

TUGAS AKHIR

**EVALUASI AKURASI DATA CURAH HUJAN SATELIT
TRMM (*TROPICAL RAINFALL MEASURING MISSION*) DI
WILAYAH DAS GUMBASA**



Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata Satu
(S1) Teknik Sipil Pada Univesitas Tadulako

Oleh :
MUTIARA KHAERUNNISCHA NISWAN
F 111 21 059

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TADULAKO
PALU, 2025

HALAMAN PERSETUJUAN

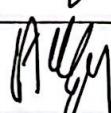
Panitia Ujian Tugas Akhir Program Studi S1 Teknik Sipil Universitas Tadulako yang ditetapkan berdasarkan SK Dekan Fakultas Teknik No.15077/UN.28.6//DK/2025, Tanggal 20 Agustus 2025 menyatakan menyetujui Tugas Akhir yang telah dipertanggungjawabkan di hadapan Majelis Penguji pada Hari Rabu Tanggal 80 Oktober 2025 oleh:

Nama : Mutiara Khaerunnissha Niswan

No. Stambuk : F11121059

Judul : EVALUASI AKURASI DATA CURAH HUJAN SATELIT TRMM (TROPICAL RAINFALL MEASURING MISSION) DI WILAYAH DAS GUMBASA

Dosen Pembimbing:

No.	Nama/ NIP	Jabatan	Tanda Tangan
1.	Siti Rahmi Oktavia. ST., M.Eng NIP. 197610112003122002	Pembimbing 1	
2.	Prof. Dr. Ir. I Gede Tunas. ST., MT. NIP. 197610112003122002/	Pembimbing 2	

Palu, 2025
Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Tadulako



Dr. Astri Rahayu, ST., MT
NIP. 19670705 199702 2 001

HALAMAN PENGESAHAN

**EVALUASI AKURASI DATA CURAH HUJAN SATELIT TRMM
(TROPICAL RAINFALL MEASURING MISSION) DI WILAYAH DAS
GUMBASA**

Yang dipersiapkan dan disusun oleh:



Telah dipertahankan didepan Majelis Penguji dan dinyatakan diterima sebagai salah satu
persyaratan untuk memperoleh gelar Strata Satu (S1) Teknik Sipil

Pada tanggal 8 Oktober 2025

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Tadulako,
FAKULTAS TEKNIK
DEKAN
Andi Arham Adam, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 19740323 199903 1 002

Ketua Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Tadulako,
UNIVERSITAS TADULAKO
Dr. Sriyati Ramadhani, S.T., M.T.
NIP. 19750925 200501 2 011

TUGAS AKHIR

**EVALUASI AKURASI DATA CURAH HUJAN SATELIT
TRMM (*TROPICAL RAINFALL MEASURING MISSION*) DI
WILAYAH DAS GUMBASA**



Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata Satu
(S1) Teknik Sipil Pada Univesitas Tadulako

Oleh :

MUTIARA KHAERUNNISHA NISWAN
F 111 21 059

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TADULAKO
PALU, 2025

**PERNYATAAN
ORISINALITAS LAPORAN TUGAS AKHIR**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : MUTIARA KHAERUNNISCHA NISWAN
No. Stambuk : F 111 21 059
Fakultas/Jurusan : Teknik / Teknik Sipil

Dengan ini saya menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan salinan dari karya orang lain. Sepanjang sepengetahuan saya, tidak ada karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh pihak lain, kecuali yang secara tertulis telah dirujuk dalam naskah ini dan dicantumkan dalam daftar pustaka. Jika di kemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi yang diberikan beserta segala konsekuensinya.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Palu, Agustus 2025

MUTIARA KHAERUNNISCHA NISWAN
F 111 21 059

HALAMAN MOTTO DAN PERSEMPAHAN

MOTTO:

"Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya"

- *QS. Al Baqarah: 286*

"Jika bukan karena Allah yang mampukan, aku mungkin sudah lama menyerah"

- *Q.S Al Insyirah: 5-6*

"Saat terasa berat-beratnya, ku tahu kau pun berjuang juga hadapi semuanya langsung di muka. Apapun yang terjadi tidak apa. Setiap hari ku bersyukur melihatmu berselimut harapan berbekal cerita. Saat semua tak jelas arahnya, kita hanya punya bersama lewati curam terjalnya dunia. Ramai sepi ini milik bersama."

- *Hindia (Baskara Putra)*

"Bisakah kita tetap memberi walau tak suci, bisakah terus mengobati walau membiru. Cukup besar tuk mengampuni, tuk mengasihi, tanpa memperhitungkan masa yang lalu, walau kering bisakah kita tetap membasuh."

- *Hindia (Baskara Putra)*

PERSEMPAHAN:

Dengan penuh rasa syukur dan ketulusan yang mendalam, penulis menyampaikan dedikasi khusus ini kepada kedua insan mulia dalam hidup penulis. Ayahanda tercinta, Niswan Hi. Welly Tahir, serta ibunda yang penuh kasih, Yuliana J. Rahman S.E., M.M. Tak terhingga apresiasi penulis untuk jerih payah tak kenal lelah dalam membimbing, merawat, dan menanamkan nilai-nilai luhur sepanjang perjalanan hidup penulis.

Kasih sayang tak bersyarat, kebijaksanaan penuh keteladanan, serta doa tulus yang senantiasa mengalir dari keduanya bagai pelita yang menerangi setiap Langkah penulis. Juga untuk saudara saya Almaeri Keenandra Arghaniy Niswan, seluruh keluarga besar, sahabat sejati, dan semua tangan baik yang tanpa henti memberikan semangat, motivasi, serta dukungan moral yang menjadi kekuatan dalam setiap pencapaian.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas segala limpahan kasih sayang dan berkat-Nya yang tiada terhingga, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Strata Satu (S1) Jurusan Teknik Sipil di Fakultas Teknik Universitas Tadulako. Judul yang diangkat dalam Tugas Akhir ini adalah: **“EVALUASI AKURASI DATA CURAH HUJAN SATELIT TRMM (TROPICAL RAINFALL MEASURING MISSION) DI WILAYAH DAS GUMBASA”**.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa hasil karya ini masih jauh dari kesempurnaan, mengingat keterbatasan pengetahuan dan kemampuan yang penulis miliki. Hal ini merupakan bagian dari kodrat manusia yang tidak luput dari kesalahan dan kekurangan. Oleh karena itu, dengan hati yang tulus dan penuh kerendahan, penulis sangat mengharapkan masukan serta kritik yang konstruktif sebagai bahan perbaikan di masa mendatang.

Selama proses penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menghadapi berbagai tantangan. Namun, berkat bantuan, bimbingan, dan kerja sama dari berbagai pihak, serta berkat rahmat Tuhan Yang Maha Esa, semua hambatan tersebut dapat diatasi. Dengan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada orang tua, terutama kepada ibunda tercinta, Yuliana J. Rahman, dan Ayah, Niswan Hi. Welly Tahir, yang senantiasa memberikan dukungan tanpa henti, baik secara materi maupun doa yang tulus. Secara khusus, penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada Ibu Siti Rahmi Oktavia, S.T., M.Eng., dan Bapak Prof .Dr. I Gede Tunas, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing, yang dengan sabar, tekun, dan tulus meluangkan waktu, tenaga, serta pikiran untuk memberikan bimbingan, motivasi, arahan, dan saran-saran terbaik selama proses penyusunan Tugas Akhir ini. Keberhasilan penulisan Tugas Akhir ini tidak lepas dari dukungan banyak pihak. Oleh karena itu, ubah kata katanya dengan makna yang sama :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Amar, S.T., M.T., IPU., Asean Eng., selaku Rektor Universitas Tadulako.
2. Bapak Ir. Andi Arham Adam. S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tadulako.
3. Ibu Dr. Ir. Yuli Asmi Rahman, S.T., M.Eng., selaku Wakil Dekan Bidang

- Akademik Fakultas Teknik Universitas Tadulako.
4. Bapak Dr. Ir. Ar Fuad Zubaidi, S.T., M.Sc., selaku Wakil Dekan Bidang Umum dan Keuangan Fakultas Teknik Universitas Tadulako.
 5. Bapak Dr. Ir. Bakri, S.T., PG. Dipl. Eng., M.Phil., selaku Wakil Dekan Bidang Kemahasiswaan Fakultas Teknik Universitas Tadulako.
 6. Ibu Dr. Sriyati Ramadhani, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Fakultas Teknik Sipil Univertas Tadulako.
 7. Ibu Dr. Astri Rahayu, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil Universitas Tadulako Palu.
 8. Ibu Dr. Ratnasari Ramlan, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil.
 9. Bapak Dr. Yasir arafat, S.T., M.T., selaku Ketua KDK Keairan.
 10. Bapak Nur Hidayat, S.T., M.T., selaku Dosen Wali yang telah dengan sabar memberikan bimbingannya selama masa studi.
 11. Tim Dosen Penguji Bapak Nur Hidayat, S.T., M.T., Bapak Ir. Arody Tanga, MT dan Ibu Vera Wim Andiasse, ST., MT. yang telah banyak memberikan masukan dan arahan demi perbaikan penyusunan Tugas Akhir ini.
 12. Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Teknik Universitas Tadulako atas segala ilmu pengetahuan yang telah diberikan.
 13. Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Tadulako.
 14. Keluarga besar yang selalu mendoakan, memberikan dukungan, serta memotivasi penulis dengan semangat yang tak pernah pudar.
 15. Sahabat-sahabat seperjuangan dari angkatan 2021 yang dengan tulus dan ikhlas saling berbagi dan membantu dalam berbagai hal.
 16. Kepada seseorang yang tak kalah penting dalam perjalanan ini, Achmad Agusriady Mahaputra, pemilik stambuk F11121059, yang telah menjadi bagian yang sangat berarti dalam proses perkuliahan penulis. Kontribusinya sangat besar dalam penulisan karya tulis ini, baik dari segi tenaga maupun waktu. Ia telah memberikan dukungan yang luar biasa.
 17. Tak lupa penulis ucapkan terima kasih kepada "Keluarga Mungil Kami" - Dian Salsabila, Dian Fitriani T Supit, Dina Amalia, dan Galuh Ayu Sasmita - yang telah menjadi *support system* tak ternilai selama penelitian berlangsung. Mereka dengan penuh kesabaran dan ketulusan hati telah menyediakan waktu berharga, memberikan kontribusi pemikiran, serta segala bentuk dukungan praktis dalam

- membantu keseluruhan proses penelitian ini.
18. Tak lupa penulis sampaikan rasa terima kasih yang tulus kepada sahabat-sahabat tercinta yaitu Siska Wulandari, Anidah Rizqullah Ramadhani, Marcella Dhika Aprilia, dan Siti Suciati Citra Muslimah yang telah menjadi teman setia penulis sejak di bangku SMP. Dukungan moral, canda tawa, dan kebersamaan yang mereka berikan menjadi kekuatan berharga bagi penulis untuk terus maju dan meraih tujuan.
 19. Terakhir, Mutiara Khaerunnissha Niswan, ya! diri saya sendiri. Apresiasi sebesar-besarnya yang telah berjuang untuk menyelesaikan apa yang telah dimulai. sulit bisa bertahan sampai dititik ini, terimakasih untuk tetap hidup dan merayakan dirimu sendiri sebagai manusia yang tidak habis daya juangnya.

Akhir kata, semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa memberikan limpahan kasih karunia dan berkah-Nya kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan masa studi ini. Aamiin.

Palu, 2025
Penulis

MUTIARA KHAERUNNISSHA NISWAN
F 111 21 059

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS LAPORAN TUGAS AKHIR.....	ii
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-3
1.3 Tujuan Penelitian.....	I-3
1.4 Batasan Masalah.....	I-3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	II-1
2.1 Hujan.....	II-1
2.2 Curah Hujan	II-1
2.3 Daerah Aliran Sungai (DAS)	II-2
2.4 <i>Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM)</i>	II-2
2.5 Data Pos Hujan (<i>Ground Station</i>).....	II-4
2.6 Pengolahan Data.....	II-8
2.6.1 Perhitungan Data Yang Hilang.....	II-8
2.6.2 Kurva Massa Ganda	II-9
2.6.3 RAPS (Rescaled Adjusted Partial Sums)	II-10
2.6.4 Uji Ketidakadaan Trend	II-12
2.6.5 Uji Stasioner	II-12
2.6.6 Uji Presistensi	II-19

2.6.7 Analisa Hujan Wilayah	II-19
2.6.8 Kalibrasi, Verifikasi, dan Validasi Data.....	II-21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	III-1
3.1 Lokasi Penelitian	III-1
3.2 Tahapan Penelitian	III-1
3.3 Pengumpulan Data.....	III-2
3.4 Analisis Data	III-4
3.5 Tahapan Penelitian	III-5
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	IV-1
4.1 Analisa Batas DAS	IV-1
4.2 Analisa Hidrologi	IV-3
4.2.1 Analisa Hujan Hilang	IV-3
4.2.2 Analisa Kualitas Data.....	IV-4
4.3 Analisa Hujan Wilayah.....	IV-22
4.4 Kalibrasi, Verifikasi dan Validasi Curah Hujan Stasiun Dan TRMM	IV-27
4.4.1 Kalibrasi.....	IV-27
4.4.2 Verifikasi	IV-31
4.4.3 Validasi.....	IV-32
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	V-1
5.1 Kesimpulan	V-1
5.2 Saran	V-2
DAFTAR PUSTAKA.....	P-1
LAMPIRAN.....	L-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Satelit TRMM	(II-4)
Gambar 2.2 Penakar Hujan Observatorium.....	(II-6)
Gambar 2.3 <i>Automatic Rain Gauge (ARG)</i>	(II-7)
Gambar 2.4 <i>Automatic Weather Station (AWS)</i>	(II-7)
Gambar 2.5 <i>Automatic Agroclimate Weather Station (AAWS)</i>	(II-8)
Gambar 2.6 <i>Thiessen Polygon</i>	(II-21)
Gambar 3.1 Peta Daerah Aliran Sungai Gumbasa & Miu	(III-1)
Gambar 3.2 <i>Website Giovanni Nasa</i>	(III-4)
Gambar 3.3 <i>Flowchart</i> Penelitian	(III-5)
Gambar 4.1 Peta DAS Gumbasa & Miu.....	(IV-2)
Gambar 4.2 Grafik Massa Ganda Stasiun Tuva Sebelum Koreksi	(IV-7)
Gambar 4.3 Grafik Massa Ganda Stasiun Tuva Setelah Koreksi.....	(IV-9)
Gambar 4.4 Peta <i>Polygon Thiessen</i>	(IV-24)
Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Data Hujan Wilayah Dengan TRMM Periode Tahunan.....	(IV-27)
Gambar 4.6 Regresi Linier Data Hujan Bulanan Periode 2010-2019 Stasiun Hujan dan TRMM	(IV-28)
Gambar 4.7 Regresi Logaritma Data Hujan Bulanan Periode 2010-2019 Stasiun Hujan dan TRMM	(IV-28)
Gambar 4.8 Regresi Eksponensial Data Hujan Bulanan Periode 2010-2019 Stasiun Hujan dan TRMM	(IV-29)

Gambar 4.9 Regresi Polinomial Data Hujan Bulanan Periode 2010-2019 Stasiun Hujan dan TRMM.....(IV-29)

Gambar 4.10 Regresi Berpangkat Data Hujan Bulanan Periode 2010-2019 Stasiun Hujan dan TRMM.....(IV-29)

Gambar 4.11 Grafik Perbandingan Curah Hujan Wilayah dan TRMM Terkoreksi Periode Bulanan.....(IV-31)

Gambar 4.12 Grafik Verifikasi Data Pos Hujan Wilayah dan TRMM Terkoreksi Periode Bulanan 2019.....(IV-32)

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai Q dan R	(II-11)
Tabel 2.2 Nilai Fc Distribusi F (0,05).....	(II-13)
Tabel 2.3 Nilai Fc Distribusi F (0,01).....	(II-15)
Tabel 2.4 Nilai tc Distribusi t.....	(II-18)
Tabel 2.5 Tingkat Keterkaitan Berdasarkan RMSE.....	(II-24)
Tabel 2.6 Standar Nilai NSE.....	(II-25)
Tabel 2.7 Tingkat Kekuatan Hubungan Berdasarkan Koefisien korelasi.....	(II-25)
Tabel 4.1 Hasil Pengolahan Data Hujan Hilang Stasiun Tuva.....	,(IV-4)
Tabel 4.2 Hasil Pengolahan Kurva Massa Ganda Stasiun Tuva Sebelum Terkoreksi.(IV-6)	
Tabel 4.3 Rekapitulasi Nilai α Sebelum Terkoreksi.....	(IV-7)
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Kurva Massa Ganda Stasiun Tuva Terhadap Stasiun Sekitar Setelah Terkoreksi.....	(IV-8)
Tabel 4.5 Rekapitulasi Nilai α Setelah Terkoreksi.....	(IV-9)
Tabel 4.6 Hasil Pengolahan Pengujian RAPS Data Hujan TRMM Periode Tahunan.....	(IV-12)
Tabel 4.7 Rekapitulasi Hasil Nilai Pengujian Q RAPS Data Hujan TRMM di DAS Gumbasa.....	(IV-13)
Tabel 4.8 Rekapitulasi Hasil Nilai Pengujian R RAPS Data Hujan TRMM di DAS Gumbasa.....	(IV-13)
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Ketidakadaan Trend Data Hujan Stasiun Tuva Periode Tahunan.....	(IV-15)

Tabel 4.10 Rekapitulasi Hasil Uji Ketidakadaan Trend di DAS Gumbasa.....	(IV-16)
Tabel 4.11 Pembagian Kelompok Dalam Uji F Data Curah Hujan di Stasiun Tuva Selama Periode Tahunan	IV-19)
Tabel 4.12 Rekapitulasi Hasil Pengujian Kestabilan Varian (Uji F).....	(IV-19)
Tabel 4.13 Hasil Uji Kestabilan Nilai Rata-rata (Uji T) di Stasiun Tuva.....	(IV-21)
Tabel 4.14 Rekapitulasi Hasil Dari Uji Kestabilan Rata-rata (uji T) yang Dilakukan Pada DAS Gumbasa	(IV-22)
Tabel 4.15 Nilai Koefisien Relatif Poligon Thiessen di DAS Gumbasa.	(IV-24)
Tabel 4.16 Hasil Evaluasi Curah Hujan Wilayah Untuk Periode Tahunan.	(IV-26)
Tabel 4.17 Rekapitulasi Hasil Persamaan Regresi.....	(IV-30)
Tabel 4.18 Hasil Perhitungan Uji Validitas Sebelum Terkoreksi.....	(IV-34)
Tabel 4.19 Hasil Perhitungan Uji Validitas Setelah Terkoreksi.....	(IV-35)
Tabel 4.20 Rekapitulasi Periode Bulanan Nilai RMSE, NSE, R dan KR.....	(IV-36)

DAFTAR LAMPIRAN

Tabel L.1.1 Hasil Perhitungan Data Hujan Hilang Stasiun Bangga Bawah Bulan Mei Tahun 2012.....	(L-1)
Tabel L.1.2 Hasil Perhitungan Data Hujan Hilang Stasiun Tuva Bulan Agustus Tahun 2019.....	(L-2)
Tabel L.1.3 Hasil Perhitungan Data Hujan Hilang Stasiun Tuva Bulan September Tahun 2019.....	(L-3)
Tabel L.1.4 Hasil Perhitungan Data Hujan Hilang Stasiun Tuva Bulan November Tahun 2019.....	(L-4)
Tabel L.1.5 Hasil Perhitungan Data Hujan Hilang Stasiun Tuva Bulan Desember Tahun 2019.....	(L-5)
Tabel L.1.6 Hasil Perhitungan Data Hujan Hilang Stasiun Kulawi Bulan Juli Tahun 2016.....	(L-6)
Tabel L.1.7 Hasil Perhitungan Data Hujan Hilang Stasiun Kulawi Bulan Agustus Tahun 2016.....	(L-7)
Tabel L.1.8 Hasil Perhitungan Data Hujan Hilang Stasiun Kulawi Bulan September Tahun 2018.....	(L-8)
Tabel L.1.9 Hasil Perhitungan Data Hujan Hilang Stasiun Wuasa Bulan Juli Tahun 2016.....	(L-9)
Tabel L.1.10 Hasil Perhitungan Data Hujan Hilang Stasiun Wuasa Bulan Januari Tahun 2016.....	(L-10)
Tabel L.1.11 Hasil Perhitungan Data Hujan Hilang Stasiun Bangga Bawah Bulan Mei Tahun 2015.....	(L-11)
Tabel L.1.12 Hasil Perhitungan Data Hujan Hilang Stasiun Bangga Bawah Bulan April Tahun 2015.....	(L-12)

Tabel L.2.1 Hasil Perhitungan Kurva Massa Ganda Stasiun Kulawi.....	(L-13)
Gambar L.2.1 Grafik Hasil Perhitungan Kurva Massa Ganda Stasiun Kulawi.....	(L-13)
Tabel L.2.2 Hasil Perhitungan Kurva Massa Ganda Stasiun bangga	
Bawah.....	(L-14)
Gambar L.2.2 Grafik Hasil Perhitungan Kurva Massa Ganda Stasiun Bangga	
Bawah.....	(L-14)
Tabel L.2.3 Hasil Perhitungan Kurva Massa Ganda Stasiun Palolo.....	(L-15)
Gambar L.2.3 Grafik Hasil Perhitungan Kurva Massa Ganda Stasiun Palolo.....	(L-15)
Tabel L.2.4 Hasil Perhitungan Kurva Massa Ganda Stasiun Wuasa.....	(L-16)
Gambar L.2.4 Grafik Hasil Perhitungan Kurva Massa Ganda Stasiun Wuasa.....	(L-16)
Tabel L.2.5 Hasil Perhitungan Kurva Massa Ganda Stasiun Tuva Setelah	
Terkoreksi.....	(L-17)
Gambar L.2.5 Grafik Hasil Perhitungan Kurva Massa Ganda Stasiun Tuva Setelah	
Terkoreksi.....	(L-17)
Tabel L.2.6 Hasil Perhitungan Kurva Massa Ganda Stasiun Kulawi Setelah	
Terkoreksi.....	(L-18)
Gambar L.2.6 Grafik Hasil Perhitungan Kurva Massa Ganda Stasiun Kulawi Setelah	
Terkoreksi.....	(L-18)
Tabel L.2.7 Hasil Perhitungan Kurva Massa Ganda Stasiun Bangga Bawah Setelah	
Terkoreksi.....	(L-19)
Gambar L.2.7 Grafik Hasil Perhitungan Kurva Massa Ganda Stasiun Bangga Bawah	
Setelah Terkoreksi.....	(L-19)
Tabel L.2.8 Hasil Perhitungan Kurva Massa Ganda Stasiun Palolo Setelah	
Terkoreksi.....	(L-20)
Gambar L.2.8 Grafik Hasil Perhitungan Kurva Massa Ganda Stasiun Palolo Setelah	
Terkoreksi.....	(L-20)

Tabel L.2.9 Hasil Perhitungan Kurva Massa Ganda Stasiun Wuasa Setelah Terkoreksi.....	(L-21)
Gambar L.2.9 Grafik Hasil Perhitungan Kurva Massa Ganda Stasiun Wuasa Setelah Terkoreksi.....	(L-21)
Tabel L.3.1 Hasil Perhitungan Uji RAPS Periode Bulanan Data TRMM.....	(L-22)
Tabel L.4.1 Hasil Perhitungan Uji Ketidakadaan Trend Periode Tahunan di Stasiun Kulawi.....	(L-26)
Tabel L.4.2 Hasil Perhitungan Uji Ketidakadaan Trend Periode Tahunan di Stasiun Bangga Bawah.....	(L-27)
Tabel L.4.3 Hasil Perhitungan Uji Ketidakadaan Trend Periode Tahunan di Stasiun Palolo.....	(L-27)
Tabel L.4.4 Hasil Perhitungan Uji Ketidakadaan Trend Periode Tahunan di Stasiun Wuasa.....	(L-28)
Tabel L.4.5 Hasil Perhitungan Uji Ketidakadaan Trend Periode Tahunan Data TRMM.....	(L-29)
Tabel L.5.1 Hasil Perhitungan Uji Stasioner F Periode Tahunan di Stasiun Kulawi...(L-29)	
Tabel L.5.2 Hasil Perhitungan Uji Stasioner F Periode Tahunan di Stasiun Bangga Bawah.....	(L-30)
Tabel L.5.3 Hasil Perhitungan Uji Stasioner F Periode Tahunan di Stasiun Palolo.....	(L-31)
Tabel L.5.4 Hasil Perhitungan Uji Stasioner F Periode Tahunan di Stasiun Wuasa.....	(L-31)
Tabel L.5.5 Hasil Perhitungan Uji Stasioner F Periode Tahunan Data TRMM.....	(L-32)
Tabel L.6.1 Hasil Perhitungan Uji Stasioner T Periode Tahunan di Stasiun Kulawi.....	(L-33)

Tabel L.6.2 Hasil Perhitungan Uji Stasioner T Periode Tahunan di Stasiun Bangga Bawah.....	(L-33)
Tabel L.6.3 Hasil Perhitungan Uji Stasioner T Periode Tahunan di Stasiun Palolo.....	(L-34)
Tabel L.6.4 Hasil Perhitungan Uji Stasioner T Periode Tahunan di Stasiun Wuasa.....	(L-35)
Tabel L.6.5 Hasil Perhitungan Uji Stasioner T Periode Tahunan Data TRMM.....	(L-35)

KEANDALAN DATA CURAH HUJAN SATELIT TRMM (*TROPICAL RAINFALL MEASURING MISSION*) TERHADAP DATA CURAH HUJAN STASIUN BUMI DI DAS MIU

Mutiara Khaerunnissha Niswan¹, Siti Rahmi Oktavia², I Gede Tunas²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil

²Dosen Jurusan Teknik Sipil

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menilai keakuratan data curah hujan yang diperoleh dari satelit *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM) di kawasan Daerah Aliran Sungai (DAS) Gumbasa. Untuk mencapai tujuan tersebut, data curah hujan dari satelit TRMM dibandingkan dengan data pengukuran yang diperoleh dari pos stasiun hujan yang terletak di DAS Gumbasa dan DAS Miu selama rentang waktu 2010 hingga 2019. Analisis hidrologi dilakukan untuk memastikan kualitas data yang digunakan, termasuk pengisian data yang hilang dengan menerapkan metode rata-rata aljabar, serta melakukan uji konsistensi data menggunakan metode Kurva Massa Ganda dan *Rescaled Adjusted Partial Sums* (RAPS). Selain itu, dilakukan juga uji ketidakadaan tren dan uji stasioner (Uji F dan Uji T) untuk menilai stabilitas data. Hasil dari uji RAPS menunjukkan bahwa data TRMM memiliki konsistensi yang baik untuk periode tahunan, bulanan, dan harian. Uji ketidakadaan tren mengindikasikan bahwa data TRMM tahunan tidak menunjukkan adanya tren yang signifikan, sementara data bulanan dan harian menunjukkan adanya kecenderungan tertentu. Uji stasioner mengonfirmasi kestabilan varians dan rata-rata dari data TRMM. Proses kalibrasi data TRMM dilakukan melalui regresi polinomial, yang menghasilkan koefisien determinasi R^2 tertinggi sebesar 0.3432. Verifikasi terhadap data TRMM yang telah dikoreksi menunjukkan adanya korelasi yang signifikan dengan data dari stasiun hujan setempat, dengan nilai $R^2 = 0.681$. Meskipun validasi menunjukkan bahwa nilai *Root Mean Squared Error* (RMSE) untuk data TRMM yang telah dikoreksi lebih tinggi (82.546) dibandingkan dengan sebelum dikoreksi (43.347), nilai Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE) masih belum memenuhi kriteria yang baik, yaitu -1.765 setelah koreksi dan 0.237 sebelum koreksi. Koefisien korelasi (R) menunjukkan adanya hubungan yang "Sangat Kuat" baik sebelum maupun setelah proses koreksi. Secara keseluruhan, data TRMM memiliki potensi untuk dijadikan alternatif dalam pengukuran curah hujan di stasiun, namun memerlukan analisis hidrologi yang komprehensif, kalibrasi, verifikasi, dan validasi yang teliti untuk memastikan keandalannya dalam perencanaan dan pengelolaan sumber daya air di DAS Gumbasa.

Kata Kunci: TRMM, Curah Hujan, DAS Gumbasa, Akurasi, Kalibrasi, Verifikasi, Validasi

DATA RELIABILITY OF SATELLITE RAINFALL MEASUREMENTS FROM THE TRMM (TROPICAL RAINFALL MEASURING MISSION) COMPARED TO GROUND STATION RAINFALL DATA IN THE MIU RIVER BASIN

Mutiara Khaerunnissha Niswan¹, Siti Rahmi Oktavia², I Gede Tunas²

¹Civil Engineering Student

²Civil Engineering Lecturer

ABSTRACT

This study aims to assess the accuracy of rainfall data obtained from the Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) satellite in the Gumbasa River Basin (DAS). To achieve this objective, TRMM satellite rainfall data were compared with measurement data obtained from rain gauge stations located in the Gumbasa and Miu river basins over the period from 2010 to 2019. Hydrological analysis was conducted to ensure the quality of the data used, including filling in missing data by applying the algebraic average method, as well as conducting data consistency tests using the Double Mass Curve and Rescaled Adjusted Partial Sums (RAPS) methods. Additionally, trend absence tests and stationarity tests (F-test and T-test) were conducted to assess data stability. The results of the RAPS test showed that TRMM data had good consistency for annual, monthly, and daily periods. The trend absence test indicated that annual TRMM data did not show a significant trend, while monthly and daily data showed certain tendencies. The stationarity test confirmed the stability of the variance and mean of the TRMM data. The TRMM data calibration process was performed using polynomial regression, yielding the highest coefficient of determination R^2 of 0.3432. Verification of the corrected TRMM data showed a significant correlation with data from local rain stations, with an R^2 value of 0.681. Although validation shows that the Root Mean Squared Error (RMSE) value for the corrected TRMM data is higher (82.546) than before correction (43.347), the Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE) value still does not meet the criteria for good, namely -1.765 after correction and 0.237 before correction. The correlation coefficient (R) indicates a "Very Strong" relationship both before and after the correction process. Overall, TRMM data has the potential to be used as an alternative for rainfall measurement at stations, but it requires comprehensive hydrological analysis, calibration, verification, and validation to ensure its reliability in water resource planning and management in the Gumbasa watershed.

Keywords: TRMM, Rainfall, Gumbasa Watershed, Accuracy, Calibration, Verification, Validation

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Curah hujan adalah salah satu komponen krusial dalam siklus hidrologi yang memiliki pengaruh besar terhadap berbagai sektor, termasuk pertanian, pengelolaan sumber daya air, dan upaya mitigasi bencana. Di Indonesia yang berada di daerah tropis, pola curah hujan sangat bervariasi dan dipengaruhi oleh berbagai faktor geofisik seperti arah angin, ketinggian, dan suhu permukaan laut (Estiningtyas et al., 2007). Oleh karena itu, informasi yang tepat mengenai curah hujan sangat penting untuk mendukung perencanaan dan pengambilan keputusan yang efektif.

Salah satu kendala dalam mendapatkan data curah hujan adalah terbatasnya jaringan stasiun pengukuran curah hujan yang sering kali tidak merata di berbagai wilayah. Akibatnya, data yang tersedia sering kali tidak mencukupi untuk analisis hidrologi yang menyeluruh (Zhao et al., 2017). Untuk mengatasi masalah ini, pemanfaatan data curah hujan dari satelit, seperti Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM), menjadi solusi yang menjanjikan. TRMM dirancang khusus untuk mengukur curah hujan di daerah tropis dan subtropis, serta memberikan informasi yang lebih luas dan berkelanjutan dibandingkan dengan pengukuran manual(Huffman et al., 2007).

DAS Gumbasa terletak di utara kawasan Taman Nasional Lore Lindu (TNLL), di mana sebagian besar wilayahnya berada dalam area perlindungan tersebut. Dengan kepadatan penduduk yang bervariasi antara 4 hingga 570 jiwa per kilometer persegi, daerah ini mengalami laju pertumbuhan penduduk yang cukup signifikan, yaitu sekitar 6,28% per tahun (BPS, 2006). Sebagian besar masyarakat di DAS Gumbasa menggantungkan hidupnya sebagai petani, yang mengakibatkan kebutuhan akan lahan untuk pengembangan pertanian menjadi isu krusial di kawasan ini. Perambahan hutan yang berlangsung secara intensif dan konversi lahan menjadi area pertanian oleh penduduk setempat, terutama di dalam TNLL, telah terjadi sejak tahun 1999 hingga saat ini. Aktivitas ini berpotensi menyebabkan penurunan fungsi hidrologi yang signifikan, yang pada gilirannya dapat mengancam keseimbangan dinamis sumber daya air di taman nasional tersebut (Ansar et al., 2009).

DAS Gumbasa memiliki peranan yang sangat penting dalam sektor pertanian, di mana curah hujan yang akurat menjadi kunci untuk perencanaan dan pengelolaan sektor pertanian. Dengan memahami pola curah hujan secara tepat, para petani dapat mengoptimalkan waktu tanam dan pemeliharaan tanaman, sehingga meningkatkan hasil pertanian. Selain itu, pengelolaan sumber daya air di wilayah ini sangat bergantung pada data curah hujan yang akurat, yang membantu dalam perencanaan irigasi dan konservasi air. Mengingat bahwa DAS Gumbasa juga rentan terhadap bencana alam seperti banjir dan tanah longsor, informasi yang tepat mengenai curah hujan dapat berfungsi sebagai alat penting dalam sistem peringatan dini, sehingga mengurangi risiko dan dampak bencana. Keberadaan stasiun pengamatan curah hujan di daerah ini memberikan peluang untuk melakukan validasi langsung terhadap data yang diperoleh dari satelit, meningkatkan keandalan hasil penelitian. Selain itu, temuan dari penelitian ini dapat memberikan wawasan berharga bagi pengambil keputusan dan perencana lokal dalam merumuskan kebijakan yang lebih efektif terkait pengelolaan sumber daya air dan mitigasi bencana, serta menjadi landasan untuk penelitian lebih lanjut mengenai dampak perubahan iklim terhadap pola curah hujan dan ekosistem setempat.

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa data TRMM dapat digunakan sebagai pelengkap data curah hujan yang diukur secara manual, dengan hasil yang menunjukkan adanya korelasi yang baik antara data TRMM dan data pengamatan di lapangan (Krisnayanti et al., 2020). Namun, meskipun data TRMM menawarkan banyak keuntungan, penting untuk melakukan evaluasi akurasi data tersebut agar dapat dipastikan bahwa data yang dihasilkan dapat diandalkan untuk analisis lebih lanjut. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi akurasi data curah hujan satelit TRMM di wilayah Daerah Aliran Sungai (DAS) Gumbasa, dengan harapan dapat memberikan kontribusi dalam pengelolaan sumber daya air dan mitigasi bencana di daerah tersebut.

Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai keandalan data curah hujan dari satelit TRMM dan bagaimana data tersebut dapat dimanfaatkan dalam konteks lokal, khususnya di DAS Gumbasa.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana korelasi antara data TRMM dan data pengukuran dari stasiun hujan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Gumbasa, serta seberapa akurat data TRMM dalam merepresentasikan kondisi hujan yang sebenarnya di wilayah tersebut?
2. Bagaimana keandalan data curah hujan yang diperoleh dari satelit TRMM dalam mendukung perencanaan dan pengelolaan sumber daya air di wilayah DAS Gumbasa?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui Apa hubungan antara data TRMM dan data pengukuran dari stasiun hujan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Gumbasa, serta seberapa akurat data TRMM dalam merepresentasikan kondisi hujan yang sebenarnya di wilayah tersebut
2. Mengetahui Sejauh mana keandalan data curah hujan yang diperoleh dari satelit TRMM dalam mendukung perencanaan dan pengelolaan sumber daya air di wilayah DAS Gumbasa

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini difokuskan pada evaluasi akurasi data curah hujan satelit TRMM di wilayah DAS Gumbasa. Data yang digunakan meliputi data curah hujan dari satelit TRMM serta data pengamatan dari stasiun hujan yang ada di DAS Gumbasa. Dikarenakan perhitungan harus menggunakan minimal 3 stasiun hujan, maka stasiun hujan di DAS sekitarnya juga diperhitungkan, DAS sekitar DAS Gumbasa yang dimaksud adalah DAS Miu. Periode waktu yang digunakan adalah tahun 2010-2019. Data dari Stasiun hujan yang di perhitungkan meliputi :

1. Stasiun hujan Palolo (DAS Gumbasa)
2. Stasiun hujan Tuva (DAS Miu)
3. Stasiun hujan Kulawi (DAS Miu)
4. Stasiun hujan Bangga Bawah (DAS Miu)
5. Stasiun hujan Wuasa (Stasiun di sekitar DAS Gumbasa)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hujan

Hujan merupakan fenomena di mana uap air di atmosfer mengembun menjadi tetesan air yang cukup berat untuk jatuh ke permukaan. Proses ini sering terjadi akibat penurunan suhu udara atau peningkatan jumlah uap air dalam atmosfer, dan kedua faktor ini bisa terjadi secara bersamaan. Curah hujan biasanya dipengaruhi oleh kelembaban udara yang meningkatkan jumlah tetesan air yang ada. Indonesia, yang terletak di garis khatulistiwa, sebagian besar memiliki iklim tropis, tetapi beberapa daerah di Indonesia mengalami intensitas curah hujan yang cukup tinggi (Wulandari, 2024).

Hujan adalah elemen kunci dalam analisis hidrologi. Tingginya intensitas hujan di area pemukiman yang kecil dapat menyebabkan genangan, banjir, dan peningkatan tekanan air di jalan dan lokasi lainnya, terutama jika sistem drainase tidak dirancang untuk menangani intensitas yang tinggi. Pemahaman tentang hidrologi sangat penting dalam perencanaan berbagai jenis infrastruktur air, seperti bendungan, struktur pengendali banjir, sistem irigasi, jalan raya, dan bangunan lainnya.(Wulandari, 2024).

2.2 Curah Hujan

Curah hujan merupakan istilah yang digunakan untuk menggambarkan proses jatuhnya uap air yang telah mengalami kondensasi di atmosfer ke permukaan bumi dalam berbagai bentuknya. Proses ini merupakan bagian penting dari siklus hidrologi (Susilowati, 2015) Jika presipitasi turun dalam bentuk cair, maka dikenal sebagai hujan (*rainfall*), sedangkan jika dalam bentuk padat, disebut sebagai salju (*snow*). Dalam kajian hidrologi, hujan memiliki peran krusial karena berpengaruh terhadap ketersediaan air di suatu wilayah. Berdasarkan sifat kejadiannya, hujan dapat dikategorikan menjadi dua jenis, yaitu hujan aktual dan hujan rancangan. Hujan aktual merujuk pada data hasil pengamatan curah hujan di suatu lokasi dalam periode tertentu, yang diperoleh melalui pengukuran di stasiun hujan. Sementara itu, hujan rancangan merupakan bentuk hipotetis dari curah hujan yang dikembangkan berdasarkan pola historisnya. Hyetografi hujan rancangan disusun dengan mempertimbangkan karakteristik hujan yang pernah terjadi di

masa lalu, sehingga dapat digunakan sebagai acuan untuk memperkirakan pola hujan yang berpotensi terjadi di masa depan. (Susilowati, 2015)

2.3 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan suatu kawasan daratan yang terbentuk sebagai satu kesatuan ekosistem dengan sistem sungai beserta anak-anak sungainya. Wilayah ini berperan dalam menampung, menyimpan, serta mengalirkan air hujan secara alami menuju danau atau laut. Batas wilayah DAS ditentukan oleh pemisah topografi di daratan, sementara di perairan, pengaruh aktivitas daratan masih terasa hingga batas tertentu. Fungsi utama DAS mencakup pengelolaan sumber daya air, pengendalian erosi, serta menjaga keseimbangan ekosistem, sebagaimana diatur dalam Peraturan Pemerintah Nomor 37 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS). (Kadir, 2020).

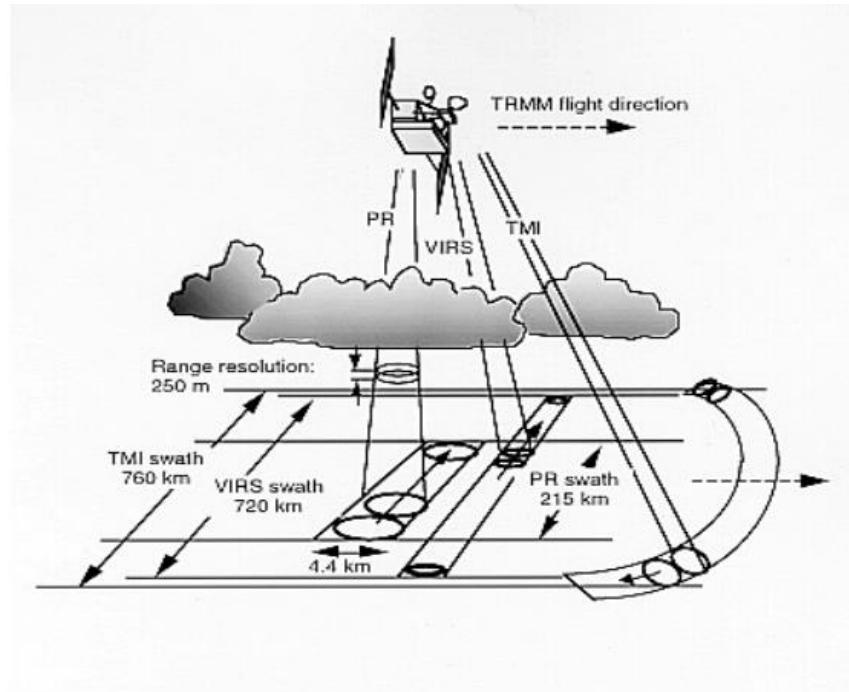
Daerah Aliran Sungai (DAS) memiliki berbagai fungsi penting, salah satunya adalah fungsi hidrologis, yang sangat dipengaruhi oleh intensitas curah hujan, kondisi geologi, serta karakteristik bentuk lahannya. Fungsi hidrologis ini mencakup kemampuan DAS dalam mengalirkan air secara efisien, meredam dampak curah hujan ekstrem, melepaskan air secara bertahap untuk menjaga ketersediaan sumber daya air, mempertahankan kualitas air, serta mengurangi risiko bencana alam seperti tanah longsor. Keseluruhan fungsi DAS merupakan hasil interaksi kompleks antara berbagai faktor penyusunnya, termasuk tutupan vegetasi, topografi wilayah, jenis dan struktur tanah, serta aktivitas manusia yang berperan dalam menentukan keseimbangan ekosistem DAS. (Tanamir, 2018).

2.4 Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM)

Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM), yang diciptakan pada akhir tahun 1997, merupakan kolaborasi antara NASA dan JAXA, lembaga antariksa Jepang. Dengan penerapan pertama instrumen gelombang mikro aktif dan pasif serta orbit rendah yang berpresesi (35°), TRMM telah menjadi satelit terdepan di dunia dalam penelitian curah hujan dan proses iklim yang berkaitan dengan badi di wilayah tropis. Misi ini tidak hanya berhasil mencapai, tetapi juga melampaui tujuan awalnya, yaitu untuk memperdalam pemahaman kita mengenai distribusi curah hujan tropis serta keterkaitannya dengan siklus air dan energi global. Seiring berjalannya waktu, TRMM telah bertransformasi dari sebuah misi eksperimental yang fokus pada klimatologi curah hujan tropis menjadi satelit

utama dalam jaringan satelit penelitian dan operasional yang berfungsi untuk menganalisis karakteristik curah hujan dalam berbagai skala waktu, mulai dari 3 jam hingga tahunan dan lebih jauh lagi. Dengan kelanjutan pengumpulan data dari TRMM, komunitas ilmiah akan memiliki kesempatan yang lebih baik untuk mengaitkan set data TRMM dengan misi Pengukuran Curah Hujan Global (GPM) yang direncanakan untuk diluncurkan pada tahun 2013. (Braun, 2011).

Misi TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) dilengkapi dengan beberapa instrumen utama yang dirancang untuk mengukur curah hujan dengan tingkat presisi tinggi. Salah satu instrumen utamanya adalah *Precipitation Radar* (PR), yang merupakan radar hujan pertama dan satu-satunya yang beroperasi di luar angkasa, memungkinkan pengamatan struktur vertikal presipitasi dengan resolusi yang lebih baik dibandingkan metode lain. Selain itu, TRMM juga dilengkapi dengan *TRMM Microwave Imager* (TMI), sebuah radiometer multi-saluran berbasis gelombang mikro pasif yang berfungsi melengkapi PR dengan mendeteksi kandungan total hidrometeor, baik dalam bentuk cair maupun es, dalam sistem presipitasi. Untuk memberikan gambaran lebih luas mengenai struktur awan dan presipitasi, *Visible Infrared Scanner* (VIRS) digunakan dalam strategi transfer data, menghubungkan informasi presipitasi berbasis gelombang mikro dengan estimasi curah hujan dari satelit geostasioner yang menggunakan sensor inframerah. Ketiga instrumen ini bekerja secara independen maupun dalam kombinasi untuk menganalisis dinamika, struktur, dan pola klimatologi hujan di wilayah tropis. Selain itu, TRMM juga dilengkapi dengan *Lightning Imaging Sensor* (LIS), yang didanai oleh program Earth Observing System (EOS), yang berperan dalam mengamati kilat petir global serta meningkatkan pemahaman terhadap dinamika sistem konvektif atmosfer. Namun, instrumen lain seperti *Clouds and the Earth's Radiant Energy System* (CERES), yang berfungsi mengukur keseimbangan radiasi Bumi, mengalami kegagalan operasional setelah delapan bulan peluncuran sehingga tidak menjadi bagian dari analisis lebih lanjut. (Braun, 2011). Gambaran geometri lintasan pengamatan dari setiap instrumen tersebut ada dalam **Gambar 2.1**



Gambar 2.1 Skema satelit TRMM dan geometri pemindaian dari tiga instrumen paket hujan. (Braun, 2011).

2.5 Data Pos Hujan (*Ground Station*)

Pengukuran curah hujan yang dilakukan oleh stasiun pengukur berbasis ground station dikenal sebagai salah satu metode yang paling akurat. Namun, distribusi jaringan stasiun ini sering kali tidak merata di berbagai wilayah, yang disebabkan oleh faktor-faktor seperti kondisi iklim, keterbatasan ekonomi, dan berbagai kendala lainnya. Selain itu, ketersediaan data pengukuran hujan, baik dari segi temporal maupun spasial, sering kali sangat terbatas atau bahkan tidak ada di beberapa negara, terutama di negara-negara berkembang (Krisnayanti et al., 2020). Hal ini menimbulkan tantangan dalam pemantauan dan pengelolaan sumber daya air secara efektif di daerah-daerah tersebut.

Data curah hujan yang diperoleh dari stasiun pengukur hujan sering kali memiliki keterbatasan baik dari segi ruang maupun waktu. Kendala spasial menunjukkan bahwa distribusi stasiun pengukur curah hujan tidak merata di berbagai wilayah, sementara kendala temporal mengindikasikan bahwa durasi pengumpulan data di setiap stasiun bervariasi dan sering kali kurang dari 20 tahun. Akibat dari keterbatasan ini, data curah hujan yang dihasilkan oleh alat pengukur hujan sering kali rentan terhadap kesalahan

pengambilan sampel, yang dapat mempengaruhi akurasi dan keandalan informasi yang diperoleh. (Wulandari, 2024).

Peralatan tradisional untuk mengukur curah hujan masih bergantung pada intervensi manusia dalam proses pengukuran, sehingga data yang dihasilkan cenderung mencerminkan kondisi curah hujan yang optimal. Di sisi lain, peralatan otomatis memanfaatkan sensor untuk melakukan pengukuran curah hujan, yang dapat menyebabkan potensi kesalahan jika sensor mengalami gangguan atau masalah teknis. Meskipun demikian, tingkat akurasi dan presisi yang tinggi dari sensor pada peralatan otomatis mampu memberikan gambaran data cuaca yang lebih mendekati realitas, sehingga meningkatkan keandalan informasi yang diperoleh (Sunardi et al., 2023). Penakar konvensional yang digunakan merupakan penakar observatorium (ombrometer).

2.5.1 Alat Penakar Hujan Manual

Alat penakar hujan ini termasuk dalam kategori kolektor yang memanfaatkan gelas ukur untuk mengukur volume air hujan yang terkumpul. Sejak abad yang lalu hingga saat ini, jenis penakar hujan ini telah menjadi salah satu yang paling umum digunakan di Indonesia, dan dianggap sebagai tipe "standar" untuk pengukuran curah hujan di negara ini. Keberadaannya yang telah lama dan luas digunakan mencerminkan keandalan serta kesederhanaan dalam pengoperasiannya, menjadikannya pilihan utama bagi banyak pengamat cuaca. Penakar observatorium berfungsi untuk melakukan pengukuran curah hujan secara manual setiap hari dengan menggunakan gelas ukur. Disebut sebagai metode konvensional karena masih memerlukan keterlibatan manusia dalam proses pengukuran curah hujan tersebut. Pos Hujan menjalin kerjasama dengan berbagai pemangku kepentingan, termasuk Balai Penyuluhan Pertanian (BPP), Laboratorium Proteksi Hama (LPH), Kantor Desa, Balai Benih, hingga rumah-rumah warga. Kolaborasi ini bertujuan untuk meningkatkan akurasi pengukuran dan memastikan data yang diperoleh dapat dimanfaatkan secara optimal untuk kepentingan pertanian dan pengelolaan sumber daya air (Sunardi et al., 2023). Penakar hujan observatorium terlihat pada **Gambar 2.2**.



Gambar 2.2 Penakar Hujan Observatorium (Sunardi et al., 2023).

2.5.2 Alat Penakar Hujan Otomati

Alat penakar curah hujan digital berfungsi sebagai perangkat otomatis yang mengukur curah hujan dengan memadukan komponen mekanik dan elektronik. Penelitian mengenai cara kerja alat ini memiliki beberapa tujuan penting. Pertama, untuk memahami mekanisme pembangkit pulsa (clock) yang berfungsi mengaktifkan counter. Kedua, untuk mengetahui metode yang tepat dalam menentukan jumlah takaran air hujan yang terakumulasi dalam sistem. Ketiga, untuk mengidentifikasi jenis gerbang logika yang diterapkan dalam penakar hujan digital. Proses kerja alat ini dimulai dengan pergerakan cawan berjungkit yang terjadi ketika air hujan mengisi cawan tersebut, sehingga menghasilkan pulsa (clock) yang diperlukan untuk mencatat jumlah curah hujan secara akurat. Dengan demikian, alat ini tidak hanya memberikan data yang relevan, tetapi juga meningkatkan efisiensi dalam pengukuran curah hujan (Toni Subiakto, 2020).

Terdapat tiga jenis alat pengukur curah hujan otomatis yang telah dikembangkan oleh teknisi dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG). Alat-alat otomatis ini mencakup Automatic Rain Gauge (ARG), Automatic Weather Station (AWS), dan Automatic Agroclimate Weather Station (AAWS). Ketiga perangkat ini berfungsi untuk secara otomatis menghitung jumlah curah hujan dalam satuan waktu tertentu.

Meskipun memiliki fungsi yang serupa, masing-masing alat ini memiliki karakteristik dan spesifikasi yang berbeda. ARG, misalnya, hanya dilengkapi dengan sensor curah hujan yang terintegrasi dalam badan ARG itu sendiri, yang berfungsi untuk menampung dan mengukur curah hujan, serta dilengkapi dengan logger yang bertugas menghitung dan mencatat data curah hujan. Di sisi lain, AWS memiliki berbagai sensor yang lebih kompleks, termasuk sensor untuk mengukur temperatur, arah dan kecepatan angin, kelembaban, curah hujan, tekanan udara, dan radiasi matahari. Sementara itu, AAWS mirip dengan AWS, tetapi dilengkapi dengan dua sensor tambahan, yaitu pan evaporimeter dan sensor suhu tanah. Namun, baik AWS maupun AAWS memiliki keterbatasan, yaitu tidak dapat memantau jenis dan jumlah awan yang ada di atmosfer (Sunardi et al., 2023). Penakar hujan ARG dan AWS terdapat pada **Gambar 2.3** dan **Gambar 2.4**



Gambar 2.3 Automatic Rain Gauge (ARG) (Sunardi et al., 2023).



Gambar 2.4 Automatic Weather Station (AWS) (Sunardi et al., 2023).



Gambar 2.5 Automatic Agroclimate Weather Station (AAWS) (Sunardi et al., 2023).

2.6 Pengolahan Data

2.6.1 Perhitungan Data Yang Hilang

Pencatatan data curah hujan di suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) dilakukan di berbagai titik stasiun pengamatan untuk menganalisis sebaran hujan yang terjadi, apakah merata atau tidak. Untuk memperoleh perhitungan perencanaan yang akurat, diperlukan data curah hujan yang mencakup periode bertahun-tahun; semakin banyak data yang tersedia, semakin tepat pula hasil perhitungan yang dapat dilakukan. Namun, seringkali terdapat masalah di beberapa stasiun pencatat curah hujan, seperti hilangnya data. Kehilangan data ini bisa disebabkan oleh kelalaian petugas yang bertanggung jawab atau kerusakan pada alat pencatat curah hujan akibat kurangnya perawatan yang memadai. Untuk mengatasi masalah data curah hujan yang tidak lengkap atau hilang, beberapa metode dapat diterapkan, seperti metode normal ratio, metode inversed square distance, dan metode rata-rata aljabar. Mengingat bahwa curah hujan di Indonesia cenderung turun secara periodik, perhitungan dapat dilakukan untuk memperkirakan data yang hilang pada periode tertentu, sehingga analisis yang dihasilkan tetap dapat diandalkan (Prawaka et al., 2016).

Data yang ideal adalah data yang sesuai dengan kebutuhan dan tujuan yang diinginkan. Namun, dalam praktiknya, sering kali kita menemui data yang tidak lengkap, yang dikenal sebagai incomplete record. Hal ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti kerusakan alat pengukur, kelalaian petugas, penggantian alat, bencana alam, atau faktor lainnya. Kondisi ini mengakibatkan adanya bagian-bagian tertentu dalam

rangkaian waktu data yang mengalami kekosongan, atau yang biasa disebut missing record. Kehilangan data curah hujan, misalnya, dapat menjadi masalah serius, terutama dalam situasi tertentu seperti saat terjadinya banjir. Untuk memperkirakan besarnya data yang hilang, penting untuk mempertimbangkan pola distribusi curah hujan di stasiun yang bersangkutan serta stasiun-stasiun terdekat. Data curah hujan yang hilang dapat diestimasi jika terdapat stasiun pengukur hujan di sekitar lokasi tersebut, idealnya minimal dua stasiun, yang memiliki data lengkap. Alternatif lainnya adalah dengan menggunakan rata-rata curah hujan tahunan yang diketahui dari stasiun pengukur tersebut. Dalam menghadapi situasi ini, terdapat dua langkah yang dapat diambil untuk mengatasi masalah kehilangan data (Rizky et al., 2019).

Metode Rata-Rata Aljabar merupakan salah satu pendekatan yang paling praktis untuk mengestimasi data curah hujan yang hilang. Dalam metode ini, pengukuran curah hujan yang dilakukan di beberapa stasiun secara bersamaan dijumlahkan, kemudian hasilnya dibagi dengan jumlah stasiun yang terlibat. Biasanya, stasiun-stasiun yang digunakan dalam perhitungan ini memiliki lokasi yang berdekatan, sehingga data yang diperoleh dapat dianggap representatif untuk area tersebut (Prawaka et al., 2016). Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk mendapatkan estimasi yang lebih akurat meskipun terdapat kekurangan data, dan sangat berguna dalam konteks pengelolaan sumber daya air serta perencanaan yang berkaitan dengan curah hujan.

$$p = \frac{p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_n}{n} \quad (2.1)$$

dengan:

P = Curah hujan yang hilang

p_1, p_2, \dots, p_n = Hujan di stasiun 1, 2, 3, ..., n

n = Jumlah stasiun hujan

2.6.2 Kurva Massa Ganda

Kurva massa ganda merupakan salah satu metode grafis yang efektif untuk mengevaluasi konsistensi serta keseragaman jenis data curah hujan yang diperoleh dari berbagai pos stasiun pengamatan. Metode ini dilakukan dengan membandingkan data kumulatif curah hujan dari satu stasiun dengan rata-rata kumulatif data curah hujan dari stasiun-stasiun lainnya, yang kemudian dipresentasikan dalam bentuk grafik. Data dapat dianggap konsisten jika sudut yang terbentuk pada grafik kurva massa ganda berada dalam rentang nilai antara 42° hingga 48° . Jika sudut yang dihasilkan berada di luar

rentang yang ditentukan, maka data tersebut memerlukan perhitungan faktor koreksi, yang dapat dilakukan dengan menggunakan rumus yang tercantum dalam persamaan yang relevan (Nuramalia & Lasminto, 2022).

$$Fk = \frac{S_{koreksi}}{S_1} \quad (2.2)$$

Dengan:

Fk = Faktor koreksi

$S_{koreksi}$ = 1 (sudut 45°)

S_1 = Selisih antara kumulatif curah hujan dan curah hujan tahun terbaru

2.6.3 RAPS (Rescaled Adjusted Partial Sums)

Analisis dimulai dengan melakukan pengujian konsistensi terhadap data hujan, yang mencakup baik data yang didapatkan dari pengukuran langsung maupun data yang dihasilkan dari satelit. Pengujian ini dikerjakan dengan menerapkan metode *Rescaled Adjusted Partial Sums* (RAPS), yang dirancang buat menilai keandalan dan akurasi kedua jenis data tersebut. Dengan langkah ini, diharapkan dapat diidentifikasi sejauh mana data yang tersedia mencerminkan kondisi hujan yang sebenarnya, sehingga memberikan dasar yang kuat untuk analisis lebih lanjut.

Uji konsistensi data dilakukan menggunakan metode *Rescaled Adjusted Partial Sums* (RAPS), yang bertujuan untuk memastikan keakuratan data lapangan. Uji konsistensi ini penting untuk menilai kebenaran data yang diperoleh, sehingga tidak terpengaruh oleh kesalahan yang mungkin terjadi selama proses pengukuran atau pengiriman data. Dengan demikian, data yang diuji harus dapat secara akurat mencerminkan fenomena hidrologi yang terjadi di lapangan, sehingga memberikan informasi yang valid untuk analisis lebih lanjut (Komala Sari & Irawan, 2020).

$$Sk^* = \sum_{i=1}^n (Y_i - Y_r) \quad (2.3)$$

$$k = 1, 2, 3, 4, \dots, n$$

$$Sk^{**} = \frac{Sk^*}{D_y} \quad (2.4)$$

$$D_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - Y_r)}{n} \quad (2.5)$$

Keterangan:

n = Jumlah data
 Y_i = Data Curah hujan
 Y_r = rata-rata curah hujan
 Sk^* = Simpangan Mutlak
 Sk^{**} = nilai konsistensi data
 Dy = simpangan rata-rata
 Q = nilai statistic
 R = nilai statisrik (range)

Nilai statistic Q dan R

$$Q = \text{maks} | Sk^{**} | \quad (2.6)$$

$$R = \text{maks} Sk^{**} - \text{min} Sk^{**} \quad (2.7)$$

Dengan menganalisis nilai statistik yang diperoleh, kita dapat menghitung rasio Q/\sqrt{n} dan R/\sqrt{n} , kemudian membandingkan hasil perhitungan tersebut dengan nilai kritis Q dan R yang terdapat dalam tabel referensi. Proses perbandingan ini bertujuan untuk menentukan apakah nilai-nilai yang dihasilkan memenuhi kriteria konsistensi yang telah ditetapkan, sehingga dapat memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai validitas data yang dianalisis. Dengan demikian, langkah ini menjadi krusial dalam menilai keandalan data yang digunakan dalam penelitian.

Nilai Q dan R ada dalam **Tabel 2.1**.

Tabel 2.1 Nilai Q dan R

n	Q/n ^{0,5}			R/n ^{0,5}		
	90%	95%	99%	90%	95%	99%
10	1,05	1,14	1,29	1,21	1,28	1,38
20	1,1	1,22	1,42	1,34	1,43	1,6
30	1,12	1,24	1,48	1,40	1,50	1,70
40	1,14	1,27	1,52	1,44	1,53	1,74
50	1,17	1,29	1,55	1,5	1,55	1,78
>100	1,22	1,36	1,63	1,62	1,62	1,86

Sumber : (Wulandari, 2024)

Data curah hujan yang telah dikumpulkan kemudian diolah menggunakan aplikasi *Microsoft Office Excel*.

2.6.4 Uji Ketidakadaan Trend

Trend dapat diartikan sebagai pola yang teratur dalam suatu deret waktu, di mana nilai-nilainya menunjukkan pergerakan jangka panjang dengan kecenderungan yang jelas, baik itu meningkat maupun menurun. Ketika data dalam deret waktu menunjukkan adanya trend, penggunaan data tersebut dalam analisis hidrologi menjadi tidak disarankan, karena dapat mengaburkan hasil analisis yang diinginkan. Untuk menguji keberadaan trend dalam data, salah satu metode yang dapat diterapkan adalah metode Spearman. Metode ini menggunakan rumus yang tercantum dalam persamaan yang relevan untuk menentukan apakah terdapat trend yang signifikan dalam data yang dianalisis (Nuramalia & Lasminto, 2022).

$$KP = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (dt)^2}{n^3 - n} \quad (2.8)$$

$$t = KP \left[\frac{n-2}{1-KP^2} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2.9)$$

dengan:

KP = koefisien korelasi rank spearman,

n = banyaknya pasangan ranking,

Tt = urutan ranking waktu,

Rt = urutan ranking hujan,

dt = selisih urutan ranking waktu dan hujan,

t = nilai distribusi t

2.6.5 Uji Stasioner

Pengujian stasioner merupakan teknik yang digunakan untuk mengevaluasi kestabilan nilai rata-rata dan varian dalam suatu deret waktu. Data dapat dianggap stasioner atau stabil jika tidak menunjukkan perubahan signifikan selama periode waktu yang ditentukan. Sebaliknya, jika data dalam deret waktu mengalami fluktuasi atau perubahan yang jelas, maka data tersebut dikategorikan sebagai tidak stasioner. Terdapat dua jenis uji stasioner yang umum digunakan, yaitu uji kestabilan varian (Uji F) dan uji kestabilan rata-rata (Uji t). Uji F dirancang untuk mengukur kestabilan nilai varian dan dapat dihitung menggunakan rumus yang tercantum dalam persamaan yang relevan (Nuramalia & Lasminto, 2022).

1. Uji F

Uji F dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$F = \frac{n_1 S_1 (n_2 - 1)}{n_2 S_2 (n_1 - 1)} \quad (2.10)$$

Dengan:

F = nilai F_{hitung}

n_1 = jumlah data pada kelompok 1

n_2 = jumlah data pada kelompok 2

S_1 = standar deviasi pada kelompok 1 dan 2

S_2 = standar deviasi pada kelompok 1 dan 2

Dengan melakukan pengujian hipotesis ini memakai statistik F untuk kriteria pengambilan keputusan diantara berikut:

$F_{hitung} < F_{tabel}$ = maka H_0 diterima (data homogen)

$F_{hitung} > F_{tabel}$ = maka H_0 ditolak (data tidak homogen)

Tabel 2.2 Nilai Fc Distribusi F (0.05)

V2	dk1 = V1								
	dk2 = (0,05)								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	161,40	199,50	215,70	224,60	230,20	234,00	236,80	238,90	240,50
2	18,51	19,00	19,16	19,25	19,30	19,33	19,35	19,37	19,38
3	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,89	8,85	8,81
4	7,71	6,94	6,59	6,36	6,26	6,16	6,09	6,04	6,00
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,88	4,82	4,77
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,21	4,15	4,10
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,79	3,37	3,68
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,50	3,44	3,39
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,29	3,23	3,18
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,14	3,07	3,02
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	3,01	2,95	2,90
12	4,75	3,89	3,49	3,26	3,11	3,00	2,91	2,85	2,80
13	4,67	3,81	3,41	3,18	3,03	2,92	2,83	2,77	2,71
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,76	2,70	2,65
15	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,71	2,64	2,59
16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,66	2,59	2,54
17	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,61	2,55	2,49

18	4,41	3,55	3,16	2,93	2,77	2,66	2,58	2,51	2,46
19	4,38	3,52	3,13	2,90	2,74	2,63	2,54	2,48	2,42
20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,51	2,45	2,39
21	4,32	3,47	3,07	2,84	2,68	2,57	2,49	2,42	2,37
22	4,30	3,44	3,05	2,82	2,66	2,55	2,46	2,40	2,34
23	4,28	3,42	3,03	2,80	2,64	2,53	2,44	2,37	2,32
24	4,26	3,40	3,01	2,78	2,62	2,51	2,42	2,36	2,30
25	4,24	3,39	2,99	2,76	2,60	2,49	2,40	2,34	2,28
26	4,23	3,37	2,98	2,74	2,59	2,47	2,39	2,32	2,27
27	4,21	3,35	2,96	2,73	2,57	2,46	2,37	2,31	2,25
28	4,20	3,34	2,95	2,71	2,56	2,45	2,36	2,29	2,24
29	4,18	3,33	2,93	2,70	2,55	2,43	2,35	2,28	2,22
30	4,17	3,32	2,92	2,69	2,53	2,42	2,33	2,27	2,21
40	4,08	3,23	2,84	2,61	2,45	2,34	2,25	2,18	2,12
60	4,00	3,15	2,76	2,53	2,37	2,25	2,17	2,10	2,04
120	3,92	3,07	2,68	2,45	2,29	2,17	2,09	2,02	1,96
∞	3,84	3,00	2,60	2,37	2,21	2,10	2,01	1,94	1,88

dk2 = V2	dk1 = V1									
	(0,05)									
10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞	
1	241,90	243,90	245,90	248,00	249,10	250,10	251,10	252,20	253,30	254,30
2	19,40	19,41	19,43	19,45	19,45	19,46	19,47	19,48	19,49	19,50
3	8,79	8,74	8,70	8,66	8,64	8,62	8,59	8,57	8,55	8,53
4	5,96	5,91	5,86	5,80	5,77	5,75	5,72	5,69	5,66	5,63
5	4,74	4,68	4,62	4,56	4,53	4,50	4,46	4,43	4,40	4,36
6	4,06	4,00	3,94	3,87	3,84	3,81	3,77	3,74	3,70	3,67
7	3,64	3,57	3,51	3,44	3,41	3,38	3,34	3,30	3,27	3,23
8	3,35	3,28	3,22	3,15	3,12	3,08	3,04	3,01	2,97	2,93
9	3,14	3,07	3,01	2,94	2,90	2,86	2,83	2,79	2,75	2,71
10	2,98	2,91	2,85	2,77	2,74	2,70	2,66	2,62	2,58	2,54
11	2,85	2,79	2,72	2,65	2,61	2,57	2,53	2,49	2,45	2,40
12	2,75	2,69	2,62	2,54	2,51	2,47	2,43	2,38	2,34	2,30
13	2,67	2,60	2,53	2,46	2,42	2,38	2,34	2,30	2,25	2,21
14	2,60	2,53	2,46	2,39	2,35	2,31	2,27	2,20	2,18	2,13
15	2,54	2,48	2,40	2,33	2,29	2,25	2,20	2,16	2,11	2,07
16	2,49	2,42	2,35	2,28	2,24	2,19	2,15	2,11	2,06	2,01
17	2,45	2,38	2,31	2,23	2,19	2,15	2,10	2,06	2,01	1,96
18	2,41	2,34	2,27	2,19	2,15	2,11	2,06	2,02	1,97	1,92

dk2 = (0,05)		dk1 = V1										
		V2	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
19		2,38	2,31	2,23	2,16	2,11	2,07	2,03	1,98	1,93	1,88	
20		2,35	2,28	2,20	2,12	2,08	2,04	1,99	1,95	1,90	1,84	
21		2,32	2,25	2,18	2,10	2,05	2,01	1,96	1,92	1,87	1,81	
22		2,30	2,23	2,15	2,07	2,03	1,98	1,94	1,89	1,84	1,78	
23		2,27	2,20	2,13	2,05	2,01	1,96	1,91	1,86	1,81	1,76	
24		2,25	2,18	2,11	2,03	1,98	1,94	1,89	1,84	1,79	1,73	
25		2,24	2,16	2,09	2,01	1,96	1,92	1,87	1,82	1,77	1,71	
26		2,22	2,15	2,07	1,99	1,95	1,90	1,85	1,80	1,75	1,69	
27		2,20	2,13	2,06	1,97	1,93	1,88	1,84	1,79	1,73	1,67	
28		2,19	2,12	2,04	1,96	1,91	1,87	1,82	1,77	1,71	1,65	
29		2,18	2,10	2,03	1,94	1,90	1,85	1,81	1,75	1,70	1,64	
30		2,16	2,09	2,01	1,93	1,89	1,84	1,79	1,74	1,68	1,62	
40		2,08	2,00	1,92	1,84	1,79	1,74	1,69	1,64	1,58	1,51	
60		1,99	1,92	1,84	1,75	1,70	1,65	1,59	1,53	1,47	1,39	
120		1,91	1,83	1,75	1,66	1,61	1,55	1,50	1,43	1,35	1,25	
∞		1,83	1,75	1,67	1,57	1,52	1,46	1,39	1,32	1,22	1,00	

Sumber : (soewarno, 1995)

Tabel 2.3 Nilai Fc Distribusi F (0,01)

dk2 = V2		dk1 = V1 (0,01)								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1		4052	4999	5403	5625	5764	5859	5928	5981	6022
2		98,50	99,00	99,17	99,25	99,30	99,33	99,36	99,37	99,39
3		34,12	30,82	29,46	28,71	28,24	27,91	27,67	27,49	27,35
4		21,20	18,00	16,69	15,98	15,52	15,21	14,98	14,80	14,66
5		16,26	13,27	12,06	11,39	10,97	10,67	10,46	10,29	10,16
6		13,75	10,92	9,78	9,15	8,75	8,47	8,26	8,10	7,98
7		12,25	9,55	8,45	7,85	7,46	7,19	6,99	6,84	6,72
8		11,26	8,65	7,59	7,01	6,63	6,37	6,18	6,03	5,91
9		10,56	8,02	3,86	6,42	6,06	5,80	5,61	5,47	5,35
10		10,04	7,56	6,55	5,99	5,64	5,39	5,20	5,06	4,94
11		9,65	7,21	6,22	5,67	5,32	5,07	4,89	4,74	4,63
12		9,33	6,93	5,95	5,41	5,06	4,82	4,64	4,50	4,39
13		9,07	6,70	5,74	5,21	4,86	4,62	4,44	4,30	4,19
14		8,86	6,51	5,56	5,04	4,69	4,46	4,28	4,14	4,03
15		8,68	6,36	5,42	4,89	4,56	4,32	4,14	4,00	3,89
16		8,53	6,23	5,29	4,77	4,44	4,20	4,03	3,89	3,78

dk2		dk1 = V1 (0,01)							
$\stackrel{=}{V2}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9
17	8,40	6,11	5,18	4,67	4,34	2,70	2,61	2,55	3,68
18	8,29	6,01	5,09	4,58	4,25	2,66	2,58	2,51	3,60
19	8,18	5,93	5,01	4,50	4,17	2,63	2,54	2,48	3,52
20	8,10	5,85	4,94	4,43	4,10	3,87	3,70	3,56	3,46
21	8,02	5,78	4,87	4,37	4,04	3,81	3,64	3,51	3,40
22	7,95	5,72	4,82	4,31	3,99	3,76	3,59	3,45	3,35
23	7,88	5,66	4,76	4,26	3,94	3,71	3,54	3,41	3,30
24	7,82	5,61	4,72	4,22	3,90	3,67	3,50	3,36	3,26
25	7,77	5,57	4,68	4,18	3,85	3,63	3,46	3,32	3,22
26	7,72	5,53	4,64	4,14	3,82	3,59	3,42	3,29	3,18
27	7,68	5,49	4,60	4,11	3,78	3,56	3,39	3,26	3,15
28	7,64	5,45	4,57	4,07	3,75	3,53	3,36	3,23	3,12
29	7,60	5,42	4,54	4,04	3,73	3,50	3,33	3,20	3,09
30	7,56	5,39	4,51	4,02	3,70	3,47	3,30	3,17	3,07
40	7,31	5,18	4,31	3,83	3,51	3,29	3,19	2,99	2,89
60	7,08	4,98	4,13	3,65	3,34	3,12	2,95	2,82	2,72
120	6,85	4,79	3,95	3,48	3,17	2,96	2,79	2,66	2,56
∞	6,63	4,61	3,78	3,32	3,02	2,80	2,64	2,51	2,41

dk2		dk1 = V1									
$\stackrel{=}{V2}$	<u>(0,01)</u>	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
1	6056	6106	6157	6209	6235	6261	6287	252,2	6339	6366	
2	99,40	99,42	99,43	99,45	99,46	99,47	99,47	19,48	99,49	99,50	
3	27,23	27,05	26,87	26,69	26,60	26,50	26,41	8,57	26,22	26,13	
4	14,55	14,37	14,20	14,02	13,93	13,84	13,75	5,69	13,56	13,46	
5	10,05	9,89	9,72	9,55	9,47	9,38	9,29	4,43	9,11	9,02	
6	7,87	7,72	7,56	7,40	7,31	7,23	7,14	3,74	6,97	6,88	
7	6,62	6,47	6,31	6,16	6,07	5,99	5,91	3,30	5,74	5,65	
8	5,81	5,67	5,52	5,36	5,28	5,20	5,12	3,01	4,95	4,86	
9	5,26	5,11	4,96	4,81	4,73	4,65	4,57	2,79	4,40	4,31	
10	4,85	4,71	4,56	4,41	4,33	4,25	4,17	2,62	4,40	3,91	
11	4,54	4,40	4,25	4,10	4,02	3,94	3,86	2,49	3,69	3,60	
12	4,30	4,16	4,01	3,86	3,78	3,70	3,62	2,38	3,45	3,36	
13	4,10	3,96	3,82	3,66	3,59	3,51	3,43	2,30	3,25	3,17	
14	3,94	3,80	3,66	3,51	3,43	3,35	3,27	2,22	3,09	3,00	
15	3,80	3,67	3,52	3,37	3,29	3,21	3,13	2,16	2,96	2,87	
16	3,69	3,55	3,41	3,26	3,18	3,10	3,02	2,11	2,84	2,75	

V2	dk2 = (0,01)	dk1 = V1									
		10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
17	3,59	3,46	3,31	3,16	3,08	3,00	2,92	2,06	2,75	2,65	
18	3,51	3,37	3,23	3,08	3,00	2,92	2,84	2,02	2,66	2,57	
19	3,43	3,30	3,15	3,00	2,92	2,84	2,76	1,98	2,58	2,49	
20	3,37	3,23	3,09	2,94	2,86	2,78	2,69	1,95	2,52	2,42	
21	3,31	3,17	3,03	2,88	2,80	2,72	2,64	1,92	2,46	2,36	
22	3,26	3,12	2,98	2,83	2,75	2,67	2,58	1,89	2,40	2,31	
23	3,21	3,07	2,93	2,78	2,70	2,62	2,54	1,86	2,35	2,26	
24	3,17	3,03	2,89	2,74	2,66	2,58	2,49	1,84	2,31	2,21	
25	3,13	2,99	2,85	2,70	2,62	2,54	2,45	1,82	2,27	2,17	
26	3,09	2,96	2,81	2,66	2,58	2,50	2,42	1,80	2,23	2,13	
27	3,06	2,93	2,78	2,63	2,55	2,47	2,38	1,79	2,20	2,10	
28	3,03	2,90	2,75	2,60	2,52	2,44	2,35	1,77	2,17	2,06	
29	3,00	2,87	2,73	2,57	2,49	2,41	2,33	1,75	2,14	2,03	
30	2,98	2,84	2,70	2,55	2,47	2,39	2,30	1,74	2,11	2,01	
40	2,80	2,66	2,52	2,37	2,29	2,20	2,11	1,64	1,92	1,80	
60	2,63	2,50	2,35	2,20	2,12	2,03	1,94	1,53	1,73	1,60	
120	2,47	2,34	2,19	2,03	1,95	1,86	1,76	1,43	1,53	1,38	
∞	2,32	2,18	2,04	1,88	1,79	1,70	1,59	1,32	1,32	1,00	

Sumber : (soewarno, 1995)

2. Uji T dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$t = \frac{X_1 - X_2}{\sigma \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)^{1/2}} \quad (2.11)$$

$$\sigma = \left(\frac{n_1 S_1^2 + n_2 S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \right)^{1/2} \quad (2.12)$$

dengan:

F = nilai F_{hitung}

n_1, n_2 = jumlah data pada kelompok 1 dan 2

S_1, S_2 = standar deviasi pada kelompok 1 dan 2

X_1, X_2 = rata-rata pada kelompok 1 dan 2

Hipotesis:

H_0 : kelompok 1 dan kelompok 2 bersumber dari populasi yang serupa

H_1 : kelompok 1 dan kelompok 2 tidak bersumber dari populasi yang serupa

Tabel 2.4 Nilai tc Distribusi t

dk	Derajat Kepercayaan $t\alpha$				
	0,1	0,05	0,025	0,01	0,005
1	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657
2	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925
3	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841
4	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604
5	1,476	2,015	2,571	4,465	4,032
6	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707
7	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499
8	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355
9	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250
10	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169
11	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106
12	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055
13	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012
14	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977
15	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947
16	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921
17	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898
18	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878
19	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861
20	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845
21	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831
22	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819
23	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807
24	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797
25	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787
26	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779
27	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771
28	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763
29	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756
inf.	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576

Sumber : (soewarno, 1995)

2.6.6 Uji Persistensi

Persistensi merujuk pada sifat ketidaktergantungan antara setiap nilai dalam suatu rangkaian waktu. Untuk melakukan tes terhadap persistensi, langkah pertama yang perlu dilakukan adalah menghitung nilai koefisien serial. Salah satu pendekatan yang dapat diterapkan untuk mengukur persistensi ini adalah dengan menggunakan metode Spearman, yang memanfaatkan rumus yang tercantum dalam persamaan yang relevan. Metode ini memungkinkan analisis yang lebih mendalam terhadap hubungan antar nilai dalam deret, sehingga dapat memberikan wawasan yang lebih jelas mengenai pola yang ada (Nuramalia & Lasminto, 2022).

$$KS = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^m (di)^2}{m^3 - m} \quad (2.13)$$

$$t = KS \left[\frac{m-2}{1-KS^2} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2.14)$$

dengan:

KS = koefisien korelasi serial

M = n – 1

n = total data

di = selisih nilai antar peringkat data ke X_i dan ke X_{i+1}

t = nilai pada distribusi-t dari derajat kepercayaan m-2 dan derajat kebebasan tertentu (lazimnya 95% diterima atau, 5% ditolak)

2.6.7 Analisa Hujan Wilayah

Data hujan yang diperoleh dari alat penakar hujan merupakan hujan yang terjadi hanya pada satu tempat atau titik saja (point rainfall). Mengingat hujan sangat bervariasi terhadap tempat (*space*), maka untuk kawasan yang luas, satu penakar hujan belum dapat menggambarkan hujan wilayah tersebut. Dalam hal ini diperlukan hujan kawasan yang diperoleh dari harga rata-rata curah hujan beberapa stasiun penakar hujan yang ada di dalam atau disekitar kawasan tersebut (Handayani & Ningsih, 2012).

Presipitasi adalah salah satu unsur vital dalam proses siklus hidrologi, yang berfungsi sebagai input utama dalam sistem hidrologi, seperti Daerah Aliran Sungai (DAS). Indonesia, sebagai negara yang terletak di daerah tropis, mengalami presipitasi dalam bentuk cair, yang umumnya kita kenal sebagai hujan (*rain*). Untuk mengukur curah

hujan di lapangan, saat ini digunakan alat ukur hujan atau rain gauge yang mewakili setiap titik pengukuran. Namun, untuk mendapatkan representasi yang akurat mengenai rata-rata curah hujan di suatu wilayah, penting untuk mempertimbangkan distribusi hujan, karena setiap titik pengukuran dapat menunjukkan intensitas hujan yang berbeda pada waktu yang bersamaan. Oleh karena itu, informasi mengenai curah hujan di suatu wilayah yang diperoleh dari data pengukuran di berbagai titik harus mempertimbangkan faktor distribusi (*spatial variability*). Dalam bidang hidrologi, terdapat beberapa metode yang umum digunakan, di antaranya adalah empat pendekatan utama: rata-rata aritmatika, *polygon Thiessen*, *Isohyet*, dan *center of gravity*. Pada penelitian kali ini, kita akan mempelajari metode yang lebih sederhana, yaitu metode *polygon Thiessen*.

Metode *Thiessen Polygon* merupakan pendekatan yang mempertimbangkan bobot dari setiap stasiun pengukuran yang mewakili area di sekitarnya. Metode ini berfungsi untuk mengubah data yang bersifat titik menjadi data yang berbentuk polygon, serta memodelkan suatu wilayah dalam format polygon berdasarkan informasi dari titik-titik pengukuran yang saling berdekatan. Berbeda dengan metode aritmatika, yang hanya dapat diterapkan pada daerah datar dengan jumlah stasiun hujan yang cukup banyak dan mengasumsikan bahwa curah hujan di Daerah Aliran Sungai (DAS) tersebut bersifat merata (*uniform*), metode *Thiessen Polygon* menawarkan keunggulan dalam menangkap variasi spatial yang lebih kompleks. Selain itu, perhitungan metode *Thiessen Polygon* dapat dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak seperti ArcGIS, yang memudahkan analisis dan visualisasi data hujan secara lebih efektif (Kurniawan et al., 2019)

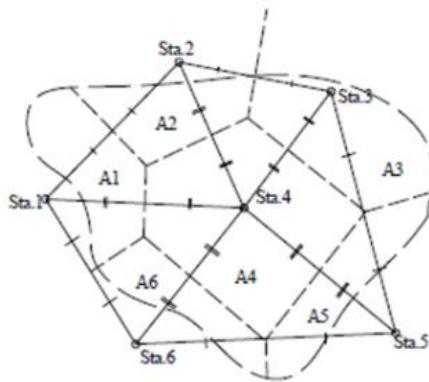
$$R = \frac{A_1R_1 + A_2R_2 + A_3R_3 + \cdots A_nR_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \cdots A_n} \quad (2.15)$$

dengan:

R = Curah hujan daerah (mm)

R_1, R_2, R_n = Curah hujan tiap titik pengamatan pos stasiun hujan (mm)

A_1, A_2, A_n = Luas wilayah yang dibatasi oleh poligon



Gambar 2.6 Thiessen polygon

Sumber : (Kurniawan et al., 2019)

2.6.8 Kalibrasi, Verifikasi, dan Validasi Data

Setelah menyelesaikan perhitungan dalam analisis hidrologi, sangat penting untuk melakukan evaluasi terhadap sejauh mana model data yang dihasilkan dapat mencerminkan kondisi nyata di lapangan. Model data yang telah melalui proses pengujian kualitas melalui analisis hidrologi harus mampu merepresentasikan keadaan yang sebenarnya. Oleh karena itu, langkah-langkah kalibrasi, verifikasi, dan validasi data curah hujan menjadi krusial untuk memastikan bahwa hasil yang diperoleh lebih akurat dan dapat diandalkan. Proses ini tidak hanya meningkatkan keakuratan model, tetapi juga memberikan keyakinan bahwa data yang digunakan dalam pengambilan keputusan dan perencanaan berbasis hidrologi adalah valid dan sesuai dengan realitas yang ada.

1. Kalibrasi

Kalibrasi data curah hujan dari satelit adalah suatu proses yang bertujuan untuk menyelaraskan informasi curah hujan yang diperoleh dari satelit dengan data yang diukur secara langsung di lapangan. Tujuan utama dari kalibrasi ini adalah untuk meningkatkan tingkat akurasi pengukuran (Reinhard Sinaga & Hadiani, 2025). Proses ini melibatkan berbagai analisis statistik, termasuk regresi linier, serta penerapan metode machine learning seperti random forest. Dengan melakukan kalibrasi, diharapkan dapat mengurangi bias yang mungkin terdapat dalam data curah hujan satelit, sehingga hasil yang diperoleh dapat lebih dapat diandalkan untuk digunakan dalam analisis hidrologi. Persamaan yang digunakan dalam analisis regresi linier sebagai berikut:

1. Regresi Linear

$$\hat{Y} = a_1 Y + b_1 \quad (2.16)$$

$$\hat{X} = a_2 Y + b_2 \quad (2.17)$$

Dengan :

\hat{Y} = Persamaan garis lurus Y terhadap X

\hat{X} = Persamaan garis lurus X terhadap Y

a_1, a_2 = Koefisien regresi yang menggambarkan arah garis regresi

b_1, b_2 = Koefisien yang menggambarkan titik perpotongan garis regresi

2. Regresi Eksponensial

$$\begin{aligned} \hat{Y} \\ = b e^{aX} \end{aligned} \quad (2.18)$$

Dengan :

\hat{Y} = Regresi eksponensial Y atas X, merupakan Variabel tak bebas

X = Variabel independen

a, b = Parameter

e = Bilangan pokok logaritma asli atau logaritma Napir = 2,7183

3. Regresi Berpangkat

$$\begin{aligned} \hat{Y} \\ = b X^a \end{aligned} \quad (2.19)$$

Dengan :

\hat{Y} = Regresi eksponensial Y terhadap X

X = Variabel independen

a, b = Parameter

4. Regresi Logaritma

$$\hat{Y} = b + a \log X \quad (2.20)$$

dengan:

\hat{Y} = Regresi eksponensial Y terhadap X

X = Variabel bebas, harus lebih besar nol

a, b = Parameter

5. Regresi Polinomial

$$\hat{Y} = b_0 + b_1X + b_2X^2 + b_3X^3 + \cdots + b_mX^m \quad (2.21)$$

Dengan :

\hat{Y} = Regresi eksponensial Y atas X

X = Variabel independen, harus lebih besar nol

b = Parameter

1. Verifikasi

Verifikasi merupakan langkah penting dalam evaluasi kinerja model, di mana proses ini melibatkan pengujian menggunakan data yang tidak termasuk dalam periode kalibrasi. Tujuan utama dari verifikasi adalah untuk memperoleh nilai korelasi yang dapat menggambarkan hubungan antara hasil model dan data pengukuran yang diperoleh di lapangan. Dalam tahap ini, verifikasi dilakukan dengan memanfaatkan persamaan regresi yang telah dipilih dan disempurnakan pada fase kalibrasi sebelumnya. Dengan demikian, verifikasi berfungsi sebagai alat untuk memastikan bahwa model yang dikembangkan dapat diandalkan dan akurat dalam merepresentasikan fenomena yang sedang diteliti (Nuramalia & Lasminto, 2022).

2. Validasi

Prosedur validasi model dilakukan untuk mengevaluasi tingkat ketidakpastian yang mungkin ada dalam prediksi model terhadap proses hidrologi. Validasi ini bertujuan untuk menilai keakuratan data dengan membandingkan kesesuaian antara data curah hujan yang diperoleh dari TRMM dan data curah hujan permukaan yang diukur secara langsung. Dalam proses ini, beberapa analisis statistik diterapkan, termasuk perhitungan koefisien korelasi (R), *Root Mean Square Error* (RMSE), efisiensi *Nash-Sutcliffe* (NSE), serta uji bias relatif (RB). Melalui analisis ini, diharapkan dapat diperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai seberapa baik model dapat merepresentasikan fenomena curah hujan yang sebenarnya.

1. *Root Mean Squared Error* (RMSE)

RMSE (*Root Mean Square Error*) berfungsi untuk mengukur seberapa besar kesalahan dalam suatu estimasi. Semakin rendah nilai RMSE

yang diperoleh, semakin kecil pula tingkat kesalahan yang terjadi, yang berarti bahwa hasil estimasi dari TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) akan semakin akurat dan dapat diandalkan. Dengan demikian, analisis ini menjadi penting untuk meningkatkan keandalan data yang dihasilkan.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - Q_i)^2}{n}} \quad (2.22)$$

Dimana :

P_i = Data Hasil Observasi

Q_i = Data Hasil Estimasi

n = Total Data

Kriteria nilai RMSE dapat dilihat pada tabel **Tabel 2.5** berikut :

Tabel 2.5 Tingkat Keterkaitan berdasarkan RMSE

Nilai RMSE (mm)	Keterangan
0-100	Sangat kecil
100-200	Kecil
200-300	Sedang
300-400	Besar
400-500	Sangat Besar

Sumber : (Wulandari, 2024)

2. *Nash-sutcliffe Efficiency* (NSE)

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N (P_i - Q_i)^2}{\sum_{i=1}^N (P_i - \bar{P}_1)^2} \quad (2.23)$$

Dengan:

P_i = data lapangan

Q_i = data perkiraan (data hasil estimasi).

\bar{P}_1 = data observasi rata-rata

N = jumlah data.

Tabel 2. 6 Standar Nilai NSE

NSE	Intrepretasi
NSE > 0,75	Baik
0,36 < NSE < 0,75	Memenuhi
NSE < 0,36	Tidak Memenuhi

Sumber : (Nuramalia & Lasminto, 2022)

3. Koefisien Korelasi (R)

Koefisien korelasi adalah suatu nilai yang menggambarkan kekuatan dan arah hubungan linear antara dua variabel. Nilai koefisien ini ada di antara 0 hingga 1, di mana nilai yang mendekati 1 menunjukkan adanya hubungan yang kuat antara kedua variabel tersebut. Untuk menghitung koefisien korelasi, digunakan persamaan berikut yang akan memberikan gambaran kuantitatif mengenai seberapa erat keterkaitan antara variabel yang dianalisis :

$$r = \frac{n \cdot \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{(n \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2) \cdot (n \cdot \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}} \quad (2.24)$$

Keterangan :

r : koefisien Korelasi Antara dua nilai yang dibandingkan

n : Banyaknya data

X : Data Simulasi

Y : Data Observasi

Kriteria nilai Koefisien Korelasi tercantum dalam **Tabel 2.7** berikut :

Tabel 2.7 Tingkat Kekuatan hubungan berdasarkan koefisien korelasi

Interval Nilai	Keeratan Hubungan
0	Tidak ada korelasi
0 - 0,25	Korelasi sangat lemah
0,25 - 0,50	Korelasi cukup
0,50 - 0,75	Korelasi kuat
0,75 - 0,99	Korelasi sangat kuat
1	Sempurna

Sumber : (Wulandari, 2024)

4. Kesalahan Relatif (KR)

$$KR = \frac{\sum_{i=1}^N (P_i - Q_i)}{\sum_{i=1}^N P_i} \quad (2.25)$$

Dengan :

P_i = data observasi (data penakar hujan).

Q_i = data perkiraan (data Satelit hasil estimasi).

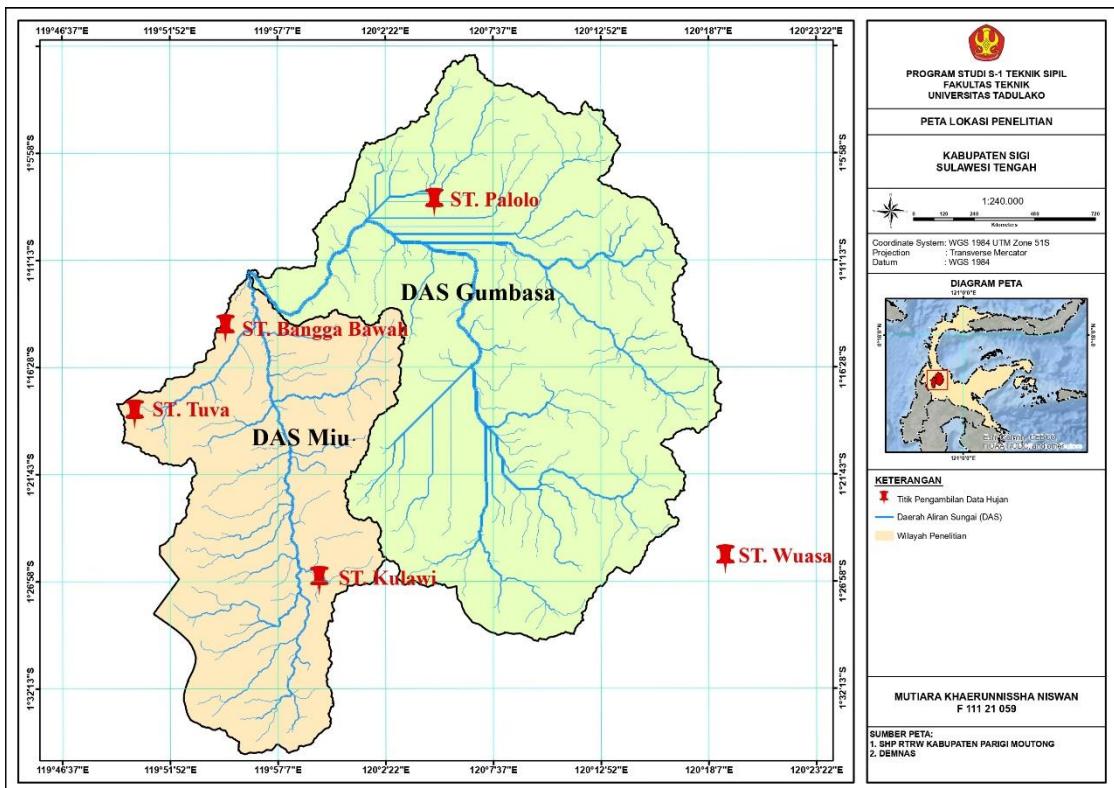
N = jumlah

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Lokasi Penelitian

Kabupaten Gumbasa terletak di Provinsi Sulawesi Tengah, Indonesia, dengan koordinat geografis antara $1^{\circ}09'19''$ - $0^{\circ}21'41''$ LS dan $119^{\circ}55'26''$ - $120^{\circ}04'03''$ BT. Luas wilayah Kabupaten Gumbasa adalah sekitar $176,49 \text{ km}^2$.



Gambar 3.1 Peta Daerah Aliran Sungai Gumbasa & Miu

2.2 Tahapan Penelitian

Adapun tahapan penelitian tentang kesesuaian data adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan data
2. Pengelolaan data
3. Perhitungan perbandingan data pos curah hujan & TRMM
4. Hasil dan pembahasan
5. Kesimpulan

2.3 Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, pengumpulan data dilakukan dengan memanfaatkan data sekunder, yang merupakan informasi tambahan yang diperoleh dari penelitian atau sumber yang telah ada sebelumnya. Data yang diperlukan mencakup informasi mengenai curah hujan dari stasiun pengamatan serta data satelit dari TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission). Mengingat bahwa data curah hujan harian dari TRMM yang tersedia mencakup periode dari 1 Januari 2010 hingga 31 Desember 2019, maka data yang akan diunduh dari BWS III (Badan Wilayah Sungai III) juga akan disesuaikan dengan rentang tanggal dan tahun yang sama, serta lokasi dan koordinat yang identik.

1. Data Curah Hujan dari Stasiun hujan

Adapun data curah hujan di ambil dari beberapa stasiun hujan yang tersebar di seluruh DAS Gumbasa, Yaitu :

- a. Stasiun hujan Palolo
- b. Stasiun hujan Tuva
- c. Stasiun hujan Kulawi
- d. Stasiun hujan Bangga Bawah
- e. Stasiun hujan Wuasa

Pengambilan data curah hujan bisa di dapatkan dari Kantor Balai Wilayah Sungai III Sulawesi Tengah.

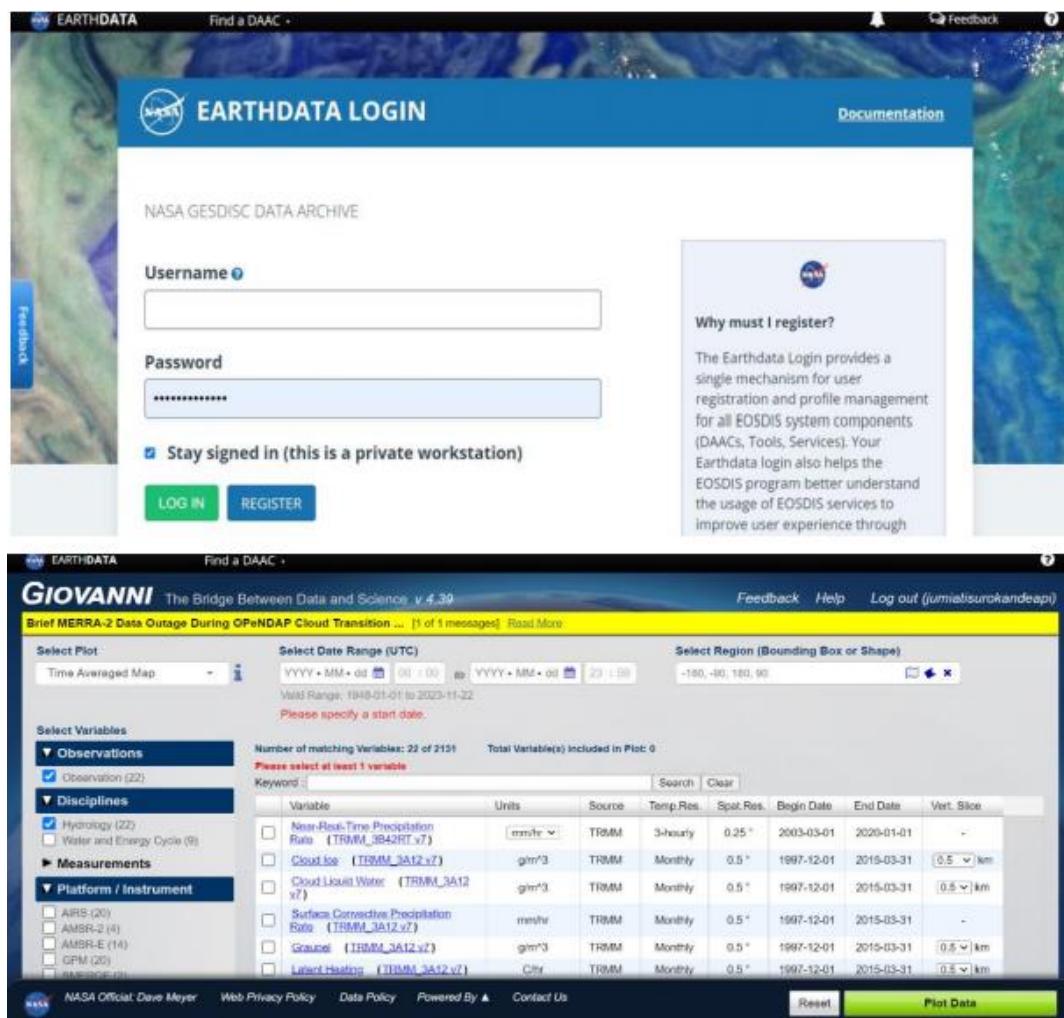
2. Data curah hujan *TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission)*

Data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari satelit NASA yang dikenal sebagai TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*). Data curah hujan ini diunduh melalui platform online yang menyediakan akses ke informasi meteorologi, dengan grid yang disesuaikan dengan lokasi penelitian yang diinginkan. Rentang waktu data yang tersedia mencakup periode dari 1 Januari 2010 hingga 31 Desember 2019, memberikan cakupan yang luas untuk analisis. Dalam studi ini, fokus utama adalah pada data hujan *Near Real Time Precipitation* (3B42RT), yang menawarkan informasi terkini

mengenai curah hujan, sangat berguna untuk berbagai aplikasi, termasuk pemantauan iklim dan manajemen sumber daya air.

Berikut adalah langkah-langkah yang dapat diikuti untuk mengunduh data melalui situs web:

1. Masuk ke akun yang telah Anda daftarkan sebelumnya.
2. Setelah berhasil login, klik pada opsi "Variable" dan pilih "Observation".
3. Selanjutnya, klik pada kategori "Discipline" dan pilih "Hidrologi".
4. Kemudian, klik pada opsi "Measurement" dan pilih "Rainfall".
5. Setelah itu, klik pada bagian "Platform/Instrumen" dan pilih "TRMM".
6. Setelah semua pilihan selesai, masukkan rentang tanggal yang ingin Anda ambil datanya.
7. Selanjutnya, pilih variabel data yang ingin diunduh dari yang telah tersedia.
8. Kemudian, tentukan wilayah atau area untuk pengambilan data curah hujan, lalu klik "Plot Data" yang terletak di sudut kanan bawah.
9. Terakhir, unduh data yang telah dipilih untuk digunakan dalam analisis Anda.



Gambar 3.2 Website Giovanni Nasa

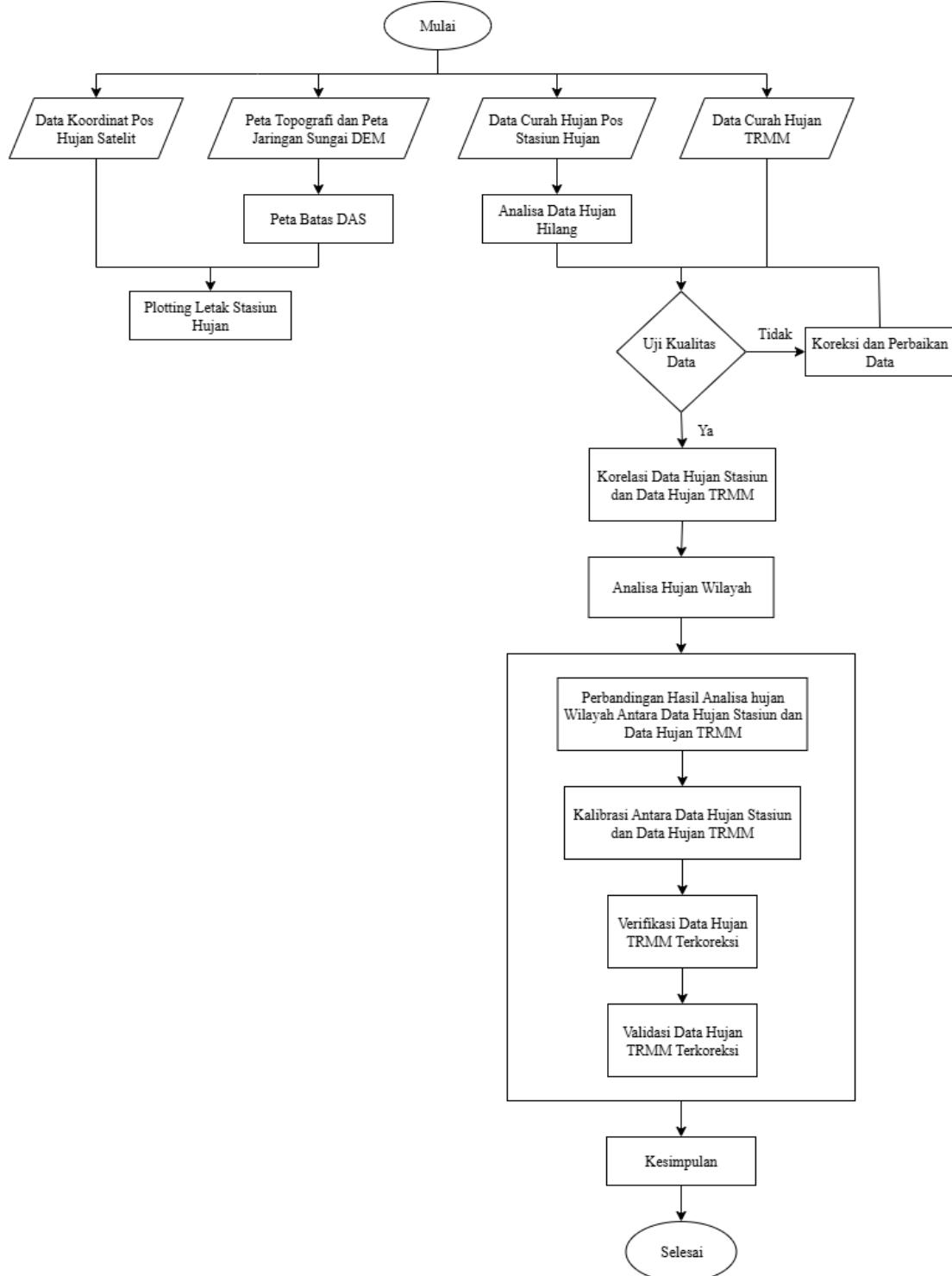
2.4 Analisis Data

Analisis data yang dilakukan mencakup langkah-langkah berikut:

1. Mengumpulkan informasi mengenai curah hujan dari pos pengamatan yang tersebar di DAS Gumbasa, data didapatkan dari Kantor Balai Wilayah Sungai III Sulawesi Tengah.
2. Mengunduh data TRMM yang tersedia di situs resmi NASA, atau melalui platform <https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/>
3. Menganalisis data yang akan dihitung dan disajikan kebentuk tabel dan grafik.
4. Pengelolaan data data curah hujan tersebut kemudian dilakukan dengan bantuan aplikasi *Microsoft Office Excel*.
5. Pengelolaan data untuk mengevaluasi data estimasi curah hujan dari satelit terhadap data observasi..

3.5 Tahapan Penelitian

Prosedur penelitian ini disajikan secara visual dalam bentuk *Flowchart* pada **Gambar 3.3**



Gambar 3.3 *Flowchart* Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Batas DAS

Analisis batas Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan langkah krusial dalam mengidentifikasi cakupan wilayah suatu DAS di area tertentu. Proses penetapan batas ini dilakukan dengan mempertimbangkan koneksi antara sungai-sungai yang membentuk jaringan aliran, yang terdiri dari sungai utama dan anak-anak sungainya. Proses ini dapat dibagi menjadi beberapa tahapan yang sistematis sebagai berikut:

1. Tahapan pertama dimulai dengan mengunduh peta Digital Elevation Model (DEM) dari situs resmi yang menyediakan data topografi, seperti <https://tanahair.indonesia.go.id/demnas/#/demnas>. Pemilihan peta DEM yang sesuai dengan area studi yang menjadi fokus penelitian sangat penting untuk memastikan akurasi analisis yang akan dilakukan. Setelah data DEM berhasil diperoleh, langkah selanjutnya adalah melakukan pengolahan data menggunakan perangkat lunak ArcGIS versi 10.4.1. Proses pengolahan ini meliputi beberapa tahapan, antara lain:

a. Fill

Fitur ini digunakan untuk memperbaiki cacat atau celah kecil (piksel rusak) dalam data DEM

b. Flow Direction

Tahapan ini bertujuan untuk menentukan arah aliran air pada setiap piksel dalam area studi DAS

c. Flow Accumulation

Menggabungkan aliran searah untuk mengidentifikasi area yang menjadi pusat akumulasi aliran air.

d. Raster Calculator

Digunakan dua kali dalam proses ini; pertama setelah data DEM dimasukkan ke ArcGIS, dan kedua setelah tahapan *Flow Accumulation*, untuk melakukan perhitungan matematis pada data raster.

e. Stream Link

Membangun jaringan sungai berdasarkan hasil akumulasi arah aliran yang telah diproses sebelumnya.

f. *Watershed*

Mengidentifikasi dan membentuk batas-batas wilayah DAS berdasarkan data DEM yang telah diproses.

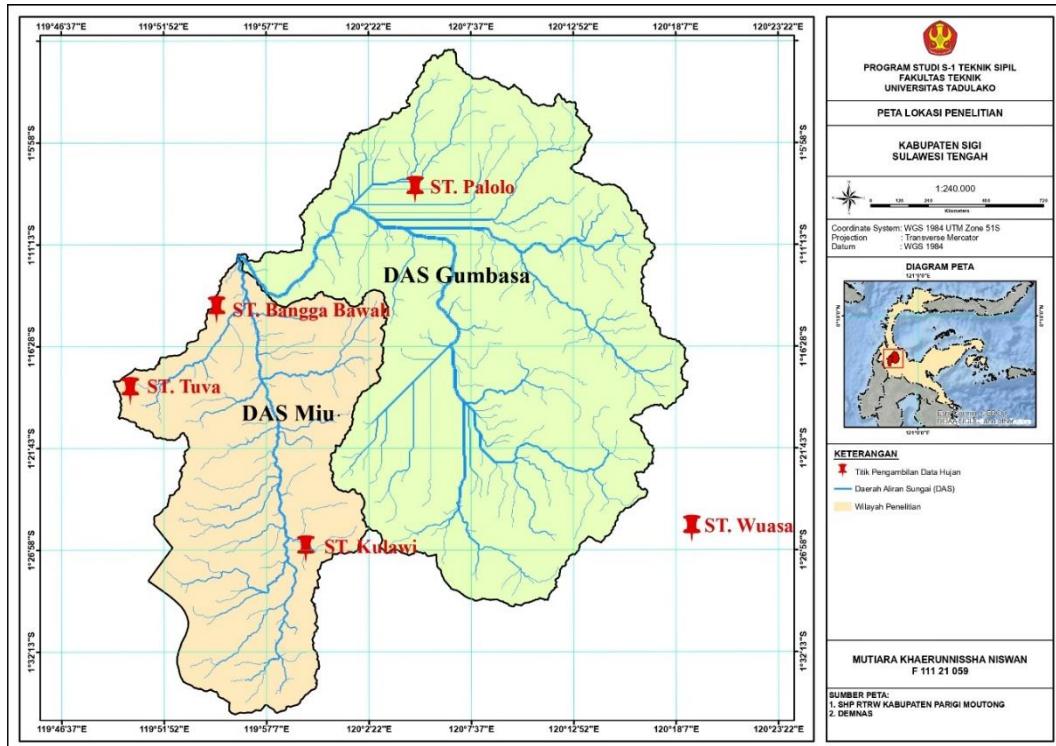
g. *Raster to Polygon*

Mengkonversi batas DAS dari format raster menjadi poligon (.shp) agar dapat digunakan dalam analisis spasial lebih lanjut.

h. *Raster to Polyline*

Mengubah jaringan sungai dari bentuk raster menjadi garis (format .shp).

Hasil dari proses pengolahan ini mencakup seluruh wilayah yang terdapat dalam data DEM. Oleh karena itu, perlu dilakukan pemilihan dan pemotongan untuk menyesuaikannya dengan area studi yang lebih spesifik. Pemotongan ini dilakukan dengan mempertimbangkan keterkaitan antar sungai dalam jaringan, sehingga hanya bagian DAS yang relevan dan sesuai dengan fokus studi yang akan digunakan dalam analisis lebih lanjut. Dengan demikian, analisis batas DAS tidak hanya menghasilkan informasi yang akurat, tetapi juga relevan untuk pengambilan keputusan dalam pengelolaan sumber daya air dan perencanaan wilayah. Seperti terlihat pada **Gambar 4.1**



Gambar 4.1 Peta Das Gumbasa & Miu

4.2 Analisa Hidrologi

Sebelum memulai pengolahan data curah hujan, penting untuk melakukan analisis hidrologi terlebih dahulu agar kita bisa memastikan kualitas data yang akan digunakan. Dalam penelitian ini, data yang dianalisis berasal dari dua sumber, yaitu curah hujan yang diperoleh dari pencatatan pos pengamatan stasiun hujan serta informasi yang dihasilkan oleh satelit TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*). Kedua jenis data ini mencakup periode sepuluh tahun, dari tahun 2010 hingga 2019. Dengan menganalisis kedua sumber data ini, kita dapat memahami pola curah hujan dan variasinya, serta memastikan bahwa data yang digunakan dalam penelitian ini akurat dan dapat diandalkan.

4.2.1 Analisa Hujan Hilang

Kelengkapan data sangat mempengaruhi akurasi hasil analisis yang dilakukan. Ketidaklengkapan data curah hujan dapat mengurangi keandalan informasi yang kita peroleh. Umumnya, masalah ini disebabkan oleh dua faktor utama, yaitu faktor alam dan faktor manusia. Faktor alam bisa berupa kerusakan pada alat pengukur curah hujan, sedangkan faktor manusia sering kali terkait dengan kesalahan atau kelalaian dalam membaca atau mencatat data. Untuk mengatasi kekurangan data tersebut, salah satu metode yang bisa digunakan adalah metode rata-rata aljabar. Metode ini digunakan untuk melengkapi kekurangan data dengan menghitung nilai rata-rata dari data yang tersedia, sehingga analisis yang dilakukan tetap dapat memberikan hasil yang lebih akurat.

Berikut contoh perhitungan data hujan hilang di stasiun hujan Tuva pada 1 Oktober 2019 :

$$\begin{aligned} P &= \frac{P_1 + P_2 + P_3 + P_4}{n} \\ &= \frac{3,0 + 10,9 + 4,0 + 0,0}{4} \\ &= 4,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

Hasil estimasi terhadap data curah hujan yang hilang di stasiun pengamatan, yang dilakukan dengan metode yang sama, dapat ditemukan pada **Lampiran 1**. Di dalam lampiran tersebut, disajikan rincian perhitungan yang menunjukkan bagaimana data yang tidak tersedia dapat diestimasi.

Tabel 4.1 Hasil Pengolahan Data Hujan Hilang Stasiun Tuva

Tanggal	TUVA 2019 (OKTOBER)				
	Tinggi Hujan Pos Stasiun Hujan (mm)				
	Bangga Bawah	Palolo	Kulawi	Wuasa	Tuva
01-Oct-19	3.0	10.9	4.0	0.0	4.5
02-Oct-19	10.5	26.0	5.9	0.0	10.6
03-Oct-19	29.5	0.0	6.2	0.0	8.9
04-Oct-19	0.0	0.0	22.6	0.0	5.7
05-Oct-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
06-Oct-19	1.5	0.0	0.0	0.0	0.4
07-Oct-19	2.5	0.0	1.4	0.0	1.0
08-Oct-19	3.0	0.0	0.0	0.0	0.8
09-Oct-19	0.0	10.3	0.0	0.0	2.6
10-Oct-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11-Oct-19	0.0	7.6	0.0	0.0	1.9
12-Oct-19	49.0	0.0	1.8	0.0	12.7
13-Oct-19	0.0	7.5	0.0	0.0	1.9
14-Oct-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15-Oct-19	28.5	23.5	0.0	0.0	13.0
16-Oct-19	14.0	0.0	0.0	0.0	3.5
17-Oct-19	0.5	11.5	0.0	0.0	3.0
18-Oct-19	3.5	0.0	0.0	0.0	0.9
19-Oct-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20-Oct-19	1.0	8.0	0.0	0.0	2.3
21-Oct-19	5.0	0.0	6.0	0.0	2.8
22-Oct-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23-Oct-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24-Oct-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25-Oct-19	0.0	22.3	0.0	0.0	5.6
26-Oct-19	4.5	8.4	3.5	0.0	4.1
27-Oct-19	1.5	26.7	0.0	0.0	7.1
28-Oct-19	0.0	64.0	0.0	0.0	16.0
29-Oct-19	3.5	0.0	13.6	0.0	4.3
30-Oct-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
31-Oct-19	0.0	13.1	0.0	0.0	3.3

4.2.2 Analisa Kualitas Data

Pentingnya evaluasi kualitas data tidak dapat diabaikan, karena hal ini bertujuan untuk menilai sejauh mana keandalan data curah hujan yang diperoleh dari pos pengamatan serta dari satelit TRMM. Proses ini sangat krusial untuk memastikan bahwa data yang digunakan layak dan dapat diandalkan untuk analisis hidrologi yang akan

dilakukan selanjutnya. Dengan melakukan evaluasi yang menyeluruh, kita dapat memastikan bahwa informasi yang dihasilkan akurat dan relevan, sehingga mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik dalam pengelolaan sumber daya air.

4.2.2.1 Kurva Massa Ganda (*Double Mass Curve*)

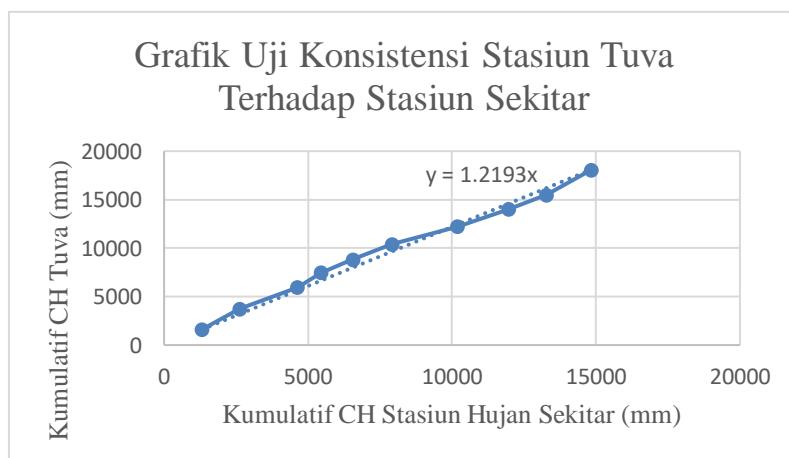
Metode kurva massa ganda digunakan dalam analisis kualitas data untuk menilai konsistensi curah hujan, dengan syarat paling sedikit tiga stasiun hujan agar dapat mengenali kemungkinan adanya perbedaan data.. Metode ini sangat efektif dalam mendeteksi ketidaksesuaian dan memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai keandalan data yang dikumpulkan. Tahapan dalam pengujian menggunakan metode kurva massa ganda meliputi beberapa langkah penting yang harus diikuti untuk memastikan hasil analisis yang akurat dan informatif.

1. Memilih satu pos stasiun hujan sebagai objek uji dan beberapa pos stasiun hujan lainnya sebagai referensi untuk perbandingan.
2. Penyusunan data curah hujan berdasarkan tahun dengan urutan dari yang tertinggi ke yang terendah.
3. Menghitung akumulasi keseluruhan curah hujan pada pos yang menjadi objek pengujian.
4. Menentukan nilai rata-rata curah hujan dari stasiun-stasiun hujan pembanding.
5. Menghitung total kumulatif dari rata-rata curah hujan yang diperoleh dari stasiun-stasiun hujan di sekitar.
6. Membuat grafik yang menggambarkan hubungan antara total kumulatif data curah hujan pada satu pos stasiun hujan dengan data curah hujan dari stasiun-stasiun di sekitarnya. Grafik dianggap konsisten jika sudut kemiringannya berada dalam rentang $42^\circ < \alpha < 48^\circ$.
7. Apabila sudut kemiringan grafik berada di luar rentang yang telah ditentukan, maka pengujian harus diulang dengan menghitung faktor koreksi, kemudian kembali ke langkah pertama untuk menghitung dan menyusun grafik kurva massa ganda hingga sudut kemiringannya sesuai dengan kriteria yang ditetapkan.

Tabel 4.2 Hasil Pengolahan Kurva Massa Ganda Stasiun Tuva Sebelum Terkoreksi

Tahun	CH Tuva (mm)	CH Pos Stasiun Sekitar (mm)				CH Rerata Stasiun Sekitar (mm)	Kumulatif	
		Kulawi	Bangga Bawah	Palolo	Wuasa		CH Tuva (mm)	CH Pos Stasiun Sekitar (mm)
2019	1611	1300	1411	1674	882	1317	1611	1317
2018	2129	1425	1468	1352	995	1310	3741	2627
2017	2192	2107	2015	2015	1848	1996	5933	4623
2016	1521	1939	822	362	172	824	7453	5447
2015	1359	1360	382	1551	1116	1102	8813	6549
2014	1577	2021	228	1450	1785	1371	10390	7920
2013	1814	2608	907	1679	3866	2265	12203	10185
2012	1815	2282	854	1052	2862	1762	14018	11948
2011	1465	2060	848	665	1752	1331	15483	13279
2010	2590	2412	1287	919	1618	1559	18074	14838

Berdasarkan hasil perhitungan yang ditampilkan dalam **Tabel 4.2**, diperoleh jumlah kumulatif curah hujan Stasiun Tuva serta rata-rata kumulatif curah hujan dari stasiun-stasiun pengamatan di sekitarnya. yaitu Stasiun Kulawi, Bangga Bawah, Palolo dan Wuasa. Keempat nilai kumulatif ini kemudian digabungkan dalam satu grafik kurva massa ganda untuk menghasilkan persamaan yang akan digunakan dalam menghitung sudut kemiringan (α). **Gambar 4.2** memperlihatkan grafik kurva massa ganda yang menunjukkan keterhubungan antara kumulatif curah hujan Stasiun Tuva dengan rata-rata kumulatif curah hujan dari stasiun di sekelilingnya. Visualisasi ini membantu menjelaskan konsistensi data curah hujan yang dianalisis.



Gambar 4.2 Grafik Massa Ganda Stasiun Tuva Sebelum Koreksi

Hasil analisis di Stasiun Tuva menunjukkan persamaan $y = 1,2193x$, yang diperoleh dari hubungan antara kumulatif curah hujan Stasiun Tuva dengan rata-rata

kumulatif curah hujan dari stasiun-stasiun sekitarnya. Untuk menentukan besar sudut kemiringan, kita dapat menggunakan perhitungan sebagai berikut:

$$\alpha = \tan^{-1} (1,2193) = 50,64^\circ$$

Tabel 4.3 Rekapitulasi Nilai α Sebelum Terkoreksi

No	Pos Stasiun Hujan	α	Keterangan
1	Tuva	50.64	Tidak Konsisten
2	Kulawi	52.15	Tidak Konsisten
3	Bangga Bawah	33.17	Tidak Konsisten
2	Palolo	41.11	Tidak Konsisten
4	Wuasa	45.23	Konsisten

Berdasarkan hasil perhitungan sudut kemiringan, Stasiun Tuva menunjukkan garis tren dengan sudut kemiringan sebesar $50,64^\circ$, yang mengindikasikan bahwa data yang diperoleh tidak konsisten. Oleh karena itu, perlu dilakukan perbaikan terhadap data curah hujan tersebut dengan menghitung faktor koreksi yang sesuai. Langkah ini penting untuk memastikan bahwa data yang digunakan dalam analisis selanjutnya lebih akurat dan dapat diandalkan.

$$\begin{aligned} S_1 &= \frac{Y}{X} \\ &= \frac{1611 - 18074}{1317 - 14838} \\ &= 1,2175 \end{aligned}$$

$$S_{\text{koreksi}} = 1 \text{ (sudut } 45^\circ\text{)}$$

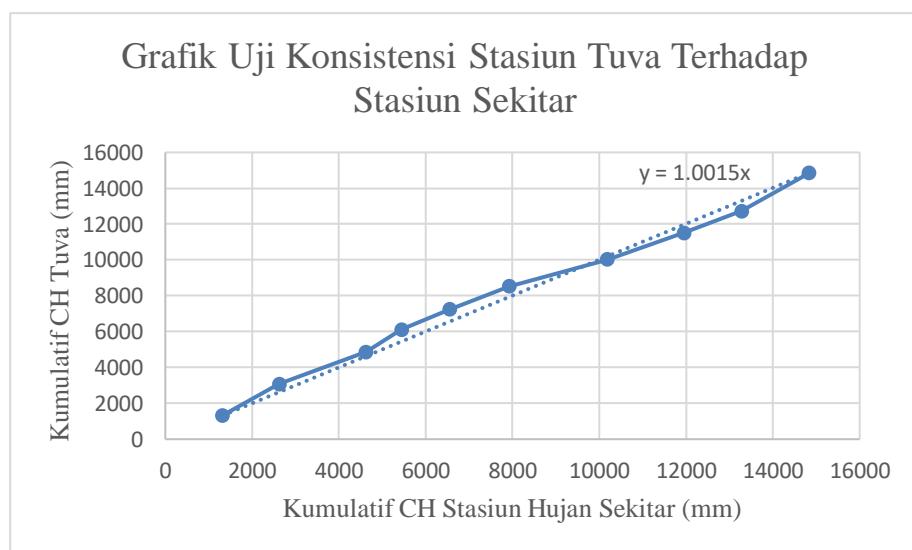
$$\begin{aligned} FK &= \frac{S_{\text{koreksi}}}{S_1} \\ &= \frac{1}{1,2175} \\ &= 0,8214 \end{aligned}$$

Nilai faktor koreksi yang ditetapkan untuk data curah hujan di Stasiun Tuva adalah 0,8214. Dengan demikian, semua data curah hujan yang tercatat dari tahun 2010 hingga 2019 di stasiun tersebut harus dikalikan dengan angka 0,8214 untuk memperbaiki konsistensinya. Penting untuk dicatat bahwa faktor koreksi ini hanya berlaku khusus untuk Stasiun Tuva. Sementara itu, untuk stasiun-stasiun lain yang

menunjukkan sudut kemiringan α kurang dari 42° atau lebih dari 48° , masing-masing faktor koreksinya perlu dihitung secara terpisah untuk memastikan akurasi data yang digunakan dalam analisis.

Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Kurva Massa ganda Stasiun Tuva Terhadap Stasiun Sekitar Setelah Terkoreksi

Tahun	CH Tuva (mm)	CH Pos Stasiun Sekitar (mm)				CH Rerata Stasiun Sekitar (mm)	Kumulatif	
		Kulawi	Bangga Bawah	Palolo	Wuasa		CH Tuva (mm)	CH Pos Stasiun Sekitar (mm)
2019	1324	1300	1411	1674	882	1317	1324	1317
2018	1749	1425	1468	1352	995	1310	3072	2627
2017	1801	2107	2015	2015	1848	1996	4873	4623
2016	1249	1939	822	362	172	824	6122	5447
2015	1117	1360	382	1551	1116	1102	7238	6549
2014	1295	2021	228	1450	1785	1371	8534	7920
2013	1490	2608	907	1679	3866	2265	10023	10185
2012	1490	2282	854	1052	2862	1762	11514	11948
2011	1204	2060	848	665	1752	1331	12717	13279
2010	2127	2412	1287	919	1618	1559	14845	14838



Gambar 4.3 Grafik Massa Ganda Stasiun Tuva Setelah Koreksi

Setelah dilakukan koreksi, diperoleh persamaan untuk Stasiun Tuva, yakni $y = 1,0015x$, yang didasarkan pada hubungan antara kumulatif curah hujan Stasiun Tuva dengan rata-rata kumulatif dari stasiun sekitarnya. Persamaan ini

menggambarkan adanya perbaikan pada data. Berikut adalah nilai sudut kemiringan yang dihasilkan:

$$\alpha = \tan^{-1} (1,0015) = 45,04^\circ$$

Berdasarkan hasil perhitungan faktor koreksi, sudut kemiringan yang diperoleh untuk Stasiun Tuva adalah $45,04^\circ$, yang terletak dalam rentang nilai sudut α yang diperbolehkan. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa data curah hujan yang tercatat di Stasiun Tuva menunjukkan konsistensi yang baik. Untuk informasi lebih lanjut mengenai hasil perhitungan menggunakan metode kurva massa ganda di lokasi-lokasi lain dengan pendekatan yang serupa, dapat dilihat pada **Lampiran 2**.

Tabel 4.5 Rekapitulasi Nilai α Setelah Terkoreksi

No	Pos Stasiun Hujan	α	Keterangan
1	Tuva	45.04	Konsisten
2	Kulawi	42.73	Konsisten
3	Bangga Bawah	48.87	Tidak Konsisten
2	Palolo	49.60	Tidak Konsisten
4	Wuasa	40.63	Tidak Konsisten

4.2.2.2 RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*)

Analisis kualitas data dengan metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*) dilakukan untuk menilai konsistensi data curah hujan yang diteliti. Metode ini secara khusus ditujukan bagi data hujan dari satu stasiun, sehingga tepat digunakan pada data TRMM yang merepresentasikan satu titik pengamatan. Penelitian ini memanfaatkan data Near-Real-Time Precipitation Rate Daily (TRMM_3B42RT_Dailyv7), yang menyediakan informasi mengenai curah hujan harian. Proses pengujian dengan metode RAPS melibatkan beberapa langkah yang sistematis untuk memastikan keandalan dan validitas data yang dianalisis. Tahapan metode RAPS adalah sebagai berikut :

1. Menghitung rata-rata tahunan curah hujan dari data TRMM
2. Menghitung perbedaan antara data curah hujan TRMM dengan nilai rata-rata curah hujan yang telah dihitung.
3. Menghitung simpangan mutlak (Sk^*) dari data yang diperoleh.

4. Menghitung deviasi standar (Dy^2) dan (Dy) untuk mendapatkan gambaran variabilitas data.
5. Menghitung nilai konsistensi data (Sk^{**}) berdasarkan hasil yang telah diperoleh.
6. Menentukan nilai absolut dari Sk^{**} yang sudah diperoleh pada tahap sebelumnya.
7. Menetapkan nilai tertinggi dan terendah dari Sk^{**} untuk keperluan analisis berikutnya.
8. Melakukan perhitungan nilai Q dan R sebagai bagian dari analisis konsistensi data.
9. Menetapkan nilai Q/\sqrt{n} dan Q_{kritis} , serta R/\sqrt{n} dan R_{kritis} guna mendukung analisis statistik.
10. Menyesuaikan nilai Q_{kritis} dan R_{kritis} sesuai pedoman pada **Tabel 2.1**.
11. Membandingkan Q_{hitung} dengan Q_{kritis} dan R_{hitung} dengan R_{kritis} sebagai dasar penilaian konsistensi data.
12. Data dianggap konsisten jika Q_{hitung} lebih kecil dari Q_{kritis} dan R_{hitung} lebih kecil dari R_{kritis} .

Di bawah ini ditampilkan perhitungan uji RAPS sebagai contoh penerapan pada data curah hujan TRMM periode tahunan 2010.

$$\begin{aligned}\bar{Y} &= \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n} \\ &= \frac{21890,47}{10} \\ &= 2189,05\end{aligned}$$

$$Y_i - \bar{Y} = 2554,39 - 2189,05 = 365,34$$

$$Sk^*_{2010} = (Y_i - \bar{Y})_{2010} = 365,34$$

$$\begin{aligned}Sk^*_{2011} &= \sum_{i=1}^k (Y_i - \bar{Y}) \\ &= (Y_i - \bar{Y})_{2010} + (Y_i - \bar{Y})_{2011} \\ &= (365,34) + (-67,05) \\ &= 298,30\end{aligned}$$

$$Dy^2 = \frac{(Y_i - \bar{Y})^2}{n}$$

$$= \frac{(365,34)^2}{10}$$

$$= 13347,55$$

$$\begin{aligned}Dy &= \sqrt{\sum_{1-i}^n Dy^2} \\&= \sqrt{389509,66} \\&= 624,10\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Sk}^{**}_{2010} &= \frac{Sk^*}{Dy} \\&= \frac{365,34}{624,10} \\&= 0,59\end{aligned}$$

$$\text{Sk}^{**}_{2010} = 0,59 ; [\text{Sk}^{**}_{2004}] = 0,59$$

$$\text{Sk}^{**} \text{ maks} = 2,10 ; \text{Sk}^{**} \text{ min} = -0,86$$

$$\begin{aligned}Q &= \text{Sk}^{**} \text{ maks} \\&= 2,10\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}R &= \text{Sk}^{**} \text{ maks} - \text{Sk}^{**} \text{ min} \\&= 2,10 - (-0,86) \\&= 2,97\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Q_{\text{hitung}} &= \frac{Q}{\sqrt{n}} \\&= \frac{2,10}{\sqrt{10}} = 0,67\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}R_{\text{hitung}} &= \frac{R}{\sqrt{n}} \\&= \frac{2,97}{\sqrt{10}} = 0,94\end{aligned}$$

Nilai Qkritis dan Rkritis tercantum dalam **Tabel 2.1**. Dari tabel tersebut, diperoleh nilai Qkritis sebesar 1,14 dan Rkritis sebesar 1,29 pada tingkat kepercayaan 5%. Sementara itu, pada tingkat kepercayaan 1%, nilai Qkritis tercatat sebesar 1,28 dan Rkritis sebesar 1,38. Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya, diperoleh nilai Qhitung yang lebih kecil dari Qkritis serta nilai Rhitung yang juga lebih kecil dari Rkritis untuk kedua tingkat kepercayaan, yaitu 5% dan 1%. Mengingat hasil yang diperoleh memenuhi kriteria yang ditetapkan, maka dapat disimpulkan bahwa data curah hujan TRMM untuk periode tahunan di DAS Gumbasa menunjukkan konsistensi yang baik.

Tabel 4.6 menyajikan hasil analisis dengan metode RAPS terhadap data curah hujan TRMM pada periode tahunan 2010–2019.

Tabel 4.6 Hasil Pengolahan Uji RAPS Data Hujan TRMM Periode Tahunan

No	Tahun	Hujan (Y _i)	Y _i - \bar{Y}	S _k *	D _y ²	S _k **	[S _k **]
1	2010	2554.39	365.34	365.34	13347.55	0.59	0.59
2	2011	2122.00	-67.05	298.30	449.53	0.48	0.48
3	2012	2491.44	302.39	235.35	9144.15	0.38	0.38
4	2013	2451.22	262.17	564.57	6873.47	0.90	0.90
5	2014	2167.26	-21.79	240.39	47.47	0.39	0.39
6	2015	1672.59	-516.46	-538.24	26672.78	-0.86	0.86
7	2016	2454.70	265.65	-250.80	7057.15	-0.40	0.40
8	2017	2475.26	286.21	551.87	8191.79	0.88	0.88
9	2018	1769.26	-419.79	-133.57	17622.11	-0.21	0.21
10	2019	1732.35	1732.35	1312.56	300103.65	2.10	2.10
Jumlah		21890.47	0.00	2645.74	389509.66	4.24	7.20
Rerata		2189.05	0.00	264.57	38950.97	0.42	0.72

Tabel 4.7 Rekapitulasi Hasil Nilai Pengujian Q RAPS Data Hujan TRMM di DAS Gumbasa

No	Periode	Nilai Q			
		Q _{hitung}	Q _{kritis} (5%)	Ket.	Q _{kritis} (1%)
1	Tahunan	0.67	1.14	Diterima	1.29
2	Bulanan	0.34	1.36	Diterima	1.63
3	Harian	0.15	1.36	Diterima	1.63

Tabel 4.8 Rekapitulasi Hasil Nilai Pengujian R RAPS Data Hujan TRMM di DAS Gumbasa

No	Periode	Nilai R			
		R _{hitung}	R _{kritis} (5%)	Ket.	R _{kritis} (1%)
1	Tahunan	0.94	1.28	Diterima	1.38
2	Bulanan	0.71	1.75	Diterima	2
3	Harian	0.17	1.75	Diterima	2

Berdasarkan analisis yang ditampilkan dalam **Tabel 4.7** dan **Tabel 4.8**, terlihat bahwa sebagian besar data TRMM dapat diterima, yang mengindikasikan bahwa data tersebut memiliki sifat konsisten. Dengan demikian, data TRMM ini

dapat digunakan untuk analisis hidrologi selanjutnya, karena konsistensinya memberikan jaminan keandalan dalam penelitian yang akan dilakukan.

Hasil analisis lengkap mengenai uji RAPS dapat ditemukan pada **Lampiran**

3. Lampiran ini menyajikan data dan informasi yang komprehensif terkait hasil perhitungan yang telah dilaksanakan.

4.2.2.3 Uji Ketidakadaan Trend

Uji untuk menentukan ketidakadaan trend bertujuan untuk mengevaluasi apakah data deret waktu menunjukkan pola atau trend tertentu. Apabila data tersebut terindikasi memiliki trend, maka sebaiknya data itu tidak digunakan dalam analisis hidrologi. Dalam penelitian ini, metode yang dipilih untuk menguji ketidakadaan trend adalah metode Spearman. Pemilihan metode ini didasarkan pada kemudahan penerapannya serta efektivitasnya dalam menganalisis satu jenis variabel hidrologi, seperti data curah hujan yang bersifat tahunan, bulanan, atau harian. Langkah-langkah pelaksanaan uji ketidakadaan tren dengan metode Spearman disajikan sebagai berikut:

1. **Memberikan Peringkat pada Data:** Lakukan pengurutan data dari tahun yang paling awal hingga yang paling akhir, dan berikan peringkat sesuai urutan tersebut (T_t).
2. **Memberikan Peringkat Terbalik:** Berikan peringkat pada data dengan cara mengurutkan dari nilai tertinggi ke terendah, sehingga menghasilkan peringkat terbalik (R_t).
3. **Menghitung Selisih Peringkat:** Hitung selisih antara peringkat yang diperoleh dari urutan tahun (T_t) dan peringkat dari nilai (R_t), yang dinyatakan sebagai dt .
4. **Menghitung Kuadrat Selisih Peringkat:** Hitung kuadrat dari selisih peringkat yang telah diperoleh sebelumnya, yaitu dt^2 .
5. **Menghitung Koefisien Korelasi Peringkat (KP):** Gunakan rumus yang sesuai untuk menghitung nilai koefisien korelasi peringkat berdasarkan hasil yang telah diperoleh.
6. **Menghitung Nilai Distribusi t (t_{hitung}):** Hitung nilai distribusi t yang diperlukan untuk analisis lebih lanjut, yang dikenal sebagai thitung.
7. **Menghitung Derajat Kebebasan (dk):** Tentukan derajat kebebasan yang relevan untuk analisis, yang akan digunakan dalam pengujian hipotesis.

8. **Menentukan Nilai t_{tabel} :** Cari nilai t_{tabel} yang sesuai dengan derajat kebebasan yang telah dihitung, menggunakan **Tabel 2.4** sebagai referensi.
9. **Membandingkan Nilai t_{hitung} dengan t_{tabel} :** Lakukan perbandingan antara nilai t_{hitung} yang telah dihitung dengan t_{tabel} . Data dianggap tidak menunjukkan adanya tren jika t_{hitung} lebih kecil dari t_{tabel} ($t_{hitung} < t_{tabel}$).

Berikut contoh perhitungan ketidakadaan tren untuk Stasiun Tuva periode tahun 2010 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Tt &= 1 \\
 Rt &= 1 \\
 dt &= 1 - 1 \\
 &= 0 \\
 dt^2 &= 0 \\
 \Sigma dt^2 &= 173 \\
 KP &= 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (dt)^2}{n^3 - n} \\
 &= 1 - \frac{6 \times 173}{10^3 - 10} \\
 &= -0,05 \\
 t_{hitung} &= KP \left[\frac{n-2}{1-KP^2} \right]^{\frac{1}{2}} \\
 &= -0,05 \left[\frac{10-2}{1-(-0,05)^2} \right]^{\frac{1}{2}} \\
 &= -0,14 \\
 dk &= n - 2 \\
 &= 10 - 2 \\
 &= 8
 \end{aligned}$$

Tabel 4.9 menampilkan hasil analisis uji ketidakadaan tren untuk Stasiun Tuva, yang memuat data relevan serta memberikan gambaran jelas mengenai hasil perhitungan.

Tabel 4.9 Hasil Pengujian Ketidakadaan Trend Data Hujan Stasiun Tuva Periode Tahunan

No	Tahun	CH Tahunan	Peringkat Tt	Peringkat Rt	dt	dt ²
1	2010	2590	1	1	0	0
2	2011	1465	2	9	-7	49
3	2012	1815	3	4	-1	1
4	2013	1814	4	5	-1	1
5	2014	1577	5	7	-2	4
6	2015	1359	6	10	-4	16
7	2016	1521	7	8	-1	1
8	2017	2192	8	2	6	36
9	2018	2192	9	2	7	49
10	2019	1611	10	6	4	16
		Jumlah			173	

Berdasarkan informasi yang terdapat dalam **Tabel 2.4**, nilai t_{tabel} yang diperoleh adalah 2,306 untuk tingkat kepercayaan 5% dan 3,355 untuk tingkat kepercayaan 1%, dengan derajat kebebasan sebesar 8. Nilai t_{tabel} ini ditentukan berdasarkan ketentuan uji dua sisi, di mana pengambilan nilai sebagai batasan dilakukan pada kedua sisi distribusi. Untuk menentukan nilai tersebut, angka pada tingkat kepercayaan yang dipilih dibagi menjadi dua. Sebagai contoh, untuk $\alpha = 5\%$, pembacaan t_{tabel} dilakukan pada nilai 0,025, sedangkan untuk $\alpha = 1\%$, pembacaan t_{tabel} dilakukan pada nilai 0,005.

Hasil perhitungan t_{hitung} pada Stasiun Tuva untuk periode tahunan adalah -0,14. Dengan menggunakan pendekatan uji dua sisi, jika nilai t_{hitung} dibandingkan dengan t_{tabel} pada tingkat kepercayaan 5% dan 1%, hasilnya menunjukkan bahwa hipotesis diterima, yang berarti tidak ada trend yang terdeteksi. Hal ini terlihat dari perbandingan nilai yang menunjukkan bahwa $-t_{tabel} < t_{hitung} < t_{tabel}$ ($-2,036 < -0,14 < 2,036$) pada tingkat kepercayaan 5% dan $-t_{tabel} < t_{hitung} < t_{tabel}$ ($-3,355 < -0,14 < 3,355$) pada tingkat kepercayaan 1%. Untuk hasil analisis ketidakadaan trend di stasiun-stasiun lainnya, yang dilakukan dengan metode yang sama, dapat dilihat lebih lanjut pada **Lampiran 4**.

Tabel 4.10 Rekapitulasi Hasil Uji Ketidakadaan Trend di DAS Gumbasa

No	Stasiun Hujan	t_{hitung}		
		Tahunan	Bulanan	Harian
1	Tuva	-0.14	0.24	2.55
2	Kulawi	2.94	3.84	18.81
3	Bangga Bawah	-1.13	-1.50	5.37
4	Palolo	-1.40	-1.89	-3.88
5	Wuasa	1.65	5.05	12.98
6	TRMM	1.70	2.55	11.16

Tabel 4.10 menyajikan hasil analisis mengenai ketidakadaan trend di DAS Gumbasa untuk periode tahunan, bulanan, dan harian. Dari hasil yang diperoleh, terlihat bahwa semakin banyak data yang dianalisis, semakin tinggi nilai t_{hitung} yang dihasilkan. Hal ini menyebabkan data pada periode bulanan dan harian menunjukkan adanya trend, karena nilai t_{hitung} berada di luar batasan nilai t_{tabel} . Sebaliknya, sebagian besar data untuk periode tahunan tidak menunjukkan adanya trend, karena nilai t_{hitung} tetap berada dalam rentang nilai t_{tabel} . Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa data curah hujan dari stasiun maupun data curah hujan TRMM di DAS Gumbasa memenuhi syarat untuk digunakan dalam analisis hidrologi.

4.2.2.4 Uji Stasioner

Uji stasioner berfungsi untuk menentukan kestabilan rata-rata dan varians suatu deret waktu dalam rentang waktu yang diamati. Data dianggap stasioner atau stabil jika tidak terdapat fluktuasi yang signifikan selama rentang waktu tersebut. Sebaliknya, jika data menunjukkan adanya perubahan yang mencolok, maka dapat dikategorikan sebagai tidak stasioner. Terdapat dua jenis utama dalam uji stasioner, yaitu uji kestabilan varians yang dikenal sebagai Uji F, dan uji kestabilan rata-rata yang disebut Uji t.

a. Uji F

Berikut adalah langkah-langkah yang perlu diikuti dalam melakukan uji stasioner untuk menilai kestabilan varians (Uji F):

1. Memisahkan data curah hujan menjadi dua kelompok yang masing-masing memiliki jumlah data yang sama atau hampir sebanding.
2. Menentukan nilai n_1 yang merupakan jumlah data dalam kelompok pertama dan n_2 yang merupakan jumlah data dalam kelompok kedua.
3. Menghitung rata-rata untuk setiap kelompok data yang telah dipisahkan.

4. Menghitung standar deviasi (Sd) untuk masing-masing kelompok data yang ada.
5. Menentukan derajat kebebasan (dk) untuk setiap kelompok data yang telah dihitung.
6. Menghitung nilai F_{hitung} berdasarkan data yang telah dianalisis.
7. Menentukan nilai F_{tabel} dengan merujuk pada **Tabel 2.2** dan **Tabel 2.3** yang relevan.
8. Membandingkan F_{hitung} dengan F_{tabel} melalui uji dua sisi. Jika berada di antara nilai positif dan negatif dari F_{tabel} , maka dapat disimpulkan bahwa data tersebut menunjukkan kestabilan varians.

Hasil analisis perhitungan untuk uji kestabilan varians (Uji F) yang dilakukan di Stasiun Tuva:

$$\begin{aligned}
 n_1 &= n_2 \\
 &= 5 \\
 \bar{Y} &= \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n} \\
 Y_1 &= \frac{9260,8}{5} \\
 &= 1852,2 \\
 Y_2 &= \frac{8875,7}{5} \\
 &= 1775,1
 \end{aligned}$$

$$Sd = \left| \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n-1} \right|^{0,5}$$

$$\begin{aligned}
 Sd_1 &= 439,59 \\
 Sd_2 &= 391,27 \\
 dk &= n-1 \\
 dk_1 &= dk_2 \\
 &= 5 - 1 \\
 &= 4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F_{hitung} &= \frac{n_1 Sd_1^2 (n_2 - 1)}{n_2 Sd_2^2 (n_1 - 1)} \\
 &= \frac{5 \times 439,59^2 (5 - 1)}{5 \times 391,27^2 (5 - 1)} \\
 &= 1,26
 \end{aligned}$$

Berdasarkan informasi yang terdapat dalam **Tabel 2.2** dan **Tabel 2.3**, diperoleh nilai $F_{tabel} = 6,36$ untuk tingkat kepercayaan 5% dan $F_{tabel} = 15,98$ untuk tingkat kepercayaan 1%, dengan derajat kebebasan (dk_1, dk_2) = 4 pada periode tahunan. Nilai F_{tabel} ditentukan berdasarkan ketentuan uji dua sisi, di mana pengambilan nilai yang digunakan sebagai batasan terletak di kedua sisi distribusi.

Hasil perhitungan F_{hitung} di Stasiun Tuva untuk periode tahunan adalah 1,26. Dengan membandingkan nilai F_{hitung} ini terhadap nilai F_{tabel} pada tingkat kepercayaan 5% dan 1%, dapat disimpulkan bahwa hasil tersebut diterima, yang menunjukkan adanya kestabilan varians. Pada tingkat kepercayaan 5%, diperoleh hasil $-6,36 < 1,26 < 6,36$, sedangkan pada tingkat kepercayaan 1% diperoleh $-15,98 < 1,26 < 15,98$. Keduanya memenuhi kriteria uji dua sisi $-F_{tabel} < F_{hitung} < F_{tabel}$. Untuk hasil perhitungan uji kestabilan varians (Uji F) di stasiun-stasiun lain dengan metode yang serupa, Tercantum dalam **Lampiran 5**.

Hasil Pengolahan data mengenai kestabilan varians (Uji F) yang dilakukan di Stasiun Tuva dapat ditemukan dalam **Tabel 4.11**.

Tabel 4.11 Pembagian Kelompok Dalam Uji F Data Curah Hujan di Stasiun Tuva selama periode tahunan.

Kelompok 1			Kelompok 2		
No	Tahun	Curah Hujan	No	Tahun	Curah Hujan
1	2010	2590.2	1	2015	1359.4
2	2011	1465.3	2	2016	1520.5
3	2012	1814.6	3	2017	2192.2
4	2013	1813.7	4	2018	2192.2
5	2014	1577.0	5	2019	1611.4
Rerata		1852.2	Rerata		1775.1
Sd_1		439.59	Sd_2		391.27

Tabel 4.12 Rekapitulasi Hasil Pengujian Kestabilan Varian (Uji F)

No	Stasiun Hujan	F _{hitung}		
		Tahunan	Bulanan	Harian
1	Tuva	1.26	0.95	0.99
2	Kulawi	0.44	1.40	1.35
3	Bangga	0.36	0.47	0.43
4	Bawah			
4	Palolo	0.10	0.55	0.6
5	Wuasa	2.63	3.85	1.82
6	TRMM	0.24	0.89	1.27

b. Uji T

Selain melakukan pengujian kestabilan varian dengan menggunakan uji F, analisis stasioneritas juga mencakup evaluasi kestabilan rata-rata melalui penerapan uji T. Proses yang dilakukan untuk menilai kestabilan rata-rata dengan uji T melibatkan beberapa langkah yang sistematis, yaitu :

1. Data curah hujan dikelompokkan menjadi dua kategori dengan jumlah data yang seimbang atau mendekati seimbang.
2. Menentukan jumlah data untuk masing-masing kategori, yaitu n_1 untuk kelompok pertama dan n_2 untuk kelompok kedua.
3. Menghitung nilai rata-rata untuk setiap kelompok data yang telah ditentukan.
4. Menghitung standar deviasi (S_d) untuk masing-masing kelompok guna mengukur sebaran data.
5. Menghitung derajat kebebasan (dk) untuk setiap kelompok data yang dianalisis.
6. Menghitung standar deviasi gabungan dari kedua kelompok data untuk mendapatkan gambaran keseluruhan.
7. Menghitung nilai t_{hitung} berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya.
8. Menentukan nilai t_{tabel} dengan merujuk pada **Tabel 2.4** yang relevan.
9. Membandingkan nilai t_{hitung} dengan t_{tabel} melalui uji dua sisi. Jika t_{hitung} berada dalam rentang antara nilai negatif dan positif dari t_{tabel} , maka dapat disimpulkan bahwa data menunjukkan kestabilan pada nilai rata-ratanya.

Perhitungan berikut merupakan contoh uji t yang digunakan untuk menguji kestabilan nilai rata-rata curah hujan tahunan di Stasiun Tuva.

$$\begin{aligned}
 n_1 &= n_2 = 5 \\
 \bar{Y} &= \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n} \\
 Y_1 &= \frac{9260,8}{5} \\
 &= 1852,2 \\
 Y_2 &= \frac{8875,7}{5} \\
 &= 1775,1
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Sd &= \left| \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n-1} \right|^{0,5} \\
 Sd_1 &= 439,59 \\
 Sd_2 &= 391,27 \\
 dk &= n_1 + n_2 - 2 \\
 dk_1 &= dk_2 \\
 &= 5 + 5 - 2 \\
 &= 8
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sigma &= \left(\frac{n_1 Sd_1^2 + n_2 Sd_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \right)^{\frac{1}{2}} \\
 &= \left(\frac{5 \times 439,59^2 + 5 \times 391,27^2}{5 + 5 - 2} \right)^{\frac{1}{2}} \\
 &= 465,25
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 t_{hitung} &= \frac{X_1 - X_2}{\sigma \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)^{\frac{1}{2}}} \\
 &= \frac{439,59 - 391,27}{465,25 \left(\frac{1}{5} + \frac{1}{5} \right)^{\frac{1}{2}}} \\
 &= 0,16
 \end{aligned}$$

Tabel 4.13 menyajikan secara rinci hasil perhitungan uji kestabilan nilai rata-rata (uji T) pada Stasiun Tuva.

Tabel 4.13 Hasil Uji Kestabilan Nilai rata-rata (uji T) di Stasiun Tuva

Kelompok 1			Kelompok 2		
No	Tahun	Curah Hujan	No	Tahun	Curah Hujan
1	2005	2590.2	1	2010	1359.4
2	2006	1465.3	2	2011	1520.5
3	2007	1814.6	3	2012	2192.2
4	2008	1813.7	4	2013	2192.2
5	2009	1577.0	5	2014	1611.4
Rerata		1852.2	Rerata		1775.1
Sd_1		439.59	Sd_2		391.27

Berdasarkan informasi yang terdapat dalam **Tabel 2.4**, diperoleh nilai t_{tabel} sebesar 2,306 untuk derajat kepercayaan 5% dan t_{tabel} sebesar 3,355 untuk derajat kepercayaan 1%, dengan derajat kebebasan (dk1, dk2) yang sama yaitu 8 pada periode tahunan. Nilai t_{tabel} ini ditentukan berdasarkan ketentuan uji dua sisi, di mana pengambilan nilai yang digunakan sebagai batasan terletak di kedua sisi distribusi. Untuk menentukan nilai tersebut, angka pada derajat kepercayaan yang dipilih dibagi menjadi dua. Sebagai contoh, untuk $\alpha = 5\%$, pembacaan t_{tabel} dilakukan pada nilai 0,025, sedangkan untuk $\alpha = 1\%$, pembacaan t_{tabel} dilakukan pada nilai 0,005.

Hasil perhitungan thitung yang diperoleh dari analisis data curah hujan di Stasiun Tuva untuk periode tahunan adalah 0,16, dengan membandingkan nilai thitung dengan nilai t_{tabel} pada tingkat signifikansi 5% dan 1%, dapat disimpulkan bahwa hasil uji tersebut dapat diterima, yang menunjukkan bahwa nilai rata-rata curah hujan tersebut stabil. Dengan kata lain, hasil yang diperoleh pada derajat kepercayaan 5% menunjukkan bahwa $-2,036 < 0,16 < 2,036$, sedangkan pada derajat kepercayaan 1% menunjukkan $-3,355 < 0,16 < 3,355$. Kedua hasil tersebut memenuhi kriteria uji dua sisi ($-t_{tabel} < t_{thitung} < t_{tabel}$). **Lampiran 6** memuat hasil perhitungan uji kestabilan varians (uji t) untuk stasiun lain dengan metode yang sejenis.

Tabel 4.14 Rekapitulasi Hasil Dari Uji Kestabilan rata-rata (uji T) yang dilakukan pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Gumbasa.

No	Stasiun Hujan	t_{hitung}		
		Tahunan	Bulanan	Harian
1	Tuva	0.16	-0.13	-0.12
2	Kulawi	-0.56	0.91	4.50
3	Bangga Bawah	-0.68	-2.01	-12.29
4	Palolo	-0.58	-1.60	-8.17
5	Wuasa	0.65	3.35	8.88
6	TRMM	-0.92	-0.30	3.61

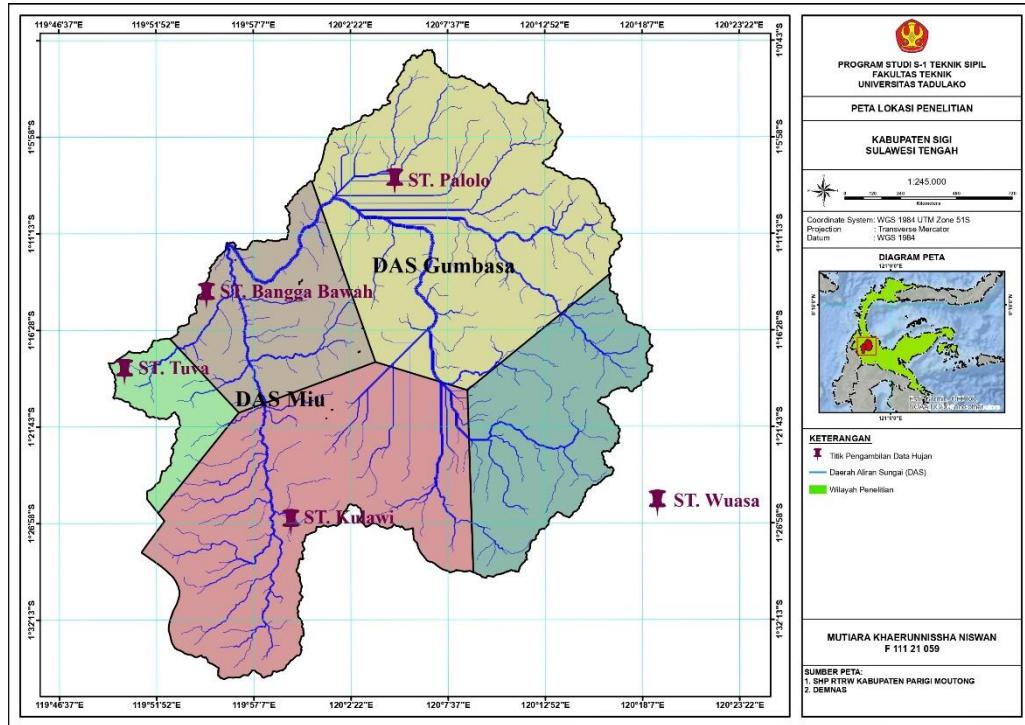
Tabel 4.14 menyajikan hasil dari uji stasioner yang berfokus pada kestabilan nilai rata-rata (uji t) di Daerah Aliran Sungai (DAS) Gumbasa. Berdasarkan temuan yang ditampilkan, dapat dilihat bahwa sebagian besar data yang dianalisis, baik untuk periode tahunan, bulanan, maupun harian, menunjukkan kestabilan nilai rata-rata. Hal ini ditandai dengan posisi nilai t_{hitung} yang berada dalam rentang nilai t_{tabel} . Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa data curah hujan yang diperoleh dari stasiun pengamatan serta data curah hujan dari TRMM di DAS Gumbasa layak untuk digunakan dalam analisis hidrologi yang lebih lanjut.

4.3 Analisa Hujan Wilayah

Analisis curah hujan rata-rata di suatu wilayah, yang sering disebut sebagai hujan areal, bertujuan untuk memperoleh nilai curah hujan yang dapat merepresentasikan keseluruhan area dalam suatu Daerah Aliran Sungai (DAS). Salah satu pendekatan yang banyak diterapkan untuk menghitung curah hujan di wilayah tersebut adalah metode Poligon Thiessen. Metode ini memungkinkan penentuan distribusi curah hujan yang lebih akurat dengan mempertimbangkan lokasi dan intensitas curah hujan dari berbagai titik pengukuran, sehingga hasilnya dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai pola curah hujan di seluruh area yang dianalisis.

Langkah-langkah untuk melaksanakan analisis curah hujan wilayah dengan menggunakan metode Poligon Thiessen adalah sebagai berikut:

1. Siapkan peta batas Daerah Aliran Sungai (DAS) yang telah dibuat sebelumnya dengan menggunakan perangkat lunak ArcGIS, memastikan semua detail penting telah terintegrasi dengan baik.
2. Masukkan titik koordinat dari setiap stasiun pengukuran curah hujan ke dalam sistem ArcGIS, sehingga data lokasi dapat diolah dengan akurat.
3. Hasilkan poligon Thiessen dengan mengikuti langkah-langkah berikut: buka menu *ArcToolbox*, pilih *Analysis Tools*, lanjutkan ke *Proximity*, dan klik pada *Create Thiessen Polygons*. Pastikan untuk mengisi data titik stasiun pada *Input Features* dengan benar.
4. Potong hasil poligon Thiessen agar sesuai dengan kontur wilayah DAS menggunakan fitur *Clip*. Caranya adalah dengan membuka *ArcToolbox*, memilih *Analysis Tools*, melanjutkan ke *Extract*, dan kemudian mengklik *Clip* untuk mendapatkan hasil yang sesuai.
5. Ukur luas area pengaruh dari setiap stasiun hujan dengan cara: klik kanan pada layer, pilih *Open Attribute Table*, kemudian klik *Add Field* di menu *Table Option* untuk menambahkan kolom baru. Setelah itu, klik kanan pada kolom tersebut dan pilih *Calculate Geometry* untuk mendapatkan nilai luas yang diperlukan.
6. Hitung koefisien relatif dari masing-masing poligon yang dihasilkan dari pembagian Thiessen, yang akan membantu dalam analisis lebih lanjut.
7. Lakukan perhitungan antara curah hujan (P) dan koefisien relatif (K) pada setiap stasiun untuk menentukan kontribusi hujan dari masing-masing wilayah pos stasiun hujan di DAS Gumbasa. Setelah memperoleh luas pada poligon Thiessen, lanjutkan dengan menghitung koefisien relatif untuk setiap stasiun agar analisis dapat dilakukan dengan lebih tepat.



Gambar 4.4 Peta Polygon Thiessen

Hasil dari perhitungan koefisien relatif dapat ditemukan dalam **Tabel 4.15**.

Tabel 4.15 Nilai Koefisien Relatif Poligon Thiessen di DAS Gumbasa

No.	Stasiun Hujan	Luas (Km ²)	Koefisien Relatif
1	Tuva	92.968	0.049
2	Kulawhi	593.190	0.310
3	Palolo	659.853	0.345
4	Bangga Bawah	253.663	0.132
5	Wuasa	315.162	0.165
Jumlah		1914.836	1.000

Contoh perhitungan curah hujan rata-rata wilayah (hujan areal) untuk periode tahunan di DAS Gumbasa pada tahun 2010 disajikan di bawah ini.

$$\begin{aligned}
 \text{CH Tuva} &= P \times K \\
 &= 2590 \times 0,049 \\
 &= 125,8 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{CH Kulawhi} &= P \times K \\
 &= 2412 \times 0,310
 \end{aligned}$$

$$= 747,1 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{CH Bangga Bawah} &= P \times K \\ &= 1287 \times 0,132 \\ &= 170,54 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CH Palolo} &= P \times K \\ &= 919 \times 0,345 \\ &= 316,62 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CH Wuasa} &= P \times K \\ &= 1618 \times 0,165 \\ &= 266,34 \text{ mm} \end{aligned}$$

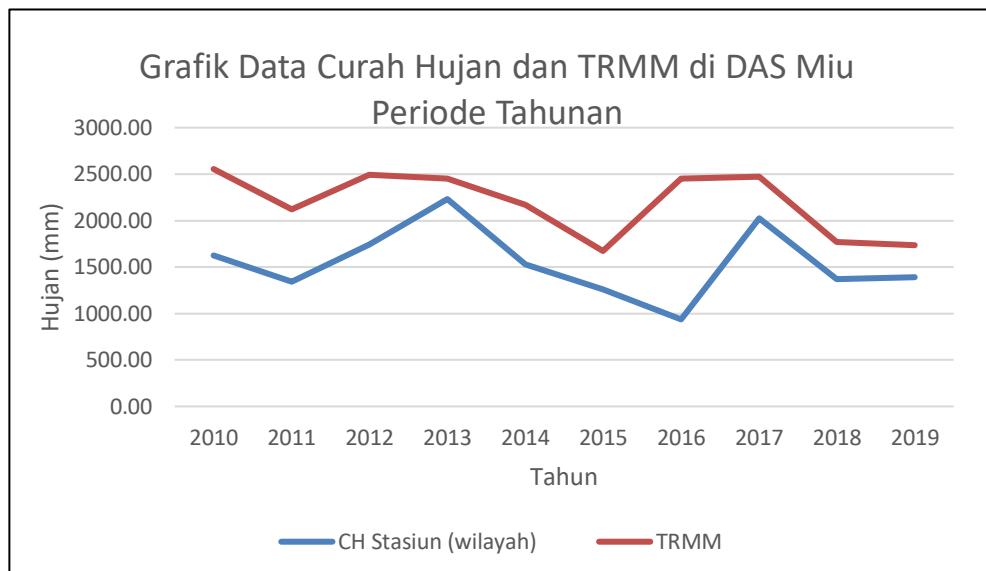
$$\begin{aligned} \text{CH Wilayah} &= \text{CH Tuva} + \text{CH Kulawi} + \text{CH Bangga Bawah} + \text{CH Palolo} + \text{CH Wuasa} \\ &= 125,8 + 747,1 + 170,1 + 316,62 + 266,34 \\ &= 1626,37 \text{ mm} \end{aligned}$$

Hasil dari analisis curah hujan wilayah dapat ditemukan dalam **Tabel 4.16**

Tabel 4.16 Hasil Evaluasi Curah Hujan Wilayah untuk Periode Tahunan

No.	Tahun	Curah Hujan Stasiun (mm)					Curah Hujan Stasiun (P x K) mm					CH Wilayah
		Tuva	Kulawi	palolo	Bangga Bawah	Wuasa	Tuva	Kulawi	palolo	Bangga Bawah	Wuasa	
1	2010	2590	2412	919	1287	1618	125.8	747.1	316.62	170.54	266.34	1626.37
2	2011	1465	2060	665	848	1752	71.1	638.0	229.16	112.30	288.39	1339.00
3	2012	1815	2282	1052	854	2862	88.1	707.0	362.62	113.09	471.02	1741.80
4	2013	1814	2608	1679	907	3866	88.1	808.0	578.65	120.14	636.32	2231.22
5	2014	1577	2021	1450	228	1785	76.6	626.2	499.60	30.16	293.83	1526.36
6	2015	1359	1360	1551	382	1116	66.0	421.4	534.44	50.62	183.75	1256.21
7	2016	1521	1939	362	822	172	73.8	600.7	124.81	108.89	28.36	936.56
8	2017	2192	2107	2015	2015	1848	106.4	652.8	694.30	266.87	304.19	2024.58
9	2018	2192	1425	1352	1468	995	106.4	441.4	465.93	194.51	163.80	1372.12
10	2019	1611	1300	1674	1411	882	78.2	402.6	576.79	186.88	145.17	1389.67

Mengacu pada data curah hujan rata-rata wilayah yang tercantum pada **Tabel 4.16**, selanjutnya dapat dibuat grafik untuk menggambarkan pola hubungan antara curah hujan hasil pencatatan di stasiun (hujan wilayah) dengan data TRMM.



Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Data Hujan Wilayah Dengan TRMM Periode Tahunan

4.4 Kalibrasi, Verifikasi dan Validasi Curah Hujan Stasiun Dan TRMM

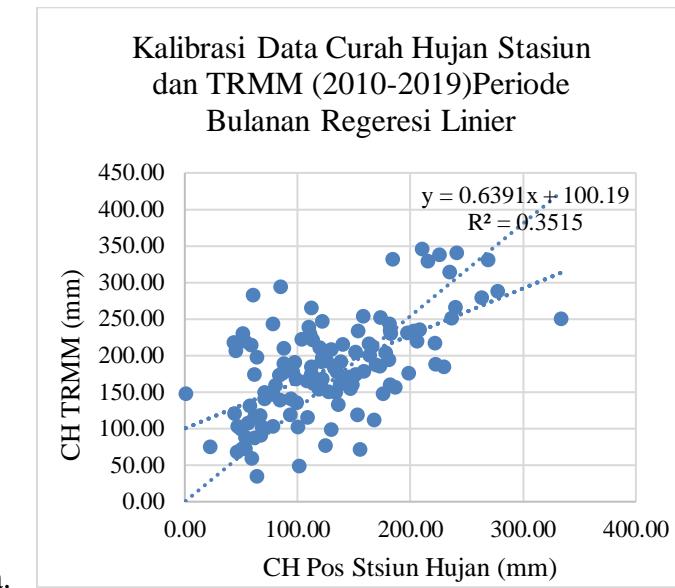
4.4.1 Kalibrasi

Tahap perhitungan dalam proses kalibrasi bertujuan untuk menyesuaikan parameter-parameter model agar diperoleh nilai yang dapat memberikan estimasi paling akurat terhadap data curah hujan. Dalam penelitian ini, proses kalibrasi dilaksanakan dengan memanfaatkan data curah hujan yang dikumpulkan selama sepuluh tahun, dari tahun 2010 hingga 2019, dengan resolusi waktu yang mencakup baik bulanan.

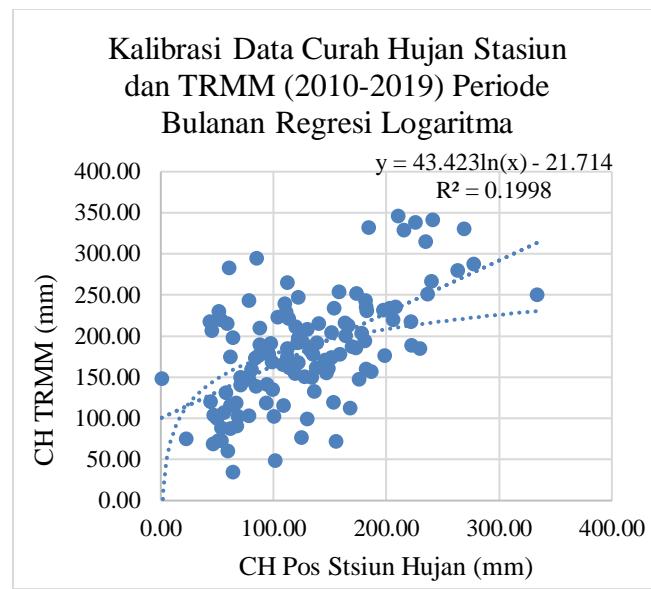
Langkah-langkah berikut dilakukan dalam proses kalibrasi antara data curah hujan stasiun (hujan wilayah) dengan data TRMM:

1. Membuat grafik scatterplot yang menampilkan keterkaitan antara data curah hujan stasiun dengan data TRMM, sehingga pola serta tren yang muncul dapat diamati.
2. Menyajikan nilai koefisien determinasi (R^2) serta persamaan regresi pada grafik scatterplot tersebut. Jenis regresi yang diterapkan mencakup regresi linier, logaritmik, polinomial, pangkat, dan eksponensial untuk mendapatkan model yang paling sesuai.

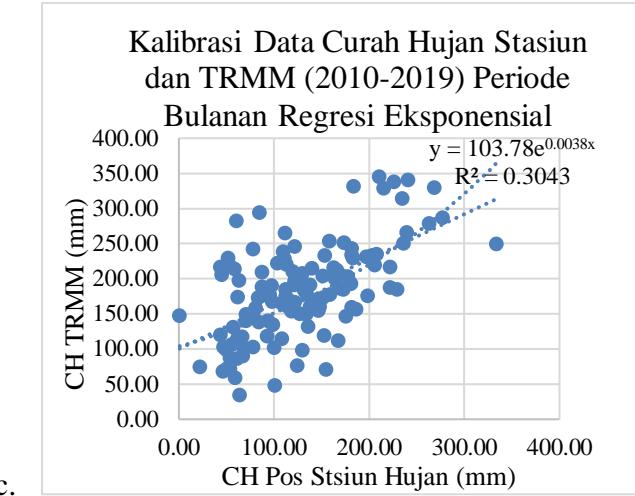
3. Mengestimasi curah hujan TRMM yang telah dikalibrasi (TRMM model) melalui persamaan regresi dengan nilai R^2 tertinggi, sehingga diperoleh hasil yang lebih presisi.



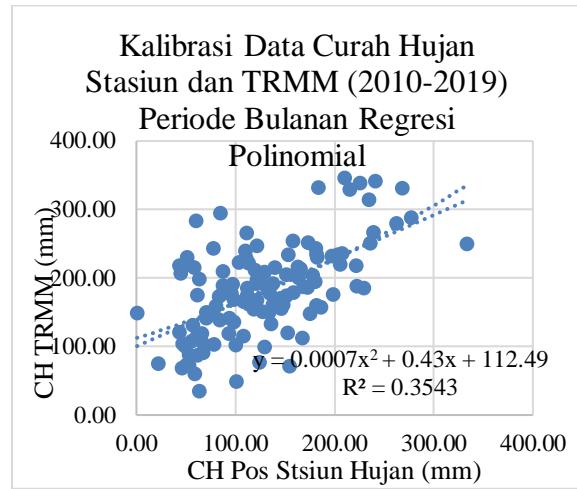
Gambar 4.6 Regresi Linier Data Hujan Bulanan Periode 2010-2019 Stasiun Hujan dan TRMM



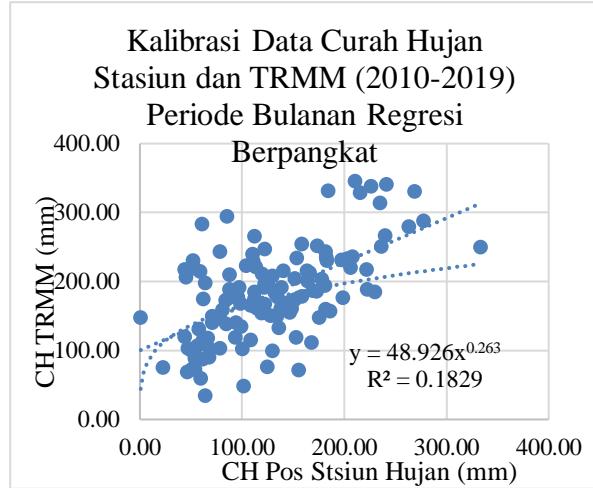
Gambar 4.7 Regresi Logaritma Hujan Bulanan Periode 2010-2019 Stasiun Hujan dan TRMM



Gambar 4.8 Regresi Eksponensial Hujan Bulanan Periode 2010-2019 Stasiun Hujan dan TRMM



Gambar 4.9 Regresi Polinomial Hujan Bulanan Periode 2010-2019 Stasiun Hujan dan TRMM



Gambar 4.10 Regresi Berpangkat Hujan Bulanan Periode 2010-2019 Stasiun Hujan dan TRMM

Tabel 4.17 Rekapitulasi Hasil Persamaan Regresi

No	Persamaan Regresi	Nilai (y)	Nilai (R^2)
1	Regresi Linier	$y = 0.6391x + 100.19$	$R^2 = 0.3515$
2	Regresi Logaritma	$y = 43.423\ln(x) - 21.714$	$R^2 = 0.1998$
3	Regresi Eksponensial	$y = 103.78e^{0.0038x}$	$R^2 = 0.3502$
4	Regresi Polinomial	$y = 0.0007x^2 + 0.43x + 112.49$	$R^2 = 0.3543$
5	Regresi Berpangkat	$y = 48.926x^{0.263}$	$R^2 = 0.2836$

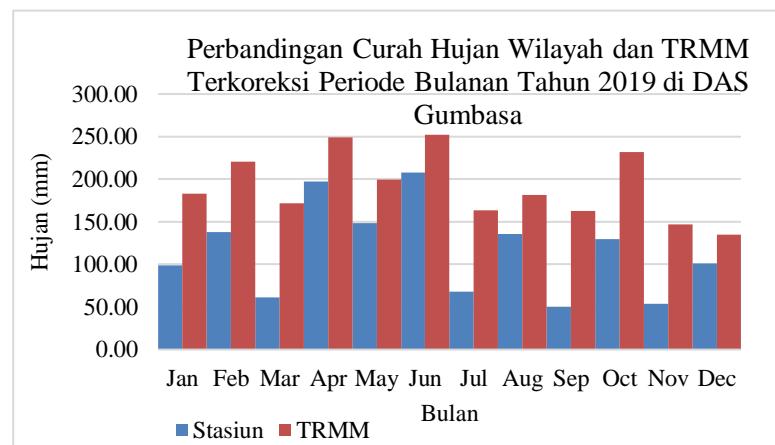
Berdasarkan analisis yang ditunjukkan dalam persamaan regresi pada **Tabel 4.17**, dapat disimpulkan bahwa persamaan yang akan diterapkan untuk menghitung TRMM yang telah dikoreksi (TRMM model) di Daerah Aliran Sungai (DAS) Gumbasa adalah persamaan dari regresi polinomial. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa nilai koefisien determinasi (R^2) pada regresi polinomial menunjukkan hasil tertinggi.

Di bawah ini disajikan contoh perhitungan TRMM yang telah dikoreksi (TRMM model) dengan memanfaatkan persamaan regresi polinomial, menggunakan data curah hujan bulanan TRMM untuk bulan Januari 2019 di Daerah Aliran Sungai (DAS) Gumbasa

$$\text{CH. TRMM (x)} = 135,00 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{TRMM terkoreksi (y)} &= 0.0007x^2 + 0.4293x + 114.38 \\ &= 0.0007(135,00)^2 + 0.43(135,00) + 112.49 \\ &= 183,30 \text{ mm} \end{aligned}$$

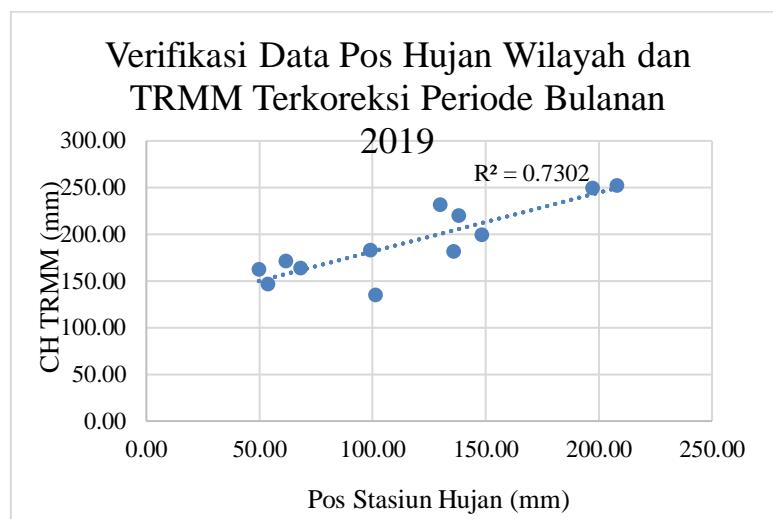
Gambar 4.11 menampilkan grafik perbandingan antara data curah hujan stasiun (hujan wilayah) dan data curah hujan TRMM yang sudah dikoreksi dalam skala bulanan.



Gambar 4.11 Grafik Perbandingan Curah Hujan Wilayah dan TRMM Setelah Terkoreksi Periode Bulanan

4.4.2 Verifikasi

Setelah memperoleh data TRMM yang telah melalui proses koreksi, langkah berikutnya adalah melakukan verifikasi. Tahapan ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja model dalam membandingkan data curah hujan hasil koreksi dari TRMM. Verifikasi dilakukan dengan membuat grafik scatterplot yang menampilkan hubungan antara data curah hujan stasiun (hujan wilayah) dan data TRMM hasil koreksi. Dari grafik ini, kita dapat menghitung nilai koefisien determinasi (R^2), yang berfungsi sebagai indikator untuk menilai sejauh mana keterkaitan antara kedua jenis data tersebut. Verifikasi ini menggunakan data yang diambil di luar periode kalibrasi; dalam penelitian ini, data curah hujan bulanan dari tahun 2019 digunakan. Hasil visualisasi dari proses verifikasi ini disajikan dalam bentuk grafik *scatterplot* yang akan memberikan gambaran jelas mengenai hubungan antara data yang dianalisis.



Gambar 4.12 Grafik Verifikasi Data Pos Hujan Wilayah dan TRMM Terkoreksi Periode Bulanan 2019

Merujuk pada hasil analisis yang divisualisasikan melalui grafik verifikasi pada **Gambar 4.12**, diperoleh nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,7302 untuk periode bulanan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Gumbasa. Nilai ini mengindikasikan bahwa terdapat korelasi yang cukup signifikan antara data curah hujan yang diperoleh dari TRMM yang telah dikoreksi dan data curah hujan yang diukur di stasiun. Dengan kata lain, hubungan antara kedua set data tersebut berada dalam kategori yang wajar (kuat),

menunjukkan bahwa model TRMM dapat memberikan estimasi yang relevan terhadap data hujan stasiun, meskipun masih terdapat ruang untuk perbaikan dalam akurasi prediksi.

4.4.3 Validasi

Tahap terakhir dalam penelitian ini adalah proses validasi, yang bertujuan untuk menilai tingkat ketidakpastian dari model yang telah dikembangkan. Dalam tahap ini, beberapa indikator penting dihitung, termasuk *Root Mean Squared Error* (RMSE), *Nash-Sutcliffe Efficiency* (NSE), Koefisien Korelasi (R), dan Kesalahan Relatif (KR). Jika hasil evaluasi terhadap data memenuhi kriteria yang ditetapkan oleh keempat metode tersebut, maka data tersebut dapat dianggap layak untuk digunakan dalam analisis lebih lanjut. Validasi dilakukan dengan memanfaatkan data di luar periode kalibrasi, dan pada penelitian ini data yang dianalisis mencakup curah hujan bulanan serta harian dari tahun 2019. Berikut adalah langkah-langkah yang perlu diikuti untuk menghitung nilai RMSE, NSE, R, dan KR dalam tahap validasi:

1. Menghitung selisih antara data curah hujan yang diperoleh dari stasiun dengan data TRMM yang telah dikoreksi, dinyatakan sebagai $(X - Y)$.
2. Menghitung kuadrat dari selisih yang diperoleh pada langkah pertama, yaitu $((X - Y)^2)$.
3. Menentukan selisih antara data curah hujan di stasiun dengan nilai rata-rata curah hujan stasiun, yang dituliskan sebagai $(X - \bar{X})$.
4. Menghitung hasil kuadrat dari selisih antara data curah hujan stasiun dengan rata-ratanya, yang dinyatakan sebagai $((X - \bar{X})^2)$.
5. Menghitung kuadrat dari nilai curah hujan stasiun (X^2) dan kuadrat dari nilai curah hujan TRMM (Y^2).
6. Menentukan nilai perkalian antara data curah hujan stasiun dengan data TRMM, dituliskan sebagai (XY) .
7. Menjumlahkan semua hasil perhitungan dari langkah 1 hingga langkah 6 untuk mendapatkan total.
8. Menghitung nilai rata-rata dari hasil perhitungan yang diperoleh pada langkah 1 hingga langkah 6.
9. Menggunakan hasil yang telah dihitung untuk menentukan nilai RMSE, NSE, R, dan KR. Hasil Perhitungan Uji validasi sebelum dan sesudah terkoreksi terlampir dalam **Tabel 4.18** dan **Tabel 4.19** berikut :

Tabel 4.18 Hasil Perhitungan Uji Validitas Sebelum Terkoreksi

Bulan Ke-	CH Stasiun (X,mm)	CH TRMM Tidak Terkoreksi (Y,mm)	X-Y	(X-Y) ²	X- \bar{X}	(X- \bar{X}) ²	X ²	Y ²	XY
1	98.85	135.00	-36.15	1306.52	-16.95	287.37	9772.14	18225.00	13345.31
2	138.04	191.46	-53.42	2853.37	22.24	494.48	19055.89	36656.93	26429.73
3	61.65	115.63	-53.98	2914.29	-54.16	2933.34	3800.20	13370.30	7128.10
4	197.21	231.31	-34.10	1162.49	81.41	6627.35	38893.64	53504.32	45617.73
5	148.14	160.37	-12.23	149.49	32.34	1045.69	21946.46	25718.54	23757.75
6	207.73	235.43	-27.70	767.23	91.92	8450.19	43152.20	55427.28	48906.13
7	68.10	102.39	-34.29	1176.14	-47.71	2276.35	4636.94	10483.71	6972.25
8	135.80	132.46	3.34	11.17	20.00	399.83	18442.15	17545.65	17988.32
9	49.71	99.91	-50.20	2519.76	-66.09	4368.33	2471.37	9982.01	4966.81
10	129.75	207.84	-78.09	6097.56	13.95	194.52	16835.87	43197.47	26967.89
11	53.58	72.10	-18.52	343.01	-62.23	3872.17	2870.75	5198.41	3863.07
12	101.10	48.45	52.65	2771.98	-14.71	216.28	10221.12	2347.40	4898.27
Jumlah	1389.67	1732.35	-342.68	22073.01	0.00	31165.91	192098.73	291657.02	230841.37
Rerata	115.81	144.36	-28.56	1839.42	0.00	2597.16	16008.23	24304.75	19236.78

Tabel 4.19 Hasil Perhitungan Uji Validitas Setelah Terkoreksi

Bulan Ke-	CH Stasiun (X,mm)	CH TRMM Terkoreksi (Y,mm)	X-Y	(X-Y) ²	X- \bar{X}	(X- \bar{X}) ²	X ²	Y ²	XY
1	98.85	183.30	-84.44	7130.68	-16.95	287.37	9772.14	33597.97	18119.71
2	138.04	220.48	-82.43	6795.46	22.24	494.48	19055.89	48610.40	30435.41
3	61.65	171.57	-109.92	12083.35	-54.16	2933.34	3800.20	29436.30	10576.58
4	197.21	249.41	-52.19	2723.97	81.41	6627.35	38893.64	62203.51	49186.59
5	148.14	199.45	-51.31	2632.58	32.34	1045.69	21946.46	39781.13	29547.50
6	207.73	252.52	-44.79	2006.41	91.92	8450.19	43152.20	63768.37	52457.08
7	68.10	163.86	-95.76	9170.22	-47.71	2276.35	4636.94	26848.89	11157.80
8	135.80	181.73	-45.93	2109.37	20.00	399.83	18442.15	33025.70	24679.25
9	49.71	162.44	-112.73	12707.12	-66.09	4368.33	2471.37	26386.33	8075.29
10	129.75	232.10	-102.35	10474.77	13.95	194.52	16835.87	53870.14	30115.63
11	53.58	147.13	-93.55	8752.07	-62.23	3872.17	2870.75	21647.79	7883.23
12	101.10	134.97	-33.87	1146.98	-14.71	216.28	10221.12	18216.01	13645.07
Jumlah	1389.67	2298.95	83.54	77732.98	0.00	31165.91	192098.73	457392.55	285879.15
Rerata	115.81	191.58	6.96	6477.75	0.00	2597.16	16008.23	38116.05	23823.26

Contoh perhitungan untuk uji validasi yang dilakukan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Gumbasa, khususnya untuk bulan Januari setelah proses koreksi dilakukan.

$$X = 98,85$$

$$Y = 183,30$$

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} = \frac{1389,67}{12}$$

$$= 115,81$$

$$X - Y = 98,85 - 183,30$$

$$= -84,44$$

$$(X - Y)^2 = (-84,44)^2$$

$$= 7130,68$$

$$X - \bar{X} = 98,85 - 115,81$$

$$= -16,95$$

$$X^2 = 98,85^2$$

$$= 9772,14$$

$$Y^2 = 183,30^2$$

$$= 33597,97$$

$$XY = 98,85 \times 183,30$$

$$= 18119,71$$

Rekapitulasi hasil perhitungan nilai RMSE, NSE, R, dan KR untuk periode bulanan dapat dilihat pada tabel yang disajikan di bawah ini.

Tabel 4.20 Rekapitulasi Periode Bulanan Nilai RMSE, NSE, R, dan KR.

NSE		RMSE	KR	R	
Nilai	Keterangan			Nilai	Keterangan
Sebelum Di Koreksi					
0.292	Tidak Memenuhi	42.888	-0.247	0.840	Sangat Kuat
Setelah Terkoreksi					
-1.494	Tidak Memenuhi	80.484	0.060	0.855	Sangat Kuat

Perhitungan sebelum Terkoreksi :

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X - Y)^2}{n}}$$

$$= 42.88844$$

$$\text{NSE} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (X - Y)^2}{\sum_{i=1}^n (X - X)^2}$$

$$= 0.291758$$

$$R = \frac{n \sum_{i=1}^n P_i Q_i - \sum_{i=1}^n P_i \times \sum_{i=1}^n Q_i}{\sqrt{n \sum_{i=1}^n P_i^2 - (\sum_{i=1}^n P_i)^2} \times \sqrt{n \sum_{i=1}^n Q_i^2 - (\sum_{i=1}^n Q_i)^2}}$$

$$362694.7$$

$$431931.2$$

$$= 0.839705$$

$$\text{KR} = \frac{\sum_{i=1}^n (X - Y)}{\sum_{i=1}^n X} \times 100\%$$

$$-0.24659$$

Perhitungan Setelah Terkoreksi :

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X - Y)^2}{n}}$$

$$= 80.48446$$

$$\text{NSE} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (X - Y)^2}{\sum_{i=1}^n (X - X)^2}$$

$$= -1.49417$$

$$R = \frac{n \sum_{i=1}^n P_i Q_i - \sum_{i=1}^n P_i \times \sum_{i=1}^n Q_i}{\sqrt{n \sum_{i=1}^n P_i^2 - (\sum_{i=1}^n P_i)^2} \times \sqrt{n \sum_{i=1}^n Q_i^2 - (\sum_{i=1}^n Q_i)^2}}$$

$$235758.2$$

$$275900.7$$

$$= 0.854504$$

$$\text{KR} = \frac{\sum_{i=1}^n (X - Y)}{\sum_{i=1}^n X} \times 100\%$$

$$0.060115$$

Berdasarkan analisis yang ditampilkan dalam **Tabel 4.20**, hasil perhitungan untuk RMSE, NSE, R, dan KR menunjukkan bahwa data TRMM yang telah melalui proses koreksi menunjukkan kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan data TRMM sebelum dilakukan koreksi. Peningkatan performa ini dapat dibuktikan melalui nilai-nilai indikator yang memenuhi kriteria yang telah ditetapkan, menandakan bahwa koreksi yang dilakukan efektif dalam meningkatkan akurasi data.

Secara keseluruhan, Hasil analisis menunjukkan bahwa data curah hujan TRMM dapat digunakan sebagai opsi yang layak untuk substitusi data curah hujan dari stasiun pengukuran. Namun, penting untuk dicatat bahwa penggunaan data ini harus disertai dengan tahapan analisis hidrologi yang komprehensif, serta proses kalibrasi, verifikasi, dan validasi yang cermat.

Dengan demikian, meskipun data TRMM yang telah dikoreksi menunjukkan hasil yang menjanjikan, langkah-langkah tambahan tersebut sangat diperlukan untuk memastikan bahwa data yang digunakan benar-benar dapat diandalkan dan sesuai untuk aplikasi dalam penelitian atau pengelolaan sumber daya air.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. **Hubungan dan Akurasi Data TRMM dengan Data Pengukuran Pos Stasiun Hujan di DAS Gumbasa**

Data curah hujan TRMM di DAS Gumbasa menunjukkan kesesuaian yang baik dengan data dari stasiun hujan, yang dibuktikan melalui uji RAPS yang menunjukkan nilai Q-hitung dan R-hitung lebih rendah dari nilai kritis pada tingkat kepercayaan 5% dan 1%. Model regresi polinomial menghasilkan koefisien determinasi (R^2) tertinggi sebesar 0.3543 untuk periode bulanan, dan setelah dilakukan koreksi, data TRMM menunjukkan korelasi yang signifikan dengan nilai R^2 sebesar 0.7302. Meskipun koefisien korelasi (R) yang kuat mencapai 0.855 setelah koreksi, nilai Root Mean Squared Error (RMSE) yang lebih tinggi (80.484) dan Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE) yang rendah (-1.494) menunjukkan bahwa model TRMM belum sepenuhnya akurat dalam merepresentasikan kondisi hujan secara kuantitatif dibandingkan dengan data dari stasiun.

2. **Keandalan Data Curah Hujan TRMM dalam Mendukung Perencanaan dan Pengelolaan Sumber Daya Air di DAS Gumbasa**

Secara keseluruhan, data curah hujan dari TRMM memiliki potensi untuk digunakan sebagai alternatif yang layak untuk menggantikan data curah hujan yang diperoleh dari stasiun pengamatan di DAS Gumbasa. Namun, penting untuk dicatat bahwa penggunaan data TRMM harus disertai dengan tahapan analisis hidrologi yang komprehensif, serta proses kalibrasi, verifikasi, dan validasi yang cermat. Hal ini diperlukan untuk memastikan bahwa data yang digunakan benar-benar dapat diandalkan dan sesuai untuk aplikasi dalam perencanaan dan pengelolaan sumber daya air, terutama mengingat beberapa indikator validasi (seperti NSE) yang masih menunjukkan keterbatasan. Analisis kalibrasi menunjukkan bahwa data dengan resolusi bulanan menghasilkan performa yang lebih optimal dibandingkan dengan resolusi harian, yang berarti data TRMM lebih andal untuk perencanaan jangka

menengah hingga panjang daripada untuk analisis harian yang membutuhkan akurasi tinggi.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan yang telah diperoleh, berikut adalah beberapa saran yang dapat dipertimbangkan untuk penelitian selanjutnya dan aplikasi praktis:

1. Peningkatan Akurasi dalam Proses Kalibrasi dan Validasi: Meskipun proses kalibrasi telah dilaksanakan, nilai Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE) masih menunjukkan bahwa model yang digunakan belum sepenuhnya memenuhi standar kinerja yang diharapkan. Oleh karena itu, disarankan untuk mempertimbangkan penerapan metode kalibrasi yang lebih inovatif, seperti teknik machine learning yang lebih kompleks (contohnya, Neural Networks atau Support Vector Machines), serta pendekatan statistik yang lebih adaptif, guna meningkatkan akurasi dari model TRMM.
2. Analisis Data Harian yang Lebih Komprehensif: Mengingat bahwa data harian dari TRMM menunjukkan adanya pola tren serta akurasi koreksi yang belum optimal, penelitian di masa mendatang sebaiknya diarahkan pada pengembangan metode koreksi yang lebih spesifik untuk data harian tersebut. Hal ini dapat mencakup penerapan teknik downscaling yang lebih akurat atau integrasi dengan data dari sensor lain, dengan tujuan untuk meningkatkan resolusi baik secara spasial maupun temporal.
3. Perbandingan dengan Data Satelit Lain: Untuk memperdalam analisis yang dilakukan, sangat dianjurkan untuk melakukan perbandingan antara data TRMM dengan data curah hujan yang diperoleh dari satelit lain yang lebih mutakhir, seperti GPM (Global Precipitation Measurement), atau dengan data dari radar cuaca. Tujuan dari perbandingan ini adalah untuk mengevaluasi konsistensi serta akurasi relatif di kawasan DAS Gumbasa.

DAFTAR PUSTAKA

- Ansar, M., Darma Tarigan, S., & Putro Tejo Baskoro, D. (2009). Peran dan Koordinasi Lembaga Lintas Sektoral dalam Konservasi Sumberdaya Air (Studi Kasus Das Gumbasa Kabupaten Donggala Provinsi Sulawesi Tengah). *Jurnal Tanah dan Lingkungan*, 11(2), 49–57.
- Estiningtyas, W., Ramadhani, F., Aldrian, D. E., Agroklimat, B. P., Hidrologi, D., Litbang Pertanian, B., Pengkajian, A., & Teknologi, P. (2007). Analisis Korelasi Curah Hujan dan Suhu Permukaan Laut Wilayah Indonesia, serta Implikasinya untuk Prakiraan Curah Hujan (Studi Kasus Kabupaten Cilacap). *J. Agromet Indonesia*, 21(2).
- Handayani, D., & Ningsih, U. (2012). Metode Thiessen Polygon untuk Ramalan Sebaran Curah Hujan Periode Tertentu pada Wilayah yang Tidak Memiliki Data Curah Hujan. *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK*, 17(2), 154–163.
- Herni Wulandari, Y. A. G. I. (2024). Tugas Akhir Evaluasi Kesesuaian Data Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) dengan Data Pos Hujan di Kota Palu.
- Huffman, G. J., Adler, R. F., Bolvin, D. T., Gu, G., Nelkin, E. J., Bowman, K. P., Hong, Y., Stocker, E. F., & Wolff, D. B. (2007). The TRMM Multisatellite Precipitation Analysis (TMPA): Quasi-global, multiyear, combined-sensor precipitation estimates at fine scales. *Journal of Hydrometeorology*, 8(1), 38–55.
<https://doi.org/10.1175/JHM560.1>
- Huffman, G. J., Adler, R. F., Bolvin, D. T., Gu, G., Nelkin, E. J., Bowman, K. P., Hong, Y., Stocker, E. F., & Wolff, D. B. (2007). The TRMM Multisatellite Precipitation Analysis (TMPA): Quasi-global, multiyear, combined-sensor precipitation estimates at fine scales. *Journal of Hydrometeorology*, 8(1), 38–55.
<https://doi.org/10.1175/JHM560.1>
- 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>

Kurniawan, B., Ruhiat, Y., & Firman Septiyanto, R. (2019). Penerapan Metode Thiessen Polygon untuk Mendeteksi Sebaran Curah Hujan di Kabupaten Tangerang. *Jurnal Sendikfi*, 2(1). <https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/sendikfi/index>

Momon Dt. Tanamir, R. E. P. (2018). Pengaruh Tingkat Pendidikan dan Pengetahuan tentang Kearifan Lokal terhadap Kesadaran Masyarakat dalam Melestarikan DAS di Kenagarian Aur Begalung Talaok Kecamatan Bayang Kabupaten Pesisir Selatan. *Jurnal Spasial*, 5.

Nuramalia, R., & Lasminto, U. (2022). Keandalan Data Curah Hujan Satelit TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) terhadap Data Curah Hujan Stasiun Bumi pada Beberapa Sub DAS di DAS Brantas. *Jurnal Ilmiah*, 4.

Prawaka, F., Zakaria, A., & Tugiono, S. (2016). Analisis Data Curah Hujan yang Hilang dengan Menggunakan Metode Normal Ratio, Inversed Square Distance, dan Rata-Rata Aljabar (Studi Kasus Curah Hujan Beberapa Stasiun Hujan Daerah Bandar Lampung). *Jurnal Ilmiah*, 4(3).

Prof. Dr. Ir. H. Syarifuddin Kadir, M. S., Dr. B. S. Hut., M. P., Dr. Ir. E. R. I. M. P. (2020). Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. (M. S. Dr. Ir. Gusti Rusmayadi, Ed.; First Edition). CV. IRDH (International Research and Development for Human Beings).

Reinhard Sinaga, A., & Hadiani, R. (2025). Kalibrasi Data Hujan Satelit terhadap Ground untuk Analisis Debit Banjir di Kali Pepe, Surakarta.

Rizky, H., Nasution, Y. N., & Goejantoro, R. (2019). Prosiding Seminar Nasional Matematika, Statistika, dan Aplikasinya.

Braun, S. A. (2011). Tropical Rainfall Measuring Mission. <http://trmm.gsfc.nasa.gov>

Soewarno. (1995). Idrologi: Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data.

Sunardi, S., Firman Ilahi, A., & D. P. R, M. S. (2023). Tingkat Akurasi dan Presisi Data Hujan Sensor Peralatan Otomatis terhadap Penakar Hujan Konvensional di Provinsi Sulawesi Tengah. *Buletin GAW Bariri*, 4(2), 40–49.
<https://doi.org/10.31172/bgb.v4i2.114>

Susilowati, I. S. (2015). Analisa Karakteristik Curah Hujan di Kota Bandar Lampung. *Jurnal Konstruksia*, 7(1), 13.

Subiakto, T., Noer, A. S. N. S. N. S., & M. MT. (2020). Mengkaji Cara Kerja Penakar Curah Hujan Digital pada Alat AWS di Lapan Pasuruan.

Zhao, Y., Xie, Q., Lu, Y., & Hu, B. (2017). Hydrologic Evaluation of TRMM Multisatellite Precipitation Analysis for Nanliu River Basin in Humid Southwestern China. *Scientific Reports*, 7(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-017-02704-1>

LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Hujan Hilang

Tabel L.1.1 Hasil Perhitungan Data Hujan Hilang Stasiun Bangga Bawah Bulan Mei
Tahun 2012

Tanggal	BANGGA BAWAH 2012 (MEI)				
	Tuva	Palolo	kulawi	wuasa	bangga bawah
01-May-12	0.0	0.0	11.0	9.3	5.1
02-May-12	0.0	0.0	39.2	8.6	12.0
03-May-12	0.0	0.0	5.0	4.2	2.3
04-May-12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
05-May-12	0.0	0.0	3.4	0.0	0.9
06-May-12	0.0	0.0	8.6	0.0	2.2
07-May-12	9.2	0.0	0.0	5.1	3.6
08-May-12	12.5	0.0	2.4	0.0	3.7
09-May-12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10-May-12	18.5	0.0	0.0	0.0	4.6
11-May-12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12-May-12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13-May-12	7.5	0.0	0.0	0.0	1.9
14-May-12	5.1	0.0	0.0	0.0	1.3
15-May-12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16-May-12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17-May-12	0.0	0.0	2.1	0.0	0.5
18-May-12	0.0	0.0	0.0	16.7	4.2
19-May-12	0.0	0.0	0.0	11.2	2.8
20-May-12	0.0	15.2	6.7	0.0	5.5
21-May-12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22-May-12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23-May-12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24-May-12	0.0	10.4	0.0	23.2	8.4
25-May-12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26-May-12	0.0	2.5	2.2	0.0	1.2
27-May-12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28-May-12	0.0	0.0	0.0	7.2	1.8
29-May-12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30-May-12	0.0	0.0	2.8	0.0	0.7
31-May-12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabel L.1.2 Hasil Perhitungan Data Hujan Hilang Stasiun Tuva Bulan Agustus Tahun 2019

Tanggal	TUVA 2019 (AGUSTUS)				
	Tinggi Hujan Pos Stasiun Hujan (mm)				
	Bangga Bawah	Palolo	kulawi	wuasa	tuva
01-Aug-19	0.0	17.5	0.0	37.3	13.7
02-Aug-19	0.0	0.0	1.0	0.0	0.3
03-Aug-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
04-Aug-19	1.5	0.0	0.0	0.0	0.4
05-Aug-19	1.0	0.5	0.0	0.0	0.4
06-Aug-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
07-Aug-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
08-Aug-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
09-Aug-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10-Aug-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11-Aug-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12-Aug-19	0.0	0.0	0.0	24.7	6.2
13-Aug-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14-Aug-19	24.0	0.0	32.8	0.0	14.2
15-Aug-19	0.0	0.5	33.5	0.0	8.5
16-Aug-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17-Aug-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18-Aug-19	0.0	1.5	1.8	27.4	7.7
19-Aug-19	0.0	90.3	2.4	0.0	23.2
20-Aug-19	0.0	13.6	7.0	0.0	5.2
21-Aug-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22-Aug-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23-Aug-19	0.0	0.0	0.0	5.6	1.4
24-Aug-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25-Aug-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26-Aug-19	0.0	0.0	1.7	0.0	0.4
27-Aug-19	0.0	0.0	1.2	44.9	11.5
28-Aug-19	0.0	0.0	1.8	0.0	0.5
29-Aug-19	27.5	90.3	0.0	0.0	29.5
30-Aug-19	0.0	0.2	0.0	0.0	0.1
31-Aug-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabel L.1.3 Hasil Perhitungan Data Hujan Hilang Stasiun Tuva Bulan September 2019

TUVA 2019 (SEPTEMBER)					
Tanggal	Tinggi Hujan Pos Stasiun Hujan (mm)				
	Bangga Bawah	Palolo	kulawi	wuasa	tuva
01-Sep-19	23.5	18.5	0.0	15.9	14.5
02-Sep-19	9.0	0.0	0.0	0.0	2.3
03-Sep-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
04-Sep-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
05-Sep-19	1.5	0.0	1.2	0.0	0.7
06-Sep-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
07-Sep-19	0.0	25.5	0.0	0.0	6.4
08-Sep-19	1.0	0.0	15.2	0.0	4.1
09-Sep-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10-Sep-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11-Sep-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12-Sep-19	0.0	0.0	1.0	0.0	0.3
13-Sep-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14-Sep-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15-Sep-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16-Sep-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17-Sep-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18-Sep-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19-Sep-19	0.5	0.0	0.0	0.0	0.1
20-Sep-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21-Sep-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22-Sep-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23-Sep-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24-Sep-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25-Sep-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26-Sep-19	0.0	33.5	0.0	0.0	8.4
27-Sep-19	0.0	3.3	0.0	0.0	0.8
28-Sep-19	1.0	10.6	1.0	0.0	3.2
29-Sep-19	12.0	0.0	4.0	0.0	4.0
30-Sep-19	0.5	0.0	0.0	0.0	0.1

Tabel L.1.4 Hasil Perhitungan Data Hujan Hilang Stasiun Tuva Bulan November Tahun 2019

Tanggal	TUVA 2019 (NOVEMBER)				
	Bangga Bawah	Palolo	kulawi	wuasa	tuva
01-Nov-19	24.0	0.0	26.0	0.0	12.5
02-Nov-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
03-Nov-19	0.0	0.0	1.6	0.0	0.4
04-Nov-19	9.0	0.0	0.0	0.0	2.3
05-Nov-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
06-Nov-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
07-Nov-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
08-Nov-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
09-Nov-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10-Nov-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11-Nov-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12-Nov-19	0.0	0.0	5.2	0.0	1.3
13-Nov-19	0.0	0.0	10.6	3.5	3.5
14-Nov-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15-Nov-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16-Nov-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17-Nov-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18-Nov-19	0.0	0.0	0.0	6.4	1.6
19-Nov-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20-Nov-19	85.0	0.0	0.0	0.0	21.3
21-Nov-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22-Nov-19	0.0	0.0	7.0	5.4	3.1
23-Nov-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24-Nov-19	44.0	0.0	0.0	0.0	11.0
25-Nov-19	7.0	0.0	0.0	0.0	1.8
26-Nov-19	9.0	0.0	0.0	4.3	3.3
27-Nov-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28-Nov-19	0.0	0.0	0.0	27.9	7.0
29-Nov-19	0.0	0.0	10.0	0.0	2.5
30-Nov-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabel L.1.5 Hasil Perhitungan Data Hujan Hilang Stasiun Tuva Bulan Desember Tahun 2019

TUVA 2019 (DESEMBER)					
Tanggal	Tinggi Hujan Pos Stasiun Hujan (mm)				
	Bangga Bawah	Palolo	kulawi	wuasa	tuva
01-Dec-19	0.0	0.0	3.0	0.0	0.8
02-Dec-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
03-Dec-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
04-Dec-19	0.5	0.0	3.2	0.0	0.9
05-Dec-19	0.0	34.5	0.0	0.0	8.6
06-Dec-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
07-Dec-19	23.0	19.0	1.0	0.0	10.8
08-Dec-19	5.0	0.0	5.0	0.0	2.5
09-Dec-19	12.0	0.0	6.0	0.0	4.5
10-Dec-19	15.0	60.5	5.0	0.0	20.1
11-Dec-19	0.0	7.3	6.5	0.0	3.5
12-Dec-19	2.0	0.0	0.0	0.0	0.5
13-Dec-19	0.0	0.0	21.5	0.0	5.4
14-Dec-19	10.0	13.2	0.0	0.0	5.8
15-Dec-19	0.0	0.0	0.0	14.7	3.7
16-Dec-19	0.0	6.0	0.0	7.4	3.4
17-Dec-19	1.5	24.5	0.0	0.0	6.5
18-Dec-19	4.0	0.0	0.0	0.0	1.0
19-Dec-19	0.0	0.0	2.0	0.0	0.5
20-Dec-19	0.5	0.0	0.0	0.0	0.1
21-Dec-19	5.0	0.0	0.0	0.0	1.3
22-Dec-19	0.5	0.0	0.0	0.0	0.1
23-Dec-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24-Dec-19	0.0	0.0	0.0	5.3	1.3
25-Dec-19	0.0	0.0	0.0	6.2	1.6
26-Dec-19	1.0	0.0	0.0	0.0	0.3
27-Dec-19	0.0	0.0	7.0	0.0	1.8
28-Dec-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
29-Dec-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30-Dec-19	0.0	15.0	0.0	0.0	3.8
31-Dec-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabel L.1.6 Hasil Perhitungan Analisa Hujan Hilang Stasiun Kulawi Bulan Juli Tahun 2016

KULAWI 2016 (JULI)					
Tanggal	Tinggi Hujan Pos Stasiun Hujan (mm)				
	Tuva	Palolo	Bangga Bawah	wuasa	Kulawi
01-Jul-16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
03-Jul-16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
04-Jul-16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
05-Jul-16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
06-Jul-16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
07-Jul-16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
08-Jul-16	0.0	0.0	2.0	0.0	0.5
09-Jul-16	0.0	0.0	1.0	0.0	0.3
10-Jul-16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11-Jul-16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12-Jul-16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13-Jul-16	0.0	0.0	10.5	0.0	0.0
14-Jul-16	0.0	0.0	1.0	0.0	0.3
15-Jul-16	0.0	0.0	6.5	0.0	0.0
16-Jul-16	0.0	0.0	3.0	0.0	0.8
17-Jul-16	50.0	0.0	2.5	0.0	16.7
18-Jul-16	25.3	0.0	7.5	0.0	8.4
19-Jul-16	10.0	0.0	2.0	0.0	3.0
20-Jul-16	11.0	0.0	4.0	0.0	3.8
21-Jul-16	0.0	0.0	17.0	0.0	4.3
22-Jul-16	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0
25-Jul-16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabel L.1.7 Hasil Perhitungan Analisa Data Hujan Hilang Stasiun Kulawi Bulan Agustus Tahun 2016

KULAWI 2016 (AGUSTUS)					
Tanggal	Tinggi Hujan Pos Stasiun Hujan (mm)				
	Tuva	Palolo	Bangga Bawah	wuasa	Kulawi
01-Aug-16	41.5	0.0	0.0	0.0	10.4
03-Aug-16	5.0	0.0	0.0	0.0	1.3
04-Aug-16	17.1	0.0	0.0	0.0	4.3
06-Aug-16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
08-Aug-16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
09-Aug-16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10-Aug-16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11-Aug-16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12-Aug-16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13-Aug-16	11.2	0.0	0.0	0.0	2.8
17-Aug-16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19-Aug-16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20-Aug-16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21-Aug-16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22-Aug-16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23-Aug-16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24-Aug-16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25-Aug-16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26-Aug-16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabel L.1.8 Hasil Perhitungan Analisa Hujan Hilang Stasiun Kulawi Bulan September Tahun 2018

KULAWI 2018 (SEPTEMBER)					
Tanggal	Tinggi Hujan Pos Stasiun Hujan (mm)				
	Tuva	Palolo	Bangga Bawah	wuasa	Kulawi
01-Sep-18	0.0	0.00	0.00	0.0	0.0
02-Sep-18	0.0	0.00	0.00	0.0	0.0
03-Sep-18	0.0	0.00	0.00	0.0	0.0
04-Sep-18	8.5	0.00	8.50	0.0	4.3
05-Sep-18	0.0	0.00	0.00	0.0	0.0
06-Sep-18	0.0	0.00	5.00	0.0	1.3
07-Sep-18	20.0	0.00	6.50	0.0	6.6
08-Sep-18	0.0	0.00	0.00	12.4	3.1
09-Sep-18	0.0	0.00	0.00	9.7	2.4
10-Sep-18	0.0	0.00	0.00	0.0	0.0
11-Sep-18	0.0	0.00	0.00	0.0	0.0
12-Sep-18	0.0	0.00	0.00	0.0	0.0
13-Sep-18	0.0	0.00	0.00	0.0	0.0
14-Sep-18	0.0	0.00	0.00	0.0	0.0
15-Sep-18	0.0	0.00	0.00	0.0	0.0
16-Sep-18	0.0	0.00	0.00	0.0	0.0
17-Sep-18	5.1	0.00	0.00	0.0	1.3
18-Sep-18	19.0	0.00	8.50	1.3	7.2
19-Sep-18	53.3	0.00	3.00	0.0	14.1
20-Sep-18	0.0	0.00	53.00	0.0	13.3
21-Sep-18	0.0	0.00	0.00	0.0	0.0
22-Sep-18	0.0	0.00	0.00	0.0	0.0
23-Sep-18	10.5	0.00	0.00	0.0	2.6
24-Sep-18	13.0	0.00	0.00	0.0	3.3
25-Sep-18	5.8	0.00	0.00	0.0	1.5
26-Sep-18	5.0	0.00	1.00	0.0	1.5
27-Sep-18	0.0	0.00	0.00	2.3	0.6
28-Sep-18	0.0	0.00	0.00	16.9	4.2
29-Sep-18	0.0	0.00	0.00	0.0	0.0
30-Sep-18	35.0	0.00	15.00	0.0	12.5

Tabel L.1.9 Hasil Perhitungan Analisa Hujan Hilang Stasiun Wuasa Bulan Juli Tahun 2016

Tanggal	WUASA 2016 (JULI)				
	Tinggi Hujan Pos Stasiun Hujan (mm)				
	Tuva	Palolo	Bangga Bawah	Kulawi	Wuasa
01-Jul-16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02-Jul-16	0.0	0.0	1.0	1.5	0.6
03-Jul-16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
04-Jul-16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
05-Jul-16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
06-Jul-16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
07-Jul-16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
08-Jul-16	0.0	0.0	2.0	0.5	0.6
09-Jul-16	0.0	0.0	1.0	0.3	0.3
10-Jul-16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11-Jul-16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12-Jul-16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13-Jul-16	0.0	0.0	10.5	0.0	0.0
14-Jul-16	0.0	0.0	1.0	0.3	0.3
15-Jul-16	0.0	0.0	6.5	0.0	0.0
16-Jul-16	0.0	0.0	3.0	0.8	1.0
17-Jul-16	50.0	0.0	2.5	16.7	22.2
18-Jul-16	25.3	0.0	7.5	8.4	11.2
19-Jul-16	10.0	0.0	2.0	3.0	3.8
20-Jul-16	11.0	0.0	4.0	3.8	4.7
21-Jul-16	0.0	0.0	17.0	4.3	5.3
22-Jul-16	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0
23-Jul-16	0.0	0.0	2.0	3.6	1.4
24-Jul-16	0.0	0.0	1.0	2.4	0.9
25-Jul-16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26-Jul-16	20.0	0.0	0.0	3.6	5.9
27-Jul-16	0.0	0.0	1.0	15.4	4.1
28-Jul-16	0.0	0.0	0.0	0.6	0.2
29-Jul-16	11.4	0.0	1.5	1.4	4.3
30-Jul-16	20.3	0.0	4.5	28.2	16.2
31-Jul-16	0.0	0.0	20.0	14.8	8.7

Tabel L.1.10 Hasil Perhitungan Analisa Hujan Hilang Stasiun Wuasa Bulan Januari Tahun 2016

WUASA 2016 (JANUARI)					
Tanggal	Tinggi Hujan Pos Stasiun Hujan (mm)				
	Tuva	Palolo	Bangga Bawah	Kulawi	Wuasa
01-Jan-16	10.0	0.0	0.0	0.0	2.5
02-Jan-16	0.0	0.0	0.0	90.6	22.7
03-Jan-16	7.0	0.0	0.0	1.2	2.1
04-Jan-16	0.0	0.0	0.0	10.2	2.6
05-Jan-16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
06-Jan-16	0.0	0.0	0.0	3.8	1.0
07-Jan-16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
08-Jan-16	60.0	0.0	0.0	0.0	15.0
09-Jan-16	0.0	0.0	0.0	9.8	2.5
10-Jan-16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11-Jan-16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12-Jan-16	0.0	0.0	0.0	1.2	0.3
13-Jan-16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14-Jan-16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15-Jan-16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16-Jan-16	0.0	0.0	0.0	0.8	0.2
17-Jan-16	0.0	0.0	0.0	3.5	0.9
18-Jan-16	15.5	0.0	0.0	0.0	3.9
19-Jan-16	8.9	0.0	0.0	0.0	2.2
20-Jan-16	0.0	0.0	0.0	0.4	0.1
21-Jan-16	10.0	0.0	0.0	5.8	4.0
22-Jan-16	17.0	0.0	0.0	2.5	4.9
23-Jan-16	17.7	0.0	0.0	23.7	10.4
24-Jan-16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25-Jan-16	0.0	0.0	0.0	6.0	1.5
26-Jan-16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
27-Jan-16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28-Jan-16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
29-Jan-16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30-Jan-16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
31-Jan-16	17.2	0.0	0.0	0.0	4.3

Tabel L.1.11 Hasil Perhitungan Analisa Hujan Hilang Stasiun Bangga Bawah Bulan Mei Tahun 2015

BANGGA BAWAH 2015 (MEI)					
Tanggal	Tinggi Hujan Pos Stasiun Hujan (mm)				
	Tuva	Palolo	kulawi	wuasa	bangga bawah
01-May-15	0.0	0.0	0.0	23.4	5.9
02-May-15	0.0	0.0	26.6	15.0	10.4
03-May-15	0.0	0.0	2.0	21.2	5.8
04-May-15	0.0	0.0	3.0	17.3	5.1
05-May-15	0.0	0.0	1.0	25.6	6.7
06-May-15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
07-May-15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
08-May-15	0.0	0.0	0.0	19.9	5.0
09-May-15	0.0	0.0	0.0	26.3	6.6
10-May-15	5.0	0.0	0.0	0.0	1.3
11-May-15	0.0	0.0	5.4	0.0	1.4
12-May-15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13-May-15	0.0	95.6	31.6	0.0	31.8
14-May-15	24.0	32.9	0.0	17.5	18.6
15-May-15	0.0	0.0	7.0	14.2	5.3
16-May-15	21.3	0.0	21.8	0.0	10.8
17-May-15	0.0	0.0	5.2	26.5	7.9
18-May-15	0.0	25.6	0.0	14.2	10.0
19-May-15	0.0	0.0	5.6	19.6	6.3
20-May-15	0.0	0.0	0.0	9.3	2.3
21-May-15	0.0	0.0	0.0	5.2	1.3
22-May-15	20.5	0.0	12.4	21.1	13.5
23-May-15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24-May-15	25.0	0.0	8.6	0.0	8.4
25-May-15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26-May-15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
27-May-15	0.0	0.0	2.0	0.0	0.5
28-May-15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
29-May-15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30-May-15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
31-May-15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

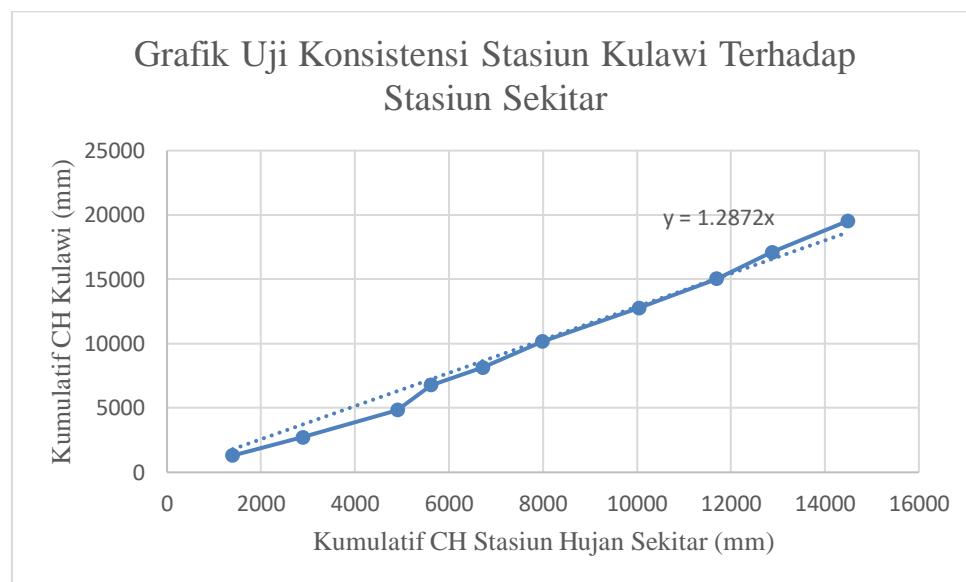
Tabel L.1.12 Hasil Perhitungan Analisa Hujan Hilang Stasiun Bangga Bawah Bulan April Tahun 2015

BANGGA BAWAH 2015 (APRIL)					
Tanggal	Tinggi Hujan Pos Stasiun Hujan (mm)				
	Tuva	Palolo	kulawi	wuasa	bangga bawah
01-Apr-15	0.0	0.0	6.8	0.0	1.7
02-Apr-15	40.0	14.8	0.0	0.0	13.7
03-Apr-15	19.5	4.5	19.0	5.7	12.2
04-Apr-15	8.7	0.0	26.0	21.7	14.1
05-Apr-15	0.0	0.0	7.2	0.0	1.8
06-Apr-15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
07-Apr-15	0.0	30.5	5.6	0.0	9.0
08-Apr-15	0.0	34.5	0.0	0.0	8.6
09-Apr-15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10-Apr-15	0.0	0.0	19.6	0.0	4.9
11-Apr-15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12-Apr-15	28.0	4.0	0.0	6.4	9.6
13-Apr-15	0.0	0.0	10.8	37.9	12.2
14-Apr-15	0.0	33.0	0.0	27.6	15.2
15-Apr-15	0.0	0.0	15.5	0.0	3.9
16-Apr-15	0.0	19.0	0.0	7.5	6.6
17-Apr-15	0.0	0.0	6.8	0.0	1.7
18-Apr-15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19-Apr-15	0.0	6.1	0.0	17.5	5.9
20-Apr-15	0.0	0.0	0.0	9.5	2.4
21-Apr-15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22-Apr-15	87.5	0.0	1.5	0.0	22.3
23-Apr-15	0.0	42.0	6.8	0.0	12.2
24-Apr-15	0.0	0.0	40.5	0.0	10.1
25-Apr-15	10.0	0.0	23.0	0.0	8.3
26-Apr-15	0.0	0.0	22.2	8.7	7.7
27-Apr-15	5.0	21.3	9.5	9.1	11.2
28-Apr-15	38.5	4.8	0.6	0.0	11.0
29-Apr-15	0.0	0.0	45.1	0.0	11.3
30-Apr-15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Lampiran 2 Hasil Uji Kurva Massa Ganda

Tabel L.2.1 Hasil Perhitungan Kurva Massa Ganda Stasiun Kulawi

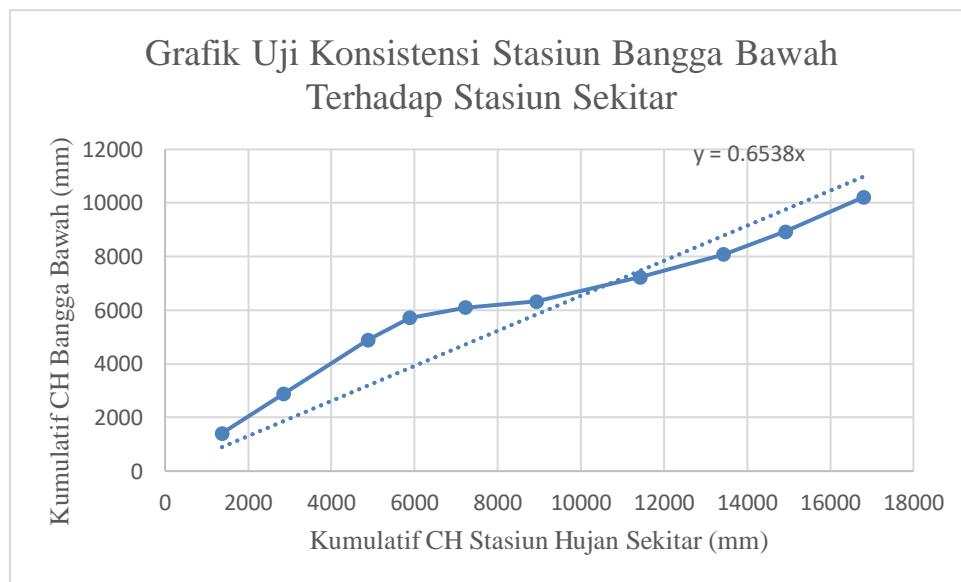
Tahun	CH Kulawi (mm)	CH Pos Stasiun Sekitar (mm)				CH Rerata Stasiun Sekitar (mm)	Kumulatif CH Pos Stasiun Sekitar (mm)	
		Tuv a	Bangga Bawah	Palolo	Wuasa		CH Kulawi (mm)	CH Pos Stasiun Sekitar (mm)
2019	1300	1611	1411	1674	882	1394	1300	1394
2018	1425	2129	1468	1352	995	1486	2725	2881
2017	2107	2192	2015	2015	1848	2017	4832	4898
2016	1939	1521	822	362	172	719	6771	5617
2015	1360	1359	382	1551	1116	1102	8131	6720
2014	2021	1577	228	1450	1785	1260	10153	7979
2013	2608	1814	907	1679	3866	2066	12761	10046
2012	2282	1815	854	1052	2862	1646	15043	11692
2011	2060	1465	848	665	1752	1183	17103	12874
2010	2412	2590	1287	919	1618	1604	19514	14478



Gambar L.2.1 Grafik Hasil Perhitungan Kurva Massa Ganda Stasiun Kulawi

Tabel L.2.2 Hasil Perhitungan Kurva Massa Ganda Stasiun Bangga Bawah

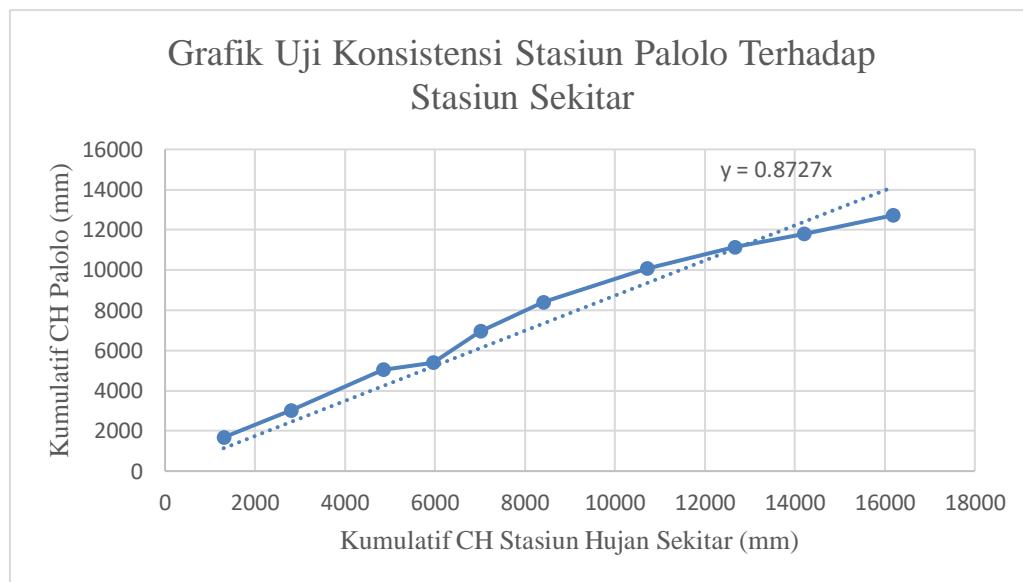
Tahun	CH Bangga Bawah (mm)	CH Pos Stasiun Sekitar (mm)				CH Rerata Stasiun Sekitar (mm)	Kumulatif	
		Tuva	Kulawi	Palolo	Wuasa		CH Bangga Bawah (mm)	CH Pos Stasiun Sekitar (mm)
2019	1411	1611	1300	1674	882	1367	1411	1367
2018	1468	2129	1425	1352	995	1475	2879	2842
2017	2015	2192	2107	2015	1848	2041	4894	4883
2016	822	1521	1939	362	172	999	5716	5881
2015	382	1359	1360	1551	1116	1347	6098	7228
2014	228	1577	2021	1450	1785	1708	6325	8936
2013	907	1814	2608	1679	3866	2492	7232	11428
2012	854	1815	2282	1052	2862	2003	8086	13431
2011	848	1465	2060	665	1752	1486	8934	14916
2010	1287	2590	2412	919	1618	1885	10221	16801



Gambar L.2.2 Grafik Hasil Perhitungan Kurva Massa Ganda Stasiun Bangga Bawah

Tabel L.2.3 Hasil Perhitungan Kurva Massa Ganda Stasiun Palolo

Tahun	CH Palolo (mm)	CH Pos Stasiun Sekitar (mm)				CH Rerata Stasiun Sekitar (mm)	Kumulatif	
		Tuva	Kulawi	Bangga Bawah	Wuasa		CH Palolo (mm)	CH Pos Stasiun Sekitar (mm)
2019	1674	1611	1300	1411	882	1301	1674	1301
2018	1352	2129	1425	1468	995	1504	3026	2805
2017	2015	2192	2107	2015	1848	2041	5041	4846
2016	362	1521	1939	822	172	1113	5403	5959
2015	1551	1359	1360	382	1116	1055	6954	7014
2014	1450	1577	2021	228	1785	1403	8404	8417
2013	1679	1814	2608	907	3866	2299	10083	10715
2012	1052	1815	2282	854	2862	1953	11135	12669
2011	665	1465	2060	848	1752	1531	11800	14200
2010	919	2590	2412	1287	1618	1977	12719	16177



Gambar L.2.3 Grafik Hasil Perhitungan Kurva Massa Ganda Stasiun Palolo

Tabel L.2.4 Hasil Perhitungan Kurva Massa Ganda Stasiun Wuasa

Tahun	CH Wuasa (mm)	CH Pos Stasiun Sekitar (mm)				CH Rerata Stasiun Sekitar (mm)	Kumulatif	
		Tuva	Kulawi	Bangga Bawah	Palolo		CH Wuasa (mm)	CH Pos Stasiun Sekitar (mm)
2019	882	1611	1300	1411	1674	1499	882	1499
2018	995	2129	1425	1468	1352	1594	1877	3093
2017	1848	2192	2107	2015	2015	2082	3725	5175
2016	172	1521	1939	822	362	1161	3898	6336
2015	1116	1359	1360	382	1551	1163	5014	7499
2014	1785	1577	2021	228	1450	1319	6799	8818
2013	3866	1814	2608	907	1679	1752	10665	10570
2012	2862	1815	2282	854	1052	1501	13527	12070
2011	1752	1465	2060	848	665	1259	15279	13330
2010	1618	2590	2412	1287	919	1802	16898	15132

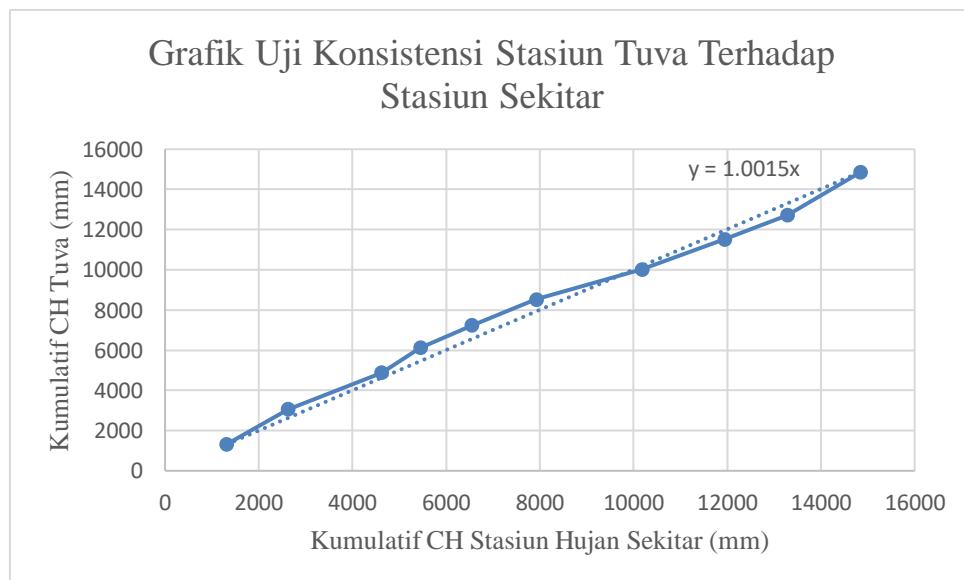
Gambar L.2.4 Grafik Hasil Perhitungan Kurva Massa Ganda Stasiun Wuasa

Tahun	CH Wuasa (mm)	CH Pos Stasiun Sekitar (mm)				CH Rerata Stasiun Sekitar (mm)	Kumulatif	
		Tuva	Kulawi	Bangga Bawah	Palolo		CH Wuasa (mm)	CH Pos Stasiun Sekitar (mm)
2019	882	1611	1300	1411	1674	1499	882	1499
2018	995	2129	1425	1468	1352	1594	1877	3093
2017	1848	2192	2107	2015	2015	2082	3725	5175
2016	172	1521	1939	822	362	1161	3898	6336
2015	1116	1359	1360	382	1551	1163	5014	7499
2014	1785	1577	2021	228	1450	1319	6799	8818
2013	3866	1814	2608	907	1679	1752	10665	10570
2012	2862	1815	2282	854	1052	1501	13527	12070
2011	1752	1465	2060	848	665	1259	15279	13330
2010	1618	2590	2412	1287	919	1802	16898	15132

Tabel L.2.5 Hasil Perhitungan Kurva Massa Ganda Stasiun Tuva Setelah Terkoreksi

Tahun	CH Tuva (mm)	CH Pos Stasiun Sekitar (mm)				CH Rerata Stasiun Sekitar (mm)	Kumulatif	
		Kulawi	Bangga Bawah	Palolo	Wuasa		CH Tuva (mm)	CH Pos Stasiun Sekitar (mm)
2019	1324	1300	1411	1674	882	1317	1324	1317
2018	1749	1425	1468	1352	995	1310	3072	2627
2017	1801	2107	2015	2015	1848	1996	4873	4623
2016	1249	1939	822	362	172	824	6122	5447
2015	1117	1360	382	1551	1116	1102	7238	6549
2014	1295	2021	228	1450	1785	1371	8534	7920
2013	1490	2608	907	1679	3866	2265	10023	10185
2012	1490	2282	854	1052	2862	1762	11514	11948
2011	1204	2060	848	665	1752	1331	12717	13279
2010	2127	2412	1287	919	1618	1559	14845	14838

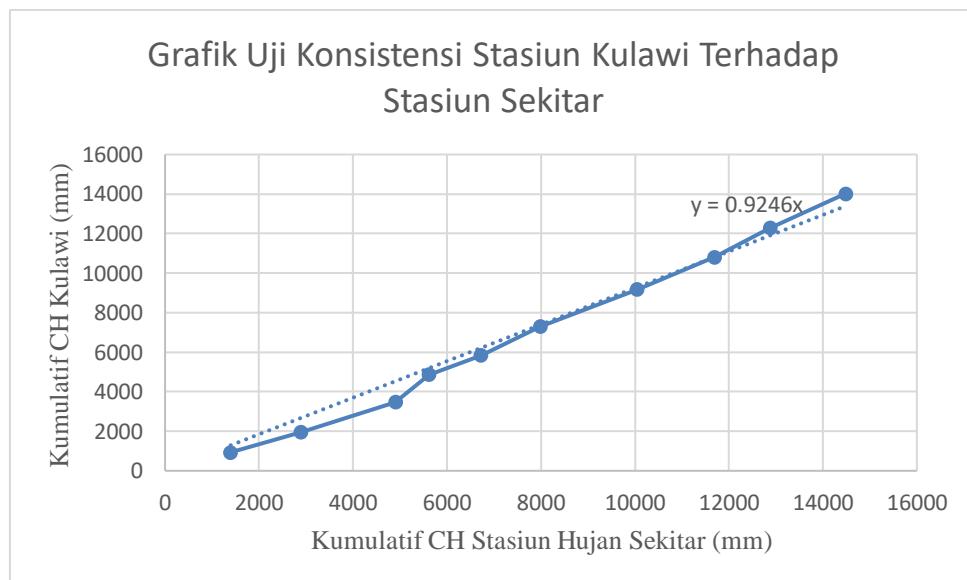
Gambar L.2.5 Grafik Hasil Perhitungan Kurva Massa Ganda Stasiun Tuva Setelah Terkoreksi



Tabel L.2.6 Hasil Perhitungan Kurva Massa Ganda Stasiun Kulawi Setelah Terkoreksi

Tahun	CH Kulawi (mm)	CH Pos Stasiun Sekitar (mm)				CH Rerata Stasiun Sekitar (mm)	Kumulatif	
		Tuv a	Bangga Bawah	Palolo	Wuasa		CH Kulawi (mm)	CH Pos Stasiun Sekitar (mm)
2019	933	1611	1411	1674	882	1394	933	1394
2018	1024	2129	1468	1352	995	1486	1957	2881
2017	1514	2192	2015	2015	1848	2017	3471	4898
2016	1393	1521	822	362	172	719	4863	5617
2015	977	1359	382	1551	1116	1102	5840	6720
2014	1452	1577	228	1450	1785	1260	7292	7979
2013	1874	1814	907	1679	3866	2066	9166	10046
2012	1639	1815	854	1052	2862	1646	10805	11692
2011	1479	1465	848	665	1752	1183	12284	12874
2010	1732	2590	1287	919	1618	1604	14017	14478

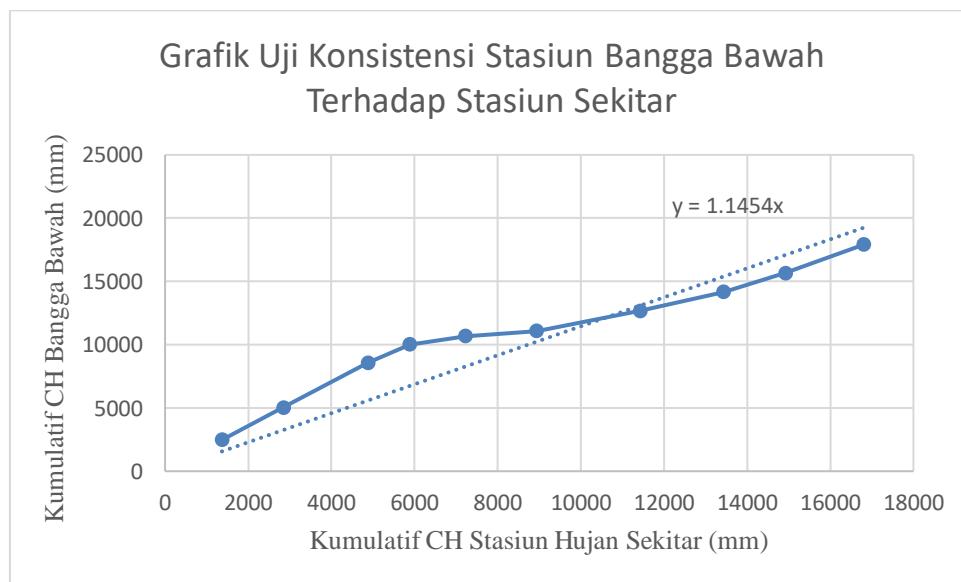
Gambar L.2.6 Grafik Hasil Perhitungan Kurva Massa Ganda Stasiun Kulawi Setelah Terkoreksi



Tabel L.2.7 Hasil Perhitungan Kurva Massa Ganda Stasiun Bangga Bawah Setelah Terkoreksi

Tahun	CH Bangga Bawah (mm)	CH Pos Stasiun Sekitar (mm)				CH Rerata Stasiun Sekitar (mm)	Kumulatif	
		Tuva	Kulawi	Palolo	Wuasa		CH Pos Stasiun Bawah (mm)	CH Pos Stasiun Sekitar (mm)
2019	2471	1611	1300	1674	882	1367	2471	1367
2018	2572	2129	1425	1352	995	1475	5044	2842
2017	3529	2192	2107	2015	1848	2041	8573	4883
2016	1440	1521	1939	362	172	999	10013	5881
2015	669	1359	1360	1551	1116	1347	10682	7228
2014	399	1577	2021	1450	1785	1708	11081	8936
2013	1589	1814	2608	1679	3866	2492	12670	11428
2012	1495	1815	2282	1052	2862	2003	14165	13431
2011	1485	1465	2060	665	1752	1486	15650	14916
2010	2255	2590	2412	919	1618	1885	17906	16801

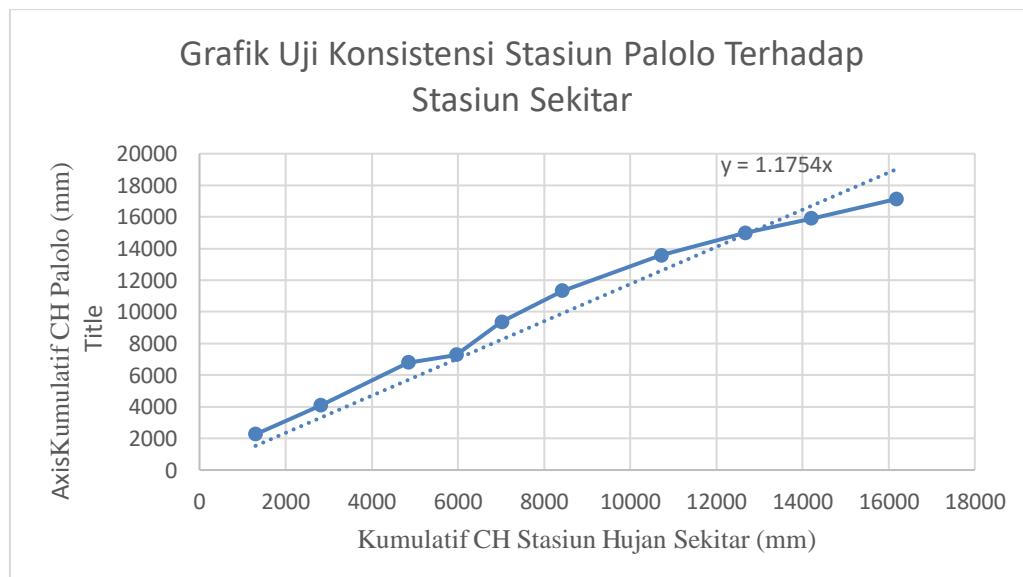
Gambar L.2.7 Grafik Hasil Perhitungan Kurva Massa Ganda Stasiun Bangga Bawah Setelah Terkoreksi



Tabel L.2.8 Hasil Perhitungan Kurva Massa Ganda Stasiun Palolo Setelah Terkoreksi

Tahun	CH Palolo (mm)	CH Pos Stasiun Sekitar (mm)				CH Rerata Stasiun Sekitar (mm)	Kumulatif	
		Tuva	Kulawi	Bangga Bawah	Wuasa		CH Palolo (mm)	CH Pos Stasiun Sekitar (mm)
2019	2254	1611	1300	1411	882	1301	2254	1301
2018	1821	2129	1425	1468	995	1504	4075	2805
2017	2714	2192	2107	2015	1848	2041	6789	4846
2016	488	1521	1939	822	172	1113	7277	5959
2015	2089	1359	1360	382	1116	1055	9365	7014
2014	1953	1577	2021	228	1785	1403	11318	8417
2013	2262	1814	2608	907	3866	2299	13580	10715
2012	1417	1815	2282	854	2862	1953	14997	12669
2011	896	1465	2060	848	1752	1531	15892	14200
2010	1237	2590	2412	1287	1618	1977	17130	16177

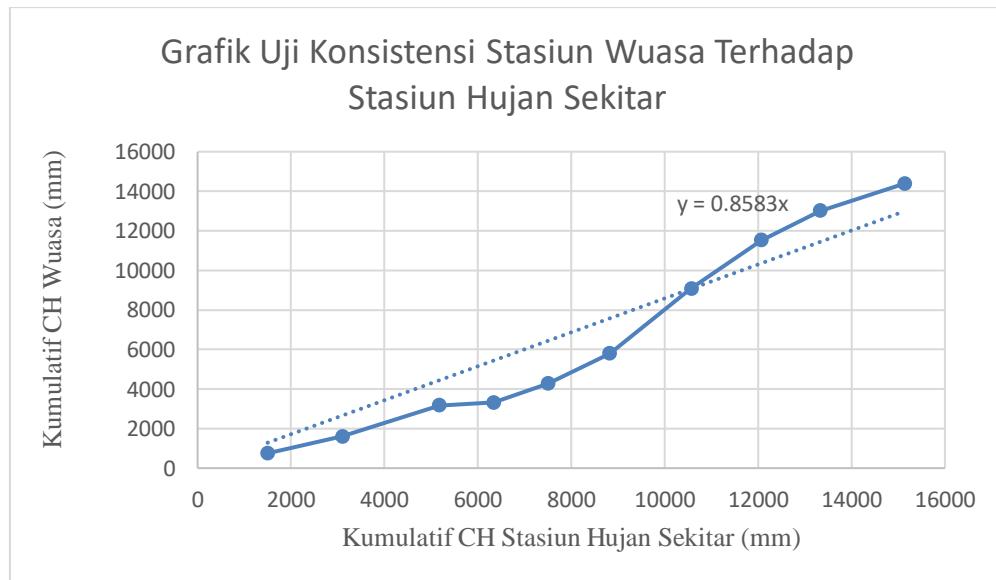
Gambar L.2.8 Grafik Hasil Perhitungan Kurva Massa Ganda Stasiun Palolo Setelah Terkoreksi



Tabel L.2.9 Hasil Perhitungan Kurva Massa Ganda Stasiun Wuasa Setelah Terkoreksi

Tahun	CH Wuasa (mm)	CH Pos Stasiun Sekitar (mm)				CH Rerata Stasiun Sekitar (mm)	Kumulatif	
		Tuva	Kulawi	Bangga Bawah	Palolo		CH Wuasa (mm)	CH Pos Stasiun Sekitar (mm)
2019	751	1611	1300	1411	1674	1499	751	1499
2018	847	2129	1425	1468	1352	1594	1598	3093
2017	1573	2192	2107	2015	2015	2082	3171	5175
2016	147	1521	1939	822	362	1161	3318	6336
2015	950	1359	1360	382	1551	1163	4268	7499
2014	1520	1577	2021	228	1450	1319	5788	8818
2013	3291	1814	2608	907	1679	1752	9079	10570
2012	2436	1815	2282	854	1052	1501	11515	12070
2011	1492	1465	2060	848	665	1259	13006	13330
2010	1377	2590	2412	1287	919	1802	14384	15132

Gambar L.2.9 Grafik Hasil Perhitungan Kurva Massa Ganda Stasiun Wuasa Setelah Terkoreksi



Lampiran 3 Hasil RAPS

Tabel L.3.1 Hasil Perhitungan Uji RAPS Periode Bulanan Data TRMM

No	Tanggal	Hujan (Y_i)	$Y_i - \bar{Y}$	Sk*	Dy ²	Sk**	[Sk**]
1	Jan-10	146.96	-35.46	-35.46	10.48	-0.53	0.53
2	Feb-10	177.77	-4.65	-40.12	0.18	-0.60	0.60
3	Mar-10	215.82	33.40	28.74	9.29	0.43	0.43
4	Apr-10	184.87	2.45	35.84	0.05	0.53	0.53
5	May-10	328.96	146.54	148.98	178.94	2.22	2.22
6	Jun-10	251.59	69.17	215.70	39.87	3.21	3.21
7	Jul-10	200.32	17.90	87.06	2.67	1.30	1.30
8	Aug-10	234.79	52.37	70.26	22.85	1.05	1.05
9	Sep-10	233.72	51.30	103.66	21.93	1.54	1.54
10	Oct-10	222.55	40.13	91.42	13.42	1.36	1.36
11	Nov-10	188.87	6.45	46.57	0.35	0.69	0.69
12	Dec-10	168.17	-14.25	-7.81	1.69	-0.12	0.12
13	Jan-11	114.97	-67.45	-81.71	37.92	-1.22	1.22
14	Feb-11	174.81	-7.61	-75.07	0.48	-1.12	1.12
15	Mar-11	140.65	-41.77	-49.39	14.54	-0.74	0.74
16	Apr-11	239.24	56.82	15.04	26.90	0.22	0.22
17	May-11	246.67	64.25	121.06	34.40	1.80	1.80
18	Jun-11	159.05	-23.37	40.87	4.55	0.61	0.61
19	Jul-11	176.12	-6.30	-29.68	0.33	-0.44	0.44
20	Aug-11	71.28	-111.14	-117.45	102.94	-1.75	1.75
21	Sep-11	161.06	-21.36	-132.51	3.80	-1.97	1.97
22	Oct-11	140.56	-41.86	-63.23	14.60	-0.94	0.94
23	Nov-11	203.44	21.02	-20.85	3.68	-0.31	0.31
24	Dec-11	294.15	111.73	132.74	104.02	1.98	1.98
25	Jan-12	205.99	23.57	135.29	4.63	2.01	2.01
26	Feb-12	191.41	8.99	32.55	0.67	0.48	0.48
27	Mar-12	242.84	60.42	69.40	30.42	1.03	1.03
28	Apr-12	314.27	131.85	192.26	144.86	2.86	2.86

29	May-12	282.89	100.47	232.31	84.11	3.46	3.46
30	Jun-12	153.90	-28.52	71.94	6.78	1.07	1.07
31	Jul-12	177.77	-4.65	-33.18	0.18	-0.49	0.49
32	Aug-12	149.44	-32.98	-37.64	9.07	-0.56	0.56
33	Sep-12	102.11	-80.31	-113.30	53.75	-1.69	1.69
34	Oct-12	170.21	-12.21	-92.53	1.24	-1.38	1.38
35	Nov-12	249.87	67.45	55.23	37.91	0.82	0.82
36	Dec-12	250.74	68.32	135.76	38.89	2.02	2.02
37	Jan-13	72.46	-109.96	-41.65	100.77	-0.62	0.62
38	Feb-13	147.27	-35.15	-145.12	10.30	-2.16	2.16
39	Mar-13	210.79	28.37	-6.79	6.71	-0.10	0.10
40	Apr-13	330.48	148.06	176.42	182.67	2.63	2.63
41	May-13	287.66	105.24	253.29	92.29	3.77	3.77
42	Jun-13	167.41	-15.01	90.22	1.88	1.34	1.34
43	Jul-13	279.33	96.91	81.89	78.26	1.22	1.22
44	Aug-13	184.88	2.46	99.36	0.05	1.48	1.48
45	Sep-13	166.95	-15.47	-13.02	2.00	-0.19	0.19
46	Oct-13	185.61	3.19	-12.29	0.08	-0.18	0.18
47	Nov-13	230.21	47.79	50.97	19.03	0.76	0.76
48	Dec-13	188.17	5.75	53.53	0.28	0.80	0.80
49	Jan-14	118.20	-64.22	-58.48	34.37	-0.87	0.87
50	Feb-14	68.31	-114.11	-178.34	108.52	-2.65	2.65
51	Mar-14	177.93	-4.49	-118.61	0.17	-1.77	1.77
52	Apr-14	265.11	82.69	78.19	56.97	1.16	1.16
53	May-14	340.67	158.25	240.93	208.68	3.59	3.59
54	Jun-14	182.46	0.04	158.28	0.00	2.36	2.36
55	Jul-14	221.15	38.73	38.76	12.50	0.58	0.58
56	Aug-14	159.52	-22.90	15.82	4.37	0.24	0.24
57	Sep-14	76.44	-105.98	-128.89	93.60	-1.92	1.92
58	Oct-14	138.56	-43.86	-149.85	16.03	-2.23	2.23
59	Nov-14	253.99	71.57	27.70	42.68	0.41	0.41
60	Dec-14	164.92	-17.50	54.06	2.55	0.80	0.80
61	Jan-15	106.95	-75.47	-92.98	47.47	-1.38	1.38

62	Feb-15	190.98	8.56	-66.92	0.61	-1.00	1.00
63	Mar-15	215.22	32.80	41.35	8.96	0.62	0.62
64	Apr-15	217.35	34.93	67.72	10.17	1.01	1.01
65	May-15	212.89	30.47	65.39	7.73	0.97	0.97
66	Jun-15	98.96	-83.46	-53.00	58.05	-0.79	0.79
67	Jul-15	75.01	-107.41	-190.88	96.15	-2.84	2.84
68	Aug-15	34.43	-147.99	-255.41	182.52	-3.80	3.80
69	Sep-15	59.61	-122.81	-270.81	125.69	-4.03	4.03
70	Oct-15	86.94	-95.48	-218.30	75.98	-3.25	3.25
71	Nov-15	243.10	60.68	-34.81	30.68	-0.52	0.52
72	Dec-15	131.15	-51.27	9.40	21.91	0.14	0.14
73	Jan-16	149.70	-32.72	-84.00	8.92	-1.25	1.25
74	Feb-16	214.68	32.26	-0.47	8.67	-0.01	0.01
75	Mar-16	229.01	46.59	78.84	18.09	1.17	1.17
76	Apr-16	331.62	149.20	195.78	185.50	2.91	2.91
77	May-16	209.60	27.18	176.37	6.15	2.62	2.62
78	Jun-16	186.83	4.41	31.58	0.16	0.47	0.47
79	Jul-16	198.06	15.64	20.04	2.04	0.30	0.30
80	Aug-16	120.18	-62.24	-46.61	32.29	-0.69	0.69
81	Sep-16	229.96	47.54	-14.71	18.83	-0.22	0.22
82	Oct-16	219.51	37.09	84.62	11.46	1.26	1.26
83	Nov-16	217.53	35.11	72.19	10.27	1.07	1.07
84	Dec-16	148.02	-34.40	0.70	9.86	0.01	0.01
85	Jan-17	90.50	-91.92	-126.33	70.42	-1.88	1.88
86	Feb-17	154.92	-27.50	-119.43	6.30	-1.78	1.78
87	Mar-17	196.82	14.40	-13.11	1.73	-0.20	0.20
88	Apr-17	204.27	21.85	36.24	3.98	0.54	0.54
89	May-17	337.99	155.57	177.41	201.67	2.64	2.64
90	Jun-17	193.85	11.43	166.99	1.09	2.49	2.49
91	Jul-17	233.40	50.98	62.40	21.65	0.93	0.93
92	Aug-17	176.02	-6.40	44.57	0.34	0.66	0.66
93	Sep-17	156.71	-25.71	-32.12	5.51	-0.48	0.48
94	Oct-17	266.16	83.74	58.02	58.43	0.86	0.86

95	Nov-17	345.86	163.44	247.17	222.59	3.68	3.68
96	Dec-17	118.76	-63.66	99.77	33.78	1.48	1.48
97	Jan-18	103.20	-79.22	-142.89	52.30	-2.13	2.13
98	Feb-18	103.01	-79.41	-158.64	52.55	-2.36	2.36
99	Mar-18	150.41	-32.01	-111.43	8.54	-1.66	1.66
100	Apr-18	219.68	37.26	5.24	11.57	0.08	0.08
101	May-18	173.66	-8.76	28.49	0.64	0.42	0.42
102	Jun-18	119.17	-63.25	-72.02	33.34	-1.07	1.07
103	Jul-18	161.35	-21.07	-84.33	3.70	-1.26	1.26
104	Aug-18	173.17	-9.25	-30.33	0.71	-0.45	0.45
105	Sep-18	87.86	-94.56	-103.82	74.52	-1.55	1.55
106	Oct-18	111.87	-70.55	-165.12	41.48	-2.46	2.46
107	Nov-18	192.09	9.67	-60.89	0.78	-0.91	0.91
108	Dec-18	174.19	-8.23	1.43	0.56	0.02	0.02
109	Jan-19	135.00	-47.42	-55.66	18.74	-0.83	0.83
110	Feb-19	191.46	9.04	-38.39	0.68	-0.57	0.57
111	Mar-19	115.63	-66.79	-57.76	37.18	-0.86	0.86
112	Apr-19	231.31	48.89	-17.91	19.92	-0.27	0.27
113	May-19	160.37	-22.05	26.83	4.05	0.40	0.40
114	Jun-19	235.43	53.01	30.95	23.41	0.46	0.46
115	Jul-19	102.39	-80.03	-27.03	53.38	-0.40	0.40
116	Aug-19	132.46	-49.96	-130.00	20.80	-1.93	1.93
117	Sep-19	99.91	-82.51	-132.48	56.74	-1.97	1.97
118	Oct-19	207.84	25.42	-57.10	5.38	-0.85	0.85
119	Nov-19	72.10	-110.32	-84.91	101.43	-1.26	1.26
120	Dec-19	48.45	-133.97	-244.30	149.58	-3.64	3.64

Jumlah	21890.87
Rerata	182.42
n	120
ΣDy^2	4514.82
Dy	67.1924
Sk** Maks =	3.77
Sk** Min =	-4.03
Q =	3.77
R =	7.80
$Q_{hitung} =$	$\frac{Q}{\sqrt{n}} = \frac{3,77}{\sqrt{120}}$
	= 0.34 DITERIMA
R_{hitung}	$\frac{R}{\sqrt{n}} = \frac{7,80}{\sqrt{120}}$
	= 0.71 DITERIMA

Lampiran 4 Hasil Uji Ketidakadaan Trend

Tabel L.4.1 Hasil Perhitungan Uji Ketidakadaan Trend Periode Tahunan di Stasiun Kulawi

No	Tahun	CH Tahunan	Peringkat Tt	Peringkat Rt	dt	dt ²
1	2010	2412	1	2	-1	1
2	2011	2060	2	5	-3	9
3	2012	2282	3	3	0	0
4	2013	2608	4	1	3	9
5	2014	2021	5	6	-1	1
6	2015	1360	6	9	-3	9
7	2016	1939	7	7	0	0
8	2017	2107	8	4	4	16
9	2018	1425	9	8	1	1
10	2019	1300	10	10	0	0
Jumlah						46

$$KP = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (dt)^2}{n^3 - n} = 1 - \frac{6 \times 46}{10^3 - 10}$$

$$= 0.72$$

$$t_{hitung} = KP \left[\frac{n-2}{1-KP^2} \right]^{\frac{1}{2}} = KP \left[\frac{n-2}{1-KP^2} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$= 2.94$$

$$dk = 8$$

Tabel L.4.2 Hasil Perhitungan Uji Ketidakadaan Trend Periode Tahunan di Stasiun Bangga Bawah

No	Tahun	CH Tahunan	Peringkat Tt	Peringkat Rt	dt	dt ²
1	2010	1287	1	4	-3	9
2	2011	848	2	7	-5	25
3	2012	854	3	6	-3	9
4	2013	907	4	5	-1	1
5	2014	228	5	10	-5	25
6	2015	382	6	9	-3	9
7	2016	822	7	8	-1	1
8	2017	2015	8	1	7	49
9	2018	1468	9	2	7	49
10	2019	1411	10	3	7	49
Jumlah						226

$$KP = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (dt)^2}{n^3 - n} = 1 - \frac{6 \times 226}{10^3 - 10}$$

$$= -0.37$$

$$t_{\text{hitung}} = KP \left[\frac{n-2}{1-KP^2} \right]^{\frac{1}{2}} = KP \left[\frac{n-2}{1-KP^2} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$= -1.13$$

$$dk = 8$$

Tabel L.4.3 Hasil Perhitungan Uji Ketidakadaan Trend Periode Tahunan di Stasiun Palolo

No	Tahun	CH Tahunan	Peringkat Tt	Peringkat Rt	dt	dt ²
1	2010	918.80	1	8	-7	49
2	2011	665.00	2	9	-7	49
3	2012	1052.30	3	7	-4	16
4	2013	1679.20	4	2	2	4
5	2014	1449.80	5	5	0	0
6	2015	1550.90	6	4	2	4
7	2016	362.20	7	10	-3	9
8	2017	2014.80	8	1	7	49
9	2018	1352.10	9	6	3	9
10	2019	1673.80	10	3	7	49
Jumlah						238

$$\begin{aligned}
 KP &= 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (dt)^2}{n^3 - n} &= 1 - \frac{6 \times 238}{10^3 - 10} \\
 &= -0.44 \\
 t_{\text{hitung}} &= KP \left[\frac{n-2}{1-KP^2} \right]^{\frac{1}{2}} &= KP \left[\frac{n-2}{1-KP^2} \right]^{\frac{1}{2}} \\
 &= -1.40
 \end{aligned}$$

$$dk = 8$$

Tabel L.4.4 Hasil Perhitungan Uji Ketidakadaan Trend Periode Tahunan di Stasiun Wuasa

No	Tahun	CH Tahunan	Peringkat Tt	Peringkat Rt	dt	dt ²
1	2010	1618.20	1	6	-5	25
2	2011	1752.20	2	5	-3	9
3	2012	2861.80	3	2	1	1
4	2013	3866.10	4	1	3	9
5	2014	1785.20	5	4	1	1
6	2015	1116.40	6	7	-1	1
7	2016	172.30	7	10	-3	9
8	2017	1848.20	8	3	5	25
9	2018	995.20	9	8	1	1
10	2019	882.00	10	9	1	1
Jumlah						82

$$\begin{aligned}
 KP &= 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (dt)^2}{n^3 - n} &= 1 - \frac{6 \times 82}{10^3 - 10} \\
 &= 0.50 \\
 t_{\text{hitung}} &= KP \left[\frac{n-2}{1-KP^2} \right]^{\frac{1}{2}} &= KP \left[\frac{n-2}{1-KP^2} \right]^{\frac{1}{2}} \\
 &= 1.65
 \end{aligned}$$

$$dk = 8$$

Tabel L.4.5 Hasil Perhitungan Uji Ketidakadaan Trend Periode Tahunan Data TRMM

No	Tahun	CH Tahunan	Peringkat Tt	Peringkat Rt	dt	dt ²
1	2010	2554.39	1	1	0	0
2	2011	2122.00	2	7	-5	25
3	2012	2491.44	3	2	1	1
4	2013	2451.22	4	5	-1	1
5	2014	2167.26	5	6	-1	1
6	2015	1672.59	6	10	-4	16
7	2016	2454.70	7	4	3	9
8	2017	2475.26	8	3	5	25
9	2018	1769.26	9	8	1	1
10	2019	1732.35	10	9	1	1
Jumlah						80

$$\begin{aligned}
 KP &= 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (dt)^2}{n^3 - n} = 1 - \frac{6 \times 80}{10^3 - 10} = 0.52 \\
 t_{\text{hitung}} &= KP \left[\frac{n-2}{1 - KP^2} \right]^{\frac{1}{2}} = KP \left[\frac{n-2}{1 - KP^2} \right]^{\frac{1}{2}} = 1.70
 \end{aligned}$$

$$dk = 8$$

Lampiran 5 Hasil Uji Stasioner F

Tabel L.5.1 Hasil Perhitungan Uji Stasioner F Periode Tahunan di Stasiun Kulawi

Kelompok 1			Kelompok 2		
No	Tahun	Curah Hujan	No	Tahun	Curah Hujan
1	2010	2411.7	1	2015	1360.3
2	2011	2059.5	2	2016	1939
3	2012	2282.1	3	2017	2107.2
4	2013	2608.4	4	2018	1425
5	2014	2021.4	5	2019	1299.6
Rerata		2276.6	Rerata		1626.2
Sd ₁		245.27	Sd ₂		369.82

$$n_1 = n_2 = 5$$

$$Sd = \left| \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n-1} \right|^{0,5}$$

$$Sd_1 = 245.27$$

$$Sd_2 = 369.82$$

$$dk = n - 1$$

$$dk_1 = dk_2 = 4$$

$$F_{hitung} = \frac{n_1 s d_1^2 (n_2 - 1)}{n_2 s d_2^2 (n_1 - 1)}$$

$$= 0.44$$

Tabel L.5.2 Hasil Perhitungan Uji Stasioner F Periode Tahunan di Stasiun Bangga Bawah

Kelompok 1			Kelompok 2		
No	Tahun	Curah Hujan	No	Tahun	Curah Hujan
1	2010	1287.4	1	2015	382.1
2	2011	847.7	2	2016	822
3	2012	853.7	3	2017	2014.5
4	2013	906.9	4	2018	1468.3
5	2014	227.7	5	2019	1410.7
Rerata		824.7	Rerata		1219.5
Sd ₁		380.34	Sd ₂		630.42

$$n_1 = n_2 = 5$$

$$Sd = \left| \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n-1} \right|^{0,5}$$

$$Sd_1 = 380.34$$

$$Sd_2 = 630.42$$

$$dk = n - 1$$

$$dk_1 = dk_2 = 4$$

$$F_{hitung} = \frac{n_1 s d_1^2 (n_2 - 1)}{n_2 s d_2^2 (n_1 - 1)}$$

$$= 0.36$$

Tabel L.5.3 Hasil Perhitungan Uji Stasioner F Periode Tahunan di Stasiun Palolo

Kelompok 1			Kelompok 2		
No	Tahun	Curah Hujan	No	Tahun	Curah Hujan
1	2010	2554.39	1	2015	1550.90
2	2011	2122.00	2	2016	362.20
3	2012	2491.44	3	2017	2014.80
4	2013	2451.22	4	2018	1352.10
5	2014	2167.26	5	2019	1673.80
Rerata		2357.3	Rerata		1390.8
Sd ₁		198.20	Sd ₂		623.42

$$n_1 = n_2 = 5$$

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n-1}}^{0,5}$$

$$Sd_1 = 198.20$$

$$Sd_2 = 623.42$$

$$dk = n - 1$$

$$dk_1 = dk_2 = 4$$

$$F_{\text{hitung}} = \frac{n_1 s d_1^2 (n_2 - 1)}{n_2 s d_2^2 (n_1 - 1)}$$

$$= 0.10$$

Tabel L.5.4 Hasil Perhitungan Uji Stasioner F Periode Tahunan di Stasiun Wuasa

Kelompok 1			Kelompok 2		
No	Tahun	Curah Hujan	No	Tahun	Curah Hujan
1	2010	1618.20	1	2015	1116.40
2	2011	1752.20	2	2016	172.30
3	2012	2861.80	3	2017	1848.20
4	2013	3866.10	4	2018	995.20
5	2014	1785.20	5	2019	882.00
Rerata		2376.7	Rerata		1002.8
Sd ₁		970.67	Sd ₂		598.33

$$n_1 = n_2 = 5$$

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n-1}}^{0,5}$$

$$Sd_1 = 970.67$$

$$Sd_2 = 598.33$$

$$dk = n - 1$$

$$dk_1 = dk_2 = 4$$

$$F_{hitung} = \frac{n_1 s d_1^2 (n_2 - 1)}{n_2 s d_2^2 (n_1 - 1)}$$

$$= 2.63$$

Tabel L.5.5 Hasil Perhitungan Uji Stasioner F Periode Tahunan Data TRMM

Kelompok 1			Kelompok 2		
No	Tahun	Curah Hujan	No	Tahun	Curah Hujan
1	2010	2554.39	1	2015	1672.59
2	2011	2122	2	2016	2454.70
3	2012	2491.44	3	2017	2475.26
4	2013	2451.22	4	2018	1769.26
5	2014	2167.26	5	2019	1732.35
Rerata		2357.3	Rerata		2020.8
Sd ₁		198.20	Sd ₂		406.98

$$n_1 = n_2 = 5$$

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n-1}}^{0,5}$$

$$Sd_1 = 198.20$$

$$Sd_2 = 406.98$$

$$dk = n - 1$$

$$dk_1 = dk_2 = 4$$

$$F_{hitung} = \frac{n_1 s d_1^2 (n_2 - 1)}{n_2 s d_2^2 (n_1 - 1)}$$

$$= 0.24$$

Lampiran 6 Hasil Uji Stasioner T

Tabel L.6.1 Hasil Perhitungan Uji Stasioner T Periode Tahunan di Stasiun Kulawi

Kelompok 1			Kelompok 2		
No	Tahun	Curah Hujan	No	Tahun	Curah Hujan
1	2005	2411.7	1	2010	1360.3
2	2006	2059.5	2	2011	1939
3	2007	2282.1	3	2012	2107.2
4	2008	2608.4	4	2013	1425
5	2009	2021.4	5	2014	1300
Rerata		2276.6	Rerata		1626.2
Sd ₁		245.27	Sd ₂		369.82

$$n_1 = n_2 = 5$$

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n-1}}^{0,5}$$

$$Sd_1 = 245.27$$

$$Sd_2 = 369.82$$

$$dk = n_1 + n_2 - 2$$

$$dk_1 = dk_2 = 8$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{(n_1 Sd_1)^2 + (n_2 Sd_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}}^{\frac{1}{2}}$$

$$= \sqrt{\frac{5 \times 245,272 + 5 \times 369,822}{5 + 5 - 2}}^{\frac{1}{2}}$$

$$= 350.82$$

$$t_{hitung} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sigma \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)^{\frac{1}{2}}} = \frac{245,27 - 369,82}{350,82 \left(\frac{1}{5} + \frac{1}{5} \right)^{\frac{1}{2}}}$$

$$= -0.56$$

Tabel L.6.2 Hasil Perhitungan Uji Stasioner T Periode Tahunan di Stasiun Bangga Bawah

Kelompok 1			Kelompok 2		
No	Tahun	Curah Hujan	No	Tahun	Curah Hujan
1	2005	1287.4	1	2010	382.1
2	2006	847.7	2	2011	822
3	2007	853.7	3	2012	2014.5
4	2008	906.9	4	2013	1468.3
5	2009	227.7	5	2014	1410.7
Rerata		824.7	Rerata		1219.5
Sd ₁		380.34	Sd ₂		630.42

$$\begin{aligned}
n_1 &= n_2 = 5 \\
Sd &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n-1}}^{0,5} \\
Sd_1 &= 380,34 \\
Sd_2 &= 630,42 \\
dk &= n_1 + n_2 - 2 \\
dk_1 &= dk_2 = 8 \\
\sigma &= \sqrt{\frac{n_1 sd_1^2 + n_2 sd_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}^{\frac{1}{2}} \\
&= \sqrt{\frac{5 \times 380,342 + 5 \times 630,422}{5 + 5 - 2}}^{\frac{1}{2}} \\
&= 582,07 \\
t_{hitung} &= \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sigma \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)^{\frac{1}{2}}} = \frac{380,34 - 630,42}{582,07 \left(\frac{1}{5} + \frac{1}{5} \right)^{\frac{1}{2}}} \\
&= -0,68
\end{aligned}$$

Tabel L.6.3 Hasil Perhitungan Uji Stasioner T Periode Tahunan di Stasiun Palolo

Kelompok 1			Kelompok 2		
No	Tahun	Curah Hujan	No	Tahun	Curah Hujan
1	2005	918.80	1	2010	1550.90
2	2006	665.00	2	2011	362.20
3	2007	1052.30	3	2012	2014.80
4	2008	1679.20	4	2013	1352.10
5	2009	1449.80	5	2014	1673.80
Rerata		1153.0	Rerata		1390.8
Sd ₁		408.69	Sd ₂		623.42

$$\begin{aligned}
n_1 &= n_2 = 5 \\
Sd &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n-1}}^{0,5} \\
Sd_1 &= 408.69 \\
Sd_2 &= 623.42 \\
dk &= n_1 + n_2 - 2 \\
dk_1 &= dk_2 = 8 \\
\sigma &= \sqrt{\frac{n_1 sd_1^2 + n_2 sd_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}^{\frac{1}{2}} \\
&= \sqrt{\frac{5 \times 408,692 + 5 \times 623,422}{5 + 5 - 2}}^{\frac{1}{2}} \\
&= 589,32 \\
t_{hitung} &= \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sigma \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)^{\frac{1}{2}}} = \frac{408,69 - 623,42}{589,32 \left(\frac{1}{5} + \frac{1}{5} \right)^{\frac{1}{2}}} \\
&= -0,58
\end{aligned}$$

Tabel L.6.4 Hasil Perhitungan Uji Stasioner T Periode Tahunan di Stasiun Wuasa

Kelompok 1			Kelompok 2		
No	Tahun	Curah Hujan	No	Tahun	Curah Hujan
1	2005	1618.20	1	2010	1116.40
2	2006	1752.20	2	2011	172.30
3	2007	2861.80	3	2012	1848.20
4	2008	3866.10	4	2013	995.20
5	2009	1785.20	5	2014	882.00
Rerata		2376.7	Rerata		1002.8
Sd ₁		970.67	Sd ₂		598.33

$$n_1 = n_2 = 5$$

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n-1}}$$

$$Sd_1 = 970.67$$

$$Sd_2 = 598.33$$

$$dk = n_1 + n_2 - 2$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{n_1 s^2 + n_2 s^2}{n_1 + n_2 - 2}} = \sqrt{\frac{5 \times 970,672 + 5 \times 598,332}{5 + 5 - 2}} = 901.46$$

$$t_{hitung} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sigma \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} = \frac{970,67 - 598,33}{901,46 \sqrt{\frac{1}{5} + \frac{1}{5}}} = 0.65$$

Tabel L.6.5 Hasil Perhitungan Uji Stasioner T Periode Tahunan Data TRMM

Kelompok 1			Kelompok 2		
No	Tahun	Curah Hujan	No	Tahun	Curah Hujan
1	2005	2554.39	1	2010	1672.59
2	2006	2122.00	2	2011	2454.70
3	2007	2491.44	3	2012	2475.26
4	2008	2451.22	4	2013	1769.26
5	2009	2167.26	5	2014	1732.35
Rerata		2357.3	Rerata		2020.8
Sd ₁		198.20	Sd ₂		406.98

$$n_1 = n_2 = 5$$

$$Sd = \left| \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n-1} \right|^{0,5}$$

$$Sd_1 = 198.20$$

$$Sd_2 = 406.98$$

$$dk = n_1 + n_2 - 2$$

$$dk_1 = dk_2 = 8$$

$$\sigma = \left(\frac{n_1 Sd_1^2 + n_2 Sd_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$= \left(\frac{5 \times 198,202 + 5 \times 406,982}{5 + 5 - 2} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$= 357.87$$

$$t_{\text{hitung}} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sigma \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)^{\frac{1}{2}}} = \frac{198,20 - 406,98}{357,87 \left(\frac{1}{5} + \frac{1}{5} \right)^{\frac{1}{2}}}$$

$$= -0.92$$