusan Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Narotama Surabaya untuk mendapatkan gelar Magister Teknik (M.T.).

Tesis ini berjudul “Evaluasi dan Validasi Data Curah Hujan Satelit GPM-IMERG di DAS Semajid Kabupaten Pamekasan”. Pembuatan tesis mengambil lokasi pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Semajid, Kabupaten Pamekasan.

Penyelesaian Tesis ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Maka dari itu, penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua saya, Bapak Imam Subarkah, S.P., M.M.A. & Ibu Endah Subektiningsih atas doa dan dukungan moral yang telah diberikan.
2. Istri saya Dwita Karaeng Tiknok yang telah memberikan banyak semangat dan motivasi kepada penyusun.
3. Bapak Dr. Ir. Adi Prawito., M.T., M.M., IPM. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Narotama serta sebagai Dosen Pembimbing.
4. Bapak Dr. Ir. Koespiadi., M.T., M.H. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Narotama.
5. Senior dan rekan kerja di Bidang Sumber Daya Air, Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kab. Bangkalan.

Penyusun menyadari bahwa tesis ini tidak sepenuhnya sempurna dan tidak mungkin lepas dari kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat dibutuhkan guna memperoleh hasil yang lebih baik ke depannya.

Surabaya, Februari 2026

Penyusun

ABSTRAK

Ketersediaan data curah hujan yang akurat dan representatif merupakan komponen utama dalam analisis hidrologi dan perencanaan sumber daya air. Namun, keterbatasan jumlah serta sebaran stasiun hujan di berbagai wilayah, termasuk di Daerah Aliran Sungai (DAS) Semajid, Kabupaten Pamekasan, sering menyebabkan data curah hujan hasil pengamatan kurang mampu menggambarkan variasi spasial dan temporal hujan secara optimal. Perkembangan teknologi penginderaan jauh melalui satelit *Global Precipitation Measurement* (GPM), khususnya produk *Integrated Multi-satellite Retrievals for GPM* (IMERG), menjadi alternatif sumber data curah hujan yang potensial, tetapi memerlukan proses evaluasi dan validasi sebelum digunakan dalam pemodelan hidrologi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dan memvalidasi data curah hujan satelit GPM-IMERG serta menilai kinerjanya dalam simulasi debit aliran menggunakan metode F.J. Mock di DAS Semajid. Data curah hujan GPM-IMERG Final Run periode 2009–2024 dibandingkan dengan data curah hujan dari tujuh stasiun hujan yang berpengaruh di wilayah DAS. Tahapan analisis meliputi uji kualitas data hidrologi, perhitungan hujan rerata wilayah menggunakan metode Poligon Thiessen, koreksi bias data curah hujan GPM, serta validasi menggunakan parameter statistik *Nash–Sutcliffe Efficiency* (NSE), *Root Mean Square Error* (RMSE), koefisien korelasi (R), dan kesalahan relatif (KR). Data curah hujan hasil validasi selanjutnya digunakan sebagai input dalam perhitungan debit aliran dengan metode F.J. Mock dan divalidasi terhadap data debit observasi di Pos Duga Air Sumedang.

Hasil validasi data curah hujan menunjukkan bahwa koreksi bias data GPM-IMERG mampu meningkatkan tingkat kesesuaian terhadap data stasiun hujan secara signifikan. Nilai NSE meningkat dari 0,746 sebelum koreksi menjadi 0,888 setelah koreksi, sedangkan nilai RMSE menurun dari 57,515 menjadi 38,206. Pada simulasi debit aliran, penggunaan data curah hujan pos stasiun hujan menghasilkan kinerja terbaik dengan nilai NSE sebesar 0,500, R sebesar 0,707, dan RMSE sebesar 11,537. Simulasi debit berbasis data GPM terkoreksi menghasilkan nilai NSE sebesar 0,367, R sebesar 0,614, dan RMSE sebesar 12,983, yang masih memenuhi kriteria kelayakan model ($NSE > 0,36$). Sebaliknya, data GPM tanpa koreksi menunjukkan kinerja kurang memadai dengan nilai NSE sebesar 0,244. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa data curah hujan GPM-IMERG terkoreksi dapat digunakan sebagai alternatif data hujan yang andal dalam analisis debit aliran, khususnya pada wilayah dengan keterbatasan data stasiun hujan.

Kata Kunci: Curah hujan, GPM-IMERG, validasi data, NSE, F.J. Mock.

ABSTRACT

The availability of accurate and representative rainfall data is a fundamental requirement for hydrological analysis and water resources planning. However, limited rain gauge density and uneven spatial distribution often lead to inadequate representation of rainfall variability, particularly in the Semajid Watershed, Pamekasan Regency. Recent advances in remote sensing technology, especially the Global Precipitation Measurement (GPM) mission with its Integrated Multi-satellite Retrievals for GPM (IMERG) product, provide an alternative source of rainfall data. Nevertheless, satellite-based rainfall data must be rigorously evaluated and validated before being applied to hydrological modeling.

This study aims to evaluate and validate GPM-IMERG satellite rainfall data and to assess their performance in streamflow simulation using the F.J. Mock method in the Semajid Watershed. GPM-IMERG Final Run rainfall data covering the period 2009–2024 were compared with rainfall observations from seven rain gauge stations influencing the watershed. The analytical procedure included hydrological data quality assessment, estimation of regional average rainfall using the Thiessen polygon method, bias correction of satellite rainfall data, and validation using statistical performance indicators such as Nash–Sutcliffe Efficiency (NSE), Root Mean Square Error (RMSE), correlation coefficient (R), and relative error. The validated rainfall data were subsequently used as input for streamflow simulation, and the simulated discharge was compared with observed discharge data from the Sumedang streamflow gauging station.

The results demonstrate that bias correction significantly improves the performance of GPM-IMERG rainfall data. Rainfall validation results indicate that the NSE value increased from 0.746 before correction to 0.888 after correction, while the RMSE value decreased from 57.515 to 38.206. In terms of streamflow simulation, rainfall data derived from rain gauge stations produced the best model performance, with an NSE of 0.500, an R value of 0.707, and an RMSE of 11.537. Streamflow simulation based on corrected GPM rainfall data achieved an NSE of 0.367, an R value of 0.614, and an RMSE of 12.983, which still satisfies acceptable model performance criteria ($NSE > 0.36$). In contrast, streamflow simulation using uncorrected GPM rainfall data showed poor performance, with an NSE of only 0.244. These findings indicate that corrected GPM-IMERG rainfall data can be reliably used as an alternative rainfall input for streamflow analysis, particularly in watersheds with limited rain gauge observations.

Keywords: Rainfall, GPM-IMERG, data validation, NSE, F.J. Mock.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	
DAFTAR TABEL.....	
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	4
1.5 Manfaat.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Siklus Hidrologi.....	5
2.1.1 Presipitasi.....	5
2.1.2 Infiltrasi.....	6
2.1.3 Evaporasi.....	6
2.1.4 Limpasan Permukaan.....	6
2.1.5 Daerah Aliran Sungai (DAS)	7
2.2 Data Curah Hujan	7
2.2.1 Data Pos Stasiun Hujan.....	8
2.2.2 Data Satelit GPM (Global Precipitation Measurement)	8
2.3 Analisis Kualitas Data.....	9
2.3.1 Uji Konsistensi Data Hujan	9
2.3.2 Uji Ketiadaan Trend.....	13
2.3.3 Uji Stasioner.....	15
2.3.4 Uji Persistensi	18

2.4 Analisis Curah Hujan	19
2.4.1 Curah Hujan Rerata Daerah	19
2.5 Kalibrasi Model	20
2.6 Verifikasi Model	23
2.7 Validasi	23
2.7.1 Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE)	23
2.7.2 Root Mean Square Error (RMSE).....	24
2.7.3 Kesalahan Relatif	25
2.7.4 Koefisien Korelasi	25
2.7.5 Koefisien Determinasi	26
2.8 Ketersediaan Air	26
2.8.1 Debit Aliran	27
2.8.2 Metode F.J Mock	28
2.9 Penelitian Terdahulu	36
BAB III METODE PENELITIAN	45
3.1 Umum	46
3.2 Metode Penelitian	46
3.3 Deskripsi Lokasi Studi	46
3.3.1 Letak Geografis	46
3.3.2 Kondisi Geografis	47
3.3.3 Kondisi Hidrologi	47
3.4 Data Penunjang	48
3.5 Tahapan Pelaksanaan Penelitian	49
3.5.1 Metode Analisis Batas DAS	52
3.5.2 Tahap Pengunduhan Data Curah Hujan GPM	53
3.5.3 Uji Kualitas Data Hujan Stasiun Curah Hujan, Data Curah Hujan GPM dan Data Debit Pos Duga Air	54
3.5.4 Verifikasi dan Koreksi Data Hujan Bulanan Pos Stasiun Hujan dan GPM	55
3.5.5 Perhitungan Hujan Rerata Daerah	55
3.5.6 Kalibrasi Data Pos Stasiun Hujan dan GPM	56
3.5.7 Analisis Debit Bulanan dengan Metode F.J. Mock	56

3.5.8 Kalibrasi dan Validasi Data	56
3.5.9 Verifikasi Model	57
3.6 Bagan Alir	57
3.7 Jadwal Penelitian dan Penyusunan Tesis	58
BAB IV METODE PENELITIAN	60
4.1 Analisis Uji Data Hujan dan Debit	60
4.1.1 Uji Konsistensi	61
4.1.1.1 Lengkung Massa Ganda	61
4.1.1.2 Uji RAPS (<i>Rescaled Adjusted Partial Sums</i>)	61
4.1.2 Uji Ketiadaan Trend	68
4.1.3 Uji Stasioner	71
4.1.3.1 Uji Kestabilan Varian (Uji F)	72
4.1.3.2 Uji Kestabilan Rata - Rata (Uji t)	74
4.1.4 Uji Persistensi	76
4.2 Pemeriksaan Data Hujan Bulanan Pos Stasiun Hujan dan GPM	79
4.3 Analisis Hujan Wilayah	80
4.3.1 Analisis Hujan Wilayah di DAS Semajid berbasis Data Curah Hujan Pos Stasiun Hujan	81
4.4 Analisis Kalibrasi dan Validasi Data Hujan Pos Stasiun Hujan dan GPM	87
4.4.1 Kalibrasi Data Hujan GPM	88
4.4.2 Verifikasi Data Hujan GPM	91
4.4.3 Validasi Data Hujan GPM	91
4.5 Hubungan Data Hujan dengan Data Debit Pengamatan	98
4.6 Analisis Data Hujan menjadi Debit Aliran dengan Metode F.J. Mock	100
4.6.1 Analisis Evapotranspirasi	101
4.6.2 Analisis Debit Aliran	103
4.6.3 Analisis Kalibrasi Debit Aliran	111
4.7 Ringkasan Hasil dan Pembahasan	120
BAB V PENUTUP	121
5.1 Umum	121

5.2 Saran	123
-----------------	-----

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Metode Kurva Massa Ganda	13
Gambar 2.2. Metode Poligon Thiessen	20
Gambar 2.3. Skema Model Analisis Ketersediaan Air Model FJ. Mock.....	28
Gambar 3.1. Batas DAS Semajid	47
Gambar 3.2. Bagan Alir Penelitian	58
Gambar 4.1. Pos Stasiun Hujan dan Pos Duga Air DAS Semajid.....	61
Gambar 4.2. Grafik Uji Konsistensi Data Curah Hujan Pos Stasiun	63
Gambar 4.3. Peta Luas Pengaruh Pos Stasiun Hujan DAS Semajid dengan menggunakan Metode Poligon Thiessen	82
Gambar 4.4. Grafik perbandingan curah hujan rerata daerah dengan GPM.....	87
Gambar 4.5. Persamaan Regresi Curah Hujan GPM di DAS Semajid.....	89
Gambar 4.6. Verifikasi Curah Hujan GPM Tahun 2024	91
Gambar 4.7. Hubungan Data Hujan Rerata Daerah dan Data Debit Pos Duga Air	98
Gambar 4.8. Nilai R Hubungan Data Hujan Rerata Daerah dan Data Debit Pos Duga Air.....	98
Gambar 4.9. Hubungan Data Hujan GPM dan Data Debit Pos Duga Air	99
Gambar 4.10. Nilai R Hubungan Data Hujan GPM dan Data Debit Pos Duga Air	99
Gambar 4.11. Hubungan Data Hujan GPM Terkoreksi dan Data Debit Pos Duga Air	99
Gambar 4.12. Nilai R Hubungan Data Hujan GPM Terkoreksi dan Data Debit Pos Duga Air.....	100
Gambar 4. 13 Grafik Debit Pos Duga Air dan Debit Aliran FJ Mock.....	118

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Nilai Kritis Q dan R	11
Tabel 2.2. Nilai t_c untuk Distribusi Dua Sisi	14
Tabel 2.3. Nilai Kritis F_c Distribusi F ($F = 0,05$)	16
Tabel 2.4. Nilai Kritis F_c Distribusi F ($F = 0,05$)	17
Tabel 2.5. Nilai Koefisien Korelasi.....	25
Tabel 2.6. Singkapan Lahan Sesuai Tata Guna Lahan.....	32
Tabel 2.7. Hubungan Suhu (t) dengan w dan $(1-w)$	34
Tabel 2.8. Besaran Nilai Angot (R_a) dalam Evaporasi Ekuivalen dalam Hubungannya dengan Letak Lintang (mm/hari) (Untuk daerah Indonesia, antara 5°LU sampai 10°LS)	34
Tabel 2.9. Tekanan Uap Jenuh.....	34
Tabel 2.10. Besar Angka Koefisien Bulanan untuk Rumus Penman.....	34
Tabel 2.11. Penelitian Terdahulu	36
Tabel 3.1. Lokasi Stasiun Hujan dan Stasiun Duga Air di DAS Semajid	48
Tabel 3.2. Data-data yang dibutuhkan	48
Tabel 3.3. Tahapan Penelitian.....	49
Tabel 3.4. Jadwal Penelitian.....	59
Tabel 4.1. Lokasi Stasiun Hujan dan Stasiun Duga Air di DAS Semajid	60
Tabel 4.2. Uji Konsistensi Data Curah Hujan Stasiun Klampar	62
Tabel 4.3. Rekapitulasi nilai α pada masing-masing pos stasiun hujan.....	64
Tabel 4.4. Perhitungan Uji RAPS Data Curah Hujan GPM	67
Tabel 4.5. Rekapitulasi Hasil Uji Konsistensi	67
Tabel 4.6. Hasil Uji Ketiadaan Trend Data Curah Hujan Stasiun Klampar	69
Tabel 4.7. Rekapitulasi Hasil Uji Ketiadaan Trend Periode Tahunan	70
Tabel 4.8. Rekapitulasi Hasil Uji Ketiadaan Trend Periode Bulanan.....	70
Tabel 4.9. Pembagian Kelompok untuk Uji F Data Curah Hujan Tahunan Stasiun Klampar	72
Tabel 4.10. Rekapitulasi Hasil Uji Kestabilan Varian (Uji F) Periode Tahunan.....	73
Tabel 4.11. Rekapitulasi Hasil Uji Kestabilan Varian (Uji F) Periode	

Bulanan.....	73
Tabel 4.12. Pembagian Kelompok Uji t Data Hujan Tahunan Stasiun Klampar	74
Tabel 4.13. Rekapitulasi Hasil Uji Kestabilan Rata-Rata (Uji t) Periode Tahunan.....	76
Tabel 4.14. Rekapitulasi Hasil Uji Kestabilan Rata-Rata (Uji t) Periode Bulanan.....	76
Tabel 4.15. Hasil Uji Persistensi Data Curah Hujan Stasiun Klampar	77
Tabel 4.16. Rekapitulasi Hasil Uji Persistensi Periode Tahunan	78
Tabel 4.17. Rekapitulasi Hasil Uji Persistensi Periode Bulanan	78
Tabel 4.18. Hasil Korelasi Data Hujan Bulanan Pos Hujan dengan GPM	80
Tabel 4.19. Koefisien Thiessen DAS Semajid.....	82
Tabel 4.20. Rekapitulasi Curah Hujan Rerata Wilayah DAS Semajid	83
Tabel 4.21. Rekapitulasi Curah Hujan GPM DAS Semajid	86
Tabel 4.22. Hasil Persamaan Regresi Curah Hujan GPM di DAS Semajid	90
Tabel 4.23. Hasil Koreksi Curah Hujan GPM di DAS Semajid	90
Tabel 4.24. Hasil Perhitungan Komponen Uji Validasi Data Curah Hujan GPM Sebelum Dikoreksi	93
Tabel 4.25. Hasil Perhitungan Komponen Uji Validasi Data Curah Hujan GPM Setelah Dikoreksi.....	94
Tabel 4.26. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Validasi Data Curah Hujan Pos Stasiun dengan GPM Sebelum Dikoreksi	97
Tabel 4.27. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Validasi Data Curah Hujan Pos Stasiun dengan GPM Setelah Dikoreksi	97
Tabel 4.28. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Evapotranspirasi Potensial Metode Penman Modifikasi	103
Tabel 4.29. Jumlah Hari Hujan Pos Stasiun Hujan.....	104
Tabel 4.30. Jumlah Hari Hujan GPM.....	104
Tabel 4.31. Perhitungan Debit Aliran dengan Metode FJ Mock untuk DAS Semajid tahun 2009 Berbasis Data Curah Hujan Pos Stasiun Hujan	108
Tabel 4.32. Perhitungan Debit Aliran dengan Metode FJ Mock untuk	

DAS Semajid tahun 2009 Berbasis Data Curah Hujan GPM Sebelum Terkoreksi.....	109
Tabel 4.33. Perhitungan Debit Aliran dengan Metode FJ Mock untuk DAS Semajid tahun 2009 Berbasis Data Curah Hujan GPM Setelah Terkoreksi.....	110
Tabel 4.34. Hasil Simulasi Parameter FJ Mock.....	111
Tabel 4.35. Rekapitulasi Hasil Debit Aliran FJ Mock dan Debit Pos Duga Air...	112
Tabel 4.36. Hasil Validasi pada Debit Aliran FJ Mock	119

