

ANALISIS HUJAN TRMM (*TROPICAL RAINFALL MEASURING MISSION*) MENJADI DEBIT DENGAN METODE NRECA PADA DAS BANGO

SKRIPSI

TEKNIK PENGAIRAN KONSENTRASI SISTEM INFORMASI

SUMBER DAYA AIR

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



NUGRAHA FAIZ ALNINO

NIIM. 175060407111042

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2021

LEMBAR PENGESAHAN
**ANALISIS HUJAN TRMM (*TROPICAL RAINFALL MEASURING
MISSION*) MENJADI DEBIT DENGAN METODE NRECA PADA DAS
BANGO**

SKRIPSI
TEKNIK PENGAIRAN
KONSENTRASI SISTEM INFORMASI SUMBER DAYA AIR

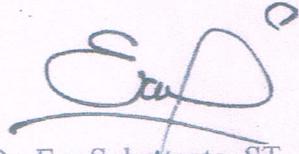
Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



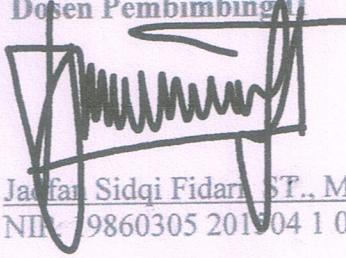
NUGRAHA FAIZ ALNINO
175060407111042

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
pada tanggal 7 Desember 2021

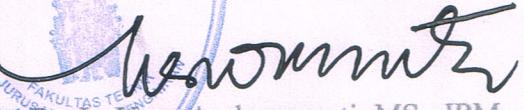
Dosen Pembimbing I


Dr. Ery Suhartanto, ST., MT.
NIP. 19730306 199903 1 002

Dosen Pembimbing II


Jaafar Sidqi Fidari, ST., MT.
NIP. 19860305 201904 1 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Pengairan


Dr. Ir. Ussy Andawayanti, MS., IPM.
NIP. 19610131 198609 2 001





**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM SARJANA**



SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI

Nomor : 31UN10.F07.14.11/2022

Sertifikat ini diberikan kepada :

NUGRAHA FAIZ ALNINO

Dengan Judul Skripsi :

**ANALISIS HUJAN TRMM (TROPICAL RAINFALL MEANSURING MISSION) MENJADI DEBIT DENGAN METODE
NRECA PADA DAS BANGO**

Telah dideteksi tingkat plagiiasinya dengan kriteria toleransi $\leq 20\%$, dan
dinyatakan Bebas dari Plagiasi pada tanggal 5 Januari 2022

Ketua Jurusan Teknik Pengairan

Dr. Ir. Rumi Asmaranto, ST.MT., IPM.
NIP. 19710830 200012 1 001

Ketua Program Studi S1 Teknik Pengairan

Dr. Ir. Hari Siswoyo, ST., MT.
NIP. 19751212 200012 1 001



PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang sepengetahuan saya, di dalam Naskah SKRIPSI ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam Naskah SKRIPSI ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIAT, saya bersedia SKRIPSI ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (SARJANA TEKNIK/Strata-1) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku

(Peraturan Menteri Pendidikan Nasional RI No. 17 Tahun 2010, Pasal 12 dan Pasal 13)

Malang, 7 Desember 2021
Mahasiswa,



Nama : Nugraha Faiz Alnino
NIM : 17506040711042
Jurusan TEKNIK PENGAIRAN



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

Jl. Mayjend. Haryono no. 167, Malang, 65145, Indonesia

Telp. : +62-341-587710, 587711; Fax : +62-341-551430

<http://teknik.ub.ac.id>

E-mail : teknik@ub.ac.id

UNDANG – UNDANG REPUBLIK INDONESIA

NOMOR 20 TAHUN 2003

SISTEM PENDIDIKAN NASIONAL

Pasal 25 Ayat 3 :

Lulusan Perguruan Tinggi Yang Karya Ilmiahnya Digunakan Untuk Memperoleh Gelar Akademik, Profesi, Atau Vokasi Terbukti Merupakan Jiplakan Dicabut Gelarnya.

Pasal 70 :

Lulusan Yang Karya Ilmiah Yang Digunakan Untuk Mendapatkan Gelar Akademik, Profesi, Atau Vokasi Sebagaimana Dimakud Dalam Pasal 25 Ayat (2) Terbukti Merupakan Jiplakan Dipidana Penjara Paling Lama Dua Tahun Dan/Atau Pidana Denda Paling Banyak Rp 200.000.000,00 (Dua Ratus Juta Rupiah)



Nugraha Faiz Alnino, Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya,

Desember 2021, *Analisis Hujan TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) menjadi Debit dengan Metode NRECA pada DAS Bango*, Dosen Pembimbing: Dr. Ery Suhartanto, ST., MT. dan Jafdan Sidqi Fidari, S.T., MT.

Perkembangan teknologi menyebabkan tersedianya banyak pilihan untuk penggunaan data pengindraan jauh dari satelit yang mempercepat proses pengumpulan data hujan secara spasial. Pada studi ini menggunakan data satelit hujan TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) yang diluncurkan NASA bersama badan penjelajahan antariksa Jepang, JAXA.

Data hujan pada satelit ini memiliki resolusi spasial sebesar $0,25^\circ \times 0,25^\circ$ yang mana tidak sebesar satelit lain yang telah ada, namun unggul secara resolusi temporal yang menyediakan data 3 jam-an dan harian. Adanya satelit meteorologi TRMM ini dapat menjadi alternatif untuk memberikan informasi data hujan spasial pada lokasi studi yaitu DAS Bango Malang.

Studi ini berfokus untuk mengetahui hasil kalibrasi dan validasi data hujan TRMM terhadap hujan lapangan (*ground station*) pada DAS Bango. Kemudian dari data hujan TRMM yang sudah tervalidasi, dilakukan permodelan debit menggunakan metode NRECA. Hasil dari data debit model NRECA dapat dilakukan validasi dengan data debit lapangan untuk mengevaluasi datanya, sehingga berdasarkan hasil simulasi permodelan tersebut nantinya dapat diterapkan parameter yang ada pada DAS sekitar yang memiliki sifat sama.

Dari studi yang dilakukan menunjukkan bahwa data curah hujan TRMM yang sudah terkoreksi menghasilkan data curah hujan lapangan yang lebih maksimal. Kemudian kesimpulan untuk data debit model NRECA dari hujan TRMM dapat digunakan untuk memprediksi data debit lapangan, karena nilainya debit modelnya mendekati. Namun perlu dilakukan koreksi data terlebih dahulu agar data yang digunakan lebih maksimal.

Kata Kunci: TRMM, NRECA, debit, kalibrasi, validasi.



(halaman ini sengaja dikosongkan)

Nugraha Faiz Alnino, Departmet of Water Resources Engineering, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, Desember 2021, Hydrological Analysis of TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) into Flow Discharge Using the NRECA Method on the Bango Watershed, Academic Supervisors: Dr. Ery Suhartanto, ST., MT. and Jadfan Sidqi Fidari, S.T., MT.

Many alternatives for using remote sensing data from satellites have become available as a result of technological advancements, which has sped up the process of recording spatial rain data. TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) data from NASA's satellite was used in this research as a rain data source. This satellite's rain data has a spatial resolution of $0,25^\circ \times 0,25^\circ$, which is not as high as other satellites, but it excels in temporal resolution, providing three hourly and daily data. The existence of this TRMM meteorological satellite could be a viable alternative for providing spatial rainfall data at the study site, the Bango Malang watershed.

The purpose of this research is to learn the results of TRMM rain data calibration and validation on ground station rain in the Bango watershed. The NRECA method is then used to model flow discharge using the TRMM rain data that has been validated. The results of the NRECA model flow discharge data can be validated with field flow discharge data to evaluate the data, so that based on the model simulation results, the parameters in the surrounding watersheds that have the same characteristics can be applied.

According to the findings of the research, corrected TRMM rainfall data produces rainfall data that is more in line with field data. Then, because the flow discharge model value is close to field data, the conclusion for NRECA model flow discharge data from TRMM rain can be utilized to predict field flow discharge data. However, it is necessary to correct the data first in order for the data to be more optimal.

Keywords: TRMM, NRECA, flow discharge, calibration, validation.



KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang maha pengasih dan penyayang, atas rahmat, taufik hidayah, dan karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan laporan skripsi ini yang berjudul “Analisa Hujan TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) Menjadi Debit Dengan Metode NRECA Pada DAS Bango”. Sebagai salah satu kurikulum, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Jurusan Teknik Pengairan, Pelaksanaan dan Penyusunan laporan skripsi merupakan persyaratan yang harus dilakukan atau dipenuhi oleh setiap mahasiswa dalam penyelesaikan tugasnya. Laporan ini diambil dari referensi pustaka-pustaka yang ada.

Dalam kesempatan kali ini penyusun mengucapkan banyak terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua Orang Tua dan keluarga besar atas doa dan dukungannya.
 2. Bapak Dr. Ery Suhartanto, ST., MT. dan bapak Jadfan Sidqi Fidari, ST., MT. Selaku dosen pembimbing dengan sabar senantiasa memberikan bimbingan, ide, ilmu, dan pengarahan dalam penyelesaian laporan ini.
 3. Dr. Hari Siswoyo, ST., MT. selaku dosen pembimbing akademik.
 4. Muhammad Ilham, Sebagai Partner dalam menyelesaikan laporan skripsi ini.
 5. Sahabat-sahabat Teknik Pengairan 2017 yang telah memberikan dukungan-dukungan terhadap penulis.
 6. Semua pihak yang telah membantu terselesaikannya laporan ini yang tidak dapat penulis sebutkan.

Akhir kata penyusunan mengharapkan saran dan kritik yang membangun guna kesempurnaan tugas ini, serta penyusunan berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat.

Malang, September 2021

DAFTAR ISI	iii
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah.....	2
1.3. Rumusan Masalah.....	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Tujuan	4
1.5.1. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk:	4
1.6. Manfaat	4
1.6.1. Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini yaitu:	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Siklus Hidrologi.....	5
2.2. Daerah Aliran Sungai (DAS).....	5
2.2.1. Pengertian Daerah Aliran Sungai (DAS).....	5
2.2.2. Pola Aliran Sungai	5
2.2.3. Bentuk Daerah Aliran Sungai (DAS)	7
2.2.4. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Aliran Sungai	8
2.3. <i>Tropical Rainfall Measurement Mission</i> (TRMM)	10
2.4. Analisa Data Hujan.....	11
2.4.1. Estimasi Data Hujan yang Hilang	11
2.4.2. Uji Konsistensi Data Hujan	12
2.5. Analisa Curah Hujan Rerata Daerah Aliran Sungai	16
2.6. Uji Konsistensi Data Debit	19
2.6.1. Analisa RAPS (Rescaled Adjusted Partial Sums)	19
2.7. Evapotranspirasi	20
2.8. Metode NRECA.....	21
2.9. Analisa Kesesuaian Metode	24

2.9.1. Kalibrasi	24
2.9.2. Validasi Data	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	29
3.1. Deskripsi Lokasi Studi	29
3.2. Kondisi Daerah Studi	34
3.2.1. Topografi	34
3.2.2. Iklim	34
3.2.3. Jenis Tanah	34
3.2.4. Hidrologi	34
3.3. Jenis Metode Penelitian	35
3.4. Data Yang Dibutuhkan	35
3.5. Tahapan Penyelesaian Studi	37
3.6. Diagram Alir Penelitian	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1. Pengumpulan Data	43
4.2. Analisis Kualitas Data	44
4.2.1. Uji Konsistensi	44
4.2.2. Uji Stasioner	53
4.2.3. Uji Persistensi	59
4.2.4. Uji Konsistensi Data Debit	60
4.3. Curah Hujan Rerata Wilayah	72
4.3.1. Rekapitulasi Curah Hujan Rerata Wilayah	72
4.3.2. Perhitungan Curah Hujan Rerata Wilayah	75
4.3.3. Evapotranspirasi	78
4.4. Analisis Validasi Data (Hujan)	82
4.4.1. Analisis Validasi Data Tidak Terkoreksi	82
4.4.2. Analisis Validasi Data Terkoreksi	90
4.5. Metode NRECA	146
4.6. Analisis Validasi Data (Debit)	153
4.6.1. Analisis Kalibrasi Data	154
4.6.2. Analisis Validasi Data	183
BAB V PENUTUP	209
5.1. Kesimpulan	209
5.2. Saran	209
DAFTAR PUSTAKA	211

No	Judul	Halaman
Tabel 3. 1	Lokasi stasiun pencatat debit dan pos hujan di DAS Bango.....	29
Tabel 3. 2	Topografi Wilayah DAS Bango.....	34
Tabel 3. 3	Data yang Digunakan Untuk Perhitungan	36
Tabel 4. 1	Uji Konsistensi Kurva Massa Ganda Pos Hujan Stasiun Belimbang	45
Tabel 4. 2	Perhitungan Uji RAPS Data Curah Hujan TRMM Tahunan.....	48
Tabel 4. 3	Rekapitulasi Hasil Uji RAPS Data Curah Hujan TRMM Pada Setiap Periode	48
Tabel 4. 4	Ketidakadaan Trend Metode <i>Spearman</i> Stasiun Hujan Belimbing	50
Tabel 4. 5	Rekapitulasi Perhitungan Metode Spearman	50
Tabel 4. 6	Uji <i>Mann and Whitney</i> Stasiun Hujan Belimbng	51
Tabel 4. 7	Rekapitulasi perhitungan <i>Mann</i> dan <i>Whitney</i>	52
Tabel 4. 8	Uji Cox dan Stuart Stasiun Hujan Belimbng	52
Tabel 4. 9	Rekapitulasi Perhitungan Cox dan Stuart	53
Tabel 4. 10	Pembagian Kelompok untuk Uji F Data Curah Hujan TRMM Bulanan	53
Tabel 4. 11	Rekapitulasi Hasil Uji Kestabilan Varian (Uji F) Perode Bulanan.....	55
Tabel 4. 12	Rekapitulasi Hasil Uji Kestabilan Varian (Uji F) Perode Tahunan	55
Tabel 4. 13	Pembagian Kelompok untuk Uji t Data Curah Hujan TRMM Bulanan	56
Tabel 4. 14	Rekapitulasi Hasil Uji Kestabilan Rata-Rata (Uji t) periode tahunan.	58
Tabel 4. 15	Rekapitulasi Hasil Uji Kestabilan Rata-Rata (Uji t) periode bulanan. ...	58
Tabel 4. 16	Rekapitulasi Hasil Uji Stasioner	59
Tabel 4. 17	Uji Persistensi pada data TRMM (<i>Tropical Rainfall Measuring Mission</i>) dengan Periode Bulanan.....	60
Tabel 4. 18	Rekapitulasi Perhitungan Uji Persistensi	60
Tabel 4. 19	Perhitungan Uji RAPS Data Debit AWLR	62
Tabel 4. 20	Rekapitulasi Hasil Uji RAPS Data Debit AWLR Pada Setiap Periode ..	63
Tabel 4. 21	Ketidakadaan Trend Metode Spearman pada data debit AWLR Periode Tahunan	64
Tabel 4. 22	Rekapitulasi Perhitungan Metode Spearman pada Data Debit AWLR Setiap Periode	64

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 23	Uji Mann dan Whitney pada Data Debit AWLR dengan Periode Tahunan	65
Tabel 4. 24	Uji Cox dan Stuart pada Data Debit AWLR Periode Tahunan	66
Tabel 4. 25	Rekapitulasi Perhitungan <i>Cox dan Stuart</i> Data Debit AWLR Setiap Periode	67
Tabel 4. 26	Pembagian Kelompok untuk Uji F pada Data Debit AWLR Periode Tahunan	67
Tabel 4. 27	Rekapitulasi Hasil Uji Kestabilan Varian (Uji F) pada Data Debit Setiap Periode	68
Tabel 4. 28	Pembagian Kelompok untuk Uji t pada Data Debit AWLR Periode Tahunan	69
Tabel 4. 29	Rekapitulasi Hasil Uji Kestabilan Rata-Rata (Uji t) pada Data Debit Setiap Periode	70
Tabel 4. 30	Uji Persistensi pada Data Debit AWLR Periode Tahunan	71
Tabel 4. 31	Rekapitulasi Perhitungan Uji Persistensi pada Data Debit Setiap Periode	72
Tabel 4. 32	Nilai Faktor Pengaruh Luas Pos Hujan(Kr).....	75
Tabel 4. 33	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Curah Hujan Rerata Wilayah Periode Bulanan	75
Tabel 4. 34	Perhitungan Evapotranspirasi Metode Penman tahun 2010	81
Tabel 4. 35	Perhitungan Komponen Uji Validasi Tidak Terkoreksi 10 Tahun Periode Bulanan.....	84
Tabel 4. 36	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Validasi Data tidak Terkoreksi	89
Tabel 4. 37	Curah Hujan TRMM Terkoreksi Dalam Tiap Persamaan Tahap Validasi 6 Tahun.....	94
Tabel 4. 38	Rekapitulasi nilai R Tahap Kalibrasi Periode Bulanan	96
Tabel 4. 39	Curah Hujan TRMM Terkoreksi Dalam Tiap Persamaan Tahap Validasi 4 Tahun.....	98
Tabel 4. 40	Rekapitulasi nilai R Tahap Kalibrasi Periode Bulanan	99
Tabel 4. 41	Perhitungan Komponen Uji Validasi Persamaan Polinomial 4 Tahun...	100
Tabel 4. 42	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Analisis Validasi Data Terkoreksi 4 Tahun	102
Tabel 4. 43	Curah Hujan TRMM Terkoreksi Menggunakan Setiap Persamaan Tahap Kalibrasi 7 Tahun	106

Tabel 4. 44	Rekapitulasi nilai R Tahap Kalibrasi Periode Bulanan.....	108
Tabel 4. 45	Curah Hujan TRMM terkoreksi Dalam Tiap Persamaan Tahap	
	Validasi 3 Tahun	110
Tabel 4. 46	Rekapitulasi nilai R Tahap Kalibrasi Periode Bulanan.....	111
Tabel 4. 47	Perhitungan Analisis Lanjutan Komponen Persamaan Polinomial untuk Validasi Bulanan Data 3 Tahun	112
Tabel 4. 48	Perhitungan Analisis Lanjutan Komponen Persamaan Berpangkat untuk Validasi Bulanan Data 3 Tahun	114
Tabel 4. 49	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Analisis Validasi Data Terkoreksi 3 Tahun	117
Tabel 4. 50	Curah Hujan TRMM Terkoreksi Menggunakan Setiap Persamaan Tahap Kalibrasi 8 Tahun.....	121
Tabel 4. 51	Rekapitulasi nilai R Tahap Kalibrasi Periode Bulanan.....	123
Tabel 4. 52	Curah Hujan TRMM Terkoreksi Menggunakan Setiap Persamaan	125
Tabel 4. 53	Rekapitulasi nilai R Periode Bulanan	126
Tabel 4. 54	Perhitungan Analisis Lanjutan Komponen Persamaan Polinomial untuk Validasi Bulanan Data 2 Tahun	127
Tabel 4. 55	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Analisis Validasi Data Terkoreksi 2 Tahun	128
Tabel 4. 56	Curah Hujan TRMM Terkoreksi Menggunakan Setiap Persamaan Tahap Kalibrasi 9 Tahun.....	133
Tabel 4. 57	Rekapitulasi nilai R Tahap Kalibrasi Metode Bulanan.....	136
Tabel 4. 58	Curah Hujan TRMM Terkoreksi Menggunakan Setiap Persamaan	137
Tabel 4. 59	Rekapitulasi nilai R Periode Bulanan	137
Tabel 4. 60	Perhitungan Analisis Lanjutan Komponen Persamaan Polinomial untuk Validasi Bulanan Data 1 Tahun	139
Tabel 4. 61	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Analisis Validasi Data Terkoreksi 1 Tahun	140
Tabel 4. 62	Rekapitulasi Hasil Persamaan Kalibrasi Curah Hujan terhadap Curah Hujan Pos Stasiun	141
Tabel 4. 63	Rekapitulasi hasil R (Koefisien Korelasi) Tahap Kalibrasi	141
Tabel 4. 64	Rekapitulasi hasil R (Koefisien Korelasi) Tahap Validasi	142
Tabel 4. 65	Rekapitulasi dalam Hasil Sinkronisasi Untuk Jenis Persamaan Terpilih	142

Tabel 4. 66	Rekapitulasi dalam Hasil Sinkronisasi Untuk Jenis Persamaan Terpilih Seluruh Periode.....	144
Tabel 4. 67	Perhitungan Hujan Debit Model NRECA Tahun 2010	149
Tabel 4. 68	Perhitungan Komponen Uji Kalibrasi Data Debit Tahun 2010	152
Tabel 4. 69	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Komponen Uji Kalibrasi Data Debit NRECA tahun 2010 - 2018.....	153
Tabel 4. 70	Perhitungan Komponen untuk Uji Kalibrasi dengan Panjang Data 8 Tahun Periode Bulanan.....	155
Tabel 4. 71	Perhitungan Komponen untuk Uji Kalibrasi dengan Panjang Data 7 Tahun Periode Bulanan.....	163
Tabel 4. 72	Perhitungan Komponen untuk Uji Kalibrasi dengan Panjang Data 6 Tahun Periode Bulanan.....	170
Tabel 4. 73	Perhitungan Komponen untuk Uji Kalibrasi dengan Panjang Data 5 Tahun Periode Bulanan.....	177
Tabel 4. 74	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Kalibrasi Data Periode Bulanan	182
Tabel 4. 75	Perhitungan Komponen untuk Uji Validasi dengan Panjang Data 1 Tahun Periode Bulanan.....	184
Tabel 4. 76	Perhitungan Komponen untuk Uji Validasi dengan Panjang Data 2 Tahun Periode Bulanan.....	188
Tabel 4. 77	Perhitungan Komponen untuk Uji Validasi dengan Panjang Data 3 Tahun Periode Bulanan.....	193
Tabel 4. 78	Perhitungan Komponen untuk Uji Kalibrasi dengan Panjang Data 4 Tahun Periode Bulanan.....	198
Tabel 4. 79	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Validasi Data Debit.....	204
Tabel 4. 80	Rekapitulasi Hasil Analisis Validasi Data Debit Seluruh Periode	204

No	Judul	Halaman
Gambar 4. 1	Grafik kurva massa ganda Stasiun Hujan Belimbing	46
Gambar 4. 2	Hasil <i>input</i> batas DAS dan titik pos stasiun hujan Das Bango.	72
Gambar 4. 3	Pemilihan <i>tools</i> untuk membuat Poligon Thiessen.....	73
Gambar 4. 4	Proses memasukkan data lokasi pos stasiun hujan.....	73
Gambar 4. 5	Hasil Poligon Thiessen pada DAS.....	74
Gambar 4. 6	Tampilan <i>Attribute Table</i> untuk luas pengaruh stasiun hujan.	74
Gambar 4. 7	<i>Scatterplot</i> Kalibrasi 6 Tahun Periode Bulanan Regresi Eksponensial..	91
Gambar 4. 8	<i>Scatterplot</i> Kalibrasi 6 Tahun Periode Bulanan Regresi Linear	91
Gambar 4. 9	<i>Scatterplot</i> Kalibrasi 6 Tahun Periode Bulanan Regresi Logaritmik	92
Gambar 4. 10	<i>Scatterplot</i> Kalibrasi 6 Tahun Periode Bulanan Regresi Polinomial.....	92
Gambar 4. 11	<i>Scatterplot</i> Kalibrasi 6 Tahun Periode Bulanan Regresi Berpangkat	93
Gambar 4. 12	<i>Scatterplot</i> Kalibrasi 7 Tahun Periode Bulanan Regresi Eksponensial....	103
Gambar 4. 13	<i>Scatterplot</i> Kalibrasi 7 Tahun Periode Bulanan Regresi Linear	104
Gambar 4. 14	<i>Scatterplot</i> Kalibrasi 7 Tahun Periode Bulanan Regresi Logaritmik	104
Gambar 4. 15	<i>Scatterplot</i> Kalibrasi 7 Tahun Periode Bulanan Regresi Polinomial.....	105
Gambar 4. 16	<i>Scatterplot</i> Kalibrasi 7 Tahun Periode Bulanan Regresi Berpangkat	105
Gambar 4. 17	<i>Scatterplot</i> Kalibrasi 8 Tahun Periode Bulanan Regresi Eksponensial..	118
Gambar 4. 18	<i>Scatterplot</i> Kalibrasi 8 Tahun Periode Bulanan Regresi linear	118
Gambar 4. 19	<i>Scatterplot</i> Kalibrasi 8 Tahun Periode Bulanan Regresi logaritmik.....	119
Gambar 4. 20	<i>Scatterplot</i> Kalibrasi 8 Tahun Periode Bulanan Regresi Polinomial.....	119
Gambar 4. 21	<i>Scatterplot</i> Kalibrasi 8 Tahun Periode Bulanan Regresi Berpangkat	120
Gambar 4. 22	<i>Scatterplot</i> Kalibrasi 9 Tahun Periode Bulanan Regresi Eksponensial...	130
Gambar 4. 23	<i>Scatterplot</i> Kalibrasi 9 Tahun Periode Bulanan Regresi Linear.....	130
Gambar 4. 24	<i>Scatterplot</i> Kalibrasi 9 Tahun Periode Bulanan Regresi Logaritmik.....	131
Gambar 4. 25	<i>Scatterplot</i> Kalibrasi 9 Tahun Periode Bulanan Regresi Polinomial	131
Gambar 4. 26	<i>Scatterplot</i> Kalibrasi 9 Tahun Periode Bulanan Regresi Berpangkat	132
Gambar 4. 27	Grafik Hujan Debit Model NRECA Tahun 2010	150
Gambar 4. 28	<i>Scatter Plot</i> Perbandingan Debit AWLR dan Debit Model NRECA	151
Gambar 4. 29	Grafik Perbandingan Debit AWLR dan Debit Model NRECA	151

Gambar 4. 30 Scatter Plot Perbandingan Debit AWLR dan Debit Model NRECA Bulanan (8 Tahun) 2010 - 2017	160
Gambar 4. 31 Grafik Perbandingan Debit AWLR dan Debit Model NRECA Bulanan (8 Tahun) 2010 - 2017	161
Gambar 4. 32 Scatter Plot Perbandingan Debit AWLR dan Debit Model NRECA Bulanan (7 Tahun) 2010 - 2016	167
Gambar 4. 33 Grafik Perbandingan Debit AWLR dan Debit Model NRECA Bulanan (7 Tahun) 2010 - 2016	168
Gambar 4. 34 Scatter Plot Perbandingan Debit AWLR dan Debit Model NRECA Bulanan (6 Tahun) 2010 - 2015	174
Gambar 4. 35 Grafik Perbandingan Debit AWLR dan Debit Model NRECA Bulanan (6 Tahun) 2010 - 2015	175
Gambar 4. 36 Scatter Plot Perbandingan Debit AWLR dan Debit Model NRECA Bulanan (5 Tahun) 2010 - 2014	180
Gambar 4. 37 Grafik Perbandingan Debit AWLR dan Debit Model NRECA Bulanan (5 Tahun) 2010 - 2014	181
Gambar 4. 38 Scatter Plot Perbandingan Debit AWLR dan Debit Model NRECA Bulanan (1 Tahun) 2018	185
Gambar 4. 39 Grafik Perbandingan Debit AWLR dan Debit Model NRECA Bulanan (1 Tahun) 2018	186
Gambar 4. 40 Scatter Plot Perbandingan Debit AWLR dan Debit Model NRECA Bulanan (2 Tahun) 2017 - 2018	190
Gambar 4. 41 Grafik Perbandingan Debit AWLR dan Debit Model NRECA NRECA Bulanan (2 Tahun) 2017 - 2018	191
Gambar 4. 42 Scatter Plot Perbandingan Debit AWLR dan Debit Model NRECA Bulanan (3 Tahun) 2016 - 2018	195
Gambar 4. 43 Grafik Perbandingan Debit AWLR dan Debit Model NRECA Bulanan (3 Tahun) 2016 - 2018	196
Gambar 4. 44 Scatter Plot Perbandingan Debit AWLR dan Debit Model NRECA Bulanan (4 Tahun) 2015 - 2018	201
Gambar 4. 45 Grafik Perbandingan Debit AWLR dan Debit Model NRECA Bulanan (4 Tahun) 2015 - 2018	202
Gambar 4. 46 Scatter Plot Perbandingan Debit AWLR dan Debit Model NRECA Seluruh Periode	206



Gambar 4. 47 Grafik Perbandingan Debit AWLR dan Debit Model NRECA Seluruh Periode

207



No	Judul	Halaman
Lampiran 1	Data Curah Hujan Pos Stasiun Hujan	213
Lampiran 2	Data Curah Hujan TRMM	244
Lampiran 3	Data Debit AWLR	255
Lampiran 4	Uji Konsistensi Kurva Massa Ganda	265
Lampiran 5	Uji RAPS	272
Lampiran 6	Uji Trend Spearman	274
Lampiran 7	Uji Ketiadaaan Trend Mann and Whitney	276
Lampiran 8	Uji Ketiadaan Trend Cox and Stuart	282
Lampiran 9	Uji Stasioner	286
Lampiran 10	Uji Persistensi	290
Lampiran 11	Curah Hujan Rerata Wilayah	291
Lampiran 12	Evapotranspirasi Penman	294
Lampiran 13	Metode NRECA	305

1.1. Latar Belakang

Proses siklus hidrologi di bumi berlangsung terus menerus yang membuat air menjadi sumberdaya alam yang dapat diperbarui, maka secara umum jumlah air di bumi dapat dikatakan sama. Siklus hidrologi sebenarnya sangat kompleks dan mempunyai ruang lingkup yang luas sehingga untuk analisinya diperlukan untuk penyederhanaan untuk memperoleh model yang mewakili keadaan sebenarnya.

Perencanaan hidrologi selalu berkaitan dengan karakteristik daerah aliran sungai (DAS).

Di dalam sistem daerah aliran sungai, vegetasi, jenis tanah, aliran air dan hujan yang saling berinteraksi secara dinamis. Curah hujan dan karakteristik daerah aliran sungai tersebut sangat mempengaruhi kondisi debit aliran sungai.

Kenyataanya ketersediaan data untuk mendapatkan debit aliran sungai sering kali tidak lengkap, sehingga para perencana bangunan air kesulitan untuk mendapatkan data. Oleh karena itu harus dilakukan pengalihragaman hujan ke debit yang bertujuan untuk merubah data hujan menjadi debit.

Teknologi yang dapat dipakai untuk mendapatkan informasi curah hujan khususnya di daerah wilayah tropis yaitu menggunakan satelit TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*), yang dimana dikembangkan oleh NASA sebagai data curah hujan spasial. Resolusi spasial TRMM memiliki besar $0,25$ derajat \times $0,25$ derajat, tidak sebesar satelit lain, namun TRMM unggul secara resolusi temporal yang memiliki data 3 jam-an dan harian. Kemudian, di Indonesia metode simulasi hujan aliran yang sering digunakan salah satunya yaitu NRECA (*Natural Rural Electrical Cooperation Agency*). Metode ini menggambarkan bahwa hujan yang jatuh pada suatu daerah baik pada tanah maupun tumbuhan Sebagian lainnya akan mengalami penguapan, Sebagian menjadi *surface runoff* dan Sebagian lainnya akan mengalami infiltrasi dan perkolasi. Metode NRECA banyak digunakan pada daerah dengan curah hujan rendah.

Selain itu studi ini berdasarkan pada berbagai penelitian dan Jurnal sebelumnya yang mempunyai persamaan dalam hal kebutuhan data, Lokasi, dan Pengolahan Data yaitu antara lain: "Perbandingan Metode Alihragam Hujan Menjadi Debit dengan F.J Mock dan NRECA di DAS Kemuning Kabupaten Sampang" oleh Lyn Alby tahun 2018.

2

1. "Validasi Data Curah Hujan TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) dengan Pos Stasiun Hujan di Sub DAS Bango" oleh Mutiara Attahirah tahun 2019.
2. "Analisa Perbandingan Metode NRECA Dan THORNTHWAITE-MATHER Dalam Transformasi Hujan Menjadi Debit Pada SUB DAS Konto Hulu Kabupaten Malang" oleh Andy Wijayanto tahun 2019
3. "Analisa Evapotranspirasi Rujukan (ET0) Dengan Rumus Empiris dan Model ANN di Stasiun Meteorologi Klas I Juanda Surabaya" oleh Dinia Dwi Rakhmawati tahun 2019.
4. "Analisis Hujan Dan Tata Lahan Terhadap Limpasan Permukaan di SUB DAS Pekalen Kabupaten Probolinggo" oleh Nurdyianto Nurdyianto tahun 2016.

1.2. Identifikasi Masalah

DAS Bango merupakan salah satu daerah aliran sungai yang berada di Malang, Jawa Timur. Debit pada daerah aliran sungai Bango banyak dimanfaatkan sebagai air baku (PDAM) dan juga pertanian pada daerah seperti Singosari, Karangploso, Blimbings. Informasi data curah hujan maupun data debit sangat dibutuhkan untuk pemenuhan kebutuhan data dan mendukung pengelolaan sumber daya air DAS Bango.

Ketersediaan data curah hujan dari pos-pos hujan sekitar DAS Bango dapat menghasilkan curah hujan rerata wilayah. Namun karena Kondisi di Lapangan, Pos hujan di daerah DAS Bango terkadang data hujan ada yang tidak tercatat dan memiliki akurasi yang tidak pasti. Terlebih juga permasalahan kekeringan yang terjadi di DAS Bango diakibatkan data yang ada tidak memberikan gambaran daerah yang mengalami kekurangan dan kelebihan curah hujan. maka dapat digunakan data curah hujan spasial dari satelit TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) di Das Bango yang lebih mewakili curah hujan secara spasial yang terjadi di DAS Bango dimana sudah memakai teknologi *remote sensing*. Namun, Data satelit TRMM memiliki kekurangan yaitu Data satelit tersebut belum pasti ke akurasianya dengan kondisi di lapangan yaitu di DAS Bango. Dalam memastikan akurasi data TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) DAS Bango yang ada, dapat dilakukan uji validasi untuk pengujian akurasi data TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) dengan data stasiun hujan dengan periode 9:1, 8:2, 7:3, 6:4.

Ketersediaan data debit dari stasiun pencatat debit AWLR (*Automatic Water Level Recorder*) di DAS Bango dapat menghasilkan data debit harian ataupun hidrograf aliran.

Namun karena kondisi di lapangan terkadang data debit yang ada tidak tercatat atau mengalami kerusakan. Dalam memastikan hal ini dapat dilakukan pengalih ragaman data

curah hujan, dimana yang digunakan ialah data curah hujan TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) yang telah melalui uji validasi dengan periodasi tahunan, menjadi data

debit aliran. Metode pengalih ragaman yang digunakan ialah simulasi NRECA. Dari hasil simulasi alih ragam curah hujan ke debit tersebut dapat bermanfaat untuk pengelolaan sumber daya air DAS Bango dan sekitarnya.

1.3. Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini meliputi sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil kalibrasi dan validasi data curah hujan TRMM terhadap data curah hujan pos stasiun hujan yang terletak pada daerah Das Bango dengan menggunakan periode bulanan?
2. Bagaimana hasil analisis data curah hujan TRMM menjadi data debit dengan menggunakan Metode NRECA pada Das Bango?
3. Bagaimana hasil validasi Metode NRECA dengan data debit AWLR (*Automatic Water Level Recorder*)?

1.4. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah dijelaskan serta agar tidak terjadinya perluasan pembahasan, maka dapat dilakukan pembatasan masalah yang dapat diajukan.

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Das yang dijadikan sebagai subjek penelitian ini adalah Das Bango yang terletak di daerah Sungai Brantas Kabupaten Malang Provinsi Jawa Timur.
2. Data hujan yang digunakan adalah data curah hujan bulanan pada Das Bango yang didapat dari satelit TRMM (*Tropical Rainfall Measurement Mission*).
3. Validasi data curah hujan TRMM dengan data curah hujan pos stasiun hujan menggunakan data 10 tahun (2010 – 2019).
4. Data debit AWLR (*Automatic Water Level Recorder*) yang digunakan adalah data debit rerata bulanan 9 tahun (2010 – 2018) pada Das Bango.
5. Analisa kesesuaian metode antara data debit AWLR (*automatic Water Level Recorder*) dengan hasil perhitungan simulasi alih ragam curah hujan menjadi debit dengan menggunakan metode NRECA pada Das Bango.





4

1.5. Tujuan

- Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk:
- Mengetahui hasil kalibrasi dan validasi data curah hujan TRMM terhadap data curah hujan pos stasiun hujan yang terletak pada daerah Das Bango dengan menggunakan periode bulanan.
 - Mengetahui hasil analisis data curah hujan TRMM menjadi data debit dengan menggunakan metode NRECA (*Natural Rural Electrical Cooperation Agency*) pada lokasi daerah Das Bango.
 - Mengetahui hasil dari perhitungan mengenai validasi metode NRECA (*Natural Rural Electrical Cooperation Agency*) dengan data debit AWLR (*automatic Water Level Recorder*).

1.6. Manfaat

- Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini yaitu:
- Dapat memberikan ilmu pengetahuan yang tidak dapat diketahui oleh mahasiswa mengenai data curah hujan TRMM sebagai data hidrologi alternatif.
 - Dengan mengetahui hasil perhitungan mengenai validasi metode NRECA (*Natural Rural Electrical Cooperation Agency*) dengan data debit AWLR (*automatic Water Level Recorder*).

2.1. Siklus Hidrologi

Berlangsungnya siklus hidrologi secara terus menerus akan memperbarui sumberdaya alam, dengan jumlah air yang cenderung sama. Air dapat berupa cair, uap, maupun es. Dalam siklus hidrologi juga menerangkan hubungan antara curah hujan, aliran dan penguapan yang berproses secara kontinyu dari laut ke atmosfer kemudian kepermukaan tanah dan berakhir ke laut (Nugroho, 2010).

Data hidrologi merupakan bahan informasi yang sangat penting dalam pelaksanaan inventarisasi sumber-sumber air yang tepat dan rehabilitasi sumber-sumber alam. Seperti besarnya curah hujan, temperatur, penguapan, lamanya penyinaran matahari, kecepatan angin, debit sungai, tinggi muka air sungai, kecepatan aliran konsentrasi sedimen sungai akan selalu berubah terhadap waktu (Soewarno, 1995).

2.2. Daerah Aliran Sungai (DAS)

2.2.1. Pengertian Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah kesatuan antara sungai dan anak sungai. Fungsi cekungan adalah untuk menerima, menyimpan dan mengalirkan air dari curah hujan ke laut secara alami. Batas-batas cekungan hidrologi dibagi menjadi dua, yaitu batas alami dan batas buatan. Batas alam, yaitu punggung bukit atau pegunungan, serta batas buatan manusia, seperti jalan atau tanggul dan menuju ke pos pemeriksaan (keluar) (Suripin, 2004).

Daerah aliran sungai merupakan ekosistem yang berinteraksi (biotik, non biotik dan manusia) sehingga ada masukan berupa curah hujan dan keluaran terdiri dari debit air dan muatan sedimen dimana sebagai suatu ekosistem ada ada masukan (input) ke dalamnya, proses yang terjadi dan akan berlangsung sehingga dapat dilakukan evaluasi berdasarkan keluaran (output). Komponen masukan dalam ekosistem DAS adalah curah hujan, sedangkan untuk komponen keluarnya terdiri dari debit air dan muatan sedimen, sehingga DAS menjadi tahapan awal dari semua perencanaan hidrologi (Suripin, 2004).

2.2.2. Pola Aliran Sungai

Dalam mempelajari daerah aliran sungai (DAS) memiliki aturan seperti aliran sungai dihubungkan oleh suatu jaringan – jaringan satu arah dimana cabang dan anak sungai yang mengalirkan ke bagian sungai induk yang besar dan menyebabkan terbentuknya suatu

6

pola. Pola itu tergantung pada kondisi topografi, geologi, iklim, dan vegetasi pada suatu daerah aliran sungai (DAS) yang bersangkutan.

Menurut Soewarno (1991), ada beberapa pola aliran sungai yang terdapat di Indonesia dan dibedakan berdasarkan jenis batuan dan sedimennya antara lain:

1. Pola Radial

Pola Aliran Radial adalah pola aliran sungai yang sering dijumpai pada daerah lereng – lereng gunung berapi atau daerah yang dengan ciri-ciri topografi yang berbentuk menyerupai kubah. Pola aliran radial ini memiliki dua sistem yaitu sistem sentrifugal dan sistem sentripental.

2. Pola Rektangular

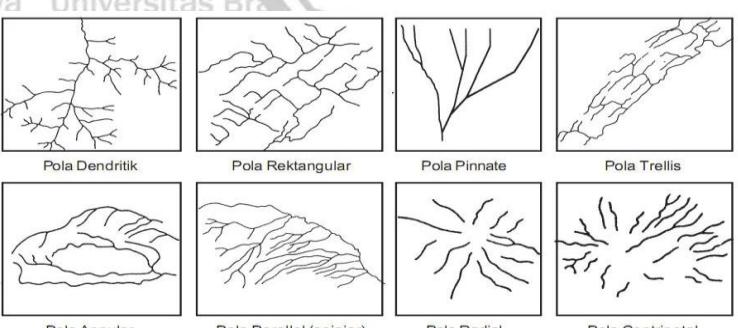
Pola Aliran Renktangular adalah pola aliran sungai yang terbentuk oleh cabang-cabang sungai yang memiliki ciri-ciri berkelok, berliku-liku, dan menjadi secara satu menyambung membentuk sudut-sudut tegak lurus. Pola Rektangular ini sering dijumpai pada daerah lereng gunung yang mengandung kapur.

3. Pola Trellis

Pola Aliran Trellis adalah pola aliran sungai yang memiliki ciri-ciri dari sungai yang berada pada batuan yang berlipat dan miring. Pola aliran sungai ini dapat ditemukan di daerah pegunungan dengan lipatan-lipatan yang juga terdapat lapisan sedimen, misalnya di daerah pegunungan jawa tengah.

4. Pola Dendritik

Pola Aliran Dendritik adalah pola aliran sungai yang terdapat pada daerah dengan struktur batuan yang homogen atau lapisan horizontal. Secara regional, daerah aliran radial ini memiliki kemiringan yang laindai, yang jenis pola pengalirannya membentuk percabangan yang menyebar seperti membentuk pohon. Pola ini dapat ditemukan di daerah pegunungan Sumatera.



Gambar 2. 1 Sketsa pola daerah aliran sungai (DAS) yang terdapat di Indonesia
Sumber: Soewarno, 1991.

2.2.3. Bentuk Daerah Aliran Sungai (DAS)

Bentuk daerah aliran DAS merupakan daerah dimana proses pengendapan terkonsentrasi pada aliran sungai di daerah tersebut. Pola aliran suatu sungai merupakan sesuatu yang sangat besar pengaruhnya terhadap proses pembentukan aliran Daerah Aliran Sungai (DAS) yang mempunyai arti penting dalam kaitannya dengan aliran sungai, hal ini berkaitan dengan kecepatan aliran negara. Batas-batas DAS yang berdekatan disebut batas-batas DAS.

Luas zona aliran diperkirakan dengan mengukur luas pada peta topografi. Debit, topografi, kondisi geologi dan perkembangan vegetasi di daerah tersebut mempengaruhi aliran banjir, rezim banjir, aliran dasar, dll. (Sosrodarsono, 1999). Secara garis besar bentuk daerah aliran sungai (DAS) dapat dibedakan menjadi 4 macam, yaitu:

- a. Daerah Aliran Sungai (DAS) berbentuk bulu burung atau memanjang

Daerah aliran sungai berbentuk bulu burung atau memanjang ini memiliki jalur daerah bagian kiri kanan sungai utama, dimana anak-anak sungai mengalir ke sungai utama. Daerah aliran sungai dengan bentuk memanjang ini memiliki debit aliran banjir yang relative kecil dikarenakan waktu tiba aliran banjir dari anak-anak sungai berbeda-beda.

Namun sebaliknya, aliran banjir berlangsung dalam jangka waktu yang lama.

- b. Daerah Aliran Sungai (DAS) berbentuk radial

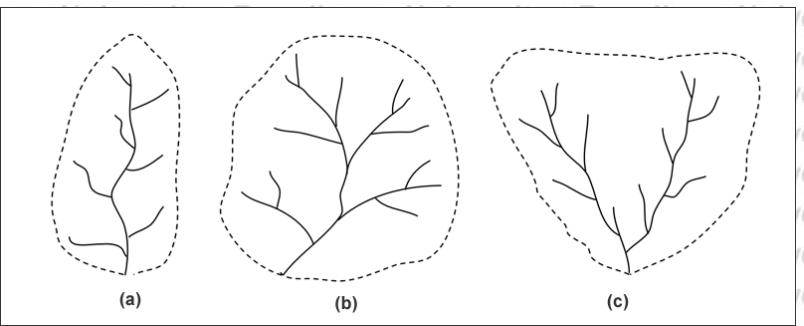
Daerah aliran sungai berbentuk radial ini terbentuk karena arah alirannya seolah berkonsentrasi atau berpusat pada satu titik sehingga membentuk radial, dan terkadang gambaran tersebut memberikan bentuk atau pola seperti kipas atau lingkaran. Daerah aliran yang memiliki bentuk radial ini mempunyai debit banjir yang besar di daerah dekat titik pertemuan di daerah dekat titik pertemuan anak-anak sungai dikarenakan waktu yang diperlukan oleh aliran yang datang dari segala arah anak-anak sungai memerlukan waktu yang hampir bersamaan. Sehingga apabila terjadi hujan yang sifatnya merata di seluruh daerah aliran sungai, maka akan menimbulkan banjir yang besar di dekat titik pertemuan anak-anak sungai.

- c. Daerah Aliran Sungai (DAS) berbentuk parallel

Daerah aliran sungai ini memiliki bentuk atau corak dimana dua jalurnya bersatu di suatu bagian aliran yang bersatu di hilir. Apabila terjadi banjir di daerah bagian hilirnya biasanya akan terjadi di sebelah titik pertemuan hilirnya.

- d. Daerah Aliran Sungai (DAS) berbentuk kompleks

Daerah aliran sungai adalah daerah yang memiliki bentuk yang berasal dari kejadian gabungan dari beberapa bentuk daerah aliran sungai yang telah dijelaskan di atas.



Gambar 2. 2 Bentuk dari daerah aliran sungai (DAS)

Sumber: Sosrodarsono, 1999.

2.2.4. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Aliran Sungai

Faktor-faktor meteorologi yang mempengaruhi aliran sungai yaitu dari karakteristik hujan yang meliputi:

a. Intensitas Hujan

Intensitas Hujan memiliki pengaruh terhadap terjadinya limpasan permukaan yang sangat bergantung pada laju infiltrasi. Jika intensitas hujan melebihi laju infiltrasi, maka akan terjadi limpasan permukaan yang berkaitan dengan peningkatan intensitas curah hujan. Namun peningkatan limpasan yang terjadi di permukaan tidak sebanding dengan peningkatan intensitas hujan karena terdapatnya daerah genangan yang menampung hasil dari limpasan permukaan yang terdapat pada permukaan tanah. Air hasil dari limpasan yang terjadi di permukaan tanah akan tertampung pada daerah genangan tersebut.

b. Durasi Hujan

Total limpasan dari air hujan berkaitan langsung dengan durasi hujan karena dengan intensitas tertentu. Masing-masing daerah aliran sungai memiliki satuan durasi hujan atau lamanya hujan dengan kategori kritis. Jika hujan terjadi selama kurang dari lamanya hujan kritis, maka lamanya limpasan akan sama dan tidak tergantung pada intensitas hujan.

c. Distribusi Curah Hujan

Laju dan volume limpasan dipengaruhi oleh distribusi dan intensitas hujan di seluruh daerah aliran sungai. Secara umum, laju dan volume limpasan maksimum terjadi jika seluruh daerah aliran sungai memberi kontribusi aliran air limpasan. Namun demikian, hujan dengan intensitas hujan yang tinggi pada Sebagian daerah aliran sungai dapat menghasilkan limpasan yang lebih besar dibandingkan dengan hujan biasa yang meliputi seluruh daerah aliran sungai.

- d. Arah Pergerakan Hujan
- Curah hujan yang memiliki intensitas yang besar yang bergerak di sepanjang sistem aliran sungai akan sangat mempengaruhi nilai debit puncak dan durasi atau lamanya limpasan permukaan. Menurut Sri Harto (1993), menjelaskan bahwa arah gerak hujan ke hulu yang mengakibatkan limpasan yang cepat untuk mencapai puncak dan lamanya limpasan relatif kecil. Namun, arah gerak hujan umumnya sulit untuk diketahui akan pergerakannya, karena pada dasarnya hanya dapat diketahui bila tersedianya jaringan stasiun hujan otomatis atau *Automatic rainfall Recorder* (ARR) yang cukup rapat
- e. Indeks Hujan Terdahulu dan Kelembaban Tanah
- Hujan yang sebelumnya terjadi pada suatu daerah aliran sungai (DAS) akan menyebabkan kadar kelembaban tanah menjadi meningkat, sehingga akan lebih mudah terjadinya banjir karena menurunnya kapasitas infiltrasi pada daerah tersebut. Selama periode pengurangan kelembaban tanah oleh penguapan, hujan yang deras tidak akan mengakibatkan kenaikan limpasan di permukaan tanah, karena hujan menginfiltasi itu tertahan sebagai kelembaban tanah. Dan sebaliknya apabila kelembaban tanah meningkat karena hujan yang sebelumnya terjadi yang cukup deras, maka kadang-kadang hujan dengan intensitas yang relatif rendah dapat pula mengakibatkan banjir.

Karakteristik daerah aliran sungai (DAS) yang mempengaruhi aliran sungai antara lain:

1. Luas dan Bentuk daerah aliran sungai (DAS)

Laju dan volume aliran permukaan akan bertambah besar dengan bertambahnya luas daerah aliran sungai. Bentuk daerah aliran sungai mempunyai pengaruh pada pola aliran sungai. Pengaruh bentuk daerah aliran sungai mempunyai pengaruh pada pola aliran sungai. Pengaruh bentuk daerah aliran sungai terhadap aliran permukaan dapat ditunjukkan dengan memperhatikan hidrograf yang terjadi pada dua buah daerah aliran sungai yang memiliki bentuk yang berbeda namun mempunyai luas yang sama dan menerima hujan dengan intensitas yang sama.

2. Topografi

Topografi pada bagian daerah aliran sungai (DAS) tampak seperti kemiringan dari suatu lahan, keadaan dam kerapatan drainase, dan bentuk-bentuk cekungan lainnya memiliki pengaruh pada laju dan volume aliran permukaan. Daerah aliran Sungai (DAS) dengan kemiringan curam disertai dengan drainase yang rapat akan menghasilkan laju dan volume aliran permukaan yang lebih tinggi dibandingkan dengan daerah aliran sungai (DAS) yang dengan ciri-ciri landau dengan drainase yang jarang dan terdapatnya



10

cekungan-cekungan. Pengaruh kerapatan drainase pada aliran permukaan adalah menghambat atau memperlambat waktu konsentrasi, sehingga dapat memperbesar laju aliran permukaan.

3. Tata Guna Lahan (*Land Use*)

Tata guna lahan memiliki pengaruh terhadap limpasan dan bentuk hidrograf.

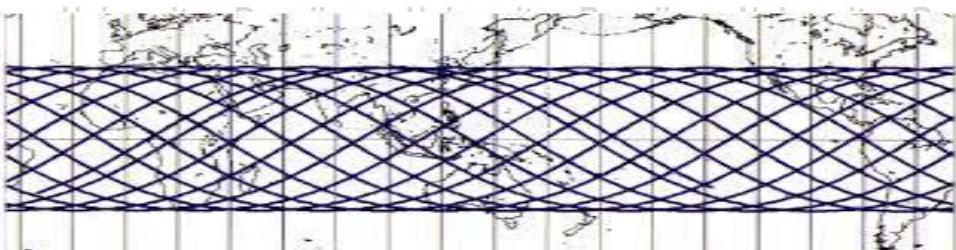
Pengaruh tata guna lahan pada aliran permukaan dinyatakan dengan koefisien aliran permukaan (C), yang merupakan suatu bilangan yang menunjukkan perbandingan antara besarnya aliran permukaan dan besarnya curah hujan. Koefisien aliran permukaan merupakan salah satu dari indikator untuk menentukan kondisi fisik daerah aliran sungai (DAS). Nilai C berkisar antara nilai 0 sampai 1. Nilai C = 0 menunjukkan bahwa volume air hujan mengalir sebagai aliran permukaan. Jadi apabila nilai C semakin mendekati nilai 0, maka kondisi daerah aliran sungai termasuk bagian daerah aliran sungai yang tergolong baik dan apabila nilai mendekati nilai 1 berarti kondisi daerah aliran sungai tergolong rusak.

4. Jenis Tanah

Bentuk dari butir-butir tanah, corak dan tahapan pengendapannya adalah faktor-faktor mempengaruhi kapasitas infiltrasi, maka karakteristik limpasan sangat dipengaruhi oleh jenis tanah di daerah aliran sungai tersebut.

2.3. Tropical Rainfall Measurement Mission (TRMM)

Satelit TRMM merupakan satelit yang diciptakan berasal dari hasil Kerjasama dua badan antariksa nasional, yaitu Amerika Serikat (NASA) dan Jepang (JAXA). Satelit TRMM pertama kali diluncurkan pada tanggal 27 November 1997 di Jepang dan dibawa oleh roket H-II di pusat stasiun peluncuran roket milik JAXA di Tanegashima-Jepang, berorbit polar dengan sudut inklinasi sebesar 35 derajat terhadap ekuator, berada pada ketinggian orbit 350 km (pada saat awal diluncurkan), dan diubah ketinggian orbitnya menjadi 403 km sejak 24 Agustus 2001 sampai sekarang. Pengoperasian satelit TRMM pada ketinggian orbit 403 km ini dikenal dengan istilah TRMM *boost* (Pakoksung, 2012).



Gambar 2.3 Orbit Satelit TRMM

Sumber: Pakoksung, 2012.

Data TRMM adalah data presipitasi/hujan yang diperoleh melalui satelit meteorologi TRMM dengan sensor PR (*Precipitation Radar*), TMII (*TRMM Microwave Imager*),

VIRS (*Visible and Infared Scanner*), CERES (*Clouds and the Earth's Radians Energy System*), dan LIS (*Lighting Imaging Sensor*). Data hujan yang dihasilkan oleh TRMM memiliki tipe dan bentuk yang cukup beragam yang dimulai dari level 1 sampai level 3.

- a) Level 1 : merupakan data yang masih dalam bentuk raw dan telah dikalibrasi dan dikoreksi geometrik,
- b) Level 2 : merupakan data yang telah memiliki gambaran parameter geofisik hujan pada resolusi spasial yang sama akan tetapi masih dalam kondisi keadaan hujan saat satelit tersebut melewati daerah yang direkam.
- c) Level 3 : merupakan data yang telah memiliki nilai-nilai hujan, khususnya kondisi hujan bulanan yang merupakan penggabungan dari kondisi hujan dari level 2.

Untuk mendapatkan data hujan dalam bentuk mili meter (mm) sebaiknya menggunakan level 3, dengan resolusi spasial $0.25^\circ \times 0.25^\circ$ dan resolusi temporal setiap 3 jam (Syaifullah, 2014).

2.4. Analisa Data Hujan

2.4.1. Estimasi Data Hujan yang Hilang

Persyaratan dasar dalam analisis data hujan adalah kelengkapan data setiap stasiun hujan. Setiap kesalahan yang akan terjadi, seperti tidak merekam data curah hujan dan mengubah status lokasi perekaman, akan mengakibatkan data curah hujan hilang atau tidak lengkap. Untuk analisis selanjutnya yang akan dilakukan terlebih dahulu harus melengkapi data curah hujan, dan untuk melengkapinya harus dilakukan dengan kendaraan jika di sekitar daerah penelitian minimal terdapat dua stasiun hujan dengan data yang lengkap. Selain itu, perkiraan data curah hujan yang hilang dari suatu stasiun juga dapat dilakukan jika data curah hujan rata-rata tahunan diketahui (Triatmojo, 2008).

Dalam estimasi data curah hujan yang hilang dapat dilakukan dengan metode berikut:

- Metode Rasio Normal (*Normal Ratio Method*)

Metode Rasio Normal dapat digunakan jika Anda mengetahui bahwa rata-rata data curah hujan tahunan hilang dari stasiun pengukur hujan, jika ada stasiun pembanding yang ketinggiannya tidak jauh berbeda dari stasiun yang diteliti dan stasiun yang diteliti tidak jauh berbeda dengan stasiun yang diteliti dan stasiun pembanding yang jaraknya tidak terlalu jauh serta memiliki data yang relatif lengkap..

12

Metode ini dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\frac{P_x}{N_x} = \frac{1}{n} \left(\frac{P_1}{N_1} + \frac{P_2}{N_2} + \frac{P_3}{N_3} + \cdots + \frac{P_n}{N_n} \right) \quad (2-1)$$

dengan:

P_x = hujan yang hilang di stasiun x

P_1, P_2, P_3 = data hujan stasiun di sekitarnya pada periode yang sama

N_x = hujan tahunan di stasiun x

N_1, N_2, \dots, N_3 = hujan tahunan di stasiun sekitar x

= jumlah stasiun hujan di sekitar x

Bab 10. Metode Numerik

- *Reciprocal Method*

Faktor koreksi yang digunakan dalam metode ini adalah dengan memperhitungkan jarak antar pos stasiun hujan (L_i). Korelasi antara dua stasiun curah hujan menurun seiring dengan bertambahnya jarak antar stasiun. Metode ini juga dapat digunakan jika ada lebih dari dua stasiun hujan di suatu daerah tangkapan. Umumnya, disarankan untuk menggunakan setidaknya tiga stasiun referensi.

Metode ini dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$P_x = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{P_1}{L_1^2}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{L_1^2}} \dots \quad (2-2)$$

dengan:

P_x = hujan yang hilang di pos x

P₁ = data hujan di pos sekitarnya pada periode yang sama

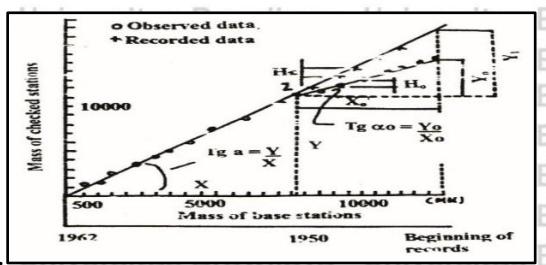
L_1 = jarak antara pos hujan I dengan pos hujan x

2.4.2. Uji Konsistensi Data Hujan

2.4.2.1. Analisa Kurva Masa Ganda

Metode ini membandingkan curah hujan kumulatif tahunan antara stasiun y dan stasiun referensi x (nilai rata-rata) dari beberapa stasiun tetangga. Nilai kumulatif dideskripsikan menggunakan sistem koordinat kartesius xy, kemudian kurva yang dihasilkan diperiksa untuk melihat apakah terjadi perubahan kemiringan (trend). Jika terbentuk garis lurus berarti rekaman di stasiun itu konsisten di sana, sedangkan jika kemiringan kurvanya putus/berubah berarti rekaman di stasiun itu tidak konsisten di sana dan perlu diperbaiki.

Koreksi dilakukan dengan menggeser data setelah kurva berubah secara proporsional terhadap kemiringan setelah dan sebelum kurva putus (Triatmojo, 2008).



Gambar 2. 4 Metode Kurva Massa Ganda

Sumber: Nemec, 1973

2.4.2.2. Uji Ketidakadaan Trend

Pola trend (trend) merupakan gerakan yang berjangka panjang dan mempunyai kecenderungan menuju kesatu arah, arah menarik atau menurun. Umumnya meliputi gerakan yang lamanya lebih dari 10 tahun. Dengan pengujian apabila terdapat *trend* dapat digunakan, sedangkan ketidakadaan trend dapat diuji dengan beberapa metode statistik (Soewarno, 1995).

a. Uji Peringkat Metode Spearman

Trend dapat menunjukkan adanya korelasi antara waktu dengan varian pada data variable hidrologi. Nilai koefisien korelasinya dapat digunakan sebagai titik acuan ketidakadaan trend suatu deret berkala. Pada Uji (Korelasi Peringkat Metode *Spearman* digunakan persamaan berikut (Soewarno, 1995):

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

$$t = KP \left[\frac{n-2}{1-KP^2} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2-4)$$

Keterangan:

KP = koefisien korelasi peringkat dari Spearman

N = jumlah data

dt = $Rt - Tt$

Tt = peringkat dari waktu

Rt = peringkat dari variabel hidrologi dalam deret berkala

t = nilai distribusi t , pada derajat kebebasan ($n-2$) untuk derajat kepercayaan tertentu (umumnya maksimal 5%)

Uji ini menghasilkan simpulan variable waktu dan hidrologi saling tergantung atau tidak. Data yang diharapkan adalah data tidak saling bergantung dengan menguji nilai Tt dan Rt (Soewarno, 2015).

14

b. Uji *Mann* dan *Whitney*

Uji Mann dan Whitney menguji dua kelompok data untuk mendapatkan data yang tidak

berpasangan dari populasi yang sama. Untuk memeriksa apakah data deret waktu menunjukkan tren, dapat digunakan prosedur dengan membagi data deret waktu menjadi dua bagian yang sama (Soewarno, 2015).

Keterangan:

U_1, U_2 = parameter statistic

N_1 = jumlah data kelompok A

N_1 = jumlah data kelompok B

R_m = jumlah nilai peringkat dari rangkaian data kelompok A

c. Uji Cox and Stuart

Pada uji ini, perubahan trend dapat ditunjukkan dari nilai data urut dalam waktu dibagi menjadi 3 (tiga) bagian yang serupa. Setiap bagian jumlahnya $n = n/3$. Apabila sampel yang berbeda tidak dapat dibagi menjadi 3 bagian yang sama maka bagian yang kedua jumlahnya dikurangi menjadi 2 atau 1 buah. Berikutnya, membandingkan nilai bagian ke-1 dan ke-3 dan memberi sebuah tanda (+) untuk nilai positif dan (-) untuk nilai negatif. Jumlah total nilai (+) dan (-) diberi nilai S, maka nilai Z dapat dihitung dengan persamaan berikut (Soewarno, 2015):

Untuk sampel besar ($n \geq 30$):

$$Z = \frac{S - \frac{n}{6}}{\frac{1}{12} \left(\frac{n}{12} \right)^{\frac{1}{2}}} \quad (2-8)$$

Untuk sampel besar ($n < 30$):

$$Z = \frac{s - \frac{n}{6} - 0,50}{\left(\frac{n}{12}\right)^{\frac{1}{2}}} \quad \text{Universitas Brawijaya} \quad \dots \quad (2-9)$$

2423 Uji Stasioner

Data deret berkala yang menunjukkan ketidakadaan trend kemudian diuji Kembali berupa uji stationer sebelum dilakukan analisis hidrologi lebih lanjut. Jika menunjukkan adanya trend, maka akan harus diuji menurut garis trend yang dihasilkan. Uji stationer yang

dimaksud dalam data deret berkala ini ialah menguji kestabilan varian dan rata – rata deret berkala.

Pengujian nilai varian dari deret berkala dapat dilakukan dengan Uji Kestabilan Varian (Uji-F). Pengujian ini diharapkan berupa nilai varian berupa nilai varian yang tidak stabil atau tidak homogen. Hal ini menunjukkan deret berkala ini tidak stationer sehingga, tidak harus dilakukan pengujian lanjutan. Namun jika sebaliknya, maka akan dilakukan uji kestabilan rata-rata dengan Uji Stabilitas Rata-rata (Uji-t). Adapun uji ini menggunakan persamaan sebagai berikut:

Hipotesa dengan nilai nol untuk dijadikan parameter statistic data adalah stationer, sebaliknya hipotesa dengan nilai sama dengan satu untuk dijadikan parameter statistic data tidak stationer. Untuk hasil pengujian hipotesa nol ditolak, berarti nilai varian tidak stabil atau tidak homogen. Maka deret berkala yang ada tidak stationer (Soewarno, 1995).

a. Persamaan Uji Kestabilan Varian (Uji-F):

$$F = \frac{N_1 S_1^2 (N_2 - 1)}{N_2 S_2^2 (N_1 - 1)} \dots \quad (2-10)$$

Keterangan:

F = fungsi distribusi F

N_1 = jumlah kelompok sampel ke 1

N_2 = jumlah kelompok sampel ke 2

S_1 = jumlah kelompok sampel ke 1

S_2 = jumlah kelompok sampel ke 2

Dengan derajat bebas (dk)

$$dk_1 = N_1 - 1 \dots \quad (2-11)$$

$$dk_2 = N_2 - 1 \dots \quad (2-12)$$

Hipotesa dengan nilai nol untuk dijadikan parameter statistik data adalah stasioner. Sebaliknya hipotesa dengan nilai sama dengan satu untuk dijadikan parameter statistik data tidak stasioner. Untuk hasil pengujian hipotesa nol ditolak, berarti nilai varian tidak stabil atau homogen. Maka deret berkala yang ada tidak stasioner.

b. Persamaan Uji Stabilitas Rata-rata (Uji-t)

$$t = \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2|}{\sigma \left[\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right]^{\frac{1}{2}}} \dots \quad (2-13)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{N_1 S_1^2 + N_2 S_2^2}{N_1 + N_2 - 2}} \dots \quad (2-14)$$

16

Keterangan:

 $t = \text{variable-t terhitung}$ $\bar{X}_1 = \text{rata-rata hitung kelompok sampel ke } 1$ $\bar{X}_2 = \text{rata-rata hitung kelompok ke } 2$ $N_1 = \text{jumlah sampel kelompok ke } 1$ $N_2 = \text{jumlah sampel kelompok ke } 2$ $S_1 = \text{deviasi standar kelompok sampel ke } 1$ $S_2 = \text{deviasi standar kelompok sampel ke } 2$

dengan derajat (dk)

 $t = \text{variable-t terhitung}$ $dk_1 = N_1 - 1$ $dk_2 = N_1 - 2$

(2-15)

(2-16)

2.4.2.4. Uji Presistensi

Presistensi adalah kemandirian setiap nilai dalam deret waktu data hidrologi. Untuk melakukan uji ketahanan, besarnya koefisien korelasi serial harus dihitung. Salah satu metode penentuan koefisien korelasi serial adalah metode Spearman. Metode korelasi Spearman dapat dirumuskan sebagai berikut (Soewarno, 1995).:

$$KP = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (di)^2}{m^3 - m} \quad (2-17)$$

$$t = KP \left[\frac{m-2}{1-KP^2} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2-18)$$

dimana:

 $KP = \text{koefisien korelasi peringkat dan persistensi}$ $m = N - 1$ $N = \text{jumlah data}$ $di = \text{perbedaan nilai antara peringkat data ke } X_i \text{ dan } X_{i+1}$

$t = \text{nilai distibusi t, pada derajat kebebasan (m-2) untuk derajat kepercayaan tertentu (umumnya maksimal 5% ditolak dan 95 % diterima)}$

2.5. Analisa Curah Hujan Rerata Daerah Aliran Sungai

Curah hujan yang diukur menggunakan penakar hujan pada setiap stasiun pengukur hujan, menggunakan prinsip hujan titik atau setempat. Peluang hujan pada intensitas tertentu dari lokasi ke lokasi lainnya dapat berbeda-beda. Tentunya hujan pengukuran tidak dapat digunakan langsung sebagai data curah hujan yang mewakili satu luasan DAS. Menurut

Soewarno (2015), penakar hujan dapat mewakili karakteristik curah hujan untuk daerah yang luas bergantung pada beberapa faktor, antara lain:

- Jarak stasiun hujan tersebut diusahakan berapa di tengah Kawasan,
- Luas daerah,
- Topografi,
- Sifat.

Ada berbagai macam metode interpliasi geostatistik yang dapat digunakan untuk menghitung curah hujan wilayah, antara lain, metode aritmatika, poligon *thiessen*, dan metode *isohyet*.

1. Metode Aritmatika

Metode paling sederhana dengan nilai rerata hujan yang diperoleh dari seluruh stasiun penakar hujan yang ada di dalam DAS. Hujan wilayah atau MAP (*Mean Areal Precipitation*) dihitung sebagai berikut:

$$P_{MAP} = \frac{\sum_i W_i(\sum_t P_i(t))}{\sum_i W_i} \quad (2-19)$$

Keterangan:

P_{map} = tebal hujan rerata wilayah *Mean Areal Precipitation* (MAP)

$P_i(t)$ = tebal hujan terukur pada saat t di stasiun I

w_i = faktor pemberatan yang diberikan kepada stasiun I

2. Metode Poligon *Thiessen*

Poligon *Thiessen* merupakan metode yang paling banyak digunakan, karena relative paling mudah diterapkan. Asusmi yang digunakan bahwa tebal hujan pada setiap titik di dalam DAS sama dengan tebal hujan di stasiun hujan (penakar hujan) yang jaraknya terdekat, terletak pada dalam atau dekat dengan DAS. Interpolasi dilakukan dengan membuat batas luas satuan yang jaraknya sama dengan setiap stasiun. Pemberatan terhadap tiap hujan dilakukan proporsional terhadap luas bagian di dalam DAS yang paling tidak dekat dengan stasiun yang dikaji.

Stasiun terdekat dari setiap titik di cekungan dapat ditemukan dengan menghubungkan stasiun-stasiun yang ada secara grafis dan menggambar garis tegak lurus yang memotong dua stasiun terdekat, ini akan membentuk poligon yang mengelilingi setiap stasiun. Luas poligon menunjukkan daerah terdekat dengan stasiun yang dikandungnya, sehingga bobot yang diterapkan pada stasiun tersebut adalah perbandingan luas poligon terdekat dengan seluruh DAS. Persamaan yang digunakan, yaitu:

18

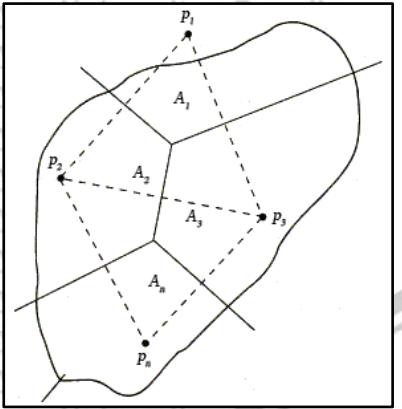
$$H_r = \frac{1}{A} (A_1 H_1 + A_2 H_2 + \dots + A_n H_n) \dots \quad (2-20)$$

Dimana:

A = Luas DAS

A₁, A₂, A_n = Luas daerah tiap besaran hujan

H₁, A₂, A_n = Nilai besaran curah hujan



Gambar 2. 5 Metode Poligon Thiessen

Sumber: Triatmodjo, 2008

3. Metode Isohyet

Metode Isohyet diuji lebih teliti dibandingkan metode aritmatika atau polygon thiessen.

Penerapan metode isobarik membutuhkan keterampilan dan pengalaman khusus setiap individu untuk menurunkan ekipotensial. Isohyet adalah garis yang menggambarkan jumlah curah hujan yang sama. Representasi setiap garis isobarik di cekungan harus memperhitungkan topografi dan faktor lain yang mempengaruhi kondisi pra-hujan. Ketebalan curah hujan rata-rata dihitung sebagai produk dari ketebalan curah hujan dengan daerah yang dibatasi oleh dua garis yang memiliki jarak yang sama antara dua isobar yang berdekatan dengan daerah aliran sungai. Persamaan yang digunakan untuk menghitung curah hujan rata-rata (Hr) menurut metode berikut:

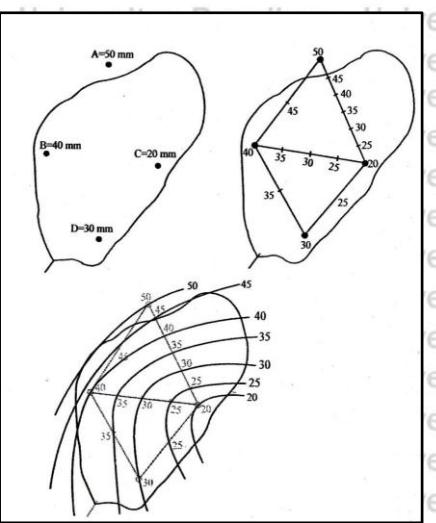
$$H_r = \frac{1}{A} (A_1 H_1 + A_2 H_2 + \dots + A_n H_n) \dots \quad (2-21)$$

Dimana:

A = Luas DAS

A₁, A₂, A_n = Luas daerah tiap besaran hujan

H₁, A₂, A_n = Nilai besaran curah hujan



Gambar 2. 6 Metode Isohyet
Sumber: Triatmodjo, 2008

2.6. Uji Konsistensi Data Debit

2.6.1. Analisa RAPS (Rescaled Adjusted Partial Sums)

Uji konsistensi dengan menggunakan Analisa RAPS data hujan dengan hanya satu lokasi stasiun hujan pos merupakan penggabungan Analisa RAPS(Harto, 2010). Pengujian dengan menggunakan Analisa RAPS dilakukan dengan cara menghitung nilai komulatif penyimpangan terhadap nilai rata-rata dengan menggunakan persaman sebagai berikut

Dimana:

S^*o = simpangan awal

S_k^* \equiv simpangan mutlak

S_k^{**} = nilai konsistensi data

n = jumlah data

D = simpangan rata-rata

Q nilai statistik Q untuk θ_0 diketahui

Universitas Brawijaya

20

2.7. Evapotranspirasi

Proses evapotranspirasi merupakan proses dimana air yang berada didalam tanah kemudian naik ke lapisan udara melalui penguapan yang terjadi pada daerah yang tergenang air ataupun dari tumbuhan dengan jumlah yang berbeda. Volume evapotranspirasi tidak dapat diperkirakan dengan akurat dimana air yang tersedia dalam tanah cukup banyak dan jumlah faktor yang mempengaruhinya (Suyono, 2003).

1. Blaney-Criddle

Rumus ini berdasarkan pada pengujian yang diperoleh dari pemanfaatan air konsumtif bagi tumbuhan yang diairi dengan air sungai dan tumbuhan alam pada kondisi hutan di bagian Amerika Serikat, yang merupakan hasil dari *field plot* dan lysimeter.

Dengan menyimpulkan rumus, Blaney-Criddle mencari korelasi antara suhu bulanan dan data evapotranspirasi sebagai fungsi persentase bulanan siang hari per tahun, waktu tumbuh, dan spesies tanaman . Koefisien yang diperoleh hanya dapat digunakan pada daerah dengan data iklim yang mirip dengan daerah percobaan (Soemarto, C.D, 2010). Rumus yang diturunkan oleh Blaney-Criddle adalah sebagai berikut:

Keterangan:

ET_o = Evaporasi Potensial (mm/hari)

c = Angka Koreksi (berdasarkan keadaan iklim)

ET_0^* = Evapoarasi Potensial sebelum dikoreksi (mm/hari)

P = Presentase rata-rata jam siang malam, nilai tergantung pada letak lintang

t = temperature rata-rata harian ($^{\circ}\text{C}$)

2. Metode Radiasi

Metode radiasi diperoleh berdasarkan perhitungan yang telah diuji, maka dapat diprediksi evaporasi menggunakan rumus sebagai berikut:

$$ET_o^* = w \cdot RS_o \cdot s \cdot Brawiaya \cdot \text{Universitas.Brawiaya} \cdot \text{Universitas.Brawiaya} \quad (2-29)$$

Keterangan:

W = faktor pengaruh suhu dan elevasi ketinggian daerah

R_s = radiasi gelombang pendek yang diterima bumi (mm/hari)

$$R_S \equiv (0.25 \pm 0.54 \text{ n/N}) R_V$$

$\frac{n}{N}$ = kecerahan matahari (%)

R_V = radiasi gelombang pendek yang memenuhi batas luar atmosfer.

C = angka koreksi (berdasarkan keadaan iklim)

3. Metode Penman

Metode Penman ini digunakan pada saat suatu daerah mempunyai data *temperature udara*, kelembaban *relative*, kecepatan angin, lamanya penyinaran matahari, dan radiasi matahari. Metode Penman ini digunakan untuk menghitung evaporasi yang terjadi pada permukaan air dan untuk menghitung kehilangan air pada tanaman akibat terjadinya proses transpirasi (Hadisusanto, 2010).

$$ET_{\text{O}_\text{IV}} = c, ET_{\text{O}^*} \dots \text{Universitas Brawijaya}, \text{Universitas Brawijaya}, \dots \quad (2-30)$$

Keterangan:

W = faktor pengaruh suhu dan elevasi ketinggian daerah

Rs = radiasi gelombang pendek yang diterima bumi (mm/hari)

$$R_s \equiv (0.25 + 0.54 n/N) R_V$$

Ry = radiasi gelombang pendek yang memenuhi batas luar atmosfer

Rq_{panjang} = radiasi bersih gelombang Panjang (mm/hari)

$$Pr[1] = f(t) - f(cd) - f(p/N)$$

$f(t)$ funz. sub.

Section 1

$\Gamma(\text{ca}) = \text{Tungsi tekanan}$

$$= 0,34 - 0,44 \sqrt{\varepsilon d}$$

$F(n/N)$ = fungsi kecerahan matahari

$$= 0,1 + 0,9 \frac{n}{N}$$

$F(u)$ = fungsi kecepatan angin pada ketinggian 2,00 meter

$$= 0,27 \cdot (1 + 0,864 \text{ u})$$

$RH_{\text{universitas}}$ = kelembaban relatif

28 Metode NRECA

Model NRECA (*National Rural Electric Cooperative Association*) adalah suatu penyederhanaan menurut *Stanford Watershed Model IV* (SWM), yang dikembangkan sang Norman H. Crawford (USA) dalam tahun 1985. Model ini adalah contoh konsepsi yang bersifat *deterministic*, bisa dipakai buat menghitung debit bulanan menurut hujan bulanan dari ekuilibrium DAS. Persamaan Keseimbangan tadi menjadi berikut:

Hujan – Evapotranspirasi actual + Perubahan tumpungan = Limpasan

Berikut kelebihan dan kelemahan metode NRECA untuk perhitungan simulasi alih ragam jan menjadi debit:

Kelebihan metode NRECA:

- Dapat dipakai untuk wilayah dengan hujan rendah seperti di Nusa Tenggara Barat.
 - Dapat dipakai di wilayah cekungan yang setelah hujan berhenti masih punya aliran sungai selama beberapa hari.

Kekurangan metode NRECA:

- Data yang digunakan banyak.
 - Masih sedikit digunakan untuk perhitungan di Indonesia.

Aliran bulanan model NRECA dapat dibagi menjadi dua jenis: aliran langsung dan aliran dasar. Waduk juga dibagi menjadi dua area: penyimpanan air dan penyimpanan air tanah. Perubahan tampungan digunakan sebagai perbedaan antara tampungan akhir dan tampungan awal. Retensi kelembaban ditentukan oleh hujan, penguapan, kelebihan air yang dapat dikeringkan secara langsung, dan tambahan air tanah. Sisa presipitasi yang mengalir di atas permukaan dengan sungai dasar bergerak menuju sungai, disebut aliran total, dikalikan dengan luas cekungan. Hasil dari perkalian ini adalah hasil model NRECA berupa aliran sungai sesuai dengan periode waktu yang direncanakan (Hadisusanto, 2010).

dengan:

A = Luas DAS (km2)

DRF_U = Limpasan Langsung (mm)

= exc. (1-PSUB), dengan Exc. = kelebihan kelengasan

Exc. = exrat x (P-AET)

GF = limpasan air tanah (mm)

= GWE x (PSUB x Exc. = GWS)

Exrat Int = rasio kelebihan kelengasan

Universitas Brawijaya | bina.Sr

ya Universitas Brawijaya Universitas

Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya

Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya

$\equiv 0$, bila $Sr \leq 0$

Sr = angka tampungan = SMS/NOM

SMS = tampungan kelengasan tanah NOM

- tumpungan kelengasan tanah NOM
Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya

Universitas Brunei

- 100 +0,2 x Ra,

awijaya universitas Brawijaya
 awijaya Universitas Brawijaya
 awijaya Universitas Brawijaya
 awijaya P = hujan bulanan (mm)
 awijaya AET = evapotranspirasi actual
 awijaya $= (AET/PET) \times PET \times \text{koefisien reduksi}$

2.8.1. Parameter Karakteristik DAS

Pada model debit NRECA ada 3 parameter yang memperlihatkan karakteristik Daerah aliran sungai yang pengaruhnya kuat terhadap sistem, yaitu:

1. Nominal

Indeks kapasitas kelengesan tanah (mm), dapat didekati dengan persamaan:

$$100 + C.R_a$$

$$C = 0,2$$

$$R_a = \text{hujan tahunan (mm)}$$

Nilai Nominal dapat berkurang sampai dengan 25% pada DAS yang fegetasinya terbatas dan tanah penutupnya tipis.

2. PSUB

Prosentase dari limpasan air yang bergerak keluar dari DAS melalui limpasan permukaan (PSUB) merupakan parameter karakteristik lapisan tanah pada kedalaman 0 – 2 m.

$PSUB = 0,5$ untuk daerah tangkapan hujan yang normal

$0,5 < PSUB \leq 0,9$ untuk daerah dengan akuifer permeable yang besar

$0,3 \leq PSUB < 0,5$ untuk daerah dengan akuifer terbatas dan lapisan tanah yang tipis

3. GWF

Parameter karakteristik lapisan tanah pada kedalam 2 – 10 m adalah prosentase dari tampungan air tanah yang mengalir ke sungai sebagai aliran dasar (GWF).

$GWF = 0,5$ untuk daerah tangkapan hujan yang normal

$0,5 < GWF \leq 0,8$ untuk daerah yang memiliki aliran menerus yang kecil

$0,2 \leq GWF < 0,5$ untuk daerah yang memiliki aliran menerus yang dapat diandalkan

4. Simpanan kelengesan tanah (*soil moisture storage/SM store*)

Jumlah air yang dihasilkan dari perbedaan antara penyimpanan akhir dan penyimpanan awal disebut penyimpanan kelembaban tanah. Ukuran reservoir ditentukan oleh hujan, penguapan, dan kelebihan air, yang mengakibatkan limpasan langsung dan pengisian air tanah. Penyimpanan kelembaban tanah bulanan dapat ditentukan lebih lanjut dengan rumus berikut:

$$SM_i = SM_{i-1} + \Delta Stor_{i-1} \dots \quad (2-33)$$

Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya
dimana:

SM_i = simpanan kelengasan tanah bulan ke- i

SM_{i-1} = simpanan kelengasan tanah bulan ke- $i-1$

SM_0 = simpanan kelengasan awal, yang ditentukan dengan coba-coba.

$\Delta Stor_{i-1}$ = perubahan simpanan kelengasan bulan ke- $i-1$

- ## 5. Simpanan air tanah (*ground water storage/GWS*)

Kelembaban tanah yang berlebihan, biasa disebut akuifer. Reservoir airtanah adalah penampung airtanah dari akuifer melalui proses hidrologi. Reservoir yang telah menerima tambahan rembesan air disebut reservoir airtanah terakhir.

Dalam model ini tumpungan awal ditentukan dengan cara coba-coba. Sementara ini tumpungan awal bulan selanjutnya ditentukan dengan persamaan:

dimana:

BSG_{i+1} = tampungan awal bulan ke- $i+1$

ESG_i = tumpangan akhir bulan ke- i

GWFlow_i = aliran air tanah bulan ke-_i

Dalam model ini tampungan akhir dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

dimana:

$RECH_i$ = kelebihan kelengasan tanah yang masuk ke dalam tanah pada bulan ke- i

2.9. Analisa Kesesuaian Metode

2.9.1. Kalibrasi

Kalibrasi model adalah proses memilih kombinasi parameter. Dengan kata lain, proses ini mencari nilai parametrik untuk meningkatkan koherensi antara reaksi hidrologi yang teramati dan disimulasikan di cekungan. Metode kalibrasi yang banyak digunakan untuk mendekati model hidrologi adalah metode *trial and error* karena proses perhitungannya relatif sederhana. Perbedaan metode kalibrasi terletak pada penggunaan teknologi yang digunakan dalam perhitungan komputer dan sejenisnya yang dapat melakukan perhitungan algoritmik dengan cepat dan akurat (Indarto 2012).

Analisis yang membahas hubungan antara dua variabel atau lebih disebut analisis regresi. Setelah analisis regresi mengidentifikasi model matematis persamaan yang sesuai, pertanyaan selanjutnya adalah menentukan seberapa dekat variabel-variabel ini terkait. Dengan kata lain, analisis regresi perlu menentukan derajat relevansi antarrelevansi.



Analisis yang membahas relevansi dalam analisis regresi disebut analisis korelasi. Derajat hubungan ini biasanya dinyatakan secara kuantitatif sebagai koefisien korelasi. Nilai koefisien korelasi yang tinggi menunjukkan bukan kesamaan terjadinya fenomena hidrometeorologi (*hydrometeorological similarity*), tetapi kesamaan waktu terjadinya atau terjadinya simultan fenomena hidrometeorologi (Soewarno, 2015).

Model yang banyak digunakan dalam analisis hidrologi adalah analisis regresi. Analisis regresi adalah persamaan yang menghubungkan dua (atau lebih) variabel. Ekspresi ini menunjukkan distribusi frekuensi variabel ketika variabel lain diatur ke nilai tertentu. Atau, Anda dapat menggunakan untuk memperkirakan nilai satu variabel jika Anda mengetahui nilai variabel lain. Derajat asosiasi (tingkat asosiasi). Sampel dua (atau lebih) variabel diwakili oleh koefisien korelasi (Harto, 2009).

Pengolahan data berbantuan komputer menghasilkan persamaan regresi linier untuk dua variabel yang dibandingkan yang dapat digunakan sebagai persamaan koreksi. Anda dapat melihat koherensi kalibrasi dari hasil scatter plot..

Beberapa alternatif analisis persamaan regresi yang pada umumnya digunakan dalam analisis data hidrologi diantaranya adalah model regresi (Soewarno, 2015):

1. Model Regresi Linear Sederhana (*Linear Regression*)
 2. Model Regresi Eksponensial (*Exponential Regression*)
 3. Model Regresi Logaritma (*Logarithmic Regression*)
 4. Model Regresi Polinomial (*Polynomial Regression*)
 5. Model Regresi Berpangkat (*Power Regression*)

2.9.2. Validasi Data

Validasi adalah proses evaluasi suatu model untuk memahami ketidakpastian dalam memprediksi proses hidrologi. Validasi biasanya dilakukan pada data di luar periode data yang digunakan untuk kalibrasi (Indarto, 2012). Beberapa metode validasi digunakan dalam penelitian ini.:

2.9.2.1. Uji Efisiensi Nash-Sutcliffe

Uji Efisiensi Nash-Sutcliffe menunjukkan tingkat ketelitian dari korelasi hubungan antara data yang terukur dan terhitung (Indarto, 2010). Selain itu, Uji efisiensi Nash-Sutcliffe digunakan untuk mengevaluasi kesahihan model. Pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan antara hasil simulasi model dengan hasil pengamatan.

$$E_{NS} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Y_{obs} - Y_{sim})^2}{\sum_{i=1}^n (Y_{obs} - \bar{Y}_{obs})^2} \quad (2-39)$$

26

dengan:

E_{NS} = koefisien Nash-Sutcliffe

n = jumlah data

Y_{sim} = nilai hasil permodelan (mm/hari)

Y_{obs} = nilai pengamatan (mm/hari)

\bar{Y}_{obs} = rata-rata nilai pengamatan (mm/hari)

Nilai efisiensi Nash-Sutcliffe berkisar antara minus (-) tak hingga sampai dengan 1. Menurut

Moriasi et al. (2007), hasil pengujian dikatakan:

- Sangat baik, apabila $0,75 < E_{NS} < 1,00$
- Baik, apabila $0,65 < E_{NS} < 0,75$
- Memuaskan, apabila $0,50 < E_{NS} < 0,65$
- Kurang memuaskan, apabila $E_{NS} \leq 0,50$

2.9.2.2. Root Squared Error (RMSE)

Indikator yang diperlukan dalam metode ini berupa error berdasarkan penjumlahan kuadrat simpangan antara hasil model dan observasi dapat ditentukan sebagai berikut (Indarto, 2010):

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y}_i)^2}{n}} \quad (2-40)$$

dengan:

Y_i = data observasi (data sebenarnya)

\bar{Y}_i = data perkiraan (data hasil estimasi)

n = jumlah data

2.9.2.3. Koefisien Korelasi

Koefisien korelasi adalah analisis yang menganggap derajat asosiasi dalam analisis regresi memiliki hubungan sebab akibat. Nilai koefisien korelasi berkisar antara $-1,0 \leq r \leq 1$.

1. Dalam analisis hidrologi hubungan antara fenomena berdasar nilai koefisien korelasi dapat dinyatakan sebagai berikut (Soewarno, 1995):

- $r = 1$: hubungan positif sempurna
- $0,6 < r < 1$: hubungan langsung positif baik
- $0 < r < 0,6$: hubungan langsung positif lemah
- $r = 0$: tidak terdapat hubungan linier
- $-0,6 < r < 0$: hubungan langsung negatif lemah
- $-1,0 < r < -0,6$: hubungan langsung negatif baik
- $r = -1,0$: hubungan negatif sempurna

Besarnya koefisien korelasi yang menunjukkan derajat hubungan antara variable X dan Y dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$r = \frac{(n)(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{(n.\sum x^2) - (\sum x)^2}.(n.\sum y^2 - \sum(y)^2)} \quad (2-41)$$

dengan:

x = rerata dari X_i

y = rerata dari Y_i

n = jumlah data



3.1. Deskripsi Lokasi Studi

Lokasi studi yang digunakan yaitu DAS Bango yang berlokasi di daerah Kabupaten Malang yang merupakan sebuah kabupaten di daerah Jawa Timur bagian selatan.

Kabupaten Malang berada di koordinat $112^{\circ}01'$ sampai $112^{\circ}57'$ Bujur Timur dan $7^{\circ}04'$ sampai $8^{\circ}26'$ Lintang Selatan, dengan luas Kabupaten Malang 3.535 km². Batas Wilayah dari Kabupaten Malang yaitu:

- Sebelah Utara : Gunung Arjuno
- Sebelah Selatan : Sub DAS Sumber Brantas
- Sebelah Barat : Sub DAS Sumber Brantas
- Sebelah Tmuru : Sub DAS Amprong

DAS Bango memiliki luas 245,25 km² dengan 6 stasiun hujan yang tersebar dibeberapa kecamatan di Kabupaten Malang dan juga terdapat alat pengukur tinggi muka air sungai atau AWLR.

Tabel 3. 1 Lokasi stasiun pencatat debit dan pos hujan di DAS Bango

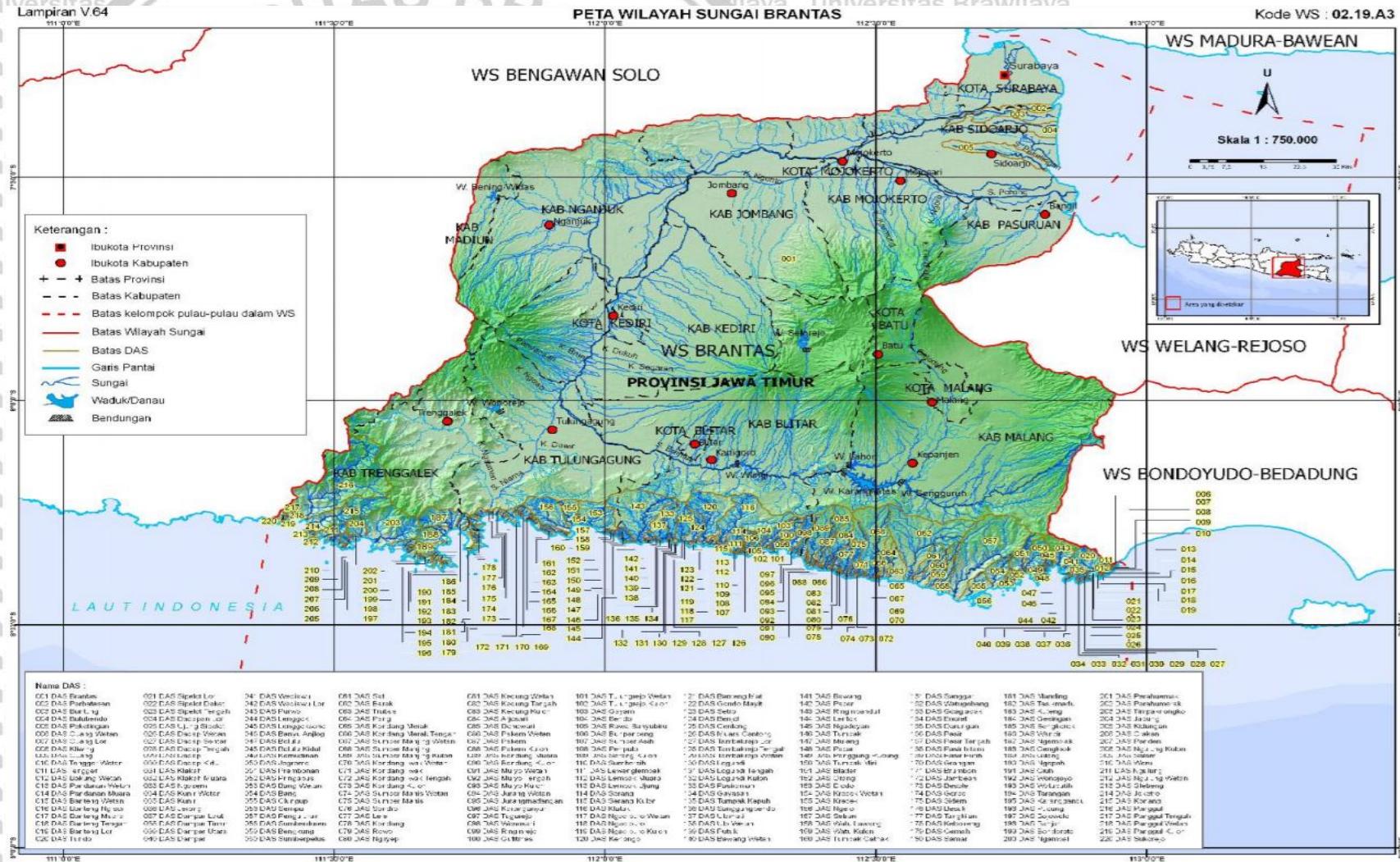
Stasiun Pencatat Debit	Koordinat
Kali Bango	7°57'04" LS 112°48'11" BT
Pos Hujan	Koordinat
Temas	7°51'52.01" LS 112°32'58.67" BT
Pendem	7°54'6.57" LS 112°34'50.04" BT
Karangploso	7°54'01" LS 112°35'14" BT

30

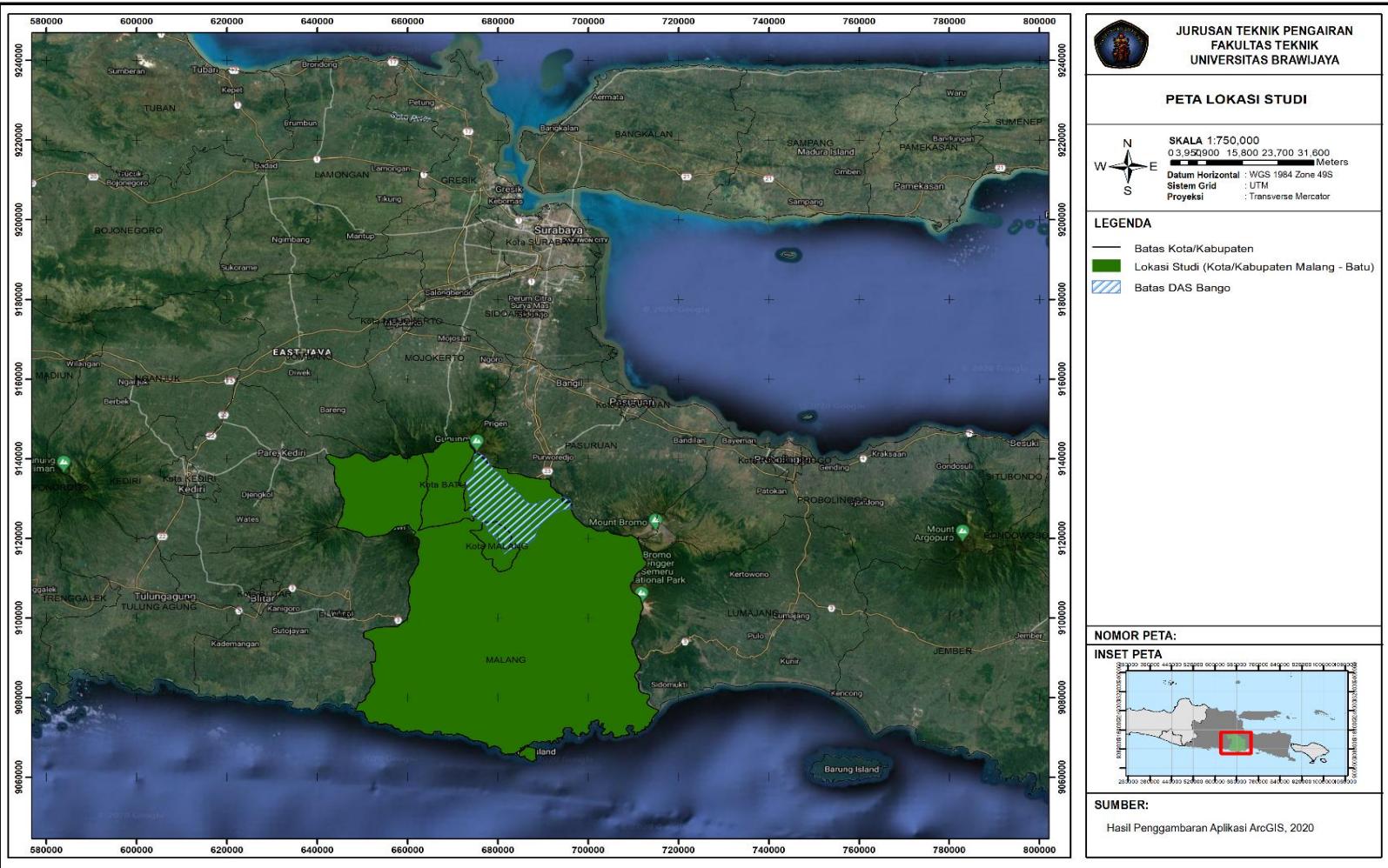
Lanjutan Tabel 3.1 Lokasi stasiun pencatat debit dan pos hujan di DAS Bango

Stasiun Pencatat Debit	Koordinat
Pos Hujan	Koordinat
Singosari	07°53'24" LS
Blimbing	112°39'24" BT
Tumpang	07°57'7" LS
Pos Hujan	112°38'33" BT
Singosari	7°57'14.2" LS
Blimbing	112°38'56.8" BT
Tumpang	07°53'24" LS
	112°39'24" BT
	07°57'7" LS
	112°38'33" BT
	7°57'14.2" LS
	112°38'56.8" BT

Sumber: Balai Besar PSDA Bango Gedangan, 2020



Gambar 3.1 Peta Administrasi Kabupaten Malang
Sumber: Peraturan Presiden, 2020



Gambar 3. 2 Peta Lokasi Studi

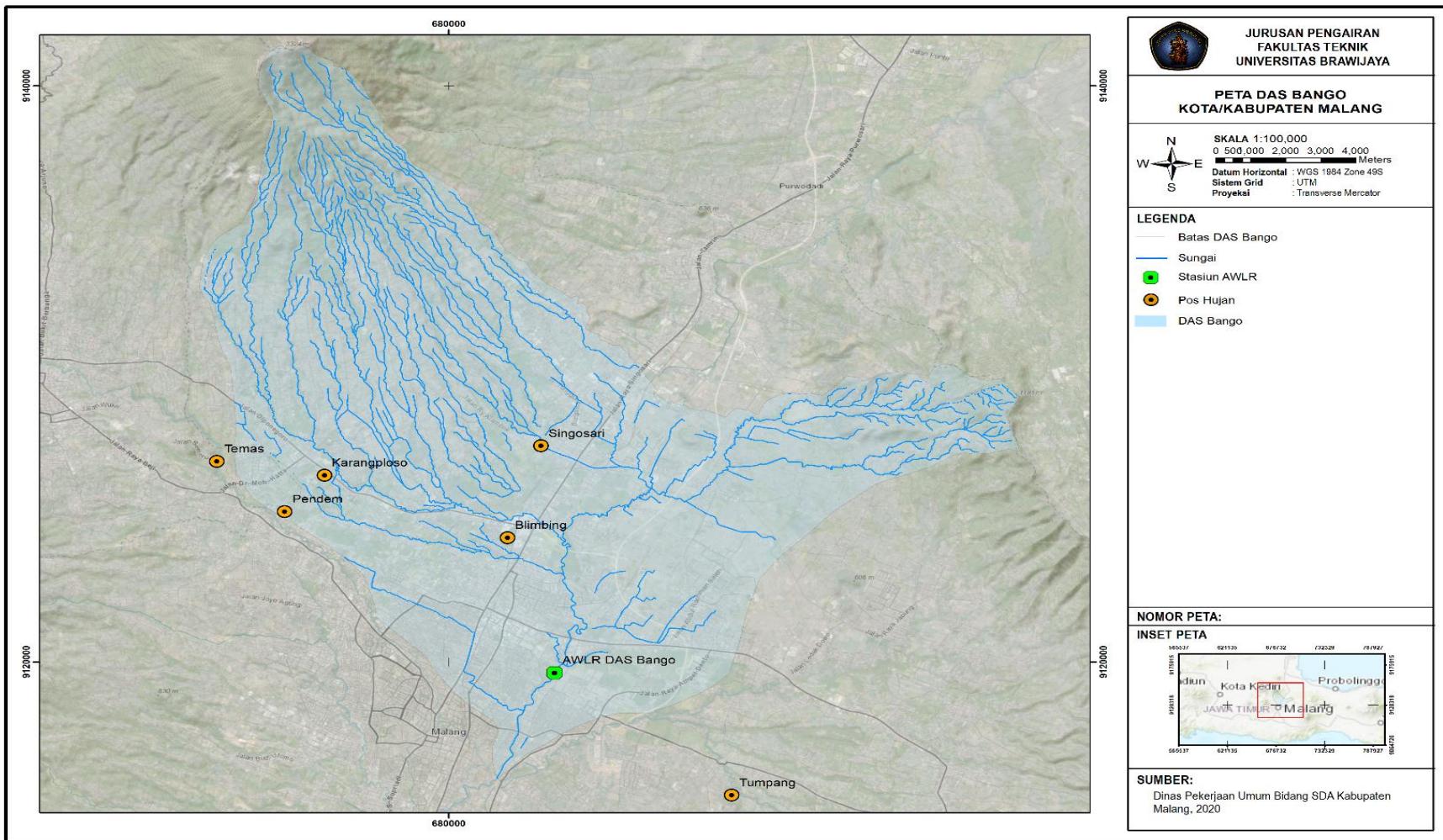
Sumber: Hasil Analisis Aplikasi ArcGIS, 2020





Gambar 3.3 Peta DAS Bango

Sumber: Hasil Analisis Aplikasi ArcGIS, 2020



34

3.2. Kondisi Daerah Studi

3.2.1. Topografi

Kondisi topografi DAS Bango cukup beragam, mulai dari dataran rendah, dataran bergelombang, hingga dataran tinggi/pegunungan. Elevasi tertinggi berada pada puncak Gunung Arjuno dan Gunung Welirang yang terletak di bagian hulu DAS Bango. Elevasi terendah berada pada ±305m dpl dan elevasi tertinggi ±2900m dpl.

Tabel 3. 2 Topografi Wilayah DAS Bango

No.	Bentuk Wilayah	Kelas Kemiringan Lereng	Luas Ha	%
11	Datar/berombah	Kelas I: 0 – 8%	379,59	1,68
22	Bergelombang	Kelas II: 8 – 15%	16309,37	72,28
33	Berbukit sedang	Kelas III: 15 – 25%	2910,36	12,90
44	Berbukit	Kelas IV: 25 – 45%	1950,44	8,64
55	Bergunung	Kelas V: >45%	1015,18	4,50
Jumlah			22564,94	100,00

Sumber: BP DAS Brantas, 2020

3.2.2. Iklim

Menurut klasifikasi iklim zona agroklimat, wilayah DAS Bango dikategorikan dalam kode C₃, dimana bulan basah terjadi selama 5 – 6 bulan dan bulan kering terjadi selama 4 – 6 bulan. Kategori C₃ tersebar pada sebagian besar DAS Bango. Perbandingan jumlah rerata bulan kering dibandingkan rerata bulan basah sebesar 98,5% dengan suhu rerata mencapai 23,53 °C dan kelembaban rerata mencapai 76,25%.

3.2.3. Jenis Tanah

Pada wilayah DAS Bango terdapat beberapa tipe tanah yang tersebar, diantaranya:

- Tipe tanah andosol, tersebar pada sebagian kecil DAS Bango. Asal tanah adalah pegunungan vulkanik dengan kemiringan lereng dominan 23 – 35%, daerah terjal sampai dengan tanah pegunungan vulkanik dengan kemiringan lereng dominan >85%, dan daerah amat sangat terjal.
- Tipe tanah latosol tersebar di sebagian besar DAS Bango. Asal tanah endapan lereng vulkanik bagian bawah dan tanah perbukitan vulkanik miring dan tanah *terrain hillocky* dimana lereng dominan 8 – 15%.
- Tipe tanah alluvial berada pada wilayah hilir DAS Bango. Tipe ini berasal dari tanah kompleks alluvial dataran banjir agak tua, datarn banjir sub *recent*, dan lahar basah.

3.2.4. Hidrologi

DAS Bango memiliki sungai utama yaitu sungai Bango, yang merupakan anak sungai dari sungai Brantas. Pada sungai Bango tersebut terdapat beberapa anak sungai yaitu, Kali

Kajar, Kali Sumpil, Kali Mewek, serta saluran Lowokwaru. Sedangkan DAS Bango memiliki beberapa sub DAS yaitu diantaranya: sub DAS Bango, sub DAS Lowokwaru, sub DAS Sawojajar, sub DAS Purwantoro, sub DAS Sumpil, sub DAS Kajar, dan sub DAS Mewek.

3.3. Jenis Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu penelitian secara kuantitatif, dengan metode pengumpulan data dari sumber atau pihak instansi terkait sehingga penelitian ini menggunakan data sekunder.

3.4. Data Yang Dibutuhkan

Dalam subjek ini dibutuhkan beberapa data – data untuk pelaksanaan penelitian ini. Berbagai macam jenis data – data yang diperlukan dalam penelitian ini terbagi menjadi dua macam jenis data, yaitu data primer dan data sekunder. Data yang diperlukan dalam subjek penelitian ini adalah sebagai berikut:



Tabel 3. 3 Data yang Digunakan Untuk Perhitungan

No	Data yang Dibutuhkan	Jenis Data	Sumber	Keterangan
1	Data koordinat stasiun pencatat curah hujan dan pos duga air	Sekunder	Pengamatan yang dilakukan secara langsung	Mengetahui lokasi stasiun pencatat curah hujan dan pos duga air yang akan dikelolah
2	DEM, Peta Topografi dan Peta Jaringan Sungai	Sekunder	Download DEM melalui : https://earthexplorer.usgs.gov/ topografi dan jaringan sungai melalui Badan Informasi Geospasial (BIG)	Membuat batas – batas Daerah Aliran Sungai (DAS)
3	Data curah hujan periode bulanan selama 10 tahun	Sekunder	Dinas Satuan Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS)	Sumber data analisis validasi dengan data curah hujan
4	Data curah hujan TRMM periode harian (TRMM_3B42RT_v7)	Sekunder	Website resmi NASA yang dapat diakses pada https://giovanni.gsfc.nasa.gov	Sumber data satelit yang akan dianalisis dan divalidasi
5	Data debit AWLR (<i>Automatic Water Level Recorder</i>) bulanan selama 10 tahun	Sekunder	Dinas Satuan Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS)	Data ini berupa data debit aliran sungai yang tercatat berasal dari alat pengukur tinggi muka air di sungai. Data ini digunakan untuk membandingkan antara data debit aliran di sungai dengan hasil perhitungan dengan menggunakan metode NRECA
6	Data Klimatologi selama 8 tahun (2010 – 2020)	Sekunder	Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) kabupaten Malang	Data ini berupa catatan data klimatologi yg terdiri dari kecepatan angin, kelembaban rata – rata, temperature atau suhu, penguapan, dan lamanya peninjoran matahari. Data ini digunakan untuk menghitung nilai Evapotranspirasi (ET_o)
7	Data Peta Tata Guna Lahan tahun 2020	Sekunder	Badan Perencanaan Daerah Kabupaten Malang	Peta tata guna lahan dipergunakan untuk mengetahui penggunaan lahan pada lokasi studi

Sumber: Hasil Analisis, 2020

3.5. Tahapan Penyelesaian Studi

a. Tahapan Pengunduhan Data TRMM

1. Log-in melalui <https://urs.earthdata.nasa.gov/home>
2. Hasil log-in melalui akun EARTHDATA
3. Mendownload data TRMM, dengan Langkah mengisi pilihan setting data sebagai berikut:
 - a) *Select Plot*, untuk memilih dan menentukan jenis data yang dibutuhkan
 - b) *Select date range (UTC)*, untuk menentukan batas atau rentang waktu yang dibutuhkan
 - c) *Select Region (Bounding Box or Shape)*, untuk memilih luasan daerah curah hujan yang dibutuhkan
 - d) *Select Variabel*, untuk memilih data yang ingin diperoleh, dalam hal ini tuliskan TRMM sebagai kata kunci, kemudian pilih data TRMM yang dibutuhkan
 - e) *Plot Data*, digunakan untuk memproses data yang akan diunduh
 - f) Pemrosesan data yang telah berhasil didownload kemudian dapat diperoleh dengan klik kiri pada link data yang telah ditampilkan pada pilihan “*download*” kemudian akan diperoleh hasil data dengan format Microsoft Excel

b. Analisis Kualitas Data

Uji statistik data digunakan untuk mengetahui kualitas dan keandalan data yang akan digunakan dalam perhitungan selanjutnya. Uji yang digunakan adalah Uji Konsistensi (Analisa Kurva Masa Ganda dan RAPS), Uji ketiadakadaan Trend (korelasi peringkat metode Spearman, Uji Mann *and* Whitney, dan Uji tanda dari Cox dan Stuart), Uji Outlier, Uji Stasioner, Uji Persistensi.

c. Validasi Data Hujan

Dalam Validasi data Hujan dilakukan untuk melakukan pengujian ke akurasian data TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) terhadap data stasiun hujan. Pada proses penggeraan ini dibagi 2 tahapan yaitu tahap validasi terkoreksi dan tidak terkoreksi. Tahap validasi terkoreksi dilakukan dengan melakukan kalibrasi data untuk meningkatkan koherensi data TRMM dengan data stasiun hujan. Kemudian dilakukan validasi perbandingan kelompok data kalibrasi dengan validasi dengan periode tahun 6:4, 7:3, 8:2, dan 9:1. Untuk validasi tidak terkoreksi dilakukan dengan validasi seluruh rentang 10 tahun tanpa dilakukan kalibrasi.



38

- d. Perhitungan metode NRECA
 - a. Mempersiapkan data – data yang dibutuhkan, antara lain: jumlah hari hujan, data curah hujan (P) dalam 1 periode, evapotranspirasi (PET = Penguapan Peluh Potensial), tumpungan awal W_0 (SMC)
 - b. Menentukan tumpungan kelengasan (Wi)
 - c. Menentukan rasio Rb/PET dan rasio AET/PET
 - d. Menentukan evapotranspirasi aktual
 - e. Menentukan neraca air (*water balance*)
 - f. Menentukan rasio dan nilai kelebihan kelengasan
 - g. Menentukan *ground water storage* (GWS)
 - h. Menentukan tumpungan air tanah awal dan akhir
 - i. Menentukan aliran air tanah dan aliran langsung
 - j. Menentukan debit yang tersedia di sungai

Diagram alir Langkah perhitungan metode NRECA ada pada gambar 3.6

e. Proses Perhitungan Kalibrasi parameter metode NRECA

Dalam proses perhitungan NRECA terdapat parameter – parameter yang harus dilakukan proses kalibrasi. Pada proses kalibrasi menggunakan metode Uji efisiensi *Nash-Sutcliffe*, Uji *Root Squared Error* (RMSE), Uji koefisien Korelasi dan Uji Kesalahan Relatif. Beberapa parameter yang dikalibrasi untuk mendapat hasil debit simulasi model yang mendekati debit terukur antara lain, persentase *runoff* yang mengalir pada jalur *subsurface* (PSUB) serta persentase air yang masuk menjadi aliran air tanah (GWF).

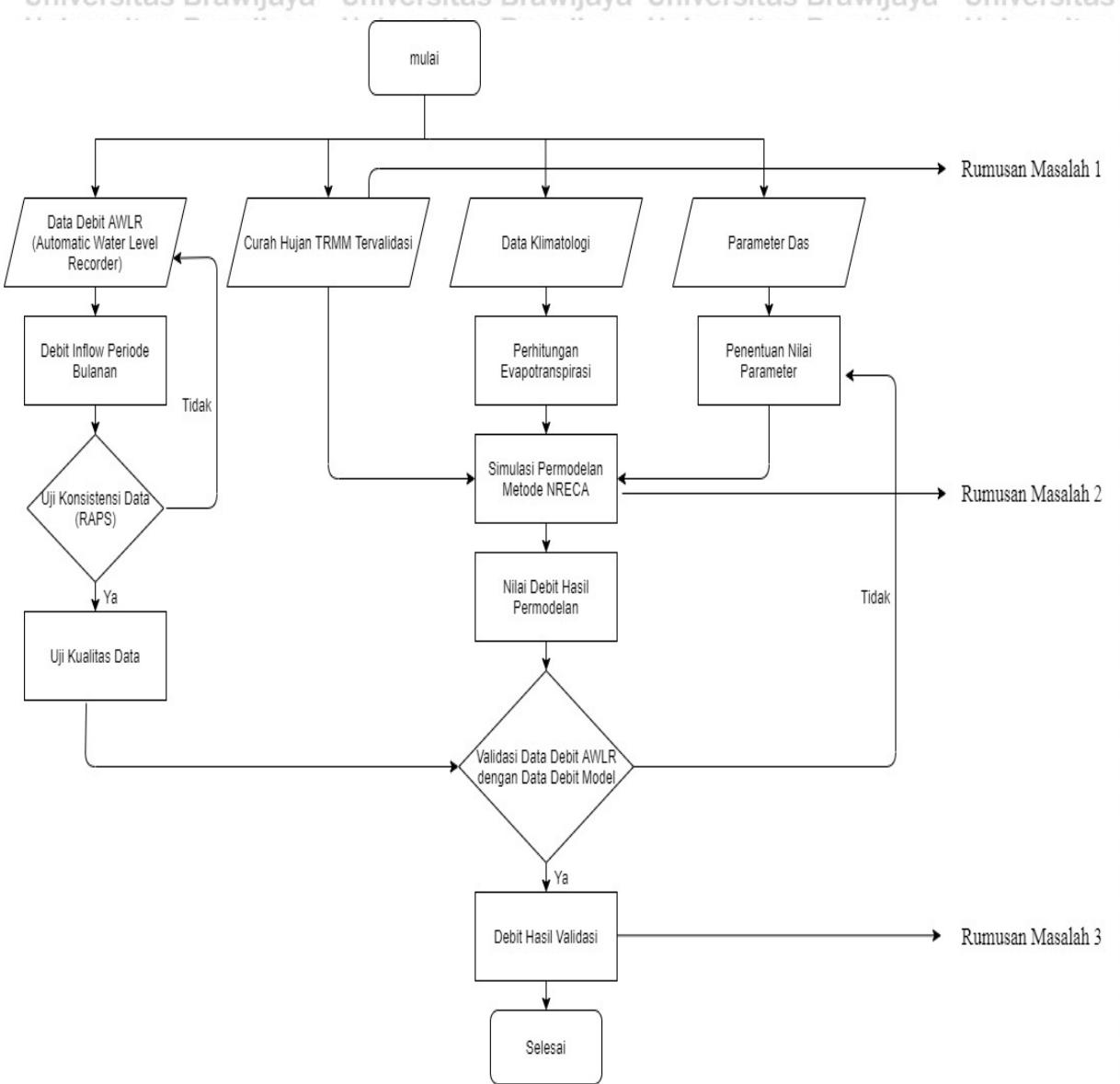
f. Analisa kesesuaian metode

Uji ketepatan metode dilakukan dengan cara membandingkan data debit aliran sungai dengan perhitungan simulasi alih ragam hujan dengan mencari penyimpangan terkecil. Uji yang digunakan adalah Uji efisiensi *Nash-Sutcliffe*, Uji *Root Squared Error* (RMSE), Uji koefisien Korelasi, dan Uji Kesalahan Relatif.

g. Analisa kesesuaian metode terpilih

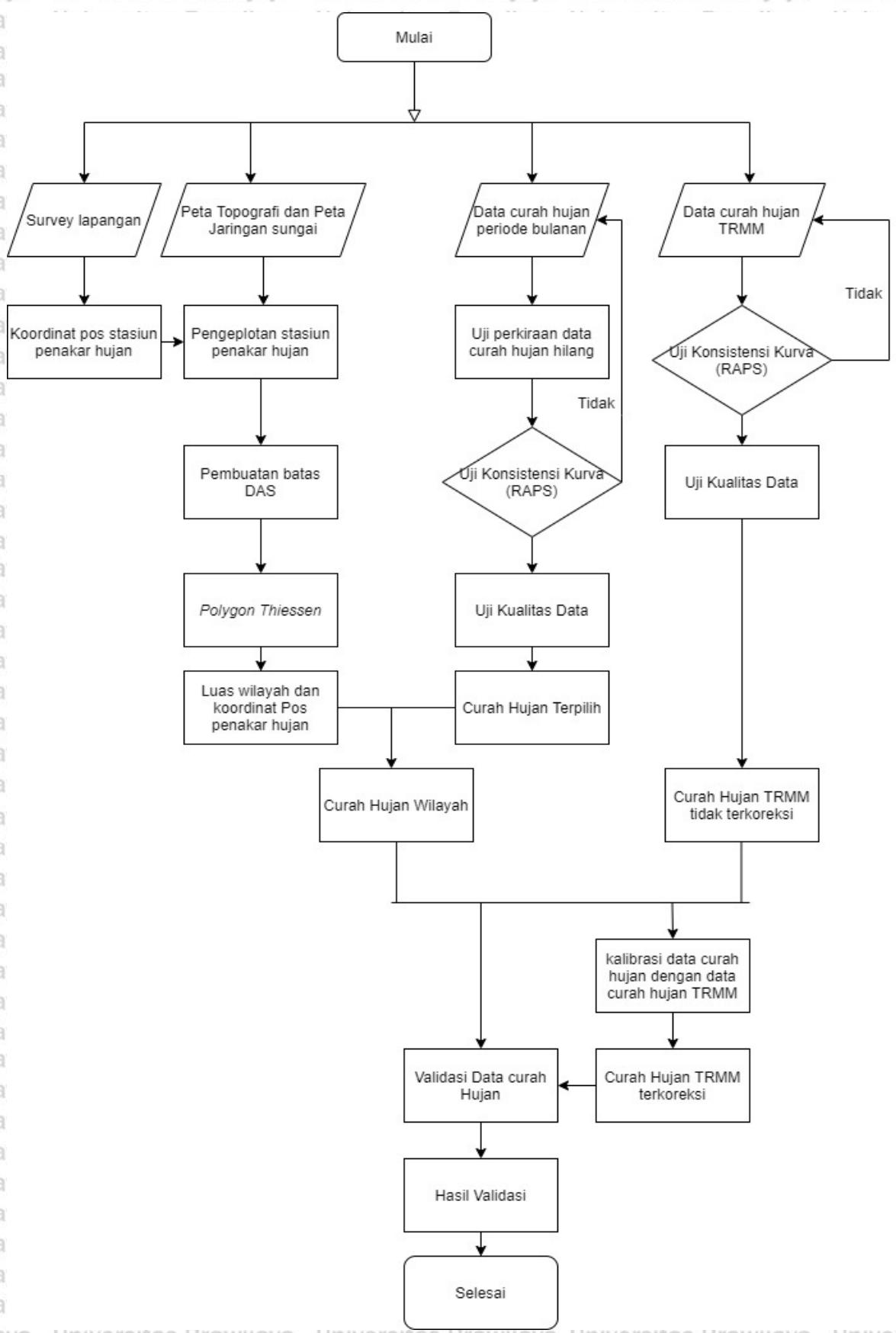
Metode alih ragam hujan yang terpilih dan sesuai dengan karakteristik lokasi studi kemudian akan divalidasi dengan data debit hasil pengamatan dengan menggunakan parameter Uji efisiensi *Nash-Sutcliffe*, Uji *Root Squared Error* (RMSE), Uji koefisien Korelasi dan Uji Kesalahan Relatif..

3.6. Diagram Alir Penelitian

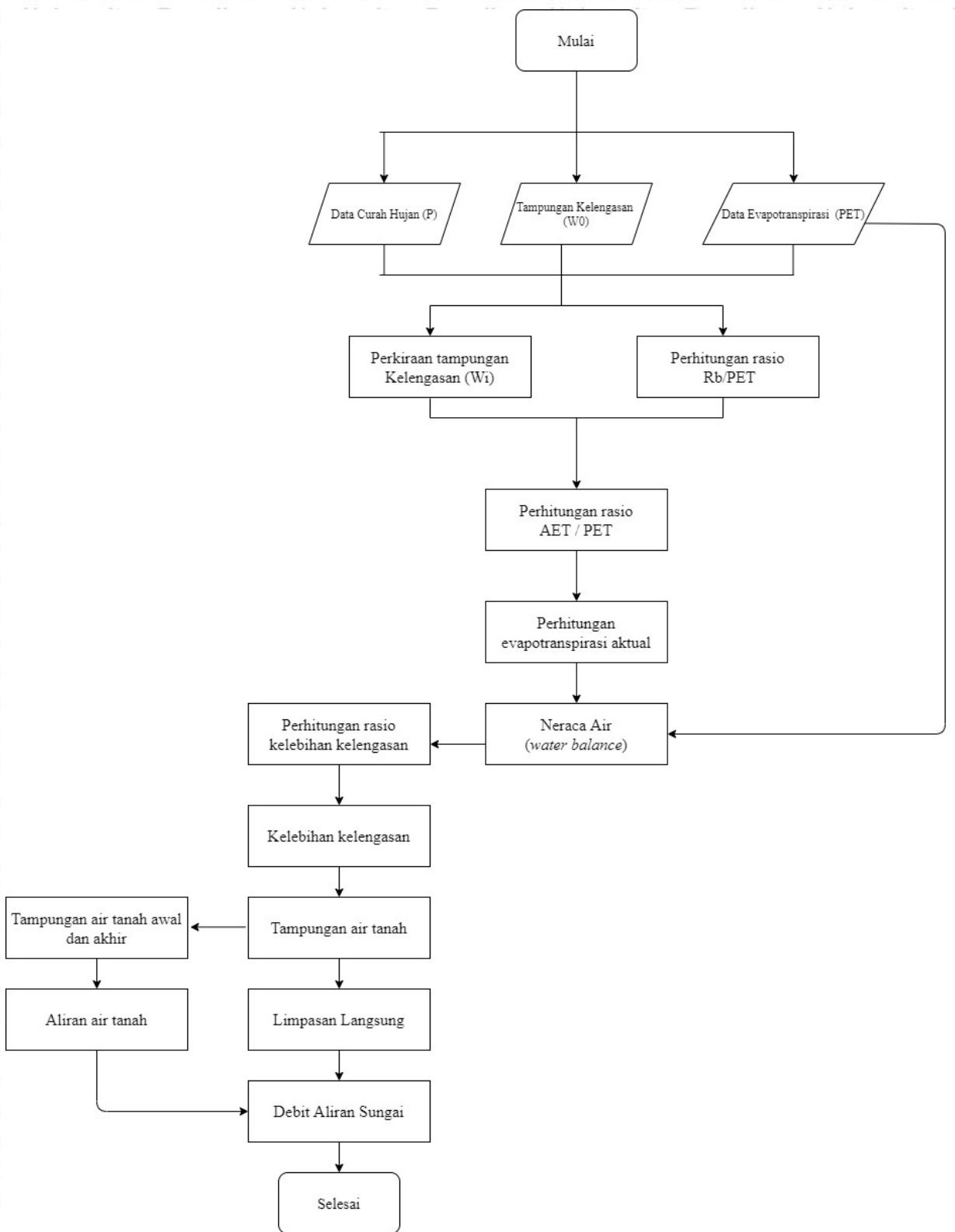


Gambar 3.4 Diagram Alir Penyelesaian Studi

Sumber: Hasil Analisis, 2020



Gambar 3. 5 Diagram Alir Analisa Kesesuaian Metode Data Curah Hujan
Sumber: Hasil Analisis, 2020



Gambar 3. 6. Diagram Alir Perhitungan Hujan Debit Model NRECA
Sumber: Hasil Analisis, 2020

4.1. Pengumpulan Data

Dalam studi ini, pengumpulan data dilakukan untuk memenuhi parameter-parameter yang diperlukan dalam analisis studi ini. Kebutuhan data yang dikumpulkan berdasarkan metode pengumpulan data sesuai sumber data yang diperoleh. Sumber data terbagi menjadi dua yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh melalui pengamatan atau pengambilan langsung di lapangan, dan data sekunder adalah data yang diperoleh melalui instansi-instansi yang berwenang.

Dalam pengerjaan studi ini perlu dilakukan survey lapangan sesuai studi ini. Sebelum dilakukan survey di lapangan, perlu dilakukan analisis wilayah studi untuk memberikan ataupun mengetahui gambaran lokasi studi. Dalam studi ini diperlukan gambaran mengenai lokasi yaitu Das Bango, yang dimana perlu dilakukan analisis wilayah studi berupa pembuatan peta batas DAS Bango melalui analisis DAS (Watershed Analysis) dengan data Digital Elevation Model (DEM STRM) dan data ini dikelola menggunakan aplikasi Arcgis 10.4. Untuk melengkapi informasi informasi peta dalam penyajian batas DAS ini, dilengkapi pula dengan informasi topografi dan jaringan sungai yang diperoleh melalui web resmi Badan Informasi Spasial (BIG). Hasil analisis ini kemudian menghasilkan peta batas DAS Bango untuk penentuan luas daerah survey. Dengan demikian, lokasi survey dapat ditentukan sesuai dengan batas Sub DAS Bango.

Menurut sumber data stasiun penakar hujan yang diperoleh melalui instansi-instansi berwenang, yaitu berupa data koordinat pos stasiun penakar hujan yang ada di wilayah Sub DAS Bango. Hasil data ini diperoleh 3(tiga) pos stasiun penakar hujan yang tersebar di Wilayah Sub Bango. Setelah penentuan pos stasiun penakar hujan sudah ditentukan, maka tahap selanjutnya adalah mendapatkan data curah hujan yang dihasilkan dari tiga pos stasiun penakar hujan tersebut. Data curah hujan ini diperoleh melalui instansi yang berwenang, yakni Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Brantas. Panjang data yang digunakan adalah 9 tahun dengan rentang tahun 2010 – 2019.

Selain data curah hujan pos stasiun penakar hujan, dibutuhkan pula data curah hujan TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) sebagai data curah hujan alternatif yang akan dilakukan uji validasi dengan data curah hujan pos stasiun penakar hujan. Data yang

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

dipilih dalam pengunduhan TRMM ini adalah data TRMM Level 3 berupa curah hujan bulanan dengan Panjang data yang digunakan adalah 9 tahun dengan rentang tahun 2010-2019.

4.2. Analisis Kualitas Data

Analisis kualitas data sangat dibutuhkan dalam sebuah analisis data statistika berupa data deret berkala seperti data curah hujan. Analisis ini digunakan untuk mengetahui kualitas data hidrologi secara statistik karena dalam proses pengambilan data di lapangan tentunya mengalami berbagai gangguan dari faktor lingkungan yang akan mempengaruhi data. Data yang telah mengalami pengujian dalam tahap ini dianggap telah memiliki kualitas data statistik yang baik sehingga dapat digunakan untuk analisis hidrologi lanjutan.

4.2.1. Uji Konsistensi

Uji konsistensi bertujuan untuk mengetahui adanya penyimpangan hubungan tiap pos stasiun hujan dengan pos stasiun hujan lainnya yang berada di sekitar pos tersebut. Dalam melakukan uji konsistensi pada data hidrologi, umumnya digunakan beberapa metode seperti Metode Kurva Masssa Ganda dan Metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*).

Metode Kurva Massa Ganda dapat digunakan apabila terdapat minimal 3 (tiga) pos stasiun hujan, sedangkan pada uji dengan data tunggal dapat menggunakan Metode RAPS.

Dalam uji ini digunakan Metode Kurva Massa Ganda untuk pengujian enam pos stasiun hujan. Satu pos yang diuji dan kemudian lima pos yang tersisa dianggap sebagai pos stasiun hujan sekitar. Data yang diuji merupakan data tahunan tiap pos stasiun hujan sebanyak 9 tahun (2010-2019). Sedangkan uji konsistensi pada data TRMM menggunakan Metode RAPS, dan data yang diuji merupakan data tahunan dengan panjang data 9 tahun (2010-2019).

4.2.1.1. Uji Konsistensi Data Curah Hujan Pos Stasiun Hujan

Pengujian dengan metode kurva massa ganda dikatakan konsisten apabila diperoleh nilai kemiringan sudut garis trend pada grafik sebesar $0 = 45^\circ$ atau kemiringan garis (*slope*) $S=1$. Toleransi data masih dapat dianggap konsisten pada rentangan nilai $42^\circ < 0 < 48^\circ$, karena ketika dilakukan koreksi data hasil yang diperoleh tidak akan memberikan besaran yang signifikan.

Langkah-langkah dalam uji konsistensi metode kurva massa ganda adalah sebagai berikut (contoh perhitungan yang digunakan adalah Pos Stasiun Hujan Belimbings):

1. Menjumlahkan data asli dalam bentuk harian menjadi data tahunan, serta mengurutkan data dari tahun terbaru ke tahun terlama (2019-2010).

2. Menentukan pos yang akan diuji dan pos sekitar yang akan digunakan sebagai pembanding.
3. Menghitung data curah hujan kumulatif pos yang akan diuji.
4. Menghitung nilai rerata pos sekitar.
5. Menghitung nilai kumulatif rerata pos sekitar.
6. Merekapitulasi hasil perhitungan.

Hasil perhitungan uji konsistensi Pos Stasiun Hujan Belimbing dapat dilihat pada Tabel

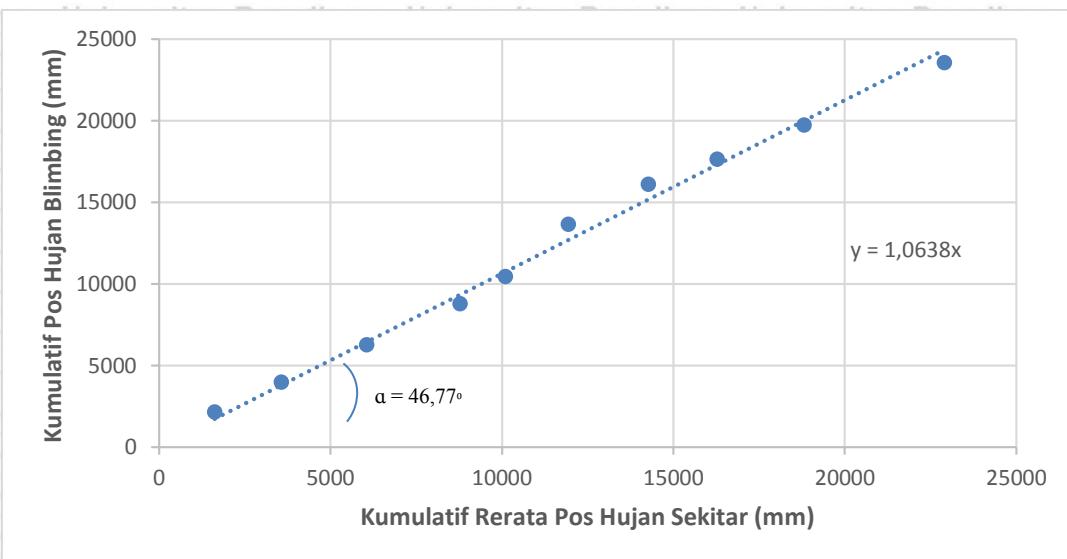
4.1.

Tabel 4. 1 Uji Konsistensi Kurva Massa Ganda Pos Hujan Stasiun Belimbing

Tahun	Pos Hujan Blimbing (mm)	Pos Hujan Sekitar (mm)
2019	2142.00	2142.00
2018	1847.00	3989.00
2017	2272.00	6261.00
2016	2535.00	8796.00
2015	1667.00	10463.00
2014	3197.00	13660.00
2013	2458.00	16118.00
2012	1547.00	17665.00
2011	2074.00	19739.00
2010	3846.00	23585.00

Sumber: hasil Analisis, 2021

7. Membuat kurva yang menggambarkan perbandingan antara kumulatif pos stasiun hujan yang diuji dengan kumulatif rerata pos stasiun hujan sekitarnya. Ketentuan grafik adalah untuk sumbu X merupakan kumulatif rerata pos stasiun hujan sekitar dan sumbu merupakan kumulatif pos stasiun hujan yang diuji.



Gambar 4. 1 Grafik kurva massa ganda Stasiun Hujan Belimbing

Sumber: Hasil Analisis, 2021

Berdasarkan Tabel 4.1, dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan nilai kumulatif pos stasiun hujan yang diuji dengan kumulatif rerata pos stasiun hujan sekitar yang digunakan sebagai pembanding. Perbedaan nilai ini mempengaruhi hasil *plotting* grafik untuk analisis kurva massa ganda. Hasil yang ditunjukkan oleh kurva ini dapat dilihat pada Gambar 4.1. Dapat dilihat ada beberapa titik yang berada di luar satu garis. Proses selanjutnya yang dilanjutkan adalah tahap perhitungan untuk memastikan sudut. Apabila sudut yang dihasilkan berada sangat jauh dari rentangan nilai $42^\circ < \theta < 48$, maka perlu dilakukan koreksi data yang dianggap bermasalah atau tidak sesuai dengan garis trend konsistensi data.

4.2.1.2. Uji Konsistensi Data Curah Hujan TRMM

Uji Konsistensi dengan data curah hujan TRMM dilakukan dengan menggunakan metode RAPS. Hal ini dikarenakan data TRMM merupakan data tunggal. Adapun langkah-langkah dalam perhitungan uji konsistensi data menggunakan Metode RAPS adalah sebagai berikut:

1. Menghitung nilai rerata data curah hujan TRMM tahunan.

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^N Y_i}{N} = \frac{24560,07}{10}$$

$$\bar{Y} = 2456.01 \text{ m}^3/\text{detik}$$

2. Menghitung nilai selisih antara nilai curah hujan dengan rerata curah hujan TRMM.

Contoh perhitungan yang digunakan adalah tahun 2010:

Universitas Brawijaya

Universitas Brunei Darussalam

- Universitas Brawijaya

Contoh perhitungan tahun pertama (2010), nilai S_k^* sama dengan nilai $Y_i - \bar{Y}$ yaitu 1706,94. Sedangkan untuk perhitungan selanjutnya adalah sebagai berikut:

$$S_k^* = (Y_i - \bar{Y})_{2010} + (Y_i - \bar{Y})_{2011}$$

$$= 1706,94 + (-88,86)$$

$$= 1618,09$$

4. Menghitung nilai D_y^2 dengan contoh perhitungan tahun 2010 sebagai berikut:

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

$$D_y^2 = \frac{1706,94^2}{10}$$

$$D_y^2 = 291365,44$$

Hitung keseluruhan nilai hujan tiap tahun (2010-2018), kemudian keseluruhan nilai

tersebut dijumlahkan dengan jumlah total $\sum_{i=1}^N D_y^2 = 575606,52$

5. Menghitung nilai D_y

$$D_y = \sqrt{\sum_{i=1}^N D_y^2}$$

$$= \sqrt{575606,52}$$

$$= 758,69$$

6. Menghitung nilai S_k^{**} .

Contoh perhitungan menggunakan tahun 2010.

$$S_k^{**} = \frac{S_k^*}{D_y}$$

$$= \frac{1618,09}{758,69}$$

$$= 2,25$$

7. Menghitung nilai absolut dari S_k^{**} dengan menghilangkan nilai negatif.

8. Mencari nilai minimum dan maksimum dari keseluruhan nilai S_k^{**} . Hasil perhitungan menunjukkan nilai maksimum adalah sebesar 2,25 dan nilai minimum adalah sebesar 0,02.

9. Menentukan nilai Q dengan memilih nilai absolut S_k^{**} maksimum, yakni 2,25.

10. Menentukan nilai R dengan contoh perhitungan sebagai berikut:

$$R = S_k^{**} \text{ Maks} - S_k^{**} \text{ Min}$$

$$= 2,25 - 0,02$$

$$= 2,23$$

Hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.2

Tabel 4. 2 Perhitungan Uji RAPS Data Curah Hujan TRMM Tahunan

No	Tahun	Curah Hujan (mm)	$X_i - \bar{X}$	Sk*	D_i^2	Sk**	Sk***
1	2010	4162.94	1706.94	1706.94	291365	2.24986	2.24986
2	2011	2367.14	-88.857	1618.09	789.557	2.13274	2.13274
3	2012	2099.78	-356.22	-445.07	12689.1	-0.5866	0.58664
4	2013	2797.77	341.763	-14.454	11680.2	-0.0191	0.01905
5	2014	1927.92	-528.09	-186.32	27887.6	-0.2456	0.24559
6	2015	1948.13	-507.87	-1036	25792.9	-1.3655	1.36546
7	2016	3197.42	741.423	233.556	54970.8	0.30784	0.30784
8	2017	2808.33	352.323	1093.75	12413.2	1.44163	1.44163
9	2018	1627.88	-828.12	-475.79	68577.8	-0.6271	0.62713
10	2019	1622.69	-833.31	-1661.4	69440.1	-2.1899	2.18987
Jumlah		24560.06			575607		
Rerata		2456.00					

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

11. Menghitung nilai $\frac{Q}{\sqrt{N}}$ dan $\frac{R}{\sqrt{N}}$ sebagai nilai Q_{hitung} dan R_{hitung} dengan contoh perhitungan sebagai berikut:

$$\frac{Q}{\sqrt{N}} = \frac{2,25}{\sqrt{10}} = 0,711$$

$$\frac{R}{\sqrt{N}} = \frac{2,23}{\sqrt{10}} = 0,705$$

12. Menentukan nilai Q_{kritis} untuk jumlah data 10 tahun dengan derajat kepercayaan 5%.

Diperoleh Q_{kritis} sebesar 1,14.

13. Menentukan nilai R_{kritis} untuk jumlah data 10 tahun dengan derajat kepercayaan 5%.

Diperoleh R_{kritis} sebesar 1,28.

14. Membandingkan nilai Q_{hitung} dan R_{hitung} dengan nilai Q_{kritis} dan R_{kritis} . Dalam perbandingan ini diperoleh hasil nilai $Q_{hitung} < Q_{kritis}$ serta nilai $R_{hitung} < R_{kritis}$, maka nilai uji konsistensi data TRMM Metode RAPS diterima. Hal ini menunjukkan bahwa data curah hujan TRMM konsisten.

Tabel Perhitungan Uji RAPS Data Curah Hujan TRMM pada seluruh periode

dapat dilihat pada Lampiran.

Tabel 4. 3 Rekapitulasi Hasil Uji RAPS Data Curah Hujan TRMM Pada Setiap Periode

No	Satelit	Periode	$Q/n^{0.5}$	$R/n^{0.5}$	Q_{kritis}	R_{kritis}	Keterangan
1	TRMM	Tahunan	0.711	0.705	1.14	1.28	Konsisten

Sumber: Hasil Analisis, 2021

4.2.1.3. Rekapitulasi Hasil Uji Konsistensi

data curah hujan pos stasiun hujan yang digunakan setelah diuji menggunakan Metode Kurva Massa Ganda bersifat konsisten. Hasil perhitungan data curah hujan TRMM dengan menggunakan Metode RAPS juga memenuhi syarat uji sehingga hasilnya dianggap bersifat konsisten. Hasil uji ini menunjukkan data-data yang dipilih dapat digunakan untuk pengujian dan analisis hidrologi selanjutnya.

4.2.1.4. Uji Ketidakadaan Trend

Uji ini dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya trend atau variasi dalam data. Jika terdapat trend maka data tidak disarankan dalam Analisa, data yang dihasilkan harus homogen, artinya data yang berasal dari populasi yang jenisnya sama

4.2.1.4.1. Uji Korelasi Peringkat Metode Spearman

Trend merupakan korelasi antara waktu dengan variasi dari suatu variabel hidrologi.

Oleh karena itu koefisien korelasinya dapat digunakan untuk menentukan ketidakadaan trend dari suatu deret berkala.

Langkah-langkah dalam menentukan ada atau tidak adanya trend menggunakan metode Spearman pada Stasiun Hujan Belimbing adalah sebagai berikut:

- Menentukan nilai Koefisien korelasi peringkat dari Spearman (KP) dengan persamaan.

$$\begin{aligned} KP &= 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (dt)^2}{n^3 - n} \\ KP &= 1 - \frac{6 \times 134}{10^3 - 10} \\ KP &= 0,187 \end{aligned}$$

- Menentukan nilai distribusi t, pada derajat kebebasan (n-2) untuk derajat kepercayaan 5%

$$\begin{aligned} t &= KP \left[\frac{n-2}{1-KP^2} \right]^{\frac{1}{2}} \\ t &= 0,187 \left[\frac{10-2}{1-(0,187)^2} \right]^{\frac{1}{2}} \\ t &= 0,541 \end{aligned}$$

- Menarik Kesimpulan (diterima atau ditolak).

Dengan melakukan pengujian dua sisi untuk derajat kepercayaan 5% dan derajat kebebasan n-2 = 8, maka diperoleh $t_{0,975} = 2,306$ dan $t_{-0,975} = -2,306$, maka nilai t terletak $-2,306 < 0,541 < 2,262$. Oleh karena itu, hipotesa nol pada derajat kepercayaan 5%, atau dapat dikatakan dua seri data (R_t dan t_t) adalah independent dan tidak mungkin menunjukkan adanya trend.

Tabel 4. 4 Ketidakadaan Trend Metode Spearman Stasiun Hujan Belimbing

No	Tahun	Peringkat Tt	CH Tahunan (mm)	Rt	dt	dt^2
1	2010	1	3846	1	0	0
2	2011	2	2074	7	5	25
3	2012	3	1547	10	7	49
4	2013	4	2458	4	0	0
5	2014	5	3197	2	-3	9
6	2015	6	1667	9	3	9
7	2016	7	2535	3	-4	16
8	2017	8	2272	5	-3	9
9	2018	9	1847	8	-1	1
10	2019	10	2142	6	-4	16
Jumlah					134	
n					10	
KP					0.187879	
t					0.541036	
Uji ketidakadaan Trend			Kesimpulan			
Uji dua sisi, + a/2 = 5,0%			0,541 < 2,306			
df = n-2 = 8			Ho diterima			
tcr = 2,306			data bersifat random			

Sumber: Hasil Analisis, 2021

Langkah yang sama juga diberlakukan pada semua stasiun lainnya. Rekapitulasi hasil perhitungan uji korelasi peringkat metode Spearman adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 5 Rekapitulasi Perhitungan Metode Spearman

No	Stasiun	KP	t hitung	t kritis (+)	t kritis (-)	Kesimpulan
1	Belimbing	0.188	0.541	2,306	-2,306	Tidak ada Trend
2	Karang Ploso	0.552	1.870	2,306	-2,306	Tidak ada Trend
3	Singosari	0.333	1.000	2,306	-2,306	Tidak ada Trend

Sumber: Hasil Analisis, 2021

4.2.1.4.2 Uji Mann dan Whitney

Lankah-langkah dalam menentukan ada atau tidaknya trend menggunakan metode Mann dan Whitney Stasiun Hujan Belimbing adalah sebagai berikut:

1. Membagi data menjadi dua kelompok.
2. Memberikan peringkat pada dua kelompok data (terkecil-terbesar).
3. Menentukan nilai Rm yaitu jumlah peringkat data pada kelompok 1.
4. Menghitung parameter statistik.

$$U_1 = N_1 N_2 + \frac{N_1}{2} \times (N_1 + 1) - R_m$$



$$\begin{aligned} &= (5 \times 5) + \frac{5}{2} \times (5 + 1) - 31 = 9 \\ U_2 &= N_1 N_2 - U_1 \\ &= (5 \times 5) - 31 = 16 \end{aligned}$$
 U₁ = 9, merupakan nilai yang lebih kecil jika dibandingkan dengan U₂ = 16, sehingga untuk perhitungan selanjutnya U = U₁ = 9. Selanjutnya mencari nilai Z dengan persamaan,

$$Z = \frac{U - (N_1 - N_2)}{\sqrt{\frac{1}{12} \{N_1 N_2 (N_1 + N_2 + 1)\}}^{1/2}} = \frac{9 - (5 - 5)}{\sqrt{\frac{1}{12} \{5 \times 5 (5 + 5 + 1)\}}^{1/2}} = -0,731$$
 Berdasarkan uji satu sisi pada derajat kepercayaan 5% ditolak, berdasarkan tabel Zc = 1,960 dan -1,960 nilai Z = -0,731 ternyata lebih kecil dari Zc = 1,960 dan lebih besar dari Zc = -1,960 dengan demikian hipotesa tidak dapat ditolak dengan derajat kepercayaan 5%. Atau dapat dikatakan bahwa kelompok I dan kelompok II berasal dari populasi yang sama, atau dengan kata lain tidak terjadi perubahan yang nyata nilai ratanya atau tidak menunjukkan adanya trend.

Tabel 4. 6 Uji Mann and Whitney Stasiun Hujan Belimbing

No	Kelompok I			Kelompok II		
	Tahun	Q m/dt	Peringkat Rt	Tahun	Q m/dt	Peringkat Rt
1	2010	3846	10	2015	1667	2
2	2011	2074	4	2016	2535	8
3	2012	1547	1	2017	2272	6
4	2013	2458	7	2018	1847	3
5	2014	3197	9	2019	2142	5
Jumlah		31		Jumlah	24	
N1 =		5		U1 =	9	
N2 =		5		U2 =	16	
Rm =		31		U = U1	9	
Z =		-0,731				
Uji Mann and Whitney						
Uji satu sisi, + a/2 =		5,0%	-7,31	<	1,960	
Zc =		1,960		Ho diterima		
		-1,960		tidak ada trend		

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

Langkah yang sama juga diberlakukan pada semua stasiun lainnya. Rekapitulasi hasil perhitungan metode Mann and Whitney adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 7 Rekapitulasi perhitungan *Mann dan Whitney*

No	Stasiun	Z	Zc(+)	Zc(-)	Kesimpulan
1	Belimbing	-0.731	1.960	-1.960	Tidak ada Trend
2	Karang Ploso	-1.149	1.960	-1.960	Tidak ada Trend
3	Singosari	-0.522	1.960	-1.960	Tidak ada Trend

Sumber: Hasil Analisis, 2021

4.2.1.4.3 Uji tanda dari Cox dan Stuart

Langkah-langkah dalam menentukan ada atau tidaknya trend menggunakan metode Cox dan Stuart Stasiun Hujan Belimbing adalah sebagai berikut:

1. Membagi data menjadi tiga kelompok dengan mengabaikan data pada kelompok dua
2. Menentukan tanda positif dan negatif pada data (kelompok satu-kelompok tiga).
3. Menentukan nilai S berdasarkan jumlah data positif.
4. Menghitung parameter statistic.

$$Z = \frac{S - \frac{n}{6} - 0,5}{\sqrt{\frac{n}{12}}} = \frac{2 - \frac{10}{6} - 0,5}{\sqrt{\frac{10}{12}}} = -0,183$$

Nilai Z teoritis dari tabel untuk derajat kepercayaan 5% ditolak adalah 1,960. Oleh karena $Z = -0,183$ lebih kecil dari $Z_c = 1,960$ maka hipotesa diterima. Dengan demikian data hasil uji Cox dan Stuart tidak menunjukkan adanya trend.

Tabel 4. 8 Uji Cox dan Stuart Stasiun Hujan Belimbing

No	Kelompok I	Kelompok III	Kelompok III - Kelompok I	Tanda III-I
1	3846	2535	-1311	-
2	2074	2272	198	+
3	1547	1847	300	+
4	2458	2142	-316	-

Universitas	S =	2
Universitas	N =	10
Universitas	Z =	-0.183
Universitas	a =	0.05

Uji Tanda Cox dan Stuart

Uji satu sisi

$\alpha = 5\%$

$Z_c = 1.960$

-0.183	<	1.960
Ho diterima tidak ada trend		

Sumber: Hasil Analisis, 2021



Langkah yang sama juga diberlakukan pada semua stasiun lainnya. Rekapitulasi hasil perhitungan metode Cox dan Stuart adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 9 Rekapitulasi Perhitungan Cox dan Stuart

No	Stasiun	Zs	Zc(+)	Zc(-)	Kesimpulan
1	Belimbing	-0.183	1.960	-1.960	Tidak ada Trend
2	Karang Ploso	-2.71	1.960	-1.960	Tidak ada Trend
3	Singosari	-0.183	1.960	-1.960	Tidak ada Trend

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

4.2.2. Uji Stasioner

Uji stasioner digunakan untuk menguji kestabilan varian dan kestabilan nilai rata-rata dari sebuah deret berkala seperti data curah hujan. Data yang diharapkan ialah nilai varian dan rata-ratanya tidak mengalami perubahan yang sistematis sepanjang waktu atau cenderung konstan. Hasil yang diharapkan dari uji ini adalah data yang bersifat homogen, yakni hasil kedua uji menunjukkan data yang stabil. Dalam uji ini, data dibagi menjadi tiga periode, sehingga pengujian dilakukan berdasarkan seluruh periode tersebut baik untuk Uji F maupun Uji t. Adapun periode yang digunakan adalah periode 10 harian, 15 harian, dan bulanan untuk melihat homogenitas ketiga periode tersebut.

4.2.2.1. Uji Kestabilan Varian (Uji F)

Uji F digunakan untuk menguji kestabilan nilai varian data, dalam studi ini digunakan 10 harian, 15 harian, dan bulanan dengan panjang data 10 tahun. Adapun tahapan dalam uji ini sebagai berikut:

1. Membagi data menjadi dua kelompok data dengan jumlah yang setara. Dalam contoh perhitungan ini digunakan data curah hujan bulanan TRMM dengan 120 data yang kemudian dibagi menjadi dua kelompok data

Tabel 4. 10 Pembagian Kelompok untuk Uji F Data Curah Hujan TRMM Bulanan

Kelompok 1			Kelompok 2		
No	Curah Hujan (mm)	No	Curah Hujan (mm)	No	Curah Hujan (mm)
1	465.27	1	29.88	1	314.34
2	557.31	2	3.84	2	260.88
3	349.23	3	15.33	3	298.80
4	541.59	4	19.32	4	416.64
5	379.83	5	238.92	5	56.55
6	66.21	6	494.28	6	674.67
7	153.12	7	278.31	7	1.98
8	190.53	8	360.72	8	5.16
9	421.11	9	313.59	9	421.65
10	285.54	10	329.67	8	0.00
				9	347.61
				10	169.92
				10	122.97

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

Lanjutan Tabel 4.10. Pembagian Kelompok untuk Uji F Data Curah Hujan TRMM Bulanan

Kelompok 1				Kelompok 2			
No	Curah Hujan (mm)	No	Curah Hujan (mm)	No	Curah Hujan (mm)	No	Curah Hujan (mm)
11	329.79	11	212.97	11	154.47	11	27.99
12	423.42	12	327.09	12	434.43	12	38.07
13	303.75	13	152.13	13	215.52	13	5.91
14	219.99	14	5.28	14	673.74	14	3.66
15	365.28	15	6.09	15	323.61	15	7.77
16	279.18	16	62.34	16	122.01	16	23.31
17	398.04	17	309.09	17	240.39	17	203.04
18	0.00	18	440.49	18	213.87	18	255.99
19	0.00	19	250.14	19	164.43	19	391.83
20	4.08	20	255.45	20	4.32	20	312.45
21	0.00	21	220.44	21	93.00	21	350.37
22	28.20	22	249.48	22	233.25	22	190.44
23	445.44	23	122.28	23	567.81	23	11.10
24	323.19	24	32.07	24	345.48	24	18.30
25	397.32	25	0.00	25	517.47	25	32.97
26	339.00	26	0.00	26	287.22	26	0.00
27	331.02	27	0.00	27	355.53	27	3.63
28	84.15	28	10.50	28	314.91	28	7.53
29	104.25	29	274.44	29	77.67	29	65.16
30	42.48	30	513.12	30	113.04	30	238.92
Rerata		222.6		Rerata		186.7	
Sd1		170.8		Sd1		179.1	
N1		60.0		N1		60.0	
dk1		59.0		dk1		59.0	

Sumber: Hasil Analisis, 2021

2. Menghitung nilai rerata tiap kelompok

$$\bar{Y}_1 = \frac{\sum_{i=1}^N Y_i}{N}$$

$$= \frac{13355,6}{60}$$

$$= 222,6$$

$$\bar{Y}_2 = \frac{\sum_{i=1}^N Y_2}{N}$$

$$= \frac{11204,5}{60}$$

$$= 186,7$$

3. Menghitung standar deviasi kedua kelompok data.

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



- $Sd_1 = 170,8$
- $Sd_2 = 179,1$
4. Menentukan nilai n_1 dan n_2 serta dk_1 dan dk_2
 $dk = n - 1$
 $n_1 = 60 ; dk_1 = 59$
 $n_2 = 60 ; dk_2 = 59$
5. Menghitung nilai F hitung
- $$F_{\text{hitung}} = \frac{N_1 Sd_1^2 (N_2 - 1)}{N_2 Sd_2^2 (N_1 - 1)}$$
- $$= \frac{60 \times 170,8^2 \times (60 - 1)}{60 \times 179,1^2 \times (60 - 1)}$$
- $$= 0,005$$
6. Menghitung F_{tabel} atau F_c (F_{kritis}) berdasarkan nilai F_{tabel} dengan nilai dk_1 dan $dk_2 = 59$ dengan derajat kepercayaan (α) = 5% diperoleh nilai $F_c = 1,540$. Dengan demikian, nilai yang diperoleh $F_c < F_{\text{hitung}} < F_c$ ($-1,540 < 0,005 < 1,540$). Berdasarkan uji dua sisi, maka H_0 diterima. Dengan kata lain, data curah hujan TRMM dengan periode bulanan memiliki kestabilan nilai varian.
7. Menghitung Uji F untuk seluruh pos stasiun hujan dengan periode bulanan dan tahunan seperti tahapan diatas. Hasil perhitungan Uji F dapat dilihat pada Lampiran

Tabel 4. 11 Rekapitulasi Hasil Uji Kestabilan Varian (Uji F) Periode Bulanan

No	Nama Pos Stasiun Hujan	Fhitung	α	F_c	Keterangan
1	Belimbing	0,008	5%	6,390	Nilai Varian Stabil
2	KarangPloso	0,002	5%	6,390	Nilai Varian Stabil
3	Singosari	0,003	5%	6,390	Nilai Varian Stabil
4	TRMM	0,002	5%	6,390	Nilai Varian Stabil
5	AWLR	0,002	5%	6,390	Nilai Varian Stabil

Sumber: Hasil perhitungan, 2021.

Tabel 4. 12 Rekapitulasi Hasil Uji Kestabilan Varian (Uji F) Periode Tahunan

No	Nama Pos Stasiun Hujan	Fhitung	α	F_c	Keterangan
1	Belimbing	0,007	5%	1,540	Nilai Varian Stabil
2	KarangPloso	0,008	5%	1,540	Nilai Varian Stabil
3	Singosari	0,006	5%	1,540	Nilai Varian Stabil
4	TRMM	0,002	5%	1,540	Nilai Varian Stabil
5	AWLR	0,031	5%	1,540	Nilai Varian Stabil

Sumber: Hasil perhitungan, 2021.

Berdasarkan Tabel 4.5 sampai Tabel 4.6 dapat diketahui bahwa keseluruhan data memiliki nilai varian yang stabil dengan menunjukkan $F_{\text{hitung}} < F_c$ pada derajat kepercayaan 5%. Dengan demikian, data-data tersebut dapat dilakukan untuk uji selanjutnya.



4.2.2.2 Uji Kestabilan Varian (Uji t)

Uji t digunakan untuk menguji kestabilan nilai rata-rata data, dalam studi ini digunakan

10 harian, 15 harian, bulanan, dan tahunan dengan panjang data 10 tahun. Adapun tahapan dalam uji ini sebagai berikut:

1. Membagi data menjadi dua kelompok data dengan jumlah yang setara. Dalam contoh perhitungan ini digunakan data curah hujan bulanan TRMM dengan 120 data yang kemudian dibagi menjadi dua kelompok data

Tabel 4. 13 Pembagian Kelompok untuk Uji t Data Curah Hujan TRMM Bulanan

Kelompok 1			Kelompok 2		
No	Curah Hujan (mm)	No	Curah Hujan (mm)	No	Curah Hujan (mm)
1	465.27	1	29.88	1	314.34
2	557.31	2	3.84	2	260.88
3	349.23	3	15.33	3	298.80
4	541.59	4	19.32	4	416.64
5	379.83	5	238.92	5	56.55
6	66.21	6	494.28	6	1.98
7	153.12	7	278.31	7	5.16
8	190.53	8	360.72	8	0.00
9	421.11	9	313.59	9	4.89
10	285.54	10	329.67	10	0.00
11	329.79	11	212.97	11	154.47
12	423.42	12	327.09	12	434.43
13	303.75	13	152.13	13	215.52
14	219.99	14	5.28	14	673.74
15	365.28	15	6.09	15	323.61
16	279.18	16	62.34	16	122.01
17	398.04	17	309.09	17	240.39
18	0.00	18	440.49	18	213.87
19	0.00	19	250.14	19	164.43
20	4.08	20	255.45	20	4.32
21	0.00	21	220.44	21	93.00
22	28.20	22	249.48	22	233.25
23	445.44	23	122.28	23	567.81
24	323.19	24	32.07	24	345.48
25	397.32	25	0.00	25	517.47
26	339.00	26	0.00	26	287.22

Lanjutan Tabel 4.13. Pembagian Kelompok untuk Uji t Data Curah Hujan TRMM Bulanan

Kelompok 1			Kelompok 2		
Curah Hujan No	Curah Hujan (mm)	Curah Hujan No	Curah Hujan (mm)	Curah Hujan No	Curah Hujan (mm)
27	331.02	27	0.00	27	355.53
28	84.15	28	10.50	28	314.91
29	104.25	29	274.44	29	77.67
30	42.48	30	513.12	30	113.04
Rerata		Rerata		Rerata	
Sd1	170.8	Sd1	179.1	N1	60.0
N1	60.0	N1	60.0	dk1	59.0
dk1	59.0	dk1	59.0		

Sumber: Hasil perhitungan, 2021.

2. Menghitung nilai rerata tiap kelompok

$$\bar{Y}_1 = \frac{\sum_{i=1}^N Y_i}{N}$$

$$= \frac{13355,6}{60}$$

$$= 222,6$$

$$\bar{Y}_2 = \frac{\sum_{i=1}^N Y_2}{N}$$

$$= \frac{11204,5}{60}$$

$$= 186,7$$

3. Menghitung standar deviasi kedua kelompok data.

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

$$Sd_1 = 170,8$$

$$Sd_2 = 179,1$$

4. Menentukan nilai n1 dan n2 serta dk1 dan dk2

$$dk = n-1$$

$$n_1 = 60 ; dk_1 = 59$$

$$n_2 = 60 ; dk_2 = 59$$

5. Menghitung deviasi standar populasi.

$$\sigma = \sqrt{\frac{N_1 Sd_1^2 + N_2 Sd_2^2}{N_1 + N_2 - 2}}$$

$$= \sqrt{\frac{60 \times 170,8^2 + 60 \times 179,1^2}{60+60-2}}$$

$$= \sqrt{\frac{60 \times 170,8^2 + 60 \times 179,1^2}{118}}$$

$$= \sqrt{\frac{60 \times 29142,64 + 60 \times 32044,81}{118}}$$

$$= \sqrt{\frac{174855,84 + 192264,66}{118}}$$

$$= \sqrt{\frac{367119,5}{118}}$$

$$= \sqrt{3125,33}$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

$$= 55,9$$

58

6.

Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya
 $= 176,476$
Universitas Brawijaya
Menghitung nilai t_{hitung}

$$t_{hitung} = \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2|}{\sigma \sqrt{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}}}$$

$$= \frac{222,6 - 186,7}{\sqrt{\frac{1}{60} + \frac{1}{60}}}$$

$$= 176,476 \sqrt{\frac{1}{60} + \frac{1}{60}}$$

$$= 1,113$$

7.

Menghitung t_{tabel} atau t_c (t_{kritis}) berdasarkan nilai Tabel Nilai Kritis t_c dengan nilai dk = 118 dengan derajat kepercayaan (α) = 5% diperoleh nilai $t_c = 1,960$. Dengan demikian, nilai yang diperoleh $t_c < t_{hitung} < t_c$ ($-1,960 < 1,113 < 1,960$). Berdasarkan uji dua sisi, maka HO diterima. Dengan kata lain, data curah hujan TRMM dengan periode bulanan memiliki kestabilan nilai rata-rata.

8.

Menghitung Uji t untuk seluruh pos stasiun hujan dengan periode bulanan dan tahunan seperti tahap diatas. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Lampiran

Tabel 4. 14 Rekapitulasi Hasil Uji Kestabilan Rata-Rata (Uji t) periode tahunan.

No	Nama Pos Stasiun Hujan	t_{hitung}	α	t_c	Keterangan
1	Belimbing	1.094	5%	2,306	Nilai rata-rata Stabil
2	KarangPloso	1.285	5%	2,306	Nilai rata-rata Stabil
3	Singosari	0.793	5%	2,306	Nilai rata-rata Stabil
4	TRMM	0.748	5%	2,306	Nilai rata-rata Stabil
5	AWLR	1.673	5%	2,306	Nilai rata-rata Stabil

Sumber: Hasil Perhitungan,2021

Tabel 4. 15 Rekapitulasi Hasil Uji Kestabilan Rata-Rata (Uji t) periode bulanan.

No	Nama Pos Stasiun Hujan	t_{hitung}	α	t_{hitung}	Keterangan
1	Belimbing	1.412	5%	1,960	Nilai rata-rata Stabil
2	KarangPloso	1.619	5%	1,960	Nilai rata-rata Stabil
3	Singosari	1.293	5%	1,960	Nilai rata-rata Stabil
4	TRMM	1.113	5%	1,960	Nilai rata-rata Stabil
5	AWLR	0.035	5%	1,960	Nilai rata-rata Stabil

Sumber: Hasil Perhitungan,2021

Berdasarkan Tabel 4.8 sampai Tabel 4.9 dapat diketahui bahwa keseluruhan data tiap periode memiliki nilai rata-rata yang stabil dengan menunjukkan bahwa $t_{hitung} < t_c$ pada derajat kepercayaan 5%. Dengan demikian, data-data tersebut dapat dilakukan untuk uji selanjutnya.

4.2.2.3 Rekapitulasi Hasil Uji Stasioner

Tabel 4. 16 Rekapitulasi Hasil Uji Stasioner

No	Nama Pos Stasiun Hujan	Uji F		Uji t		Keterangan
		Tahunan	Bulanan	Tahunan	Bulanan	
1	Belimbing	Stabil	Stabil	Stabil	Stabil	Homogen
2	KarangPlosو	Stabil	Stabil	Stabil	Stabil	Homogen
3	Singosari	Stabil	Stabil	Stabil	Stabil	Homogen

Sumber: Hasil Perhitungan, 2021

Berdasarkan Tabel 4.15, hasil yang didapat dari Uji Stasioner adalah seluruh data tergolong stabil atau konstan pada Uji Nilai Varian (Uji F) dan Uji Nilai Rata-Rata (Uji t) dengan tahunan dan bulanan. Data pada semua periode ini tentunya memiliki homogenitas tinggi sesuai dengan kriteria data hidrologi, sehingga dapat digunakan untuk analisis selanjutnya.

4.2.3. Uji Persistensi

Langkah-langkah perhitungan uji persistensi pada data TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) adalah sebagai berikut:

- Menentukan peringkat data curah hujan tahunan sesuai dengan jumlah data curah hujan yang tersedia ($n = 10$). Peringkat Rt diurutkan sesuai dengan data curah hujan bulanan yang terjadi pada bulan tersebut, sehingga menghasilkan urutan yang acak sesuai dengan jumlah data curah hujan.
- Menentukan nilai dt berasal dari hasil pengurangan pada Peringkat Rt dengan Peringkat Tt, dan selanjutnya hasil dari nilai dt dikuadratkan.
- Menentukan nilai koefisien korelasi peringkat (KS).

$$KS = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (dt)^2}{m^3 - m}$$

$$KS = 1 - \frac{6 \times 101}{9^3 - 9}$$

$$KS = 0,158$$

- Menentukan nilai distribusi t.

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

$$t = 0,165 - \left[\frac{9-2}{1-(0,165)^2} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$t = 0,424$$

Berdasarkan uji dua sisi untuk derajat kepercayaan 5%, maka diperoleh $t_{0,975} = 2,365$ dan $-t_{0,975} = -2,365$. Dari perhitungan maka nilai t terletak $-2,365 < 0,424 < 2,365$.

Tabel 4. 17 Uji Persistensi pada data TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) dengan Periode Bulanan

No	Tahun	CH Tahunan	Peringkat Tt	Peringkat Rt	di Univedi^2
1	2010	4162.95	1	1	-
2	2011	2367.15	2	5	-4
3	2012	2099.79	3	6	-1
4	2013	2797.77	4	4	2
5	2014	1927.92	5	8	-4
6	2015	1948.14	6	7	1
7	2016	3197.43	7	2	5
8	2017	2808.33	8	3	-1
9	2018	1627.89	9	9	-6
10	2019	1622.7	10	10	-1
Jumlah					101
m					9
KS					0.158
t					0.424
Uji Persistensi			Kesimpulan		
Uji satu sisi, $\alpha =$		5%	0.424	<	2,365
df = m - 2 =		7		Ho diterima	
tcr		2,365			

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

Langkah yang sama juga diberlakukan pada data lainnya (pos stasiun penakar hujan).

Rekapitulasi hasil perhitungan uji persistensi adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 18 Rekapitulasi Perhitungan Uji Persistensi

No	Stasiun	α	t hitung	t kritis(+)	t hitung (+)	Kesimpulan
1	Belimbing	5%	-1.781	2,365	-2,365	Tidak ada Trend
2	Karang Ploso	5%	0.732	2,365	-2,365	Tidak ada Trend
3	Singosari	5%	-1.781	2,365	-2,365	Tidak ada Trend
4	Data TRMM	5%	0.424	2,365	-2,365	Tidak ada Trend

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

4.2.4. Uji Konsistensi Data Debit

4.2.4.1 Uji Konsistensi

Uji Konsistensi dengan data debit AWLR (Automatic Water Level Recorder) dilakukan menggunakan metode RAPS (Rescaled Adjusted Partial Sums). Metode ini dilakukan untuk menguji kepanggahan (konsistensi) data debit AWLR berdasarkan dari data debit itu sendiri.

Hal ini dikarenakan data debit AWLR merupakan data tunggal yang dipasang pada Waduk Way Rarem. Adapun langkah-langkah dalam perhitungan uji konsistensi data menggunakan Metode RAPS adalah sebagai berikut:

- Menghitung nilai rerata data curah hujan TRMM tahunan.

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^N Y_i}{N} = \frac{1649,15}{10}$$



- awijaya Universitas Brawijaya
 awijaya Universitas Brawijaya
 awijaya Universitas Brawijaya
 awijaya $\bar{Y} = 1664,92 \text{ m}^3/\text{detik}$
 awijaya 2. Menghitung nilai selisih antara nilai curah hujan dengan rerata curah hujan TRMM.
 awijaya Contoh perhitungan yang digunakan adalah tahun 2009:
 awijaya $Y_i - \bar{Y} = 940,27 - 1644,92$
 awijaya $= -724,64$
 awijaya 3. Menghitung nilai S_k^* .
 awijaya Contoh perhitungan tahun pertama (2009), nilai S_k^* sama dengan nilai $Y_i - \bar{Y}$ yaitu -724,64. Sedangkan untuk perhitungan selanjutnya adalah sebagai berikut:
 awijaya $S_k^* = (Y_1 - \bar{Y})_{2009} + (Y_1 - \bar{Y})_{2010}$
 awijaya $= -724,64 + (117,79)$
 awijaya $= -606,85$
 awijaya 4. Menghitung nilai D_y^2 dengan contoh perhitungan tahun 2009 sebagai berikut:
 awijaya $D_y^2 = \frac{(Y_i - \bar{Y})^2}{n}$
 awijaya $D_y^2 = \frac{-724,64^2}{10}$
 awijaya $D_y^2 = 52510,41$
 awijaya Hitung keseluruhan nilai hujan tiap tahun (2009-2018), kemudian keseluruhan nilai tersebut dijumlahkan dengan jumlah total $\sum_{i=1}^N D_y^2 = 5127293,72$
 awijaya 5. Menghitung nilai D_y
 awijaya $D_y = \sqrt{\sum_{i=1}^N D_y^2}$
 awijaya $= \sqrt{5127293,72}$
 awijaya $= 2264,35$
 awijaya 6. Menghitung nilai S_k^{**} .
 awijaya Contoh perhitungan menggunakan tahun 2010.
 awijaya $S_k^{**} = \frac{S_k^*}{D_y}$
 awijaya $= \frac{-724,64}{2264,35}$
 awijaya $= -0,32$
 awijaya 7. Menghitung nilai absolut dari S_k^{**} dengan menghilangkan nilai negatif.
 awijaya 8. Mencari nilai minimum dan maksimum dari keseluruhan nilai S_k^{**} . Hasil perhitungan menunjukkan nilai maksimum adalah sebesar 2,20 dan nilai minimum adalah sebesar 0,18.
 awijaya 9. Menentukan nilai Q dengan memilih nilai absolut S_k^{**} maksimum, yakni 2,20.



10. Menentukan nilai R dengan contoh perhitungan sebagai berikut:

$$R = Sk^{**} \text{ Maks} - Sk^{**} \text{ Min}$$

$$= 2,20 - 0,18$$

$$= 2,02$$

Tabel 4. 19 Perhitungan Uji RAPS Data Debit AWLR

No	Tahun	Debit (m ³ /dt)	X̄ - X̄	Sk*	D _r ²	Sk**	Sk**
1	2009	940.275	-724.641	-724.641	52510.406	-0.320	0.320
2	2010	3872.073	117.794	-606.847	1387.536	-0.220	0.220
3	2011	4131.291	377.012	494.805	14213.774	0.179	0.179
4	2012	1387.586	-2366.693	-1989.681	560123.368	-0.720	0.720
5	2013	1371.919	-2382.360	-4749.053	567564.110	-1.719	1.719
6	2014	1047.102	-2707.177	-5089.537	732880.501	-1.842	1.842
7	2015	710.929	-3043.350	-5750.527	926197.951	-2.081	2.081
8	2016	711.133	-3043.146	-6086.496	926073.789	-2.203	2.203
9	2017	1872.598	-1881.681	-4924.827	354072.425	-1.783	1.783
10	2018	604.247	-3150.032	-5031.713	992269.858	-1.821	1.821
Σ		16649.1525			5127293.717		
\bar{X}		1664.91525					

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

11. Menghitung nilai $\frac{Q}{\sqrt{N}}$ dan $\frac{R}{\sqrt{N}}$ sebagai nilai Q_{hitung} dan R_{hitung} dengan contoh perhitungan sebagai berikut:

$$\frac{Q}{\sqrt{N}} = \frac{2,20}{\sqrt{10}}$$

$$= 0,697$$

$$\frac{R}{\sqrt{N}} = \frac{2,02}{\sqrt{10}}$$

$$= 0,640$$

12. Menentukan nilai Q_{kritis} untuk jumlah data 10 tahun dengan derajat kepercayaan 5%.

Diperoleh Q_{kritis} sebesar 1,08.

13. Menentukan nilai R_{kritis} untuk jumlah data 10 tahun dengan derajat kepercayaan 5%.

Diperoleh R_{kritis} sebesar 1,15.

14. Membandingkan nilai Q_{hitung} dan R_{hitung} dengan nilai Q_{kritis} dan R_{kritis}. Dalam

perbandingan ini diperoleh hasil nilai Q_{hitung} < Q_{kritis} serta nilai R_{hitung} < R_{kritis}, maka nilai uji konsistensi data TRMM Metode RAPS diterima. Hal ini menunjukkan bahwa data curah hujan TRMM konsisten.

Tabel Perhitungan Uji RAPS Data Curah Hujan TRMM pada seluruh periode dapat dilihat pada Lampiran.



Tabel 4. 20 Rekapitulasi Hasil Uji RAPS Data Debit AWLR Pada Setiap Periode

No	Periode	$Q/n^{0,5}$	$R/n^{0,5}$	Q_{kritis}	Q_{hitung}	Keterangan
1	Tahunan	0,697	0,64	1,08	1,05	Konsisten

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

4.2.4.2 Uji Ketidakadaan Trend

Uji ini dilakukan untuk mengetahui ada tidak adanya *trend* atau variasi dalam data.

Trend dapat dijelaskan sebagai korelasi antara waktu dengan varian dari suatu variabel hidrologi. Jika terdapat *trend* maka data tidak disarankan dalam analisa. Data yang digunakan pada uji ini harus menghasilkan data yang homogen.

a. Uji Korelasi Peringkat Metode Spearman

Salah satu uji ketidakadaan trend adalah dengan menggunakan uji korelasi peringkat metode Spearman. Oleh karena itu koefisien korelasinya dapat digunakan untuk menentukan ketidakadaan trend dari suatu deret berkala.

Langkah-langkah dalam menentukan ada atau tidak adanya trend menggunakan metode Spearman pada data debit AWLR adalah sebagai berikut:

1. Menentukan Peringkat Tt (pada tahun 2009 sampai dengan 2018).
2. Menentukan peringkat data debit tahunan sesuai dengan jumlah data debit yang tersedia ($n = 10$). Peringkat Rt diurutkan sesuai dengan data debit tahunan yang terjadi pada tahun tersebut, sehingga menghasilkan urutan yang acak sesuai dengan jumlah data debit.
3. Menentukan nilai dt berasal dari hasil pengurangan pada Peringkat Rt dengan Peringkat Tt, dan selanjutnya hasil dari nilai dt dikuadratkan.
4. Menentukan nilai Koefisien korelasi peringkat dari Spearman (KP) dengan persamaan.

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

$$KP = 1 - \frac{6 \times 80}{10^3 - 10} = 0,515$$

5. Menentukan nilai distribusi t, pada derajat kebebasan ($n-2$) untuk derajat kepercayaan

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

$$t = 0,515 \left[\frac{10-2}{1-(0,515)^2} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$t = 1,700$$

64

6. Menarik Kesimpulan (diterima atau ditolak).

Dengan melakukan pengujian dua sisi untuk derajat kepercayaan 5% dan derajat kebebasan $n-2 = 8$, maka diperoleh $t_{0.975} = 2,306$ dan $t_{-0.975} = -2,306$, maka nilai t terletak $-2,306 < 1,700 < 2,306$. Oleh karena itu, hipotesa nol pada derajat kepercayaan 5%, atau dapat dikatakan dua seri data (R_t dan t_t) adalah independent dan tidak mungkin menunjukkan adanya *trend*.

Tabel 4. 21 Ketidakadaan Trend Metode Spearman pada data debit AWLR Periode Tahunan

No	Tahun	Peringkat Tt	CH Tahunan (mm)	Rt	dt	dt^2
1	2009	1	2120.260	7	6	36
2	2010	2	8731.280	2	0	0
3	2011	3	9315.800	1	-2	4
4	2012	4	3128.920	4	0	0
5	2013	5	3093.590	5	0	0
6	2014	6	2361.150	6	0	0
7	2015	7	1603.100	9	2	4
8	2016	8	1603.560	8	0	0
9	2017	9	4222.590	3	-6	36
10	2018	10	1362.540	10	0	0
Jumlah						80
n						10
KP						0.515
t						1.700
Uji ketidakadaan Trend						Kesimpulan
Uji dua sisi, $+a/2 =$						$<$ 2,306
$df = n-2 =$						Ho diterima
$tcr =$						data bersifat random

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

Rekapitulasi hasil perhitungan uji korelasi peringkat metode Spearman sebagai berikut:

Tabel 4. 22 Rekapitulasi Perhitungan Metode Spearman pada Data Debit AWLR Setiap Periode

No	Periode	KP	t _{hitung}	α	t _{kritis (+)}	t _{kritis (-)}	Keterangan
1	Tahunan	0.515	1.700	5%	2,306	-2,306	tidak adanya trend
2	Bulanan	0.511	1.682	5%	2,306	-2,306	tidak adanya trend

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

b. Uji Mann dan Whitney

Langkah-langkah dalam menentukan ada atau tidaknya trend menggunakan metode Mann dan Whitney pada data debit AWLR adalah sebagai berikut:

- Membagi data debit periode tahunan (10 tahun) menjadi dua kelompok data (5 tahun).
- Memberikan peringkat pada dua kelompok data (dari data yang terkecil ke data yang terbesar).



3. Menentukan nilai dari Rm yaitu jumlah peringkat data pada kelompok I.

4. Menghitungkan parameter statistik dengan

$$U_1 = N_1 N_2 + \frac{N_1}{2} x (N_1 + 1) - Rm$$

$$= (5x5) + \frac{5}{2} x (5 + 1) - 36 = 4$$

$$U_2 = N_1 N_2 - U_1$$

$$= (5x5) - 4 = 21$$

$U_1 = 4$, merupakan nilai yang lebih kecil jika dibandingkan dengan $U_2 = 21$, sehingga untuk perhitungan selanjutnya $U = U_1 = 4$. Selanjutnya mencari nilai Z dengan persamaan,

$$Z = \frac{\frac{U - (N_1 - N_2)}{2}}{\sqrt{\frac{1}{12} \{N_1 N_2 (N_1 + N_2 + 1)\}}}^{1/2} = \frac{\frac{4 - (5 - 5)}{2}}{\sqrt{\frac{1}{12} \{5x5(5+5+1)\}}}^{1/2} = -1,776$$

Berdasarkan uji satu sisi pada derajat kepercayaan 5% diterima, berdasarkan tabel $Z_c = 1,960$ dan $-1,960$ nilai $Z = -1,776$ ternyata lebih kecil dari $Z_c = 1,960$ dan lebih besar dari $Z_c = -1,960$ dengan demikian hipotesa tidak dapat ditolak dengan derajat kepercayaan 5%. Atau dapat dikatakan bahwa kelompok I dan kelompok II berasal dari populasi yang sama, atau dengan kata lain tidak terjadi perubahan yang nyata nilai rata-ratanya atau tidak menunjukkan adanya *trend*.

Tabel 4. 23 Uji Mann dan Whitney pada Data Debit AWLR dengan Periode Tahunan

No	Kelompok I			Kelompok II		
	Tahun	Q m/dt	Peringkat Rt	Tahun	Q m/dt	Peringkat Rt
1	2009	2120.260	4	2014	2361.150	5
2	2010	8731.280	9	2015	1603.100	2
3	2011	9315.800	10	2016	1603.560	3
4	2012	3128.920	7	2017	4222.590	8
5	2013	3093.590	6	2018	1362.540	1

Jumlah

36

Jumlah

19

$N_1 =$

5

$U_1 =$

4

$N_2 =$

5

$U_2 =$

21

$Rm =$

36

$U = U_1$

4

$Z =$

-1.776

Uji Mann and Whitney

Uji satu sisi, $+a/2 = 5,0\%$ $< Z_c = 1,960$
 $Z_c = \frac{1.776}{1.960}$ Ho diterima
 $\frac{-1.776}{-1.960}$ tidak ada trend

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

c. **Uji Korelasi Peringkat Metode Cox dan Stuart**

Langkah-langkah dalam menentukan ada atau tidaknya trend menggunakan metode *Cox*

dan *Stuart* pada data debit AWLR adalah sebagai berikut:

1. Membagi data debit periode tahunan menjadi tiga kelompok data dengan mengabaikan data pada kelompok dua.
2. Menentukan tanda positif dan negatif pada data (kelompok data I dan kelompok data III).
3. Menentukan nilai dari S berdasarkan jumlah data positif pada semua kelompok data.
4. Menghitung parameter statistik

$$Z = \frac{S - \frac{n}{6} - 0,5}{\sqrt{\frac{n}{12}}} = \frac{1 - \frac{10}{6} - 0,5}{\sqrt{\frac{10}{12}}} = -1,278$$

Nilai Z teoritis dari tabel untuk derajat kepercayaan 5% ditolak adalah 1,960. Oleh karena $Z = -1,278$ lebih kecil dari $Z_c = 1,960$ maka hipotesa diterima. Dengan demikian data hasil uji Cox dan Stuart tidak menunjukkan adanya trend.

Tabel 4. 24 Uji Cox dan Stuart pada Data Debit AWLR Periode Tahunan

No	Kelompok I	Kelompok III	III - I	Tanda III-I
1	2120.26	1603.1	-517.16	-
2	8731.28	1603.56	-7127.7	-
3	4222.59	9315.8	5093.21	+
4	3128.92	1362.54	-1766.4	-

Universitas Brawijaya	S =	1
Universitas Brawijaya	N =	10
Universitas Brawijaya	Z =	-1.278
Universitas Brawijaya	a =	5%

Universitas Brawijaya **Uji Tanda Cox dan Stuart**

Universitas Brawijaya	Uji satu sisi	
Universitas Brawijaya	a =	5%
Universitas Brawijaya	Zc =	1.960

$$-1.278 < 1.960$$

Ho diterima
tidak ada trend

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

Rekapitulasi hasil Perhitungan metode Cox dan Stuart adalah sebagai berikut:



Tabel 4. 25 Rekapitulasi Perhitungan *Cox dan Stuart* Data Debit AWLR Setiap Periode

No	Periode	Z	Zc(+)	Zc(-)	Kesimpulan
1	Tahunan	-1.278	1.960	-1.960	Tidak ada Trend
2	Bulanan	-1.26	1.960	-1.960	Tidak ada Trend

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

4.2.4.3 Uji Stasioner

Setelah dilakukannya pengujian ketidakadaan *trend* apabila deret berkala tersebut tidak menunjukkan adanya trend, sebelum data deret berkala digunakan untuk analisa lanjutan perlu dilakukannya uji stasioner. Uji stasioner digunakan untuk menguji kestabilan varian dan kestabilan nilai rata-rata dari sebuah deret berkala seperti data debit. Hasil yang diharapkan dari uji ini adalah data yang bersifat homogen, yakni hasil kedua uji menunjukkan data yang stabil. Dalam uji ini, data dibagi menjadi satu periode, sehingga pengujian dilakukan berdasarkan satu periode saja baik untuk Uji F maupun Uji t. Adapun periode yang digunakan adalah periode bulanan untuk melihat homogenitas periode tersebut.

a. Uji Kestabilan Varian (Uji-F)

Uji F digunakan untuk menguji kestabilan nilai varian data, dalam studi ini digunakan periode bulanan dengan panjang data 10 tahun. Adapun tahapan dalam uji ini sebagai berikut:

1. Membagi data menjadi dua kelompok data dengan jumlah yang setara. Dalam contoh perhitungan ini digunakan data debit tahunan dengan 10 data yang kemudian dibagi menjadi dua kelompok data.

Tabel 4. 26 Pembagian Kelompok untuk Uji F pada Data Debit AWLR Periode Tahunan

No.	Kelompok 1	Kelompok 2
1	2120.26	2361.15
2	8731.28	1603.1
3	9315.8	1603.56
4	3128.92	4222.59
5	3093.59	1362.54
Jumlah	26389.9	11152.9
Rerata	5277.97	2230.59
Sd	3449.29	1175.32
n	5	5
F	0.002	
F tabel	6.39	
Kesimpulan		
0.002 < 6.39		
Ho Diterima		

Sumber: Hasil Analisis, 2021

68

2. Menghitung nilai rerata tiap kelompok

$$\bar{Y}_1 = \frac{\sum_{i=1}^N Y_i}{N}$$

$$= \frac{26389,850}{5}$$

$$= 5278,000$$

$$\bar{Y}_2 = \frac{\sum_{i=1}^N Y_2}{N}$$

$$= \frac{11152,940}{5}$$

$$= 2230,588$$

3. Menghitung standar deviasi kedua kelompok data.

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

$$S_d_1 = 3449,293$$

$$S_d_2 = 1175,322$$

4. Menentukan nilai n1 dan n2 serta dk1 dan dk2

$$dk = n-1$$

$$n_1 = 5 ; dk_1 = 4$$

$$n_2 = 5 ; dk_2 = 4$$

5. Menghitung nilai F hitung

$$F_{\text{hitung}} = \frac{n_1 S_d_1^2 (n_2 - 1)}{n_2 S_d_2^2 (n_1 - 1)}$$

$$= \frac{5 \times 3449,293^2 \times (5-1)}{5 \times 1175,322^2 \times (5-1)}$$

$$= 0,002$$

6. Menghitung F_{tabel} atau F_c (F_{kritis}) berdasarkan nilai F_{tabel} dengan nilai dk1 dan dk2 = 4 dengan derajat kepercayaan (α) = 5% diperoleh nilai $F_c = 6,390$. Dengan demikian, nilai yang diperoleh $F_c < F_{\text{hitung}} < F_c$ ($-6,390 < 0,002 < 6,390$). Berdasarkan uji dua sisi, maka H_0 diterima. Dengan kata lain, data curah hujan TRMM dengan periode tahunan memiliki ketstabilitan nilai varian.

7. Menghitung Uji F untuk seluruh pos AWLR dengan periode bulanan seperti tahapan diatas. Hasil perhitungan Uji F dapat dilihat pada Lampiran

Tabel 4. 27 Rekapitulasi Hasil Uji Kestabilan Varian (Uji F) pada Data Debit Setiap Periode

No	Periode	F_{hitung}	α	F_c	Kesimpulan
1	Tahunan	0.002	5%	6.390	Nilai Variannya Stabil
2	Bulanan	0.031	5%	1.540	Nilai Variannya Stabil

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

b. Uji Kestabilan Varian (Uji-t)

Uji t digunakan untuk menguji kestabilan nilai rata-rata data, dalam studi ini digunakan periode tahunan dengan panjang data 10 tahun. Adapun tahapan dalam uji ini berikut:

1. Membagi data menjadi dua kelompok data dengan jumlah yang setara. Dalam contoh perhitungan ini digunakan data debit AWLR periode tahunan dengan data yang kemudian dibagi menjadi dua kelompok data.

Tabel 4.28 Pembagian Kelompok untuk Uji t pada Data Debit AWLR Periode Tahunan

No.	Kelompok 1	Kelompok 2
1	2120.26	2361.15
2	8731.28	1603.1
3	9315.8	1603.56
4	3128.92	4222.59
5	3093.59	1362.54
Jumlah	26389.9	11152.9
Rerata	5277.97	2230.59
Sd	3449.29	1175.32
n	5	5
t		1.673
tcr		2.306
Kesimpulan		
1.673	<	2.306
Ho Diterima		

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

2. Menghitung nilai rerata tiap kelompok

$$\bar{Y}_1 = \frac{\sum_{i=1}^N Y_i}{N}$$

$$= \frac{26389,850}{5}$$

$$= 5278,000$$

$$\bar{Y}_2 = \frac{\sum_{i=1}^N Y_2}{N}$$

$$= \frac{11152,940}{5}$$

$$= 2230,588$$

3. Menghitung standar deviasi kedua kelompok data.

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (Y_t - \bar{Y})^2}{N-1}}^{0,5}$$

$$Sd_1 = 3449,293$$

$$Sd_2 = 1175,322$$

4. Menentukan nilai n₁ dan n₂ serta dk₁ dan dk₂

$$dk = n - 1$$

$$n_1 = 5 ; dk_1 = 4$$

$$n_2 = 5 ; dk_2 = 4$$

5. Menghitung deviasi standar populasi.

$$\sigma = \sqrt{\frac{N_1 Sd_1^2 + N_2 Sd_2^2}{N_1 + N_2 - 2}}$$

$$= \sqrt{\frac{5 \times 3449,293^2 + 5 \times 1175,322^2}{5+5-2}}$$

$$= 2880.864$$

6. Menghitung nilai t_{hitung}

$$t_{hitung} = \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2|}{\sigma \sqrt{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}}}$$

$$= \frac{5278,000 - 2230,588}{2880,864 \sqrt{\frac{1}{5} + \frac{1}{5}}}$$

$$= 1,673$$

7. Menghitung t_{table} atau t_c (t_{kritis}) berdasarkan nilai Tabel Nilai Kritis t_c dengan nilai dk =

8 dengan derajat kepercayaan (α) = 5% diperoleh nilai t_c = 2,306. Dengan demikian, nilai yang diperoleh t_c < t_{hitung} < t_c (-2,306 < 1,113 < 2,306). Berdasarkan uji dua sisi, maka HO diterima.

8. Menghitung Uji t untuk seluruh pos stasiun hujan dengan periode bulanan seperti tahap diatas. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Lampiran

Tabel 4. 29 Rekapitulasi Hasil Uji Kestabilan Rata-Rata (Uji t) pada Data Debit Setiap Periode

No	Periode	t _{hitung}	α	t _c	Kesimpulan
1	Tahunan	1.673	5%	2.306	nilai variannya stabil
2	Bulanan	0.03	5%	1.960	nilai variannya stabil

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

Berdasarkan rekapitulasi pada hasil Uji t periode tahunan dapat diketahui bahwa keseluruhan data tiap periode memiliki nilai rata-rata yang stabil dengan menunjukkan bahwa t_{hitung} < t_c ada derajat kepercayaan 5%. Dengan demikian, data-data tersebut dapat dilakukan untuk uji selanjutnya.



4.2.4.4 Uji Persistensi

Langkah-langkah perhitungan uji persistensi pada data debit AWLR adalah sebagai berikut:

- Menentukan peringkat data debit tahunan sesuai dengan jumlah data debit yang tersedia ($n = 10$). Peringkat Rt diurutkan dengan data debit tahunan yang terjadi pada bulan tersebut, sehingga menghasilkan urutan yang acak sesuai dengan jumlah data debit.
- Menentukan nilai dt berasal dari hasil pengurangan pada Peringkat Rt dengan Peringkat Tt, dan selanjutnya hasil dari nilai dt dikuadratkan.
- Menentukan nilai koefisien korelasi peringkat (KS).

$$KS = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (dt)^2}{m^3 - m}$$

$$KS = 1 - \frac{6 \times 121}{9^3 - 9}$$

$$KS = -0,008$$

- Menentukan nilai distribusi t.

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

$$t = -0,008 - \left[\frac{9-2}{1-(-0,008)^2} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$t = -0,022$$

Berdasarkan uji dua sisi untuk derajat kepercayaan 5%, maka diperoleh $t_{0,975} = 2,365$ dan $-t_{0,975} = -2,365$. Dari perhitungan maka nilai t terletak $-2,365 < -0,022 < 2,365$.

Tabel 4. 30 Uji Persistensi pada Data Debit AWLR Periode Tahunan

No	Tahun	CH Tahunan	Peringkat Tt	Peringkat Rt	di	di^2
1	2009	2120.260	1	7	-	
2	2010	8731.280	2	2	5	25
3	2011	9315.800	3	1	1	1
4	2012	3128.920	4	4	-3	9
5	2013	3093.590	5	5	-1	1
6	2014	2361.150	6	6	-1	1
7	2015	1603.100	7	9	-3	9
8	2016	1603.560	8	8	1	1
9	2017	4222.590	9	3	5	25
10	2018	1362.540	10	10	-7	49
Jumlah						
m						
KS						
t						

$$\begin{aligned} \text{Jumlah} &= 121 \\ m &= 9 \\ KS &= -0,008 \\ t &= -0,022 \end{aligned}$$

Lanjutan Tabel 4.30 Uji Persistensi pada Data Debit AWLR Periode Tahunan

No	Tahun	CH Tahunan	Peringkat Tt	Peringkat Rt	di	di^2	Kesimpulan
		Uji Persistensi Uji satu sisi, $\alpha = 5\%$ $df = m - 2 = 7$ tcr 2,365	-0.022	< 2,365	Ho diterima		

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

Rekapitulasi hasil perhitungan uji persistensi adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 31 Rekapitulasi Perhitungan Uji Persistensi pada Data Debit Setiap Periode

No	Periode	α	t _{hitung}	t _{kritis(+)}	t _{kritis(-)}	Kesimpulan
1	Tahunan	5%	-0.022	2,365	-2,365	Independen, menunjukkan data bersifat acak
2	Bulanan	5%	26.273	1,960	-1,960	tidak independen, menunjukkan adanya persistensi

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

4.3. Curah Hujan Rerata Wilayah

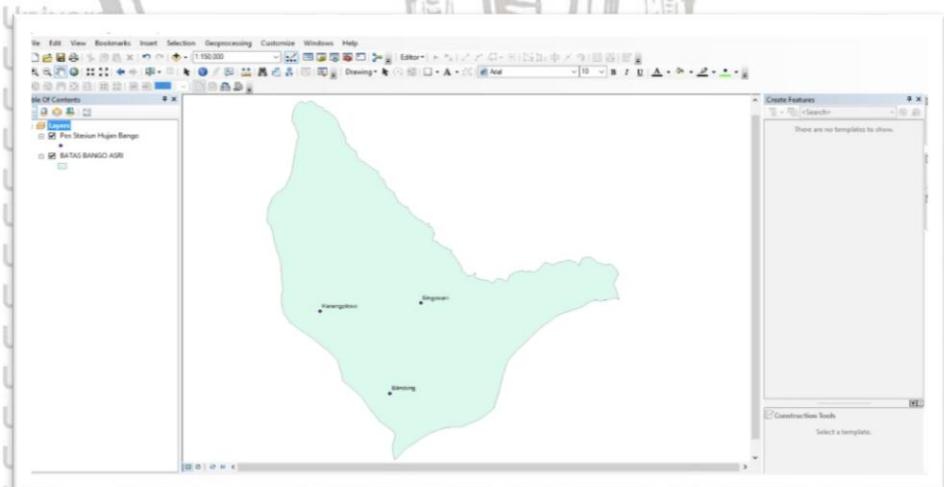
Analisis curah hujan rerata wilayah digunakan untuk memperoleh satu nilai besar hujan yang dapat mewakili keseluruhan nilai dalam DAS Sumber Brantas. Nilai ini pula yang akan digunakan untuk analisis validasi data dengan curah hujan TRMM yang merupakan besaran curah hujan wilayah berdasarkan pemindaian satelit penginderaan jauh.

Adapun metode yang digunakan dalam analisis ini adalah Metode Poligon Thiessen dengan menggunakan bantuan *software ArcGIS* 10.4.

4.3.1. Rekapitulasi Curah Hujan Rerata Wilayah

Cara untuk mendapatkan nilai faktor luas pengaruh stasiun hujan dengan *software ArcGIS* 10.4 adalah sebagai berikut:

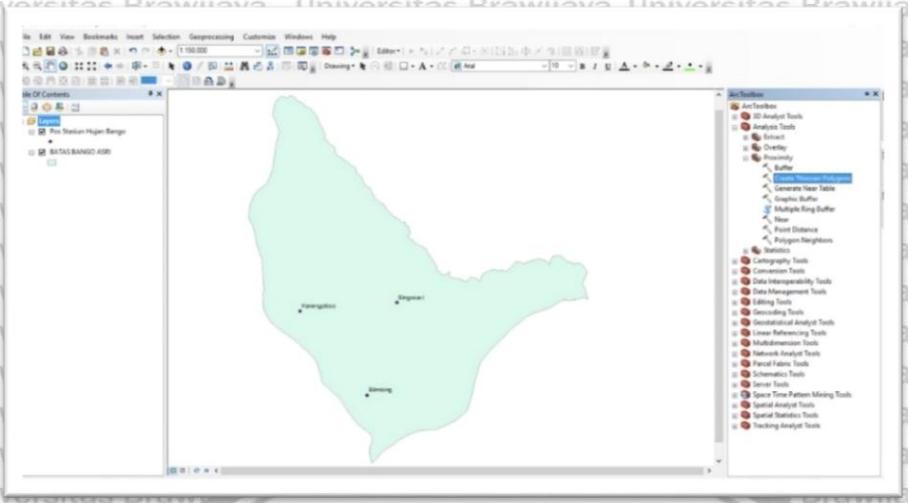
1. Memasukkan batas DAS dan lokasi pos stasiun hujan.



Gambar 4. 2 Hasil *input* batas DAS dan titik pos stasiun hujan Das Bango.
Sumber: Hasil pengolahan *ArcGis*, 2021.



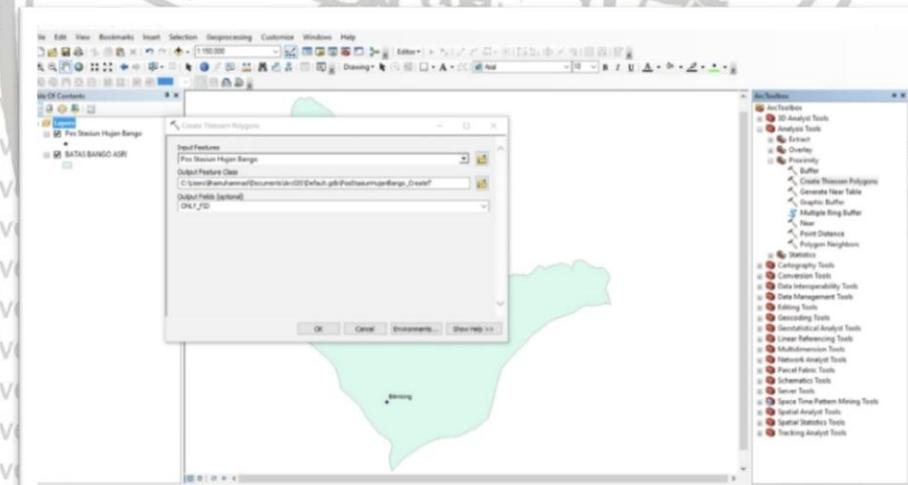
2. Membuat polygon Thiessen dengan cara memilih perintah *ArcToolbox – Analysis Tools – Proximity – Create Thiessen Polygons.*



Gambar 4. 3 Pemilihan *tools* untuk membuat Poligon Thiessen.

Sumber: Hasil pengolahan ArcGis, 2021.

3. Memasukkan data lokasi titik stasiun hujan pada kolom *Input Features*, kemudian pilih lokasi penyimpanan hasil pada *Output Feature Class*. Lalu Klik OK

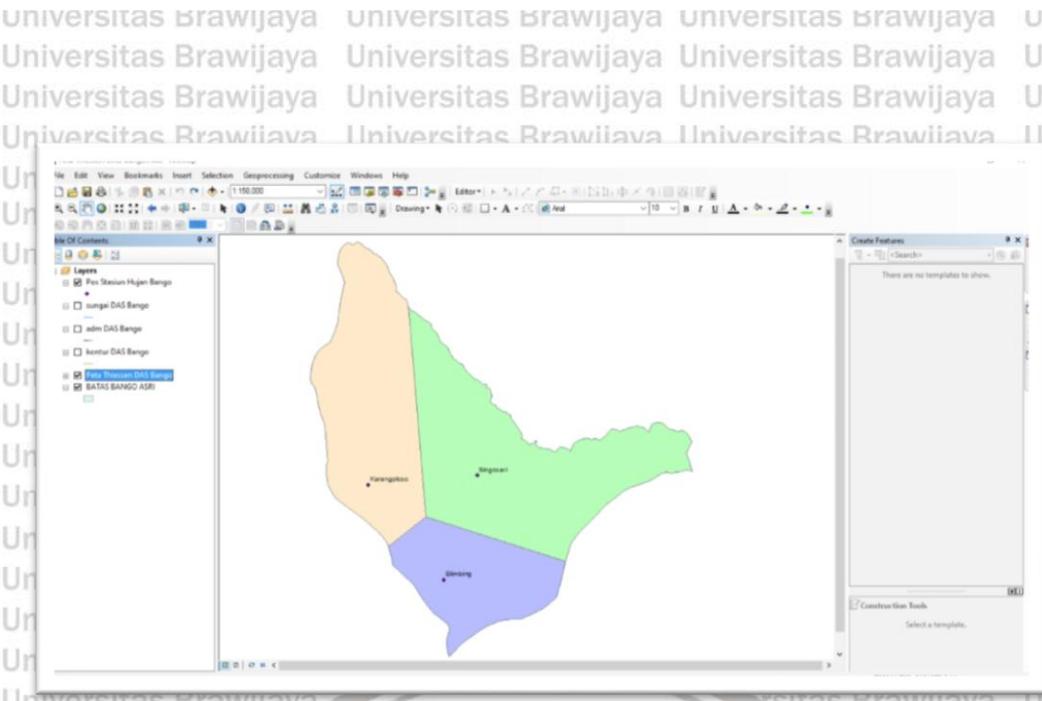


Gambar 4. 4 Proses memasukkan data lokasi pos stasiun hujan.

Sumber: Hasil pengolahan ArcGis, 2021.

4. Menampilkan hasil Poligon Thiessen yang telah dibuat oleh ArcGis 10.4.
5. Mencari luasan pengaruh stasiun hujan pada batas DAS Bango dengan menggunakan fitur *Clip*. Sehingga diperoleh luas pengaruh tiap stasiun hujan pada DAS.

74

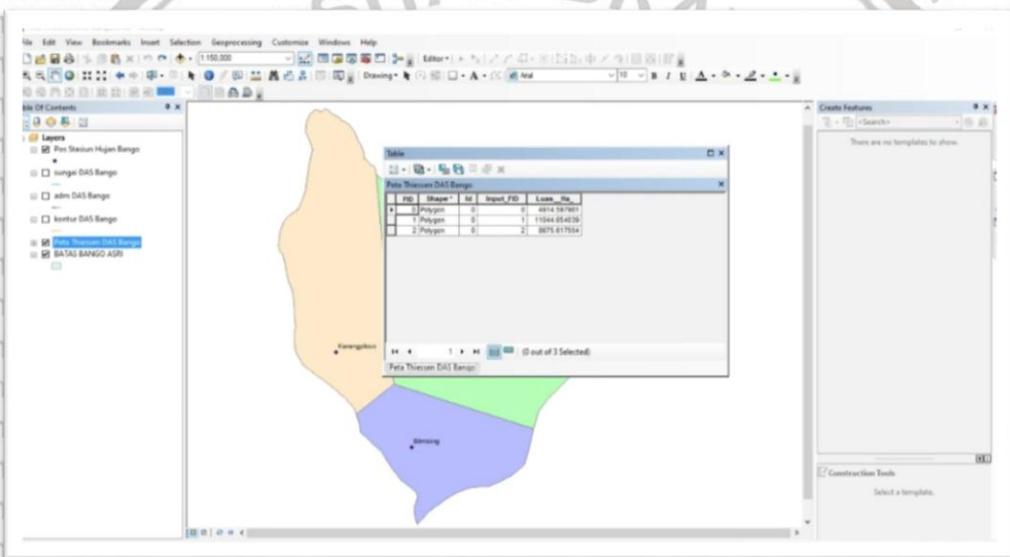


Gambar 4. 5 Hasil Poligon Thiessen pada DAS.

Sumber: Hasil pengolahan ArcGis, 2021.

Menampilkan luasan tiap poligon pada *Open Attribute Table*.

6.



Gambar 4. 6 Tampilan *Attribute Table* untuk luas pengaruh stasiun hujan.

Sumber: Hasil pengolahan ArcGis, 2021.

Menghitung luas pengaruh pos stasiun hujan Metode Poligon Thiessen.

Contoh perhitungan nilai Kr pada Pos Stasiun Hujan Blimbing

$Kr = \frac{\text{Luas Pengaruh Stasiun Hujan Blimbing}}{\text{Luas Total DAS Bango}}$

$$Kr = \frac{4914,600}{49,150}$$

$$Kr = 0,199$$

Tabel 4. 32 Nilai Faktor Pengaruh Luas Pos Hujan(Kr)

St.	Ha	km2	Kr
Blimbing	4914.598	49.146	0.199
Singosari	11044.654	110.447	0.448
Karangploso	8675.618	86.756	0.352
Jumlah	24634.870	246.349	1

Sumber: Hasil Analisis, 2021

4.3.2. Perhitungan Curah Hujan Rerata Wilayah

Berdasarkan nilai Kr yang didapatkan dari luas pengaruh pos stasiun hujan dengan menggunakan metode *polygon thiessen*, lalu dihitung curah hujan wilayah untuk masing-masing periode yaitu, periode bulanan, 15 harian, dan 10 harian

Tabel 4. 33 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Curah Hujan Rerata Wilayah Perioden Bulanan

Tahun	Bulan	Curah Hujan Bulanan (mm)			CH Wilayah (mm)	TRMM (mm)
		Blimbing	Singosari	Karangploso		
2010	JAN	71.4201	329.526	134.88	535.826	465.27
	FEB	108.926	195.474	110.229	414.628	557.31
	MAR	89.3749	272.139	163.054	524.568	349.23
	APR	107.33	195.922	134.88	438.132	541.59
	MEI	53.0664	263.62	55.9947	372.682	379.83
	JUN	13.7653	119.705	9.86071	143.331	66.21
	JUL	21.7452	93.2535	32.3995	147.398	153.12
	AGS	33.5156	94.1502	30.6386	158.304	190.53
	SEP	44.089	74.4235	84.8725	203.385	421.11
	OKT	54.2634	154.675	91.5637	300.502	285.54
	NOP	102.342	207.13	181.719	491.191	329.79
	DES	67.4302	141.225	169.745	378.401	423.42
2011	JAN	39.7	112.084	92.2681	244.052	303.75
	FEB	41.0965	144.364	95.0854	280.546	219.99
	MAR	79.2006	159.607	152.137	390.944	365.28
	APR	52.6674	125.534	176.436	354.637	279.18
	MEI	35.9096	164.09	94.7332	294.733	398.04
	JUN	1.59598	11.6567	0	13.2527	0
	JUL	0	10.76	0	10.76	0
	AGS	0	0	0	0	4.08
	SEP	0	10.76	0	10.76	0
	OKT	15.3613	34.5217	13.7346	63.6176	28.2
	NOP	95.9584	285.141	114.807	495.906	445.44
	DES	52.2684	121.05	130.302	303.621	323.19



Lanjutan Tabel 4.33.

Rekapulasi Hasil Perhitungan Curah Hujan Rerata Wilayah Periode Bulanan

Tahun	Bulan	Curah Hujan Bulanan (mm)			CH Wilayah (mm)	TRMM (mm)
		Blimbing	Singosari	Karangploso		
2012	JAN	51.8694	135.98	84.5204	272.37	397.32
	FEB	52.0689	212.062	178.901	443.032	339
	MAR	38.902	164.09	124.668	327.66	331.02
	APR	22.7427	43.4884	12.6781	78.9092	84.15
	MEI	11.1719	35.8667	8.8042	55.8428	104.25
	JUN	0.1995	22.4167	7.04336	29.6596	42.48
	JUL	0	1.79334	0.35217	2.1455	29.88
	AGS	0	0	0	0	3.84
	SEP	0	2.69001	0	2.69001	15.33
	OKT	9.97488	27.3484	37.682	75.0053	19.32
	NOP	33.9146	75.7685	69.7293	179.412	238.92
	DES	87.779	199.06	164.11	450.95	494.28
2013	JAN	56.2583	228.202	101.072	385.533	278.31
	FEB	77.8041	129.569	90.1551	297.528	360.72
	MAR	56.2583	177.54	93.3246	327.123	313.59
	APR	46.4829	114.325	64.0946	224.903	329.67
	MEI	35.7101	51.5584	33.1038	120.372	212.97
	JUN	38.3035	83.3902	35.2168	156.911	327.09
	JUL	12.1694	52.9034	30.6386	95.7114	152.13
	AGS	0	2.24167	0	2.24167	5.28
	SEP	0	0	0	0	6.09
	OKT	8.1794	37.6601	33.8081	79.6476	62.34
	NOP	53.2659	177.989	47.1905	278.445	309.09
	DES	105.933	147.502	169.745	423.18	440.49
2014	JAN	64.8367	111.635	123.259	299.731	250.14
	FEB	11.1719	50.6618	44.021	105.855	255.45
	MAR	101.145	147.502	73.251	321.898	220.44
	APR	135.259	121.499	45.7819	302.54	249.48
	MEI	77.8041	121.947	80.9987	280.75	122.28
	JUN	15.5608	26.9001	15.4954	57.9563	32.07
	JUL	77.8041	1.345	7.04336	86.1924	0
	AGS	1.39648	5.38001	3.52168	10.2982	0
	SEP	0	0	0	0	0
	OKT	0	0	0	0	10.5
	NOP	52.8669	93.2535	32.3995	178.52	274.44
	DES	99.9483	234.03	140.867	474.846	513.12

Lanjutan Tabel 4.33.

Rekapitulasi Hasil Perhitungan Curah Hujan Rerata Wilayah Periode Bulanan

Tahun	Bulan	Curah Hujan Bulanan (mm)			CH Wilayah (mm)	TRMM (mm)
		Blimbing	Singosari	Karangploso		
2015	JAN	30.9221	93.2535	0	124.176	314.34
	FEB	57.8543	142.57	96.1419	296.566	260.88
	MAR	50.4729	152.434	67.9685	270.875	298.8
	APR	88.178	121.05	36.2733	245.502	416.64
	MEI	33.3161	134.5	59.8686	227.685	56.55
	JUN	0	0	0	0	1.98
	JUL	0	0	0	0	5.16
	AGS	0	0	0	0	0
	SEP	0	0	0	0	4.89
	OKT	0	0	0	0	0
	NOP	13.7653	23.3134	27.4691	64.5478	154.47
	DES	58.0538	61.4218	71.4901	190.966	434.43
2016	JAN	36.5081	182.92	64.4468	283.875	215.52
	FEB	116.906	227.305	212.357	556.568	673.74
	MAR	46.8819	121.05	63.3903	231.322	323.61
	APR	29.3262	29.1417	10.565	69.0329	122.01
	MEI	35.1116	127.327	64.0946	226.533	240.39
	JUN	41.4955	144.364	37.3298	223.189	213.87
	JUL	13.7653	20.175	19.3693	53.3096	164.43
	AGS	24.7377	40.7984	29.9343	95.4704	4.32
	SEP	6.58342	35.8667	27.8213	70.2714	93
	OKT	41.296	186.059	70.0815	297.436	233.25
	NOP	84.587	235.824	115.863	436.274	567.810
	DES	28.528	105.807	62.686	197.021	345.480
2017	JAN	64.438	221.029	112.694	398.160	517.470
	FEB	74.612	88.770	87.690	251.072	287.220
	MAR	42.094	178.885	134.880	355.860	355.530
	APR	75.211	229.547	111.285	416.043	314.910
	MEI	23.740	65.457	35.921	125.118	77.670
	JUN	10.972	33.625	6.339	50.936	113.040
	JUL	10.972	13.898	8.100	32.971	39.360
	AGS	0.000	0.000	0.000	0.000	14.100
	SEP	4.389	42.143	18.665	65.197	30.900
	OKT	20.548	42.143	22.187	84.878	63.870
	NOP	72.218	193.680	147.206	413.105	674.670
	DES	54.064	119.257	101.777	275.097	319.590

78

Lanjutan Tabel 4.33.

Rekapulasi Hasil Perhitungan Curah Hujan Rerata Wilayah Periode Bulanan

Tahun	Bulan	Curah Hujan Bulanan (mm)			CH Wilayah (mm)	TRMM (mm)
		Blimbing	Singosari	Karangploso		
2018	JAN	64.438	182.024	142.980	389.442	421.650
	FEB	74.612	252.412	86.281	413.305	347.610
	MAR	42.094	80.700	73.955	196.749	169.920
	APR	75.211	87.873	45.078	208.162	122.970
	MEI	23.740	34.522	13.030	71.292	27.990
	JUN	10.972	40.350	2.113	53.435	38.070
	JUL	10.972	0.000	0.000	10.972	5.910
	AGS	0.000	0.000	0.000	0.000	3.660
	SEP	4.389	0.000	2.113	6.502	7.770
	OKT	20.548	3.138	0.704	24.391	23.310
	NOP	72.218	106.255	98.607	277.080	203.040
	DES	54.064	190.990	136.289	381.343	255.990
2019	JAN	47.680	160.504	102.129	310.312	391.830
	FEB	93.165	157.365	82.407	332.938	312.450
	MAR	86.981	122.395	128.189	337.565	350.370
	APR	100.547	192.335	72.899	365.781	190.440
	MEI	12.768	70.388	32.399	115.556	11.100
	JUN	0.000	0.000	0.000	0.000	18.300
	JUL	8.778	4.035	6.339	19.152	32.970
	AGS	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	SEP	0.000	0.000	0.000	0.000	3.630
	OKT	0	9.415	0	9.415	7.53
	NOP	29.326	9.863	23.947	63.137	65.160
	DES	48.079	71.733	69.025	188.837	238.920

Sumber: Hasil Analisis, 2021

Berikut ini merupakan contoh perhitungan curah hujan rata-rata wilayah data curah hujan pos stasiun periode bulanan (Januari 2011):

$$R = (X_1.Kr_1) + (X_2.Kr_2) + (X_3.Kr_3)$$

$$= (358.0,199) + (735.0,448) + (383.0,352) \\ = 535,830 \text{ mm}$$

4.3.3. Evapotranspirasi

Dalam menghitung evapotrasnspirasi banyak metode yang digunakan. Berdasarkan data yang tersedia, metode yang dapat digunakan untuk perhitungan adalah metode Penman.

Hasil dari metode kemudian digunakan untuk perhitungan selanjutnya.

- Metode Penman

- Langkah-langkah perhitungan metode radiasi bulan januari sebagai berikut:
- Menentukan nilai ϵ_y , w , $f(t)$, sesuai suhu udara:
Untuk $t = 23,8$, didapat $\epsilon_y = 29,620$, $w = 0,738$, $f(t) = 15,369$
 - Menghitung ed

$$ed = \epsilon_y \times RH$$

$$= 29,620 \times 83,065$$

$$= 24,604$$
 - Menghitung fungsi tekanan uap $f(ed)$

$$f(ed) = 0,34 - 0,44 \sqrt{ed}$$

$$= 0,34 - 0,44 \sqrt{24,604}$$

$$= 0,122$$
 - Radiasi gelombang pendek (R_y), sesuai letak lintang daerah, $R_y = 16,085$
 - Menghitung radiasi gelombang pendek (R_s)

$$R_s = (0,25 + 0,54 \times (n/N)) R_y$$

$$= (0,25 + 0,54 \times (0,298)) 16,085$$

$$= 6,419$$
 - Menghitung fungsi kecerahan matahari $f(n/N)$

$$f(n/N) = 0,1 + 0,9 \times n/N$$

$$= 0,1 + 0,9 \times 0,298$$

$$= 0,368$$
 - Menghitung fungsi kecepatan angin pada ketinggian 2,00 m $f(u)$

$$f(u) = 0,27 (1 + 0,864 \times u)$$

$$= 0,27 (1 + 0,864 \times 1,161) = 0,273$$
 - Menghitung R_{n1}

$$R_{n1} = f(t) \times f(ed) \times f(n/N)$$

$$= 15,369 \times 0,122 \times 0,368$$

$$= 0,689$$
 - Menghitung ETo^*

$$ETo^* = w (0,75 \times R_s - R_{n1}) + (1 - w) f(u) (\epsilon_y - ed)$$

$$= 0,738 (0,75 \times 6,419 - 0,689) + (1 - 0,738) 0,273 (29,620 - 24,604)$$

$$= 4,531$$
 - Menentukan nilai c

$$c = 1,100$$

80

11. Menghitung Eto

$$\text{Eto} = c \times ETo^*$$

$$= 1,100 \times 4,531$$

$$= 4,984$$

Berikut perhitungan evapotranspirasi potensial dengan menggunakan metode penman untuk bulan selanjutnya:



Tabel 4. 34 Perhitungan Evapotranspirasi Metode Penman tahun 2010

Tahun	Bulan	Letak Lintang	t (°C)	$\epsilon\gamma$ (mbar)	w	f(t)	RH (%)	ed (mbar)	f(ed)	Ry (mm/hari)	n/N (%)	Rs (mm/hari)	f(n/N)	U (m/dt)	f(U)	RnI	Rn (mm/hari)	Eto* (mm/hari)	C	Eto (mm/hari)
2010	JAN	7.9 °LS	23.845	29.620	0.738	15.369	83.065	24.604	0.122	16.085	0.298	6.419	0.368	1.161	0.273	0.689	4.125	4.531	1.100	4.984
	FEB		23.989	29.878	0.740	15.398	83.821	25.044	0.120	16.095	0.365	6.963	0.429	1.393	0.274	0.791	4.431	4.681	1.100	5.149
	MAR		24.365	30.559	0.743	15.491	82.548	25.226	0.119	15.505	0.394	6.927	0.454	1.677	0.275	0.837	4.358	5.118	1.000	5.118
	APR		23.913	29.742	0.739	15.383	85.500	25.429	0.118	14.415	0.369	6.261	0.432	1.367	0.274	0.784	3.911	3.719	0.900	3.347
	MEI		24.594	30.981	0.746	15.548	82.806	25.654	0.117	13.115	0.359	5.632	0.423	1.839	0.275	0.770	3.454	4.144	0.900	3.729
	JUN		23.793	29.528	0.738	15.359	79.567	23.494	0.127	12.420	0.448	5.886	0.503	2.033	0.275	0.979	3.435	4.648	0.900	4.183
	JUL		23.206	28.500	0.732	15.241	80.581	22.966	0.129	12.720	0.482	6.245	0.534	2.000	0.275	1.051	3.633	4.461	0.900	4.015
	AGS		23.394	28.824	0.734	15.279	77.871	22.446	0.132	13.715	0.544	7.162	0.590	2.355	0.276	1.186	4.186	5.882	1.000	5.882
	SEP		23.797	29.533	0.738	15.359	80.167	23.676	0.126	14.905	0.444	7.032	0.499	1.933	0.275	0.965	4.309	5.547	1.100	6.101
	OKT		24.094	30.066	0.741	15.423	79.806	23.994	0.124	15.795	0.439	7.416	0.495	1.806	0.275	0.950	4.611	6.132	1.100	6.746
	NOP		24.423	30.666	0.744	15.506	78.000	23.920	0.125	15.990	0.395	7.153	0.455	1.767	0.275	0.881	4.484	6.658	1.100	7.324
	DES		23.829	29.591	0.738	15.366	81.871	24.227	0.123	15.985	0.203	5.616	0.282	1.968	0.275	0.536	3.677	4.394	1.100	4.834

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

4.4. Analisis Validasi Data (Hujan)

Validasi (*validation*) adalah evaluasi terhadap model untuk mendapatkan gambaran tentang tingkat ketidakpastian yang dimiliki oleh suatu model dalam memprediksi proses hidrologi. Dalam studi ini, proses validasi digunakan untuk memberi gambaran perbandingan antara data curah hujan pos stasiun hujan dengan data curah hujan TRMM. Data TRMM dianggap sebagai data simulasi sedangkan data pos stasiun hujan dianggap sebagai data observasi (data yang dianggap sesuai dengan kenyataan seharusnya).

Tahap analisis validasi data dalam studi ini akan dibagi menjadi dua tahap, yaitu tahap validasi data tidak terkoreksi dan validasi data terkoreksi. Validasi tidak terkoreksi yang dimaksud adalah perbandingan data curah hujan TRMM dan data curah hujan pos stasiun hujan selama 10 tahun. Sedangkan tahapan validasi data terkoreksi adalah perbandingan data TRMM yang sudah mengalami koreksi dengan data curah hujan pos stasiun hujan.

Koreksi data curah hujan TRMM dalam studi ini dilakukan dengan beberapa tahap tambahan, antara lain tahap kalibrasi dan verifikasi data yang kemudian dilakukan Uji Validasi dengan data curah hujan pos stasiun hujan. Kalibrasi merupakan proses optimalisasi nilai parameter untuk meningkatkan koherensi antara respon hidrologi, dimana dalam studi ini dilakukan untuk memperoleh persamaan yang sesuai untuk koreksi data TRMM. Verifikasi data merupakan suatu proses setelah tahap kalibrasi selesai dilakukan yang berfungsi untuk menguji kinerja model pada data di luar periode kalibrasi.

Pada analisis validasi data curah hujan pos stasiun dengan TRMM, data yang digunakan berupa data yang memiliki nilai hujan atau dengan kata lain data dengan nilai hujan “nol” tidak digunakan. Hal ini disebabkan karena beberapa persamaan regresi yang digunakan yakni logaritmik dan berpangkat tidak dapat memunculkan hasil persamaan apabila terdapat data yang bernilai “nol”. Data dilakukan uji validasi dengan menggunakan empat metode, yaitu *Root Mean Squared Error (RMSE)*, *Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE)*, Koefisien Korelasi (R), dan Uji Kesalahan Relatif (KR). Rentang data yang digunakan untuk analisis validasi data tidak terkoreksi ini adalah 10 tahun, 3 tahun, 2 tahun, dan 1 tahun.

4.4.1. Analisis Validasi Data Tidak Terkoreksi

Analisis validasi data tidak terkoreksi menggunakan data dengan periode bulanan, 15 harian, dan 10 harian. Dalam analisis ini digunakan panjang data selama 10 tahun. Nilai data yang digunakan untuk data ini adalah berupa data dengan nilai hujan (data dengan nilai hujan “nol” tidak digunakan) pada curah hujan pos stasiun dan data curah hujan TRMM. Data dilakukan uji validasi dengan menggunakan empat metode, yaitu *Root Mean Squared Error (RMSE)*, *Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE)*, Koefisien Korelasi (R), dan Uji Kesalahan Relatif



(KR). Rentang data yang digunakan untuk analisis validasi data tidak terkoreksi ini adalah 10 tahun, 3 tahun, 2 tahun, dan 1 tahun.

4.4.1.1 Analisis Validasi Data Tidak Terkoreksi 10 Tahun

Berikut merupakan langkah-langkah yang digunakan dalam perhitungan analisis validasi data tidak terkoreksi dengan panjang data 10 tahun periode bulanan:

1. Menghitung komponen perhitungan yang digunakan untuk persamaan validasi, seperti yang disajikan pada Tabel 4.35.

Tabel 4. 35 Perhitungan Komponen Uji Validasi Tidak Terkoreksi 10 Tahun Periode Bulanan

No.	CH Wilayah (mm) [P]	TRMM (mm) [Q]	P-Q	(P-Q) ²	(P-P*)	(P-P*) ²	(P) ²	(Q) ²	PQ
1	535.826	465.27	70.5562	4978.18	303.104	91872.2	287110	216476	249304
2	414.628	557.31	-142.68	20358.1	181.906	33089.8	171916	310594	231076
3	524.568	349.23	175.338	30743.3	291.846	85173.9	275171	121962	183195
4	438.132	541.59	-103.46	10703.5	205.41	42193.3	191960	293320	237288
5	372.682	379.83	-7.1484	51.0995	139.96	19588.7	138892	144271	141556
6	143.331	66.21	77.1213	5947.69	-89.391	7990.7	20543.9	4383.76	9489.96
7	147.398	153.12	-5.7218	32.7388	-85.324	7280.15	21726.2	23445.7	22569.6
8	158.304	190.53	-32.226	1038.49	-74.418	5537.98	25060.3	36301.7	30161.7
9	203.385	421.11	-217.73	47404.2	-29.337	860.66	41365.5	177334	85647.5
10	300.502	285.54	14.9624	223.873	67.7804	4594.18	90301.7	81533.1	85805.5
11	491.191	329.79	161.401	26050.4	258.469	66806.5	241269	108761	161990
12	378.401	423.42	-45.019	2026.75	145.679	21222.2	143187	179284	160222
13	244.052	303.75	-59.698	3563.89	11.3296	128.361	59561.2	92264.1	74130.7
14	280.546	219.99	60.5555	3666.97	47.8235	2287.09	78705.8	48395.6	61717.2
15	390.944	365.28	25.6642	658.65	158.222	25034.3	152837	133429	142804
16	354.637	279.18	75.4572	5693.79	121.915	14863.3	125768	77941.5	99007.6
17	294.733	398.04	-103.31	10672.3	62.0111	3845.38	86867.6	158436	117316
18	63.6176	28.2	35.4176	1254.41	-169.1	28596.3	4047.2	795.24	1794.02
19	495.906	445.44	50.4657	2546.79	263.184	69265.7	245922	198417	220896
20	303.621	323.19	-19.569	382.952	70.8988	5026.65	92185.6	104452	98127.2
21	272.37	397.32	-124.95	15612.6	39.6475	1571.93	74185.1	157863	108218
22	443.032	339	104.032	10822.7	210.31	44230.5	196278	114921	150188
23	327.66	331.02	-3.3601	11.2903	94.9379	9013.2	107361	109574	108462



Lanjutan Tabel 4.35.

Perhitungan Komponen Uji Validasi Tidak Terkoreksi 10 Tahun Periode Bulanan

No.	CH Wilayah (mm) [P]	TRMM (mm) [Q]	P-Q	(P-Q) ²	(P-P*)	(P-P*) ²	(P) ²	(Q) ²	PQ
24	78.909	84.150	-5.241	27.466	-153.813	23658.375	6226.662	7081.223	6640.209
25	55.843	104.250	-48.407	2343.256	-176.879	31286.247	3118.419	10868.062	5821.612
26	29.660	42.480	-12.820	164.363	-203.062	41234.347	879.690	1804.550	1259.939
27	2.146	29.880	-27.734	769.202	-230.576	53165.517	4.603	892.814	64.108
28	2.690	15.330	-12.640	159.769	-230.032	52914.715	7.236	235.009	41.238
29	75.005	19.320	55.685	3100.849	-157.717	24874.567	5625.789	373.262	1449.102
30	179.412	238.920	-59.508	3541.158	-53.310	2841.915	32188.800	57082.768	42865.205
31	450.950	494.280	-43.330	1877.514	218.228	47623.336	203355.641	244312.715	222895.421
32	385.533	278.310	107.223	11496.709	152.811	23351.112	148635.463	77456.452	107297.603
33	297.528	360.720	-63.192	3993.265	64.806	4199.781	88522.738	130118.916	107324.194
34	327.123	313.590	13.533	183.148	94.401	8911.595	107009.612	98338.689	102582.576
35	224.903	329.670	-104.767	10976.172	-7.819	61.140	50581.258	108682.311	74143.698
36	120.372	212.970	-92.598	8574.332	-112.350	12622.450	14489.494	45356.224	25635.693
37	156.911	327.090	-170.179	28961.054	-75.811	5747.379	24620.912	106987.866	51323.862
38	95.711	152.130	-56.419	3183.056	-137.011	18771.897	9160.676	23143.538	14560.579
39	2.242	5.280	-3.038	9.231	-230.480	53121.179	5.025	27.878	11.836
40	79.648	62.340	17.308	299.554	-153.074	23431.763	6343.743	3886.276	4965.233
41	278.445	309.090	-30.645	939.112	45.723	2090.600	77531.659	95536.633	86064.590
42	423.180	440.490	-17.310	299.627	190.458	36274.349	179081.528	194031.441	186406.670
43	299.731	250.140	49.591	2459.248	67.009	4490.181	89838.557	62570.021	74974.665
44	105.855	255.450	-149.595	22378.769	-126.867	16095.322	11205.208	65254.705	27040.572
45	321.898	220.440	101.458	10293.772	89.176	7952.401	103618.468	48593.793	70959.244
46	302.540	249.480	53.060	2815.344	69.818	4874.529	91530.341	62240.270	75477.634

Lanjutan Tabel 4.35.

Perhitungan Komponen Uji Validasi Tidak Terkoreksi 10 Tahun Periode Bulanan

No.	Wilayah (mm) [P]	CH TRMM (mm) [Q]	P-Q	(P-Q) ²	(P-P*)	(P-P*) ²	(P) ²	(Q) ²	PQ
47	280.750	122.280	158.470	25112.633	48.028	2306.656	78820.369	14952.398	34330.067
48	57.956	32.070	25.886	670.099	-174.766	30543.059	3358.929	1028.485	1858.657
49	178.520	274.440	-95.920	9200.674	-54.202	2937.872	31869.338	75317.313	48992.989
50	474.846	513.120	-38.274	1464.897	242.124	58624.049	225478.752	263292.143	243652.999
51	124.176	314.340	-190.164	36162.484	-108.546	11782.310	15419.590	98809.637	39033.371
52	296.566	260.880	35.687	1273.527	63.845	4076.121	87951.688	68058.371	77368.266
53	270.875	298.800	-27.925	779.807	38.153	1455.651	73373.256	89281.441	80937.445
54	245.502	416.640	-171.138	29288.382	12.780	163.316	60270.988	173588.882	102285.744
55	227.685	56.550	171.135	29287.171	-5.037	25.372	51840.437	3197.902	12875.584
56	64.548	154.470	-89.922	8085.996	-168.174	28282.548	4166.423	23860.981	9970.704
57	190.966	434.430	-243.464	59274.845	-41.756	1743.585	36467.912	188729.420	82961.243
58	283.875	215.520	68.355	4672.432	51.153	2616.650	80585.124	46448.870	61180.781
59	556.568	673.740	-117.172	13729.168	323.846	#####	309768.450	453925.578	374982.430
60	231.322	323.610	-92.288	8516.993	-1.400	1.959	53510.074	104723.434	74858.257
61	69.033	122.010	-52.977	2806.571	-163.689	26794.113	4765.544	14886.440	8422.706
62	226.533	240.390	-13.857	192.013	-6.189	38.302	51317.246	57787.347	54456.290
63	223.189	213.870	9.319	86.843	-9.533	90.879	49813.303	45740.375	47733.418
64	53.310	164.430	-111.120	12347.736	-179.412	32188.798	2841.916	27037.222	8765.701
65	95.470	4.320	91.150	8308.398	-137.252	18837.996	9114.600	18.662	412.432
66	70.271	93.000	-22.729	516.587	-162.451	26390.181	4938.076	8649.000	6535.244
67	297.436	233.250	64.186	4119.864	64.714	4187.924	88468.272	54405.562	69376.985
68	436.274	567.810	-131.536	17301.690	203.552	41433.463	190335.097	322408.191	247720.799
69	197.021	345.480	-148.459	22040.087	-35.701	1274.563	38817.261	119356.435	68066.804

Lanjutan Tabel 4.35.

Perhitungan Komponen Uji Validasi Tidak Terkoreksi 10 Tahun Periode Bulanan

No.	Wilayah (mm) [P]	CH TRMM (mm) [Q]	P-Q	(P-Q) ²	(P-P*)	(P-P*) ²	(P) ²	(Q) ²	PQ
70	398.160	517.470	-119.310	14234.805	165.438	27369.835	158531.629	267775.208	206036.016
71	251.072	287.220	-36.148	1306.667	18.350	336.729	63037.230	82495.330	72112.946
72	355.860	355.530	0.330	0.109	123.138	15162.909	126636.165	126401.578	126518.817
73	416.043	314.910	101.133	10227.854	183.321	33606.538	173091.657	99168.310	131016.057
74	125.118	77.670	47.448	2251.328	-107.604	11578.584	15654.555	6032.628	9717.927
75	50.936	113.040	-62.104	3856.850	-181.786	33045.980	2594.523	12778.042	5757.858
76	32.971	39.360	-6.389	40.824	-199.751	39900.620	1087.060	1549.210	1297.723
77	65.197	30.900	34.297	1176.303	-167.525	28064.531	4250.685	954.810	2014.596
78	84.878	63.870	21.008	441.347	-147.844	21857.768	7204.320	4079.377	5421.175
79	413.105	674.670	-261.565	68416.353	180.383	32537.961	170655.585	455179.621	278709.427
80	275.097	319.590	-44.493	1979.595	42.375	1795.671	75678.556	102137.769	87918.365
81	389.442	421.650	-32.208	1037.375	156.720	24561.066	151664.835	177788.725	164208.093
82	413.305	347.610	65.695	4315.894	180.583	32610.390	170821.406	120832.709	143669.110
83	196.749	169.920	26.829	719.821	-35.973	1294.022	38710.355	28872.806	33431.670
84	208.162	122.970	85.192	7257.614	-24.560	603.211	43331.265	15121.621	25597.636
85	71.292	27.990	43.302	1875.078	-161.430	26059.587	5082.574	783.440	1995.468
86	53.435	38.070	15.365	236.097	-179.287	32143.663	2855.348	1449.325	2034.288
87	10.972	5.910	5.062	25.628	-221.750	49172.896	120.393	34.928	64.847
88	6.502	7.770	-1.268	1.608	-226.220	51175.505	42.275	60.373	50.520
89	24.391	23.310	1.081	1.168	-208.331	43401.831	594.918	543.356	568.553
90	277.080	203.040	74.040	5481.987	44.358	1967.671	76773.568	41225.240	56258.411
91	381.343	255.990	125.353	15713.453	148.621	22088.295	145422.719	65530.878	97620.072
92	310.312	391.830	-81.518	6645.128	77.590	6020.263	96293.752	153530.747	121589.686

Lanjutan Tabel 4.35.

Perhitungan Komponen Uji Validasi Tidak Terkoreksi 10 Tahun Periode Bulanan

No.	CH Wilayah (mm) [P]	TRMM (mm) [Q]	P-Q	(P-Q) ²	(P-P*)	(P-P*) ²	(P) ²	(Q) ²	PQ
93	332.938	312.450	20.488	419.760	100.216	10043.257	110847.742	97625.001	104026.492
94	337.565	350.370	-12.805	163.957	104.843	10992.144	113950.412	122759.132	118272.793
95	365.781	190.440	175.341	30744.460	133.059	17704.695	133795.727	36267.394	69659.330
96	115.556	11.100	104.456	10911.012	-117.166	13727.920	13353.140	123.210	1282.669
97	19.152	32.970	-13.818	190.939	-213.570	45612.171	366.796	1087.021	631.439
98	9.415	7.530	1.885	3.553	-223.307	49866.005	88.643	56.701	70.895
99	63.137	65.160	-2.023	4.093	-169.585	28759.090	3986.273	4245.826	4114.003
100	188.837	238.920	-50.083	2508.270	-43.885	1925.861	35659.550	57082.765	45117.022
Jumlah	23272.199	24483.840	-1211.641	810718.604	0.000	2205326.159	7621278.755	8678107.862	7744334.006
Rerata	232.722	244.838	-12.116	8107.186	0.000	22053.262	76212.788	86781.079	77443.340

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

2. Setelah menghitung, maka dilanjutkan dengan perhitungan nilai validasi menggunakan empat metode, diantaranya:

a. *Root Mean Squared Error (RMSE)*

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (P_i - Q_i)^2}{N}}$$

$$= \sqrt{\frac{810718,60}{100}}$$

$$= 90,04$$

b. *Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE)*

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

$$= 1 - \frac{810718,60}{2205326,16}$$

$$= 0,632$$

c. Uji Kesalahan Relatif (KR)

$$\text{KR} = \frac{\sum_{i=1}^N (P_i - Q_i)}{\sum_{i=1}^N P_i} \times 100\%$$

$$= \frac{-1211,64}{23272,20} \times 100\%$$

$$= -0,052$$

d. Koefisien Korelasi (R)

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

$$= \frac{(100 \times 7744334,01) - (23272,20 \times 24483,84)}{\sqrt{100 \times 7621278,76 - (23272,20)^2} \sqrt{100 \times 7744334,01 - (24483,84)^2}}$$

$$= 0,841$$

4.4.1.2 Rekapitulasi Analisis Validasi Data Tidak Terkoreksi 10 Tahun

Tabel 4. 36 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Validasi Data tidak Terkoreksi

Periode	RMSE	NSE		KR	R
		Nilai	Interpretasi		
10 Tahun	90.040	0.632	Memuaskan	-0.052	0.841 Sangat Kuat

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

Berdasarkan analisis validasi data TRMM tidak terkoreksi dengan data pos stasiun hujan menggunakan empat metode RMSE, NSE, Kesalahan Relatif, dan Koefisien Korelasi dapat disimpulkan bahwa hasil validasi hampir menunjukkan hasil yang memuaskan tetapi perlu dilakukan analisis lanjutan dengan mengoreksi data curah hujan TRMM sebelum divalidasi dengan data curah hujan pos stasiun hujan untuk tujuan mendapatkan data yang lebih baik lagi.



4.4.2. Analisis Validasi Data Terkoreksi

Analisis validasi data terkoreksi dihitung berdasarkan periode bulanan, 15 harian, dan 10 harian. Pada masing-masing periode juga digunakan data yang terdapat nilai hujan (data dengan nilai “nol” tidak digunakan) baik pada data curah hujan pos stasiun hujan maupun data curah hujan TRMM. Metode validasi yang digunakan adalah *Root Mean Squared Error* (RMSE), *Nash-Sutcliffe Efficiency* (NSE), Kesalahan Relatif (KR) dan Koefisien Korelasi (R).

Untuk mendapatkan data curah hujan TRMM terkoreksi atau sebelum dilakukannya uji validasi, terlebih dahulu dilakukan kalibrasi data. Kalibrasi dilakukan dengan membagi data menjadi 2 kelompok dengan perbandingan data 6:4, 7:3, 8:2, dan 9:1. Maksud dari perbandingan tersebut adalah 7 tahun data digunakan untuk data kalibrasi sedangkan 3 tahun data digunakan untuk validasi, sama halnya untuk perbandingan yang lain. Proses kalibrasi menggunakan persamaan regresi sederhana untuk menentukan faktor koreksi, dengan memilih koefisien korelasi (R) terbesar yang terpilih dari setiap persamaan regresi tersebut.

Tahap validasi akhir juga menggunakan jumlah tahun di luar periode kalibrasi.

Rentang data yang digunakan pada tahap kalibrasi dan validasi adalah sebagai berikut:

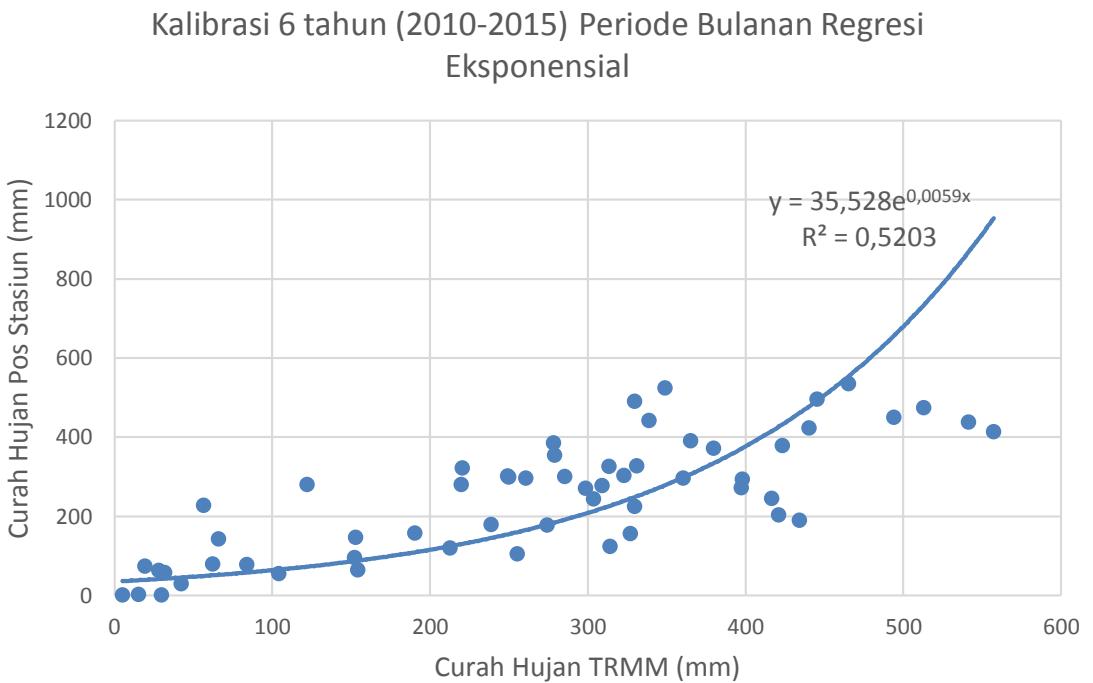
1. 6 tahun kalibrasi (2010-2015), 4 tahun validasi (2016-2019)
2. 7 tahun kalibrasi (2010-2016), 3 tahun validasi (2017-2019)
3. 8 tahun kalibrasi (2010-2017), 2 tahun validasi (2018-2019)
4. 9 tahun kalibrasi (2010-2018), 1 tahun validasi (2019)

4.4.2.1. Analisis Validasi Data Terkoreksi 6 Tahun Kalibrasi dan 4 tahun Validasi

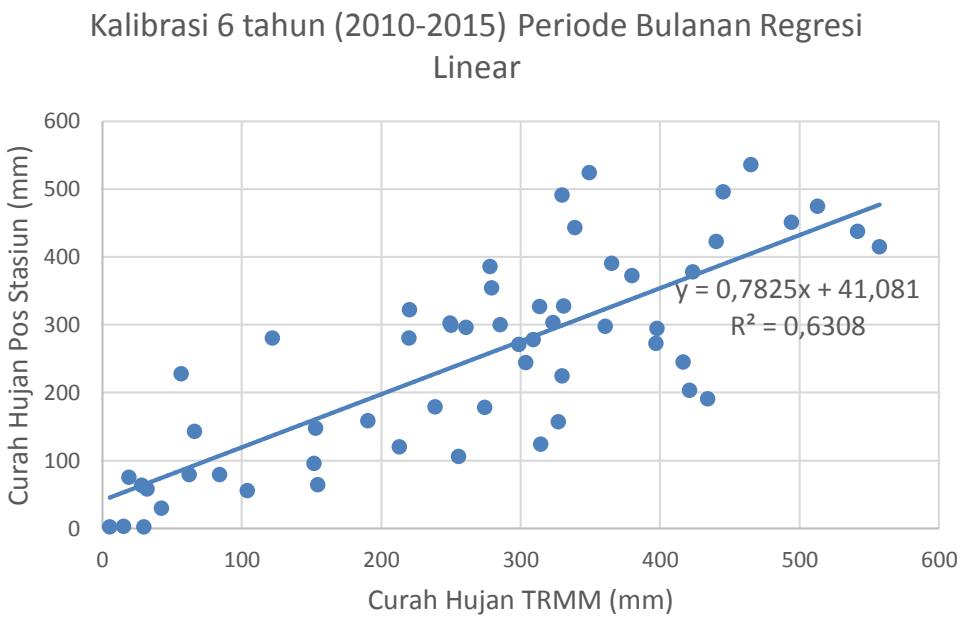
A. Tahap Kalibrasi Data Terkoreksi 6 Tahun (2010-2015)

Berikut ini merupakan langkah-langkah dalam perhitungan proses kalibrasi data terkoreksi menggunakan contoh perhitungan periode bulanan dengan panjang data 6 tahun:

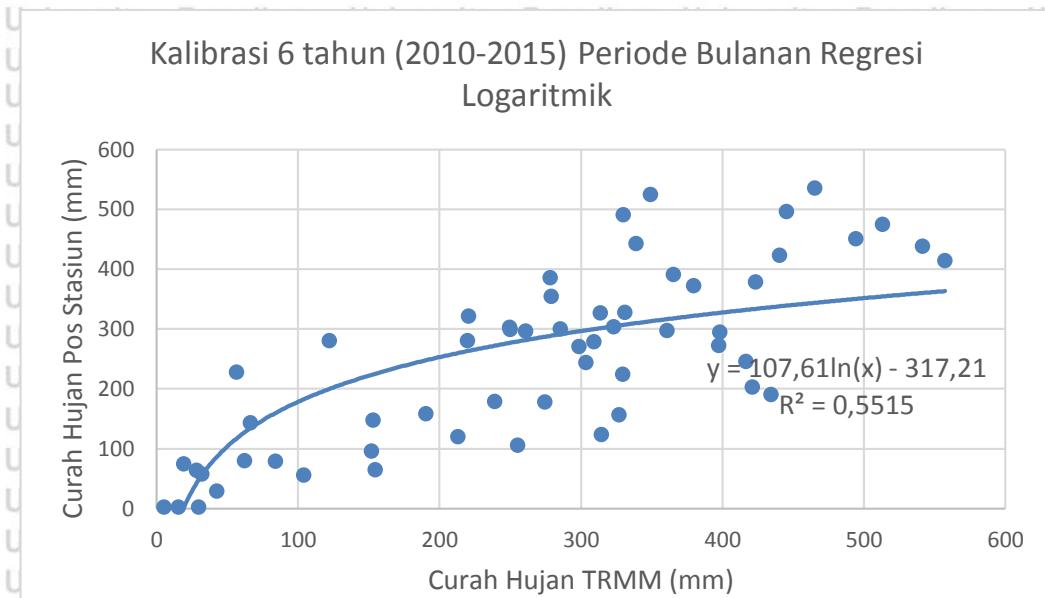
1. Membagi masing-masing data curah hujan pos stasiun hujan dan curah hujan TRMM menjadi dua kelompok data dengan ketentuan 6 tahun data untuk kalibrasi dan 4 tahun data untuk validasi.
2. Membuat grafik *scatterplot* dengan data curah hujan TRMM dan data curah hujan pos stasiun hujan selama 6 tahun dimana sumbu X adalah data curah hujan TRMM dan sumbu Y adalah data curah hujan pos stasiun hujan. Pada tahap ini dinamakan tahap kalibrasi.
3. Memunculkan persamaan regresi yang dibentuk oleh hubungan antara data curah hujan TRMM dengan data curah hujan pos stasiun hujan.



Gambar 4.7 Scatterplot Kalibrasi 6 Tahun Periode Bulanan Regresi Eksponensial
Sumber: Hasil Analisis, 2021

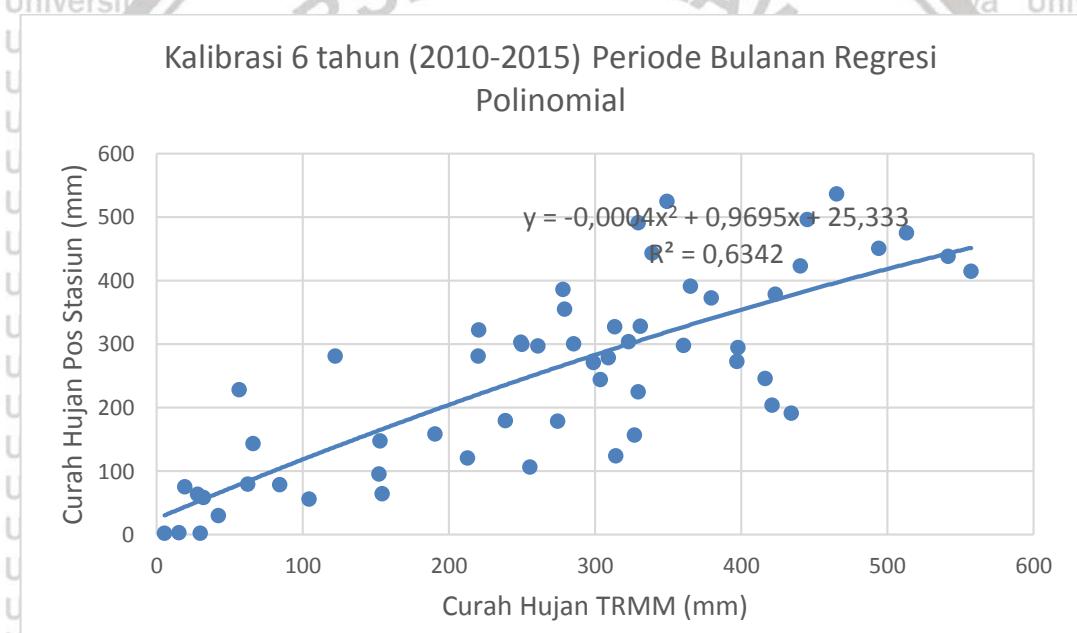


Gambar 4. 8 Scatterplot Kalibrasi 6 Tahun Periode Bulanan Regresi Linear
Sumber: Hasil Analisis, 2021



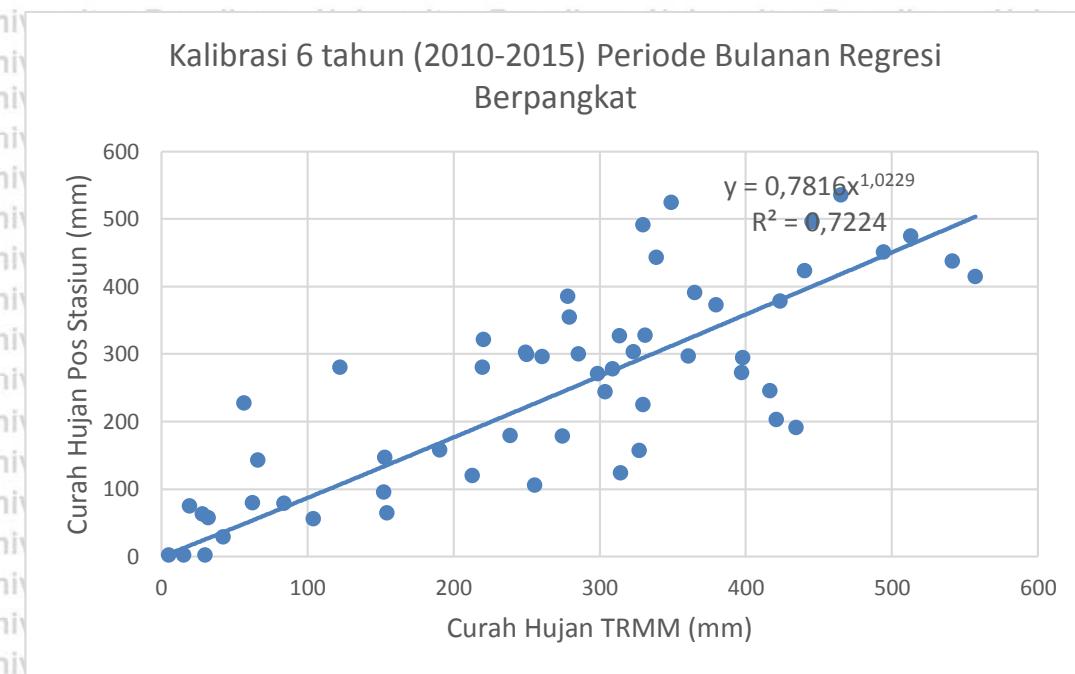
Gambar 4. 9 Scatterplot Kalibrasi 6 Tahun Periode Bulanan Regresi Logaritmik

Sumber: Hasil Analisis, 2021



Gambar 4. 10 Scatterplot Kalibrasi 6 Tahun Periode Bulanan Regresi Polinomial

Sumber: Hasil Analisis, 2021



Gambar 4. 11 Scatterplot Kalibrasi 6 Tahun Periode Bulanan Regresi Berpangkat

Sumber: Hasil Analisis, 2021

- Gambar 4.7** sampai **Gambar 4.11** merupakan grafik hubungan antara curah hujan TRMM dengan curah hujan pos stasiun hujan selama 6 tahun. Berdasarkan grafik tersebut didapatkan persamaan regresi antara kedua data tersebut. Terdapat beberapa kemungkinan persamaan regresi antara kedua data ini. Tahapan ini disebut dengan tahap kalibrasi, untuk perhitungan kalibrasi semua periode dapat dilihat pada Lampiran .
4. Setelah mendapatkan persamaan pada setiap regresi langkah selanjutnya adalah melakukan koreksi pada tahun kalibrasi menggunakan masing-masing persamaan. Lalu dibuat rekapitulasi data TRMM selama 6 tahun (2010-2015) yang dikoreksi menggunakan masing-masing persamaan dengan cara mengganti nilai "x" yang ada pada setiap persamaan dengan nilai curah hujan TRMM.

Contoh Perhitungan:

$$X = 465,270$$

a. Persamaan Eksponensial:

$$y = 35,528 e^{0,0059x}$$

$$y = 35,528 e^{0,0059(465,270)}$$

$$y = 1731,27 \text{ mm}$$

b. Persamaan Linear

$$y = 0,7825x + 41,081$$

$$y = 0,7825(465,270) + 41,081$$

Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya
 $y = 1211,48 \text{ mm}$

c. Persamaan Logaritmik:

$$y = 107,61 \ln(x) - 317,21$$

$$y = 107,61 \ln(465,270) - 317,21$$

$$y = 1025,95 \text{ mm}$$

d. Persamaan Polinomial

$$y = -0.0004x^2 + 0,9695x + 25,333$$

$$y = -0.0004 (465,270)^2 + 0,9695(465,270) + 25,333$$

$$y = 1196,61 \text{ mm}$$

e. Persamaan Berpangkat

$$y = 0,7816x^{1,0229}$$

$$y = 4,680 (465,270)^{1,0229}$$

$$y = 1276,44 \text{ mm}$$

Tabel 4. 37 Curah Hujan TRMM Terkoreksi Dalam Tiap Persamaan Tahap Validasi 6 Tahun

CH Wilayah (mm)	TRMM (mm)	CH TRMM Terkoreksi (mm)				
		Eksponensial	Linear	Logaritmik	Polinomial	Berpangkat
535.826	465.270	1731.266	1211.476	1025.953	1196.615	1276.440
414.628	557.310	3063.324	1428.534	1084.353	1372.437	1549.254
524.568	349.230	843.163	937.819	933.133	953.215	938.208
438.132	541.590	2778.848	1391.462	1075.096	1343.487	1502.409
372.682	379.830	1019.309	1009.983	960.308	1019.753	1026.700
143.331	66.210	145.829	270.373	395.119	257.919	157.514
147.398	153.120	249.954	475.333	666.372	486.770	387.297
158.304	190.530	315.204	563.557	737.093	581.093	489.683
203.385	421.110	1316.611	1107.334	993.688	1106.844	1146.899
300.502	285.540	568.091	787.619	867.989	809.320	755.897
491.191	329.790	747.423	891.974	914.602	910.068	882.281
378.401	423.420	1335.603	1112.781	995.458	1111.627	1153.651
244.052	303.750	635.991	830.564	887.991	851.207	807.745
280.546	219.990	378.370	633.032	783.610	653.598	571.372
390.944	365.280	931.382	975.670	947.671	988.325	984.555
354.637	279.180	546.126	772.620	860.701	794.550	737.844
294.733	398.040	1141.139	1052.928	975.459	1058.550	1079.612



Lanjutan Tabel 4.37. Curah Hujan TRMM Terkoreksi Dalam Tiap Persamaan Tahap Validasi 6 Tahun

CH Wilayah (mm)	TRMM (mm)	CH TRMM Terkoreksi (mm)				
		Eksponensial	Linear	Logaritmik	Polinomial	Berpangkat
63.618	28.200	115.212	180.734	118.974	153.557	63.030
495.906	445.440	1530.978	1164.711	1011.861	1156.737	1218.153
303.621	323.190	717.456	876.409	908.062	895.265	863.347
272.370	397.320	1136.056	1051.230	974.873	1057.027	1077.516
443.032	339.000	791.345	913.694	923.514	930.594	908.748
327.660	331.020	753.145	894.874	915.807	912.818	885.812
78.909	84.150	162.986	312.681	472.694	306.272	203.733
55.843	104.250	184.617	360.083	541.993	359.759	256.380
29.660	42.480	125.878	214.411	251.532	193.070	97.834
2.146	29.880	116.418	184.696	137.697	158.225	67.068
2.690	15.330	106.376	150.383	-78.227	117.632	32.771
75.005	19.320	109.040	159.792	-3.383	128.801	42.005
179.412	238.920	425.489	677.675	810.317	699.362	624.294
450.950	494.280	2072.415	1279.891	1045.522	1253.678	1362.036
385.533	278.310	543.188	770.568	859.691	792.523	735.377
297.528	360.720	905.419	964.916	943.607	978.397	971.372
327.123	313.590	675.999	853.769	898.306	873.593	835.858
224.903	329.670	746.868	891.691	914.485	909.800	881.936
120.372	212.970	362.255	616.477	773.117	636.462	551.829
156.911	327.090	735.016	885.606	911.943	904.022	874.532
95.711	152.130	248.425	472.998	664.273	484.240	384.610
2.242	5.280	99.950	126.682	-423.083	89.370	10.441
79.648	62.340	142.372	261.246	375.632	247.412	147.656
278.445	309.090	657.400	843.157	893.629	863.377	822.993
423.180	440.490	1484.706	1153.038	1008.245	1146.673	1203.633
299.731	250.140	456.141	704.135	825.165	726.183	655.808
105.855	255.450	471.408	716.658	831.961	738.798	670.758
321.898	220.440	379.427	634.094	784.271	654.693	572.626
302.540	249.480	454.278	702.579	824.310	724.612	653.951
280.750	122.280	206.452	402.603	593.605	407.119	304.248
57.956	32.070	118.010	189.861	160.581	164.302	72.357
178.520	274.440	530.310	761.442	855.161	783.494	724.409
474.846	513.120	2329.195	1324.321	1057.625	1289.925	1417.823
124.176	314.340	679.150	855.538	899.079	875.292	838.003
296.566	260.880	487.549	729.463	838.766	751.644	686.070

Lanjutan Tabel 4.37. Curah Hujan TRMM Terkoreksi Dalam Tiap Persamaan Tahap Validasi 6 Tahun

CH Wilayah (mm)	TRMM (mm)	CH TRMM Terkoreksi (mm)				
		Eksponensial	Linear	Logaritmik	Polinomial	Berpangkat
270.875	298.800	616.769	818.890	882.675	839.880	793.628
245.502	416.640	1280.623	1096.792	990.235	1097.561	1133.840
227.685	56.550	137.352	247.592	344.094	231.642	132.991
64.548	154.470	252.055	478.517	669.212	490.218	390.962
190.966	434.430	1429.957	1138.746	1003.763	1134.291	1185.872

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

5. Selanjutnya adalah menghitung koefisien korelasi (R) pada setiap persamaan untuk mengetahui seberapa erat hubungan antara curah hujan stasiun dengan curah hujan TRMM pada proses kalibrasi, menggunakan rumus koefisien korelasi:

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

Agar lebih efisien dapat menggunakan alternatif lain yaitu berupa formula “CORREL” antara curah hujan pos stasiun hujan dan curah hujan TRMM yang sudah dikoreksi dengan masing-masing persamaan pada *Ms. Excel*, kemudian didapatkan hasil koefisien korelasi dari setiap persamaan sebagai berikut:

Tabel 4. 38 Rekapitulasi nilai R Tahap Kalibrasi Periode Bulanan

Koefisien Korelasi	Persamaan ($y =$)				
	Eksponensial	Linear	Logaritmik	Polinomial	Berpangkat
R	0.678	0.794	0.743	0.796	0.792

Sumber: Hasil Analisis, 2021

Didapatkan nilai R terbesar tahap kalibrasi pada persamaan polinomial dengan nilai 0,796 yang akan disinkronkan dengan nilai R terbesar yang dihasilkan pada uji validasi.

6. Berikut ini merupakan rekapitulasi hasil persamaan yang diperoleh melalui scatterplot untuk periode bulanan dengan panjang data untuk kalibrasi adalah 6 tahun:

a. Persamaan Eksponensial: $y = 35,528 e^{0.0059x}$; $R = 0,678$

b. Persamaan Linear: $y = 0,7825x + 41,081$; $R = 0,794$

c. Persamaan Logaritmik: $y = 107,61 \ln(x) - 317,21$; $R = 0,743$

d. Persamaan Polinomial: $y = -0.0004x^2 + 0,9695x + 25,333$ $R = 0,796$

e. Persamaan Berpangkat: $y = 0,7816x^{1,0229}$; $R = 0,792$

Pemilihan persamaan yang digunakan untuk mengoreksi data curah hujan TRMM pada uji validasi dipilih berdasarkan pada nilai koefisien korelasi (R) tertinggi pada tahap kalibrasi maupun validasi. Jika persamaan yang terpilih sama, maka dapat langsung digunakan, tetapi jika berbeda dapat dicari nilai NSE antara kedua

4.4.2.2. Analisis Validasi Data Terkoreksi 6 Tahun Kalibrasi dan 4 tahun Validasi

A. Tahap Validasi Data Terkoreksi 3 Tahun

Selain tahap kalibrasi, pada tahap validasi juga dicari Koefisien Korelasi (R) terbesar pada masing-masing persamaan untuk mendapatkan persamaan terpilih yang akan digunakan untuk mengoreksi data curah hujan TRMM.

1. Mengoreksi data curah hujan TRMM menggunakan masing-masing persamaan regresi yang didapatkan pada tahap kalibrasi. Setelah itu, pada Tabel 4.28 dibuat rekapitulasi dari data TRMM yang divalidasi selama 4 tahun (2016-2019) yang dikoreksi menggunakan masing-masing persamaan dengan cara mengganti nilai "x" yang ada pada setiap persamaan dengan nilai curah hujan TRMM.

Contoh Perhitungan:

$$X = 215,52$$

a. Persamaan Eksponensial:

$$y = 32,528 e^{0,0059x}$$

$$y = 32,528 e^{0,0059 (215,52)}$$

$$y = 126,71 \text{ mm}$$

b. Persamaan Linear

$$y = 0,7825x + 41,081$$

$$y = 0,7825 (215,52) + 41,081$$

$$y = 209,73 \text{ mm}$$

c. Persamaan Logaritmik:

$$y = 107,61 \ln(x) - 317,21$$

$$y = 107,61 \ln(215,52) - 317,21$$

$$y = 260,99 \text{ mm}$$

d. Persamaan Polinomial

$$y = -0,0004x^2 + 0,9695x + 25,333$$

$$y = -0,0004 (215,52)^2 + 0,9695(215,52) + 25,333$$

$$y = 215,70 \text{ mm}$$

e. Persamaan Berpangkat

$$y = 0,7816x^{1,0229}$$

$$y = 0,7816 (215,52)^{1,0229}$$

$$y = 190,51 \text{ mm}$$



Tabel 4. 39 Curah Hujan TRMM Terkoreksi Dalam Tiap Persamaan Tahap Validasi 4 Tahun

CH Wilayah (mm)	CH TRMM (mm)	CH TRMM Terkoreksi (mm)				
		Eksponensial	Linear	Logaritmik	Polinomial	Berpangkat
283.875	215.520	126.708	209.725	260.990	215.700	190.506
556.568	673.740	1891.995	568.283	383.644	496.954	611.293
231.322	323.610	239.756	294.306	304.732	297.184	288.726
69.033	122.010	72.980	136.554	199.764	137.667	106.453
226.533	240.390	146.734	229.186	272.742	235.276	213.022
223.189	213.870	125.481	208.434	260.163	214.384	189.014
53.310	164.430	93.734	169.747	231.874	173.933	144.448
95.470	4.320	36.445	44.461	-159.748	29.514	3.492
70.271	93.000	61.499	113.853	170.548	112.037	80.639
297.436	233.250	140.681	223.599	269.497	229.707	206.552
436.274	567.810	1012.725	485.392	365.236	446.862	513.167
197.021	345.480	272.777	311.419	311.769	312.533	308.701
398.160	517.470	752.495	446.001	355.246	419.910	466.678
251.072	287.220	193.431	265.831	291.895	270.795	255.560
355.860	355.530	289.440	319.283	314.855	319.459	317.889
416.043	314.910	227.759	287.498	301.799	290.971	280.789
125.118	77.670	56.181	101.858	151.164	98.221	67.069
50.936	113.040	69.218	129.535	191.547	129.814	98.455
32.971	39.360	44.815	71.880	78.018	62.873	33.463
65.197	30.900	42.633	65.260	51.977	54.909	26.125
84.878	63.870	51.788	91.059	130.113	85.623	54.906
413.105	674.670	1902.405	569.010	383.792	497.354	612.156
275.097	319.590	234.136	291.160	303.387	294.320	285.058
389.442	421.650	427.544	371.022	333.210	363.007	378.484
413.305	347.610	276.226	313.086	312.431	314.008	310.647
196.749	169.920	96.820	174.043	235.408	178.521	149.383
208.162	122.970	73.394	137.305	200.608	138.504	107.310
71.292	27.990	41.907	62.983	41.333	52.156	23.612
53.435	38.070	44.475	70.871	74.432	61.662	32.342
10.972	5.910	36.789	45.706	-126.023	31.049	4.811
6.502	7.770	37.195	47.161	-96.578	32.842	6.365
24.391	23.310	40.766	59.321	21.644	47.715	19.581
277.080	203.040	117.714	199.960	254.571	205.690	179.230
381.343	255.99	160.881	241.393	279.508	247.303	227.173
310.312	391.83	358.568	347.688	325.317	343.8	351.127
332.938	312.450	224.478	285.573	300.955	289.203	278.545
337.565	350.370	280.761	315.246	313.282	315.913	313.171
365.781	190.440	109.280	190.100	247.676	195.458	167.861

Lanjutan Tabel 4.39. Curah Hujan TRMM Terkoreksi Dalam Tiap Persamaan Tahap Validasi 4 Tahun

CH Wilayah (mm)	TRMM (mm)	CH TRMM Terkoreksi (mm)				
		Eksponensial	Linear	Logaritmik	Polinomial	Berpangkat
115.556	11.100	37.933	49.767	-58.196	36.045	9.167
19.152	32.970	43.157	66.880	58.955	56.863	27.917
9.415	7.530	37.142	46.973	-99.955	32.611	6.164
63.137	65.160	52.183	92.069	132.265	86.807	56.041
188.837	238.920	145.467	228.036	272.082	234.133	211.689

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

2. Setelah mengoreksi data curah hujan TRMM dengan setiap persamaan, selanjutnya dilakukan perhitungan koefisien korelasi dari data TRMM yang dikoreksi menggunakan setiap persamaan dengan data curah hujan wilayah menggunakan formula “*CORREL*” di *Ms. Excel*.

Tabel 4. 40 Rekapitulasi nilai R Tahap Kalibrasi Periode Bulanan

Koefisien Korelasi	Persamaan (y=)				
R	Eksponensial	Linear	Logaritmik	Polinomial	Berpangkat
0.653	0.891	0.813	0.905	0.905	0.889

Sumber: Hasil Analisis, 2021

- Setelah digunakan formula “*CORREL*” didapatkan nilai R terbesar pada persamaan berpangkat dengan nilai 0,905. Hal tersebut menunjukkan jika koefisien korelasinya semakin mendekati angka 1 maka semakin kuat hubungan antara kedua data yaitu; data curah hujan TRMM terkoreksi dan data curah hujan stasiun hujan. Kemudian, dikarenakan hasil persamaan nilai R maksimum persamaan terpilih pada tahap kalibrasi dan validasi adalah sama, yaitu polinomial. Sehingga tidak perlu dilakukan Analisa lanjutan persamaan dapat langsung digunakan untuk menghitung nilai validasi

3. Menghitung komponen perhitungan yang digunakan untuk persamaan validasi menggunakan data TRMM yang sudah dikoreksi dengan persamaan polynomial.

Hasil perhitungan ditabelkan seperti berikut;

Tabel 4. 41 Perhitungan Komponen Uji Validasi Persamaan Polinomial 4 Tahun

No.	CH Wilayah (mm) [P]	TRMM (mm) [Q]	P-Q	(P-Q) ²	(P-P*)	(P-P*) ²	(P) ²	(Q) ²	PQ
1	283.875	215.700	68.175	4647.844	74.942	5616.362	80585.124	46526.529	61231.905
2	556.568	496.954	59.615	3553.920	347.636	120850.550	309768.450	246962.972	276588.751
3	231.322	297.184	-65.861	4337.682	22.390	501.296	53510.074	88318.047	68745.220
4	69.033	137.667	-68.634	4710.653	-139.900	19571.978	4765.544	18952.235	9503.563
5	226.533	235.276	-8.743	76.441	17.600	309.770	51317.246	55354.870	53297.837
6	223.189	214.384	8.805	77.530	14.256	203.237	49813.303	45960.418	47848.096
7	53.310	173.933	-120.623	14549.996	-155.623	24218.573	2841.916	30252.684	9272.302
8	95.470	29.514	65.957	4350.278	-113.462	12873.714	9114.600	871.063	2817.692
9	70.271	112.037	-41.765	1744.353	-138.661	19226.972	4938.076	12552.267	7872.995
10	297.436	229.707	67.730	4587.287	88.503	7832.845	88468.272	52765.145	68323.065
11	436.274	446.862	-10.587	112.093	227.341	51684.069	190335.097	199685.213	194954.109
12	197.021	312.533	-115.512	13343.098	-11.912	141.892	38817.261	97677.059	61575.611
13	398.160	419.910	-21.750	473.053	189.228	35807.048	158531.629	176324.482	167191.529
14	251.072	270.795	-19.723	388.977	42.139	1775.725	63037.230	73329.748	67989.000
15	355.860	319.459	36.401	1325.037	146.927	21587.529	126636.165	102053.861	113682.495
16	416.043	290.971	125.072	15642.988	207.110	42894.574	173091.657	84664.079	121056.374
17	125.118	98.221	26.897	723.457	-83.815	7024.894	15654.555	9647.367	12289.233
18	50.936	129.814	-78.878	6221.677	-157.996	24962.844	2594.523	16851.692	6612.269
19	32.971	62.873	-29.902	894.144	-175.962	30962.698	1087.060	3952.993	2072.955
20	65.197	54.909	10.289	105.856	-143.736	20659.902	4250.685	3014.957	3579.893
21	84.878	85.623	-0.745	0.555	-124.055	15389.528	7204.320	7331.335	7267.550
22	413.105	497.354	-84.249	7097.879	204.172	41686.209	170655.585	247360.728	205459.217
23	275.097	294.320	-19.223	369.525	66.165	4377.748	75678.556	86624.497	80966.764

Lanjutan Tabel 4.41. Perhitungan Komponen Uji Validasi Persamaan Polinomial 4 Tahun

No.	CH Wilayah (mm) [P]	TRMM (mm) [Q]	P-Q	(P-Q) ²	(P-P*)	(P-P*) ²	(P) ²	(Q) ²	PQ
24	389.442	363.007	26.435	698.783	180.509	32583.461	151664.835	131774.218	141370.135
25	413.305	314.008	99.298	9860.024	204.373	41768.184	170821.406	98600.903	129781.142
26	196.749	178.521	18.228	332.266	-12.183	148.434	38710.355	31869.860	35123.975
27	208.162	138.504	69.658	4852.218	-0.771	0.595	43331.265	19183.293	28831.170
28	71.292	52.156	19.136	366.196	-137.641	18944.943	5082.574	2720.241	3718.309
29	53.435	61.662	-8.227	67.678	-155.497	24179.425	2855.348	3802.219	3294.944
30	10.972	31.049	-20.076	403.062	-197.960	39188.333	120.393	964.026	340.679
31	6.502	32.842	-26.340	693.791	-202.431	40978.247	42.275	1078.588	213.536
32	24.391	47.715	-23.324	543.998	-184.542	34055.702	594.918	2276.693	1163.806
33	277.080	205.690	71.390	5096.568	68.148	4644.100	76773.568	42308.450	56992.725
34	381.343	247.303	134.040	17966.818	172.411	29725.383	145422.719	61158.749	94307.325
35	310.312	343.800	-33.488	1121.415	101.380	10277.812	96293.752	118198.360	106685.348
36	332.938	289.203	43.735	1912.730	124.005	15377.300	110847.742	83638.533	96286.772
37	337.565	315.913	21.652	468.825	128.633	16546.350	113950.412	99801.058	106641.323
38	365.781	195.458	170.323	29010.047	156.848	24601.352	133795.727	38203.682	71494.681
39	115.556	36.045	79.511	6321.939	-93.377	8719.267	13353.140	1299.254	4165.228
40	19.152	56.863	-37.711	1422.095	-189.781	36016.779	366.796	3233.356	1089.029
41	9.415	32.611	-23.196	538.038	-199.518	39807.346	88.643	1063.455	307.030
42	63.137	86.807	-23.670	560.285	-145.796	21256.433	3986.273	7535.506	5480.747
43	188.837	234.133	-45.295	2051.680	-20.095	403.827	35659.550	54818.183	44213.026
Jumlah	8984.111	8689.287	294.824	173622.781	0.000	949383.232	2826458.616	2510562.871	2581699.353
Rerata	208.933	202.076	6.856	4037.739	0.000	22078.680	65731.596	58385.183	60039.520

Sumber: Hasil Analisis, 2021

4. Menghitung metode validasi lainnya dari persamaan terpilih.

a. *Root Mean Squared Error* (RMSE)

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (P_i - Q_i)^2}{N}}$$

$$= \sqrt{\frac{173622,8}{43}}$$

$$= 63,54$$

b. *Nash-Sutcliffe Efficiency* (NSE)

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

$$= 1 - \frac{173622,8}{949383,2}$$

$$= 0,817$$

c. Uji Kesalahan Relatif (KR)

$$\text{KR} = \frac{\sum_{i=1}^N (P_i - Q_i)}{\sum_{i=1}^N P_i} \times 100\%$$

$$= \frac{294,8}{8984,1} \times 100\%$$

$$= 0,0328$$

d. Koefisien Korelasi (R)

$$\begin{aligned} R &= \frac{N (\sum_{i=1}^N P_i Q_i) - \sum_{i=1}^N P_i \times \sum_{i=1}^N Q_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^N P_i^2 - (\sum_{i=1}^N P_i)^2} \sqrt{\sum_{i=1}^N Q_i^2 - (\sum_{i=1}^N Q_i)^2}} \\ &= \frac{(43 \times 294,8) - (8984,1 \times 8689,3)}{\sqrt{43 \times 2826458,6 - (8984,1)^2} \sqrt{43 \times 2510562,9 - (8689,3)^2}} \\ &= 0,905 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan validasi untuk semua periode dengan rentang data 2 tahun disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 4. 42 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Analisis Validasi Data Terkoreksi 4 Tahun

Periode	RMSE	NSE		KR	R	
		Nilai	Interpretasi		Nilai	Interpretasi
4 Tahun	63.543	0.817	Sangat Memuaskan	0.033	0.905	Sangat Kuat

Sumber: Hasil Analisis, 2021

Hasil dari perhitungan validasi data curah hujan TRMM terkoreksi dengan panjang data 2 tahun menghasilkan nilai RMSE yaitu 63,543. Dimana artinya jika nilai RMSE semakin kecil (mendekati 0) maka tingkat kesalahan atau *error* relatif kecil atau dapat diartikan semakin akurat.



Lalu untuk nilai NSE periode bulanan menghasilkan nilai yang hasilnya sudah “memenuhi” kriteria penilaian sesuai tabel NSE dengan nilai 0,817. Sedangkan untuk nilai Kesalahan Relatif mendapatkan nilai 0,033. Dapat diartikan nilai tersebut menandakan kesalahan relatif yang terjadi adalah berkisar antara 0% sampai 5% dimana berdasarkan metode kesalahan relatif pada uji validasi TRMM mempunyai kesalahan yang kecil.

Koefisien korelasi periode bulanan memiliki nilai sebesar 0,905 yang artinya pada periode bulanan hubungan antara curah hujan TRMM dan curah hujan pos stasiun hujan adalah sangat kuat karena hampir mendekati 1.

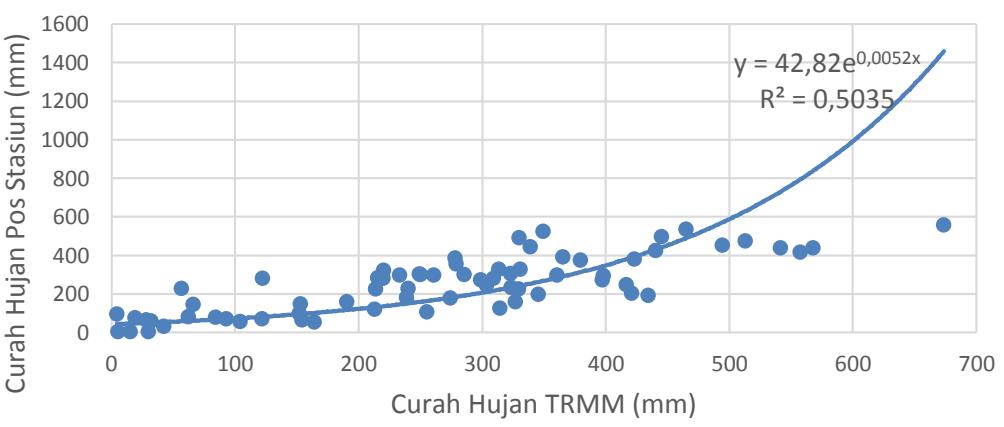
4.4.2.1. Analisis Validasi Data Terkoreksi 7 Tahun Kalibrasi dan 3 tahun Validasi

A. Tahap Kalibrasi Data Terkoreksi 7 Tahun (2010-2016)

Berikut ini merupakan langkah-langkah dalam perhitungan proses kalibrasi data terkoreksi menggunakan contoh perhitungan periode bulanan dengan panjang data 7 tahun:

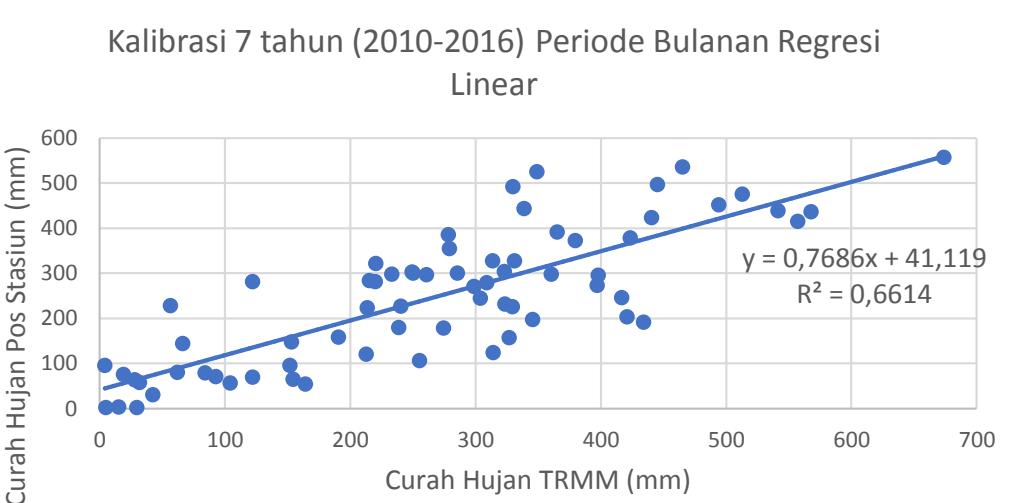
1. Membagi masing-masing data curah hujan pos stasiun hujan dan curah hujan TRMM menjadi dua kelompok data dengan ketentuan 7 tahun data untuk kalibrasi dan 3 tahun data untuk validasi.
2. Membuat grafik *scatterplot* dengan data curah hujan TRMM dan data curah hujan pos stasiun hujan selama 7 tahun dimana sumbu X adalah data curah hujan TRMM dan sumbu Y adalah data curah hujan pos stasiun hujan. Pada tahap ini dinamakan tahap kalibrasi.
3. Memunculkan persamaan regresi yang dibentuk oleh hubungan antara data curah hujan TRMM dengan data curah hujan pos stasiun hujan.

Kalibrasi 7 tahun (2010-2016) Periode Bulanan Regresi Eksponensial

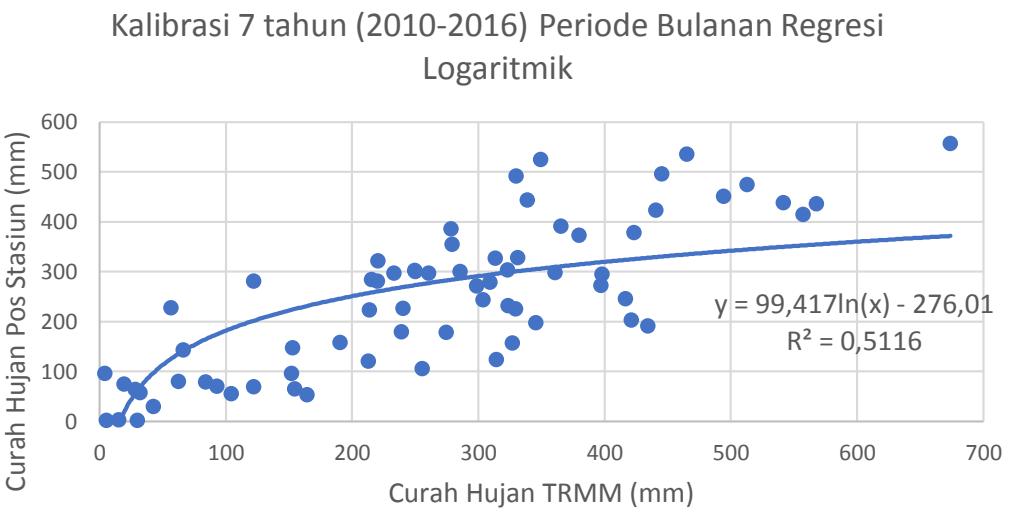


Gambar 4. 12 Scatterplot Kalibrasi 7 Tahun Periode Bulanan Regresi Eksponensial

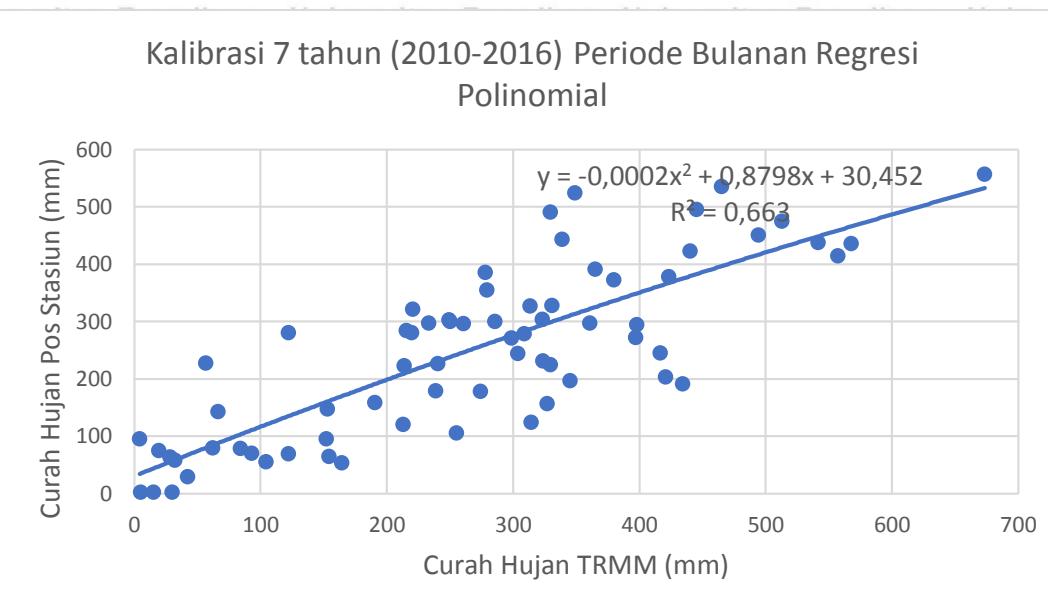
Sumber: Hasil Analisis, 2021



Gambar 4. 13 Scatterplot Kalibrasi 7 Tahun Periode Bulanan Regresi Linear
Sumber: Hasil Analisis, 2021

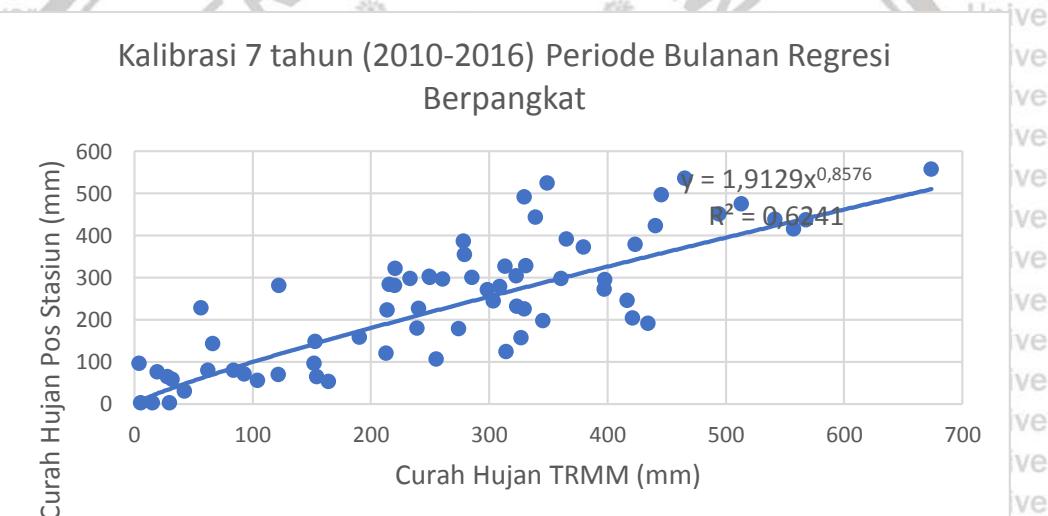


Gambar 4. 14 Scatterplot Kalibrasi 7 Tahun Periode Bulanan Regresi Logaritmik
Sumber: Hasil Analisis, 2021



Gambar 4. 15 Scatterplot Kalibrasi 7 Tahun Periode Bulanan Regresi Polinomial

Sumber: Hasil Analisis, 2021



Gambar 4. 16 Scatterplot Kalibrasi 7 Tahun Periode Bulanan Regresi Berpangkat

Sumber: Hasil Analisis, 2021

Gambar 4.12 sampai Gambar 4.16 merupakan grafik hubungan antara curah hujan TRMM dengan curah hujan pos stasiun hujan selama 7 tahun. Berdasarkan grafik tersebut didapatkan persamaan regresi antara kedua data tersebut. Terdapat beberapa kemungkinan persamaan regresi antara kedua data ini. Tahapan ini disebut dengan tahap kalibrasi, berikut perhitungan tahap kalibrasi.

- Setelah mendapatkan persamaan pada setiap regresi langkah selanjutnya adalah melakukan koreksi pada tahap kalibrasi menggunakan masing-masing persamaan.

Lalu dibuat rekapitulasi data TRMM selama 7 tahun (2010-2016) yang dikoreksi

106

menggunakan masing-masing persamaan dengan cara mengganti nilai “x” yang ada pada setiap persamaan dengan nilai curah hujan TRMM pada **Tabel 4.47.**

Contoh Perhitungan:

$$X = 465,270$$

a. Persamaan Eksponensial:

$$y = 119,16 e^{0,0054x}$$

$$y = 119,16 e^{0,0054(465,270)}$$

$$y = 1469,864 \text{ mm}$$

b. Persamaan Linear

$$y = 2,314x + 112,57$$

$$y = 2,314(465,270) + 112,57$$

$$y = 1189,577 \text{ mm}$$

c. Persamaan Logaritmik:

$$y = 297,200 \ln(x) - 830,880$$

$$y = 297,200 \ln(465,270) - 830,880$$

$$y = 994,706 \text{ mm}$$

d. Persamaan Polinomial

$$y = -0,0004x^2 + 2,527x + 92,139$$

$$y = -0,0004(465,270)^2 + 2,527(465,270) + 92,139$$

$$y = 1181,612 \text{ mm}$$

e. Persamaan Berpangkat

$$y = 4,680x^{0,8916}$$

$$y = 4,680(465,270)^{0,8916}$$

$$y = 1119,065 \text{ mm}$$

Tabel 4.43 Curah Hujan TRMM Terkoreksi Menggunakan Setiap Persamaan Tahap Kalibrasi 7 Tahun

CH Wilayah (mm)	TRMM (mm)	CH TRMM Terkoreksi (mm)				
		Eksponensial	Linear	Logaritmik	Polinomial	Berpangkat
535.826	465.270	1469.864	1189.577	994.706	1181.612	1119.065
414.628	557.310	2416.175	1402.631	1048.352	1376.614	1314.466
524.568	349.230	785.491	920.968	909.443	926.103	866.498
438.132	541.590	2219.535	1366.243	1039.848	1343.788	1281.357
372.682	379.830	926.625	991.800	934.406	994.527	933.880
143.331	66.210	170.375	265.833	415.230	257.745	196.727
147.398	153.120	272.412	467.012	664.399	469.802	415.436
158.304	190.530	333.395	553.609	729.363	559.221	504.829
203.385	421.110	1158.013	1087.355	965.068	1085.645	1023.860



Lanjutan 4.43. Curah Hujan TRMM Terkoreksi Menggunakan Setiap Persamaan Tahap Kalibrasi 7 Tahun

CH Wilayah (mm)	TRMM (mm)	CH TRMM Terkoreksi (mm)				
		Eksponensial	Linear	Logaritmik	Polinomial	Berpangkat
300.502	285.540	556.899	773.538	849.602	781.285	724.106
491.191	329.790	707.214	875.968	892.421	882.245	823.360
378.401	423.420	1172.549	1092.703	966.694	1090.704	1028.866
244.052	303.750	614.444	815.690	867.976	823.022	765.140
280.546	219.990	390.885	621.803	772.093	628.849	573.873
390.944	365.280	856.607	958.120	922.797	962.085	901.917
354.637	279.180	538.097	758.816	842.908	766.646	709.708
294.733	398.040	1022.374	1033.953	948.323	1034.890	973.697
63.618	28.200	138.760	177.847	161.566	163.102	91.912
495.906	445.440	1320.602	1143.675	981.761	1138.711	1076.440
303.621	323.190	682.453	860.690	886.413	867.286	808.653
272.370	397.320	1018.407	1032.286	947.785	1033.299	972.127
443.032	339.000	743.276	897.287	900.607	903.061	843.831
327.660	331.020	711.927	878.815	893.528	885.029	826.098
78.909	84.150	187.706	307.360	486.489	302.012	243.617
55.843	104.250	209.226	353.888	550.147	351.304	294.880
29.660	42.480	149.884	210.903	283.333	198.794	132.440
2.146	29.880	140.025	181.736	178.765	167.310	96.778
2.690	15.330	129.444	148.056	-19.580	130.795	53.378
75.005	19.320	132.263	157.292	49.171	140.825	65.604
179.412	238.920	432.956	665.622	796.625	673.224	617.702
450.950	494.280	1719.139	1256.729	1012.682	1243.805	1181.070
385.533	278.310	535.575	756.802	841.980	764.641	707.736
297.528	360.720	835.771	947.565	919.064	951.883	891.872
327.123	313.590	647.976	838.468	877.451	845.465	787.201
224.903	329.670	706.756	875.690	892.313	881.973	823.093
120.372	212.970	376.345	605.553	762.454	612.321	557.517
156.911	327.090	696.977	869.718	889.978	876.129	817.347
95.711	152.130	270.959	464.721	662.471	467.421	413.040
2.242	5.280	122.606	124.792	-336.361	105.474	20.636
79.648	62.340	166.851	256.875	397.330	248.161	186.442
278.445	309.090	632.420	828.052	873.156	835.211	777.122
423.180	440.490	1285.770	1132.216	978.440	1127.953	1065.768
299.731	250.140	459.998	691.594	810.265	699.390	643.501
105.855	255.450	473.379	703.886	816.508	711.738	655.667
321.898	220.440	391.836	622.845	772.700	629.908	574.920
302.540	249.480	458.362	690.066	809.479	697.853	641.987
280.75	122.28	230.622	395.624	597.556	395.245	339.95

Lanjutan 4.43. Curah Hujan TRMM Terkoreksi Menggunakan Setiap Persamaan Tahap Kalibrasi 7 Tahun

CH Wilayah (mm)	CH TRMM (mm)	TRMM	Eksponensial	Linear	Logaritmik	Polinomial	Berpangkat
57.9563	32.07	141.691	186.806	199.786	172.791	103.078	
178.52	274.44	524.499	747.844	837.819	755.714	698.955	
474.846	513.12	1903.24	1300.34	1023.8	1283.84	1221.13	
124.176	314.34	650.605	840.204	878.161	847.172	788.88	
296.566	260.88	487.465	716.455	822.759	724.342	668.079	
270.875	298.8	598.237	804.232	863.093	811.703	754.013	
245.502	416.64	1130.4	1077.01	961.897	1075.84	1014.16	
227.685	56.550	161.715	243.472	368.359	233.801	170.922	
64.548	154.470	274.405	470.137	667.008	473.048	418.700	
190.966	434.430	1244.376	1118.189	974.323	1114.756	1052.686	
283.875	215.520	381.563	611.456	765.992	618.329	563.465	
556.568	673.740	4530.842	1672.143	1104.737	1613.581	1556.729	
231.322	323.610	684.002	861.662	886.799	868.239	809.590	
69.033	122.010	230.286	394.999	596.899	394.589	339.281	
226.533	240.390	436.406	669.025	798.448	676.658	621.090	
223.189	213.870	378.178	607.636	763.707	614.442	559.617	
53.310	164.430	289.568	493.193	685.579	496.954	442.688	
95.470	4.320	121.972	122.570	-396.000	103.051	17.255	
70.271	93.000	196.894	327.846	516.209	323.755	266.335	
297.436	233.250	419.900	652.497	789.487	659.963	604.615	
436.274	567.810	2557.131	1426.937	1053.899	1398.429	1336.524	
197.021	345.480	769.745	912.287	906.235	917.666	858.197	

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

5. Selanjutnya adalah menghitung koefisien korelasi (R) pada setiap persamaan untuk mengetahui seberapa erat hubungan antara curah hujan stasiun dengan curah hujan TRMM pada proses kalibrasi, menggunakan rumus koefisien korelasi:

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

Agar lebih efisien dapat menggunakan alternatif lain yaitu berupa formula “CORREL” antara curah hujan pos stasiun hujan dan curah hujan TRMM yang sudah dikoreksi dengan masing-masing persamaan pada Ms. Excel, kemudian didapatkan hasil koefisien korelasi dari setiap persamaan sebagai berikut:

Tabel 4. 44 Rekapitulasi nilai R Tahap Kalibrasi Periode Bulanan

Periode	Persamaan (y=)				
	Eksponensial	Linear	Logaritmik	Polinomial	Berpangkat
7 Tahun	0.681	0.813	0.715	0.8141	0.8140

Sumber: Hasil Analisis, 2021

Didapatkan nilai R terbesar tahap kalibrasi pada persamaan polinomial dengan nilai 0,8141 yang akan disinkronkan dengan nilai R terbesar yang dihasilkan pada uji validasi.

6. Berikut ini merupakan rekapitulasi hasil persamaan yang diperoleh melalui scatterplot untuk periode bulanan dengan panjang data untuk kalibrasi adalah 7 tahun:

a. Persamaan Eksponensial: $y = 119,16 e^{0.0054x}$; R = 0,681

b. Persamaan Linear: $y = 2,314x + 112,57$; R = 0,813

c. Persamaan Logaritmik: $y = 297,200 \ln(x) - 830,880$; R = 0,715

d. Persamaan Polinomial: $y = -0.0004x^2 + 2,527x + 92,139$; R = 0,814

e. Persamaan Berpangkat: $y = 4,680x^{0,8916}$; R = 0,814

Pemilihan persamaan yang digunakan untuk mengoreksi data curah hujan TRMM pada uji validasi dipilih berdasarkan pada nilai koefisien korelasi (R) tertinggi pada tahap kalibrasi maupun validasi. Jika persamaan yang terpilih sama, maka dapat langsung digunakan, tetapi jika berbeda dapat dicari nilai NSE antara kedua persamaan tersebut untuk melihat nilai NSE yang terbesar karena nilai NSE merupakan indikator utama dalam menentukan persamaan yang akan terpilih.

B. Tahap Validasi Data Terkoreksi 3 Tahun (2017 – 2019)

Selain tahap kalibrasi, pada tahap validasi juga dicari Koefisien Korelasi (R) terbesar pada masing-masing persamaan untuk mendapatkan persamaan terpilih yang akan digunakan untuk mengoreksi data curah hujan TRMM.

a. Mengoreksi data curah hujan TRMM menggunakan masing-masing persamaan regresi yang didapatkan pada tahap kalibrasi. Setelah itu, pada Tabel 4.28 dibuat rekapitulasi dari data TRMM yang divalidasi selama 3 tahun (2017-2019) yang dikoreksi menggunakan masing-masing persamaan dengan cara mengganti nilai “x” yang ada pada setiap persamaan dengan nilai curah hujan TRMM.

Contoh Perhitungan:

$$X = 517,470$$

f. Persamaan Eksponensial:

$$y = 42,82 e^{0.0052x}$$

$$y = 119,16 e^{0.0054 (517,470)}$$

$$y = 631,343 \text{ mm}$$

g. Persamaan Linear

$$y = 0,768x + 41,119$$

$$y = 0,768 (517,470) + 41,119$$

110

h. Persamaan Logaritmik:

$$y = 438,846 \text{ mm}$$

y = 99,417 ln(x) - 276,01

$$y = 99,417 \ln(517,470) - 276,01$$

$$y = 345,242 \text{ mm}$$

i. Persamaan Polinomial

$$y = -0.0002x^2 + 0,879x + 30,452$$

$$y = -0.0002 (517,470)^2 + 0,879(517,470) + 30,452$$

$$y = 432,167 \text{ mm}$$

j. Persamaan Berpangkat

$$y = 1,912x^{0,857}$$

$$y = 1,912 (517,470)^{0,857}$$

$$y = 406,556 \text{ mm}$$

Tabel 4. 45 Curah Hujan TRMM terkoreksi Dalam Tiap Persamaan Tahap Validasi 3 Tahun

CH Wilayah (mm)	TRMM (mm)	CH TRMM Terkoreksi (mm)				
		Eksponensial	Linear	Logaritmik	Polinomial	Berpangkat
398,16	517.47	631.343	438.846	345.242	432.167	406.556
251.072	287.22	190.671	261.876	286.715	266.649	245.39
355.86	355.53	271.989	314.379	307.927	317.967	294.662
416.043	314.91	220.2	283.159	295.865	287.676	265.544
125.118	77.67	64.1285	100.816	156.699	97.5795	79.9417
50.936	113.040	77.078	128.002	194.008	127.349	110.292
32.971	39.360	52.545	71.371	89.124	64.771	44.628
65.197	30.900	50.284	64.869	65.065	57.447	36.264
84.878	63.870	59.688	90.209	137.252	85.829	67.595
413.105	674.670	1429.799	559.670	371.615	532.991	510.412
275.097	319.590	225.625	286.756	297.332	291.200	268.925
389.442	421.650	383.594	365.199	324.884	365.862	341.076
413.305	347.610	261.015	308.292	305.687	312.113	289.023
196.749	169.920	103.605	171.720	234.529	174.173	156.441
208.162	122.970	81.162	135.634	202.379	135.617	118.551
71.292	27.990	49.529	62.632	55.232	54.921	33.315
53.435	38.070	52.194	70.380	85.811	63.656	43.371
10.972	5.910	44.156	45.661	-99.381	35.645	8.778
6.502	7.770	44.586	47.091	-72.178	37.276	11.100
24.391	23.310	48.338	59.035	37.042	50.851	28.477
277.080	203.040	123.077	197.176	252.233	200.842	182.253
381.343	255.990	162.090	237.873	275.271	242.566	222.323
310.312	391.830	328.495	342.280	317.592	344.478	320.282

Lanjutan Tabel 4.45. Curah Hujan TRMM terkoreksi Dalam Tiap Persamaan Tahap Validasi

3 Tahun

Wilayah (mm)	CH TRMM (mm)	CH TRMM Terkoreksi (mm)				
		Eksponensial	Linear	Logaritmik	Polinomial	Berpangkat
332.938	312.450	217.401	281.268	295.085	285.821	263.764
337.565	350.370	264.788	310.413	306.473	314.156	290.990
365.781	190.440	115.272	187.491	245.863	190.748	172.509
115.556	11.100	45.364	49.650	-36.719	40.193	15.072
19.152	32.970	50.828	66.460	71.512	59.242	38.338
9.415	7.530	44.530	46.907	-75.298	37.066	10.805
63.137	65.160	60.090	91.201	139.239	86.931	68.764
188.837	238.920	148.323	224.753	268.410	229.237	209.547

Sumber: Hasil Analisis, 2021

- b. Setelah mengoreksi data curah hujan TRMM dengan setiap persamaan, selanjutnya dilakukan perhitungan koefisien korelasi dari data TRMM yang dikoreksi menggunakan setiap persamaan dengan data curah hujan wilayah menggunakan formula “CORREL” di Ms. Excel.

Tabel 4. 46 Rekapitulasi nilai R Tahap Kalibrasi Periode Bulanan

Koefisien Korelasi	Persamaan (y=)				
	Eksponensial	Linear	Logaritmik	Polinomial	Berpangkat
R	0.597	0.890	0.883	0.904	0.906

Sumber: Hasil Analisis, 2021

- Setelah digunakan formula “CORREL” didapatkan nilai R terbesar pada persamaan berpangkat dengan nilai 0,906. Hal tersebut menunjukkan jika koefisien korelasinya semakin besar maka semakin kuat hubungan antara kedua data yaitu, data curah hujan TRMM terkoreksi dan data curah hujan stasiun hujan. Dikarenakan persamaannya berbeda dengan persamaan yang terpilih pada tahap kalibrasi, yaitu persamaan polinomial yang memiliki koefisien korelasi terbesar, maka perlu dilakukan analisis lanjutan berupa membandingkan besar nilai NSE di antara kedua persamaan tersebut (persamaan polinomial dan persamaan berpangkat).

- c. Menghitung komponen perhitungan yang digunakan untuk persamaan validasi menggunakan data TRMM yang sudah dikoreksi dengan persamaan polinomial.

Tabel 4.47 Perhitungan Analisis Lanjutan Komponen Persamaan Polinomial untuk Validasi Bulanan Data 3 Tahun

No.	CH Wilayah (mm) [P]	TRMM (mm) [Q]	P-Q	(P-Q) ²	(P-P*)	(P-P*) ²	(P) ²	(Q) ²	PQ
1	398.160	432.167	-34.007	1156.460	196.747	38709.455	158531.629	186768.377	172071.773
2	251.072	266.649	-15.577	242.641	49.659	2466.020	63037.230	71101.738	66948.164
3	355.860	317.967	37.893	1435.863	154.447	23853.763	126636.165	101102.997	113151.650
4	416.043	287.676	128.367	16478.008	214.630	46065.923	173091.657	82757.572	119685.610
5	125.118	97.580	27.539	758.376	-76.295	5820.920	15654.555	9521.766	12208.973
6	50.936	127.349	-76.413	5838.874	-150.477	22643.225	2594.523	16217.764	6486.707
7	32.971	64.771	-31.800	1011.271	-168.443	28372.884	1087.060	4195.294	2135.541
8	65.197	57.447	7.750	60.069	-136.216	18554.757	4250.685	3300.142	3745.379
9	84.878	85.829	-0.951	0.904	-116.535	13580.373	7204.320	7366.608	7285.012
10	413.105	532.991	-119.886	14372.638	211.692	44813.372	170655.585	284079.139	220181.043
11	275.097	291.200	-16.102	259.286	73.684	5429.367	75678.556	84797.283	80108.276
12	389.442	365.862	23.580	556.006	188.029	35354.746	151664.835	133854.950	142481.890
13	413.305	312.113	101.193	10239.969	211.892	44898.365	170821.406	97414.358	128997.897
14	196.749	174.173	22.576	509.695	-4.664	21.750	38710.355	30336.253	34268.456
15	208.162	135.617	72.545	5262.770	6.749	45.542	43331.265	18391.884	28230.190
16	71.292	54.921	16.371	268.018	-130.121	16931.461	5082.574	3016.307	3915.431
17	53.435	63.656	-10.221	104.462	-147.978	21897.390	2855.348	4052.102	3401.494
18	10.972	35.645	-24.672	608.721	-190.441	36267.680	120.393	1270.540	391.106
19	6.502	37.276	-30.774	947.040	-194.911	37990.362	42.275	1389.498	242.367
20	24.391	50.851	-26.461	700.160	-177.022	31336.855	594.918	2585.872	1240.315
21	277.080	200.842	76.239	5812.369	75.667	5725.543	76773.568	40337.325	55649.262
22	381.343	242.566	138.777	19259.190	179.930	32374.873	145422.719	58838.179	92500.854
23	310.312	344.478	-34.166	1167.284	108.899	11859.041	96293.752	118665.012	106895.740
24	332.938	285.821	47.118	2220.062	131.525	17298.806	110847.742	81693.363	95160.521

Lanjutan Tabel 4.47.

Perhitungan Analisis Lanjutan Komponen Persamaan Polinomial untuk Validasi Bulanan Data 3 Tahun

No.	CH Wilayah (mm) [P]	TRMM (mm) [Q]	P-Q	(P-Q) ²	(P-P*) ²	(P-P*) ²	(P) ²	(Q) ²	PQ
25	337.565	314.156	23.410	548.015	136.152	18537.448	113950.412	98693.800	106048.098
26	365.781	190.748	175.033	30636.673	164.368	27016.794	133795.727	36384.660	69771.857
27	115.556	40.193	75.363	5679.529	-85.857	7371.481	13353.140	1615.488	4644.550
28	19.152	59.242	-40.090	1607.182	-182.261	33219.141	366.796	3509.567	1134.591
29	9.415	37.066	-27.651	764.552	-191.998	36863.271	88.643	1373.855	348.973
30	63.137	86.931	-23.794	566.138	-138.276	19120.302	3986.273	7556.930	5488.532
31	188.837	229.237	-40.400	1632.152	-12.576	158.150	35659.550	52549.722	43288.560
Jumlah	6243.807	5823.016	420.791	130704.378	0.000	684599.059	1942183.655	1644738.342	1728108.810
Rerata	201.413	187.839	13.574	4216.270	0.000	22083.841	62651.086	53056.076	55745.445

Sumber: Hasil Perhitungan, 2021.

Tabel 4. 48 Perhitungan Analisis Lanjutan Komponen Persamaan Berpangkat untuk Validasi Bulanan Data 3 Tahun

No.	CH Wilayah (mm) [P]	TRMM (mm) [Q]	P-Q	(P-Q) ²	(P-P*)	(P-P*) ²	(P) ²	(Q) ²	PQ
1	398.160	406.556	-8.396	70.485	196.747	38709.455	158531.629	165287.648	161874.396
2	251.072	245.390	5.682	32.285	49.659	2466.020	63037.230	60216.340	61610.642
3	355.860	294.662	61.198	3745.198	154.447	23853.763	126636.165	86825.536	104858.252
4	416.043	265.544	150.499	22649.817	214.630	46065.923	173091.657	70513.772	110477.806
5	125.118	79.942	45.176	2040.911	-76.295	5820.920	15654.555	6390.679	10002.161
6	50.936	110.292	-59.356	3523.085	-150.477	22643.225	2594.523	12164.334	5617.886
7	32.971	44.628	-11.658	135.905	-168.443	28372.884	1087.060	1991.696	1471.426
8	65.197	36.264	28.933	837.110	-136.216	18554.757	4250.685	1315.108	2364.341
9	84.878	67.595	17.283	298.710	-116.535	13580.373	7204.320	4569.091	5737.351
10	413.105	510.412	-97.307	9468.730	211.692	44813.372	170655.585	260520.625	210853.740
11	275.097	268.925	6.172	38.096	73.684	5429.367	75678.556	72320.724	73980.591
12	389.442	341.076	48.366	2339.238	188.029	35354.746	151664.835	116332.856	132829.226
13	413.305	289.023	124.282	15446.034	211.892	44898.365	170821.406	83534.518	119454.945
14	196.749	156.441	40.309	1624.791	-4.664	21.750	38710.355	24473.715	30779.639
15	208.162	118.551	89.611	8030.124	6.749	45.542	43331.265	14054.263	24677.702
16	71.292	33.315	37.977	1442.253	-130.121	16931.461	5082.574	1109.900	2375.110
17	53.435	43.371	10.064	101.292	-147.978	21897.390	2855.348	1881.050	2317.553
18	10.972	8.778	2.194	4.814	-190.441	36267.680	120.393	77.057	96.318
19	6.502	11.100	-4.598	21.141	-194.911	37990.362	42.275	123.207	72.171
20	24.391	28.477	-4.086	16.697	-177.022	31336.855	594.918	810.948	694.584
21	277.080	182.253	94.828	8992.278	75.667	5725.543	76773.568	33216.089	50498.689
22	381.343	222.323	159.020	25287.473	179.930	32374.873	145422.719	49427.497	84781.371
23	310.312	320.282	-9.970	99.399	108.899	11859.041	96293.752	102580.705	99387.529
24	332.938	263.764	69.174	4785.004	131.525	17298.806	110847.742	69571.616	87817.177

Lanjutan Tabel 4.48.

Perhitungan Analisis Lanjutan Komponen Persamaan Berpangkat untuk Validasi Bulanan Data 3 Tahun

No.	CH Wilayah (mm) [P]	TRMM (mm) [Q]	P-Q	(P-Q) ²	(P-P*)	(P-P*) ²	(P) ²	(Q) ²	PQ
25	337.565	290.990	46.575	2169.240	136.152	18537.448	113950.412	84675.366	98228.269
26	365.781	172.509	193.272	37353.887	164.368	27016.794	133795.727	29759.508	63100.674
27	115.556	15.072	100.484	10097.059	-85.857	7371.481	13353.140	227.155	1741.618
28	19.152	38.338	-19.186	368.111	-182.261	33219.141	366.796	1469.813	734.249
29	9.415	10.805	-1.390	1.933	-191.998	36863.271	88.643	116.752	101.731
30	63.137	68.764	-5.627	31.666	-138.276	19120.302	3986.273	4728.516	4341.562
31	188.837	209.547	-20.710	428.892	-12.576	158.150	35659.550	43909.979	39570.318
Jumlah	6243.807	5154.992	1088.815	161481.658	0.000	684599.059	1942183.655	1404196.060	1592449.029
Rerata	201.413	166.290	35.123	5209.086	0.000	22083.841	62651.086	45296.647	51369.324

Sumber: Hasil Analisis, 2021

d. Menghitung nilai validasi metode *Nash-Sutcliffe Efficiency* (NSE) antara persamaan regresi dengan nilai R terbesar pada tahap kalibrasi (regresi polinomial) dan nilai R terbesar pada tahap validasi (regresi berpangkat) kemudian dipilih nilai NSE yang paling mendekati 1 sebagai persamaan yang digunakan untuk mengoreksi data curah hujan TRMM.

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

$$NSE_{\text{persamaan Polinomial}} = 1 - \frac{130704,378}{684599,059} = 0,809$$

$$NSE_{\text{persamaan berpangkat}} = 1 - \frac{161481,658}{684599,059} = 0,764$$

Dari hasil perbandingan nilai NSE ini didapatkan nilai NSE terbesar 0,809 pada persamaan polinomial karena paling mendekati 1, dimana nilai tersebut merupakan nilai optimal dan dapat diklasifikasikan sebagai nilai yang "Sangat Baik" menurut

Kriteria nilai NSE.

e. Menghitung nilai validasi dengan ketiga metode lainnya.

a. Root Mean Squared Error (RMSE)

$$\begin{aligned} RMSE &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (P_i - Q_i)^2}{N}} \\ &= \sqrt{\frac{130704,38}{31}} \\ &= 64,933 \end{aligned}$$

b. Uji Kesalahan Relatif (KR)

$$\begin{aligned} KR &= \frac{\sum_{i=1}^N (P_i - Q_i)}{\sum_{i=1}^N P_i} \times 100\% \\ &= \frac{430,79}{6243,81} \times 100\% \\ &= 0,067 \end{aligned}$$

c. Koefisien Korelasi (R)

$$\begin{aligned} R &= \frac{N (\sum_{i=1}^N P_i Q_i) - \sum_{i=1}^N P_i \times \sum_{i=1}^N Q_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^N P_i^2 - (\sum_{i=1}^N P_i)^2} \sqrt{\sum_{i=1}^N Q_i^2 - (\sum_{i=1}^N Q_i)^2}} \\ &= \frac{(31 \times 1728108,81) - (6243,81 \times 5823,02)}{\sqrt{31 \times 1942183,65 - (6243,81)^2} \sqrt{31 \times 1644738,34 - (5823,02)^2}} \\ &= 0,904 \end{aligned}$$

Hasil rekapitulasi perhitungan validasi untuk semua periode dengan rentang data 3

tahun disajikan dalam Tabel dibawah

Tabel 4.49 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Analisis Validasi Data Terkoreksi 3 Tahun

Periode	RMSE	NSE		KR	R	
		Nilai	Interpretasi		Nilai	Interpretasi
3 Tahun	64.932	0.809	Sangat Baik	0.067	0.904	Sangat Kuat

Sumber: Hasil Analisis, 2021

Hasil dari perhitungan validasi data curah hujan TRMM terkoreksi dengan panjang data 3 tahun pada **Tabel** menghasilkan nilai RMSE yaitu 64,932. Dimana artinya jika nilai RMSE semakin kecil (mendekati 0) maka tingkat kesalahan atau *error* relatif kecil atau dapat diartikan semakin akurat.

Lalu untuk nilai NSE periode bulanan menghasilkan nilai yang xhasilnya sudah “memenuhi” kriteria penilaian sesuai tabel NSE. Sedangkan untuk nilai Kesalahan Relatif mendapatkan nilai 0,647. Dapat diartikan nilai tersebut menandakan kesalahan relatif yang terjadi adalah berkisar antara 0% sampai 10% dimana berdasarkan metode kesalahan relatif pada uji validasi TRMM mempunyai kesalahan yang kecil.

Koefisien korelasi periode bulanan memiliki nilai sebesar 0,904 yang artinya pada periode bulanan hubungan antara curah hujan TRMM dan curah hujan pos stasiun hujan adalah sangat kuat karena hampir mendekati 1.

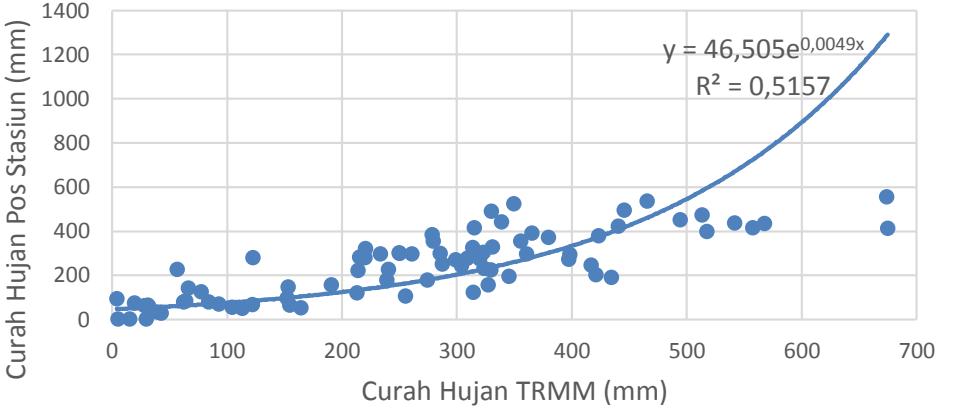
4.4.2.3. Analisis Validasi Data Terkoreksi 8 Tahun Kalibrasi dan 2 tahun Validasi

A. Tahap Kalibrasi Data Terkoreksi 8 Tahun (2010-2017)

Berikut ini merupakan langkah-langkah dalam perhitungan analisis validasi data terkoreksi menggunakan contoh perhitungan periode bulanan dengan panjang data 8 tahun untuk kalibrasi dan 2 tahun validasi.

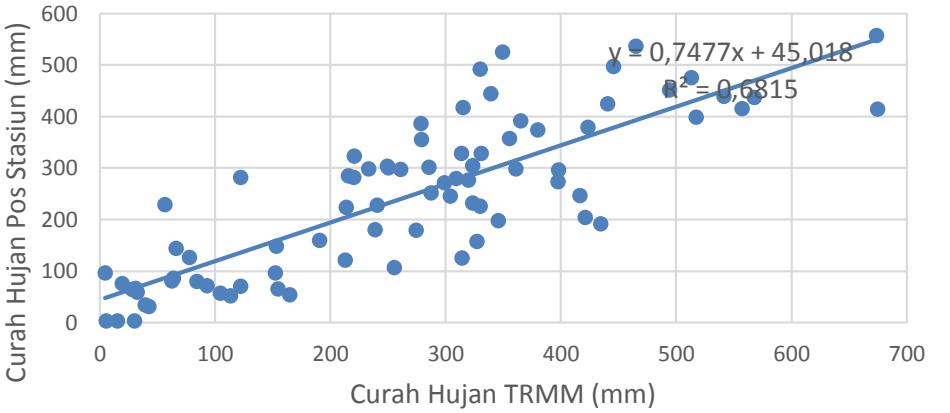
1. Membagi masing-masing data curah hujan pos stasiun hujan dan curah hujan TRMM menjadi dua kelompok data dengan ketentuan 8 tahun data untuk kalibrasi dan 2 tahun data untuk validasi.
2. Membuat grafik *scatterplot* dengan data curah hujan TRMM dan data curah hujan pos stasiun hujan selama 8 tahun dimana sumbu X adalah data curah hujan TRMM dan sumbu Y adalah data curah hujan pos stasiun hujan. Pada tahap ini dinamakan tahap kalibrasi.
3. Memunculkan persamaan regresi yang dibentuk oleh hubungan antara data curah hujan TRMM dengan data curah hujan pos stasiun hujan.

Kalibrasi 8 tahun (2010-2017) Periode Bulanan Regresi Eksponensial

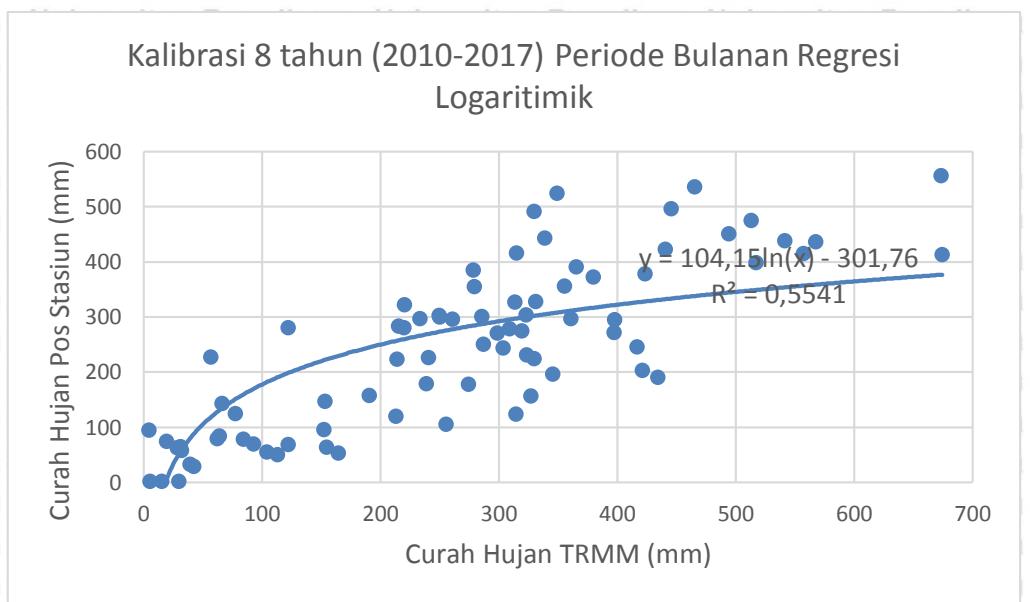


Gambar 4. 17 Scatterplot Kalibrasi 8 Tahun Periode Bulanan Regresi Eksponensial
Sumber: Hasil Analisis, 2021.

Kalibrasi 8 tahun (2010-2017) Periode Bulanan Regresi Linear

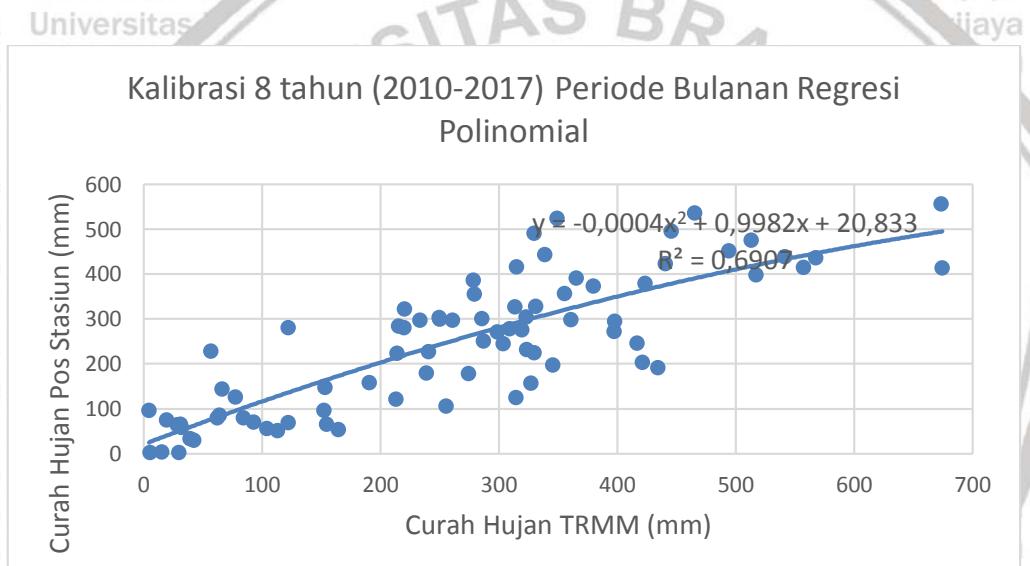


Gambar 4. 18 Scatterplot Kalibrasi 8 Tahun Periode Bulanan Regresi linear
Sumber: Hasil Analisis, 2021.



Gambar 4. 19 Scatterplot Kalibrasi 8 Tahun Periode Bulanan Regresi logaritmik

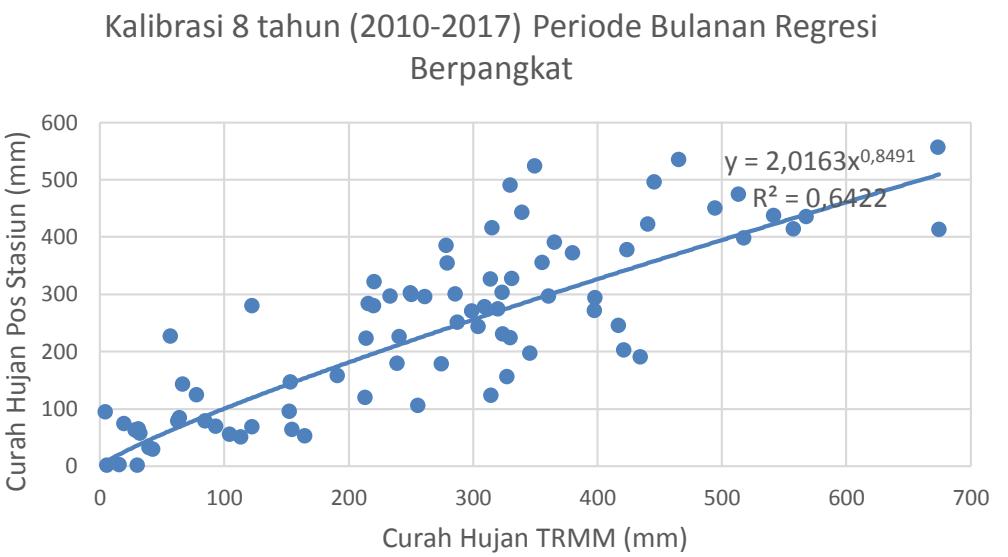
Sumber: Hasil Analisis, 2021.



Gambar 4. 20 Scatterplot Kalibrasi 8 Tahun Periode Bulanan Regresi Polinomial

Sumber: Hasil Analisis, 2021.





Gambar 4. 21 Scatterplot Kalibrasi 8 Tahun Periode Bulanan Regresi Berpangkat

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

Gambar sampai Gambar merupakan grafik hubungan antara curah hujan TRMM dengan curah hujan pos stasiun hujan selama 8 tahun. Terdapat beberapa kemungkinan persamaan regresi antara kedua data ini. Tahapan ini disebut dengan tahap kalibrasi, untuk perhitungan kalibrasi semua periode dapat dilihat pada Lampiran.

- Setelah mendapatkan persamaan pada setiap regresi langkah selanjutnya adalah melakukan koreksi pada tahun kalibrasi menggunakan masing-masing persamaan. Lalu dibuat rekapitulasi data TRMM selama 8 tahun (2010-2017) yang dikoreksi menggunakan masing-masing persamaan dengan cara mengganti nilai "x" yang ada pada setiap persamaan dengan nilai curah hujan TRMM.

$$x = 465,270$$

a. Persamaan Eksponensial:

$$y = 131,24 e^{0,0051x}$$

$$y = 131,24 e^{0,0051(465,270)}$$

$$y = 1407,971 \text{ mm}$$

b. Persamaan Linear

$$y = 2,236x + 127,63$$

$$y = 2,236(465,270) + 127,63$$

$$y = 1168,160 \text{ mm}$$

c. Persamaan Logaritmik:

$$y = 310,28 \ln(x) - 903,18$$

$$y = 310,28 \ln(465,270) - 903,18$$



$y = 1002,751 \text{ mm}$

d. Persamaan Polinomial

$$y = -0.0012x^2 + 2,922x + 61,368$$

$$y = -0.0012(465,270)^2 + 2,922(465,270) + 61,368$$

$$y = 1161,395 \text{ mm}$$

e. Persamaan Berpangkat

$$y = 5,067x^{0,878}$$

$$y = 5,067(465,270)^{0,878}$$

$$y = 1116,494 \text{ mm}$$

Tabel 4. 50 Curah Hujan TRMM Terkoreksi Menggunakan Setiap Persamaan Tahap Kalibrasi 8 Tahun

CH Wilayah (mm)	TRMM (mm)	CH TRMM Terkoreksi (mm)				
		Eksponensial	Linear	Logaritmik	Polinomial	Berpangkat
535.826	465.27	1407.97	1168.16	1002.75	1161.39	1116.49
414.628	557.31	2251.4	1374	1058.76	1317.45	1308.3
524.568	349.23	779.07	908.648	913.736	935.674	867.812
438.132	541.59	2077.95	1338.84	1049.88	1292.24	1275.83
372.682	379.83	910.652	977.082	939.797	998.334	934.252
143.331	66.210	183.956	275.702	397.772	249.613	201.432
147.398	153.120	286.558	470.068	657.908	480.742	420.653
158.304	190.530	346.794	553.731	725.731	574.649	509.686
203.385	421.110	1124.045	1069.400	971.809	1079.304	1022.863
300.502	285.540	563.001	766.212	851.262	798.048	727.149
491.191	329.790	705.535	865.172	895.965	894.699	825.237
378.401	423.420	1137.365	1074.566	973.507	1083.714	1027.790
244.052	303.750	617.793	806.936	870.444	838.391	767.724
280.546	219.990	403.016	619.616	770.341	646.236	578.287
390.944	365.280	845.523	944.542	927.678	968.820	902.745
354.637	279.180	545.033	751.988	844.273	783.770	712.904
294.733	398.040	999.277	1017.807	954.328	1034.557	973.479
63.618	28.200	151.540	190.696	132.945	142.831	95.184
495.906	445.440	1272.542	1123.812	989.237	1125.111	1074.589
303.621	323.190	682.182	850.412	889.692	880.581	810.714
272.370	397.320	995.614	1016.196	953.766	1033.140	971.932
443.032	339.000	739.466	885.770	904.511	914.224	845.445
327.660	331.020	709.975	867.923	897.120	897.318	827.940
78.909	84.150	201.581	315.823	472.167	298.807	248.649
55.843	104.250	223.342	360.775	538.627	353.007	300.115
29.660	42.480	162.988	222.632	260.070	183.355	136.410

122 Lanjutan Tabel 4.50.

Curah Hujan TRMM Terkoreksi Menggunakan Setiap Persamaan Tahap Kalibrasi 8 Tahun

CH Wilayah (mm)	TRMM (mm)	CH TRMM Terkoreksi (mm)					
		Eksponensial	Linear	Logaritmik	Polinomial	Berpangkat	
2.146	29.880	152.844	194.454	150.900	147.624	100.147	
2.690	15.330	141.913	161.914	-56.174	105.889	55.728	
75.005	19.320	144.830	170.837	15.603	117.385	68.283	
179.412	238.920	443.865	661.951	795.953	691.136	621.770	
450.950	494.280	1632.480	1233.038	1021.519	1212.775	1177.409	
385.533	278.310	542.620	750.042	843.304	781.809	710.952	
297.528	360.720	826.087	934.344	923.780	959.466	892.840	
327.123	313.590	649.587	828.943	880.336	859.860	789.525	
224.903	329.670	705.104	864.904	895.852	894.443	824.974	
120.372	212.970	388.843	603.916	760.278	629.367	562.047	
156.911	327.090	695.887	859.134	893.414	888.936	819.300	
95.711	152.130	285.114	467.854	655.895	478.211	418.264	
2.242	5.280	134.822	139.438	-386.897	76.766	21.852	
79.648	62.340	180.361	267.047	379.084	238.899	191.053	
278.445	309.090	634.849	818.879	875.851	850.070	779.565	
423.180	440.490	1240.819	1112.742	985.770	1115.906	1064.094	
299.731	250.140	470.004	687.043	810.193	717.343	647.344	
105.855	255.450	482.906	698.918	816.710	729.641	659.398	
321.898	220.440	403.942	620.622	770.975	647.313	579.326	
302.540	249.480	468.425	685.567	809.373	715.810	645.844	
280.750	122.280	244.852	401.097	588.123	400.801	345.251	
57.956	32.070	154.560	199.351	172.847	153.862	106.566	
178.520	274.440	532.015	741.388	838.959	773.066	702.262	
474.846	513.120	1797.118	1275.172	1033.125	1245.062	1216.736	
124.176	314.340	652.076	830.620	881.077	861.487	791.183	
296.566	260.880	496.466	711.062	823.237	742.146	671.693	
270.875	298.800	602.392	795.866	865.346	827.503	756.724	
245.502	416.640	1098.710	1059.404	968.498	1070.733	1013.321	
227.685	56.550	175.113	254.098	348.839	222.804	175.377	
64.548	154.470	288.537	473.087	660.631	484.189	423.909	
190.966	434.430	1203.056	1099.189	981.472	1104.558	1051.225	
283.875	215.520	393.933	609.619	763.971	635.508	567.954	
556.568	673.740	4076.939	1634.382	1117.625	1485.730	1545.524	
231.322	323.610	683.645	851.351	890.095	881.482	811.639	
69.033	122.010	244.515	400.493	587.437	400.091	344.582	
226.533	240.390	447.205	665.238	797.856	694.587	625.129	
223.189	213.870	390.632	605.929	761.586	631.536	564.133	
53.310	164.430	303.573	495.361	680.019	509.486	447.824	
95.470	4.320	134.164	137.291	-449.161	73.971	18.321	

Lanjutan Tabel 4.50.

Curah Hujan TRMM Terkoreksi Menggunakan Setiap Persamaan Tahap Kalibrasi 8 Tahun

Wilayah (mm)	CH TRMM (mm)	CH TRMM Terkoreksi (mm)				
		Eksponensial	Linear	Logaritmik	Polinomial	Berpangkat
70.271	93.000	210.888	335.615	503.195	322.791	271.475
297.436	233.250	431.213	649.270	788.501	677.778	608.792
436.274	567.810	2375.252	1397.480	1064.550	1333.960	1329.926
197.021	345.480	764.312	900.261	910.386	927.840	859.622
398.160	517.470	1837.433	1284.900	1035.745	1252.396	1225.791
251.072	287.220	567.846	769.969	853.082	801.803	730.905
355.860	355.530	804.508	922.737	919.284	948.758	881.547
416.043	314.910	653.975	831.895	881.640	862.722	792.443
125.118	77.670	195.028	301.331	447.304	281.127	231.750
50.936	113.040	233.582	380.433	563.744	376.405	322.229
32.971	39.360	160.415	215.655	236.401	174.542	127.570
65.197	30.900	153.641	196.735	161.315	150.531	103.143
84.878	63.870	181.774	270.469	386.607	243.139	195.166
413.105	674.670	4096.322	1636.462	1118.053	1486.943	1547.397
275.097	319.590	669.772	842.361	886.217	872.836	802.777

Sumber: Hasil Analisis, 2021

5. Selanjutnya adalah menghitung koefisien korelasi (R) pada setiap persamaan untuk mengetahui seberapa erat hubungan antara curah hujan stasiun dengan curah hujan TRMM pada proses kalibrasi, menggunakan rumus koefisien korelasi:

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

Agar lebih efisien dapat menggunakan altematif lain yaitu berupa formula “CORREL” antara curah hujan pos stasiun hujan dan curah hujan TRMM yang sudah dikoreksi dengan masing-masing persamaan pada Ms. Excel, kemudian didapatkan hasil koefisien korelasi dari setiap persamaan sebagai berikut:

Tabel 4. 51 Rekapitulasi nilai R Tahap Kalibrasi Periode Bulanan

Koefisien Koreksi	Persamaan (y=)				
	Eksponensial	Linear	Logaritmik	Polinomial	Berpangkat
R	0.664	0.826	0.744	0.831	0.829

Sumber: Hasil Analisis, 2021

Didapatkan nilai R terbesar tahap kalibrasi pada persamaan berpangkat dengan nilai 0,829 yang akan disinkronkan dengan nilai R terbesar pada uji validasi.

6. Berikut ini merupakan rekapitulasi hasil persamaan yang diperoleh melalui scatterplot untuk periode bulanan dengan panjang data untuk kalibrasi adalah 8 tahun:





- a. Persamaan Eksponensial: $y = 131,24 e^{-0,0051x}$; $R = 0,664$
- b. Persamaan Linear: $y = 2,236x + 127,63$; $R = 0,825$
- c. Persamaan Logaritmik: $y = 310,28 \ln(x) - 903,18$; $R = 0,744$
- d. Persamaan Polinomial: $y = -0,0012x^2 + 2,922x + 61,368$; $R = 0,831$
- e. Persamaan Berpangkat: $y = 5,067x^{0,878}$; $R = 0,828$

Pemilihan persamaan yang digunakan untuk mengoreksi data curah hujan TRMM pada uji validasi dipilih berdasarkan pada nilai koefisien korelasi (R) tertinggi pada tahap kalibrasi maupun validasi. Jika persamaan yang terpilih sama dapat langsung digunakan, tetapi jika berbeda dapat dicari nilai NSE antara kedua persamaan tersebut untuk melihat nilai NSE yang terbesar karena nilai NSE merupakan indikator utama dalam menentukan persamaan yang akan terpilih.

B. Tahap Validasi Data Terkoreksi 2 Tahun (2018-2019)

Selain tahap kalibrasi, pada tahap validasi juga dicari Koefisien Korelasi (R) terbesar pada masing-masing persamaan untuk mendapatkan persamaan terpilih yang akan digunakan untuk mengoreksi data curah hujan TRMM.

1. Mengoreksi data curah hujan TRMM menggunakan masing-masing persamaan regresi yang didapatkan pada tahap kalibrasi. Pada **Tabel 4.35** dibuat rekapitulasi data TRMM selama 2 tahun (2018-2019) yang dikoreksi menggunakan masing-masing persamaan dengan cara mengganti nilai “ x ” yang ada pada setiap persamaan dengan nilai curah hujan TRMM.

Contoh Perhitungan

$$x = 421,650$$

- a. Persamaan Eksponensial:

$$y = 46,505 e^{0,0049x}$$

$$y = 46,505 e^{0,0049 (421,650)}$$

$$y = 367,100 \text{ mm}$$

- b. Persamaan Linear:

$$y = 0,747x + 45,018$$

$$y = 0,747 (421,650) + 45,018$$

$$y = 360,299 \text{ mm}$$

- c. Persamaan Logaritmik:

$$y = 104,15 \ln(x) - 301,76$$

$$y = 104,15 \ln(421,650) - 301,76$$

$$y = 327,74 \text{ mm}$$

d. Persamaan Polinomial

$$y = -0.0004x^2 + 0,998x + 20,833$$

$$y = -0.0004(421,650)^2 + 0.998(421,650) + 20,833$$

y = 370,61 mm

e. Persamaan Berpangkat

$$y = 2,016x^{0,849}$$

$$v = 2.016 \cdot (465.270)^{0,849}$$

$$v = 341.511 \text{ mm}$$

Tabel 4. 52 Curah Hujan TRMM Terkoreksi Menggunakan Setiap Persamaan

CH Wilayah (mm)	TRMM (mm)	CH TRMM Terkoreksi (mm)				
		Eksponensial	Linear	Logaritmik	Polinomial	Berpangkat
389.442	421.650	367.104	360.286	327.741	370.609	341.509
413.305	347.610	255.405	304.926	307.630	319.484	289.866
196.749	169.920	106.929	172.067	233.084	178.898	157.854
208.162	122.970	84.954	136.963	199.404	137.533	119.951
71.292	27.990	53.341	65.946	45.252	48.459	34.135
53.435	38.070	56.042	73.483	77.286	58.255	44.323
10.972	5.910	47.871	49.437	-116.722	26.718	9.114
6.502	7.770	48.310	50.828	-88.224	28.565	11.498
24.391	23.310	52.132	62.447	26.196	43.884	29.224
277.080	203.040	125.770	196.831	251.631	207.017	183.621
381.343	255.990	163.026	236.422	275.766	250.150	223.551
310.312	391.830	317.198	337.989	320.102	350.545	320.889
332.938	312.450	214.984	278.637	296.524	293.671	264.773
337.565	350.370	258.882	306.990	308.454	321.469	291.819
365.781	190.440	118.240	187.410	244.958	196.423	173.899
115.556	11.100	49.104	53.317	-51.077	31.864	15.565
19.152	32.970	54.659	69.670	62.307	53.309	39.227
9.415	7.530	48.253	50.648	-91.492	28.327	11.195
63.137	65.160	63.997	93.738	133.258	84.177	69.953
188.837	238.920	149.945	223.658	268.579	236.490	210.829

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

2. Setelah mengoreksi data curah hujan TRMM dengan setiap persamaan, selanjutnya dilakukan perhitungan koefisien korelasi dari data TRMM yang dikoreksi menggunakan setiap persamaan dengan data curah hujan wilayah menggunakan formula “*CORREL*” di *Ms. Excel*.



126

Tabel 4. 53 Rekapitulasi nilai R Periode Bulanan

Koefisien Korelasi	Persamaan (y=)				
	Eksponensial	Linear	Logaritmik	Polinomial	Berpangkat
R	0.826	0.913	0.893	0.923	0.923

Sumber: Hasil, Analisis, 2021

Setelah digunakan formula “CORREL” didapatkan nilai R terbesar pada persamaan polinomial dengan nilai 0,923. Hal tersebut menunjukkan jika koefisien korelasinya semakin besar maka semakin kuat hubungan antara kedua data yaitu, data curah hujan TRMM terkoreksi dan data curah hujan stasiun hujan. Dikarenakan persamaan polinomial memiliki nilai terbesar, maka dilakukan analisis persamaan polinomial.

- Menghitung komponen perhitungan yang digunakan untuk validasi menggunakan data TRMM yang sudah dikoreksi dengan persamaan polinomial pada **Tabel 4.49**.



Tabel 4. 54 Perhitungan Analisis Lanjutan Komponen Persamaan Polinomial untuk Validasi Bulanan Data 2 Tahun

No.	CH Wilayah (mm) [P]	TRMM (mm) [Q]	P-Q	(P-Q) ²	(P-P*)	(P-P*) ²	(P) ²	(Q) ²	PQ
1	389.442	370.609	18.833	354.688	200.673	40269.758	151664.835	137350.692	144330.420
2	413.305	319.484	93.821	8802.427	224.537	50416.876	170821.406	102070.163	132044.571
3	196.749	178.898	17.851	318.674	7.981	63.697	38710.355	32004.502	35198.091
4	208.162	137.533	70.629	4988.403	19.393	376.096	43331.265	18915.327	28629.095
5	71.292	48.459	22.833	521.343	-117.476	13800.673	5082.574	2348.298	3454.765
6	53.435	58.255	-4.819	23.226	-135.333	18315.016	2855.348	3393.615	3112.869
7	10.972	26.718	-15.746	247.937	-177.796	31611.441	120.393	713.872	293.164
8	6.502	28.565	-22.063	486.772	-182.266	33221.069	42.275	815.951	185.728
9	24.391	43.884	-19.493	379.968	-164.378	27019.964	594.918	1925.779	1070.364
10	277.080	207.017	70.063	4908.825	88.312	7799.009	76773.568	42856.216	57360.479
11	381.343	250.150	131.193	17211.720	192.575	37085.081	145422.719	62574.954	95392.976
12	310.312	350.545	-40.233	1618.699	121.544	14772.922	96293.752	122882.081	108778.567
13	332.938	293.671	39.267	1541.933	144.170	20784.876	110847.742	86242.414	97774.111
14	337.565	321.469	16.097	259.105	148.797	22140.542	113950.412	103342.108	108516.708
15	365.781	196.423	169.358	28682.041	177.013	31333.442	133795.727	38582.094	71847.890
16	115.556	31.864	83.692	7004.360	-73.213	5360.092	13353.140	1015.298	3682.039
17	19.152	53.309	-34.157	1166.695	-169.617	28769.759	366.796	2841.833	1020.967
18	9.415	28.327	-18.912	357.654	-179.353	32167.649	88.643	802.406	266.697
19	63.137	84.177	-21.040	442.700	-125.631	15783.273	3986.273	7085.832	5314.702
20	188.837	236.490	-47.652	2270.758	0.069	0.005	35659.550	55927.442	44658.117
Jumlah	3775.369	3265.846	509.522	81587.928	0.000	431091.240	1143761.690	823690.877	942932.320
Rerata	188.768	163.292	25.476	4079.396	0.000	21554.562	57188.085	41184.544	47146.616

Sumber: Hasil Analisis, 2021

128

4. Menghitung metode validasi lainnya dari persamaan terpilih.

a. *Root Mean Squared Error (RMSE)*

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (P_i - Q_i)^2}{N}}$$

$$= \sqrt{\frac{81587,928}{20}}$$

$$= 63,870$$

b. *Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE)*

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

$$= 1 - \frac{81587,928}{431091,24}$$

$$= 0,811$$

c. Uji Kesalahan Relatif (KR)

$$\text{KR} = \frac{\sum_{i=1}^N (P_i - Q_i)}{\sum_{i=1}^N P_i} \times 100\%$$

$$= \frac{509,52}{3775,37} \times 100\%$$

$$= 0,135$$

d. Koefisien Korelasi (R)

$$\begin{aligned} R &= \frac{N (\sum_{i=1}^N P_i Q_i) - \sum_{i=1}^N P_i \times \sum_{i=1}^N Q_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^N P_i^2 - (\sum_{i=1}^N P_i)^2} \sqrt{\sum_{i=1}^N Q_i^2 - (\sum_{i=1}^N Q_i)^2}} \\ &= \frac{(20 \times 942932,32) - (3775,37 \times 3265,85)}{\sqrt{20 \times 114,3761,69 - (3775,37)^2} \sqrt{20 \times 823690,88 - (3265,85)^2}} \\ &= 0,923 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan validasi untuk semua periode dengan rentang data 2 tahun disajikan dalam Tabel dibawah.

Tabel 4. 55 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Analisis Validasi Data Terkoreksi 2 Tahun

Periode	RMSE	NSE		KR	Nilai	Interpretasi	R
		Nilai	Interpretasi				
2 Tahun	63.870	0.811	Sangat Baik	0.135	0.922	Sangat Kuat	

Sumber: Hasil Analisis, 2021

Hasil dari perhitungan validasi data curah hujan TRMM terkoreksi dengan panjang data 2 tahun menghasilkan nilai RMSE yaitu 63,87. Dimana artinya jika nilai RMSE semakin kecil (mendekati 0) maka tingkat kesalahan atau *error* relatif kecil atau dapat diartikan semakin akurat.

Lalu untuk nilai NSE periode bulanan menghasilkan nilai yang hasilnya sudah “Sangat Baik” kriteria penilaian sesuai tabel NSE dengan nilai 0,811. Sedangkan untuk nilai

Kesalahan Relatif mendapatkan nilai 0,135. Dapat diartikan nilai tersebut menandakan kesalahan relatif yang terjadi adalah berkisar antara 10% sampai 15% dimana berdasarkan metode kesalahan relatif pada uji validasi TRMM mempunyai kesalahan yang kecil.

Koefisien korelasi periode bulanan memiliki nilai sebesar 0,922 yang artinya pada periode bulanan hubungan antara curah hujan TRMM dan curah hujan pos stasiun hujan adalah sangat kuat karena hampir mendekati 1.

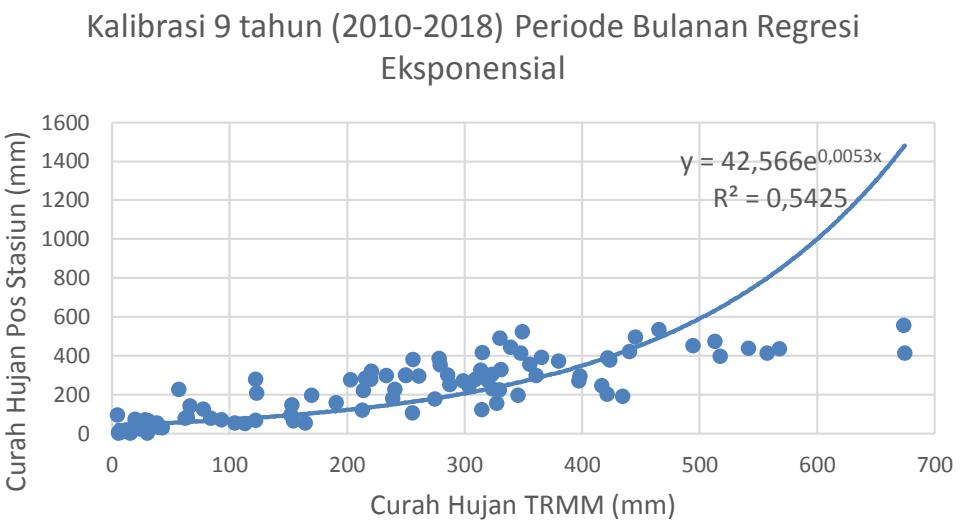
4.4.2.4. Analisis Validasi Data Terkoreksi 9 Tahun Kalibrasi dan 1 tahun Validasi

A. Tahap Kalibrasi Data Terkoreksi 7 Tahun (2010-2018)

Berikut ini merupakan langkah-langkah dalam perhitungan analisis validasi data terkoreksi menggunakan contoh perhitungan periode bulanan dengan panjang data 9 tahun untuk kalibrasi dan 1 tahun validasi.

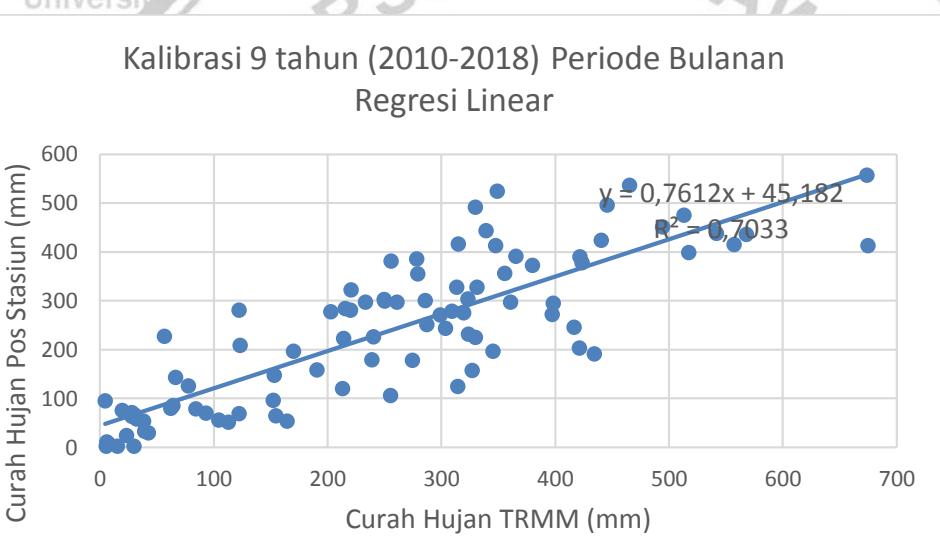
1. Membagi masing-masing data curah hujan pos stasiun hujan dan curah hujan TRMM menjadi dua kelompok data dengan ketentuan 9 tahun data untuk kalibrasi dan 1 tahun data untuk validasi.
2. Membuat grafik *scatterplot* dengan data curah hujan TRMM dan data curah hujan pos stasiun hujan selama 9 tahun dimana sumbu X adalah data curah hujan TRMM dan sumbu Y adalah data curah hujan pos stasiun hujan. Pada tahap ini dinamakan tahap kalibrasi.
3. Memunculkan persamaan regresi yang dibentuk oleh hubungan antara data curah hujan TRMM dengan data curah hujan pos stasiun hujan.





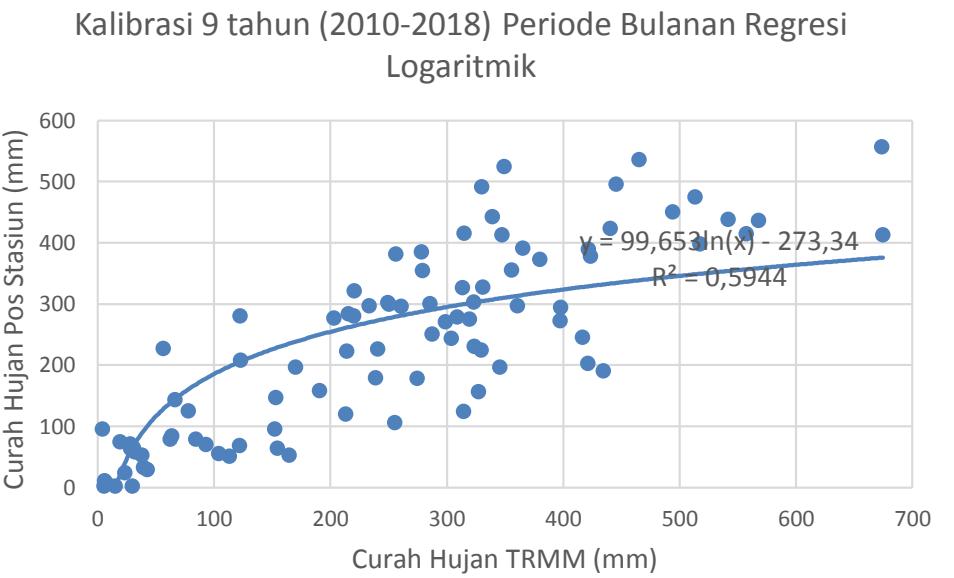
Gambar 4. 22 *Scatterplot* Kalibrasi 9 Tahun Periode Bulanan Regresi Eksponensial

Sumber: Hasil Analisis, 2021



Gambar 4. 23 *Scatterplot* Kalibrasi 9 Tahun Periode Bulanan Regresi Linear

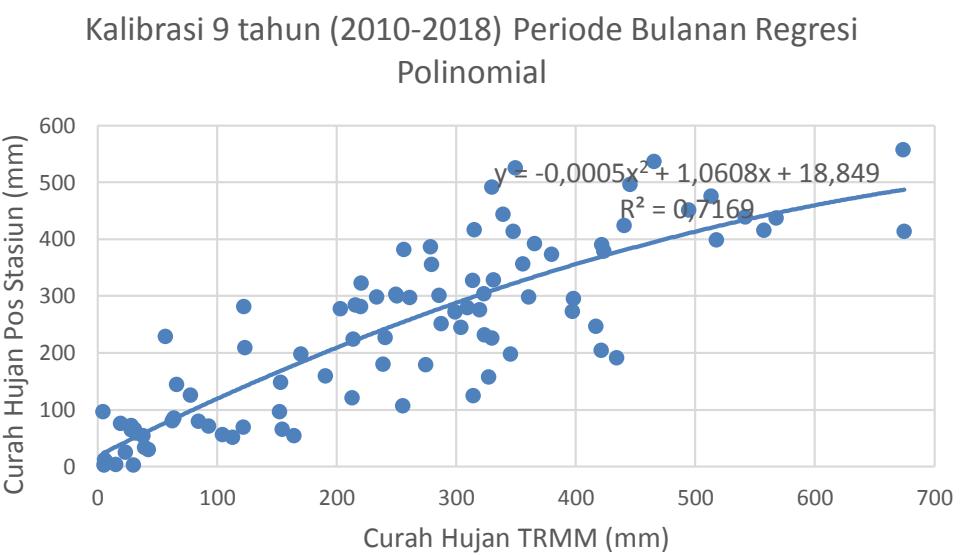
Sumber: Hasil Analisis, 2021



Gambar 4. 24 Scatterplot Kalibrasi 9 Tahun Periode Bulanan Regresi Logaritmik

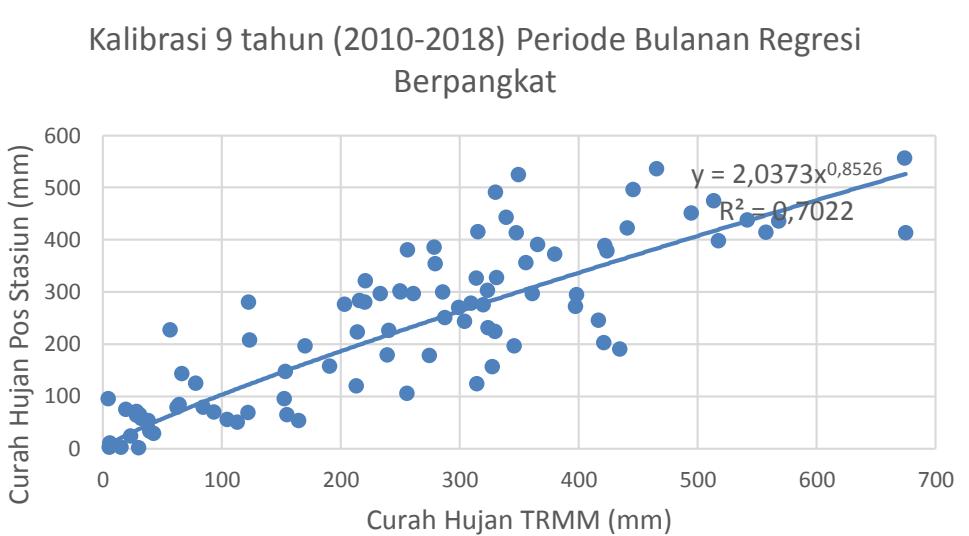
Sumber: Hasil Analisis, 2021

Universitas Brawijaya



Gambar 4. 25 Scatterplot Kalibrasi 9 Tahun Periode Bulanan Regresi Polinomial

Sumber: Hasil Analisis, 2021



Gambar 4. 26 Scatterplot Kalibrasi 9 Tahun Periode Bulanan Regresi Berpangkat
Sumber: Hasil Analisis, 2021

Gambar sampai Gambar merupakan grafik hubungan antara curah hujan TRMM dengan curah hujan pos stasiun hujan selama 9 tahun. Berdasarkan grafik tersebut didapatkan persamaan regresi antara kedua data tersebut. Terdapat beberapa kemungkinan persamaan regresi antara kedua data ini. Tahapan ini disebut dengan tahap kalibrasi, untuk perhitungan kalibrasi semua periode dapat dilihat pada Lampiran.

4. Setelah mendapatkan persamaan pada setiap regresi langkah selanjutnya adalah melakukan koreksi pada tahun kalibrasi menggunakan masing-masing persamaan. Lalu dibuat rekapitulasi data TRMM selama 9 tahun (2010-2018) yang dikoreksi menggunakan masing-masing persamaan dengan cara mengganti nilai “x” yang ada pada setiap persamaan dengan nilai curah hujan TRMM terdapat pada **Tabel 4.51**.

Contoh Perhitungan:

$$x = 465,270$$

a. Persamaan Eksponensial:

$$y = 127,99 e^{0,0052x}$$

$$y = 127,99 e^{0,0052 \cdot (465,270)}$$

$$y = 1438,50 \text{ mm}$$

b. Persamaan Linear

$$y = 2,255x + 135,1$$

$$y = 2,255 \cdot (465,270) + 135,1$$

$$y = 1185,70 \text{ mm}$$



c. Persamaan Logaritmik:

$$y = 294,09 \ln(x) - 802,49$$

$$y = 294,09 \ln(465,270) - 802,49$$

$$y = 1003,99 \text{ mm}$$

d. Persamaan Polinomial

$$y = -0,0015x^2 + 3,068x + 63,716$$

$$y = -0,0015 (456,270)^2 + 3,068(456,270) + 63,716$$

$$y = 1166,50 \text{ mm}$$

e. Persamaan Berpangkat

$$y = 6,478x^{0,840}$$

$$y = 6,478 (465,270)^{0,840}$$

$$y = 1128,32 \text{ mm}$$

Tabel 4. 56 Curah Hujan TRMM Terkoreksi Menggunakan Setiap Persamaan Tahap Kalibrasi 9 Tahun

CH Wilayah (mm)	TRMM (mm)	CH TRMM Terkoreksi (mm)				
		Eksponensial	Linear	Logaritmik	Polinomial	Berpangkat
535.826	465.270	1438.500	1184.703	1003.992	1166.497	1128.316
414.628	557.310	2321.489	1392.336	1057.077	1307.707	1313.093
524.568	349.230	786.780	922.928	919.622	952.246	886.640
438.132	541.590	2139.270	1356.873	1048.662	1285.389	1281.903
372.682	379.830	922.482	991.958	944.323	1012.666	951.472
143.331	66.210	180.593	284.463	430.580	260.279	219.263
147.398	153.120	283.773	480.523	677.142	498.335	443.495
158.304	190.530	344.712	564.917	741.427	593.829	532.906
203.385	421.110	1143.357	1085.082	974.665	1089.723	1037.629
300.502	285.540	564.963	779.250	860.407	817.482	748.646
491.191	329.790	711.133	879.073	902.778	912.403	844.983
378.401	423.420	1157.174	1090.293	976.274	1093.884	1042.410
244.052	303.750	621.075	820.330	878.589	857.255	788.561
280.546	219.990	401.778	631.375	783.709	666.074	601.329
390.944	365.280	855.262	959.135	932.836	984.287	920.753
354.637	279.180	546.584	764.902	853.783	803.356	734.610
294.733	398.040	1014.103	1033.038	958.095	1047.289	989.654
63.618	28.200	148.204	198.716	179.571	149.044	107.035
495.906	445.440	1297.559	1139.968	991.183	1132.745	1087.772
303.621	323.190	687.141	864.184	896.833	898.618	830.752
272.370	397.320	1010.314	1031.414	957.563	1045.939	988.150
443.032	339.000	746.020	899.850	910.878	931.420	864.767

Lanjutan Tabel 4.56.

Curah Hujan TRMM Terkoreksi Menggunakan Setiap Persamaan Tahap Kalibrasi 9 Tahun

CH Wilayah (mm)	TRMM (mm)	CH TRMM Terkoreksi (mm)				
		Eksponensial	Linear	Logaritmik	Polinomial	Berpangkat
327.660	331.020	715.696	881.848	903.873	914.957	847.631
78.909	84.150	198.251	324.934	501.094	311.275	268.198
55.843	104.250	220.093	370.278	564.085	367.263	321.080
29.660	42.480	159.628	230.931	300.063	191.342	151.017
2.146	29.880	149.505	202.506	196.589	154.052	112.367
2.690	15.330	138.611	169.683	0.320	110.397	64.138
75.005	19.320	141.516	178.684	68.352	122.432	77.898
179.412	238.920	443.340	674.080	807.985	711.122	644.515
450.950	494.280	1672.723	1250.146	1021.780	1213.747	1187.138
385.533	278.310	544.117	762.940	852.865	801.414	732.686
297.528	360.720	835.221	948.848	929.142	975.263	911.086
327.123	313.590	653.681	842.528	887.965	878.333	809.969
224.903	329.670	710.690	878.803	902.671	912.153	844.725
120.372	212.970	387.376	615.539	774.171	649.095	585.165
156.911	327.090	701.219	872.982	900.360	906.779	839.167
95.711	152.130	282.316	478.290	675.234	495.751	441.085
2.242	5.280	131.553	147.011	-313.146	79.874	26.193
79.648	62.340	176.995	275.733	412.867	249.152	208.443
278.445	309.090	638.563	832.376	883.714	868.730	800.192
423.180	440.490	1264.586	1128.801	987.897	1124.136	1077.606
299.731	250.140	469.975	699.391	821.481	737.316	669.852
105.855	255.450	483.133	711.370	827.659	749.580	681.779
321.898	220.440	402.719	632.391	784.310	667.157	602.362
302.540	249.480	468.365	697.902	820.704	735.785	668.366
280.750	122.280	241.727	410.951	610.999	416.455	367.131
57.956	32.070	151.217	207.447	217.391	160.567	119.248
178.520	274.440	533.277	754.209	848.747	792.749	724.117
474.846	513.120	1844.892	1292.647	1032.782	1243.081	1225.042
124.176	314.340	656.236	844.220	888.667	879.928	811.597
296.566	260.880	496.969	723.619	833.845	762.034	693.935
270.875	298.800	605.293	809.163	873.757	846.542	777.750
245.502	416.640	1117.087	1074.998	971.526	1081.626	1028.367
227.685	56.550	171.745	262.671	384.200	232.420	192.052
64.548	154.470	285.773	483.569	679.724	501.854	446.778
190.966	434.430	1225.358	1115.131	983.823	1113.497	1065.137
283.875	215.520	392.547	621.292	777.671	655.280	591.046
556.568	673.740	4253.086	1654.990	1112.872	1449.929	1540.013
231.322	323.610	688.644	865.132	897.215	899.499	831.659
69.033	122.010	241.388	410.342	610.349	415.725	366.450

Lanjutan Tabel 4.56.

Curah Hujan TRMM Terkoreksi Menggunakan Setiap Persamaan Tahap Kalibrasi 9 Tahun

CH Wilayah (mm)	TRMM (mm)	CH TRMM Terkoreksi (mm)				
		Eksponensial	Linear	Logaritmik	Polinomial	Berpangkat
226.533	240.390	446.741	677.396	809.789	714.576	647.845
223.189	213.870	389.193	617.569	775.411	651.280	587.242
53.310	164.430	300.963	506.038	698.100	527.648	470.861
95.470	4.320	130.898	144.845	-372.161	76.942	22.129
70.271	93.000	207.587	344.899	530.502	336.076	291.705
297.436	233.250	430.459	661.289	800.921	697.742	631.639
436.274	567.810	2451.767	1416.023	1062.566	1322.202	1333.848
197.021	345.480	771.586	914.468	916.447	944.649	878.634
398.160	517.470	1887.099	1302.461	1035.264	1249.703	1233.762
251.072	287.220	569.920	783.040	862.132	821.193	752.345
355.860	355.530	812.981	937.140	924.880	964.915	900.060
416.043	314.910	658.184	845.505	889.200	881.139	812.833
125.118	77.670	191.682	310.316	477.528	292.966	250.736
50.936	113.040	230.387	390.107	587.892	391.367	343.677
32.971	39.360	157.059	223.892	277.629	182.153	141.641
65.197	30.900	150.300	204.807	206.461	157.088	115.581
84.878	63.870	178.409	279.184	419.998	253.556	212.733
413.105	674.670	4273.704	1657.088	1113.278	1450.902	1541.799
275.097	319.590	674.398	856.063	893.538	891.043	822.971
389.442	421.650	1146.572	1086.300	975.042	1090.697	1038.747
413.305	347.610	780.180	919.273	918.254	948.969	883.183
196.749	169.920	309.679	518.423	707.759	541.738	484.035
208.162	122.970	242.596	412.508	612.654	418.318	368.871
71.292	27.990	148.043	198.243	177.373	148.417	106.365
53.435	38.070	156.009	220.982	267.829	178.345	137.731
10.972	5.910	131.984	148.432	-279.996	81.796	28.795
6.502	7.770	133.267	152.628	-199.526	87.465	36.237
24.391	23.310	144.483	187.685	123.565	134.418	91.208
277.080	203.040	367.881	593.138	760.129	624.825	562.154
381.343	255.990	484.492	712.588	828.280	750.823	682.990

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

5. Selanjutnya adalah menghitung koefisien korelasi (R) pada setiap persamaan untuk mengetahui seberapa erat hubungan antara curah hujan stasiun dengan curah hujan TRMM pada proses kalibrasi, menggunakan rumus koefisien korelasi:

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



Agar lebih efisien dapat menggunakan alternatif lain yaitu berupa formula “CORREL” antara curah hujan pos stasiun hujan dan curah hujan TRMM yang sudah dikoreksi dengan masing-masing persamaan pada *Ms. Excel*, kemudian didapatkan hasil koefisien korelasi dari setiap persamaan sebagai berikut:

Tabel 4. 57 Rekapitulasi nilai R Tahap Kalibrasi Metode Bulanan

Periode	Persamaan (y=)				
	Eksponensial	Linear	Logaritmik	Polinomial	Berpangkat
9 Tahun	0,661	0,839	0,771	0,847	0,844

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

6. Berikut ini merupakan rekapitulasi hasil persamaan yang diperoleh melalui *scatterplot* untuk periode bulanan dengan panjang data untuk kalibrasi 9 tahun:
- Persamaan Eksponensial: $y = 42.566e^{0.0053x}$; $R = 0,661$
 - Persamaan Linear: $y = 0.7612x + 45.182$; $R = 0,839$
 - Persamaan Logaritmik: $y = 99.653\ln(x) - 273.34$; $R = 0,771$
 - Persamaan Polinomial: $y = -0.0005x^2 + 1.0608x + 18.849$; $R = 0,847$
 - Persamaan Berpangkat: $y = 2.0373x^{0.8526}$; $R = 0,844$

Pemilihan persamaan yang digunakan untuk mengoreksi data curah hujan TRMM pada uji validasi dipilih berdasarkan pada nilai koefisien korelasi (R) tertinggi pada tahap kalibrasi maupun validasi. Jika persamaan yang terpilih sama dapat langsung digunakan, tetapi jika berbeda dapat dicari nilai NSE-nya terlebih dahulu antara kedua persamaan tersebut untuk melihat nilai NSE yang terbesar karena nilai NSE merupakan indikator utama dalam menentukan persamaan yang akan terpilih.

B. Tahap Validasi Data Terkoreksi 1 Tahun (2019)

Selain tahap kalibrasi, pada tahap validasi juga dicari Koefisien Korelasi (R) terbesar pada masing-masing persamaan untuk mendapatkan persamaan terpilih yang akan digunakan untuk mengoreksi data curah hujan TRMM.

- Mengoreksi data curah hujan TRMM menggunakan masing-masing persamaan regresi yang didapatkan pada tahap kalibrasi. Setelah itu pada Tabel 4.42 dibuat rekapitulasi data TRMM selama 1 tahun (2019) yang dikoreksi menggunakan masing-masing persamaan dengan cara mengganti nilai “x” yang ada pada setiap persamaan dengan nilai curah hujan TRMM.

Contoh Perhitungan

$$x = 391,830$$

- Persamaan Eksponensial:

$$y = 42,566 e^{0.0053x}$$

$y = 42,566 e^{0,0053 (391,830)}$
 $y = 339,595 \text{ mm}$

b. Persamaan Linear

$$y = 0,761x + 45,182$$

$$y = 0,761(391,830) + 45,182$$

y = 343,443 mm

Situs Brawijaya
Bengawan Solo

c. Persamaan Logaritmik:

$$y = 99,653 \ln(x) - 273,34$$

$$y = 99,653 \ln(391,830) - 273,34$$

v = 321.671 mm

d Persamaan Polinomial

$$y = 0.0005x^2 + 1.060x + 18.849$$

$$0.0005(201.820)^2 + 1.060(201.820) + 18.840$$

$y = -0.0005(391,$

e. Persamaan Berpangkat

v = 2.037x0.852

v = 2.037 (301.830)0.852

221-278

Tabel 4. 58 Curah Hujan TRMM Terkoreksi Menggunakan Setiap Persamaan

CH Wilayah (mm)	TRMM (mm)	CH TRMM Terkoreksi (mm)				
		Eksponensial	Linear	Logaritmik	Polinomial	Berpangkat
310.312	391.830	339.595	343.443	321.671	357.737	331.078
332.938	312.450	222.971	283.019	299.111	301.483	272.964
337.565	350.370	272.603	311.884	310.526	329.142	300.967
365.781	190.440	116.791	190.145	249.772	202.734	178.969
115.556	11.100	45.145	53.631	-33.481	30.562	15.860
19.152	32.970	50.693	70.279	75.007	53.280	40.124
9.415	7.530	44.299	50.914	-72.151	26.808	11.392
63.137	65.160	60.124	94.782	142.895	85.848	71.722
188.837	238.920	151.008	227.048	272.373	243.754	217.147

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

2. Setelah mengoreksi data curah hujan TRMM dengan setiap persamaan, selanjutnya dilakukan perhitungan koefisien korelasi dari data TRMM yang dikoreksi menggunakan setiap persamaan dengan data curah hujan wilayah menggunakan formula “*CORREL*” di *Ms. Excel*.

Tabel 4.59 Rekapitulasi nilai R Periode Bulanan

Koefisien Korelasi	Eksponensial	Linear	Logaritmik	Polinomial	Berpangkat
R	0.783	0.863	0.840	0.874	0.871

Sumber: Hasil Analisis, 2021

Setelah digunakan formula “CORREL” didapatkan nilai R terbesar pada persamaan polinomial dengan nilai 0,923. Hal tersebut menunjukkan jika koefisien korelasinya semakin besar maka semakin kuat hubungan antara kedua data yaitu, data curah hujan TRMM terkoreksi dan data curah hujan stasiun hujan. Dikarenakan persamaan polinomial memiliki nilai terbesar, maka dilakukan analisis persamaan polinomial.

3. Menghitung komponen perhitungan yang digunakan untuk validasi menggunakan data TRMM yang sudah dikoreksi dengan persamaan polinomial pada **Tabel 4.55**



Tabel 4. 60 Perhitungan Analisis Lanjutan Komponen Persamaan Polinomial untuk Validasi Bulanan Data 1 Tahun

No.	CH Wilayah (mm) [P]	TRMM (mm) [Q]	P-Q	(P-Q) ²	(P-P*)	(P-P*) ²	(P) ²	(Q) ²	PQ
1	310.312	357.737	-47.425	2249.087	116.680	13614.152	96293.752	127975.681	111010.173
2	332.938	301.483	31.455	989.391	139.305	19405.994	110847.742	90892.275	100375.313
3	337.565	329.142	8.423	70.955	143.933	20716.642	113950.412	108334.405	111106.931
4	365.781	202.734	163.047	26584.300	172.148	29635.049	133795.727	41101.097	74156.262
5	115.556	30.562	84.994	7223.897	-78.077	6095.996	13353.140	934.053	3531.648
6	19.152	53.280	-34.128	1164.730	-174.481	30443.521	366.796	2838.765	1020.416
7	9.415	26.808	-17.393	302.532	-184.218	33936.135	88.643	718.694	252.402
8	63.137	85.848	-22.711	515.784	-130.496	17029.130	3986.273	7369.848	5420.168
9	188.837	243.754	-54.917	3015.832	-4.795	22.995	35659.550	59415.989	46029.853
Jumlah	1742.694	1631.349	111.345	42116.509	0.000	170899.614	508342.035	439580.807	452903.166
Rerata	193.633	181.261	12.372	4679.612	0.000	18988.846	56482.448	48842.312	50322.574

Sumber: Hasil Analisis, 2021

140

4. Menghitung metode validasi dari persamaan terpilih, dalam hal ini persamaan polinomial.

a. Root Mean Squared Error (RMSE)

$$\begin{aligned} \text{RMSE} &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (P_i - Q_i)^2}{N}} \\ &= \sqrt{\frac{42116,51}{9}} \\ &= 68,408 \end{aligned}$$

b. Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE)

$$\begin{aligned} \text{NSE} &= 1 - \frac{\sum_{i=1}^N (P_i - Q_i)^2}{\sum_{i=1}^N (P_i - \bar{P}_i)^2} \\ &= 1 - \frac{4211,51}{170899,61} \\ &= 0,754 \end{aligned}$$

c. Uji Kesalahan Relatif (KR)

$$\begin{aligned} \text{KR} &= \frac{\sum_{i=1}^N (P_i - Q_i)}{\sum_{i=1}^N P_i} \times 100\% \\ &= \frac{111,34}{1742,69} \times 100\% \\ &= 0,064 \end{aligned}$$

d. Koefisien Korelasi (R)

$$\begin{aligned} \text{R} &= \frac{N (\sum_{i=1}^N P_i Q_i) - \sum_{i=1}^N P_i \times \sum_{i=1}^N Q_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^N P_i^2 - (\sum_{i=1}^N P_i)^2} \sqrt{\sum_{i=1}^N Q_i^2 - (\sum_{i=1}^N Q_i)^2}} \\ &= \frac{(9 \times 452903,17) - (1742,69 \times 1631,35)}{\sqrt{9 \times 508342,03 - (1742,69)^2} \sqrt{9 \times 439580,81 - (1631,35)^2}} \\ &= 0,874 \end{aligned}$$

Tabel 4. 61 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Analisis Validasi Data Terkoreksi 1 Tahun

Periode	RMSE	NSE		KR	R	
		Nilai	Interpretasi		Nilai	Interpretasi
1 Tahun	68.408	0.754	Sangat Memuaskan	0.064	0.874	Sangat Kuat

Sumber: Hasil Analisis, 2021

Hasil dari perhitungan validasi data curah hujan TRMM terkoreksi dengan panjang data 3 tahun menghasilkan nilai RMSE yaitu 68,408. Dimana artinya jika nilai RMSE semakin kecil (mendekati 0) maka tingkat kesalahan atau *error* relatif kecil atau dapat diartikan semakin akurat.

Lalu untuk nilai NSE periode bulanan menghasilkan nilai yang hasilnya sudah “memenuhi” kriteria penilaian sesuai tabel NSE. Sedangkan untuk nilai Kesalahan Relatif

mendapatkan nilai 0,064. Dapat diartikan nilai tersebut menandakan kesalahan relatif yang terjadi adalah berkisar antara 20% sampai 30% dimana berdasarkan metode kesalahan relatif pada uji validasi TRMM mempunyai kesalahan yang kecil.

Koefisien korelasi periode bulanan memiliki nilai sebesar 0,874 yang artinya pada periode bulanan hubungan antara curah hujan TRMM dan curah hujan pos stasiun hujan adalah sangat kuat karena hampir mendekati 1.

4.4.2.3. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Analisis Validasi Data Terkoreksi

Hasil analisis validasi disajikan pada yang berisi hasil dari setiap persamaan kalibrasi yang terbentuk dari *scatterplot* dan yang berisi nilai R hasil dari uji validasi.

Tabel 4. 62 Rekapitulasi Hasil Persamaan Kalibrasi Curah Hujan terhadap Curah Hujan Pos Stasiun

Periode	Persamaan (y=)				
	Eksponensial	Linear	Logaritmik	Polinomial	Berpangkat
Bulanan	4 Tahun	$35.528e^{0.0059x}$	$0.7825x + 41.081$	$107.61\ln(x) - 317.21$	$-0.0004x^2 + 0.9695x + 25.333$
	3 Tahun	$42.82e^{0.0052x}$	$0.7686x + 41.119$	$99.417\ln(x) - 276.01$	$-0.0002x^2 + 0.8798x + 30.452$
	2 Tahun	$46.505e^{0.0049x}$	$0.7477x + 45.018$	$104.15\ln(x) - 301.76$	$-0.0004x^2 + 0.9982x + 20.833$
	1 Tahun	$42.566e^{0.0053x}$	$0.7612x + 45.182$	$99.653\ln(x) - 273.34$	$-0.0005x^2 + 1.0608x + 18.849$

Sumber: Hasil Analisis, 2021

Tabel 4.63 menunjukkan persamaan yang dihasilkan pada tahap kalibrasi oleh seluruh persamaan regresi di setiap masing-masing periode dan jumlah tahun kalibrasi yang digunakan.

Tabel 4. 63 Rekapitulasi hasil R (Koefisien Korelasi) Tahap Kalibrasi

Periode	Persamaan (y=)					Maksimum	
	Eksponensial	Linear	Logaritmik	Polinomial	Berpangkat	Nilai	Persamaan
Bulanan	4 Tahun	0.678	0.794	0.743	<u>0.796</u>	0.792	0.796 Polinomial
	3 Tahun	0.681	0.813	0.715	<u>0.814</u>	0.814	0.814 Polinomial
	2 Tahun	0.664	0.826	0.744	<u>0.831</u>	0.829	0.831 Polinomial
	1 Tahun	0.661	0.839	0.771	<u>0.847</u>	0.844	0.847 Polinomial

Sumber: Hasil Analisis, 2021

Tabel menunjukkan hasil dari nilai R pada masing-masing periode dan jumlah tahun kalibrasi yang digunakan. Didapatkan nilai koefisien korelasi maksimum hampir seluruhnya adalah persamaan Polinomial, dihasilkan R maksimum dari persamaan linear. Pada nilai maksimum didapatkan nilai koefisien korelasi terbesar terdapat pada rentang 1 tahun kalibrasi setiap periodenya menggunakan persamaan polinomial.

Tabel 4. 64 Rekapitulasi hasil R (Koefisien Korelasi) Tahap Validasi

Periode	Persamaan ($y=$)					Maksimum	
	Eksponensial	Linear	Logaritmik	Polinomial	Berpangkat	Nilai	Persamaan
Bulanan	4 Tahun	0.653	0.891	0.813	<u>0.905</u>	0.889	0.905 Polinomial
	3 Tahun	0.597	0.890	0.883	<u>0.904</u>	0.906	0.906 Berpangkat
	2 Tahun	0.826	0.913	0.893	<u>0.923</u>	0.922	0.923 Polinomial
	1 Tahun	0.783	0.863	0.840	<u>0.874</u>	0.871	0.874 Polinomial

Sumber: Hasil Analisis, 2021

Tabel menunjukkan hasil dari nilai R yang paling tinggi pada setiap periode dan rentang tahun validasi, didapatkan nilai koefisien korelasi maksimum dengan pola jenis persamaan yang terpilih adalah polinomial pada setiap periode dengan rentang 4 tahun validasi, 2 tahun dan 1 tahun validasi didapatkan persamaan polinomial.

Berdasarkan Tabel dan Tabel didapatkan hasil yang berbeda dimana nilai R terbesar yang didapatkan pada setiap periode yang berada pada tahun ke 1 untuk kalibrasi dan validasi pada tahun ke 2.

Tabel 4. 65 Rekapitulasi dalam Hasil Sinkronisasi Untuk Jenis Persamaan Terpilih

Periode	Kalibrasi		Validasi		Maksimum		Keterangan
	Pers. Terpilih	NSE	Pers. Terpilih	NSE	NSE	Persamaan	
Bulanan	4 Tahun	Polinomial	-	Polinomial	-	0.817	Polinomial Sudah Sinkron
	3 Tahun	Polinomial	0.809	Berpangkat	0.76412	0.809	Polinomial
	2 Tahun	Polinomial	-	Polinomial	-	0	Polinomial Sudah Sinkron
	1 Tahun	Polinomial	-	Polinomial	-	0	Polinomial Sudah Sinkron

Sumber: hasil Analisis, 2021.

Keterangan:

- Periode 4 Tahun = 6 tahun kalibrasi, 4 tahun validasi.
- Periode 3 Tahun = 7 tahun kalibrasi, 3 tahun validasi.
- Periode 2 Tahun = 8 tahun kalibrasi, 2 tahun validasi.
- Periode 1 Tahun = 9 tahun kalibrasi, 1 tahun validasi.

Berdasarkan Tabel 4.69 didapatkan hasil bahwa pada rentang data 7 tahun kalibrasi 3 tahun validasi jenis persamaan terpilihnya belum sama, sehingga perlu dilakukan sinkronisasi terlebih dahulu antara R terbesar pada tahap kalibrasi dan tahap validasi dengan cara mencari nilai NSE terbesar di antara kedua persamaan yang terpilih. Namun untuk periode yang lainnya, persamaan terpilih sudah sinkron sehingga dapat langsung digunakan.

Dari hasil tersebut tidak dapat dijadikan tolok ukur dalam pemilihan persamaan regresi karena persamaan terpilihnya beragam dan tidak memiliki pola, yang terpenting adalah nilai NSE yang paling besar atau mendekati 1 karena dapat dikatakan data curah



hujan TRMM setelah dikoreksi dengan persamaan dengan nilai NSE tertinggi menghasilkan nilai yang baik.



Tabel 4. 66 Rekapitulasi dalam Hasil Sinkronisasi Untuk Jenis Persamaan Terpilih Seluruh Periode

Periode	RMSE	NSE		R		Persamaan Terpilih			
		Nilai	Interpretasi	KR	Nilai				
Bulanan	4 Tahun	63.543	0.817	Sangat Memuaskan	0.033	0.905	Sangat Kuat	Polinomial	-0.0004x ² + 0.9695x + 25.333
	3 Tahun	64.933	0.809	Sangat Memuaskan	0.067	0.904	Sangat Kuat	Polinomial	-0.0002x ² + 0.8798x + 30.452
	2 Tahun	63.870	0.811	Sangat Memuaskan	0.135	0.923	Sangat Kuat	Polinomial	-0.0004x ² + 0.9982x + 20.833
	1 Tahun	68.408	0.754	Sangat Memuaskan	0.064	0.874	Sangat Kuat	Polinomial	-0.0005x ² + 1.0608x + 18.849

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

Dari tabel 4.71, hasil validasi terbaik yang ditunjukkan oleh RMSE ialah pada data 4 tahun dengan nilai 63,54. Begitu pula dengan NSE dan Kesalahan Relatif (KR) menunjukkan validasi terbaik pada data 4 tahun dengan nilai berturut-turut 0,817 dan 3,28%. Sedangkan Koefisien Korelasi (R) menunjukkan yang terbaik pada data 2 tahun dengan nilai 0,923. Adanya pengaruh panjang data tidak dapat dapat dijadikan patokan untuk menarik kesimpulan karena tidak diketahui pola yang pasti. Kemudian dapat diketahui dari seluruh periode kalibrasi dan validasi dapat menunjukkan bahwa:

1. RMSE terkecil yang semakin mendekati 0 dapat dinyatakan bahwa perbedaan atau kesalahan (error) antara curah hujan TRMM terkoreksi dan curah hujan pos stasiun hujan semakin kecil.
2. NSE yang semakin besar mendekati 1 maka dapat dikatakan curah hujan TRMM semakin sempurna sesuai dengan curah hujan pos stasiun hujan.
3. Kesalahan Relatif (KR) yang semakin kecil mendekati 0 maka data curah hujan TRMM kesalahannya relatif semakin kecil.
4. Koefisien Korelasi (R) yang semakin besar mendekati 1 maka korelasi antara data curah hujan TRMM terkoreksi dan data curah hujan pos stasiun hujan semakin kuat.

Untuk perbedaan hasil data sebelum terkoreksi RMSE menunjukkan nilai 90,04 untuk data 10 tahun dan setelah terkoreksi mengalami penurunan berkisar pada rentang nilai 63 – 69 untuk data validasi 4 tahun, 3 tahun, 2 tahun, dan 1 tahun. Nilai RMSE terbaik ditunjukkan pada data 6 tahun kalibrasi 4 tahun validasi. Nilai NSE sebelum data terkoreksi sudah menunjukkan interpretasi “Memuaskan”, yakni 0,632. Setelah data dikoreksi maka seluruh rentang data berubah menjadi “Sangat Baik” dengan NSE terbaik pada data 6 tahun kalibrasi 4 tahun validasi. Begitu pula dengan Koefisien Korelasi (R) sebelum terkoreksi sudah menunjukkan interpretasi “Sangat Kuat” dengan nilai 0,841, setelah terkoreksi menjadi meningkat dengan rentang nilai 0,874 – 0,923 dengan R terbaik pada 8 tahun kalibrasi 2 tahun validasi. Dan untuk Kesalahan Relatif (KR) sebelum terkoreksi pada data 10 tahun menunjukkan nilai 5,21%. Setelah terkoreksi pada seluruh periode memiliki rentang kesalahan 3% - 14% yang mana masih dibawah batas maksimum kesalahan relatif 25%, dengan nilai KR terbaik pada 6 tahun kalibrasi 4 tahun validasi.

Hasil validasi dengan metode RMSE, NSE, dan Kesalahan Relatif (KR) menunjukkan hasil validasi data TRMM terkoreksi terbaik pada 6 tahun kalibrasi 4 tahun validasi. Sedangkan untuk Koefisien Korelasi (R) menunjukkan nilai terbaik pada 8 tahun kalibrasi 2 tahun validasi. Namun begitu keseluruhan periode data menunjukkan NSE “Sangat Baik”

dan R “Sangat Kuat”. Sehingga dapat disimpulkan bahwa data hujan TRMM terkoreksi dapat digunakan sebagai alternatif data curah hujan di lapangan.

4.5. Metode NRECA

Perhitungan selanjutnya adalah perubahan data TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) menjadi debit dengan menggunakan metode NRECA. Perhitungan metode NRECA akan dilakukan dengan periode per bulan setiap tahunnya.

Langkah-langkah perhitungan metode NRECA bulan Januari tahun 2010 sebagai berikut:

1. Nama bulan dari Januari sampai Desember pada setiap tahun pengamatan

2. Jumlah hari per bulan = 31

3. Curah hujan (Rb)

$$Rb = 303,750 \text{ mm}$$

4. Menentukan nilai evapotranspirasi (PET)

$$PET = 188,872 \text{ mm}$$

5. Menentukan nilai tampungan kelengasan awal (Wo) (dicoba-coba agar nilai pada bulan januari mendekati nilai pada bulan Desember, dengan selisih < 200). (KP-01, 2010)

$$Wo = 880,000 \text{ mm}$$

Catatan = untuk perhitungan Wo bulan januari 2011, nilainya harus mengikuti dari bulan Desember 2010.

6. Menghitung tampungan kelengasan tanah (Soil Moisture Storage, Wi)

$$\text{Nominal} = 100 + 0,2 Ra$$

$$= 100 + 0,2 \times 303,750 = 932,590$$

$$Wi = \frac{880,000}{932,590}$$

$$= 1,535$$

7. Menentukan nilai rasio Rb/PET

$$\text{Rasio } \frac{Rb}{PET} = \frac{303,750}{188,872} = 1,608$$

8. Menentukan nilai rasio AET/PET

$$\text{Rasio } \frac{AET}{PET} = 1,000$$

9. Menghitung AET

$$AET = (AET/PET) \times PET \times \text{koef. Reduksi}$$

$$= 1,000 \times 188,872 \times 0,6 = 113,323$$

$$\text{Koef. reduksi} = 0,9$$

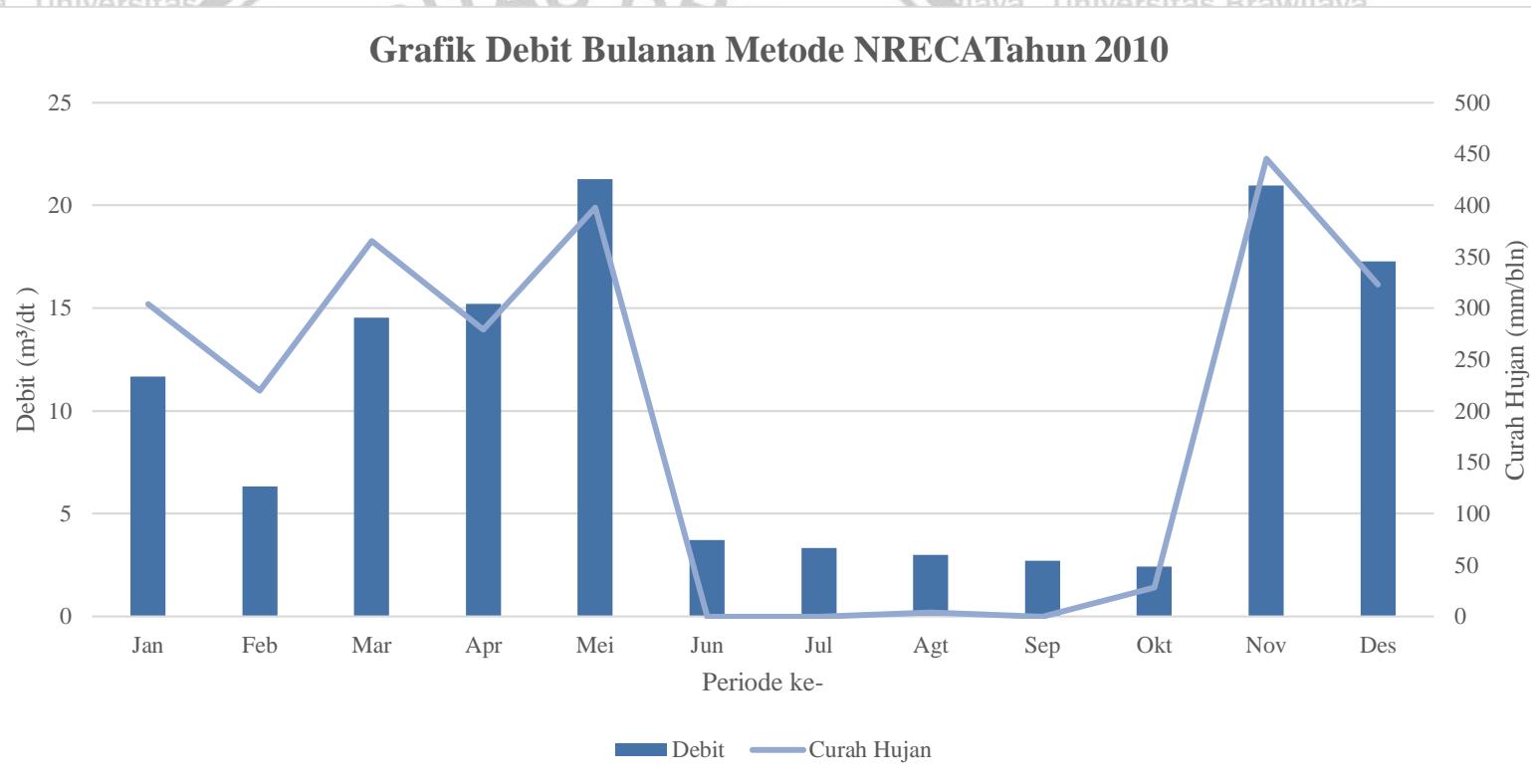


- Dalam menentukan koefisien reduksi yang akan digunakan untuk perhitungan NRECA maka terlebih dahulu menentukan kemiringan lereng DAS yang dapat didaerah studi.
10. Menghitung neraca air
- Neraca air = $Rb - AET$
- $$= 303,750 - 113,323$$
- $$= 190,427 \text{ mm}$$
11. Menentukan rasio kelebihan kelengasan (excess moisture)
- Rasio kelebihan kelengasan = $Wi = 0,914$
12. Menghitung kelebihan kelengasan
- Kelebihan kelengasan = rasio kelebihan kelengasan x neraca air
- $$= 0,914 \times 190,427$$
- $$= 174,123 \text{ mm}$$
13. Menghitung perubahan tampungan
- Perubahan tampungan = neraca air – kelebihan kelengasan
- $$= 190,427 - 174,123$$
- $$= 16,303$$
14. Menghitung tampungan air tanah
- Tampungan air tanah = $PSUB \times \text{kelebihan kelengasan}$
- $$= 0,6 \times 190,427$$
- $$= 104,474 \text{ mm}$$
- $PSUB = 0,6$
- Dalam menentukan nilai PSUB (presentase aliran yang mengalir pada jalur sub-permukaan) yang kan dipakai untuk menghitung NRECA, maka terlebih dahulu harus menentukan jenis tanah DAS yang berada di daerah studi.
15. Menghitung tampungan air tanah awal. (dicoba-coba)
- $$= 120,000$$
- Catatan = untuk perhitungan tampungan air tanah awal bulan januari 2011, nilainya harus mengikuti dari bulan Desember 2010.
16. Menghitung aliran air tanah akhir
- Tampungan air tanah akhir = tamp. air tanah + tamp. air tanah awal
- $$= 190,427 + 120,000$$
- $$= 224,474 \text{ mm}$$
17. Menghitung aliran air tanah

Tabel 4. 67 Perhitungan Hujan Debit Model NRECA Tahun 2010

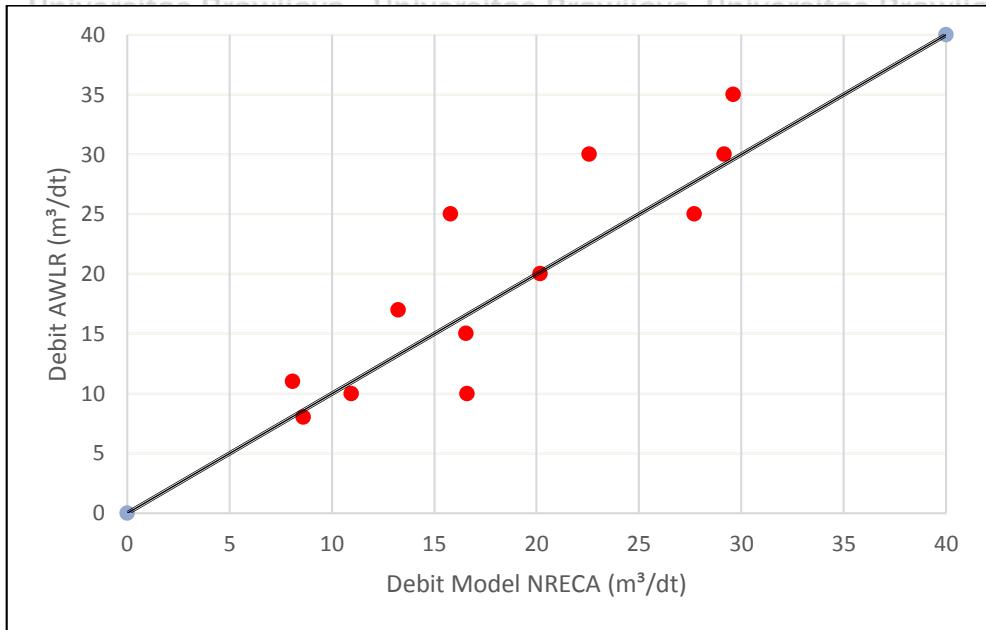
Bulan	hari	Tampungan ke-lengasan awal			Storage Ratio Wi	Rb PET	AET PET	Water Balance	Excess Moist	Perubahan Tampang	Tampungan Air tanah	Tampungan Air tanah	Aliran Air tanah	Aliran Permukaan						
		Hujan	PET	mm											AET Ratio	mm	mm			
		mm	mm	mm											mm	mm	mm			
Januari	31	303.750	188.872	880.000	1.535	1.608	1.000	113.323	190.427	0.914	174.123	16.303	104.474	120.000	224.474	67.342	69.649	136.991	12.600	8.000
Februari	28	219.990	169.079	896.303	1.563	1.301	1.000	152.171	67.819	0.927	62.870	4.949	37.722	157.132	194.854	38.971	25.148	64.119	5.897	12.000
Maret	31	365.280	122.991	901.253	1.572	2.970	1.000	110.692	254.588	0.931	236.927	17.661	142.156	155.883	298.039	59.608	94.771	154.379	14.199	22.000
April	30	279.180	112.262	918.913	1.602	2.487	1.000	44.905	234.275	0.943	220.831	13.444	132.499	238.431	370.930	74.186	88.332	162.518	14.948	13.000
Mei	31	398.040	136.812	932.357	1.626	2.909	1.000	54.725	343.315	0.951	326.432	16.883	195.859	296.744	492.603	98.521	130.573	229.093	21.071	17.000
Juni	30	0.000	158.494	949.241	1.655	0.000	0.856	122.104	-122.104	0.000	0.000	-122.104	0.000	394.082	394.082	39.408	0.000	39.408	3.625	4.000
Juli	31	0.000	175.736	827.137	1.442	0.000	0.720	50.612	-50.612	0.000	0.000	-50.612	0.000	354.674	354.674	35.467	0.000	35.467	3.262	3.000
Agustus	31	4.080	231.341	776.525	1.354	0.018	0.670	61.999	-57.919	0.000	0.000	-57.919	0.000	319.207	319.207	31.921	0.000	31.921	2.936	2.000
September	30	0.000	281.553	718.605	1.253	0.000	0.620	69.825	-69.825	0.000	0.000	-69.825	0.000	287.286	287.286	28.729	0.000	28.729	2.642	2.000
Oktober	31	28.200	289.744	648.780	1.131	0.097	0.595	68.982	-40.782	0.000	0.000	-40.782	0.000	258.558	258.558	25.856	0.000	25.856	2.378	2.000
November	30	445.440	184.075	607.998	1.060	2.420	1.000	73.630	371.810	0.559	207.916	163.894	124.750	232.702	357.452	142.981	83.167	226.147	20.800	24.000
Desember	31	323.190	148.983	771.891	1.346	2.169	1.000	59.593	263.597	0.802	211.345	52.251	126.807	214.471	341.278	102.383	84.538	186.922	17.192	14.000

Sumber: Hasil Analisis, 2021



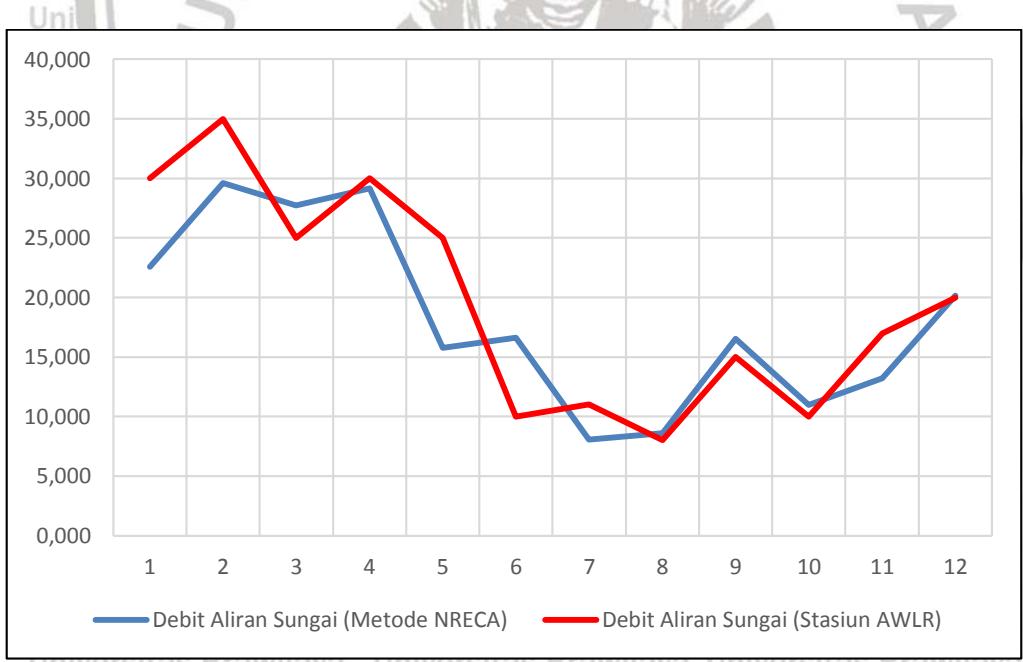
Gambar 4. 27 Grafik Hujan Debit Model NRECA Tahun 2010

Sumber: Hasil Analisis, 2021



Gambar 4. 28 Scatter Plot Perbandingan Debit AWLR dan Debit Model NRECA

Sumber: Hasil Analisis, 2021



Gambar 4. 29 Grafik Perbandingan Debit AWLR dan Debit Model NRECA

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

Untuk perhitungan uji kalibrasi tahun 2010 menggunakan metode *Root Mean Squared Error* (RMSE), *Nash-Sutcliffe Efficiency* (NSE), Kesalahan relatif (KR), dan Koefisien Korelasi (R).

Tabel 4. 68 Perhitungan Komponen Uji Kalibrasi Data Debit Tahun 2010

No.	Univ	AWLR	Model	P-Q	(P-Q) ²	$\frac{(P-P^*)}{P^*}$	(P-P*) ²	Unive(P) ²	(Q) ²	PQ
1	30.00	22.571	7.43	55.18	10.33	106.78	900.00	509.47	677.14	
2	35.00	29.607	5.39	29.08	15.33	235.11	1225.00	876.59	1036.25	
3	25.00	27.707	-2.71	7.33	5.33	28.44	625.00	767.69	692.68	
4	30.00	29.177	0.82	0.68	10.33	106.78	900.00	851.30	875.31	
5	25.00	15.790	9.21	84.83	5.33	28.44	625.00	249.32	394.75	
6	10.00	16.613	-6.61	43.73	-9.67	93.44	100.00	276.00	166.13	
7	11.00	8.079	2.92	8.53	-8.67	75.11	121.00	65.26	88.86	
8	8.00	8.594	-0.59	0.35	-11.67	136.11	64.00	73.85	68.75	
9	15.00	16.540	-1.54	2.37	-4.67	21.78	225.00	273.56	248.09	
10	10.00	10.957	-0.96	0.92	-9.67	93.44	100.00	120.06	109.57	
11	17.00	13.232	3.77	14.20	-2.67	7.11	289.00	175.07	224.94	
12	20.00	20.168	-0.17	0.03	0.33	0.11	400.00	406.74	403.36	
Jumlah	236.000	219.034	16.966	247.237	0.000	932.667	5574.000	4644.915	4985.839	
Rerata	19.67	18.25	1.41	20.60	0.00	77.72	464.50	387.08	415.49	

Sumber : Hasil Analisis, 2021.

a. *Root Mean Squared Error (RMSE)*

$$\begin{aligned} \text{RMSE} &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (P_i - Q_i)^2}{N}} \\ &= \sqrt{\frac{247,237}{12}} \\ &= 4,539 \end{aligned}$$

b. *Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE)*

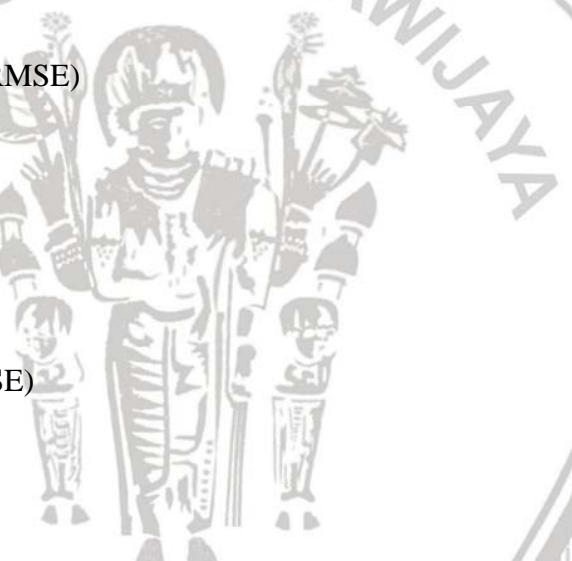
$$\begin{aligned} \text{NSE} &= 1 - \frac{\sum_{i=1}^N (P_i - Q_i)^2}{\sum_{i=1}^N (P_i - \bar{P})^2} \\ &= 1 - \frac{247,237}{932,667} \\ &= 0,734 \end{aligned}$$

c. *Uji Kesalahan Relatif (KR)*

$$\begin{aligned} \text{KR} &= \frac{\sum_{i=1}^N (P_i - Q_i)}{\sum_{i=1}^N P_i} \times 100\% \\ &= \frac{16,966}{236,000} \times 100\% \\ &= 0,071 \end{aligned}$$

d. *Koefisien Korelasi (R)*

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



$$= \frac{(12 \times 4985,839) - (219,034 \times 236,000)}{\sqrt{12 \times 5574,000} - (236,000)^2} \sqrt{12 \times 4644,915 - (219,034)^2}$$

$$= 0,873$$

Dari hasil perhitungan dan grafik diatas dapat dilihat jika menunjukkan hasil yang baik.

Hasil Uji RMSE yaitu 4,539 mendekati angka 0. Nilai NSE termasuk dalam kriteria “Memuaskan” yaitu 0,734. Kesalahan relatif (KR) menunjukkan angka 0,041, dan nilai Koefisien korelasi (R) mendekati angka 1,0 dengan nilai 0,873. Sehingga dalam tahap ini sudah mendapatkan angka yang baik.

Untuk Rekapitulasi tahun selanjutnya bisa dilihat ditabel berikut:

Tabel 4.69 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Komponen Uji Kalibrasi Data Debit NRECA tahun 2010 - 2018

Periode	RMSE	NSE		KR	R	
		Nilai	Interpretasi		Nilai	Interpretasi
2010	4.539	0.7349	Baik	0.072	0.873	Sangat Kuat
2011	3.181	0.8261	Sangat Baik	0.105	0.925	Sangat Kuat
2012	4.431	0.7062	Baik	0.015	0.872	Sangat Kuat
2013	3.363	0.7423	Baik	0.021	0.864	Sangat Kuat
Bulanan	2014	3.990	0.6721	Baik	0.060	0.898
	2015	3.051	0.7287	Baik	0.046	0.904
	2016	5.721	0.6229	Memuaskan	0.064	0.826
	2017	5.501	0.7454	Memuaskan	0.176	0.939
	2018	3.111	0.6692	Memuaskan	0.023	0.851
						Sangat Kuat

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

4.6. Analisis Validasi Data (Debit)

Validasi (*validation*) adalah proses evaluasi terhadap model untuk mendapatkan gambaran tentang tingkat ketidakpastian yang dimiliki oleh suatu model dalam memprediksi proses hidrologi. Dalam studi ini, proses validasi digunakan untuk memberi perbandingan antara data debit AWLR dengan data debit model NRECA.

Koreksi data debit model NRECA dalam studi ini dilakukan dengan beberapa tahap tambahan, antara lain tahap kalibrasi dengan data yang kemudian dilakukan uji validasi dengan data debit AWLR. Uji kalibrasi merupakan proses optimalisasi nilai parameter untuk meningkatkan koherensi antara respon hidrologi, dimana dalam studi ini dilakukan untuk memperoleh persamaan yang sesuai untuk koreksi data debit model NRECA.

Validasi data diperoleh berdasarkan periode bulanan. Pada periode bulanan ini data yang digunakan merupakan data dengan nilai debit (data yang terdapat nilai debit dengan besaran “no1”, maka data tersebut tidak digunakan atau dihilangkan) pada data debit AWLR

dan data debit model NRECA. Metode validasi yang digunakan adalah *Root Squared Error* (RMSE), Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE), Koefisien Korelasi, dan Uji Kesalahan Relatif.

Kalibrasi yang akan dilakukan dengan membagi data dari 9 data tahun periode bulanan menjadi 2 kelompok, yaitu dengan perbandingan kelompok data 5:4, 6:3, 7:2, dan 8:1.

Pengertian dari perbandingan tersebut adalah dimisalkan 8 tahun data kalibrasi sedangkan 1 tahun data digunakan untuk validasi. Sama juga untuk perbandingan 5:4, 6:3, dan 7:2.

Rentang data yang digunakan pada tahap kalibrasi dan validasi adalah sebagai berikut:

1. 5 tahun kalibrasi (2010-2014), 4 tahun validasi (2015-2018)
 2. 6 tahun kalibrasi (2010-2015), 3 tahun validasi (2016-2018)
 3. 7 tahun kalibrasi (2010-2016), 2 tahun validasi (2017-2018)
 4. 8 tahun kalibrasi (2010-2017), 1 tahun validasi (2018)

4.6.1. Analisis Kalibrasi Data

4.6.1.1 Analisis Kalibrasi Data 8 Tahun

Adapun langkah dan contoh perhitungan analisis Kalibrasi panjang data 8 tahun dengan periode bulanan sebagai contoh, yakni sebagai berikut:

1. Menghitung komponen perhitungan yang digunakan pada persamaan Kalibrasi.

Tabel 4. 70 Perhitungan Komponen untuk Uji Kalibrasi dengan Panjang Data 8 Tahun Periode Bulanan

No.	AWLR	Model	P-Q	(P-Q) ²	(P-P*)	(P-P*) ²	(P) ²	(Q) ²	PQ
1	30.000	22.571	7.429	55.184	18.760	351.953	900.000	509.468	677.142
2	35.000	29.607	5.393	29.081	23.760	564.557	1225.000	876.591	1036.255
3	25.000	27.707	-2.707	7.329	13.760	189.349	625.000	767.694	692.682
4	30.000	29.177	0.823	0.677	18.760	351.953	900.000	851.296	875.309
5	25.000	15.790	9.210	84.826	13.760	189.349	625.000	249.320	394.747
6	10.000	16.613	-6.613	43.735	-1.240	1.537	100.000	275.999	166.132
7	11.000	8.079	2.921	8.535	-0.240	0.057	121.000	65.263	88.864
8	8.000	8.594	-0.594	0.352	-3.240	10.495	64.000	73.850	68.749
9	15.000	16.540	-1.540	2.370	3.760	14.141	225.000	273.556	248.093
10	10.000	10.957	-0.957	0.916	-1.240	1.537	100.000	120.061	109.572
11	17.000	13.232	3.768	14.201	5.760	33.182	289.000	175.074	224.936
12	20.000	20.168	-0.168	0.028	8.760	76.745	400.000	406.742	403.357
13	8.000	16.851	-8.851	78.334	-3.240	10.495	64.000	283.945	134.805
14	12.000	8.760	3.240	10.500	0.760	0.578	144.000	76.731	105.116
15	22.000	16.471	5.529	30.568	10.760	115.787	484.000	271.300	362.366
16	13.000	16.764	-3.764	14.170	1.760	3.099	169.000	281.041	217.936
17	17.000	22.517	-5.517	30.436	5.760	33.182	289.000	507.010	382.787
18	4.000	4.208	-0.208	0.043	-7.240	52.412	16.000	17.707	16.832
19	3.000	3.787	-0.787	0.620	-8.240	67.891	9.000	14.342	11.361
20	2.000	3.408	-1.408	1.984	-9.240	85.370	4.000	11.617	6.817
21	2.000	3.068	-1.068	1.140	-9.240	85.370	4.000	9.410	6.135
22	2.000	2.761	-0.761	0.579	-9.240	85.370	4.000	7.622	5.522
23	24.000	16.601	7.399	54.742	12.760	162.828	576.000	275.601	398.430

Lanjutan Tabel 4.70 Perhitungan Komponen untuk Uji Kalibrasi dengan Panjang Data 8 Tahun Periode Bulanan

No.	AWLR	Model	P-Q	(P-Q) ²	(P-P*)	(P-P*) ²	(P) ²	(Q) ²	PQ
24	14.000	15.582	-1.582	2.501	2.760	7.620	196.000	242.784	218.142
25	16.000	10.457	5.543	30.728	4.760	22.662	256.000	109.342	167.307
26	24.000	12.961	11.039	121.863	12.760	162.828	576.000	167.983	311.060
27	17.000	12.332	4.668	21.794	5.760	33.182	289.000	152.069	209.638
28	4.000	8.489	-4.489	20.149	-7.240	52.412	16.000	72.059	33.955
29	3.000	6.791	-3.791	14.372	-8.240	67.891	9.000	46.118	20.373
30	2.000	5.433	-3.433	11.784	-9.240	85.370	4.000	29.515	10.866
31	2.000	4.346	-2.346	5.505	-9.240	85.370	4.000	18.890	8.692
32	2.000	3.477	-1.477	2.181	-9.240	85.370	4.000	12.089	6.954
33	2.000	2.782	-0.782	0.611	-9.240	85.370	4.000	7.737	5.563
34	2.000	2.225	-0.225	0.051	-9.240	85.370	4.000	4.952	4.451
35	2.000	4.450	-2.450	6.001	-9.240	85.370	4.000	19.799	8.899
36	20.000	20.786	-0.786	0.618	8.760	76.745	400.000	432.056	415.719
37	14.000	15.456	-1.456	2.121	2.760	7.620	196.000	238.901	216.390
38	17.000	18.498	-1.498	2.245	5.760	33.182	289.000	342.188	314.472
39	14.000	16.369	-2.369	5.613	2.760	7.620	196.000	267.950	229.168
40	16.000	16.418	-0.418	0.175	4.760	22.662	256.000	269.550	262.688
41	10.000	10.101	-0.101	0.010	-1.240	1.537	100.000	102.035	101.012
42	15.000	15.223	-0.223	0.050	3.760	14.141	225.000	231.751	228.351
43	13.000	5.203	7.797	60.787	1.760	3.099	169.000	27.075	67.644
44	7.000	3.917	3.083	9.505	-4.240	17.974	49.000	15.343	27.419
45	2.000	3.134	-1.134	1.285	-9.240	85.370	4.000	9.819	6.267
46	2.000	2.507	-0.507	0.257	-9.240	85.370	4.000	6.284	5.014
47	2.000	7.326	-5.326	28.370	-9.240	85.370	4.000	53.676	14.653

Lanjutan Tabel 4.70 Perhitungan Komponen untuk Uji Kalibrasi dengan Panjang Data 8 Tahun Periode Bulanan

No.	AWLR	Model	P-Q	(P-Q) ²	(P-P*)	(P-P*) ²	(P) ²	(Q) ²	PQ
48	24.000	18.967	5.033	25.327	12.760	162.828	576.000	359.763	455.218
49	9.000	12.093	-3.093	9.566	-2.240	5.016	81.000	146.239	108.836
50	5.000	6.034	-1.034	1.069	-6.240	38.932	25.000	36.408	30.170
51	7.000	5.842	1.158	1.341	-4.240	17.974	49.000	34.127	40.893
52	10.000	7.849	2.151	4.626	-1.240	1.537	100.000	61.611	78.493
53	6.000	6.962	-0.962	0.925	-5.240	27.453	36.000	48.467	41.771
54	4.000	5.069	-1.069	1.143	-7.240	52.412	16.000	25.698	20.277
55	3.000	4.055	-1.055	1.114	-8.240	67.891	9.000	16.447	12.166
56	2.000	3.244	-1.244	1.548	-9.240	85.370	4.000	10.526	6.489
57	2.000	2.596	-0.596	0.355	-9.240	85.370	4.000	6.737	5.191
58	2.000	2.076	-0.076	0.006	-9.240	85.370	4.000	4.311	4.153
59	2.000	4.218	-2.218	4.919	-9.240	85.370	4.000	17.790	8.436
60	28.000	15.176	12.824	164.466	16.760	280.912	784.000	230.298	424.916
61	10.000	14.256	-4.256	18.115	-1.240	1.537	100.000	203.239	142.562
62	13.000	11.387	1.613	2.602	-1.760	3.099	169.000	129.661	148.030
63	13.000	17.699	-4.699	22.076	-1.760	3.099	169.000	313.239	230.081
64	20.000	24.291	-4.291	18.414	8.760	76.745	400.000	590.063	485.824
65	10.000	5.996	4.004	16.028	-1.240	1.537	100.000	35.957	59.964
66	4.000	2.399	1.601	2.565	-7.240	52.412	16.000	5.753	9.594
67	3.000	2.159	0.841	0.708	-8.240	67.891	9.000	4.660	6.476
68	2.000	1.943	0.057	0.003	-9.240	85.370	4.000	3.775	3.886
69	2.000	1.749	0.251	0.063	-9.240	85.370	4.000	3.057	3.497
70	2.000	4.721	-2.721	7.405	-9.240	85.370	4.000	22.289	9.442

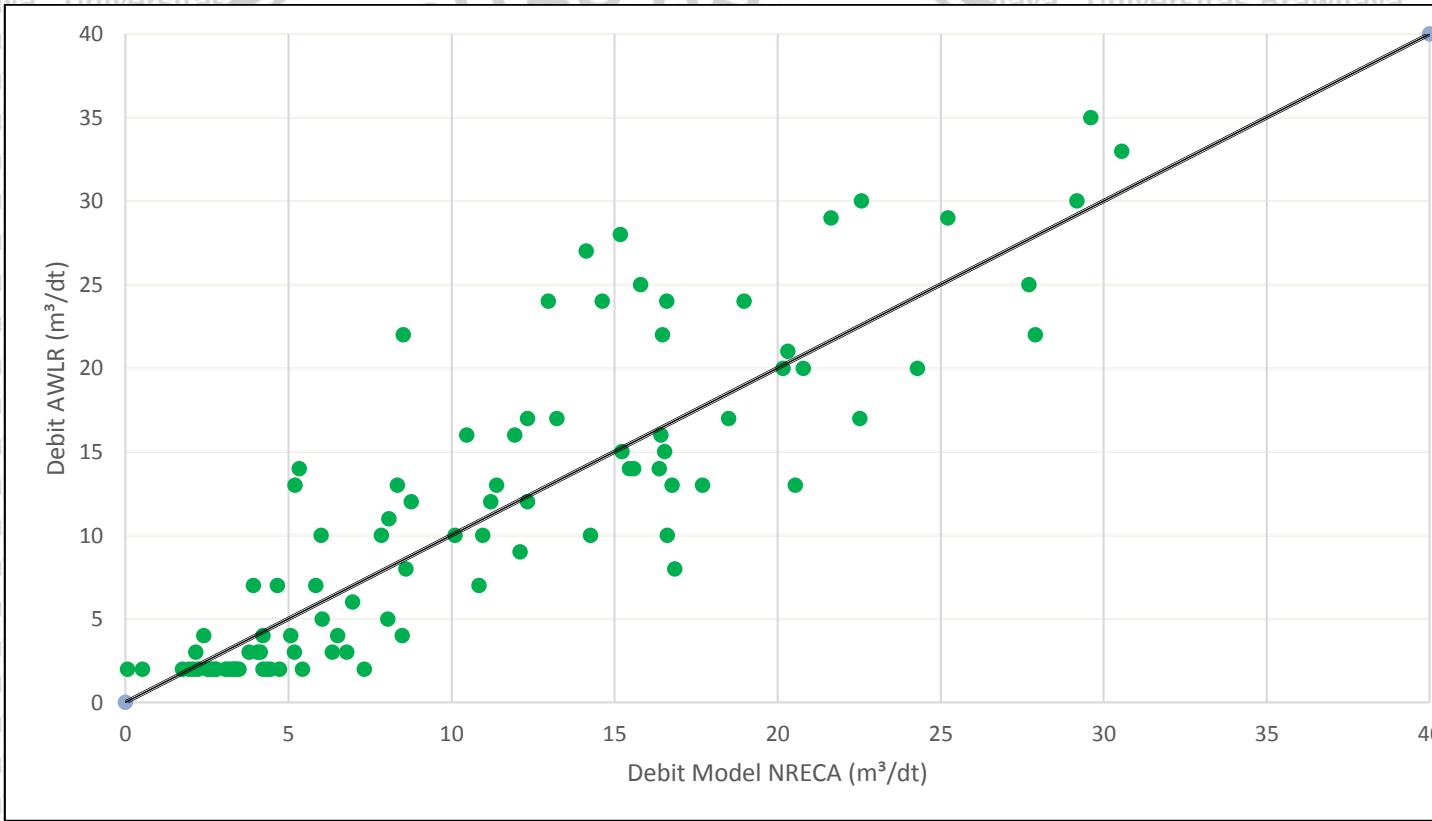
Lanjutan Tabel 4.70 Perhitungan Komponen untuk Uji Kalibrasi dengan Panjang Data 8 Tahun Periode Bulanan

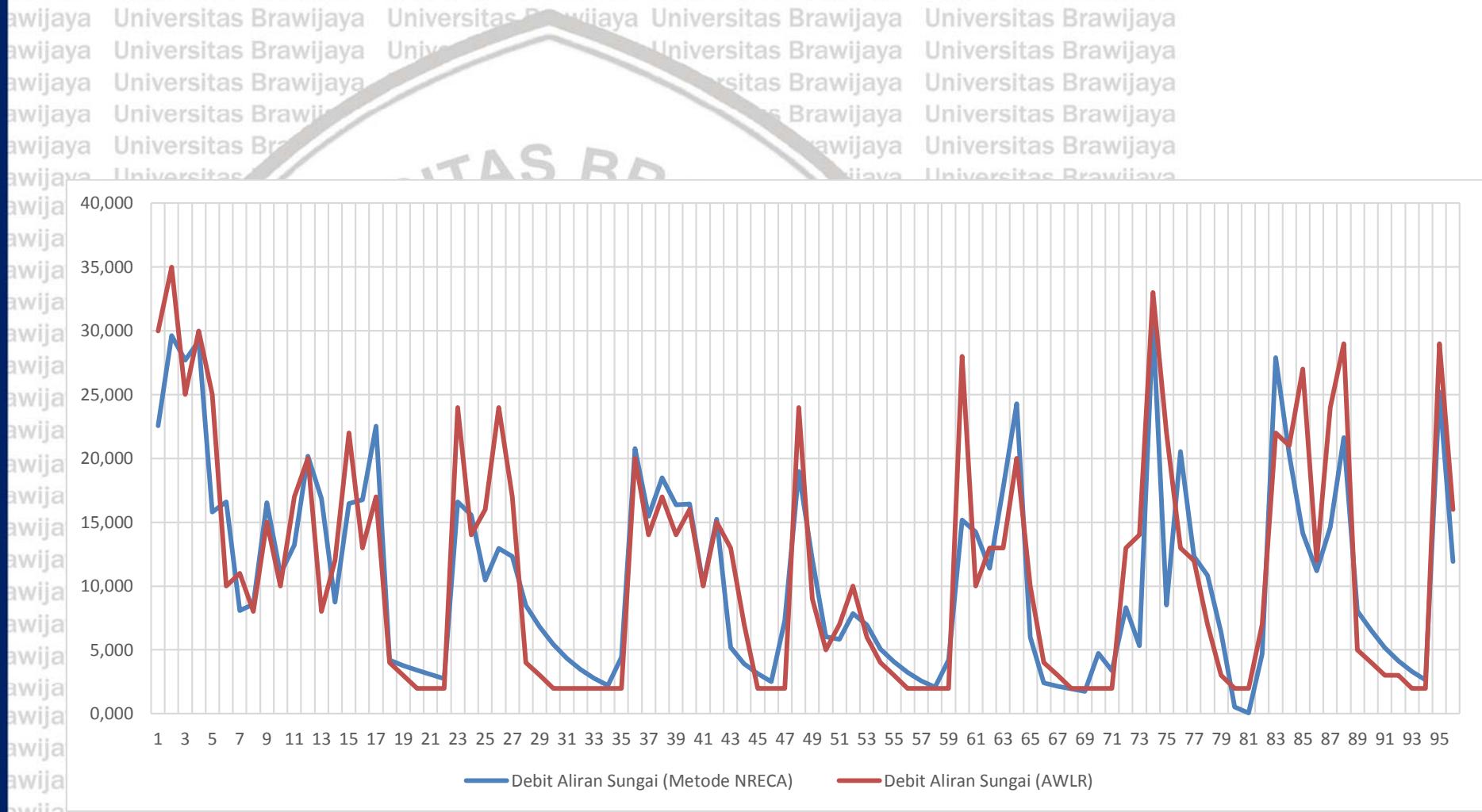
No.	AWLR	Model	P-Q	(P-Q) ²	(P-P*)	(P-P*) ²	(P) ²	(Q) ²	PQ
71	2.000	3.36973	-1.36973	1.876152	-9.23958	85.3699	4	11.35506	6.739454
72	13.000	8.330	4.670	21.813	1.760	3.099	169.000	69.382	108.285
73	14.000	5.326	8.674	75.238	2.760	7.620	196.000	28.366	74.564
74	33.000	30.547	2.453	6.017	21.760	473.516	1089.000	933.119	1008.051
75	22.000	8.521	13.479	181.674	10.760	115.787	484.000	72.613	187.470
76	13.000	20.546	-7.546	56.940	1.760	3.099	169.000	422.132	267.096
77	12.000	12.323	-0.323	0.104	0.760	0.578	144.000	151.850	147.873
78	7.000	10.837	-3.837	14.725	-4.240	17.974	49.000	117.447	75.861
79	3.000	6.346	-3.346	11.192	-8.240	67.891	9.000	40.265	19.037
80	2.000	0.516	1.484	2.204	-9.240	85.370	4.000	0.266	1.031
81	2.000	0.052	1.948	3.796	-9.240	85.370	4.000	0.003	0.103
82	7.000	4.663	2.337	5.461	-4.240	17.974	49.000	21.744	32.641
83	22.000	27.911	-5.911	34.939	10.760	115.787	484.000	779.021	614.041
84	21.000	20.307	0.693	0.480	9.760	95.266	441.000	412.392	426.456
85	27.000	14.129	12.871	165.654	15.760	248.391	729.000	199.638	381.492
86	12.000	11.197	0.803	0.645	0.760	0.578	144.000	125.377	134.366
87	24.000	14.619	9.381	88.001	12.760	162.828	576.000	213.719	350.859
88	29.000	21.635	7.365	54.245	17.760	315.432	841.000	468.068	627.412
89	5.000	8.050	-3.050	9.302	-6.240	38.932	25.000	64.800	40.249
90	4.000	6.508	-2.508	6.292	-7.240	52.412	16.000	42.360	26.034
91	3.000	5.176	-2.176	4.736	-8.240	67.891	9.000	26.794	15.529
92	3.000	4.141	-1.141	1.302	-8.240	67.891	9.000	17.148	12.423

Lanjutan Tabel 4.70 Perhitungan Komponen untuk Uji Kalibrasi dengan Panjang Data 8 Tahun Periode Bulanan

No.	AWLR	Model	P-Q	(P-Q) ²	(P-P*)	(P-P*) ²	(P) ²	(Q) ²	PQ
93	2.000	3.313	-1.313	1.723	-9.240	85.370	4.000	10.975	6.626
94	2.000	2.650	-0.650	0.423	-9.240	85.370	4.000	7.024	5.301
95	29.000	25.217	3.783	14.311	17.760	315.432	841.000	635.899	731.294
96	16.000	11.940	4.060	16.487	4.760	22.662	256.000	142.552	191.033
Jumlah	1079.000	1027.443	51.557	1902.893	0.000	7883.490	20011.000	16605.633	17356.870
Rerata	11.240	10.703	0.537	19.822	0.000	82.120	208.448	172.975	180.801

Sumber: Hasil Analisis, 2021





Gambar 4. 31 Grafik Perbandingan Debit AWLR dan Debit Model NRECA Bulanan (8 Tahun) 2010 - 2017

Sumber Hasil Analisis, 2021.

2. Setelah menghitung, maka dilanjutkan dengan perhitungan nilai Kalibrasi menggunakan empat metode, diantaranya:

a. *Root Mean Squared Error (RMSE)*

$$\begin{aligned} \text{RMSE} &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (P_i - Q_i)^2}{N}} \\ &= \sqrt{\frac{1902,893}{96}} \\ &= 4,452 \end{aligned}$$

b. *Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE)*

$$\begin{aligned} \text{NSE} &= 1 - \frac{\sum_{i=1}^N (P_i - Q_i)^2}{\sum_{i=1}^N (P_i - \bar{P})^2} \\ &= 1 - \frac{1902,893}{7883,490} \end{aligned}$$

$$= 0,758$$

c. Uji Kesalahan Relatif (KR)

$$\begin{aligned} \text{KR} &= \frac{\sum_{i=1}^N (P_i - Q_i)}{\sum_{i=1}^N P_i} \times 100\% \\ &= \frac{51,557}{1079,000} \times 100\% \\ &= 0,0478 \end{aligned}$$

d. Koefisien Korelasi (R)

$$\begin{aligned} \text{R} &= \frac{N (\sum_{i=1}^N P_i Q_i) - \sum_{i=1}^N P_i \times \sum_{i=1}^N Q_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^N P_i^2 - (\sum_{i=1}^N P_i)^2} \sqrt{\sum_{i=1}^N Q_i^2 - (\sum_{i=1}^N Q_i)^2}} \\ &= \frac{(96 \times 17356,870) - (1079,000 \times 1027,443)}{\sqrt{96 \times 20011,000 - (1079,000)^2} \sqrt{96 \times 16605,633 - (1027,443)^2}} \\ &= 0,8735 \end{aligned}$$

4.6.1.2 Analisis Kalibrasi Data 7 Tahun

Adapun langkah dan contoh perhitungan analisis Kalibrasi panjang data 7 tahun dengan periode bulanan sebagai contoh, yakni sebagai berikut:

1. Menghitung komponen perhitungan yang digunakan pada persamaan Kalibrasi.

Tabel 4. 71 Perhitungan Komponen untuk Uji Kalibrasi dengan Panjang Data 7 Tahun Periode Bulanan

No.	AWLR	Model	P-Q	(P-Q) ²	(P-P*)	(P-P*) ²	(P) ²	(Q) ²	PQ
1	30.00	22.5714	7.43	55.18	19.01	361.45	900.00	509.47	677.14
2	35.00	29.6073	5.39	29.08	24.01	576.57	1225.00	876.59	1036.25
3	25.00	27.7073	-2.71	7.33	14.01	196.33	625.00	767.69	692.68
4	30.00	29.177	0.82	0.68	19.01	361.45	900.00	851.30	875.31
5	25.00	15.7899	9.21	84.83	14.01	196.33	625.00	249.32	394.75
6	10.00	16.6132	-6.61	43.73	-0.99	0.98	100.00	276.00	166.13
7	11.00	8.07853	2.92	8.53	0.01	0.00	121.00	65.26	88.86
8	8.00	8.59358	-0.59	0.35	-2.99	8.93	64.00	73.85	68.75
9	15.00	16.5395	-1.54	2.37	4.01	16.10	225.00	273.56	248.09
10	10.00	10.9572	-0.96	0.92	-0.99	0.98	100.00	120.06	109.57
11	17.00	13.2315	3.77	14.20	6.01	36.14	289.00	175.07	224.94
12	20.00	20.1679	-0.17	0.03	9.01	81.21	400.00	406.74	403.36
13	8.00	16.8507	-8.85	78.33	-2.99	8.93	64.00	283.94	134.81
14	12.00	8.75964	3.24	10.50	1.01	1.02	144.00	76.73	105.12
15	22.00	16.4712	5.53	30.57	11.01	121.26	484.00	271.30	362.37
16	13.00	16.7643	-3.76	14.17	2.01	4.05	169.00	281.04	217.94
17	17.00	22.5169	-5.52	30.44	6.01	36.14	289.00	507.01	382.79
18	4.00	4.20794	-0.21	0.04	-6.99	48.83	16.00	17.71	16.83
19	3.00	3.78715	-0.79	0.62	-7.99	63.81	9.00	14.34	11.36
20	2.00	3.40843	-1.41	1.98	-8.99	80.79	4.00	11.62	6.82
21	2.00	3.06759	-1.07	1.14	-8.99	80.79	4.00	9.41	6.14
22	2.00	2.76083	-0.76	0.58	-8.99	80.79	4.00	7.62	5.52
23	24.00	16.6012	7.40	54.74	13.01	169.31	576.00	275.60	398.43

Lanjutan Tabel 4.71 Perhitungan Komponen untuk Uji Kalibrasi dengan Panjang Data 7 Tahun Periode Bulanan

No.	AWLR	Model	P-Q	(P-Q) ²	(P-P*)	(P-P*) ²	(P) ²	(Q) ²	PQ
24	14.000	15.582	-1.582	2.501	3.012	9.072	196.000	242.784	218.142
25	16.000	10.457	5.543	30.728	5.012	25.119	256.000	109.342	167.307
26	24.000	12.961	11.039	121.863	13.012	169.310	576.000	167.983	311.060
27	17.000	12.332	4.668	21.794	6.012	36.143	289.000	152.069	209.638
28	4.000	8.489	-4.489	20.149	-6.988	48.833	16.000	72.059	33.955
29	3.000	6.791	-3.791	14.372	-7.988	63.810	9.000	46.118	20.373
30	2.000	5.433	-3.433	11.784	-8.988	80.786	4.000	29.515	10.866
31	2.000	4.346	-2.346	5.505	-8.988	80.786	4.000	18.890	8.692
32	2.000	3.477	-1.477	2.181	-8.988	80.786	4.000	12.089	6.954
33	2.000	2.782	-0.782	0.611	-8.988	80.786	4.000	7.737	5.563
34	2.000	2.225	-0.225	0.051	-8.988	80.786	4.000	4.952	4.451
35	2.000	4.450	-2.450	6.001	-8.988	80.786	4.000	19.799	8.899
36	20.000	20.786	-0.786	0.618	9.012	81.214	400.000	432.056	415.719
37	14.000	15.456	-1.456	2.121	3.012	9.072	196.000	238.901	216.390
38	17.000	18.498	-1.498	2.245	6.012	36.143	289.000	342.188	314.472
39	14.000	16.369	-2.369	5.613	3.012	9.072	196.000	267.950	229.168
40	16.000	16.418	-0.418	0.175	5.012	25.119	256.000	269.550	262.688
41	10.000	10.101	-0.101	0.010	-0.988	0.976	100.000	102.035	101.012
42	15.000	15.223	-0.223	0.050	4.012	16.095	225.000	231.751	228.351
43	13.000	5.203	7.797	60.787	2.012	4.048	169.000	27.075	67.644
44	7.000	3.917	3.083	9.505	3.988	15.905	49.000	15.343	27.419
45	2.000	3.134	-1.134	1.285	-8.988	80.786	4.000	9.819	6.267
46	2.000	2.507	-0.507	0.257	-8.988	80.786	4.000	6.284	5.014
47	2.000	7.326	-5.326	28.370	-8.988	80.786	4.000	53.676	14.653

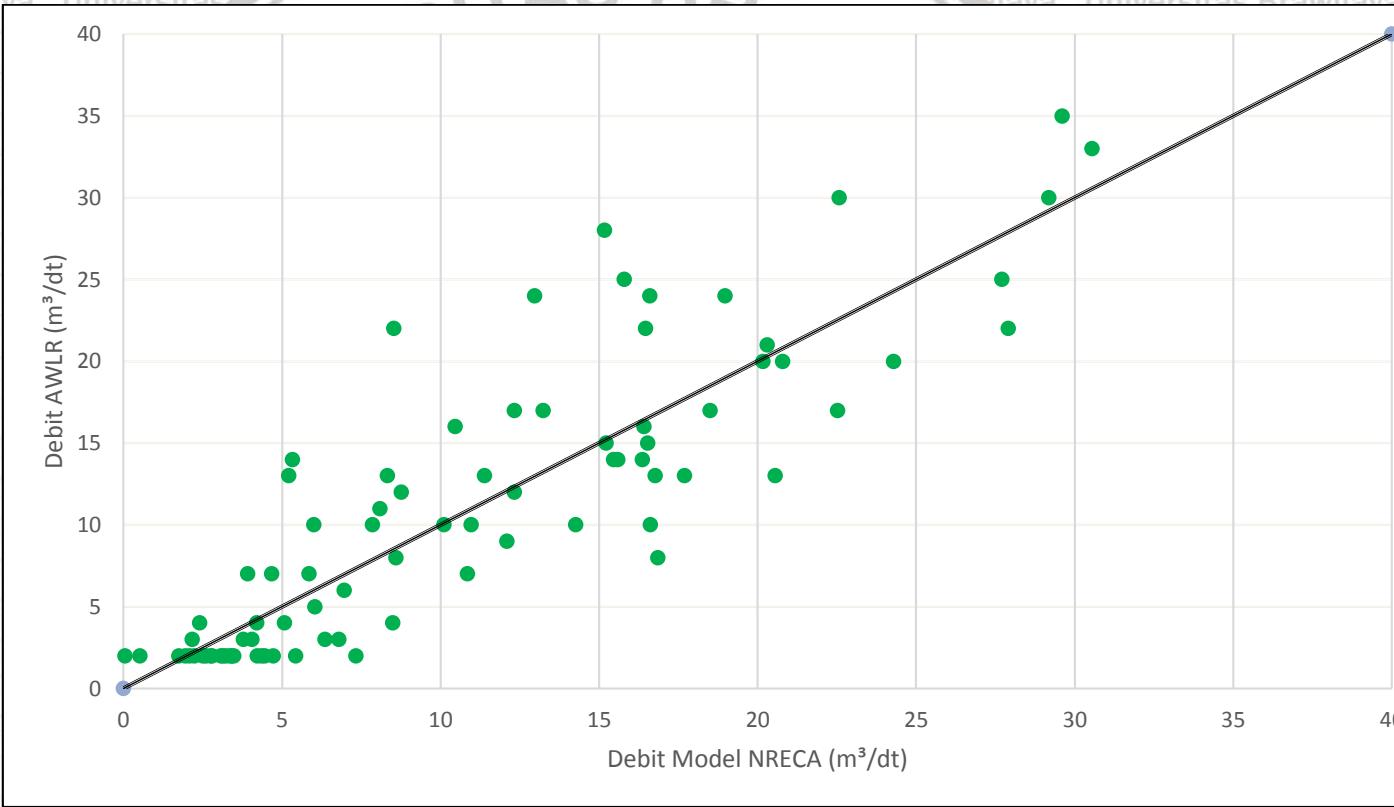
Lanjutan Tabel 4.71 Perhitungan Komponen untuk Uji Kalibrasi dengan Panjang Data 7 Tahun Periode Bulanan

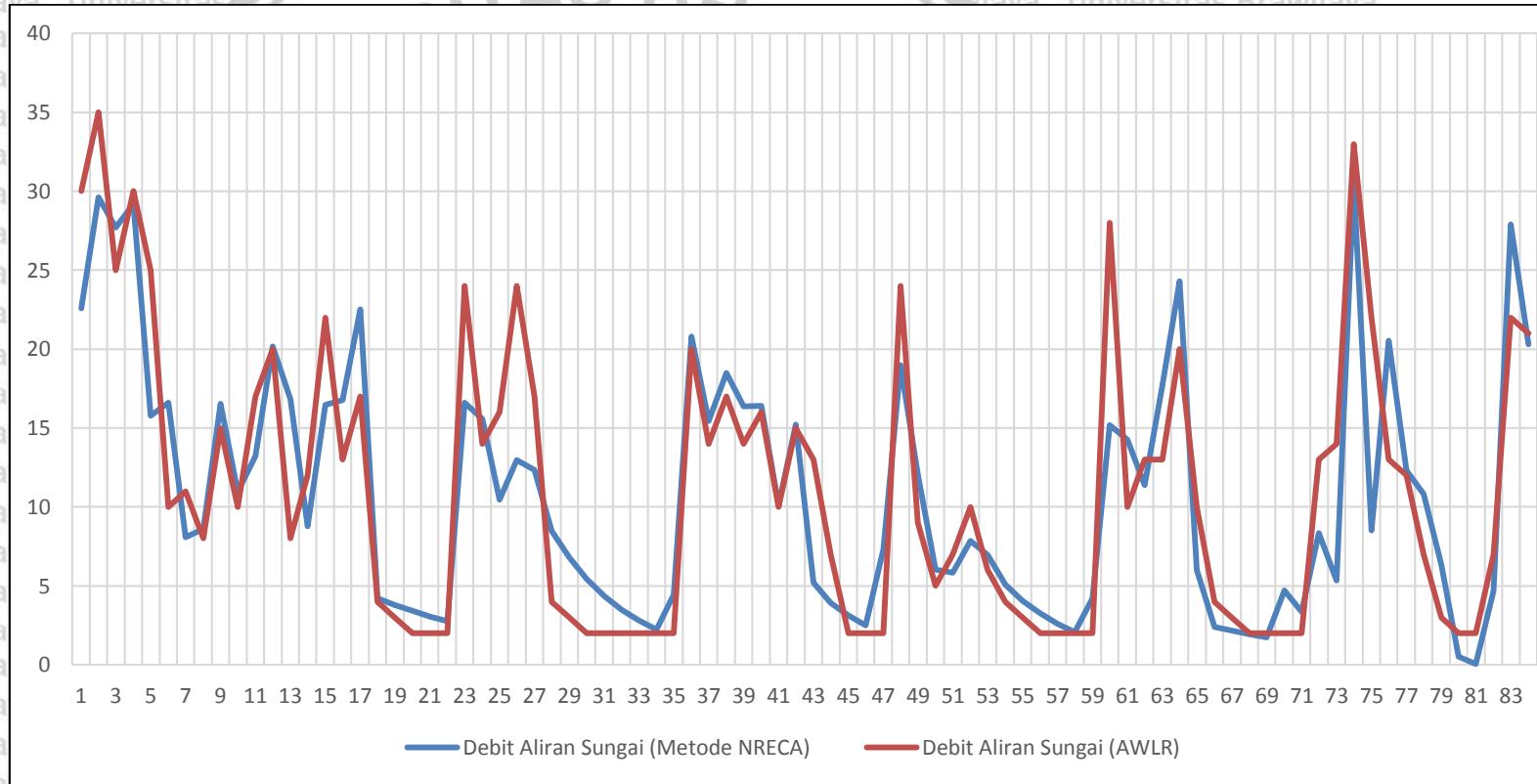
No.	AWLR	Model	P-Q	(P-Q) ²	(P-P*)	(P-P*) ²	(P) ²	(Q) ²	PQ
48	24.000	18.967	5.033	25.327	13.012	169.310	576.000	359.763	455.218
49	9.000	12.093	-3.093	9.566	-1.988	3.953	81.000	146.239	108.836
50	5.000	6.034	-1.034	1.069	-5.988	35.857	25.000	36.408	30.170
51	7.000	5.842	1.158	1.341	-3.988	15.905	49.000	34.127	40.893
52	10.000	7.849	2.151	4.626	-0.988	0.976	100.000	61.611	78.493
53	6.000	6.962	-0.962	0.925	-4.988	24.881	36.000	48.467	41.771
54	4.000	5.069	-1.069	1.143	-6.988	48.833	16.000	25.698	20.277
55	3.000	4.055	-1.055	1.114	-7.988	63.810	9.000	16.447	12.166
56	2.000	3.244	-1.244	1.548	-8.988	80.786	4.000	10.526	6.489
57	2.000	2.596	-0.596	0.355	-8.988	80.786	4.000	6.737	5.191
58	2.000	2.076	-0.076	0.006	-8.988	80.786	4.000	4.311	4.153
59	2.000	4.218	-2.218	4.919	-8.988	80.786	4.000	17.790	8.436
60	28.000	15.176	12.824	164.466	17.012	289.405	784.000	230.298	424.916
61	10.000	14.256	-4.256	18.115	-0.988	0.976	100.000	203.239	142.562
62	13.000	11.387	1.613	2.602	2.012	4.048	169.000	129.661	148.030
63	13.000	17.699	-4.699	22.076	2.012	4.048	169.000	313.239	230.081
64	20.000	24.291	-4.291	18.414	9.012	81.214	400.000	590.063	485.824
65	10.000	5.996	4.004	16.028	-0.988	0.976	100.000	35.957	59.964
66	4.000	2.399	1.601	2.565	-6.988	48.833	16.000	5.753	9.594
67	3.000	2.159	0.841	0.708	-7.988	63.810	9.000	4.660	6.476
68	2.000	1.943	0.057	0.003	-8.988	80.786	4.000	3.775	3.886
69	2.000	1.749	0.251	0.063	-8.988	80.786	4.000	3.057	3.497
70	2.000	4.721	-2.721	7.405	-8.988	80.786	4.000	22.289	9.442

Lanjutan Tabel 4.71 Perhitungan Komponen untuk Uji Kalibrasi dengan Panjang Data 7 Tahun Periode Bulanan

No.	AWLR	Model	P-Q	(P-Q) ²	(P-P*)	(P-P*) ²	(P) ²	(Q) ²	PQ
71	2.000	3.36972713	1.369727	1.8761524	8.988095	80.785856	4	11.3550609	6.739454251
72	13.000	8.330	4.670	21.813	2.012	4.048	169.000	69.382	108.285
73	14.000	5.326	8.674	75.238	3.012	9.072	196.000	28.366	74.564
74	33.000	30.547	2.453	6.017	22.012	484.524	1089.000	933.119	1008.051
75	22.000	8.521	13.479	181.674	11.012	121.262	484.000	72.613	187.470
76	13.000	20.546	-7.546	56.940	2.012	4.048	169.000	422.132	267.096
77	12.000	12.323	-0.323	0.104	1.012	1.024	144.000	151.850	147.873
78	7.000	10.837	-3.837	14.725	-3.988	15.905	49.000	117.447	75.861
79	3.000	6.346	-3.346	11.192	-7.988	63.810	9.000	40.265	19.037
80	2.000	0.516	1.484	2.204	-8.988	80.786	4.000	0.266	1.031
81	2.000	0.052	1.948	3.796	-8.988	80.786	4.000	0.003	0.103
82	7.000	4.663	2.337	5.461	-3.988	15.905	49.000	21.744	32.641
83	22.000	27.911	-5.911	34.939	11.012	121.262	484.000	779.021	614.041
84	21.000	20.307	0.693	0.480	10.012	100.238	441.000	412.392	426.456
Jumlah	923.000	898.867	24.133	1539.772	0.000	6414.988	16557.000	14651.280	14834.254
Rerata	10.988	10.701	0.287	18.331	0.000	76.369	197.107	174.420	176.598

Sumber: Hasil Analisis, 2021





Gambar 4. 33 Grafik Perbandingan Debit AWLR dan Debit Model NRECA Bulanan (7 Tahun) 2010 - 2016
Sumber Hasil Analisis, 2021.

1 Setelah menghitung, maka dilanjutkan dengan perhitungan nilai menggunakan empat metode, diantaranya:

a. *Root Mean Squared Error* (RMSE)

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (P_i - Q_i)^2}{N}}$$

$$= \sqrt{\frac{923,000}{84}}$$

$$= 4,281$$

b. *Nash-Sutcliffe Efficiency* (NSE)

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

$$= 1 - \frac{1539,772}{6414,988}$$

$$= 0,7600$$

c. Uji Kesalahan Relatif (KR)

$$\text{KR} = \frac{\sum_{i=1}^N (P_i - Q_i)}{\sum_{i=1}^N P_i} \times 100\%$$

$$= \frac{24,133}{923,000} \times 100\%$$

$$= 0,026$$

d. Koefisien Korelasi (R)

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

$$= \frac{(84 \times 14834,254) - (923,000 \times 898,867)}{\sqrt{84 \times 16557,000 - (923,000)^2} \sqrt{84 \times 14651,280 - (898,867)^2}}$$

$$= 0,872$$

4.6.1.3 Analisis Kalibrasi Data 6 Tahun

Adapun langkah dan contoh perhitungan analisis Kalibrasi panjang data 6 tahun dengan periode bulanan sebagai contoh, yakni sebagai berikut:

1. Menghitung komponen perhitungan yang digunakan pada persamaan Kalibrasi.

Universitas Brawijaya

Unive¹⁶⁹as Brawijaya

Universitas Brawijaya

Universitas Brawijaya

Kalibrasi

Universitas Brawijaya

Tabel 4. 72 Perhitungan Komponen untuk Uji Kalibrasi dengan Panjang Data 6 Tahun Periode Bulanan

No.	AWLR	Model	P-Q	(P-Q) ²	(P-P*)	(P-P*) ²	(P) ²	(Q) ²	PQ
1	30.00	22.5714	7.43	55.18	19.01	361.45	900.00	509.47	677.14
2	35.00	29.6073	5.39	29.08	24.01	576.57	1225.00	876.59	1036.25
3	25.00	27.7073	-2.71	7.33	14.01	196.33	625.00	767.69	692.68
4	30.00	29.177	0.82	0.68	19.01	361.45	900.00	851.30	875.31
5	25.00	15.7899	9.21	84.83	14.01	196.33	625.00	249.32	394.75
6	10.00	16.6132	-6.61	43.73	-0.99	0.98	100.00	276.00	166.13
7	11.00	8.07853	2.92	8.53	0.01	0.00	121.00	65.26	88.86
8	8.00	8.59358	-0.59	0.35	-2.99	8.93	64.00	73.85	68.75
9	15.00	16.5395	-1.54	2.37	4.01	16.10	225.00	273.56	248.09
10	10.00	10.9572	-0.96	0.92	-0.99	0.98	100.00	120.06	109.57
11	17.00	13.2315	3.77	14.20	6.01	36.14	289.00	175.07	224.94
12	20.00	20.1679	-0.17	0.03	9.01	81.21	400.00	406.74	403.36
13	8.00	16.8507	-8.85	78.33	-2.99	8.93	64.00	283.94	134.81
14	12.00	8.75964	3.24	10.50	1.01	1.02	144.00	76.73	105.12
15	22.00	16.4712	5.53	30.57	11.01	121.26	484.00	271.30	362.37
16	13.00	16.7643	-3.76	14.17	2.01	4.05	169.00	281.04	217.94
17	17.00	22.5169	-5.52	30.44	6.01	36.14	289.00	507.01	382.79
18	4.00	4.20794	-0.21	0.04	-6.99	48.83	16.00	17.71	16.83
19	3.00	3.78715	-0.79	0.62	-7.99	63.81	9.00	14.34	11.36
20	2.00	3.40843	-1.41	1.98	-8.99	80.79	4.00	11.62	6.82
21	2.00	3.06759	-1.07	1.14	-8.99	80.79	4.00	9.41	6.14
22	2.00	2.76083	-0.76	0.58	-8.99	80.79	4.00	7.62	5.52
23	24.00	16.6012	7.40	54.74	13.01	169.31	576.00	275.60	398.43

Lanjutan Tabel 4.72 Perhitungan Komponen untuk Uji Kalibrasi dengan Panjang Data 6 Tahun Periode Bulanan

No.	AWLR	Model	P-Q	(P-Q) ²	(P-P*)	(P-P*) ²	(P) ²	(Q) ²	PQ
24	14.000	15.582	-1.582	2.501	3.012	9.072	196.000	242.784	218.142
25	16.000	10.457	5.543	30.728	5.012	25.119	256.000	109.342	167.307
26	24.000	12.961	11.039	121.863	13.012	169.310	576.000	167.983	311.060
27	17.000	12.332	4.668	21.794	6.012	36.143	289.000	152.069	209.638
28	4.000	8.489	-4.489	20.149	-6.988	48.833	16.000	72.059	33.955
29	3.000	6.791	-3.791	14.372	-7.988	63.810	9.000	46.118	20.373
30	2.000	5.433	-3.433	11.784	-8.988	80.786	4.000	29.515	10.866
31	2.000	4.346	-2.346	5.505	-8.988	80.786	4.000	18.890	8.692
32	2.000	3.477	-1.477	2.181	-8.988	80.786	4.000	12.089	6.954
33	2.000	2.782	-0.782	0.611	-8.988	80.786	4.000	7.737	5.563
34	2.000	2.225	-0.225	0.051	-8.988	80.786	4.000	4.952	4.451
35	2.000	4.450	-2.450	6.001	-8.988	80.786	4.000	19.799	8.899
36	20.000	20.786	-0.786	0.618	9.012	81.214	400.000	432.056	415.719
37	14.000	15.456	-1.456	2.121	3.012	9.072	196.000	238.901	216.390
38	17.000	18.498	-1.498	2.245	6.012	36.143	289.000	342.188	314.472
39	14.000	16.369	-2.369	5.613	3.012	9.072	196.000	267.950	229.168
40	16.000	16.418	-0.418	0.175	5.012	25.119	256.000	269.550	262.688
41	10.000	10.101	-0.101	0.010	-0.988	0.976	100.000	102.035	101.012
42	15.000	15.223	-0.223	0.050	4.012	16.095	225.000	231.751	228.351
43	13.000	5.203	7.797	60.787	2.012	4.048	169.000	27.075	67.644
44	7.000	3.917	3.083	9.505	3.988	15.905	49.000	15.343	27.419
45	2.000	3.134	-1.134	1.285	-8.988	80.786	4.000	9.819	6.267
46	2.000	2.507	-0.507	0.257	-8.988	80.786	4.000	6.284	5.014
47	2.000	7.326	-5.326	28.370	-8.988	80.786	4.000	53.676	14.653

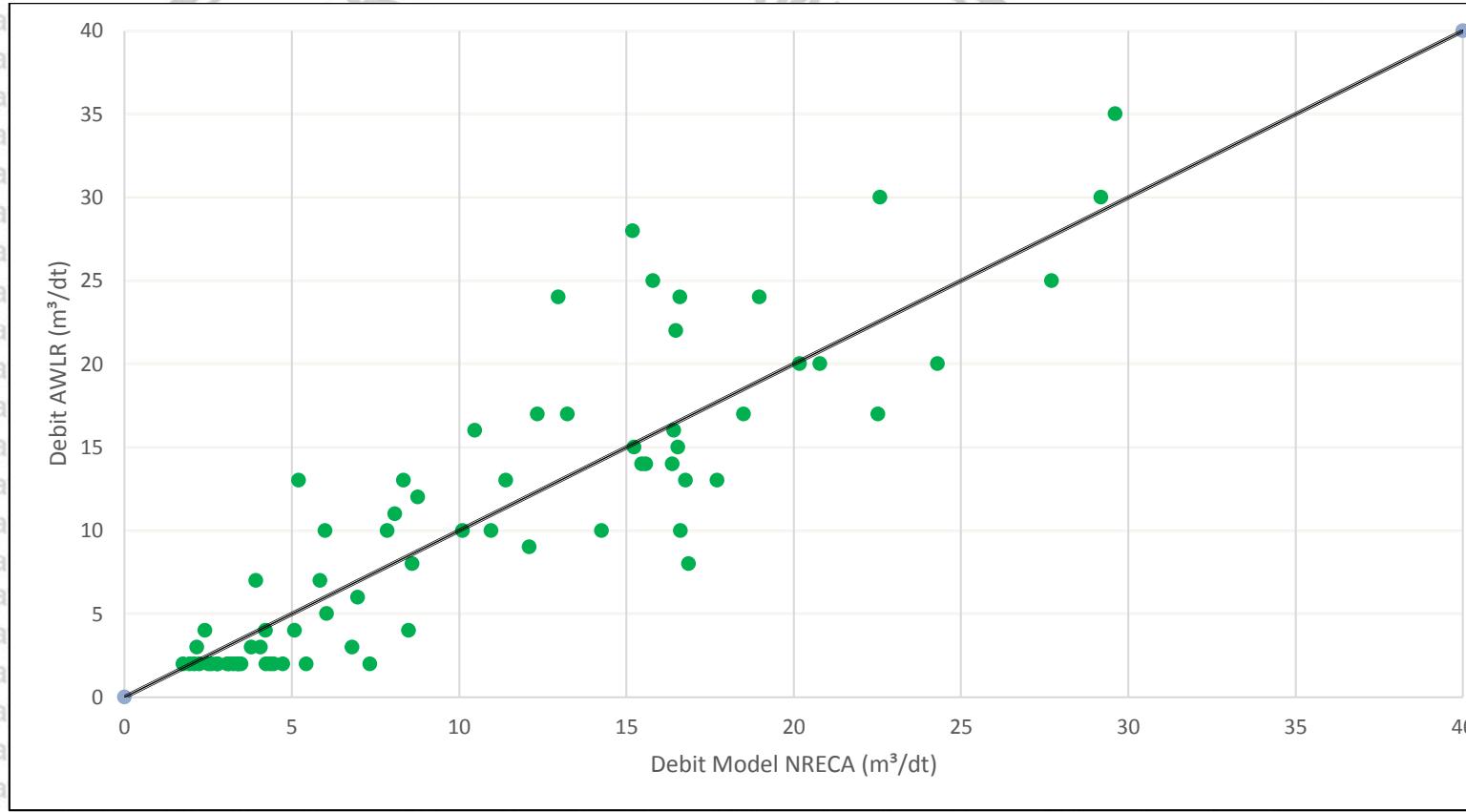
Lanjutan Tabel 4.72 Perhitungan Komponen untuk Uji Kalibrasi dengan Panjang Data 6 Tahun Periode Bulanan

No.	AWLR	Model	P-Q	(P-Q) ²	(P-P*)	(P-P*) ²	(P) ²	(Q) ²	PQ
48	24.000	18.967	5.033	25.327	13.012	169.310	576.000	359.763	455.218
49	9.000	12.093	-3.093	9.566	-1.988	3.953	81.000	146.239	108.836
50	5.000	6.034	-1.034	1.069	-5.988	35.857	25.000	36.408	30.170
51	7.000	5.842	1.158	1.341	-3.988	15.905	49.000	34.127	40.893
52	10.000	7.849	2.151	4.626	-0.988	0.976	100.000	61.611	78.493
53	6.000	6.962	-0.962	0.925	-4.988	24.881	36.000	48.467	41.771
54	4.000	5.069	-1.069	1.143	-6.988	48.833	16.000	25.698	20.277
55	3.000	4.055	-1.055	1.114	-7.988	63.810	9.000	16.447	12.166
56	2.000	3.244	-1.244	1.548	-8.988	80.786	4.000	10.526	6.489
57	2.000	2.596	-0.596	0.355	-8.988	80.786	4.000	6.737	5.191
58	2.000	2.076	-0.076	0.006	-8.988	80.786	4.000	4.311	4.153
59	2.000	4.218	-2.218	4.919	-8.988	80.786	4.000	17.790	8.436
60	28.000	15.176	12.824	164.466	17.012	289.405	784.000	230.298	424.916
61	10.000	14.256	-4.256	18.115	-0.988	0.976	100.000	203.239	142.562
62	13.000	11.387	1.613	2.602	2.012	4.048	169.000	129.661	148.030
63	13.000	17.699	-4.699	22.076	2.012	4.048	169.000	313.239	230.081
64	20.000	24.291	-4.291	18.414	9.012	81.214	400.000	590.063	485.824
65	10.000	5.996	4.004	16.028	-0.988	0.976	100.000	35.957	59.964
66	4.000	2.399	1.601	2.565	-6.988	48.833	16.000	5.753	9.594
67	3.000	2.159	0.841	0.708	-7.988	63.810	9.000	4.660	6.476
68	2.000	1.943	0.057	0.003	-8.988	80.786	4.000	3.775	3.886
69	2.000	1.749	0.251	0.063	-8.988	80.786	4.000	3.057	3.497
70	2.000	4.721	-2.721	7.405	-8.988	80.786	4.000	22.289	9.442

Lanjutan Tabel 4.72 Perhitungan Komponen untuk Uji Kalibrasi dengan Panjang Data 6 Tahun Periode Bulanan

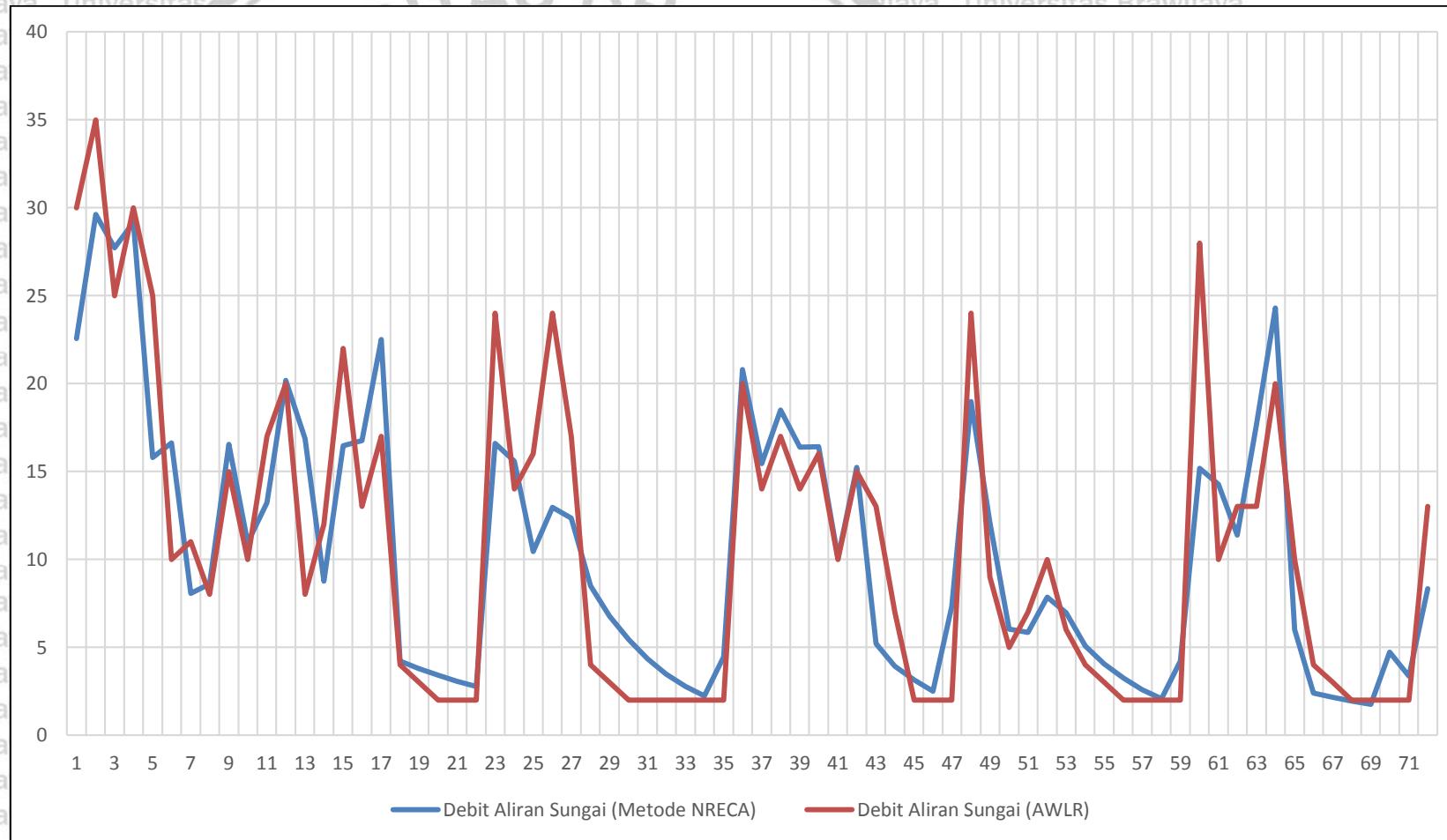
No.	AWLR	Model	P-Q	(P-Q) ²	(P-P*)	(P-P*) ²	(P) ²	(Q) ²	PQ
71	2.000	3.370	-1.370	1.876	-8.625	74.391	4.000	11.355	6.739
72	13.000	8.330	4.670	21.813	2.375	5.641	169.000	69.382	108.285
Jumlah	765.000	750.973	14.027	1147.001	0.000	5306.875	13435.000	11672.061	11980.030
Rerata	10.625	10.430	0.195	15.931	0.000	73.707	186.597	162.112	166.389

Sumber: Hasil Analisis, 2021



Gambar 4. 34 Scatter Plot Perbandingan Debit AWLR dan Debit Model NRECA Bulanan (6 Tahun) 2010 - 2015

Sumber Hasil Analisis, 2021.



Gambar 4. 35 Grafik Perbandingan Debit AWLR dan Debit Model NRECA Bulanan (6 Tahun) 2010 - 2015

Sumber Hasil Analisis, 2021.

Setelah menghitung, maka dilanjutkan dengan perhitungan nilai Kalibrasi menggunakan empat metode, diantaranya:

a. *Root Mean Squared Error (RMSE)*

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (P_i - Q_i)^2}{N}}$$

$$= \sqrt{\frac{765,000}{72}}$$

$$= 3,991$$

b. *Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE)*

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

$$= 1 - \frac{1147,001}{5306,875}$$

$$= 0,783$$

c. Uji Kesalahan Relatif (KR)

$$\text{KR} = \frac{\sum_{i=1}^N (P_i - Q_i)}{\sum_{i=1}^N P_i} \times 100\%$$

$$= \frac{14,027}{765,000} \times 100\%$$

$$= 0,0183$$

d. Koefisien Korelasi (R)

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

$$= \frac{(72 \times 11980,030) - (765,000 \times 750,973)}{\sqrt{72 \times 13435,000 - (765,000)^2} \sqrt{72 \times 11672,061 - (750,973)^2}}$$

$$= 0,886$$

4.6.1.4 Analisis Kalibrasi Data 5 Tahun

Adapun langkah dan contoh perhitungan analisis Kalibrasi panjang data 5 tahun dengan

periode bulanan sebagai contoh, yakni sebagai berikut:

- Menghitung komponen perhitungan yang digunakan pada persamaan Kalibrasi.

Tabel 4. 73 Perhitungan Komponen untuk Uji Kalibrasi dengan Panjang Data 5 Tahun Periode Bulanan

No.	AWLR	Model	P-Q	(P-Q) ²	(P-P*)	(P-P*) ²	(P) ²	(Q) ²	PQ
1	30.00	22.5714	7.43	55.18	19.01	361.45	900.00	509.47	677.14
2	35.00	29.6073	5.39	29.08	24.01	576.57	1225.00	876.59	1036.25
3	25.00	27.7073	-2.71	7.33	14.01	196.33	625.00	767.69	692.68
4	30.00	29.177	0.82	0.68	19.01	361.45	900.00	851.30	875.31
5	25.00	15.7899	9.21	84.83	14.01	196.33	625.00	249.32	394.75
6	10.00	16.6132	-6.61	43.73	-0.99	0.98	100.00	276.00	166.13
7	11.00	8.07853	2.92	8.53	0.01	0.00	121.00	65.26	88.86
8	8.00	8.59358	-0.59	0.35	-2.99	8.93	64.00	73.85	68.75
9	15.00	16.5395	-1.54	2.37	4.01	16.10	225.00	273.56	248.09
10	10.00	10.9572	-0.96	0.92	-0.99	0.98	100.00	120.06	109.57
11	17.00	13.2315	3.77	14.20	6.01	36.14	289.00	175.07	224.94
12	20.00	20.1679	-0.17	0.03	9.01	81.21	400.00	406.74	403.36
13	8.00	16.8507	-8.85	78.33	-2.99	8.93	64.00	283.94	134.81
14	12.00	8.75964	3.24	10.50	1.01	1.02	144.00	76.73	105.12
15	22.00	16.4712	5.53	30.57	11.01	121.26	484.00	271.30	362.37
16	13.00	16.7643	-3.76	14.17	2.01	4.05	169.00	281.04	217.94
17	17.00	22.5169	-5.52	30.44	6.01	36.14	289.00	507.01	382.79
18	4.00	4.20794	-0.21	0.04	-6.99	48.83	16.00	17.71	16.83
19	3.00	3.78715	-0.79	0.62	-7.99	63.81	9.00	14.34	11.36
20	2.00	3.40843	-1.41	1.98	-8.99	80.79	4.00	11.62	6.82
21	2.00	3.06759	-1.07	1.14	-8.99	80.79	4.00	9.41	6.14
22	2.00	2.76083	-0.76	0.58	-8.99	80.79	4.00	7.62	5.52
23	24.00	16.6012	7.40	54.74	13.01	169.31	576.00	275.60	398.43

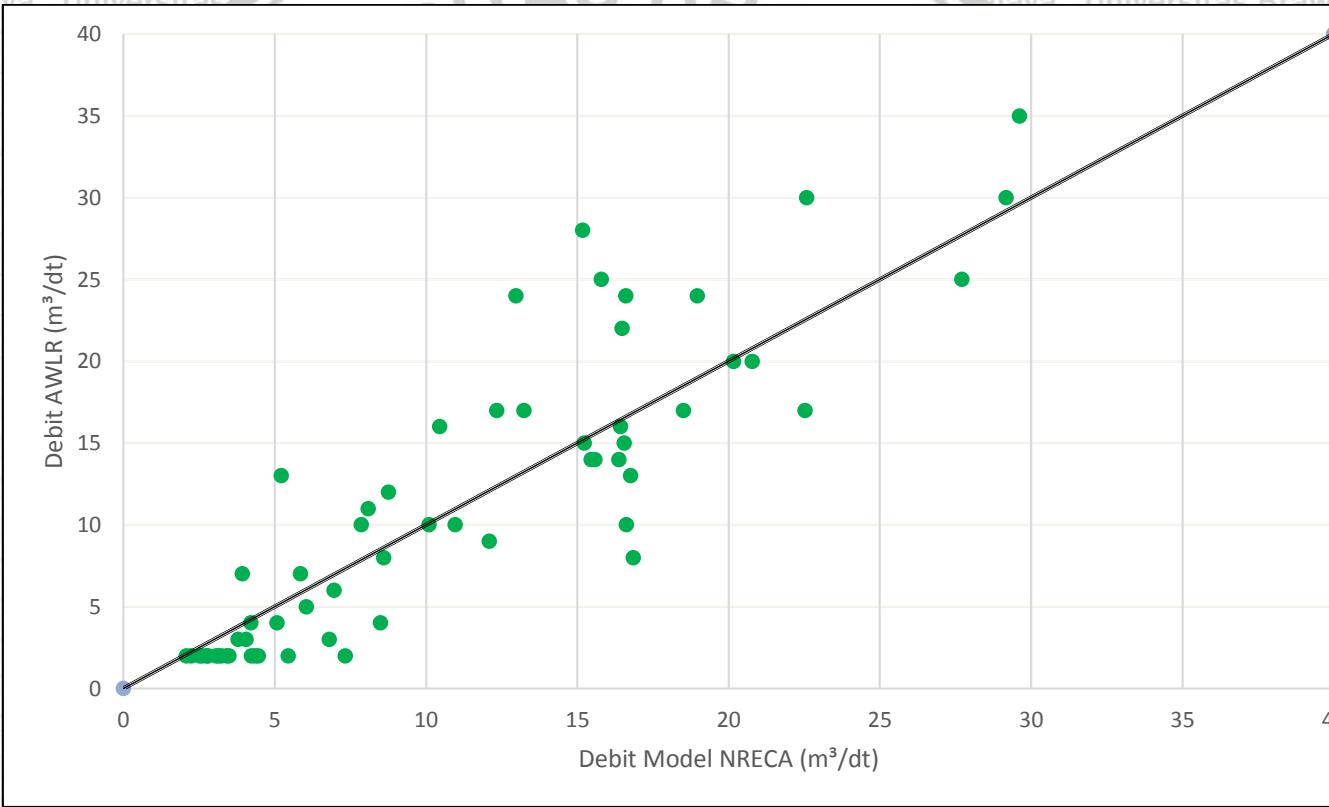
Lanjutan Tabel 4.73. Perhitungan Komponen untuk Uji Kalibrasi dengan Panjang Data 5 Tahun Periode Bulanan

No.	AWLR	Model	P-Q	(P-Q) ²	(P-P*)	(P-P*) ²	(P) ²	(Q) ²	PQ
24	14.000	15.582	-1.582	2.501	3.012	9.072	196.000	242.784	218.142
25	16.000	10.457	5.543	30.728	5.012	25.119	256.000	109.342	167.307
26	24.000	12.961	11.039	121.863	13.012	169.310	576.000	167.983	311.060
27	17.000	12.332	4.668	21.794	6.012	36.143	289.000	152.069	209.638
28	4.000	8.489	-4.489	20.149	-6.988	48.833	16.000	72.059	33.955
29	3.000	6.791	-3.791	14.372	-7.988	63.810	9.000	46.118	20.373
30	2.000	5.433	-3.433	11.784	-8.988	80.786	4.000	29.515	10.866
31	2.000	4.346	-2.346	5.505	-8.988	80.786	4.000	18.890	8.692
32	2.000	3.477	-1.477	2.181	-8.988	80.786	4.000	12.089	6.954
33	2.000	2.782	-0.782	0.611	-8.988	80.786	4.000	7.737	5.563
34	2.000	2.225	-0.225	0.051	-8.988	80.786	4.000	4.952	4.451
35	2.000	4.450	-2.450	6.001	-8.988	80.786	4.000	19.799	8.899
36	20.000	20.786	-0.786	0.618	9.012	81.214	400.000	432.056	415.719
37	14.000	15.456	-1.456	2.121	3.012	9.072	196.000	238.901	216.390
38	17.000	18.498	-1.498	2.245	6.012	36.143	289.000	342.188	314.472
39	14.000	16.369	-2.369	5.613	3.012	9.072	196.000	267.950	229.168
40	16.000	16.418	-0.418	0.175	5.012	25.119	256.000	269.550	262.688
41	10.000	10.101	-0.101	0.010	-0.988	0.976	100.000	102.035	101.012
42	15.000	15.223	-0.223	0.050	4.012	16.095	225.000	231.751	228.351
43	13.000	5.203	7.797	60.787	2.012	4.048	169.000	27.075	67.644
44	7.000	3.917	3.083	9.505	3.988	15.905	49.000	15.343	27.419
45	2.000	3.134	-1.134	1.285	-8.988	80.786	4.000	9.819	6.267
46	2.000	2.507	-0.507	0.257	-8.988	80.786	4.000	6.284	5.014
47	2.000	7.326	-5.326	28.370	-8.988	80.786	4.000	53.676	14.653

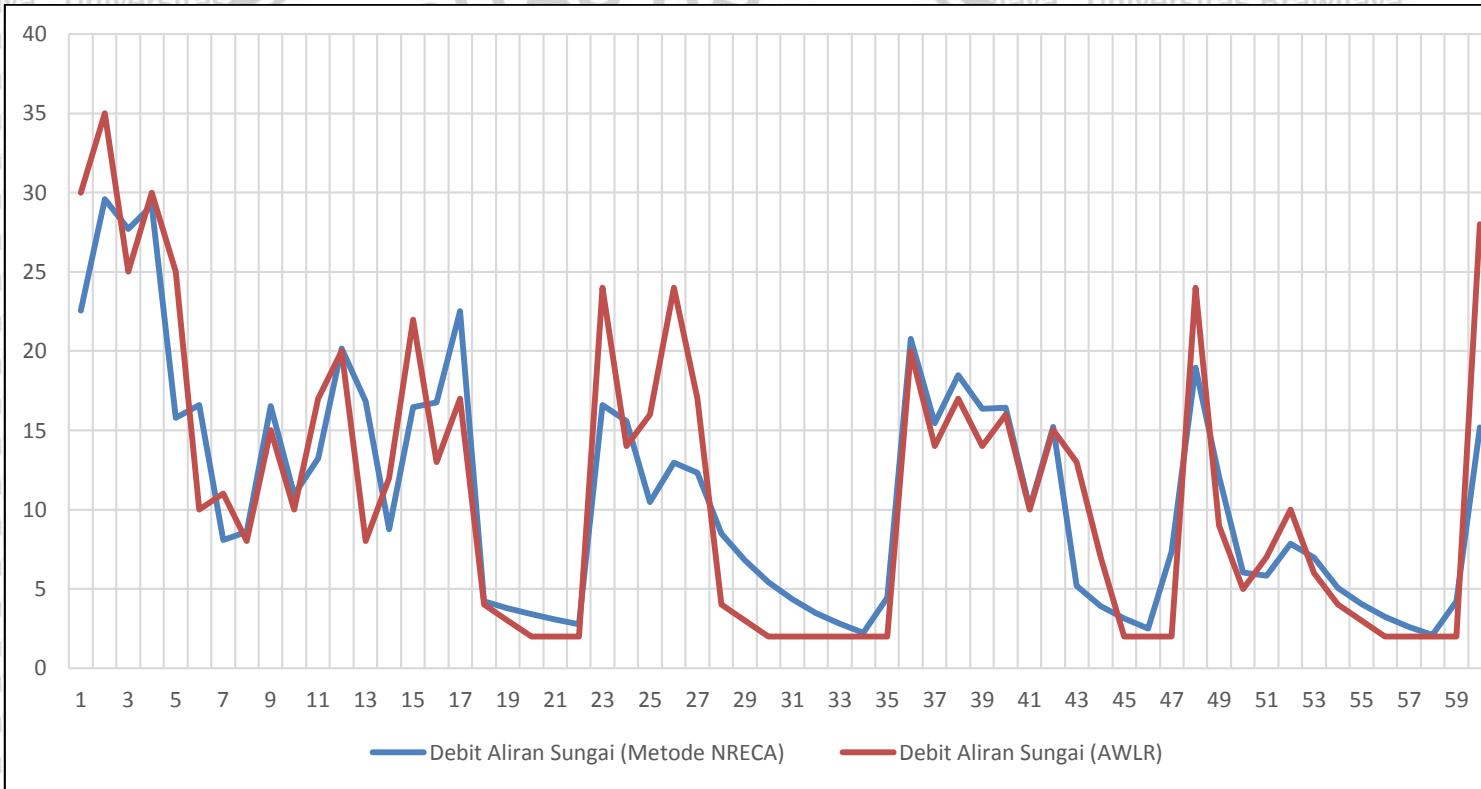
Lanjutan Tabel 4.73 Perhitungan Komponen untuk Uji Kalibrasi dengan Panjang Data 5 Tahun Periode Bulanan

No.	AWLR	Model	P-Q	(P-Q) ²	(P-P*)	(P-P*) ²	(P) ²	(Q) ²	PQ
48	24.000	18.967	5.033	25.327	12.817	164.267	576.000	359.763	455.218
49	9.000	12.093	-3.093	9.566	-2.183	4.767	81.000	146.239	108.836
50	5.000	6.034	-1.034	1.069	-6.183	38.234	25.000	36.408	30.170
51	7.000	5.842	1.158	1.341	-4.183	17.500	49.000	34.127	40.893
52	10.000	7.849	2.151	4.626	-1.183	1.400	100.000	61.611	78.493
53	6.000	6.962	-0.962	0.925	-5.183	26.867	36.000	48.467	41.771
54	4.000	5.069	-1.069	1.143	-7.183	51.600	16.000	25.698	20.277
55	3.000	4.055	-1.055	1.114	-8.183	66.967	9.000	16.447	12.166
56	2.000	3.244	-1.244	1.548	-9.183	84.334	4.000	10.526	6.489
57	2.000	2.596	-0.596	0.355	-9.183	84.334	4.000	6.737	5.191
58	2.000	2.076	-0.076	0.006	-9.183	84.334	4.000	4.311	4.153
59	2.000	4.218	-2.218	4.919	-9.183	84.334	4.000	17.790	8.436
60	28.000	15.176	12.824	164.466	16.817	282.800	784.000	230.298	424.916
Jumlah	671.000	652.675	18.325	1035.333	0.000	4782.983	12287.000	10279.631	10765.649
Rerata	11.183	10.878	0.305	17.256	0.000	79.716	204.783	171.327	179.427

Sumber: Hasil Analisis, 2021



Gambar 4. 36 Scatter Plot Perbandingan Debit AWLR dan Debit Model NRECA Bulanan (5 Tahun) 2010 - 2014
Sumber Hasil Analisis, 2021.



Gambar 4. 37 Grafik Perbandingan Debit AWLR dan Debit Model NRECA Bulanan (5 Tahun) 2010 - 2014

Sumber Hasil Analisis, 2021.

182

2 Setelah menghitung, maka dilanjutkan dengan perhitungan nilai Kalibrasi menggunakan empat metode, diantaranya:

a. *Root Mean Squared Error (RMSE)*

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (P_i - Q_i)^2}{N}} = \sqrt{\frac{1035,333}{60}} = 4,154$$

b. *Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE)*

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

$$= 1 - \frac{1035,333}{4782,983}$$

$$= 0,7835$$

a. Uji Kesalahan Relatif (KR)

$$\text{KR} = \frac{\sum_{i=1}^N (P_i - Q_i)}{\sum_{i=1}^N P_i} \times 100\%$$

$$= \frac{18.325}{671,000} \times 100\%$$

$$= 0,027$$

b. Koefisien Korelasi (R)

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

$$= \frac{(60 \times 10,765,649) - (671,000 \times 652,675)}{\sqrt{60 \times 12287,000 - (671,000)^2} \sqrt{60 \times 10279,631 - (652,675)^2}}$$

$$= 0,889$$

4.6.1.5 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Kalibrasi Data Periode Bulanan

Tabel 4. 74 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Kalibrasi Data Periode Bulanan

Periode	RMSE	NSE		KR	R	
		Nilai	Interpretasi		Nilai	Interpretasi
Bulanan	5 Tahun	4.154	0.7835	Sangat Memuaskan	0.027	0.889
	6 Tahun	3.991	0.7839	Sangat Memuaskan	0.018	0.886
	7 Tahun	4.281	0.7600	Sangat Memuaskan	0.026	0.872
	8 Tahun	4.452	0.7586	Sangat Memuaskan	0.048	0.874

Sumber: Hasil Perhitungan, 2021

Hasil perhitungan kalibrasi yang dilakukan pada data debit model NRECA dan curah hujan pos stasiun penakar hujan, ditunjukkan pada Tabel 4.76 Berdasarkan hasil tersebut, nilai RMSE paling besar terdapat pada periode bulanan (8 tahun) dan nilai paling kecil terdapat pada periode bulanan (6 tahun). Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan pada periode bulanan, nilai RMSE tidak berpengaruh pada perubahan yang menurun sesuai dengan penurunan jumlah tahun.

Nilai pada NSE menunjukkan hasil “Sangat Memuaskan” terdapat pada seluruh periode, Hasil interpretasi yang menunjukkan nilai NSE < 0,50 termasuk dalam kategori tidak memenuhi standar kalibrasi yang diharapkan secara statistik. Nilai NSE paling besar terdapat pada periode bulanan (6 tahun).

Nilai Kesalahan Relatif pada periode bulanan dengan jumlah tahun yang sama menunjukkan nilai positif. Besar Kesalahan Relatif yang dihasilkan untuk seluruh periode dan jumlah tahun adalah sebesar 0,018 sampai 0,048. Dapat dikatakan bahwa kalibrasi data debit model NRECA yang belum terkoreksi dengan data debit AWLR menunjukkan nilai kesalahan relatif yang cukup rendah.

Hubungan antara data debit model NRECA dengan data debit AWLR berdasarkan Koefisien Korelasi menunjukkan hasil “Sangat Kuat”. Pada periode bulanan (5 tahun) menunjukkan nilai Koefisien Korelasi dengan besar 0,889 lebih besar daripada periode bulanan yang lainnya.

4.6.2. Analisis Validasi Data

4.6.2.1. Analisis Validasi Data 1 Tahun

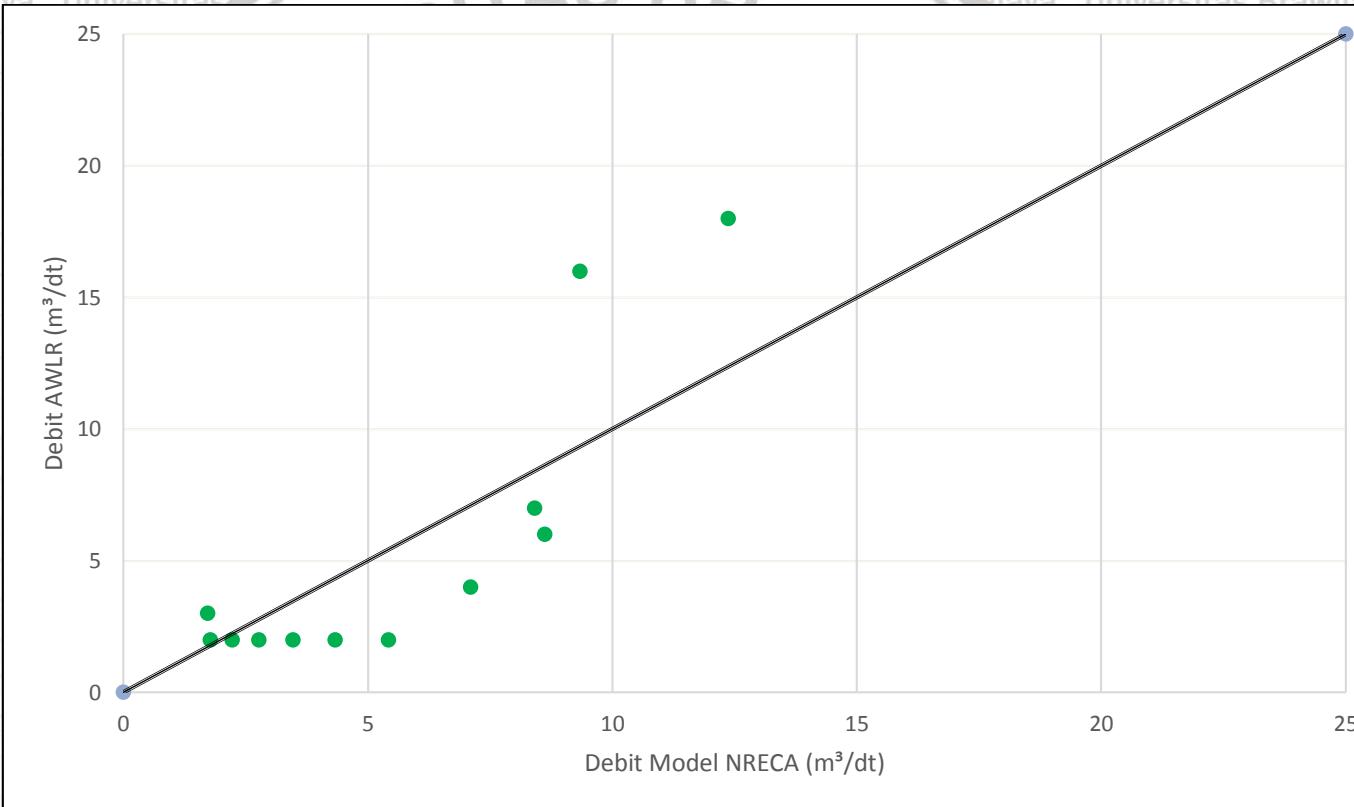
Adapun langkah dan contoh perhitungan analisis Validasi panjang data 1 tahun dengan periode bulanan sebagai contoh, yakni sebagai berikut:

1. Menghitung komponen perhitungan yang digunakan pada persamaan Validasi.

Tabel 4. 75 Perhitungan Komponen untuk Uji Validasi dengan Panjang Data 1 Tahun Periode Bulanan

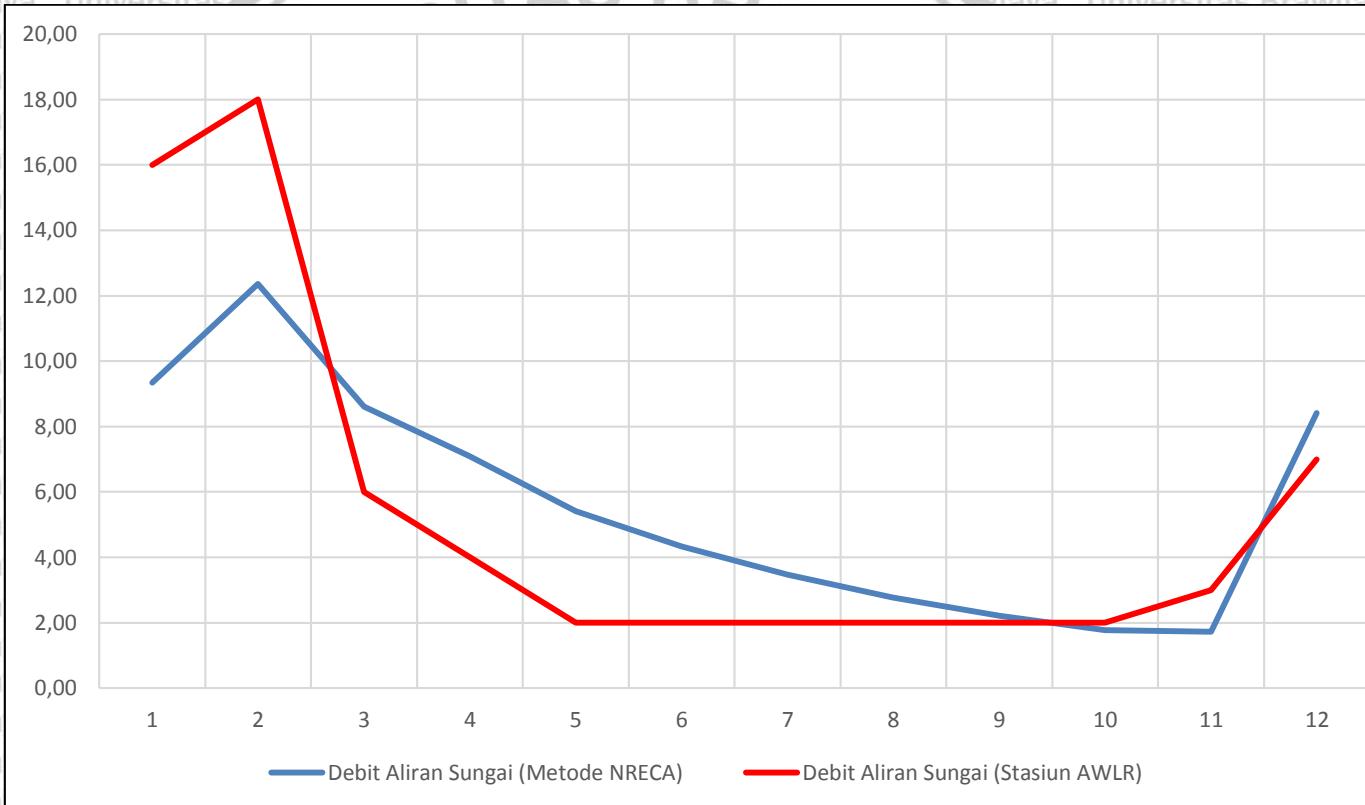
No.	AWLR	Model	P-Q	(P-Q) ²	(P-P*)	(P-P*) ²	(P) ²	(Q) ²	PQ
1	16.000	9.337	6.663	44.402	10.500	110.250	256.000	87.171	149.384
2	18.000	12.364	5.636	31.768	12.500	156.250	324.000	152.861	222.546
3	6.000	8.610	-2.610	6.813	0.500	0.250	36.000	74.134	51.661
4	4.000	7.097	-3.097	9.592	-1.500	2.250	16.000	50.369	28.388
5	2.000	5.414	-3.414	11.656	-3.500	12.250	4.000	29.313	10.828
6	2.000	4.331	-2.331	5.435	-3.500	12.250	4.000	18.760	8.663
7	2.000	3.465	-1.465	2.146	-3.500	12.250	4.000	12.007	6.930
8	2.000	2.772	-0.772	0.596	-3.500	12.250	4.000	7.684	5.544
9	2.000	2.218	-0.218	0.047	-3.500	12.250	4.000	4.918	4.435
10	2.000	1.774	0.226	0.051	-3.500	12.250	4.000	3.147	3.548
11	3.000	1.725	1.275	1.627	-2.500	6.250	9.000	2.974	5.174
12	7.000	8.412	-1.412	1.993	1.500	2.250	49.000	70.755	58.881
Jumlah	66.000	67.518	-1.518	116.126	0.000	351.000	714.000	514.093	555.983
Rerata	5.500	5.626	-0.126	9.677	0.000	29.250	59.500	42.841	46.332

Sumber: Hasil Analisis, 2021.



Gambar 4. 38 Scatter Plot Perbandingan Debit AWLR dan Debit Model NRECA Bulanan (1 Tahun) 2018

Sumber Hasil Analisis, 2021,



Gambar 4. 39 Grafik Perbandingan Debit AWLR dan Debit Model NRECA Bulanan (1 Tahun) 2018

Sumber Hasil Analisis, 2021

2. Setelah menghitung, maka dilanjutkan dengan perhitungan nilai validasi menggunakan empat metode, diantaranya:

a. Root Mean Squared Error (RMSE)

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (P_i - Q_i)^2}{N}} = \sqrt{\frac{116,126}{12}} = 3,111$$

b. Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE)

$$\text{NSE} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N (P_i - Q_i)^2}{\sum_{i=1}^N (P_i - \bar{P}_i)^2} = 1 - \frac{116,126}{351,000} = 0,6692$$

c. Uji Kesalahan Relatif (KR)

$$\text{KR} = \frac{\sum_{i=1}^N (P_i - Q_i)}{\sum_{i=1}^N P_i} \times 100\% = \frac{-1,518}{66,000} \times 100\% = 0,023$$

d. Koefisien Korelasi (R)

$$\text{R} = \frac{N (\sum_{i=1}^N P_i Q_i) - \sum_{i=1}^N P_i \times \sum_{i=1}^N Q_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^N P_i^2 - (\sum_{i=1}^N P_i)^2} \sqrt{\sum_{i=1}^N Q_i^2 - (\sum_{i=1}^N Q_i)^2}} = \frac{(12 \times 555,983) - (66,000 \times 67,518)}{\sqrt{12 \times 714,000 - (66,000)^2} \sqrt{12 \times 514,093 - (67,518)^2}} = 0,850$$

4.6.2.2. Analisis Validasi Data 2 Tahun

Adapun langkah dan contoh perhitungan analisis Validasi panjang data 2 tahun dengan periode bulanan sebagai contoh, yakni sebagai berikut:

1. Menghitung komponen perhitungan yang digunakan pada persamaan Validasi.

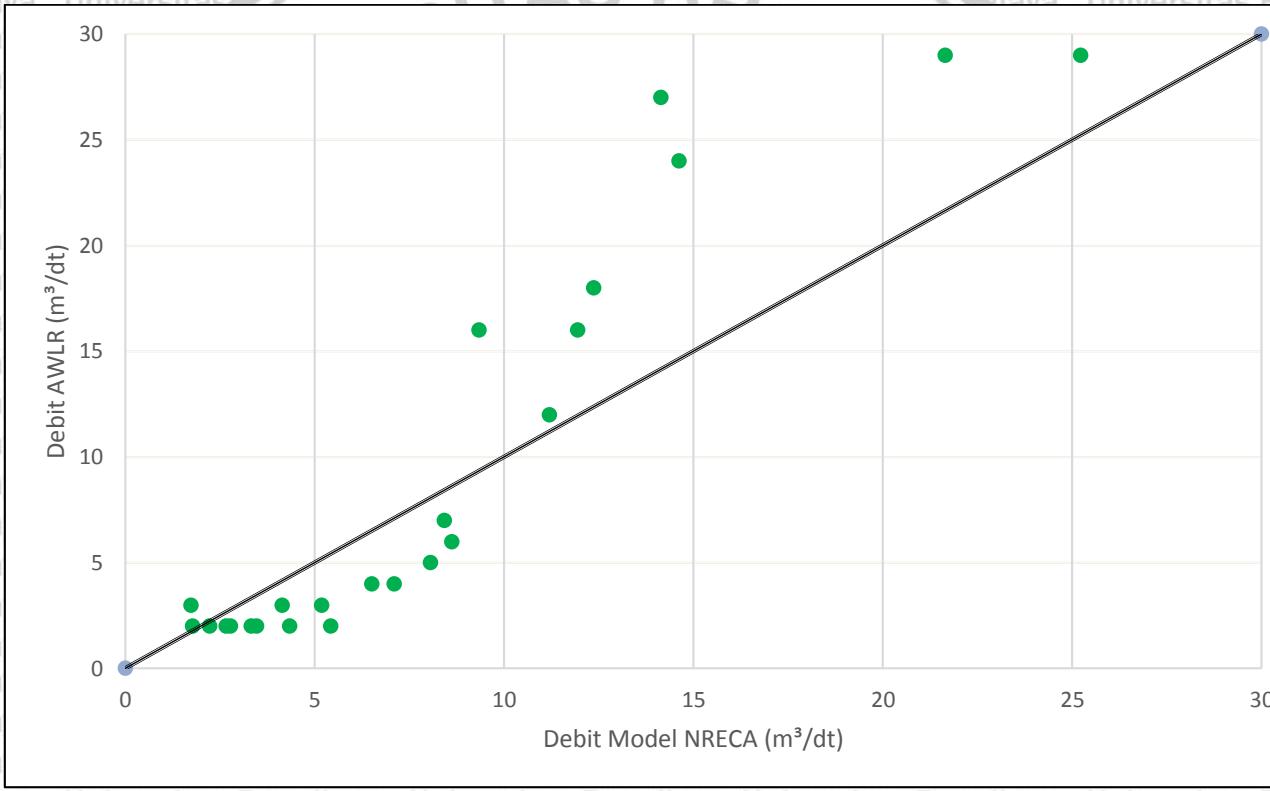
Tabel 4. 76 Perhitungan Komponen untuk Uji Validasi dengan Panjang Data 2 Tahun Periode Bulanan

No.	AWLR	Model	P-Q	(P-Q) ²	(P-P*)	(P-P*) ²	(P) ²	(Q) ²	PQ
1	27.00	14.13	12.87	165.65	17.75	315.06	729.00	199.64	381.49
2	12.00	11.20	0.80	0.64	2.75	7.56	144.00	125.38	134.37
3	24.00	14.62	9.38	88.00	14.75	217.56	576.00	213.72	350.86
4	29.00	21.63	7.37	54.24	19.75	390.06	841.00	468.07	627.41
5	5.00	8.05	-3.05	9.30	-4.25	18.06	25.00	64.80	40.25
6	4.00	6.51	-2.51	6.29	-5.25	27.56	16.00	42.36	26.03
7	3.00	5.18	-2.18	4.74	-6.25	39.06	9.00	26.79	15.53
8	3.00	4.14	-1.14	1.30	-6.25	39.06	9.00	17.15	12.42
9	2.00	3.31	-1.31	1.72	-7.25	52.56	4.00	10.97	6.63
10	2.00	2.65	-0.65	0.42	-7.25	52.56	4.00	7.02	5.30
11	29.00	25.22	3.78	14.31	19.75	390.06	841.00	635.90	731.29
12	16.00	11.94	4.06	16.49	6.75	45.56	256.00	142.55	191.03
13	16.00	9.34	6.66	44.40	6.75	45.56	256.00	87.17	149.38
14	18.00	12.36	5.64	31.77	8.75	76.56	324.00	152.86	222.55
15	6.00	8.61	-2.61	6.81	-3.25	10.56	36.00	74.13	51.66
16	4.00	7.10	-3.10	9.59	-5.25	27.56	16.00	50.37	28.39
17	2.00	5.41	-3.41	11.66	-7.25	52.56	4.00	29.31	10.83
18	2.00	4.33	-2.33	5.44	-7.25	52.56	4.00	18.76	8.66
19	2.00	3.47	-1.47	2.15	-7.25	52.56	4.00	12.01	6.93
20	2.00	2.77	-0.77	0.60	-7.25	52.56	4.00	7.68	5.54
21	2.00	2.22	-0.22	0.05	-7.25	52.56	4.00	4.92	4.44
22	2.00	1.77	0.23	0.05	-7.25	52.56	4.00	3.15	3.55
23	3.00	1.72	1.28	1.63	-6.25	39.06	9.00	2.97	5.17

Lanjutan Tabel 4.76 Perhitungan Komponen untuk Uji Validasi dengan Panjang Data 2 Tahun Periode Bulanan

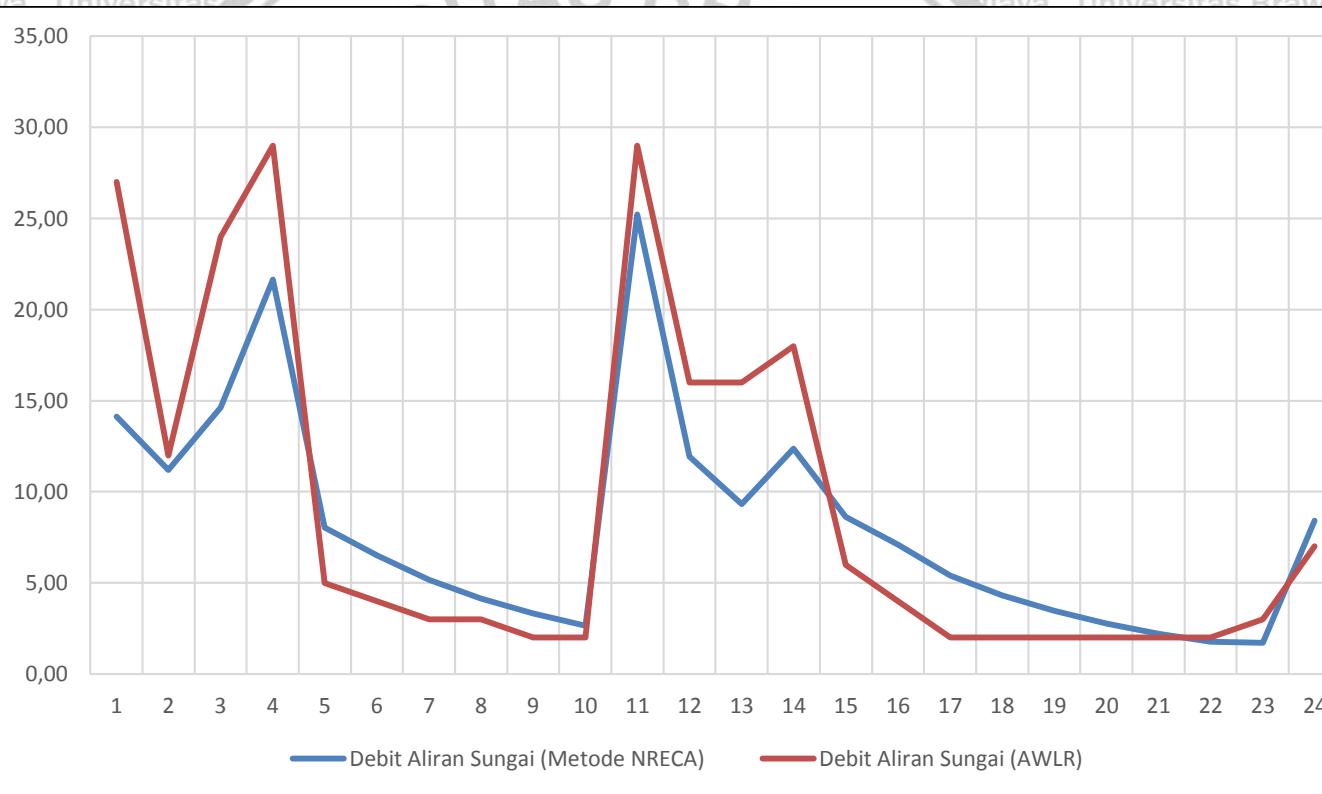
No.	AWLR	Model	P-Q	(P-Q) ²	(P-P*)	(P-P*) ²	(P) ²	(Q) ²	PQ
24	7.000	8.412	-1.412	1.993	-2.250	5.063	49.000	70.755	58.881
Jumlah	222.000	196.094	25.906	479.247	0.000	2114.500	4168.000	2468.446	3078.600
Rerata	9.250	8.171	1.079	19.969	0.000	88.104	173.667	102.852	128.275

Sumber: Hasil Analisis, 2021.



Gambar 4. 40 Scatter Plot Perbandingan Debit AWLR dan Debit Model NRECA Bulanan (2 Tahun) 2017 - 2018

Sumber Hasil Analisis, 2021.



Gambar 4. 41 Grafik Perbandingan Debit AWLR dan Debit Model NRECA NRECA Bulanan (2 Tahun) 2017 - 2018
Sumber Hasil Analisis, 2021

2. Setelah menghitung, maka dilanjutkan dengan perhitungan nilai validasi menggunakan empat metode, diantaranya:

a. *Root Mean Squared Error (RMSE)*

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (P_i - Q_i)^2}{N}} = \sqrt{\frac{479,247}{24}} = 4,469$$

b. *Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE)*

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

$$= 1 - \frac{479,247}{2114,500}$$

$$= 0,773$$

c. Uji Kesalahan Relatif (KR)

$$\text{KR} = \frac{\sum_{i=1}^N (P_i - Q_i)}{\sum_{i=1}^N P_i} \times 100\%$$

$$= \frac{25,906}{222,000} \times 100\%$$

$$= 0,116$$

d. Koefisien Korelasi (R)

$$\begin{aligned} R &= \frac{N (\sum_{i=1}^N P_i Q_i) - \sum_{i=1}^N P_i \times \sum_{i=1}^N Q_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^N P_i^2 - (\sum_{i=1}^N P_i)^2} \sqrt{\sum_{i=1}^N Q_i^2 - (\sum_{i=1}^N Q_i)^2}} \\ &= \frac{(24 \times 3078,600) - (222,000 \times 196,094)}{\sqrt{24 \times 4168,000 - (222,000)^2} \sqrt{24 \times 2468,446 - (196,094)^2}} \\ &= 0,934 \end{aligned}$$

4.6.2.3. Analisis Validasi Data 3 Tahun

Adapun langkah dan contoh perhitungan analisis Validasi panjang data 3 tahun dengan periode bulanan sebagai contoh, yakni sebagai berikut:

1. Menghitung komponen perhitungan yang digunakan pada persamaan Validasi.

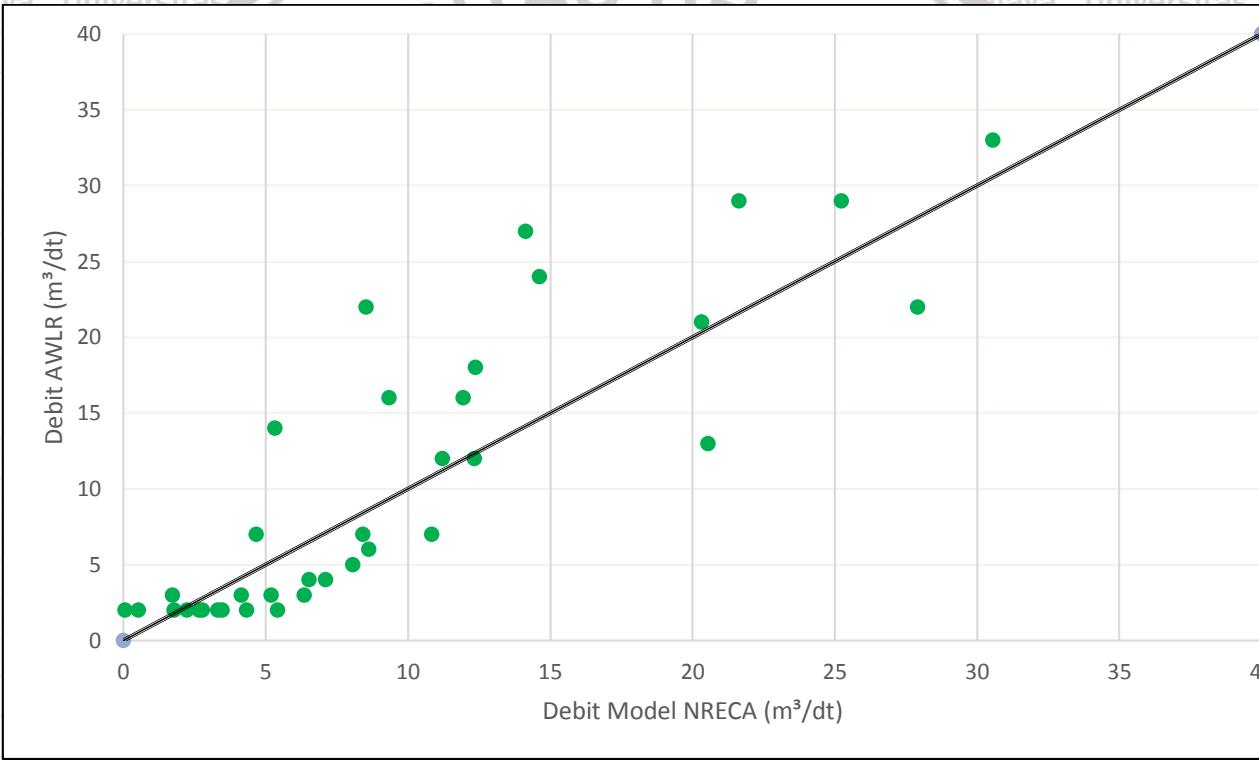
Tabel 4. 77 Perhitungan Komponen untuk Uji Validasi dengan Panjang Data 3 Tahun Periode Bulanan

No.	AWLR	Model	P-Q	(P-Q) ²	(P-P*)	(P-P*) ²	(P) ²	(Q) ²	PQ
1	14.00	5.33	8.67	75.24	3.44	11.86	196.00	28.37	74.56
2	33.00	30.55	2.45	6.02	22.44	503.75	1089.00	933.12	1008.05
3	22.00	8.52	13.48	181.67	11.44	130.98	484.00	72.61	187.47
4	13.00	20.55	-7.55	56.94	2.44	5.98	169.00	422.13	267.10
5	12.00	12.32	-0.32	0.10	1.44	2.09	144.00	151.85	147.87
6	7.00	10.84	-3.84	14.72	-3.56	12.64	49.00	117.45	75.86
7	3.00	6.35	-3.35	11.19	-7.56	57.09	9.00	40.27	19.04
8	2.00	0.52	1.48	2.20	-8.56	73.20	4.00	0.27	1.03
9	2.00	0.05	1.95	3.80	-8.56	73.20	4.00	0.00	0.10
10	7.00	4.66	2.34	5.46	-3.56	12.64	49.00	21.74	32.64
11	22.00	27.91	-5.91	34.94	11.44	130.98	484.00	779.02	614.04
12	21.00	20.31	0.69	0.48	10.44	109.09	441.00	412.39	426.46
13	27.00	14.13	12.87	165.65	16.44	270.42	729.00	199.64	381.49
14	12.00	11.20	0.80	0.64	1.44	2.09	144.00	125.38	134.37
15	24.00	14.62	9.38	88.00	13.44	180.75	576.00	213.72	350.86
16	29.00	21.63	7.37	54.24	18.44	340.20	841.00	468.07	627.41
17	5.00	8.05	-3.05	9.30	-5.56	30.86	25.00	64.80	40.25
18	4.00	6.51	-2.51	6.29	-6.56	42.98	16.00	42.36	26.03
19	3.00	5.18	-2.18	4.74	-7.56	57.09	9.00	26.79	15.53
20	3.00	4.14	-1.14	1.30	-7.56	57.09	9.00	17.15	12.42
21	2.00	3.31	-1.31	1.72	-8.56	73.20	4.00	10.97	6.63
22	2.00	2.65	-0.65	0.42	-8.56	73.20	4.00	7.02	5.30
23	29.00	25.22	3.78	14.31	18.44	340.20	841.00	635.90	731.29

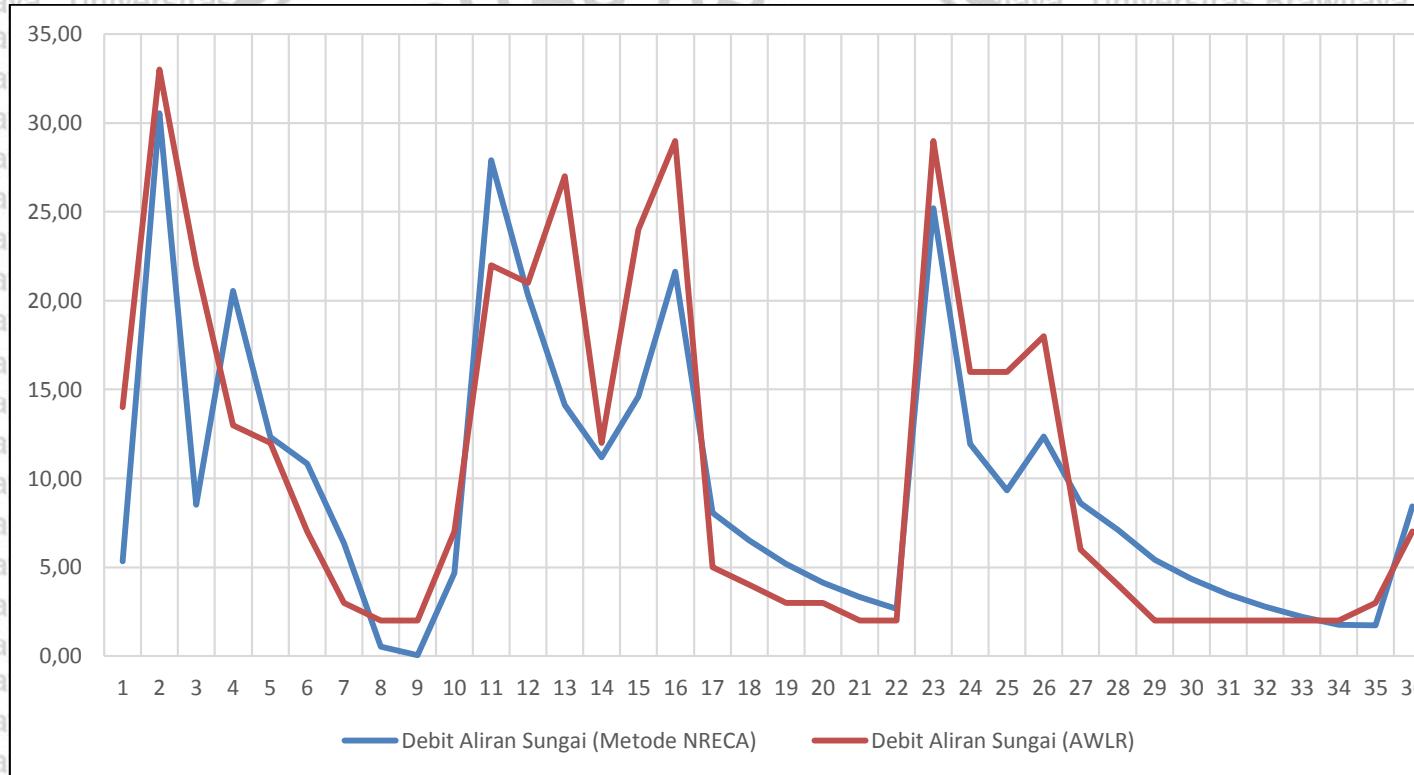
Lanjutan Tabel 4.77 Perhitungan Komponen untuk Uji Validasi dengan Panjang Data 3 Tahun Periode Bulanan

No.	AWLR	Model	P-Q	(P-Q) ²	(P-P*)	(P-P*) ²	(P) ²	(Q) ²	PQ
24	16.000	11.940	4.060	16.487	5.444	29.642	256.000	142.552	191.033
25	16.000	9.337	6.663	44.402	5.444	29.642	256.000	87.171	149.384
26	18.000	12.364	5.636	31.768	7.444	55.420	324.000	152.861	222.546
27	6.000	8.610	-2.610	6.813	-4.556	20.753	36.000	74.134	51.661
28	4.000	7.097	-3.097	9.592	-6.556	42.975	16.000	50.369	28.388
29	2.000	5.414	-3.414	11.656	-8.556	73.198	4.000	29.313	10.828
30	2.000	4.331	-2.331	5.435	-8.556	73.198	4.000	18.760	8.663
31	2.000	3.465	-1.465	2.146	-8.556	73.198	4.000	12.007	6.930
32	2.000	2.772	-0.772	0.596	-8.556	73.198	4.000	7.684	5.544
33	2.000	2.218	-0.218	0.047	-8.556	73.198	4.000	4.918	4.435
34	2.000	1.774	0.226	0.051	-8.556	73.198	4.000	3.147	3.548
35	3.000	1.725	1.275	1.627	-7.556	57.086	9.000	2.974	5.174
36	7.000	8.412	-1.412	1.993	-3.556	12.642	49.000	70.755	58.881
Jumlah	380.000	343.988	36.012	872.018	0.000	3278.889	7290.000	5447.665	5932.823
Rerata	10.556	9.555	1.000	24.223	0.000	91.080	202.500	151.324	164.801

Sumber: Hasil Analisis, 2021.



Gambar 4. 42 Scatter Plot Perbandingan Debit AWLR dan Debit Model NRECA Bulanan (3 Tahun) 2016 - 2018
Sumber Hasil Analisis, 2021.



Gambar 4. 43 Grafik Perbandingan Debit AWLR dan Debit Model NRECA Bulanan (3 Tahun) 2016 – 2018
Sumber Hasil Analisis, 2021

2. Setelah menghitung, maka dilanjutkan dengan perhitungan nilai validasi menggunakan empat metode, diantaranya:

a. *Root Mean Squared Error (RMSE)*

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (P_i - Q_i)^2}{N}} = \sqrt{\frac{872,018}{36}} = 4,922$$

b. *Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE)*

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

$$= 1 - \frac{872,018}{3278,889}$$

$$= 0,734$$

c. Uji Kesalahan Relatif (KR)

$$\text{KR} = \frac{\sum_{i=1}^N (P_i - Q_i)}{\sum_{i=1}^N P_i} \times 100\%$$

$$= \frac{36,018}{380,000} \times 100\%$$

$$= 0,094$$

d. Koefisien Korelasi (R)

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

$$= \frac{(36 \times 5932,823) - (380,000 \times 343,988)}{\sqrt{36 \times 7290,000 - (380,000)^2} \sqrt{36 \times 5437,665 - (343,988)^2}}$$

$$= 0,864$$

4.6.2.4. Analisis Validasi Data 4 Tahun

Adapun langkah dan contoh perhitungan analisis Validasi panjang data 4 tahun dengan periode bulanan sebagai contoh, yakni sebagai berikut:

2. Menghitung komponen perhitungan yang digunakan pada persamaan Validasi.

Tabel 4. 78 Perhitungan Komponen untuk Uji Kalibrasi dengan Panjang Data 4 Tahun Periode Bulanan

No.	AWLR	Model	P-Q	(P-Q) ²	(P-P*)	(P-P*) ²	(P) ²	(Q) ²	PQ
1	10.000	14.256	-4.256	18.115	0.125	0.016	100.000	203.239	142.562
2	13.000	11.387	1.613	2.602	3.125	9.766	169.000	129.661	148.030
3	13.000	17.699	-4.699	22.076	3.125	9.766	169.000	313.239	230.081
4	20.000	24.291	-4.291	18.414	10.125	102.516	400.000	590.063	485.824
5	10.000	5.996	4.004	16.028	0.125	0.016	100.000	35.957	59.964
6	4.000	2.399	1.601	2.565	-5.875	34.516	16.000	5.753	9.594
7	3.000	2.159	0.841	0.708	-6.875	47.266	9.000	4.660	6.476
8	2.000	1.943	0.057	0.003	-7.875	62.016	4.000	3.775	3.886
9	2.000	1.749	0.251	0.063	-7.875	62.016	4.000	3.057	3.497
10	2.000	4.721	-2.721	7.405	-7.875	62.016	4.000	22.289	9.442
11	2.000	3.370	-1.370	1.876	-7.875	62.016	4.000	11.355	6.739
12	13.000	8.330	4.670	21.813	3.125	9.766	169.000	69.382	108.285
13	14.000	5.326	8.674	75.238	4.125	17.016	196.000	28.366	74.564
14	33.000	30.547	2.453	6.017	23.125	534.766	1089.000	933.119	1008.051
15	22.000	8.521	13.479	181.674	12.125	147.016	484.000	72.613	187.470
16	13.000	20.546	-7.546	56.940	3.125	9.766	169.000	422.132	267.096
17	12.000	12.323	-0.323	0.104	2.125	4.516	144.000	151.850	147.873
18	7.000	10.837	-3.837	14.725	-2.875	8.266	49.000	117.447	75.861
19	3.000	6.346	-3.346	11.192	-6.875	47.266	9.000	40.265	19.037
20	2.000	0.516	1.484	2.204	-7.875	62.016	4.000	0.266	1.031
21	2.000	0.052	1.948	3.796	-7.875	62.016	4.000	0.003	0.103
22	7.000	4.663	2.337	5.461	-2.875	8.266	49.000	21.744	32.641
23	22.000	27.911	-5.911	34.939	12.125	147.016	484.000	779.021	614.041

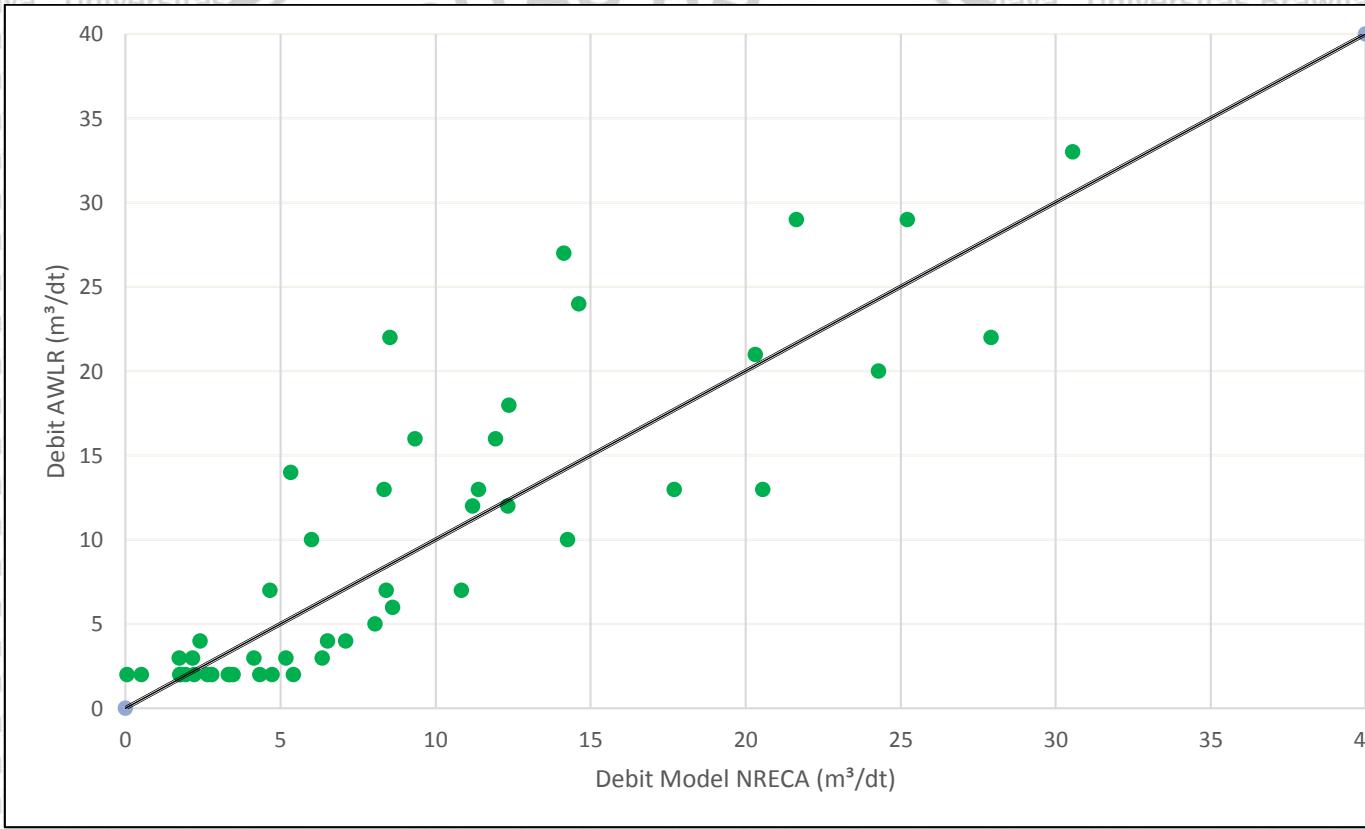
Lanjutan Tabel 4.78 Perhitungan Komponen untuk Uji Validasi dengan Panjang Data 4 Tahun Periode Bulanan

No.	AWLR	Model	P-Q	(P-Q) ²	(P-P*)	(P-P*) ²	(P) ²	(Q) ²	PQ
24	21.000	20.307	0.693	0.480	11.125	123.766	441.000	412.392	426.456
25	27.000	14.129	12.871	165.654	17.125	293.266	729.000	199.638	381.492
26	12.000	11.197	0.803	0.645	2.125	4.516	144.000	125.377	134.366
27	24.000	14.619	9.381	88.001	14.125	199.516	576.000	213.719	350.859
28	29.000	21.635	7.365	54.245	19.125	365.766	841.000	468.068	627.412
29	5.000	8.050	-3.050	9.302	-4.875	23.766	25.000	64.800	40.249
30	4.000	6.508	-2.508	6.292	-5.875	34.516	16.000	42.360	26.034
31	3.000	5.176	-2.176	4.736	-6.875	47.266	9.000	26.794	15.529
32	3.000	4.141	-1.141	1.302	-6.875	47.266	9.000	17.148	12.423
33	2.000	3.313	-1.313	1.723	-7.875	62.016	4.000	10.975	6.626
34	2.000	2.650	-0.650	0.423	-7.875	62.016	4.000	7.024	5.301
35	29.000	25.217	3.783	14.311	19.125	365.766	841.000	635.899	731.294
36	16.000	11.940	4.060	16.487	6.125	37.516	256.000	142.552	191.033
37	16.000	9.337	6.663	44.402	6.125	37.516	256.000	87.171	149.384
38	18.000	12.364	5.636	31.768	8.125	66.016	324.000	152.861	222.546
39	6.000	8.610	-2.610	6.813	-3.875	15.016	36.000	74.134	51.661
40	4.000	7.097	-3.097	9.592	-5.875	34.516	16.000	50.369	28.388
41	2.000	5.414	-3.414	11.656	-7.875	62.016	4.000	29.313	10.828
42	2.000	4.331	-2.331	5.435	-7.875	62.016	4.000	18.760	8.663
43	2.000	3.465	-1.465	2.146	-7.875	62.016	4.000	12.007	6.930
44	2.000	2.772	Univ-0.772	0.596	Univ-7.875	62.016	4.000	7.684	5.544
45	2.000	2.218	Univ-0.218	0.047	Univ-7.875	62.016	4.000	4.918	4.435
46	2.000	1.774	Univ0.226	0.051	Univ-7.875	62.016	4.000	3.147	3.548

Lanjutan Tabel 4.78 Perhitungan Komponen untuk Uji Validasi dengan Panjang Data 4 Tahun Periode Bulanan

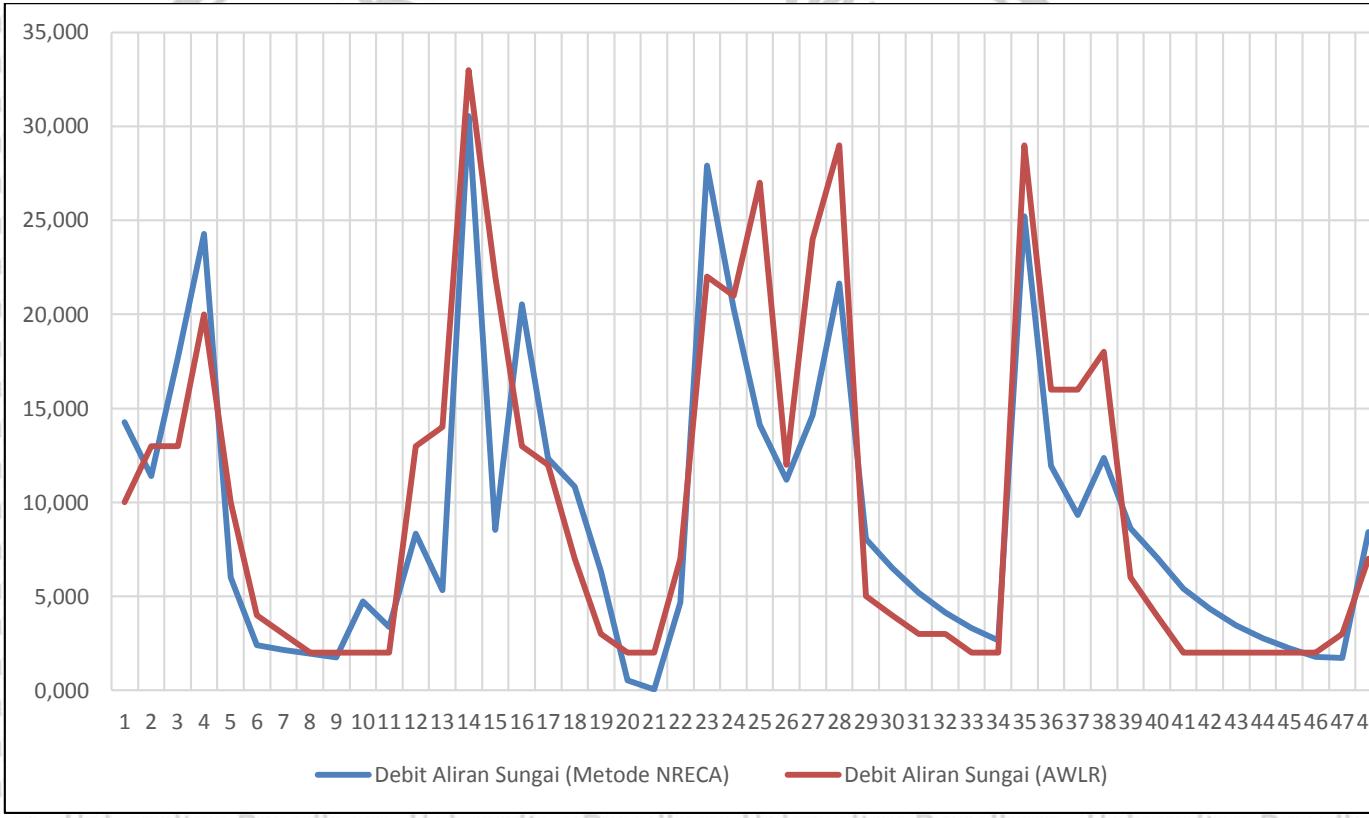
No.	AWLR	Model	P-Q	(P-Q) ²	(P-P*)	(P-P*) ²	(P) ²	(Q) ²	PQ
47	3.000	1.725	1.275	1.627	-6.875	47.266	9.000	2.974	5.174
48	7.000	8.412	-1.412	1.993	-2.875	8.266	49.000	70.755	58.881
Jumlah	474.000	442.286	31.714	983.687	0.000	3757.250	8438.000	6840.095	7147.204
Rerata	9.875	9.214	0.661	20.493	0.000	78.276	175.792	142.502	148.900

Sumber: Hasil Analisis, 2021.



Gambar 4. 44 Scatter Plot Perbandingan Debit AWLR dan Debit Model NRECA Bulanan (4 Tahun) 2015 - 2018

Sumber Hasil Analisis, 2021.



Gambar 4. 45 Grafik Perbandingan Debit AWLR dan Debit Model NRECA Bulanan (4 Tahun) 2015 - 2018
Sumber Hasil Analisis, 2021

2. Setelah menghitung, maka dilanjutkan dengan perhitungan nilai validasi menggunakan empat metode, diantaranya:

a. Root Mean Squared Error (RMSE)

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (P_i - Q_i)^2}{N}} = \sqrt{\frac{983,687}{48}} = 4,527$$

b. Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE)

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

$$= 1 - \frac{983,687}{3757,250}$$

$$= 0,738$$

c. Uji Kesalahan Relatif (KR)

$$\text{KR} = \frac{\sum_{i=1}^N (P_i - Q_i)}{\sum_{i=1}^N P_i} \times 100\%$$

$$= \frac{31,714}{474,000} \times 100\%$$

$$= 0,066$$

d. Koefisien Korelasi (R)

$$\begin{aligned} R &= \frac{N (\sum_{i=1}^N P_i Q_i) - \sum_{i=1}^N P_i \times \sum_{i=1}^N Q_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^N P_i^2 - (\sum_{i=1}^N P_i)^2} \sqrt{\sum_{i=1}^N Q_i^2 - (\sum_{i=1}^N Q_i)^2}} \\ &= \frac{(48 \times 8438,000) - (474,000 \times 442,286)}{\sqrt{48 \times 8438,000 - (474,000)^2} \sqrt{48 \times 6840,095 - (442,286)^2}} \\ &= 0,862 \end{aligned}$$

4.6.2.5. Rekapitulasi Validasi Data Periode Bulanan

Hasil Validasi data debit model NRECA terkoreksi dengan data debit AWLR ditunjukkan pada Tabel 4.82 Terdapat hasil dari Uji kalibrasi yang menggunakan beberapa metode, yakni RMSE, NSE, Kesalahan Relatif, dan Koefisien Korelasi.

Nilai RMSE memiliki hasil yang beragam untuk setiap periode. Pada periode bulanan, nilai RMSE terbesar terdapat pada data kalibrasi yaitu 3 tahun. Hal ini mengindikasikan bahwa RMSE tidak dapat dijadikan patokan untuk hasil uji validasi.

Nilai pada NSE menunjukkan hasil "Memuaskan" terdapat pada periode bulanan (4, 3 dan 1 tahun). Periode bulanan (2 Tahun) menunjukkan hasil "Kurang Memuaskan". Hasil interpretasi yang menunjukkan nilai $NSE < 0,50$ termasuk dalam kategori tidak memenuhi standar validasi yang diharapkan secara statistik. Nilai NSE paling besar terdapat pada periode bulanan (4 tahun).

Nilai kesalahan relatif antara data debit Model NRECA terkoreksi dengan data debit AWLR sangat rendah, sekitar 0,023 -0,117. Berdasarkan nilai yang didapat, dapat

disimpulkan bahwa nilai debit Model NRECA terkoreksi dari persamaan yang dipilih telah mendekati nilai debit AWLR. Dari seluruh periode, nilai kesalahan relatif paling tinggi terjadi pada periode bulanan dengan data validasi 2 tahun dan nilai kesalahan relatif paling kecil terjadi pada periode 1 tahun. Hal ini mengindikasikan bahwa nilai kesalahan relatif tidak dapat dijadikan patokan untuk hasil uji validasi.

Nilai koefisien korelasi menunjukkan hasil hubungan kedua data yang relatif sangat kuat. Periode yang paling tinggi nilai korelasinya adalah periode bulanan dengan jumlah validasi data 2 tahun. Dapat disimpulkan bahwa persamaan regresi yang digunakan sudah baik dan sesuai untuk pendekatan nilai debit AWLR yang sebenarnya. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak tahun yang digunakan dalam tahap validasi, maka nilai koefisien korelasinya akan semakin besar pula. Hal ini juga menunjukkan bahwa nilai koefisien korelasi dapat dijadikan patokan dalam uji kalibrasi, karena nilainya semakin besar untuk setiap periode.

Tabel 4. 79 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Validasi Data Debit

Periode	RMSE	NSE		KR	R		
		Nilai	Interpretasi		Nilai	Interpretasi	
Bulanan	4 Tahun	4.527	0.7382	Memuaskan	0.067	0.862	Sangat Kuat
	3 Tahun	4.922	0.7341	Memuaskan	0.095	0.865	Sangat Kuat
	2 Tahun	4.469	0.7734	Kurang Memuaskan	0.117	0.934	Sangat Kuat
	1 Tahun	3.111	0.6692	Memuaskan	0.023	0.851	Sangat Kuat

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

4.6.2.6. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Analisis Validasi Data Debit

Untuk analisis validasi data debit seluruh periode bisa dilihat dibawah:

Tabel 4. 80 Rekapitulasi Hasil Analisis Validasi Data Debit Seluruh Periode

Periode	RMSE	NSE		KR	R		
		Nilai	Interpretasi		Nilai	Interpretasi	
Kalibrasi	5 Tahun	4.154	0.784	Sangat Baik	3%	0.889	Sangat Kuat
Validasi	4 Tahun	4.527	0.738	Baik	7%	0.862	Sangat Kuat
Kalibrasi	6 Tahun	3.991	0.784	Sangat Baik	2%	0.886	Sangat Kuat
Validasi	3 Tahun	4.922	0.734	Baik	9%	0.865	Sangat Kuat
Kalibrasi	7 Tahun	4.281	0.760	Sangat Baik	3%	0.872	Sangat Kuat
Validasi	2 Tahun	4.469	0.773	Sangat Baik	12%	0.934	Sangat Kuat
Kalibrasi	8 Tahun	4.452	0.759	Sangat Baik	5%	0.874	Sangat Kuat
Validasi	1 Tahun	3.111	0.669	Baik	2%	0.851	Sangat Kuat

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

Berdasarkan Tabel 4. digunakan uji empat metode statistik untuk analisis validasi debit yaitu *Root Mean Squared Error* (RMSE), *Nash-Sutcliffe Efficiency* (NSE), Koefisien Korelasi (R), dan Uji Kesalahan Relatif (KR). Pada uji RMSE keseluruhan periode validasi



mendapatkan nilai dibawah 6,50, dengan nilai terkecil pada periode validasi 1 tahun. Nilai RMSE yang semakin kecil atau mendekati 0 maka dianggap error yang ada semakin kecil.

Pada uji NSE nilai hasil validasi menunjukkan $> 0,5$ yang artinya plot nilai debit model diinterpretasikan “Baik” sampai “Sangat Baik” sesuai kriteria nilai pada tabel NSE. Untuk Kesalahan Relatif semua periode validasi hasilnya $< 25\%$ dimana dianggap memenuhi.

Untuk uji Koefisien Korelasi semua periode validasi diinterpretasikan “Sangat Kuat” dengan nilai seluruhnya $> 0,9$.

Dari tabel diatas didapatkan bahwa hasil kalibrasi data terbaik yaitu dengan menggunakan periode data 5 tahun, ditunjukkan dengan nilai uji terbaik keempat metode ada pada periode tersebut. Dapat dilihat semakin panjang periode data kalibrasi yang digunakan maka nilai kriteria dari keempat metode cenderung menurun, kecuali pada uji

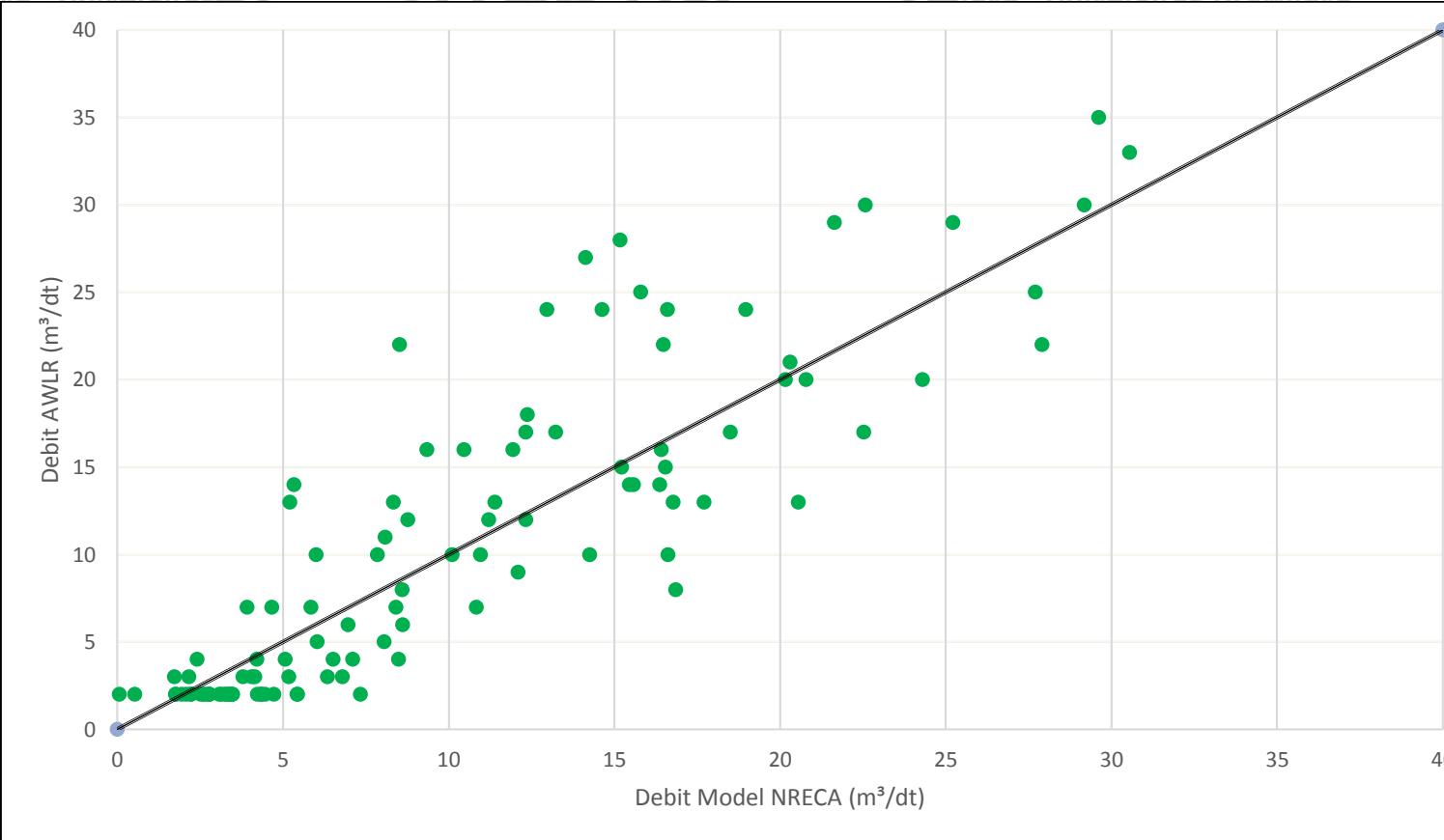
Kesalahan Relatif (KR) periode validasi 2 tahun yang melonjak tinggi dengan nilai 12%.

Meskipun begitu masih dianggap memenuhi karena $< 25\%$. Namun, hasil validasi data terbaik yaitu dengan menggunakan periode data 6 tahun, ditunjukkan dengan nilai uji

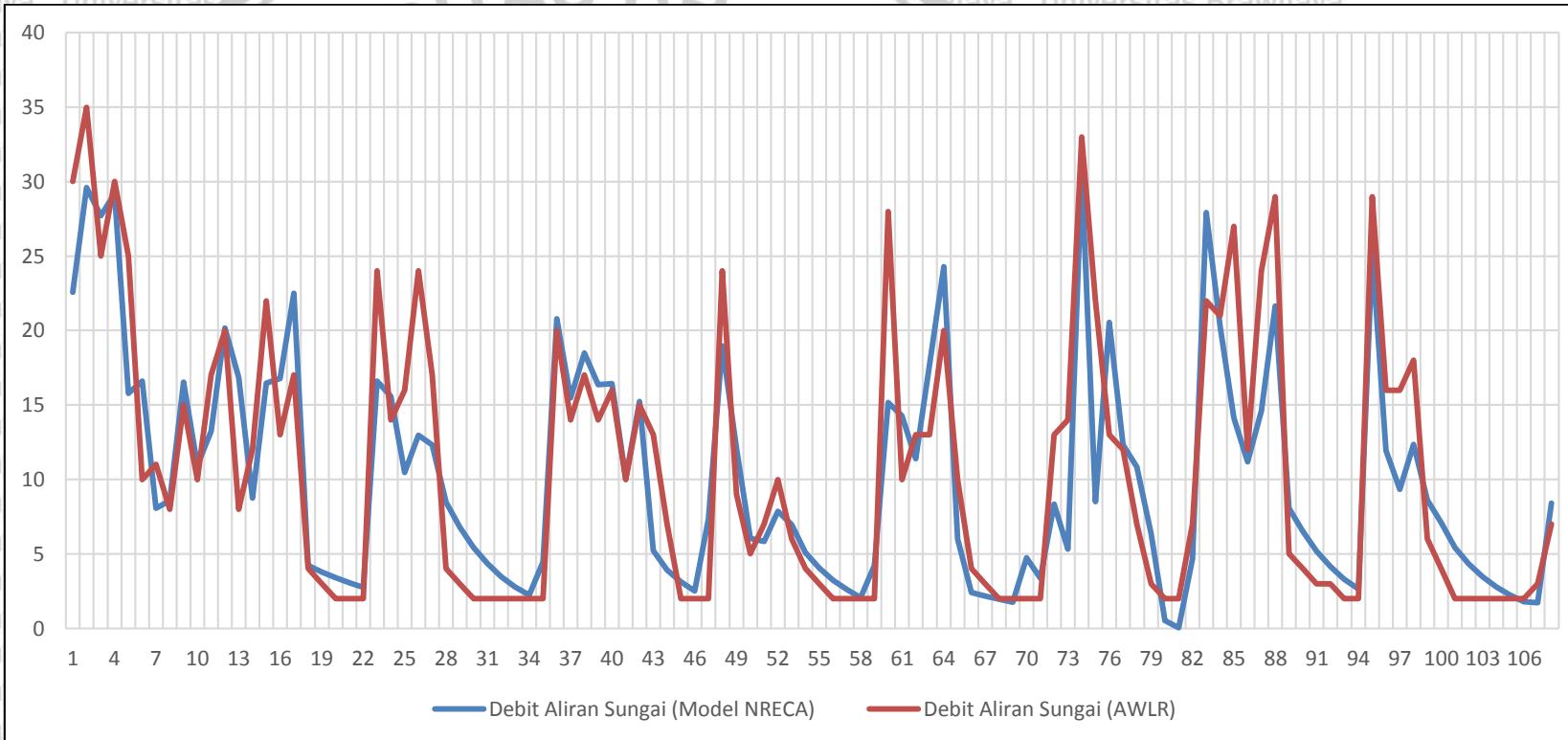
RMSE, NSE, dan Koefisien Korelasi (R) terbaik ada pada periode tersebut. Hanya uji

Kesalahan Relatif (KR) pada validasi 2 tahun yang bukan merupakan nilai uji terbaik dari seluruh periode percobaan, dengan nilai 12% hasilnya masih dianggap memenuhi karena $< 25\%$. Sehingga dapat dikatakan bahwa periode kalibrasi 7 tahun dan 2 tahun validasi merupakan hasil yang terbaik. Semakin panjang tahun yang digunakan untuk kalibrasi maka akan menghasilkan validasi yang baik. Dan juga parameter yang digunakan pada tahap kalibrasi sudah baik dan sesuai mendekati nilai debit AWLR sebenarnya.

Dalam penggambaran Scatter-Plot, bisa dilihat bahwa debit model NRECA mendekati garis bantu dan yang paling banyak berarti data model NRECA tersebut sudah sangat bagus.



Gambar 4. 46 Scatter Plot Perbandingan Debit AWLR dan Debit Model NRECA Seluruh Periode
Sumber Hasil Analisis, 2021



Gambar 4. 47 Grafik Perbandingan Debit AWLR dan Debit Model NRECA Seluruh Periode
Sumber Hasil Analisis, 2021

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang sudah dilakukan sesuai dengan rumusan masalah pada studi ini, dapat ditarik kesimpulan:

1. Untuk data hujan TRMM periode bulanan terkoreksi memperoleh nilai yang maksimal untuk data hujan pos stasiun hujan. Sehingga memperoleh nilai kalibrasi terbaik pada data tahun ke 9, dengan mendapatkan nilai pada regresi polinomial berdasarkan R (Koefisien Korelasi) terbesar yaitu 0,847. Sedangkan hasil nilai validasi terbaik didapatkan NSE (*Nash-Sutcliffe Efficiency*) pada data tahun ke 4, dengan nilai 0,817. Untuk nilai Koefisien Korelasi (R) terbaik menunjukkan nilai pada data tahun ke 2, dengan nilai 0,923. Seluruh periode uji validasi data menunjukkan interpretasi Koefisien Korelasi (R) “Sangat Kuat” dan untuk NSE mendapatkan interpretasi “Sangat Baik”.
2. Analisis data curah hujan TRMM menjadi debit dengan metode NRECA telah mendapatkan nilai parameter yaitu, nilai PSUB dengan berkisar antara 0,8 hingga 0,9, dan nilai parameter GWF yang berkisar antara 0,2 hingga 0,5.
3. Hasil perhitungan kalibrasi debit model NRECA dengan debit AWLR pada DAS Bango mendapatkan periode bulanan terbaik berada pada data tahun ke 5. Sedangkan hasil nilai validasi terbaik yang dilihat dari nilai NSE dan R pada data tahun ke 2 dengan nilai 0,773 dan 0,934. Keseluruhan periode uji validasi data debit mendapatkan interpretasi NSE “Baik” sampai “Sangat Baik” dan Koefisien Korelasi (R) “Sangat Kuat”.

5.2. Saran

Saran yang diajukan pada studi ini sebagai berikut:

1. Metode NRECA ini perlu dikembangkan lebih lanjut pada berbagai DAS di Indonesia sebagai alat perencanaan pengelolaan DAS.
2. Untuk memperoleh hasil permodelan yang lebih mempresentasikan kondisi lapangan maka diperlukan pengukuran dan pengamatan langsung di lapangan.
3. Data yang digunakan dalam permodelan sebaiknya sedapat mungkin berasal dari lokasi DAS yang bersangkutan, misalnya stasiun hujan dan stasiun klimatologi berada



di dalam DAS tersebut. Data tersebut harus juga sesuaian antara periode pencatatan data input (data hujan dan data iklim) dengan data debit yang digunakan untuk kalibrasi, agar mendapatkan hasil permodelan yang mempresentasikan kondisi lapangan sesungguhnya.

4. Diharapkan dalam studi selanjutnya penyesuaian parameter NRECA sesuai dengan musim hujan dan musim kemarau dapat menggunakan data satelit beresolusi tinggi seperti IMERG (*Integrated Multi-satellite Retrievals for GPM*) sebagai alternatif perbandingan.

- DAFTAR PUSTAKA**
- Hadisusanto, N. (2010). *Aplikasi Hidrologi*. Yogyakarta: Mediautama.
- Harto, Sri. (1990). *Analisis Hidrologi*. Yogyakarta: Pusat antar Universitas Pangan dan Gizi UGM.
- Harto Br, Sri. (1993). *Analisis Hidrologi*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Limantara, L.M. (2018). *Rekayasa Hidrologi*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Nemec, J. 1973. *Engineering Hydrology*. New Delhi: McGraw Hill Book Company.
- Soewarno. (1995). *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data*. Jilid 1, Bandung: NOVA.
- Soewarno. (1995). *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data*. Jilid 2, Bandung: NOVA.
- Soemarto, CD. (1986). *Hidrologi Teknik*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Sosrodarsono, S. (2006). *Manual on Hydorology*. Jakarta: Pradnya Paramita
- Triatmojo, B. (2008). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset Yogyakarta



LAMPIRAN 1

DATA CURAH HUJAN

POS STASIUN HUJAN

DATA CURAH HUJAN HARIAN

Tahun 2010

NAMA STASIUN : Blimbing
Kode Stasiun : 53
Lintang Selatan : 07°57'08"
Bujur Timur : 112°38'33,9"
Elevasi : 455 mdpl

Tipe Alat : Biasa (MRG)
Wilayah Sungai : K. Brantas
Kelurahan : Ciliwung
Kecamatan : Blimbing
Kota : Malang

Tabel L-1.1 Data Curah Hujan Pos Stasiun Hujan Blimbing Tahun 2010

TANGGAL	BULAN											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	32	9	0	0	0	0	25	0	0	0	36	9
2	30	0	0	7	0	0	0	0	0	17	32	44
3	25	0	40	0	12	0	0	0	0	12	42	16
4	0	16	9	5	10	0	0	15	0	11	20	21
5	0	85	111	62	17	0	4	0	0	25	0	105
6	26	3	0	53	7	0	0	9	2	0	5	12
7	10	39	13	11	0	15	0	0	2	0	0	29
8	1	0	24	0	0	0	0	0	0	7	186	23
9	20	16	41	16	0	4	0	0	0	13	0	0
10	15	0	0	10	23	0	0	0	0	33	0	0
11	0	26	5	15	2	6	0	0	0	0	0	4
12	16	16	0	40	0	0	11	0	3	0	0	23
13	0	17	0	0	0	6	10	9	85	0	0	4
14	16	0	0	11	0	4	12	0	0	0	0	7
15	7	5	25	10	0	10	0	0	0	0	0	0
16	0	65	39	25	0	0	0	7	0	0	0	0
17	20	98	11	20	7	0	0	0	68	0	52	0
18	0	35	0	30	0	0	0	0	0	6	14	0
19	5	25	0	42	0	0	0	0	4	93	27	2
20	0	5	55	1	7	0	0	0	9	0	0	6
21	51	0	0	1	0	0	0	0	3	10	0	0
22	4	0	0	0	0	0	0	11	0	13	6	0
23	0	0	55	63	0	0	0	25	2	2	3	16
24	10	60	0	0	40	0	0	3	0	5	0	0
25	20	4	11	20	0	1	0	29	0	10	8	0
26	16	19	0	30	16	1	6	5	26	0	0	0
27	25	3	0	0	55	1	0	0	17	0	9	0
28	1	0	0	40	0	20	28	0	0	0	16	2
29	7	8	26	0	0	13	0	0	0	0	42	15
30	0	0	0	0	1	0	0	0	0	15	15	0
31	1	1	70	0	55	0	0	0	0	0	0	0
BULANAN	358	546	448	538	266	69	109	168	221	272	513	338
Periode 1	159	168	238	164	69	19	29	24	4	118	321	259
Periode 2	64	292	135	194	16	26	33	16	169	99	93	46
Periode 3	135	86	75	180	181	24	47	128	48	55	99	33
Maksimum	51	98	111	63	70	20	28	55	85	93	186	105
Hari Hujan	22	19	15	22	12	11	8	10	11	15	16	17

Sumber: Balai PSAWS Bango Gedangan Malang, 2020.

DATA CURAH HUJAN HARIAN
Tahun 2011

NAMA STASIUN	: Blimbings	Tipe Alat	: Biasa (MRG)
Kode Stasiun	: 53	Wilayah Sungai	: K. Brantas
Lintang Selatan	: 07°57'08"	Kelurahan	: Ciliwung
Bujur Timur	: 112°38'33,9"	Kecamatan	: Blimbings
Elevasi	: 455 mdpl	Kota	: Malang

Tabel L-1.2 Data Curah Hujan Pos Stasiun Hujan Blimbings Tahun 2011

TANGGAL	BULAN											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	2	15	0	2	38	8	0	0	0	0	3	0
2	0	5	0	0	60	0	0	0	0	0	16	8
3	18	15	0	7	0	0	0	0	0	0	2	12
4	1	52	0	5	0	0	0	0	0	0	7	15
5	2	0	0	0	29	0	0	0	0	0	24	35
6	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	26	0
7	52	0	24	0	19	0	0	0	0	0	45	0
8	3	0	15	11	6	0	0	0	0	0	34	0
9	7	0	5	31	10	0	0	0	0	0	25	0
10	0	1	5	52	0	0	0	0	0	0	2	0
11	0	4	11	20	0	0	0	0	0	0	0	2
12	4	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	3	2	16	35	0	0	0	0	0	0	0	0
14	3	0	10	8	0	0	0	0	0	0	16	0
15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	12
16	2	13	10	0	0	0	0	0	0	0	28	7
17	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0
18	0	0	0	0	7	0	0	0	0	32	4	0
19	4	27	0	25	11	0	0	0	0	0	20	35
20	1	0	0	53	0	0	0	0	0	0	26	8
21	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	22
22	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	20	3
23	8	0	51	0	0	0	0	0	0	0	6	0
24	22	11	4	10	0	0	0	0	0	0	82	3
25	16	5	28	2	0	0	0	0	0	27	0	41
26	0	20	113	0	0	0	0	0	0	0	0	16
27	5	25	0	0	0	0	0	0	0	2	0	7
28	1	11	12	0	0	0	0	0	0	2	32	0
29	1		10	0	0	0	0	0	0	3	1	11
30	0		9	0	0	0	0	0	0	5	19	0
31	0		30	0	0	0	0	0	0	6	0	25
BULANAN	199	206	397	264	180	8	0	0	0	77	481	262
Periode 1	85	88	70	108	162	8	0	0	0	0	184	70
Periode 2	25	46	67	141	18	0	0	0	0	32	112	64
Periode 3	89	72	260	15	0	0	0	0	0	45	185	128
Maksimum	52	52	113	53	60	8	0	0	0	32	82	41
Hari Hujan	22	14	19	14	8	1	0	0	0	7	24	17

Sumber: Balai PSAWS Bango Gedangan Malang, 2020.

DATA CURAH HUJAN HARIAN

Tahun 2012

NAMA STASIUN : Blimbing
Kode Stasiun : 53
Lintang Selatan : 07°57'08"
Bujur Timur : 112°38'33,9"
Elevasi : 455 mdpl

Tipe Alat : Biasa (MRG)
Wilayah Sungai : K. Brantas
Kelurahan : Ciliwung
Kecamatan : Blimbing
Kota : Malang

Tabel L-1.3 Data Curah Hujan Pos Stasiun Hujan Blimbing Tahun 2012

TANGGAL	BULAN											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	36	17	0	42	6	0	0	0	0	0	0	0
2	0	25	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	5	5	0	0	0	0	0	0	0	6	40
4	15	42	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	3	28	21	2	0	0	0	0	0	0	7	41
6	6	2	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	1	0	42	1	0	0	0	0	0	0	0	0
8	10	0	0	0	48	0	0	0	0	16	0	0
9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
10	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
11	1	0	19	0	0	1	0	0	0	0	0	37
12	21	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	32
13	48	58	9	19	0	0	0	0	0	0	0	2
14	31	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2
15	14	0	0	29	2	0	0	0	0	0	0	1
16	16	13	0	7	0	0	0	0	0	0	0	1
17	1	0	0	5	0	0	0	0	0	22	0	11
18	0	18	35	0	0	0	0	0	0	0	2	7
19	2	8	17	0	0	0	0	0	0	12	4	11
20	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	138	9
21	13	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	71
22	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	15
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	25
24	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
25	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
26	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	13
27	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
28	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
30	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
31	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
BULANAN	260	261	195	114	56	1	0	0	0	50	170	440
Periode 1	76	119	87	45	54	0	0	0	0	16	13	121
Periode 2	138	99	96	60	2	1	0	0	0	34	146	113
Periode 3	46	43	12	9	0	0	0	0	0	0	11	206
Maksimum	48	58	42	42	48	1	0	0	0	22	138	71
Hari Hujan	22	17	14	8	3	1	0	0	0	3	8	24

Sumber: Balai PSAWS Bango Gedangan Malang, 2020.

Tabel L-1.4 Data Curah Hujan Pos Stasiun Hujan Blimbings Tahun 2013

TANGGAL	BULAN											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	15	5	0	23	0	0	0	0	0	0	0	6
2	10	46	5	22	23	0	0	0	0	0	0	42
3	4	5	7	21	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	6	10	41	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	2	0	3	0	5	0	0	0	0	0	4
6	0	1	0	4	0	20	0	0	0	0	9	3
7	0	0	0	6	0	30	0	0	0	0	1	34
8	0	0	0	8	0	30	0	0	0	0	15	93
9	0	27	0	0	0	35	1	0	0	0	0	97
10	2	25	25	0	0	25	0	0	0	0	0	0
11	4	7	0	5	0	0	35	0	0	0	0	0
12	3	0	30	10	8	0	4	0	0	0	0	9
13	5	32	20	10	0	0	0	0	0	0	36	34
14	4	30	0	5	7	0	0	0	0	0	65	5
15	0	65	0	0	0	0	0	0	0	0	1	21
16	16	55	0	7	0	0	0	0	0	0	0	19
17	12	45	0	0	0	7	0	0	0	0	45	16
18	15	0	6	5	0	15	0	0	0	0	6	7
19	23	1	5	29	10	5	0	0	0	0	0	41
20	19	0	0	10	6	18	0	0	0	0	2	5
21	30	0	13	18	0	2	0	0	0	0	0	11
22	3	0	32	0	0	0	0	0	0	3	0	39
23	10	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	17
24	11	0	0	0	0	0	6	0	0	1	0	23
25	9	0	5	0	15	0	15	0	0	1	0	0
26	15	0	49	6	40	0	0	0	0	0	15	0
27	10	12	4	0	70	0	0	0	0	22	8	0
28	0	26	30	0	0	0	0	0	0	62	0	
29	4		25	0	0	0	0	0	0	1	0	
30	20		10	0	0	0	0	0	0	1	0	
31	38		6	0	0	0	0	0	11		5	
BULANAN	282	390	282	233	179	192	61	0	0	41	267	531
Periode 1	31	117	47	128	23	145	1	0	0	0	25	279
Periode 2	101	235	61	81	31	45	39	0	0	0	155	157
Periode 3	150	38	174	24	125	2	21	0	0	41	87	95
Maksimum	38	65	49	41	70	35	35	0	0	22	65	97
Hari Hujan	23	17	17	18	8	11	5	0	0	6	14	21

Sumber: Balai PSAWS Bango Gedangan Malang, 2020.

DATA CURAH HUJAN HARIAN

Tahun 2014

NAMA STASIUN : Blimbing
Kode Stasiun : 53
Lintang Selatan : 07°57'08"
Bujur Timur : 112°38'33,9"
Elevasi : 455 mdpl

Tipe Alat : Biasa (MRG)
Wilayah Sungai : K. Brantas
Kelurahan : Ciliwung
Kecamatan : Blimbing
Kota : Malang

Tabel L-1.5 Data Curah Hujan Pos Stasiun Hujan Blimbing Tahun 2014

TANGGAL	BULAN											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	2	1	16	0	16	0	16	0	0	0	0	29
2	4	8	90	7	1	0	1	0	0	0	0	2
3	0	14	75	0	0	0	0	7	0	0	0	12
4	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	89	0	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	67	2	89	0	0	0	0	0	0	0	0	10
7	1	0	3	76	0	0	0	0	0	0	0	30
8	7	1	0	10	0	0	0	0	0	0	7	60
9	19	0	0	120	0	0	0	0	0	0	0	0
10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0
11	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	5	0	1	97	0	0	0	0	0	0	0	7
13	2	6	21	11	2	0	2	0	0	0	0	11
14	2	1	27	55	0	0	0	0	0	0	40	0
15	13	0	1	87	3	0	3	0	0	0	35	3
16	3	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	5
17	0	16	35	0	0	78	0	0	0	0	0	42
18	0	5	0	16	0	0	0	0	0	0	0	2
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52
20	1	2	26	91	0	0	0	0	0	0	0	30
21	7	0	1	76	0	0	0	0	0	0	0	15
22	8	0	0	1	76	0	76	0	0	0	0	16
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0
24	0	0	0	0	17	0	17	0	0	0	0	10
25	2	0	0	0	24	0	24	0	0	0	3	30
26	11	0	2	2	56	0	56	0	0	0	87	27
27	0	0	0	0	125	0	125	0	0	0	0	0
28	1	0	0	0	70	0	70	0	0	0	43	47
29	15	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	61
30	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0
31	16	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0
BULANAN	325	56	507	678	390	78	390	7	0	0	265	501
Periode 1	215	26	393	213	17	0	17	7	0	0	37	143
Periode 2	43	30	111	364	5	78	5	0	0	0	75	152
Periode 3	67	0	3	101	368	0	368	0	0	0	153	206
Maksimum	89	16	120	120	125	78	125	7	0	0	87	61
Hari Hujan	24	10	14	16	10	1	10	1	0	0	9	21

Sumber: Balai PSAWS Bango Gedangan Malang, 2020.

DATA CURAH HUJAN HARIAN
Tahun 2015

NAMA STASIUN	: Blimbings	Tipe Alat	: Biasa (MRG)
Kode Stasiun	: 53	Wilayah Sungai	: K. Brantas
Lintang Selatan	: 07°57'08"	Kelurahan	: Ciliwung
Bujur Timur	: 112°38'33,9"	Kecamatan	: Blimbings
Elevasi	: 455 mdpl	Kota	: Malang

Tabel L-1.6 Data Curah Hujan Pos Stasiun Hujan Blimbings Tahun 2015

TANGGAL	BULAN											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	0	7	13	0	0	0	0	0	0	0	0	61
2	0	20	32	55	11	0	0	0	0	0	0	10
3	0	0	0	0	96	0	0	0	0	0	0	13
4	0	7	35	0	45	0	0	0	0	0	0	3
5	0	20	0	76	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	21	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	35	10	10	0	0	0	0	0	3	17
8	0	19	22	14	0	0	0	0	0	0	5	0
9	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	2	10
10	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	5	0
11	0	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26
12	8	16	4	62	0	0	0	0	0	0	0	0
13	21	20	14	22	0	0	0	0	0	0	0	15
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	42	0	0	0	0	0	0	0	8
16	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
17	0	16	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	38	17
19	5	25	12	20	0	0	0	0	0	0	0	0
20	16	5	0	65	0	0	0	0	0	0	16	0
21	0	0	0	37	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	4	4	20	0	0	0	0	0	0	0	19
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31
24	80	32	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	8	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	25
26	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
BULANAN	155	290	253	442	167	0	0	0	0	0	69	291
Periode 1	0	106	158	155	167	0	0	0	0	0	15	114
Periode 2	62	133	44	211	0	0	0	0	0	0	54	67
Periode 3	93	51	51	76	0	0	0	0	0	0	0	110
Maksimum	80	51	35	76	96	0	0	0	0	0	38	61
Hari Hujan	9	17	15	13	5	0	0	0	0	0	6	15

Sumber: Balai PSAWS Bango Gedangan Malang, 2020.

DATA CURAH HUJAN HARIAN

Tahun 2016

NAMA STASIUN : **Blimbing** **Tipe Alat** : Biasa (MRG)
Kode Stasiun : 53 **Wilayah Sungai** : K. Brantas
Lintang Selatan : 07°57'08" **Kelurahan** : Ciliwung
Bujur Timur : 112°38'33,9" **Kecamatan** : Blimbing
Elevasi : 455 mdpl **Kota** : Malang

Tabel L-1.7 Data Curah Hujan Pos Stasiun Hujan Blimbing Tahun 2016

TANGGAL	BULAN											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	10	2	1	5	0	5	0	0	0	0	0	51
2	15	50	0	0	0	34	0	11	0	26	7	2
3	0	27	4	0	0	0	0	0	0	20	0	6
4	0	0	0	0	0	0	0	0	10	4	0	11
5	10	21	20	0	10	4	0	0	7	0	0	10
6	0	10	13	0	0	0	0	0	0	0	10	5
7	0	25	30	5	20	0	0	5	0	8	20	0
8	0	27	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0
9	5	10	12	11	25	0	0	0	0	13	61	18
10	10	45	4	25	16	0	0	0	5	48	35	0
11	16	19	4	0	0	0	0	0	0	15	21	2
12	5	9	5	64	3	0	0	30	0	0	0	0
13	0	11	15	0	12	0	0	42	0	0	7	0
14	0	0	25	1	5	1	0	0	0	0	0	0
15	0	0	22	18	0	25	0	0	0	0	0	8
16	0	5	7	0	7	0	10	1	0	0	11	0
17	0	0	0	0	6	0	0	0	5	0	25	8
18	32	0	0	8	0	10	21	0	0	0	36	0
19	0	0	3	3	0	11	1	0	0	0	12	0
20	5	16	0	0	9	32	0	0	0	0	27	12
21	32	20	0	0	3	0	1	0	0	18	43	0
22	2	20	2	0	4	0	0	0	0	0	0	0
23	0	25	0	0	0	14	14	0	0	0	27	0
24	0	40	25	0	0	0	0	0	0	0	20	0
25	10	56	10	0	0	0	0	0	0	0	10	0
26	3	6	8	0	0	0	0	0	6	0	17	0
27	0	37	0	0	0	8	0	0	0	8	33	0
28	11	59	3	0	15	0	2	0	0	37	0	0
29	0	46	16	1	0	45	11	35	0	3	2	0
30	7	0	6	8	19	0	0	0	5	0	10	0
31	10	6	25	0	9	0	0	0	2	0	0	0
BULANAN	183	586	235	147	176	208	69	124	33	207	424	143
Periode 1	50	217	84	46	79	43	0	16	22	119	133	103
Periode 2	58	60	81	94	42	79	32	73	5	15	139	30
Periode 3	75	309	70	7	55	86	37	35	6	73	152	10
Maksimum	32	59	30	64	25	45	21	42	10	48	61	51
Hari Hujan	16	23	21	11	16	12	8	6	5	13	19	12

Sumber: Balai PSAWS Bango Gedangan Malang, 2020.

DATA CURAH HUJAN HARIAN
Tahun 2017

NAMA STASIUN	Blimbing											
Kode Stasiun	53											
Lintang Selatan	07°57'08"											
Bujur Timur	112°38'33,9"											
Elevasi	455 mdpl											
Tipe Alat	Biasa (MRG)											
Wilayah Sungai	K. Brantas											
Kelurahan	Ciliwung											
Kecamatan	Blimbing											
Kota	Malang											

Tabel L-1.8 Data Curah Hujan Pos Stasiun Hujan Blimbing Tahun 2017

TANGGAL	BULAN											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	0	3	35	20	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	8	40	30	0	0	0	0	0	0	0	8
3	0	2	1	20	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	1	0	104	0	0	0	0	0	0	20	0
5	9	1	0	0	34	0	0	0	0	0	0	0
6	6	0	0	1	0	0	0	0	0	7	30	2
7	11	2	0	1	30	0	0	0	0	0	0	28
8	0	22	0	0	38	0	0	0	0	0	0	0
9	0	10	0	0	10	42	0	0	0	12	0	0
10	4	10	0	0	7	0	0	0	0	12	9	0
11	1	4	30	1	0	0	0	0	0	0	1	0
12	63	7	5	4	0	0	0	0	0	0	0	25
13	1	32	0	6	0	4	0	0	0	0	3	6
14	3	1	0	5	0	0	0	0	0	0	4	48
15	14	15	0	5	0	2	0	0	0	0	42	9
16	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	8	5
17	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8
18	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	41	10
19	0	37	9	36	0	0	0	0	0	1	25	38
20	32	5	11	0	0	0	0	0	0	0	15	13
21	4	1	23	0	0	0	0	0	0	0	15	0
22	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	17
23	25	30	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6
24	2	1	0	0	0	0	0	0	0	54	7	0
25	79	47	15	34	0	0	0	0	5	0	10	0
26	15	49	40	0	0	0	0	0	17	5	20	0
27	1	4	0	30	0	0	0	0	0	1	24	0
28	13	80	0	38	0	7	55	0	0	0	9	0
29	14		0	10	0	0	0	0	0	11	57	0
30	3		0	7	0	0	0	0	0	0	0	40
31	13		1	0	0	0	0	0	0	0	0	8
BULANAN	323	374	211	377	119	55	55	0	22	103	362	271
Periode 1	32	59	76	176	119	42	0	0	0	31	59	38
Periode 2	117	103	56	82	0	6	0	0	0	1	147	162
Periode 3	174	212	79	119	0	7	55	0	22	71	156	71
Maksimum	79	80	40	104	38	42	55	0	17	54	57	48
Hari Hujan	23	25	12	18	5	4	1	0	2	8	21	16

Sumber: Balai PSAWS Bango Gedangan Malang, 2020.

DATA CURAH HUJAN HARIAN

Tahun 2018

NAMA STASIUN : Blimbing
Kode Stasiun : 53
Lintang Selatan : 07°57'08"
Bujur Timur : 112°38'33,9"
Elevasi : 455 mdpl

Tipe Alat : Biasa (MRG)
Wilayah Sungai : K. Brantas
Kelurahan : Ciliwung
Kecamatan : Blimbing
Kota : Malang

Tabel L-1.9 Data Curah Hujan Pos Stasiun Hujan Blimbing Tahun 2018

TANGGAL	BULAN											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	0	7	87	0	0	0	0	0	0	0	0	16
2	0	32	0	3	0	2	2	0	0	0	0	0
3	0	15	0	45	0	0	0	0	0	0	0	20
4	28	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	25	15	0	0	0	0	0	0	0	12	64
6	50	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	10
7	18	0	0	21	0	0	0	0	0	0	5	25
8	25	42	7	25	0	0	0	0	0	0	50	0
9	53	7	12	22	5	0	0	0	0	0	0	0
10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64
12	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0
13	10	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	4	0	4	20	0	0	0	0	0	0	0	3
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	8
17	0	18	50	0	4	0	0	0	0	0	0	12
18	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0
19	59	3	30	0	0	0	0	0	0	0	17	0
20	40	13	0	0	0	4	0	0	5	0	23	9
21	25	11	0	0	0	97	0	0	0	0	10	1
22	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
23	29	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	10
24	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	50
25	32	0	0	0	30	0	0	0	0	0	17	5
26	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	5
27	0	0	4	0	6	0	0	0	0	0	15	5
28	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	1
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
31	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
BULANAN	423	259	249	144	45	103	2	0	5	0	297	320
Periode 1	184	138	151	116	5	2	2	0	0	0	67	135
Periode 2	133	90	84	28	4	4	0	0	5	0	70	96
Periode 3	106	31	14	0	36	97	0	0	0	0	160	89
Maksimum	59	56	87	45	30	97	2	0	5	0	53	64
Hari Hujan	20	13	10	7	4	3	1	0	1	0	15	19

Sumber: Balai PSAWS Bango Gedangan Malang, 2020.

DATA CURAH HUJAN HARIAN

Tahun 2019

NAMA STASIUN : **Blimbing**
Kode Stasiun : 53
Lintang Selatan : 07°57'08"
Bujur Timur : 112°38'33,9"
Elevasi : 455 mdpl

Tipe Alat : Biasa (MRG)
Wilayah Sungai : K. Brantas
Kelurahan : Ciliwung
Kecamatan : Blimbing
Kota : Malang

Tabel L-1.10 Data Curah Hujan Pos Stasiun Hujan Blimbing Tahun 2019

TANGGAL	BULAN											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	0	2	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
2	3	17	0	10	16	0	0	0	0	0	0	0
3	53	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	40	0	14	0	0	0	2	0	0	0	0	0
5	0	1	0	25	0	0	30	0	0	0	0	65
6	0	7	1	25	3	0	7	0	0	0	0	0
7	0	0	8	80	1	0	5	0	0	0	0	0
8	0	0	20	77	44	0	0	0	0	0	0	20
9	0	23	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4
10	0	56	0	3	0	0	0	0	0	0	0	15
11	0	82	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
12	15	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	54
13	10	0	0	44	0	0	0	0	0	0	0	7
14	3	0	53	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	7	0	25	15	0	0	0	0	0	0	0	0
16	3	3	32	60	0	0	0	0	0	0	0	2
17	1	19	58	0	0	0	0	0	0	0	0	3
18	41	42	16	0	0	0	0	0	0	0	5	6
19	0	0	2	22	0	0	0	0	0	0	0	1
20	6	7	34	0	0	0	0	0	0	0	0	6
21	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	16
22	8	40	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
23	26	25	16	34	0	0	0	0	0	0	0	0
24	18	19	7	0	0	0	0	0	0	0	55	0
25	30	27	11	0	0	0	0	0	0	0	28	0
26	8	0	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	5	0	5	0	0	0	0	0	0	0	46	0
28	2	0	6	20	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0		81	33	0	0	0	0	0	0	0	13
30	5		20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	47		10	0	0	0	0	0	0	0	0	42
BULANAN	239	467	436	504	64	0	44	0	0	0	147	241
Periode 1	4	199	29	265	64	0	44	0	0	0	0	104
Periode 2	86	153	220	151	0	0	0	0	0	0	18	66
Periode 3	149	115	187	88	0	0	0	0	0	0	129	71
Maksimum	47	82	81	80	44	0	30	0	0	0	55	65
Hari Hujan	19	18	20	20	4	0	4	0	0	0	6	12

Sumber: Balai PSAWS Bango Gedangan Malang, 2020.

DATA CURAH HUJAN HARIAN

Tahun 2010

NAMA STASIUN : Singosari
Kode Stasiun : 51
Lintang Selatan : 07°53'39"
Bujur Timur : 112°38'40"
Elevasi : 635 mdpl

Tipe Alat : Biasa (MRG)
Wilayah Sungai : K. Brantas
Desa : Klampok
Kecamatan : Singosari
Kabupaten : Malang

Tabel L-1.11 Data Curah Hujan Pos Stasiun Hujan Singosari Tahun 2010

TANGGAL	BULAN											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	46	9	11	3	0	0	0	3	4	11	101	0
2	94	15	2	34	0	18	1	0	1	0	65	13
3	0	0	125	6	40	43	5	1	0	6	25	29
4	0	33	95	18	36	0	2	0	0	12	3	3
5	7	1	80	17	42	0	10	0	2	9	14	71
6	110	1	17	14	36	2	5	11	2	2	0	35
7	8	27	9	12	0	9	0	0	3	5	0	37
8	5	0	70	0	31	16	4	2	0	8	91	15
9	70	13	25	11	20	25	3	0	7	3	0	2
10	85	0	2	5	63	4	0	1	0	26	0	12
11	4	14	0	17	10	15	0	0	4	11	0	8
12	9	17	1	48	8	27	86	0	20	0	0	12
13	6	8	0	0	5	36	6	1	11	0	18	15
14	13	21	0	4	61	32	30	1	5	48	0	0
15	8	18	21	0	1	14	1	2	0	15	0	6
16	5	12	7	38	8	22	3	0	0	11	0	9
17	10	1	2	51	1	3	3	76	35	4	31	0
18	6	64	0	10	2	0	1	0	26	19	0	0
19	11	10	22	16	5	0	0	0	15	3	0	3
20	14	7	11	2	11	0	0	0	31	0	25	2
21	12	11	0	6	1	0	0	9	0	1	36	5
22	4	0	0	20	1	0	0	55	0	72	0	0
23	16	25	10	26	4	0	0	1	0	0	0	14
24	31	14	26	4	35	0	1	6	0	29	0	0
25	39	17	1	10	2	0	2	17	0	32	36	1
26	10	4	4	16	3	0	0	0	0	0	0	18
27	50	38	0	0	102	0	0	0	0	10	0	2
28	27	56	27	49	0	1	33	1	0	0	0	1
29	14		2	0	6	0	12	2	0	2	1	0
30	0		31	0	15	0	0	0	0	1	16	0
31	21		6	39		0	21		5		2	
BULANAN	735	436	607	437	588	267	208	210	166	345	462	315
Periode 1	425	99	436	120	268	117	30	18	19	82	299	217
Periode 2	86	172	64	186	112	149	130	80	147	111	74	55
Periode 3	224	165	107	131	208	1	48	112	0	152	89	43
Maksimum	110	64	125	51	102	43	86	76	35	72	101	71
Hari Hujan	28	24	24	24	27	15	18	17	14	24	13	23

Sumber: Balai PSAWS Bango Gedangan Malang, 2020.

NAMA STASIUN	: Singosari	Tipe Alat	: Biasa (MRG)
Kode Stasiun	: 51	Wilayah Sungai	: K. Brantas
Lintang Selatan	: 07°53'39"	Desa	: Klampok
Bujur Timur	: 112°38'40"	Kecamatan	: Singosari
Elevasi	: 635 mdpl	Kabupaten	: Malang

Tabel L-1.12 Data Curah Hujan Pos Stasiun Hujan Singosari Tahun 2011

TANGGAL	BULAN											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	30	15	1	0	3	0	0	0	0	0	5	8
2	1	93	31	19	78	0	0	0	0	0	49	4
3	4	11	14	2	2	0	0	0	0	0	3	7
4	5	16	8	6	11	0	0	0	0	0	1	25
5	0	12	4	35	4	0	0	0	0	0	37	2
6	0	0	37	5	18	0	0	0	0	0	62	5
7	26	0	29	0	28	0	0	0	0	0	92	3
8	1	0	31	40	7	0	0	0	0	0	75	0
9	5	0	22	10	31	0	0	0	0	0	48	1
10	1	5	5	27	0	0	0	0	0	0	0	1
11	0	1	2	15	0	0	3	0	0	0	11	0
12	0	4	6	4	5	0	8	0	0	0	14	3
13	0	11	4	1	0	0	2	0	0	0	8	27
14	1	2	3	40	5	0	11	0	0	0	0	11
15	2	19	0	0	10	0	0	0	5	6	17	1
16	9	0	0	1	22	0	0	0	13	12	36	0
17	1	0	10	1	15	0	0	0	0	0	5	9
18	5	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
19	2	1	7	5	53	0	0	0	0	0	9	0
20	0	32	0	31	39	0	0	0	0	0	0	8
21	40	14	9	2	33	0	0	0	0	0	5	10
22	11	64	41	7	0	0	0	0	0	0	6	9
23	16	8	12	14	0	0	0	0	0	0	23	0
24	29	5	3	3	0	0	0	0	0	0	51	16
25	34	2	23	0	0	0	0	0	0	0	0	45
26	23	1	2	8	0	0	0	0	0	0	0	27
27	2	1	6	0	0	0	0	0	0	21	21	35
28	1	4	8	0	0	0	0	6	4	40	4	
29	1		17	2	0	0	0	0	3	5	3	
30	0		18	2	0	24	0	0	0	0	13	0
31	0		3	0		0	0	0	31		6	
BULANAN	250	322	356	280	366	26	24	0	24	77	636	270
Periode 1	73	152	182	144	182	0	0	0	0	0	372	56
Periode 2	20	71	32	98	151	0	24	0	18	18	100	59
Periode 3	157	99	142	38	33	26	0	0	6	59	164	155
Maksimum	40	93	41	40	78	24	11	0	13	31	92	45
Hari Hujan	23	22	27	23	18	2	4	0	3	6	24	24

Sumber: Balai PSAWS Bango Gedangan Malang, 2020.

DATA CURAH HUJAN HARIAN

Tahun 2012

NAMA STASIUN : Singosari **Tipe Alat** : Biasa (MRG)
Kode Stasiun : 51 **Wilayah Sungai** : K. Brantas
Lintang Selatan : 07°53'39" **Desa** : Klampok
Bujur Timur : 112°38'40" **Kecamatan** : Singosari
Elevasi : 635 mdpl **Kabupaten** : Malang

Tabel L-1.13 Data Curah Hujan Pos Stasiun Hujan Singosari Tahun 2012

TANGGAL	BULAN											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	25	0	44	0	7	0	0	0	0	0	0	6
2	20	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	7	80	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	10	19	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0
5	0,3	0	16	0	1	0	0	0	0	6	0	4
6	5	0	0	0	10	0	0	0	0	1	0	7
7	16	5	10	0	1	1	0	0	0	0	0	0
8	35	0	45	0	8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	2	12	0	27	0	0	0	6	1	0	1
10	13	8	3	1	0	1	0	0	0	0	0	26
11	4	0	5	1	1	3	0	0	0	0	2	39
12	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	6	36
13	17	24	0	0	2	1	0	0	0	0	17	6
14	8	0	21	0	2	0	0	0	0	1	24	20
15	22	6	7	2	6	0	0	0	0	0	0	1
16	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	6
17	14	5	1	9	0	0	0	0	0	2	0	5
18	6	90	23	0	0	0	0	0	0	26	0	44
19	0	21	5	0	0	0	1	0	0	0	1	5
20	3	66	25	0	0	1	3	0	0	0	0	11
21	11	28	14	79	0	40	0	0	0	20	7	19
22	22	4	3	0	0	3	0	0	0	0	10	15
23	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	47	7
24	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	54
25	1	10	0	1	0	0	0	0	0	0	10	28
26	0	70	69	0	0	0	0	0	0	0	2	11
27	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	16
28	2	35	1	1	1	0	0	0	0	0	0	5
29	5	0	0	1	1	0	0	0	0	0	5	6
30	29	2	1	0	0	0	0	0	0	0	5	42
31	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
BULANAN	303	473	366	97	80	50	4	0	6	61	169	444
Periode 1	131	114	161	1	67	2	0	0	6	8	8	44
Periode 2	101	212	90	12	11	5	4	0	0	33	71	173
Periode 3	71	147	115	84	2	43	0	0	0	20	90	227
Maksimum	35	90	69	79	27	40	3	0	6	26	47	54
Hari Hujan	25	16	24	10	13	7	2	0	1	8	15	26

Sumber: Balai PSAWS Bango Gedangan Malang, 2020.

DATA CURAH HUJAN HARIAN

Tahun 2013

NAMA STASIUN : Singosari

Kode Stasiun : 51
 Lintang Selatan : 07°53'39"
 Bujur Timur : 112°38'40"
 Elevasi : 635 mdpl

Tipe Alat : Biasa (MRG)
 Wilayah Sungai : K. Brantas
 Desa : Klampok
 Kecamatan : Singosari
 Kabupaten : Malang

Tabel L-1.14 Data Curah Hujan Pos Stasiun Hujan Singosari Tahun 2013

TANGGAL	BULAN											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	16	17	0	2	0	1	42	0	0	0	0	1
2	18	21	2	6	15	2	2	0	0	0	25	28
3	40	2	4	7	0	2	0	0	0	0	53	7
4	9	4	10	10	0	0	0	0	0	0	0	2
5	21	2	15	14	0	23	0	0	0	0	0	41
6	11	0	0	3	0	58	0	1	0	0	0	4
7	16	0	0	18	0	10	0	0	0	0	0	3
8	4	0	0	11	0	15	0	0	0	0	0	9
9	6	1	20	5	0	20	15	0	0	0	0	11
10	2	2	57	0	0	5	3	0	0	0	0	23
11	1	0	11	7	0	0	2	0	0	0	0	8
12	1	1	37	13	0	3	4	0	0	0	0	20
13	3	1	98	6	0	0	6	0	0	0	57	0
14	6	54	1	15	4	0	0	0	0	0	12	7
15	4	28	2	21	0	1	20	0	0	0	16	34
16	5	30	3	90	0	2	0	0	0	0	8	25
17	16	21	6	5	16	35	0	0	0	0	53	4
18	3	38	8	10	0	0	0	0	0	0	17	12
19	12	6	0	7	7	0	0	0	0	0	6	6
20	24	9	2	4	12	3	0	0	0	0	4	17
21	22	10	0	1	2	4	0	0	0	0	32	8
22	5	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
23	4	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	5
24	51	1	7	0	0	0	2	0	0	11	0	7
25	7	20	15	0	8	0	22	0	0	0	0	11
26	20	3	0	0	1	1	0	0	0	0	68	30
27	14	5	78	0	43	0	0	0	0	60	27	0
28	16	0	0	0	1	0	0	0	0	0	6	0
29	17		4	0	0	1	0	4	0	0	10	0
30	24		10	0	2	0	0	0	0	0	3	0
31	111		6		4		0	0		12		3
BULANAN	509	289	396	255	115	186	118	5	0	84	397	329
Periode 1	143	49	108	76	15	136	62	1	0	0	78	129
Periode 2	75	188	168	178	39	44	32	0	0	0	173	133
Periode 3	291	52	120	1	61	6	24	4	0	84	146	67
Maksimum	111	54	98	90	43	58	42	4	0	60	68	41
Hari Hujan	31	23	21	20	12	17	10	2	0	4	16	26

Sumber: Balai PSAWS Bango Gedangan Malang, 2020.

DATA CURAH HUJAN HARIAN

Tahun 2014

NAMA STASIUN : Singosari
Kode Stasiun : 51
Lintang Selatan : 07°53'39"
Bujur Timur : 112°38'40"
Elevasi : 635 mdpl

Tipe Alat : Biasa (MRG)
Wilayah Sungai : K. Brantas
Desa : Klampok
Kecamatan : Singosari
Kabupaten : Malang

Tabel L-1.15 Data Curah Hujan Pos Stasiun Hujan Singosari Tahun 2014

TANGGAL	BULAN											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	22	14	60	0	0	0	0	2	0	0	0	19
2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
3	1	1	25	0	0	0	0	0	0	0	0	23
4	9	3	27	0	1	0	0	0	0	0	0	5
5	52	1	6	1	0	0	0	0	0	0	0	7
6	3	4	105	1	0	0	1	0	0	0	0	28
7	5	1	25	11	0	0	0	0	0	0	0	20
8	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65
9	46	4	7	110	65	0	0	0	0	0	0	4
10	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	23	0
11	1	0	1	0	0	0	0	10	0	0	63	0
12	1	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	2
13	0	0	35	67	75	0	2	0	0	0	0	0
14	16	0	20	35	0	0	0	0	0	0	0	1
15	4	0	1	12	0	0	0	0	0	0	0	10
16	0	17	0	8	0	0	0	0	0	0	0	8
17	0	14	0	1	0	0	0	0	0	0	0	62
18	0	6	1	0	0	1	0	0	0	0	0	5
19	0	40	0	11	0	5	0	0	0	0	0	96
20	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	18
21	0	0	6	6	28	0	0	0	0	0	6	29
22	1	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	10
24	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	50
25	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	8	0
26	8	0	0	0	10	54	0	0	0	0	16	0
27	20	0	0	0	40	0	0	0	0	0	18	1
28	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	61	50
29	21	7	7	1	0	0	0	0	0	0	2	15
30	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
BULANAN	249	113	329	271	272	60	3	12	0	0	208	522
Periode 1	149	31	257	123	66	0	1	2	0	0	23	172
Periode 2	22	82	59	135	78	6	2	10	0	0	74	194
Periode 3	78	0	13	13	128	54	0	0	0	0	111	156
Maksimum	52	40	105	110	75	54	2	10	0	0	63	96
Hari Hujan	20	13	17	13	13	3	2	2	0	0	12	24

Sumber: Balai PSAWS Bango Gedangan Malang, 2020.

DATA CURAH HUJAN HARIAN

Tahun 2015

NAMA STASIUN : Singosari

Kode Stasiun : 51

Lintang Selatan : 07°53'39"

Bujur Timur : 112°38'40"

Elevasi : 635 mdpl

Tipe Alat : Biasa (MRG)

Wilayah Sungai : K. Brantas

Desa : Klampok

Kecamatan : Singosari

Kabupaten : Malang

Tabel L-1.16 Data Curah Hujan Pos Stasiun Hujan Singosari Tahun 2015

TANGGAL	BULAN											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	2	10	5	0	65	0	0	0	0	0	0	0
2	1	15	45	2	4	0	0	0	0	0	0	0
3	1	0	2	0	82	0	0	0	0	0	0	0
4	0	6	19	24	0	0	0	0	0	0	9	0
5	0	68	24	0	21	0	0	0	0	0	0	0
6	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	7	4	22	0	0	0	0	0	0	0	18
8	0	12	7	15	0	0	0	0	0	0	1	0
9	0	18	5	0	0	0	0	0	0	0	16	0
10	0	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
11	9	26	1	0	0	0	0	0	0	0	5	25
12	5	82	19	63	0	0	0	0	0	0	10	1
13	30	3	0	5	0	0	0	0	0	0	0	4
14	0	2	2	0	70	0	0	0	0	0	0	3
15	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
16	2	3	45	0	2	0	0	0	0	0	0	2
17	9	2	40	0	0	0	0	0	0	0	0	2
18	5	0	1	1	0	0	0	0	0	0	11	3
19	19	15	86	13	0	0	0	0	0	0	0	1
20	25	10	7	51	2	0	0	0	0	0	0	4
21	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
22	15	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
23	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
24	5	21	21	4	0	0	0	0	0	0	0	1
25	9	3	3	10	0	0	0	0	0	0	0	5
26	0	0	0	7	28	0	0	0	0	0	0	1
27	0	2	2	11	0	0	0	0	0	0	0	2
28	0	0	0	41	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
31	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	9
BULANAN	208	318	340	270	300	0	0	0	0	0	52	137
Periode 1	4	144	112	63	173	0	0	0	0	0	26	18
Periode 2	105	147	201	133	74	0	0	0	0	0	26	65
Periode 3	99	27	27	74	53	0	0	0	0	0	0	54
Maksimum	40	82	86	63	82	0	0	0	0	0	16	30
Hari Hujan	17	22	21	15	10	0	0	0	0	0	6	20

Sumber: Balai PSAWS Bango Gedangan Malang, 2020.

DATA CURAH HUJAN HARIAN

Tahun 2016

NAMA STASIUN : Singosari
Kode Stasiun : 51
Lintang Selatan : 07°53'39"
Bujur Timur : 112°38'40"
Elevasi : 635 mdpl

Tipe Alat : Biasa (MRG)
Wilayah Sungai : K. Brantas
Desa : Klampok
Kecamatan : Singosari
Kabupaten : Malang

Tabel L-1.17 Data Curah Hujan Pos Stasiun Hujan Singosari Tahun 2016

TANGGAL	BULAN											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	59	6	53	3	0	52	0	0	0	0	0	63
2	56	42	0	1	0	1	0	0	0	63	0	2
3	0	0	7	2	0	0	0	0	22	31	0	2
4	36	0	0	0	0	0	0	0	49	38	0	22
5	0	18	0	0	0	0	0	0	0	4	42	1
6	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0
7	0	6	22	4	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	1
9	16	41	0	0	7	56	0	0	0	61	51	18
10	70	51	0	20	61	2	0	0	0	153	72	0
11	54	21	0	0	20	0	0	0	0	20	3	0
12	4	42	56	7	5	0	0	0	0	0	2	0
13	0	3	0	1	42	1	0	41	0	0	0	0
14	0	0	23	0	0	1	11	2	0	0	36	0
15	0	0	8	13	0	29	0	5	3	0	2	0
16	19	0	6	0	12	0	0	39	0	0	17	45
17	0	11	0	0	1	1	0	0	0	0	0	5
18	2	13	0	11	0	1	0	3	0	0	41	0
19	0	0	12	2	0	8	5	0	0	0	0	0
20	17	0	21	0	0	9	4	0	0	0	24	16
21	9	8	0	0	41	0	0	0	0	0	63	0
22	3	14	0	0		0	0	0	0	0	0	0
23	2	5	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
24	4	61	8	0	15	0	5	0	2	0	18	0
25	0	12	9	0	0	0	0	0	4	1	20	40
26	1	2	4	0	0	0	0	0	0	2	61	1
27	9	42	0	1	0	20	0	0	0	0	2	0
28	46	45	23	0	60	4	16	0	0	2	0	0
29	0	39	5	0	0	112	4	1	0	0	45	0
30	1	1	0	2	25	0	0	0	0	38	0	0
31	0	11	11	13	0	0	0	0	0	2	0	20
BULANAN	408	507	270	65	284	322	45	91	80	415	526	236
Periode 1	237	189	82	30	72	111	0	0	71	350	192	109
Periode 2	96	90	126	34	80	50	20	90	3	20	125	66
Periode 3	75	228	62	1	132	161	25	1	6	45	209	61
Maksimum	70	61	56	20	61	112	16	41	49	153	72	63
Hari Hujan	18	21	17	11	14	15	6	6	5	12	17	13

Sumber: Balai PSAWS Bango Gedangan Malang, 2020.

DATA CURAH HUJAN HARIAN

Tahun 2017

NAMA STASIUN : Singosari

Kode Stasiun : 51

Lintang Selatan : 07°53'39"

Bujur Timur : 112°38'40"

Elevasi : 635 mdpl

Tipe Alat : Biasa (MRG)

Wilayah Sungai : K. Brantas

Desa : Klampok

Kecamatan : Singosari

Kabupaten : Malang

Tabel L-1.18 Data Curah Hujan Pos Stasiun Hujan Singosari Tahun 2017

TANGGAL	BULAN											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	0	3	38	24	18	24	0	0	0	1	0	3
2	0	6	0	1	100	1	0	0	0	0	0	18
3	0	30	16	0	6	2	0	0	0	0	56	0
4	15	17	0	97	0	0	0	0	0	0	0	0
5	24	0	0	52	0	0	0	0	0	0	0	18
6	15	2	0	2	0	0	0	0	0	7	2	0
7	29	4	34	16	18	0	0	0	0	0	0	53
8	14	5	46	10	4	10	0	0	0	5	0	1
9	0	12	0	1	0	18	0	0	0	0	0	8
10	8	3	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	15	6	0	0	0	0	0	0	0	5	0
12	76	22	4	1	0	0	0	0	0	0	7	29
13	38	4	8	67	0	19	0	0	0	0	13	1
14	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	39	7
15	0	1	0	21	0	0	0	0	0	0	8	11
16	4	18	0	0	0	0	0	0	0	0	9	2
17	0	2	0	8	0	0	0	0	0	0	6	13
18	38	10	0	11	0	0	0	0	0	0	41	3
19	21	5	42	19	0	0	0	0	0	0	15	42
20	1	0	36	16	0	0	0	0	0	0	4	20
21	0	1	12	18	0	0	7	0	0	0	34	3
22	42	4	0	100	0	0	0	0	0	0	6	1
23	0	19	0	6	0	0	0	0	0	0	8	1
24	38	0	0	0	0	0	0	0	0	79	6	0
25	56	0	7	0	0	0	0	0	52	0	2	0
26	18	7	21	0	0	0	0	0	23	0	46	0
27	16	0	3	18	0	0	1	0	0	0	19	0
28	12	6	0	4	0	1	23	0	0	2	17	1
29	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84	2
30	9	71	0	0	0	0	0	0	19	0	5	17
31	15	52	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0
BULANAN	493	198	399	512	146	75	31	0	94	94	432	266
Periode 1	105	82	134	223	146	55	0	0	0	13	58	101
Periode 2	178	79	99	143	0	19	0	0	0	0	147	128
Periode 3	210	37	166	146	0	1	31	0	94	81	227	37
Maksimum	76	30	71	100	100	24	23	0	52	79	84	53
Hari Hujan	21	23	16	21	5	7	3	0	3	5	22	22

Sumber: Balai PSAWS Bango Gedangan Malang, 2020.

DATA CURAH HUJAN HARIAN

Tahun 2018

NAMA STASIUN : Singosari
Kode Stasiun : 51
Lintang Selatan : 07°53'39"
Bujur Timur : 112°38'40"
Elevasi : 635 mdpl

Tipe Alat : Biasa (MRG)
Wilayah Sungai : K. Brantas
Desa : Klampok
Kecamatan : Singosari
Kabupaten : Malang

Tabel L-1.19 Data Curah Hujan Pos Stasiun Hujan Singosari Tahun 2018

TANGGAL	BULAN											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	1	4	3	2	0	0	0	0	0	0	0	11
2	0	19	0	30	0	0	0	0	0	0	0	1
3	0	2	25	58	0	0	0	0	0	0	0	126
4	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
5	0	70	1	0	0	0	0	0	0	0	0	66
6	80	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
7	45	61	0	45	0	0	0	0	0	0	0	1
8	22	26	4	1	0	0	0	0	0	0	31	1
9	61	45	15	31	0	0	0	0	0	0	9	1
10	35	76	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
11	24	19	5	0	0	0	0	0	0	0	0	14
12	19	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26
14	1	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	3
15	1	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	13
16	2	67	0	0	39	0	0	0	0	0	0	11
17	4	0	67	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	6	0	0	29	20	0	0	0	0	0	0	0
19	20	0	8	0	0	0	0	0	0	0	1	10
20	8	25	4	0	0	7	0	0	0	0	15	83
21	0	22	10	0	0	21	0	0	0	0	0	4
22	19	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
23	18	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	5
24	7	0	0	0	0	40	0	0	0	5	0	1
25	11	20	7	0	12	22	0	0	0	0	104	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	2
27	15	0	4	0	6	0	0	0	0	0	0	39
28	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	20	0
29	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0
30	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
31	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
BULANAN	406	563	180	196	77	90	0	0	0	7	237	426
Periode 1	244	309	51	167	0	0	0	0	0	0	44	210
Periode 2	85	181	99	29	59	7	0	0	0	0	16	160
Periode 3	77	73	30	0	18	83	0	0	0	7	177	56
Maksimum	80	76	67	58	39	40	0	0	0	5	104	126
Hari Hujan	23	20	17	7	4	4	0	0	0	2	13	22

Sumber: Balai PSAWS Bango Gedangan Malang, 2020.

Tabel L-1.20 Data Curah Hujan Pos Stasiun Hujan Singosari Tahun 2019

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	0	0	0	18	1	0	0	0	0	0	0	0
2	3	24	4	5	12	0	0	0	0	0	0	0
3	2	29	16	0	31	0	0	0	0	0	-	27
4	15	18	22	0	0	0	0	0	0	0	-	15
5	0	10	0	49	0	0	9	0	0	0	-	26
6	43	13	11	0	41	0	0	0	0	0	-	0
7	7	68	0	90	22	0	0	0	0	0	-	0
8	0	2	0	75	2	0	0	0	0	0	-	0
9	0	7	0	8	0	0	0	0	0	0	-	0
10	0	6	0	59	0	0	0	0	0	0	-	0
11	0	51	0	1	0	0	0	0	0	0	-	0
12	48	0	9	2	0	0	0	0	0	0	14	2
13	1	39	46	5	0	0	0	0	0	1	-	0
14	12	0	0	10	0	0	0	0	0	0	-	0
15	3	4	0	7	0	0	0	0	0	0	-	1
16	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	-	0
17	0	41	12	0	0	0	0	0	0	0	-	3
18	27	4	8	0	0	0	0	0	0	0	1	0
19	37	1	1	0	0	0	0	0	0	0	-	0
20	1	1	45	11	0	0	0	0	0	0	-	0
21	59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	7
22	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	4
23	5	24	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0
24	1	8	0	0	2	0	0	0	0	0	-	0
25	27	1	0	5	0	0	0	0	0	0	-	0
26	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
27	4	0	17	0	0	0	0	0	0	0	5	0
28	3	0	0	72	0	0	0	0	0	0	1	75
29	0	0	8	0	0	0	0	0	0	20	-	0
30	0	28	0	46	0	0	0	0	0	0	-	0
31	45	53	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0
BULANAN	358	351	273	429	157	0	9	0	0	21	-	160
Periode 1	70	177	53	304	109	0	9	0	0	0	-	68
Periode 2	129	141	122	40	0	0	0	0	0	1	-	6
Periode 3	159	33	98	85	48	0	0	0	0	20	-	86
Maksimum	59	68	53	90	46	0	9	0	0	20	-	75
Hari Hujan	21	19	14	17	8	0	1	0	0	2	5	9

Sumber: Balai PSAWS Bango Gedangan Malang, 2020.

DATA CURAH HUJAN HARIAN

Tahun 2010

NAMA STASIUN : Karangploso
Kode Stasiun : 30-a
Lintang Selatan : 07°53'58"
Bujur Timur : 112°36'02"
Elevasi : 575 mdpl
Tipe Alat : Biasa (MRG)
Wilayah Sungai : K. Brantas
Desa : Girimoyo
Kecamatan : Karangploso
Kabupaten : Malang

Tabel L-1.21 Data Curah Hujan Pos Stasiun Hujan Karangploso Tahun 2010

TANGGAL	BULAN											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	25	25	0	1	0	0	0	0	9	25	41	27
2	0	41	20	1	0	10	0	0	0	10	39	36
3	0	3	15	5	22	0	0	0	0	9	37	27
4	0	5	20	7	33	7	0	0	0	8	0	31
5	0	0	190	50	25	0	20	0	16	0	0	42
6	69	7	21	57	35	2	0	0	22	0	5	28
7	9	28	3	5	0	6	0	0	0	3	69	32
8	5	0	50	10	17	0	0	0	0	6	99	27
9	0	7	5	35	0	0	0	0	14	26	0	29
10	30	0	0	5	11	0	0	0	0	0	0	38
11	1	15	0	12	3	0	0	0	16	0	0	29
12	10	4	0	20	2	0	40	0	20	2	0	52
13	1	10	0	0	2	0	1	16	0	5	0	0
14	4	0	0	10	3	0	3	0	0	19	0	0
15	6	12	15	13	1	3	0	0	6	0	0	8
16	3	36	16	3	3	0	0	0	18	0	0	7
17	35	1	0	10	2	0	0	30	0	7	4	18
18	4	37	0	12	0	0	0	0	4	48	18	14
19	1	1	0	21	0	0	0	0	13	0	0	28
20	1	0	5	5	0	0	0	0	0	0	24	9
21	10	17	20	3	0	0	0	26	8	24	10	0
22	16	0	0	2	0	0	0	0	0	10	34	0
23	8	5	3	28	0	0	0	0	10	15	23	0
24	10	8	18	1	0	0	0	11	12	12	18	0
25	30	16	0	2	0	0	0	4	9	0	15	0
26	29	19	5	0	0	0	3	0	23	6	19	0
27	14	10	0	0	0	0	0	0	0	3	4	0
28	15	6	38	50	0	0	25	0	25	4	6	0
29	31	3	15	0	0	0	0	0	3	0	48	0
30	0	6	0	0	0	0	0	0	13	18	3	0
31	16	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BULANAN	383	313	463	383	159	28	92	87	241	260	516	482
Periode 1	138	116	324	176	143	25	20	0	61	87	290	317
Periode 2	66	116	36	106	16	3	44	46	77	81	46	165
Periode 3	179	81	103	101	0	0	28	41	103	92	180	0
Maksimum	69	41	190	57	35	10	40	30	25	48	99	52
Hari Hujan	25	22	19	26	13	5	6	5	18	20	19	18

Sumber: Balai PSAWS Bango Gedangan Malang, 2020.

DATA CURAH HUJAN HARIAN

Tahun 2011

NAMA STASIUN : Karangploso

Kode Stasiun : 30-a
 Lintang Selatan : 07°53'58"
 Bujur Timur : 112°36'02"
 Elevasi : 575 mdpl

Tipe Alat : Biasa (MRG)
 Wilayah Sungai : K. Brantas
 Desa : Girimoyo
 Kecamatan : Karangploso
 Kabupaten : Malang

Tabel L-1.22 Data Curah Hujan Pos Stasiun Hujan Karangploso Tahun 2011

TANGGAL	BULAN											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	18	16	7	12	16	0	0	0	0	0	5	0
2	4	48	12	14	17	0	0	0	0	0	10	8
3	0	36	14	10	12	0	0	0	0	0	3	1
4	0	22	9	19	21	0	0	0	0	0	6	46
5	8	12	0	24	26	0	0	0	0	0	0	0
6	0	8	12	29	19	0	0	0	0	0	3	29
7	4	9	13	21	31	0	0	0	0	0	23	2
8	0	10	21	24	0	0	0	0	0	0	91	0
9	0	0	30	28	0	0	0	0	0	0	21	0
10	18	13	14	31	12	0	0	0	0	0	25	2
11	19	14	8	27	8	0	0	0	0	0	1	0
12	8	16	10	20	11	0	0	0	0	0	1	0
13	0	0	7	24	18	0	0	0	0	0	0	10
14	0	0	7	28	17	0	0	0	0	0	1	0
15	0	21	9	28	0	0	0	0	0	0	3	20
16	0	0	13	15	0	0	0	0	0	0	7	12
17	0	8	16	22	9	0	0	0	0	0	0	2
18	0	7	17	4	6	0	0	0	0	0	0	13
19	8	0	3	21	5	0	0	0	0	0	0	2
20	4	5	6	19	19	0	0	0	0	0	13	7
21	9	8	0	45	22	0	0	0	0	5	1	7
22	11	10	12	20	0	0	0	0	0	0	3	24
23	7	0	18	16	0	0	0	0	0	0	15	3
24	6	0	37	0	0	0	0	0	0	0	45	17
25	8	0	26	0	0	0	0	0	0	0	26	64
26	4	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	55
27	9	7	19	0	0	0	0	0	0	0	0	36
28	7	0	21	0	0	0	0	0	0	15	23	1
29	12		25	0	0	0	0	0	0	0	0	5
30	14		10	0	0	0	0	0	0	9	0	3
31	84		8	0	0	0	0	0	0	10	0	1
BULANAN	262	270	432	501	269	0	0	0	0	39	326	370
Periode 1	52	174	132	212	154	0	0	0	0	0	187	88
Periode 2	39	71	96	208	93	0	0	0	0	0	26	66
Periode 3	171	25	204	81	22	0	0	0	0	39	113	216
Maksimum	84	48	37	45	31	0	0	0	0	15	91	64
Hari Hujan	20	18	29	23	17	0	0	0	0	4	21	24

Sumber: Balai PSAWS Bango Gedangan Malang, 2020.

DATA CURAH HUJAN HARIAN

Tahun 2012

NAMA STASIUN : Karangploso
Kode Stasiun : 30-a
Lintang Selatan : 07°53'58"
Bujur Timur : 112°36'02"
Elevasi : 575 mdpl

Tipe Alat : Biasa (MRG)
Wilayah Sungai : K. Brantas
Desa : Girimoyo
Kecamatan : Karangploso
Kabupaten : Malang

Tabel L-1.23 Data Curah Hujan Pos Stasiun Hujan Karangploso Tahun 2012

TANGGAL	BULAN											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	1	61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	37	10	12	8	5	0	0	0	0	4	0	0
3	0	28	35	0	0	0	0	0	0	4	0	0
4	5	52	0	2	0	0	0	0	0	17	0	4
5	3	19	12	5	7	0	0	0	0	0	0	67
6	11	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	2
7	6	9	7	5	12	0	0	0	0	0	0	4
8	24	0	21	3	0	0	0	0	0	0	0	41
9	1	3	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	23	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	56
11	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	17	44
12	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	10
13	2	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
14	4	56	6	0	0	0	0	0	0	0	37	1
15	15	37	6	0	1	0	0	0	0	0	0	7
16	5	0	1	0	0	0	0	0	0	9	11	3
17	9	3	6	0	0	0	0	0	0	20	0	0
18	0	11	26	0	0	0	0	0	0	31	0	12
19	11	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	11
20	29	30	12	0	0	0	0	0	0	22	56	34
21	3	7	3	11	0	20	0	0	0	0	0	21
22	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	6
23	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	35	1
24	0	7	9	0	0	0	0	0	0	0	1	46
25	3	0	61	0	0	0	0	0	0	0	2	0
26	1	62	108	0	0	0	0	0	0	0	0	17
27	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33
28	4	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	10
30	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0
31	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
BULANAN	240	508	354	36	25	20	1	0	0	107	198	466
Periode 1	111	182	108	25	24	0	0	0	0	25	0	174
Periode 2	77	177	59	0	1	0	1	0	0	82	121	124
Periode 3	52	149	187	11	0	20	0	0	0	0	77	168
Maksimum	37	70	108	11	12	20	1	0	0	31	56	67
Hari Hujan	25	19	21	7	4	1	1	0	0	7	10	24

Sumber: Balai PSAWS Bango Gedangan Malang, 2020.

DATA CURAH HUJAN HARIAN

Tahun 2013

NAMA STASIUN : Karangploso

Kode Stasiun : 30-a
 Lintang Selatan : 07°53'58"
 Bujur Timur : 112°36'02"
 Elevasi : 575 mdpl

Tipe Alat : Biasa (MRG)
 Wilayah Sungai : K. Brantas
 Desa : Girimoyo
 Kecamatan : Karangploso
 Kabupaten : Malang

Tabel L-1.24 Data Curah Hujan Pos Stasiun Hujan Karangploso Tahun 2013

TANGGAL	BULAN											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	4	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
3	51	0	5	8	0	0	22	0	0	0	0	53
4	0	6	5	32	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	2	29	2	0	0	11	0	0	0	0	21
6	1	0	12	14	0	54	0	0	0	0	0	6
7	10	0	0	13	0	7	0	0	0	0	0	19
8	0	0	8	8	0	2	0	0	0	0	18	60
9	2	8	9	0	0	8	0	0	0	0	0	12
10	0	8	17	12	0	2	24	0	0	0	0	77
11	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
12	7	0	50	3	0	10	0	0	0	0	0	12
13	7	0	7	10	0	1	0	0	0	0	9	2
14	4	21	4	15	16	3	0	0	0	0	17	30
15	11	22	0	23	0	4	3	0	0	0	2	20
16	2	2	3	0	0	3	0	0	0	0	6	57
17	7	13	0	0	3	4	0	0	0	0	9	5
18	0	48	18	0	0	2	0	0	0	0	7	2
19	1	0	6	33	28	0	0	0	0	0	1	9
20	18	2	0	6	0	0	0	0	0	0	2	15
21	11	0	0	0	7	0	0	0	0	0	4	0
22	9	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
23	3	22	0	0	0	0	0	0	0	6	0	31
24	19	11	0	0	0	0	9	0	0	2	0	4
25	18	16	33	0	6	0	18	0	0	0	0	12
26	8	0	28	0	18	0	0	0	0	0	36	18
27	2	0	0	0	2	0	0	0	0	69	13	0
28	0	27	13	0	0	0	0	0	0	0	8	0
29	47		15	0	9	0	0	0	0	0	2	0
30	3		3	0	3	0	0	0	0	0	0	0
31	36		0	2		0	0		19		0	
BULANAN	287	256	265	182	94	100	87	0	0	96	134	482
Periode 1	74	49	85	89	0	73	57	0	0	0	18	258
Periode 2	57	111	88	93	47	27	3	0	0	0	53	152
Periode 3	156	96	92	0	47	0	27	0	0	96	63	72
Maksimum	51	48	50	33	28	54	24	0	0	69	36	77
Hari Hujan	24	17	18	14	10	12	6	0	0	4	14	22

Sumber: Balai PSAWS Bango Gedangan Malang, 2020.

DATA CURAH HUJAN HARIAN

Tahun 2014

NAMA STASIUN : Karangploso
Kode Stasiun : 30-a
Lintang Selatan : 07°53'58"
Bujur Timur : 112°36'02"
Elevasi : 575 mdpl

Tipe Alat : Biasa (MRG)
Wilayah Sungai : K. Brantas
Desa : Girimoyo
Kecamatan : Karangploso
Kabupaten : Malang

Tabel L-1.25 Data Curah Hujan Pos Stasiun Hujan Karangploso Tahun 2014

TANGGAL	BULAN											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	6	28	46	0	10	0	0	0	0	0	0	5
2	3	5	19	0	0	0	0	0	0	0	0	2
3	0	1	23	0	0	9	0	0	0	0	0	8
4	30	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	4
5	59	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
6	26	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	32
7	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
8	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37
9	46	6	0	93	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	13	0	1	0	0	0	0	0	0	8
11	2	0	13	0	0	0	0	0	0	0	67	2
12	0	0	8	13	13	0	0	0	0	0	0	9
13	1	0	44	9	9	0	20	0	0	0	0	2
14	17	26	13	4	4	0	0	0	0	0	0	0
15	4	0	0	6	6	0	0	0	0	0	0	0
16	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
17	0	30	3	0	0	0	0	0	0	0	17	65
18	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
19	0	11	3	0	0	4	0	0	0	0	0	47
20	1	3	0	5	0	0	0	0	0	0	0	14
21	8	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	37
22	6	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
25	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
26	18	0	0	0	34	0	0	0	0	0	0	34
27	0	0	0	0	105	31	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	3
29	83	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	9
30	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
31	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BULANAN	350	125	208	130	230	44	20	10	0	92	400	
Periode 1	177	48	124	93	11	9	0	10	0	0	8	118
Periode 2	29	77	84	37	32	4	20	0	0	0	84	141
Periode 3	144	0	0	0	187	31	0	0	0	0	0	141
Maksimum	83	30	46	93	105	31	20	10	0	0	67	65
Hari Hujan	21	11	11	6	13	3	1	1	0	0	3	23

Sumber: Balai PSAWS Bango Gedangan Malang, 2020.



DATA CURAH HUJAN HARIAN

Tahun 2015

NAMA STASIUN : Karangploso

Kode Stasiun : 30-a
 Lintang Selatan : 07°53'58"
 Bujur Timur : 112°36'02"
 Elevasi : 575 mdpl

Tipe Alat : Biasa (MRG)
 Wilayah Sungai : K. Brantas
 Desa : Girimoyo
 Kecamatan : Karangploso
 Kabupaten : Malang

Tabel L-1.26 Data Curah Hujan Pos Stasiun Hujan Karangploso Tahun 2015

TANGGAL	BULAN											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	0	5	19	0	42	0	0	0	0	0	0	29
2	0	5	8	0	53	0	0	0	0	0	0	3
3	0	1	2	6	34	0	0	0	0	0	10	3
4	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	38	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0
6	0	31	10	18	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	6	5	0	9	0	0	0	0	0	0	0
8	0	11	9	0	12	0	0	0	0	0	0	0
9	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	3	0
10	0	20	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
11	0	11	0	4	3	0	0	0	0	0	8	67
12	0	66	4	24	6	0	0	0	0	0	54	0
13	0	0	7	21	0	0	0	0	0	0	0	6
14	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
15	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	13
16	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	6
18	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	3	9
19	0	30	29	0	0	0	0	0	0	0	0	28
20	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	7
24	0	18	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	4	4	10	0	0	0	0	0	0	0	8
26	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
BULANAN	0	273	193	103	170	0	0	0	0	0	78	203
Periode 1	0	119	78	24	161	0	0	0	0	0	13	35
Periode 2	0	131	92	49	9	0	0	0	0	0	65	131
Periode 3	0	23	23	30	0	0	0	0	0	0	0	37
Maksimum	0	66	29	24	53	0	0	0	0	0	54	67
Hari Hujan	0	17	18	8	9	0	0	0	0	0	5	16

Sumber: Balai PSAWS Bango Gedangan Malang, 2020.

DATA CURAH HUJAN HARIAN

Tahun 2016

NAMA STASIUN : Karangploso
Kode Stasiun : 30-a
Lintang Selatan : 07°53'58"
Bujur Timur : 112°36'02"
Elevasi : 575 mdpl
Tipe Alat : Biasa (MRG)
Wilayah Sungai : K. Brantas
Desa : Girimoyo
Kecamatan : Karangploso
Kabupaten : Malang

Tabel L-1.27 Data Curah Hujan Pos Stasiun Hujan Karangploso Tahun 2016

TANGGAL	BULAN											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	2	8	20	0	0	35	0	0	0	0	0	37
2	0	46	0	0	0	9	0	0	0	20	0	2
3	15	46	12	0	0	0	0	0	13	8	0	0
4	6	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0	35
5	6	8	4	0	8	4	0	0	0	0	13	17
6	0	47	0	0	0	0	0	0	0	0	11	10
7	0	11	7	0	13	0	0	0	0	0	0	0
8	13	17	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0
9	19	11	9	0	0	4	0	0	0	37	40	0
10	25	0	0	18	35	1	0	0	0	36	31	0
11	6	0	0	0	14	0	0	0	0	20	25	0
12	9	22	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0
13	12	12	0	0	8	0	4	13	0	0	0	0
14	5	5	0	0	0	0	0	32	0	0	31	0
15	0	3	0	0	0	4	8	2	0	0	0	2
16	15	26	0	0	6	0	0	38	0	0	11	46
17	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
18	0	53	0	0	2	0	4	0	0	0	11	0
19	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
20	9	0	0	0	8	1	0	0	0	0	10	20
21	5	11	10	0	4	0	2	0	0	0	17	0
22	0	18	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	36	0	0	10	0	0	0	0	0	30	0
24	7	62	0	0	15	0	0	0	10	0	39	0
25	0	22	37	0	0	0	0	0	0	0	6	0
26	7	19	10	0	0	0	0	0	0	0	21	0
27	2	31	14	0	41	21	0	0	47	46	0	0
28	17	26	0	0	0	0	8	0	0	7	0	0
29	0	13	0	0	8	18	11	0	3	0	13	0
30	0	30	0	0	0	8	0	0	6	0	0	0
31	0	0	0	10	0	18	0	0	3	0	0	0
BULANAN	183	603	180	30	182	106	55	85	79	199	329	178
Periode 1	86	194	52	30	56	53	0	0	13	123	95	101
Periode 2	59	171	0	0	38	6	16	85	0	20	108	77
Periode 3	38	238	128	0	88	47	39	0	66	56	126	0
Maksimum	25	62	37	18	41	35	18	38	47	46	40	46
Hari Hujan	19	24	11	2	14	11	7	4	5	9	16	9

Sumber: Balai PSAWS Bango Gedangan Malang, 2020.

DATA CURAH HUJAN HARIAN

Tahun 2017

NAMA STASIUN : Karangploso

Kode Stasiun : 30-a
 Lintang Selatan : 07°53'58"
 Bujur Timur : 112°36'02"
 Elevasi : 575 mdpl

Tipe Alat : Biasa (MRG)
 Wilayah Sungai : K. Brantas
 Desa : Girimoyo
 Kecamatan : Karangploso
 Kabupaten : Malang

Tabel L-1.28 Data Curah Hujan Pos Stasiun Hujan Karangploso Tahun 2017

TANGGAL	BULAN											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	0	5	93	40	0	0	0	0	0	0	0	4
2	1	35	16	46	49	0	0	0	0	0	0	20
3	7	3	5	4	0	3	0	0	0	0	0	0
4	10	3	16	67	37	0	0	0	0	0	4	0
5	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
6	30	0	0	0	0	0	0	0	0	3	32	0
7	0	8	16	7	0	0	0	0	0	0	0	6
8	2	7	0	3	3	15	0	0	0	5	0	0
9	0	24	0	5	13	0	0	0	0	3	0	5
10	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	8	11	31	0	0	0	0	0	0	0	0	3
12	45	7	5	7	0	0	0	0	0	0	3	28
13	2	8	8	9	0	0	0	0	0	0	7	2
14	15	21	2	0	0	0	0	0	0	0	52	7
15	15	35	0	2	0	0	0	0	0	0	28	57
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	12
17	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	10	0
18	34	11	0	0	0	0	0	0	0	0	57	25
19	1	0	17	7	0	0	0	0	0	1	17	18
20	3	17	20	15	0	0	0	0	0	0	23	8
21	0	20	7	0	0	0	0	0	0	0	18	9
22	30	0	5	49	0	0	0	0	0	0	3	0
23	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	5	6
24	18	0	0	37	0	0	0	0	0	31	1	0
25	21	0	9	0	0	0	0	0	42	1	12	0
26	16	26	40	0	0	0	0	0	11	0	56	3
27	9	0	15	0	0	0	0	0	0	0	2	0
28	5	0	0	3	0	0	23	0	0	0	12	0
29	6		0	13	0	0	0	0	0	0	39	0
30	24		64	0	0	0	0	0	0	19	30	30
31	15		10	0	0	0	0	0	0	0	0	46
BULANAN	320	249	383	316	102	18	23	0	53	63	418	289
Periode 1	53	89	146	174	102	18	0	0	0	11	36	35
Periode 2	123	110	87	40	0	0	0	0	0	1	204	160
Periode 3	144	50	150	102	0	0	23	0	53	51	178	94
Maksimum	45	35	93	67	49	15	23	0	42	31	57	57
Hari Hujan	23	18	19	17	4	2	1	0	2	7	21	18

Sumber: Balai PSAWS Bango Gedangan Malang, 2020.

DATA CURAH HUJAN HARIAN

Tahun 2018

NAMA STASIUN : Karangploso
Kode Stasiun : 30-a
Lintang Selatan : 07°53'58"
Bujur Timur : 112°36'02"
Elevasi : 575 mdpl
Tipe Alat : Biasa (MRG)
Wilayah Sungai : K. Brantas
Desa : Girimoyo
Kecamatan : Karangploso
Kabupaten : Malang

Tabel L-1.29 Data Curah Hujan Pos Stasiun Hujan Karangploso Tahun 2018

TANGGAL	BULAN											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27
2	4	22	0	38	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	25	22	6	0	0	0	0	0	0	0	68
4	9	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	9	25	1	24	0	0	0	0	0	0	0	35
6	38	0	1	17	0	0	0	0	0	0	3	0
7	57	10	0	0	0	0	0	0	0	0	5	23
8	23	5	21	1	0	0	0	0	0	0	1	0
9	80	12	3	0	0	0	0	0	0	0	7	11
10	19	16	1	0	0	0	0	0	0	0	0	13
11	15	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	11
12	15	2	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	24	10	0	0	0	0	0	0	0	0	26
14	4	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	4
15	0	0	2	5	5	0	0	0	0	0	0	22
16	0	25	0	0	0	0	0	0	0	1	0	8
17	9	2	15	0	0	0	0	0	0	0	0	1
18	3	0	6	32	32	0	0	0	0	0	11	0
19	11	0	0	0	0	6	0	0	0	0	58	0
20	20	24	0	0	0	0	0	0	6	0	2	42
21	7	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	38	0	0	0	0	0	0	0	0	9
23	37	30	6	0	0	0	0	0	0	0	0	18
24	6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
25	14	12	24	0	0	0	0	0	0	0	46	0
26	7	0	17	0	0	0	0	0	0	0	92	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	69
28	7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0
31	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BULANAN	406	245	210	128	37	6	0	0	6	2	280	387
Periode 1	239	126	49	86	0	0	0	0	0	0	16	177
Periode 2	77	77	75	37	37	6	0	0	6	1	71	114
Periode 3	90	42	86	5	0	0	0	0	0	1	193	96
Maksimum	80	30	38	38	32	6	0	0	6	1	92	69
Hari Hujan	22	16	18	8	2	1	0	0	1	2	13	16

Sumber: Balai PSAWS Bango Gedangan Malang, 2020.

DATA CURAH HUJAN HARIAN

Tahun 2019

NAMA STASIUN : Karangploso

Kode Stasiun : 30-a
 Lintang Selatan : 07°53'58"
 Bujur Timur : 112°36'02"
 Elevasi : 575 mdpl

Tipe Alat : Biasa (MRG)
 Wilayah Sungai : K. Brantas
 Desa : Girimoyo
 Kecamatan : Karangploso
 Kabupaten : Malang

Tabel L-1.30 Data Curah Hujan Pos Stasiun Hujan Karangploso Tahun 2019

TANGGAL	BULAN											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2	22	13	0	10	7	0	0	0	0	0	16	0
3	1	9	23	4	9	0	0	0	0	0	2	21
4	6	13	20	0	0	0	0	0	0	0	0	47
5	0	11	1	16	5	0	11	0	0	0	0	4
6	1	4	19	3	54	0	7	0	0	0	0	4
7	0	25	36	6	1	0	0	0	0	0	0	0
8	2	2	5	1	16	0	0	0	0	0	0	0
9	0	6	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	8
11	2	67	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0
12	20	0	0	13	0	0	0	0	0	0	45	12
13	33	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	27	10	0	0	0	0	0	0	0	4
15	8	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2
16	13	0	5	6	0	0	0	0	0	0	0	7
17	7	39	33	0	0	0	0	0	0	0	0	21
18	35	5	20	0	0	0	0	0	0	0	0	8
19	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	10	1	91	3	0	0	0	0	0	0	0	0
21	27	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	6
22	2	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	8
23	17	12	6	42	0	0	0	0	0	0	0	2
24	18	11	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42
26	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	3	0	7	48	0	0	0	0	0	0	4	0
29	0		29	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
31	47		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BULANAN	290	234	364	207	92	0	18	0	0	0	68	196
Periode 1	32	84	106	52	92	0	18	0	0	0	18	84
Periode 2	132	118	178	42	0	0	0	0	0	0	45	54
Periode 3	126	32	80	113	0	0	0	0	0	0	5	58
Maksimum	47	67	91	48	54	0	11	0	0	0	45	47
Hari Hujan	22	20	20	18	6	0	2	0	0	0	5	15

Sumber: Balai PSAWS Bango Gedangan Malang, 2020.

Halaman ini sengaja dikosongkan





LAMPIRAN 2

DATA CURAH HUJAN

TRMM

DATA CURAH HUJAN HARIAN

Tahun 2010

NAMA STASIUN

Koordinat (*bounding box*)

: Satelit TRMM (TRMM_3B42RT_Daily_7_precipitation)
 : 112.5796,-7.9887,112.7774,-7.7662

Tabel L-2.1 Data Curah Hujan TRMM Tahun 2010

Tanggal	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	28	16	6	14	-	-	-	-	15	9	10	38
2	1	7	22	7	37	-	-	-	-	-	22	30
3	14	23	2	8	33	-	-	-	-	9	24	19
4	-	10	27	11	21	-	9	8	-	5	-	37
5	25	7	29	27	7	7	-	-	27	3	53	12
6	13	52	34	29	-	-	12	-	12	2	2	21
7	11	6	21	4	39	5	-	-	-	14	31	35
8	13	22	9	16	4	10	5	-	19	6	24	24
9	37	2	14	21	34	2	6	-	17	5	-	28
10	-	22	-	17	3	25	-	-	6	-	-	23
11	14	26	3	47	6	-	33	-	49	-	-	16
12	3	52	-	8	19	-	10	-	98	-	-	4
13	26	13	2	18	-	4	-	-	8	-	-	2
14	1	42	5	9	5	5	-	-	-	53	-	8
15	1	15	5	41	11	4	-	-	4	7	-	4
16	6	23	4	42	9	-	-	8	-	9	5	-
17	-	33	1	27	5	4	-	-	-	20	-	12
18	15	30	45	20	2	-	-	-	43	15	2	50
19	-	13	-	3	13	-	-	-	6	-	3	8
20	13	34	2	10	-	-	-	-	12	-	-	9
21	19	-	-	-	17	-	-	53	21	16	2	-
22	6	4	12	6	3	-	-	-	19	9	24	5
23	22	27	-	28	12	-	-	16	22	22	7	-
24	18	17	-	33	5	-	-	33	15	11	3	-
25	55	39	4	-	19	-	6	-	9	-	39	1
26	41	12	4	6	25	-	-	-	20	-	24	-
27	2	3	29	53	-	-	72	-	-	4	16	-
28	3	7	9	34	-	-	-	-	-	5	10	-
29	21		21	3	18	-	-	-	-	-	21	6
30	37		20	-	10	-	-	73	-	30	8	6
31	31		20		22		-	-		30		28
TOTAL	465,27	557,31	349,23	541,59	379,83	66,21	153,12	190,53	421,11	285,54	329,79	423,42
HARI HUJAN	27	27	25	27	25	9	8	6	19	21	20	24
MAKS	55,32	52,41	45,09	52,53	38,7	25,17	71,52	73,29	97,5	53,37	52,95	49,74

Sumber: giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni, 2020.

DATA CURAH HUJAN HARIAN

Tahun 2011

NAMA STASIUN : Satelit TRMM (TRMM_3B42RT_Daily_7_precipitation)
Koordinat (bounding box) : 112.5796,-7.9887,112.7774,-7.7662

Tabel L-2.2 Data Curah Hujan TRMM Tahun 2011

Tanggal	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	21	41	9	27	82	-	-	-	-	-	4	-
2	29	10	-	2	47	-	-	-	-	-	8	34
3	-	16	9	10	-	-	-	-	-	-	2	13
4	-	1	6	6	39	-	-	-	-	-	12	-
5	-	1	50	-	28	-	-	-	-	-	21	13
6	41	-	32	-	23	-	-	-	-	-	11	21
7	2	8	16	20	-	-	-	-	-	-	81	-
8	9	-	9	12	74	-	-	-	-	-	49	-
9	3	9	6	35	-	-	-	-	-	-	7	21
10	11	-	2	22	-	-	-	-	-	-	14	15
11	2	17	19	15	-	-	-	-	-	-	2	-
12	-	12	30	2	-	-	-	-	-	-	4	1
13	-	-	-	17	24	-	-	-	-	-	13	-
14	-	5	-	24	11	-	-	-	-	-	13	15
15	-	-	-	6	48	-	-	-	-	-	18	20
16	-	4	8	33	5	-	-	-	-	-	2	25
17	6	-	3	-	-	-	-	-	-	-	7	-
18	8	2	-	-	-	-	-	-	-	-	11	3
19	20	3	13	5	-	-	-	-	-	-	2	39
20	6	3	11	3	3	-	-	-	-	-	2	5
21	15	7	6	-	-	-	-	-	-	-	13	11
22	3	22	13	8	-	-	-	-	-	-	37	7
23	42	28	6	4	-	-	-	-	-	-	29	17
24	27	5	10	2	-	-	-	-	-	-	19	12
25	13	12	17	-	-	-	-	-	-	-	-	21
26	8	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
27	12	4	27	-	-	-	-	-	-	-	2	11
28	4	12	32	-	-	-	-	-	-	-	2	9
29	2		4	8	-	-	-	-	-	-	6	-
30	4		12	21	9	-	-	4	-	10	4	5
31	15		17		6							38
TOTAL	303,75	219,99	365,28	279,18	398,04	0	0	4,08	0	28,2	445,44	323,19
HARI HUJAN	23	22	25	21	13	0	0	1	0	7	27	24
MAKS	41,7	40,92	50,34	34,74	81,96	0	0	4,08	0	10,32	80,94	37,95

Sumber: giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni, 2020.

DATA CURAH HUJAN HARIAN

Tahun 2012

NAMA STASIUN

Koordinat (*bounding box*)

: Satelit TRMM (TRMM_3B42RT_Daily_7_precipitation)
 : 112.5796,-7.9887,112.7774,-7.7662

Tabel L-2.3 Data Curah Hujan TRMM Tahun 2012

Tanggal	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	23	9	16	2	10	-	-	-	-	-	-	2
2	-	12	16	2	-	-	-	-	-	-	-	4
3	7	38	3	18	-	-	-	-	-	-	2	3
4	3	6	33	24	2	-	-	-	-	-	12	23
5	1	9	48	2	13	-	-	-	-	-	-	11
6	18	4	13	2	5	-	-	-	-	-	-	-
7	31	6	27	2	3	-	-	-	-	-	-	-
8	3	-	19	-	-	2	-	-	-	-	-	29
9	2	-	25	-	-	-	-	-	-	-	-	40
10	-	-	2	-	-	12	-	-	-	-	-	5
11	24	3	10	-	-	5	-	-	-	-	-	33
12	38	31	4	-	-	-	3	-	-	-	2	2
13	3	6	5	-	44	-	-	-	-	-	-	11
14	17	1	8	-	16	-	-	-	-	-	-	10
15	18	19	-	2	-	-	-	-	-	-	25	45
16	21	17	11	-	-	-	-	-	-	4	11	5
17	-	5	3	-	7	-	-	-	-	5	10	17
18	38	9	-	-	-	-	5	-	-	-	4	7
19	31	14	40	-	-	-	22	-	-	-	18	10
20	7	38	14	-	-	22	-	-	-	2	6	24
21	1	-	3	-	-	2	-	-	-	-	2	7
22	3	10	-	-	-	-	-	-	-	-	34	5
23	6	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21
24	-	-	1	-	-	-	-	-	4	-	16	19
25	-	20	12	2	-	-	-	-	-	-	-	4
26	-	28	11	-	-	-	-	-	-	-	-	46
27	-	30	-	-	-	-	-	4	11	-	-	25
28	18	10	-	2	3	-	-	-	-	-	50	2
29	42	5	-	6	-	-	-	-	-	7	33	6
30	6	-	7	20	-	-	-	-	-	2	15	12
31	37	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	67
TOTAL	397,32	339	331,02	84,15	104,25	42,48	29,88	3,84	15,33	19,32	238,92	494,28
HARI HUJAN	24	24	24	12	9	5	3	1	2	5	15	29
MAKS	41,73	38,22	47,7	23,79	44,1	21,99	21,96	3,84	10,95	6,78	49,83	66,9

Sumber: giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni, 2020.

DATA CURAH HUJAN HARIAN

Tahun 2013

NAMA STASIUN : Satelit TRMM (TRMM_3B42RT_Daily_7_precipitation)
Koordinat (bounding box) : 112.5796,-7.9887,112.7774,-7.7662

Tabel L-2.4 Data Curah Hujan TRMM Tahun 2013

Tanggal	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	16	20	30	26	-	-	-	-	-	-	-	-
2	9	3	11	8	-	2	27	-	-	-	11	1
3	-	7	36	11	-	-	18	-	-	-	5	-
4	8	2	7	-	-	9	-	-	-	-	-	20
5	-	8	1	36	-	111	-	-	-	3	8	11
6	21	15	-	9	-	68	-	-	-	-	-	15
7	4	Brawijaya	-	36	-	10	-	-	-	-	2	19
8	2	Brawijaya	-	5	-	7	-	-	-	-	-	13
9	2	22	3	18	-	22	6	-	-	-	-	13
10	-	-	4	2	-	4	50	-	-	-	-	30
11	-	-	9	7	-	4	-	-	-	-	-	86
12	3	2	9	9	7	12	-	-	-	-	25	9
13	52	8	7	9	21	4	-	-	-	-	2	15
14	20	59	13	9	-	2	40	-	-	-	27	56
15	4	8	6	28	15	12	-	-	-	-	9	18
16	8	26	-	32	8	19	-	-	-	-	45	5
17	1	29	20	-	9	2	-	-	6	-	22	19
18	2	1	22	24	-	-	-	-	-	1	-	16
19	17	4	-	17	3	11	-	5	-	6	18	-
20	12	3	-	3	7	23	-	-	-	-	11	2
21	1	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	13
22	2	41	-	11	2	7	-	-	-	8	-	10
23	22	5	-	12	19	-	-	-	-	7	-	7
24	9	38	2	19	4	-	10	-	-	-	-	1
25	3	Brawijaya	-	9	-	13	-	-	-	2	65	12
26	2	9	7	-	62	-	-	-	-	12	41	-
27	-	28	-	-	8	-	-	-	-	6	18	-
28	11	25	26	-	-	-	-	-	-	6	-	-
29	8		41	-	5	-	-	-	-	-	-	-
30	33			21	-	30	-	-	-	4	-	18
31	5		19		-		-	-	-	-	-	30
TOTAL	278,31	360,72	313,59	329,67	212,97	327,09	152,13	5,28	6,09	62,34	309,09	440,49
HARI HUJAN	26	22	22	21	15	18	6	1	1	11	15	24
MAKS	51,6	58,62	40,98	35,82	62,13	110,55	50,37	5,28	6,09	11,91	65,19	86,22

Sumber: giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni, 2020.

250

DATA CURAH HUJAN HARIAN

Tahun 2014

NAMA STASIUN

: Satelit TRMM (TRMM_3B42RT_Daily_7_precipitation)

Koordinat (*bounding box*)

: 112.5796,-7.9887,112.7774,-7.7662

Tabel L-2.5 Data Curah Hujan TRMM Tahun 2014

Tanggal	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	7	-	8	21	-	-	-	-	-	-	-	24
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21
3	5	11	-	-	-	10	-	-	-	-	-	17
4	23	8	18	-	-	-	-	-	-	-	-	7
5	30	5	10	4	18	-	-	-	-	-	-	37
6	-	10	16	5	-	-	-	-	-	-	-	18
7	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	39
8	33	14	3	14	-	-	-	-	-	-	-	36
9	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	52	-
10	7	-	4	-	-	4	-	-	-	-	15	4
11	2	-	12	10	-	-	-	-	-	6	3	8
12	5	4	18	43	24	-	-	-	-	2	-	-
13	9	4	45	2	23	-	-	-	-	-	5	-
14	-	5	-	12	3	-	-	-	-	-	2	-
15	2	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-	12
16	1	2	21	-	-	7	-	-	-	-	49	66
17	-	22	21	-	17	-	-	-	-	-	19	19
18	1	57	-	-	-	-	-	-	-	2	6	15
19	1	2	-	5	-	-	-	-	-	-	8	26
20	-	-	5	12	-	-	-	-	-	-	-	67
21	-	38	4	-	-	-	-	-	-	-	-	12
22	13	17	1	17	-	-	-	-	-	-	-	12
23	-	-	13	-	-	-	-	-	-	-	-	16
24	23	23	-	22	-	2	-	-	-	-	17	19
25	-	6	-	30	20	3	-	-	-	-	28	21
26	-	13	-	40	6	6	-	-	-	-	-	5
27	11	5	-	2	-	-	-	-	-	-	21	23
28	18	8	8	-	-	-	-	-	-	-	-	23
29	14	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	2
30	5	-	-	12	3	-	-	-	-	-	2	-
31	31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
TOTAL	250,14	255,45	220,44	249,48	122,28	32,07	0	0	0	10,5	274,44	513,12
HARI HUJAN	21	20	18	16	9	6	0	0	0	3	15	25
MAKS	32,52	57,09	45,33	42,72	23,64	9,75	0	0	0	6,33	52,32	67,11

Sumber: giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni, 2020.

DATA CURAH HUJAN HARIAN

Tahun 2015

NAMA STASIUN : Satelit TRMM (TRMM_3B42RT_Daily_7_precipitation)
Koordinat (bounding box) : 112.5796,-7.9887,112.7774,-7.7662

Tabel L-2.6 Data Curah Hujan TRMM Tahun 2015

Tanggal	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	2	28	24	5	8	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	8	4	25	-	-	-	-	-	-	11
3	-	6	9	23	3	-	-	-	-	-	-	21
4	1	18	12	14	7	-	-	-	-	-	-	8
5	5	41	29	-	-	-	-	-	-	-	-	3
6	-	11	37	64	-	-	-	-	-	-	7	31
7	-	16	8	16	-	-	-	-	-	-	-	16
8	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	6	4
9	-	6	-	-	-	-	-	5	-	5	-	17
10	1	17	1	-	-	-	-	-	-	-	19	59
11	-	9	11	9	-	-	-	-	-	-	2	20
12	2	9	36	21	6	-	-	-	-	-	6	12
13	8	-	7	-	9	-	-	-	-	-	-	19
14	1	-	29	10	-	-	-	-	-	-	-	41
15	-	-	3	2	-	-	-	-	-	-	-	13
16	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	70
17	-	4	-	2	-	-	-	-	-	-	7	28
18	2	4	35	19	-	-	-	-	-	-	-	6
19	22	12	4	40	-	2	-	-	-	-	-	17
20	3	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-
21	12	6	2	40	-	-	-	-	-	-	-	27
22	33	3	5	20	-	-	-	-	-	-	-	30
23	17	31	2	26	-	-	-	-	-	-	-	-
24	-	28	2	7	-	-	-	-	-	-	-	11
25	66	-	-	2	-	-	-	-	-	-	25	2
26	-	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	2
27	11	1	3	15	-	-	-	-	-	-	-	-
28	5	-	26	9	-	-	-	-	-	-	-	-
29	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	-
30	86	-	3	49	-	-	-	-	-	-	28	-
31	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	314,34	260,88	298,8	416,64	56,55	1,98	5,16	0	4,89	0	154,47	434,43
HARI HUJAN	19	20	23	23	6	1	1	0	1	0	11	22
MAKS	86,19	41,37	36,54	63,84	24,51	1,98	5,16	0	4,89	0	27,6	69,99

Sumber: giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni, 2020



DATA CURAH HUJAN HARIAN

Tahun 2016

NAMA STASIUN

Koordinat (*bounding box*)

: Satelit TRMM (TRMM_3B42RT_Daily_7_precipitation)
 : 112.5796,-7.9887,112.7774,-7.7662

Tabel L-2.7 Data Curah Hujan TRMM Tahun 2016

Tanggal	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	1	35	-	-	-	20	31	-	-	9	-	2
2	-	70	24	-	-	-	-	-	7	32	-	10
3	-	3	1	4	-	-	-	-	-	3	12	16
4	-	32	8	7	-	-	-	-	-	4	7	7
5	-	43	2	2	-	6	-	-	-	-	-	47
6	-	4	31	-	6	-	-	-	-	2	-	-
7	-	2	3	-	15	-	-	-	-	6	4	7
8	14	20	5	18	-	-	-	-	-	25	28	36
9	4	32	30	31	16	-	-	-	4	84	53	1
10	4	37	11	-	-	-	-	-	-	8	3	-
11	8	34	18	-	-	-	4	-	-	8	17	-
12	-	5	7	-	2	7	13	-	-	-	4	-
13	-	3	-	2	-	6	-	-	-	5	17	29
14	-	-	23	28	57	6	14	-	-	-	26	-
15	-	13	11	-	18	-	-	4	-	-	34	18
16	27	2	-	4	-	-	9	-	-	-	14	31
17	11	33	19	15	-	15	-	-	-	-	40	-
18	8	-	5	9	-	23	19	-	-	-	-	3
19	35	-	34	-	-	5	-	-	-	-	2	47
20	2	23	4	-	-	-	75	-	-	2	23	-
21	9	42	2	-	-	-	-	-	7	2	-	13
22	8	27	6	-	-	-	-	-	12	5	9	-
23	9	50	13	-	-	-	-	-	13	12	44	5
24	2	16	16	-	-	-	-	-	19	-	56	-
25	7	38	-	-	-	-	-	-	15	4	78	1
26	2	42	3	2	-	4	-	-	11	7	11	-
27	13	3	9	-	68	2	-	-	-	-	2	14
28	-	39	11	-	-	44	-	-	6	-	11	-
29	6	30	2	-	-	76	-	-	-	16	2	17
30	5	-	8	-	44	-	-	-	-	-	70	43
31	39	-	19	-	15	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	215,52	673,74	323,61	122,01	240,39	213,87	164,43	4,32	93	233,25	567,81	345,48
HARI HUJAN	20	26	27	11	9	12	7	1	9	18	24	19
MAKS	39,33	69,51	33,63	31,32	68,25	76,14	74,82	4,32	19,02	84,06	77,91	47,25

Sumber: giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni, 2020

DATA CURAH HUJAN HARIAN

Tahun 2017

NAMA STASIUN : Satelit TRMM (TRMM_3B42RT_Daily_7_precipitation)
Koordinat (bounding box) : 112.5796,-7.9887,112.7774,-7.7662

Tabel L-2.8 Data Curah Hujan TRMM Tahun 2017

Tanggal	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	12	25	9	2	-	-	12	-	-	-	-	3
2	-	4	5	20	9	-	-	-	-	2	-	-
3	-	9	9	73	13	-	-	-	-	-	-	8
4	3	-	-	-	13	-	-	-	-	-	-	9
5	20	-	-	2	-	-	-	-	-	-	2	13
6	23	-	21	24	-	-	-	-	-	-	6	24
7	13	9	-	23	-	10	-	-	-	-	4	3
8	4	14	-	4	-	-	-	-	-	2	-	10
9	-	2	3	-	-	-	-	-	-	-	8	9
10	39	-	-	3	-	-	-	-	-	-	5	5
11	73	12	8	-	-	-	-	-	-	-	-	38
12	17	34	37	-	-	77	-	-	-	-	-	14
13	48	-	16	-	-	7	-	-	-	-	75	7
14	21	16	3	9	-	3	-	-	-	-	34	44
15	1	-	4	-	-	-	-	-	-	-	5	13
16	13	8	22	-	-	-	-	6	-	12	38	9
17	23	18	4	-	-	-	-	4	-	2	33	15
18	-	3	8	8	-	-	-	4	-	3	30	18
19	10	12	7	-	-	-	-	-	-	-	26	34
20	2	33	16	-	-	5	-	-	-	-	19	3
21	2	8	49	103	-	5	-	-	-	-	81	-
22	4	8	-	-	-	-	-	-	-	-	16	9
23	27	-	-	21	-	-	-	-	-	7	14	-
24	34	8	6	2	-	-	-	-	31	-	31	-
25	31	11	56	10	-	-	-	-	-	-	47	-
26	5	5	34	-	14	7	-	-	-	12	24	9
27	17	25	-	11	-	-	28	-	-	2	39	4
28	10	22	-	-	17	-	-	-	-	2	57	6
29	26	-	3	-	11	-	-	-	-	3	-	14
30	34	-	11	-	-	-	-	-	-	-	26	4
31	5	-	23	-	-	-	-	-	-	-	-	5
TOTAL	517,47	287,22	355,53	314,91	77,67	113,04	39,36	14,1	30,9	63,87	674,67	319,59
HARI HUJAN	27	21	22	15	6	7	2	3	1	13	23	25
MAKS	72,72	33,9	56,46	102,72	17,04	77,01	27,72	6,18	30,9	11,97	81,27	44,25

Sumber: giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni, 2020

DATA CURAH HUJAN HARIAN

Tahun 2018

NAMA STASIUN

Koordinat (*bounding box*)

: Satelit TRMM (TRMM_3B42RT_Daily_7_precipitation)

: 112.5796,-7.9887,112.7774,-7.7662

Tabel L-2.9 Data Curah Hujan TRMM Tahun 2018

Tanggal	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	-	71	9	19	-	-	-	4	-	-	-	-
2	5	24	11	17	-	-	-	-	-	-	4	19
3	22	5	13	-	-	-	6	-	-	-	-	7
4	10	12	24	12	-	-	-	-	8	-	3	9
5	12	-	10	3	-	-	-	-	-	2	-	7
6	13	-	4	20	-	-	-	-	-	2	-	-
7	27	10	13	-	-	-	-	-	-	-	22	16
8	25	5	13	-	-	-	-	-	-	-	4	2
9	20	3	6	-	-	-	-	-	-	2	8	-
10	21	4	3	-	-	-	-	-	-	-	-	58
11	7	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
12	-	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23
13	14	1	15	7	-	-	-	-	-	-	-	21
14	3	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	9
15	6	12	-	-	21	-	-	-	-	5	-	12
16	6	7	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	16	6	7	4	-	-	-	-	-	2	9	-
18	6	14	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-
19	32	8	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	2	-	19	-	31	-	-	-	-	-	14
21	-	47	-	13	-	-	-	-	-	-	-	12
22	43	39	18	-	-	-	-	-	-	-	-	17
23	18	-	1	-	-	-	-	-	-	11	-	2
24	67	12	-	-	7	-	-	-	-	-	30	-
25	16	10	-	-	-	-	-	-	-	-	45	5
26	6	10	5	-	-	7	-	-	-	-	2	3
27	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	6
28	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	11	-
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	4
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	49	1
31	8	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	421,65	347,61	169,92	122,97	27,99	38,07	5,91	3,66	7,77	23,31	203,04	255,99
HARI HUJAN	24	23	19	10	2	2	1	1	1	6	13	21
MAKS	66,51	70,59	23,7	19,53	21,06	30,66	5,91	3,66	7,77	10,86	48,75	57,66

Sumber: giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni, 2020

DATA CURAH HUJAN HARIAN

Tahun 2019

NAMA STASIUN : Satelit TRMM (TRMM_3B42RT_Daily_7_precipitation)
Koordinat (bounding box) : 112.5796,-7.9887,112.7774,-7.7662

Tabel L-2.10 Data Curah Hujan TRMM Tahun 2019

Tanggal	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	13	17	8	-	-	-	-	-	-	-	7	-
2	25	38	-	7	6	2	-	-	-	-	5	4
3	8	4	11	-	-	13	-	-	-	-	-	9
4	3	40	3	50	-	2	19	-	-	-	-	2
5	4	14	34	7	-	-	8	-	-	-	-	26
6	3	12	13	-	-	-	-	-	-	-	2	2
7	-	8	4	8	-	-	-	-	-	-	4	8
8	5	9	-	9	-	2	-	-	-	-	-	2
9	-	10	-	17	-	-	-	-	-	-	-	2
10	20	62	19	13	-	-	-	-	-	-	-	-
11	29	1	-	6	-	-	-	-	-	-	-	1
12	2	6	3	15	-	-	-	-	-	-	-	-
13	-	3	9	13	-	-	-	-	-	-	5	34
14	28	-	-	5	-	-	-	-	-	-	6	-
15	14	7	3	-	-	-	-	-	-	-	-	4
16	13	6	9	-	-	-	-	-	-	-	-	18
17	35	16	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	73	11	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	21	3	37	-	-	-	-	-	-	-	2	2
20	10	14	28	-	-	-	-	-	-	-	-	7
21	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-
22	9	18	36	-	-	-	-	-	-	-	-	3
23	12	3	37	-	-	-	7	-	-	-	-	21
24	20	8	-	-	-	-	-	-	-	-	2	13
25	7	4	26	-	-	-	-	-	-	-	13	14
26	5	-	4	-	-	-	-	-	-	-	2	2
27	17	-	7	-	-	-	-	-	-	-	9	23
28	-	-	16	35	-	-	-	-	4	-	-	-
29	-	-	-	5	-	-	-	-	8	3	9	-
30	5	-	10	6	-	-	-	-	-	-	-	4
31	7	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	30
TOTAL	391,83	312,45	350,37	190,44	11,1	18,3	32,97	0	3,63	7,53	65,16	238,92
HARI HUJAN	26	23	23	13	2	4	3	0	1	1	13	23
MAKS	72,99	61,53	37,29	50,19	5,67	12,72	18,63	0	3,63	7,53	13,2	33,6

Sumber: giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni, 2020

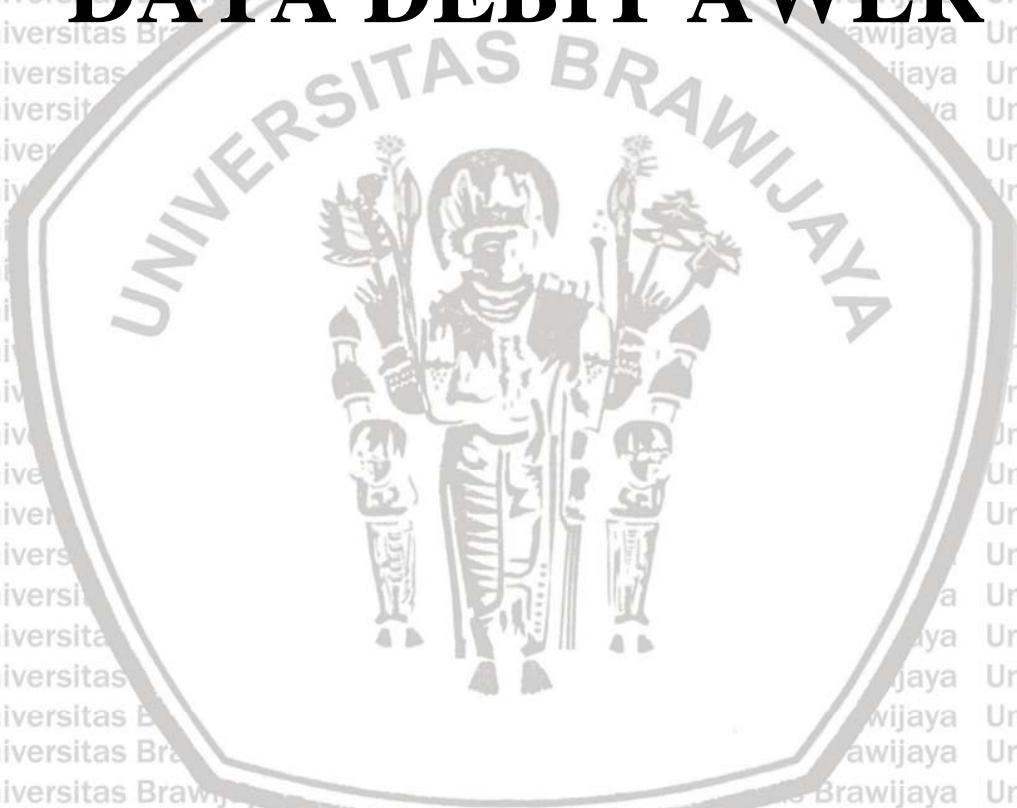
Halaman ini sengaja dikosongkan





LAMPIRAN 3

DATA DEBIT AWLR



Tabel L-3.1 Data Debit AWLR Tahun 2010

Tanggal	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	35	32	27	27	26	10	11	8	15	10	17	20
2	30	35	27	27	26	10	11	8	15	10	17	20
3	29	40	27	27	26	10	11	8	15	10	17	20
4	29	35	28	28	26	10	11	8	15	10	17	21
5	29	32	30	31	26	10	11	8	15	10	17	21
6	33	32	30	32	26	10	11	8	15	10	17	21
7	33	32	27	31	26	10	11	8	15	10	17	21
8	34	34	26	30	26	10	11	8	15	10	17	21
9	34	33	25	30	26	10	11	8	15	10	17	20
10	33	32	26	30	26	10	11	8	15	10	17	19
11	32	32	24	35	26	10	11	8	15	10	17	19
12	32	32	24	35	26	9	10	8	15	10	17	19
13	30	32	25	32	26	10	10	8	15	10	17	19
14	31	32	23	31	26	10	11	7	15	10	17	19
15	31	31	23	30	26	10	11	6	15	10	17	19
16	30	31	23	30	25	10	11	7	15	10	17	20
17	29	31	23	30	25	10	11	7	15	10	17	20
18	29	31	23	30	24	10	11	7	15	10	17	20
19	29	37	23	29	24	10	11	7	15	10	17	20
20	29	39	24	29	24	10	11	8	15	10	17	20
21	29	39	25	29	24	10	11	8	15	10	17	20
22	28	37	25	29	24	10	11	8	15	10	17	20
23	28	38	25	29	24	10	11	8	15	10	17	20
24	28	39	25	29	24	10	11	8	15	10	17	20
25	28	41	24	29	24	10	11	8	15	10	17	20
26	30	41	24	29	24	10	11	8	15	10	17	20
27	30	39	23	29	24	10	11	8	15	10	17	20
28	29	39	23	30	24	10	11	8	15	10	17	20
29	28		26	30	24	10	11	8	15	10	17	20
30	28		26	30	24	10	11	8	15	10	17	20
31	28		26		24		11	8		10		20
RERATA	30	35	25	30	25	10	11	8	15	10	17	20
MAKS	35	41	30	35	26	10	11	8	15	10	17	21
MIN	28	31	23	27	24	9	10	6	15	10	17	19

Sumber: Balai PSAWS Bango Gedangan Malang, 2020.



Tabel L-3.2 Data Debit AWLR Tahun 2011

Tanggal	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	8	12	22	13	17	4	3	2	2	2	24	14
2	8	12	22	13	17	4	3	2	2	2	24	14
3	8	12	22	13	17	4	3	2	2	2	24	14
4	8	12	22	13	17	4	3	2	2	2	24	14
5	8	12	22	13	17	4	3	2	2	2	24	14
6	8	12	22	13	17	4	3	2	2	2	24	14
7	8	12	22	13	17	4	3	2	2	2	24	14
8	8	12	22	13	17	4	3	2	2	2	24	14
9	8	12	22	13	17	4	3	2	2	2	24	14
10	8	12	22	13	17	4	3	2	2	2	24	14
11	8	12	22	13	17	4	3	2	2	2	24	14
12	8	12	22	13	17	4	3	2	2	2	24	14
13	8	12	22	13	17	4	3	2	2	2	24	14
14	8	12	22	13	17	4	3	2	2	2	24	14
15	8	12	22	13	17	4	3	2	2	2	24	14
16	8	12	22	13	17	4	3	2	2	2	24	14
17	8	12	22	13	17	4	3	2	2	2	24	14
18	8	12	22	13	17	4	3	2	2	2	24	14
19	8	12	21	13	17	4	3	2	2	1	24	14
20	8	12	21	13	17	4	3	2	2	1	24	14
21	8	12	21	13	17	4	3	2	2	1	24	14
22	8	12	21	13	17	4	3	2	2	1	24	14
23	8	12	21	13	17	4	3	2	2	1	24	14
24	8	12	21	13	17	4	3	2	2	1	24	14
25	8	12	21	13	17	4	3	2	3	1	24	14
26	8	12	22	13	17	4	3	2	3	1	24	14
27	8	12	22	13	17	4	3	2	3	1	24	14
28	8	12	22	13	17	5	3	2	3	1	24	14
29	8		22	13	17	5	3	2	3	1	24	14
30	8		22	13	17	5	3	2	3	1	24	14
31	8		22		17		3	2		1		14
RERATA	8	12	22	13	17	4	3	2	2	2	24	14
MAKS	8	12	22	13	17	5	3	2	3	2	24	14
MIN	8	12	21	13	17	4	3	2	2	1	24	14

Sumber: Balai PSAWS Bango Gedangan Malang, 2020.



Tabel L-3.2 Data Debit AWLR Tahun 2012

Tanggal	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	20	20	19	4	2	2	2	2	2	2	2	19
2	20	20	19	4	2	2	2	2	2	2	2	19
3	20	20	19	4	2	2	2	2	2	2	2	19
4	20	21	19	4	2	2	2	2	2	2	2	19
5	20	21	19	4	2	2	2	2	2	2	2	19
6	17	21	19	4	2	2	2	2	2	2	2	19
7	17	21	17	4	2	2	2	2	2	2	2	19
8	17	21	17	4	2	2	2	2	2	2	2	19
9	17	21	17	4	2	2	2	2	2	2	2	19
10	16	21	17	4	2	2	2	2	2	2	2	19
11	15	21	17	4	2	2	2	2	2	2	2	19
12	15	23	17	4	2	2	2	2	2	2	2	19
13	15	23	17	4	3	2	2	2	2	2	2	19
14	15	23	17	4	4	2	2	2	2	2	2	19
15	15	23	17	4	4	2	2	2	2	2	2	19
16	15	27	17	4	4	2	2	2	2	2	2	19
17	15	27	17	4	4	2	2	2	2	2	2	19
18	15	27	17	4	4	2	2	2	2	2	2	19
19	15	27	17	4	4	2	2	2	2	2	2	19
20	15	27	17	4	4	2	2	2	2	2	2	19
21	15	27	17	4	4	2	2	2	2	2	2	20
22	15	27	17	4	4	2	2	2	2	2	2	20
23	15	27	17	4	4	2	2	2	2	2	2	20
24	15	27	17	4	4	2	2	2	2	1	2	20
25	15	27	17	4	4	2	2	2	2	1	2	20
26	15	27	17	4	4	2	2	2	2	1	2	20
27	15	27	17	4	4	2	2	2	2	1	2	23
28	15	27	17	4	4	2	2	2	2	1	2	27
29	15	27	17	4	3	2	2	2	2	1	2	27
30	15		17	4	3	2	2	2	2	1	2	24
31	15		17		3		2	2		1		26
RERATA	16	24	17	4	3	2	2	2	2	2	2	20
MAKS	20	27	19	4	4	2	2	2	2	2	2	27
MIN	15	20	17	4	2	2	2	2	1	2	19	

Sumber: Balai PSAWS Bango Gedangan Malang, 2020.

Tabel L-3.3 Data Debit AWLR Tahun 2013

Tanggal	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	18	18	15	20	9	15	15	8	2	3	2	22
2	18	18	14	20	11	15	14	8	2	3	2	22
3	18	18	14	20	10	15	14	8	2	3	2	22
4	18	18	14	16	10	15	14	7	2	3	2	23
5	16	17	14	16	10	15	14	7	2	3	2	23
6	16	17	14	16	9	15	14	7	2	3	2	23
7	16	17	14	16	9	15	14	7	2	2	2	23
8	16	17	14	16	9	15	14	7	2	2	2	23
9	16	17	14	16	9	15	14	7	2	2	2	23
10	16	19	14	16	9	15	14	7	2	2	2	23
11	16	20	14	16	9	15	14	7	2	2	2	23
12	13	19	14	16	9	15	14	7	2	2	1	23
13	13	17	14	16	10	15	14	7	2	2	0	23
14	13	17	14	16	10	15	14	7	2	2	2	23
15	13	17	14	16	10	15	14	7	2	2	2	23
16	13	17	14	16	10	15	13	7	2	2	2	23
17	13	17	14	16	10	15	12	7	2	2	2	23
18	13	16	14	16	10	15	12	7	2	2	2	23
19	13	16	14	16	10	15	12	7	2	2	2	23
20	13	15	14	16	10	15	12	7	2	2	2	23
21	13	15	14	16	10	15	12	7	2	2	2	23
22	13	15	14	16	10	15	12	7	2	2	2	23
23	13	15	14	16	10	15	12	7	2	2	2	23
24	13	16	14	16	10	15	12	7	2	1	2	24
25	13	18	14	16	10	15	12	7	2	1	2	28
26	13	18	14	16	10	15	12	7	2	1	2	28
27	12	18	14	16	10	15	12	7	2	1	2	28
28	12	18	14	15	10	15	12	7	2	1	2	28
29	12		14	15	10	15	12	7	2	1	2	28
30	12		14	15	10	15	12	7	2	1	2	28
31	12		14		10		12	7		1		28
RERATA	14	17	14	16	10	15	13	7	2	2	2	24
MAKS	18	20	15	20	11	15	15	8	2	3	2	28
MIN	12	15	14	15	9	15	12	7	2	1	0	22

Sumber: Balai PSAWS Bango Gedangan Malang, 2020.

Tabel L-3.4 Data Debit AWLR Tahun 2014

Tanggal	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	9	5	7	10	6	4	3	2	2	2	2	26
2	9	5	7	10	6	4	3	2	2	2	2	30
3	9	5	7	10	6	4	3	2	2	2	2	30
4	9	5	7	10	6	4	3	2	2	2	2	30
5	10	5	7	10	6	4	3	2	2	2	2	30
6	9	5	7	10	6	4	3	2	2	2	2	30
7	9	5	7	10	6	4	3	2	2	2	2	30
8	9	5	7	10	6	4	3	2	2	2	2	26
9	9	5	7	10	6	4	3	2	2	2	2	28
10	9	5	7	10	6	4	3	2	2	2	2	28
11	9	5	7	10	6	4	3	2	2	2	2	28
12	9	5	7	10	6	4	3	2	2	2	2	28
13	9	5	7	10	6	4	3	2	2	2	2	28
14	9	5	7	10	6	4	3	2	2	2	2	28
15	9	5	7	10	6	4	3	2	2	2	2	28
16	9	5	7	10	6	4	3	2	2	2	2	28
17	9	5	7	10	5	4	3	2	2	2	2	28
18	9	5	7	10	5	4	3	2	2	2	2	28
19	9	5	7	10	5	4	3	2	2	2	2	28
20	9	5	7	10	6	4	3	2	2	2	2	28
21	9	5	7	10	6	4	3	2	2	2	2	28
22	9	5	7	10	6	4	3	2	2	2	2	28
23	9	5	7	10	6	4	3	2	2	2	2	28
24	9	5	7	10	6	4	3	2	2	2	2	28
25	9	5	7	10	6	4	3	2	2	2	2	28
26	9	5	7	10	6	4	3	2	2	2	2	28
27	9	5	7	10	6	4	3	2	2	2	2	28
28	9	5	7	10	6	4	3	2	2	2	2	28
29	9		7	10	6	4	3	2	2	2	2	28
30	9		7	10	6	4	3	2	2	2	2	28
31	9		7		6		3	2		2		28
RERATA	9	5	7	10	6	4	3	2	2	2	2	28
MAKS	10	5	7	10	6	4	3	2	2	2	2	30
MIN	9	5	7	10	5	4	3	2	2	2	2	26

Sumber: Balai PSAWS Bango Gedangan Malang, 2020.

Tabel L-3.5 Data Debit AWLR Tahun 2015

Tanggal	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	10	13	13	18	14	5	3	2	2	2	2	13
2	10	13	13	19	14	5	3	2	2	2	2	13
3	10	13	13	19	14	5	3	2	2	2	2	13
4	10	13	13	19	14	5	3	2	2	2	2	13
5	10	13	13	19	10	5	3	2	2	2	2	13
6	10	13	13	20	9	5	3	2	2	2	2	13
7	10	13	13	21	9	5	3	2	2	2	2	13
8	10	13	12	21	9	5	3	2	2	2	2	13
9	10	13	12	20	9	5	3	2	2	2	2	13
10	10	13	12	20	9	5	3	2	2	2	2	13
11	10	13	12	20	9	5	3	2	2	2	2	13
12	10	13	12	20	9	5	3	2	2	2	2	13
13	10	13	12	20	9	5	3	2	2	2	2	13
14	10	13	12	20	9	5	3	2	2	2	2	13
15	10	13	12	20	9	5	3	2	2	2	2	13
16	10	13	12	20	9	5	3	2	2	2	2	13
17	10	13	12	20	9	5	3	2	2	2	2	13
18	10	13	12	20	9	4	3	2	2	2	2	13
19	10	13	12	20	9	4	3	2	2	2	2	13
20	10	13	12	20	9	4	3	2	2	2	2	13
21	10	13	12	20	9	4	3	2	2	2	2	13
22	10	13	12	20	9	4	3	2	2	2	2	13
23	10	13	12	20	9	4	3	2	2	2	2	13
24	10	13	14	20	9	4	3	2	2	2	2	13
25	10	13	15	20	9	4	3	2	2	2	2	13
26	10	13	15	20	9	4	3	2	2	2	2	13
27	10	13	15	20	9	4	3	2	2	2	2	13
28	10	13	15	20	9	4	3	2	2	2	2	13
29	10		15	20	9	4	3	2	2	2	2	13
30	10		15	20	9	4	3	2	2	2	2	13
31	10		15		9		3	2		2		13
RERATA	10	13	13	20	10	4	3	2	2	2	2	13
MAKS	10	13	15	21	14	5	3	2	2	2	2	13
MIN	10	13	12	18	9	4	3	2	2	2	2	13

Sumber: Balai PSAWS Bango Gedangan Malang, 2020.

Tabel L-3.6 Data Debit AWLR Tahun 2016

Tanggal	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	14	33	22	13	12	7	3	2	2	7	22	21
2	14	33	22	13	12	7	3	2	2	7	22	21
3	14	33	22	13	12	7	3	2	2	7	22	21
4	14	33	22	13	12	7	3	2	2	7	22	21
5	14	33	22	13	12	7	3	2	2	7	22	21
6	14	33	22	13	12	7	3	2	2	7	22	21
7	14	33	22	13	12	7	3	2	2	7	22	21
8	14	33	22	13	12	7	3	2	2	7	22	21
9	14	33	22	13	12	7	3	2	2	7	22	21
10	14	33	22	13	12	7	3	2	2	7	22	21
11	14	33	22	13	12	7	3	2	2	7	22	21
12	14	33	22	13	12	7	3	2	2	7	22	21
13	14	33	22	13	12	7	3	2	2	7	22	21
14	14	33	22	13	12	7	3	2	2	7	22	21
15	14	33	22	13	12	7	3	2	2	7	22	21
16	14	33	22	13	12	7	3	2	2	7	22	21
17	14	33	22	13	12	7	3	2	2	7	22	21
18	14	33	22	13	12	7	3	2	2	7	22	21
19	14	33	22	13	12	7	3	2	2	7	22	21
20	14	33	22	13	12	7	3	2	2	7	22	21
21	14	33	22	13	12	7	3	2	2	7	22	21
22	14	33	22	13	12	7	3	2	2	7	22	21
23	14	33	22	13	12	7	3	2	2	7	22	21
24	14	33	22	13	12	7	3	2	2	7	22	21
25	14	33	22	13	12	7	3	2	2	7	22	21
26	14	33	22	13	12	7	3	2	2	7	22	21
27	14	33	22	13	12	7	3	2	2	7	22	21
28	14	33	22	13	12	7	3	2	2	7	22	21
29	14	33	22	13	12	7	3	2	2	7	22	21
30	14		22	13	12	7	3	2	2	7	22	21
31	5		22		12		3	2		7		21
RERATA	14	33	22	13	12	7	3	2	2	7	22	21
MAKS	14	33	22	13	12	7	3	2	2	7	22	21
MIN	5	33	22	13	12	7	3	2	2	7	22	21

Sumber: Balai PSAWS Bango Gedangan Malang, 2020.



Tabel L-3.7 Data Debit AWLR Tahun 2017

Tanggal	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	27	12	19	24	5	4	3	3	2	2	28	19
2	27	12	19	24	5	4	3	3	2	2	27	19
3	27	12	19	26	5	4	3	3	2	2	28	17
4	27	12	19	25	5	4	3	3	2	2	28	17
5	27	12	19	24	5	4	3	3	2	2	28	17
6	27	12	19	24	5	4	3	3	2	2	28	17
7	27	12	19	24	5	4	3	3	2	2	28	17
8	26	12	19	24	5	4	3	3	2	2	28	17
9	27	12	19	24	5	4	3	3	2	2	28	16
10	27	12	19	31	5	4	3	3	2	2	28	15
11	27	12	23	31	5	4	3	3	2	2	28	15
12	27	12	27	31	5	4	3	3	2	2	28	15
13	27	12	26	31	5	4	3	3	2	2	28	15
14	27	12	26	31	5	4	3	3	2	2	29	15
15	27	12	26	32	5	4	3	3	2	2	30	15
16	27	12	26	31	5	4	3	3	2	2	29	15
17	27	12	26	31	5	4	3	3	2	2	29	15
18	27	12	26	31	5	4	3	3	2	2	30	15
19	27	12	27	31	5	4	3	3	2	2	30	15
20	27	12	27	31	5	4	3	3	2	2	30	15
21	27	12	26	31	5	4	3	3	2	2	30	15
22	27	12	26	31	5	4	3	3	2	2	30	15
23	27	12	26	31	5	4	3	3	2	2	30	15
24	28	12	27	31	5	4	3	3	2	2	30	15
25	27	12	27	31	5	4	3	3	2	2	30	15
26	27	12	27	31	5	4	3	3	2	2	30	15
27	27	12	27	31	5	4	3	3	2	2	30	15
28	27	12	27	31	5	4	3	3	2	2	30	15
29	27		27	31	5	4	3	3	2	2	31	16
30	27		27	31	5	4	3	3	2	2	31	16
31	27		27		5		3	3		2		16
RERATA	27	12	24	29	5	4	3	3	2	2	29	16
MAKS	28	12	27	32	5	4	3	3	2	2	31	19
MIN	26	12	19	24	5	4	3	3	2	2	27	15

Sumber: Balai PSAWS Bango Gedangan Malang, 2020.

Tabel L-3.8 Data Debit AWLR Tahun 2018

Tanggal	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	3,90	3,99	3,90	3,90	3,85	3,90	3,90	3,85	3,81	3,27	3,27	3,09
2	3,90	3,94	3,90	3,90	3,85	3,90	3,85	3,85	3,80	3,27	3,27	3,09
3	3,91	3,94	3,90	3,93	3,85	3,90	3,86	3,85	3,80	3,27	3,27	3,18
4	3,91	3,94	3,90	3,90	3,85	3,90	3,89	3,85	3,72	3,27	3,27	3,22
5	3,91	3,94	3,90	3,90	3,85	3,90	3,90	3,89	3,71	3,27	3,27	3,56
6	3,94	3,94	3,90	3,90	3,85	3,88	3,90	3,90	3,71	3,27	3,27	3,53
7	3,94	3,99	3,90	3,90	3,85	3,90	3,90	3,90	3,67	3,27	3,27	3,54
8	3,91	3,94	3,90	3,90	3,85	3,90	3,90	3,90	3,67	3,31	3,27	3,54
9	3,98	3,94	3,90	3,85	3,85	3,85	3,85	3,90	3,67	3,31	3,30	3,63
10	3,99	3,94	3,90	3,85	3,85	3,85	3,89	3,90	3,67	3,31	3,32	3,66
11	3,99	3,93	3,91	3,85	3,85	3,89	3,90	3,90	3,67	3,27	3,31	3,67
12	3,99	3,95	3,91	3,85	3,85	3,90	3,90	3,90	3,67	3,27	3,28	3,64
13	3,99	3,90	3,90	3,85	3,85	3,90	3,90	3,90	3,57	3,27	3,27	3,57
14	3,99	3,90	3,90	3,86	3,85	3,90	3,90	3,90	3,57	3,30	3,27	3,57
15	3,99	3,90	3,90	3,89	3,85	3,91	3,90	3,90	3,57	3,31	3,27	3,57
16	3,99	3,97	3,90	3,90	3,85	3,90	3,90	3,90	3,57	3,31	3,27	3,57
17	3,99	3,93	3,90	3,94	3,85	3,90	3,90	3,90	3,53	3,31	3,27	3,57
18	3,99	3,94	3,90	3,90	3,85	3,90	3,90	3,90	3,53	3,31	3,27	3,53
19	3,99	3,94	3,85	3,90	3,85	3,90	3,90	3,90	3,49	3,31	3,30	3,53
20	3,99	3,97	3,85	3,85	3,85	3,90	3,90	3,90	3,46	3,31	3,28	3,53
21	3,99	3,99	3,85	3,85	3,88	3,87	3,90	3,90	3,43	3,31	3,23	3,53
22	3,99	3,99	3,85	3,85	3,90	3,85	3,90	3,90	3,40	3,31	3,18	3,57
23	3,99	3,94	3,85	3,85	3,90	3,89	3,90	3,90	3,36	3,45	3,05	3,57
24	3,99	3,94	3,85	3,85	3,90	3,90	3,85	3,90	3,36	3,40	3,05	3,66
25	3,99	3,90	3,85	3,85	3,90	3,90	3,85	3,90	3,36	3,36	3,05	3,67
26	3,99	3,90	3,85	3,85	3,90	3,90	3,89	3,90	3,30	3,36	3,05	3,67
27	3,99	3,90	3,89	3,85	3,85	3,90	3,90	3,90	3,27	3,36	3,09	3,67
28	3,99	3,90	3,94	3,85	3,85	3,90	3,90	3,85	3,27	3,36	3,09	3,57
29	3,99		3,94	3,85	3,85	3,90	3,90	3,85	3,27	3,31	3,09	3,57
30	3,99		3,94	3,85	3,85	3,90	3,90	3,89	3,27	3,31	3,09	3,53
31	3,99		3,90		3,89		3,90	3,90		3,31		3,53
RERATA	3,97	3,94	3,89	3,87	3,86	3,89	3,89	3,89	3,54	3,31	3,22	3,53
MAKS	3,99	3,99	3,94	3,94	3,90	3,91	3,90	3,90	3,81	3,45	3,32	3,67
MIN	3,90	3,90	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,27	3,27	3,05	3,09

Sumber: Balai PSAWS Bango Gedangan Malang, 2020.

LAMPIRAN 4

UJI KONSISTENSI KURVA MASSA GANDA



DATA CURAH HUJAN TAHUNAN POS STASIUN HUJAN DAS BANGO

Tabel L-4.1 Data Curah Hujan Tahunan Pos Stasiun Hujan DAS Bango

No.	Tahun	Pos Hujan Blimbing (mm)	Pos Hujan Singosari (mm)	Pos Hujan Karangploso (mm)
1	2019	2142,00	1780,00	1469,00
2	2018	1847,00	2182,00	1707,00
3	2017	2272,00	2740,00	2234,00
4	2016	2535,00	3249,00	2209,00
5	2015	1667,00	1625,00	1020,00
6	2014	3197,00	2039,00	1609,00
7	2013	2458,00	2683,00	1983,00
8	2012	1547,00	2053,30	1955,00
9	2011	2074,00	2631,00	2469,00
10	2010	3846,00	4776,00	3407,00
	Jumlah	23585,00	25758,30	20062,00

Sumber: Pengolahan Data, 2020.

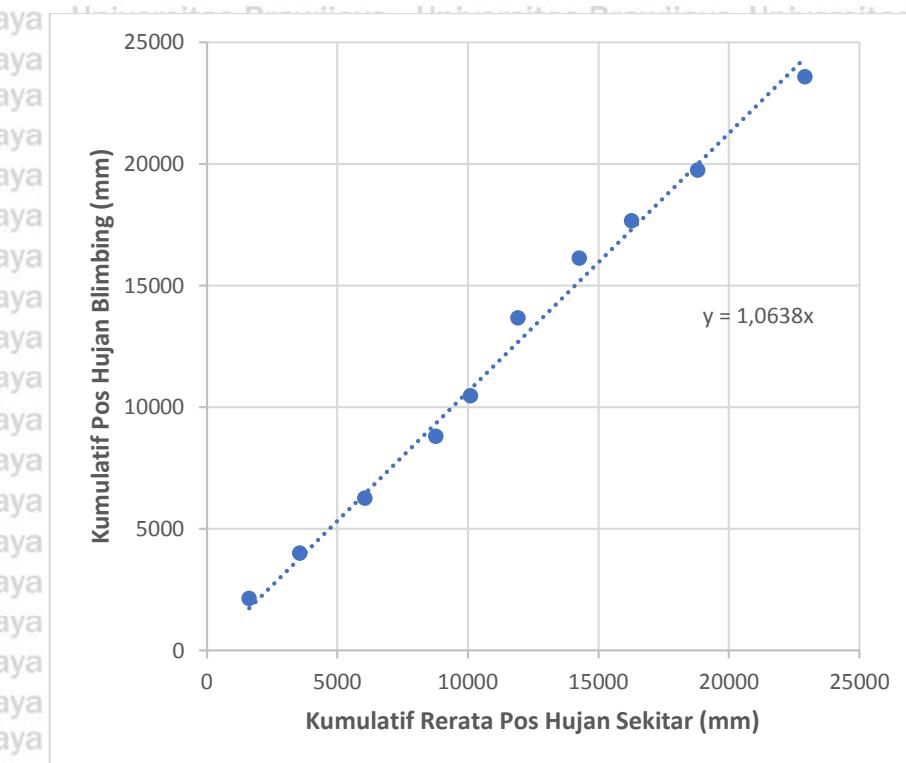
UJI KONSISTENSI KURVA MASSA GANDA POS STASIUN HUJAN BLIMBING

Tabel L-4.2 Uji Konsistensi Kurva Massa Ganda Pos Stasiun Hujan Blimbing

Tahun	Pos Hujan Blimbing (mm)		Pos Hujan Sekitar (mm)	
	CH Tahunan	Kumulatif	CH Tahunan Rerata	Kumulatif
2019	2142,00	2142,00	1624,50	1624,50
2018	1847,00	3989,00	1944,50	3569,00
2017	2272,00	6261,00	2487,00	6056,00
2016	2535,00	8796,00	2729,00	8785,00
2015	1667,00	10463,00	1322,50	10107,50
2014	3197,00	13660,00	1824,00	11931,50
2013	2458,00	16118,00	2333,00	14264,50
2012	1547,00	17665,00	2004,15	16268,65
2011	2074,00	19739,00	2550,00	18818,65
2010	3846,00	23585,00	4091,50	22910,15

Sumber: Pengolahan Data, 2020.





Gambar L-4.1 Grafik Kurva Massa Ganda Stasiun Hujan Blimbings
Sumber: Hasil Analisis, 2020.

Tabel L-4.3 Nilai α Kurva Massa Ganda Pos Stasiun Hujan Blimbings

Stasiun	α	
Hujan	Cara 1	Cara 2
Blimbing	45,83	46,77

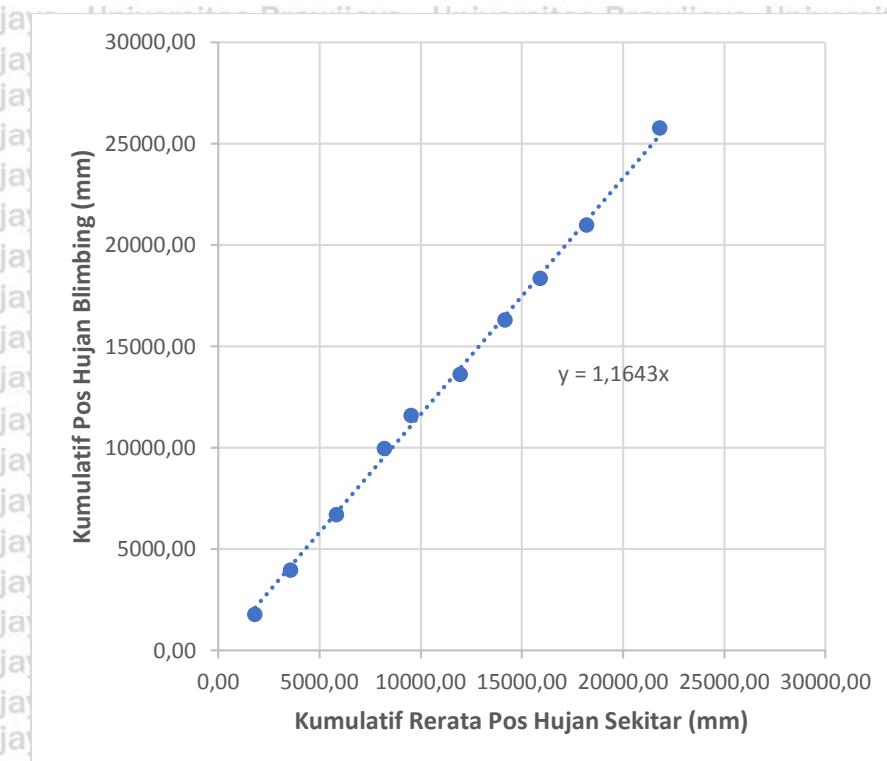
Sumber: Hasil Analisis, 2020.

UJI KONSISTENSI KURVA MASSA GANDA POS STASIUN HUJAN SINGOSARI

Tabel L-4.4 Uji Konsistensi Kurva Massa Ganda Pos Stasiun Hujan Singosari

Tahun	Pos Hujan Singosari (mm)		Pos Hujan Sekitar (mm)	
	CH Tahunan	Kumulatif	CH Tahunan Rerata	Kumulatif
2019	1780,00	1780,00	1805,50	1805,50
2018	2182,00	3962,00	1777,00	3582,50
2017	2740,00	6702,00	2253,00	5835,50
2016	3249,00	9951,00	2372,00	8207,50
2015	1625,00	11576,00	1343,50	9551,00
2014	2039,00	13615,00	2403,00	11954,00
2013	2683,00	16298,00	2220,50	14174,50
2012	2053,30	18351,30	1751,00	15925,50
2011	2631,00	20982,30	2271,50	18197,00
2010	4776,00	25758,30	3626,50	21823,50

Sumber: Pengolahan Data, 2020.



Gambar L-4.2 Grafik Kurva Massa Ganda Stasiun Hujan Singosari
Sumber: Hasil Analisis, 2020.

Tabel L-4.5 Nilai α Kurva Massa Ganda Pos Stasiun Hujan Singosari

Stasiun	α	
Hujan	Cara 1	Cara 2
Singosari	49,73	49,34

Sumber: Hasil Analisis, 2020.

Menentukan Faktor Koreksi

Tabel L-4.6 Faktor Koreksi Konsistensi Data Hujan Pos Stasiun Hujan Singosari

Stasiun Hujan	S'	S koreksi	Fk
Singosari	1,19784	1	0,8348

Sumber: Hasil Analisis, 2020.

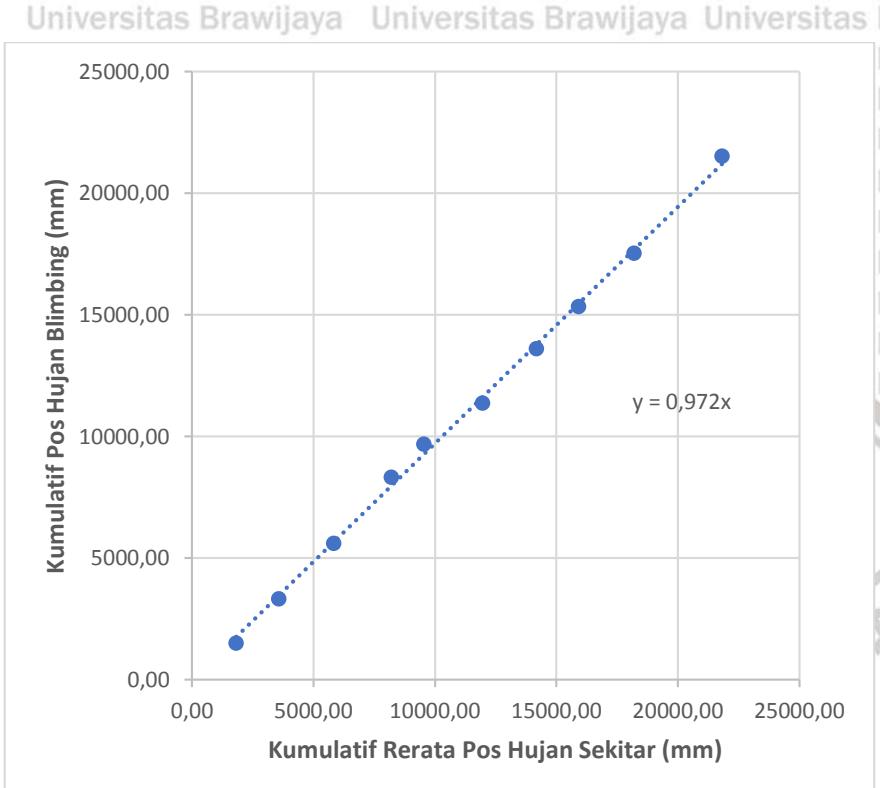
Tabel L-4.7 Uji Konsistensi Kurva Massa Ganda Pos Stasiun Hujan Singosari Terkoreksi

Tahun	Pos Hujan Singosari (mm)		Pos Hujan Sekitar (mm)	
	CH Tahunan	Kumulatif	CH Tahunan Rerata	Kumulatif
2019	1486,01	1486,01	1805,50	1805,50
2018	1821,62	3307,63	1777,00	3582,50
2017	2287,46	5595,09	2253,00	5835,50
2016	2712,39	8307,47	2372,00	8207,50
2015	1356,61	9664,09	1343,50	9551,00
2014	1702,24	11366,32	2403,00	11954,00
2013	2239,87	13606,19	2220,50	14174,50
2012	1714,17	15320,37	1751,00	15925,50



Tahun	Pos Hujan Singosari (mm)		Pos Hujan Sekitar (mm)	
	CH Tahunan	Kumulatif	CH Tahunan Rerata	Kumulatif
2011	2196,46	17516,82	2271,50	18197,00
2010	3987,19	21504,01	3626,50	21823,50

Sumber: Hasil Analisis, 2020.



Gambar L-4.3 Grafik Kurva Massa Ganda Stasiun Hujan Singosari Terkoreksi
Sumber: Hasil Analisis, 2020.

Tabel L-4.8 Nilai α Kurva Massa Ganda Pos Stasiun Hujan Singosari Terkoreksi

Stasiun Hujan	α	
	Cara 1	Cara 2
Singosari	44,58	44,19

Sumber: Hasil Analisis, 2020.

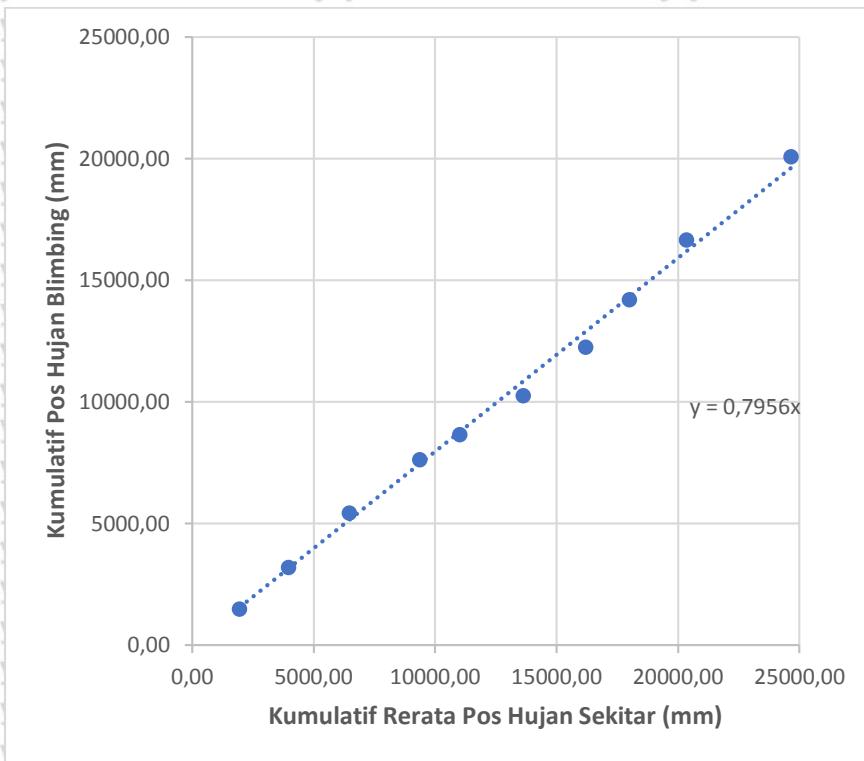
UJI KONSISTENSI KURVA MASSA GANDA POS STASIUN HUJAN KARANGPLOSO

Tabel L-4.9 Uji Konsistensi Kurva Massa Ganda Pos Stasiun Hujan Karangploso

Tahun	Pos Hujan Karangploso (mm)		Pos Hujan Sekitar (mm)	
	CH Tahunan	Kumulatif	CH Tahunan Rerata	Kumulatif
2019	1469,00	1469,00	1961,00	1961,00
2018	1707,00	3176,00	2014,50	3975,50
2017	2234,00	5410,00	2506,00	6481,50
2016	2209,00	7619,00	2892,00	9373,50
2015	1020,00	8639,00	1646,00	11019,50
2014	1609,00	10248,00	2618,00	13637,50

Tahun	Pos Hujan Karangploso (mm)		Pos Hujan Sekitar (mm)	
	CH Tahunan	Kumulatif	CH Tahunan Rerata	Kumulatif
2013	1983,00	12231,00	2570,50	16208,00
2012	1955,00	14186,00	1800,15	18008,15
2011	2469,00	16655,00	2352,50	20360,65
2010	3407,00	20062,00	4311,00	24671,65

Sumber: Pengolahan Data, 2020.



Gambar L-5.4 Grafik Kurva Massa Stasiun Hujan Karangploso

Sumber: Hasil Analisis, 2020.

Tabel L-4.10 Nilai α Kurva Massa Ganda Pos Stasiun Hujan Karangploso

Stasiun	α	
Hujan	Cara 1	Cara 2
Singosari	39,12	38,51

Sumber: Hasil Analisis, 2020.

Menentukan Faktor Koreksi

Tabel L-4.11 Faktor Koreksi Konsistensi Data Hujan Pos Stasiun Hujan Karangploso

Stasiun	S'	S	Fk
Hujan	koreksi		
Singosari	0,818691	1	1,2215

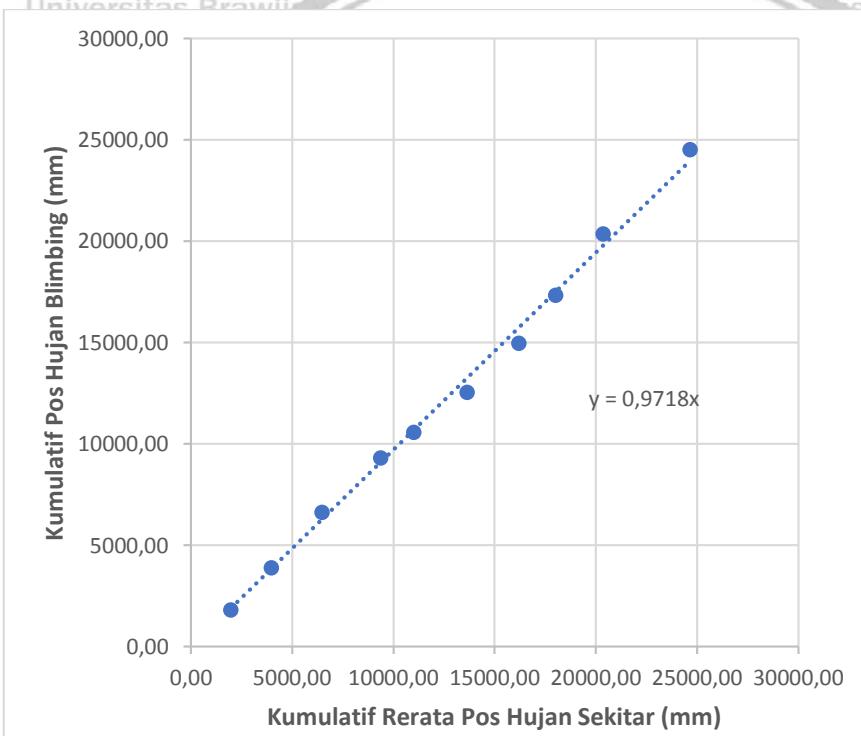
Sumber: Hasil Analisis, 2020.



Tabel L-4.12 Uji Konsistensi Kurva Massa Ganda Pos Stasiun Hujan Karangploso Terkoreksi

Tahun	Pos Hujan Karangploso (mm)		Pos Hujan Sekitar (mm)	
	CH Tahunan	Kumulatif	CH Tahunan Rerata	Kumulatif
2019	1794,33	1794,33	1961,00	1961,00
2018	2085,04	3879,36	2014,50	3975,50
2017	2728,75	6608,11	2506,00	6481,50
2016	2698,21	9306,32	2892,00	9373,50
2015	1245,89	10552,21	1646,00	11019,50
2014	1965,33	12517,55	2618,00	13637,50
2013	2422,16	14939,71	2570,50	16208,00
2012	2387,96	17327,67	1800,15	18008,15
2011	3015,79	20343,46	2352,50	20360,65
2010	4161,52	24504,98	4311,00	24671,65

Sumber: Hasil Analisis, 2020.



Gambar L-4.4 Grafik Kurva Massa Ganda Stasiun Hujan Karangploso Terkoreksi
Sumber: Hasil Analisis, 2020.

Tabel L-4.13 Nilai α Kurva Massa Ganda Pos Stasiun Hujan Karangploso Terkoreksi

Stasiun	α
Hujan	Cara 1
Singosari	44,81
	44,18

Sumber: Hasil Analisis, 2020.

Halaman ini sengaja dikosongkan





LAMPIRAN 5

UJI RAPS

Tabel L-5.1 Perhitungan Uji RAPS Data Curah Hujan TRMM Tahunan

No	Tahun	Curah Hujan (mm)	$X^{\square} - \bar{X}$	Sk^*	D_{γ}^2	Sk^{**}	$ Sk^{**} $
1	2010	4162,95	1706,94	1706,94	291365,44	2,25	2,25
2	2011	2367,15	-88,86	1618,09	789,56	2,13	2,13
3	2012	2099,79	-356,22	-445,07	12689,06	-0,59	0,59
4	2013	2797,77	341,76	-14,45	11680,20	-0,02	0,02
5	2014	1927,92	-528,09	-186,32	27887,59	-0,25	0,25
6	2015	1948,14	-507,87	-1035,95	25792,89	-1,37	1,37
7	2016	3197,43	741,42	233,56	54970,80	0,31	0,31
8	2017	2808,33	352,32	1093,75	12413,15	1,44	1,44
9	2018	1627,89	-828,12	-475,79	68577,78	-0,63	0,63
10	2019	1622,70	-833,31	-1661,42	69440,06	-2,19	2,19
	Σ	24560,07			575606,52		
	\bar{X}	2456,01					

Sumber: Hasil Analisis, 2020.

Kesimpulan

n	=	10
D_{γ}	=	758,69
Sk^{**} max	=	2,25
Sk^{**} min	=	0,02
Q	=	2,25
R	=	2,23
Q/\sqrt{n} (hitung)	=	0,711
R/\sqrt{n} (hitung)	=	0,705

Berdasarkan tabel didapatkan (95%)

$$Q/\sqrt{n} \text{ (tabel)} = 1,14$$

$$R/\sqrt{n} \text{ (tabel)} = 1,28$$

Maka

DITERIMA
DITERIMA

$$Q/\sqrt{n}$$

$$R/\sqrt{n}$$





Universitas
Brawijaya



LAMPIRAN 6

UJI METODE SPEARMAN

Tabel L-6.1 Ketidakadaan Trend Metode Spearman pada data pos stasiun penakar hujan Blimbing periode tahunan

No	Tahun	Peringkat Tt	CH Tahunan (mm)	Rt	dt	dt^2
1	2010	1	3846.000	1	0	0
2	2011	2	2074.000	7	5	25
3	2012	3	1547.000	10	7	49
4	2013	4	2458.000	4	0	0
5	2014	5	3197.000	2	-3	9
6	2015	6	1667.000	9	3	9
7	2016	7	2535.000	3	-4	16
8	2017	8	2272.000	5	-3	9
9	2018	9	1847.000	8	-1	1
10	2019	10	2142.000	6	-4	16
Jumlah						
n						
KP						
t						
Hipotesa Diterima						
$0,541 < 2,306$						

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

Tabel L-6.2 Ketidakadaan Trend Metode Spearman pada data pos stasiun penakar hujan Karang Plosو periode tahunan

No	Tahun	Peringkat Tt	CH Tahunan (mm)	Rt	dt	dt^2
1	2010	1	3407.000	1	0	0
2	2011	2	2469.000	2	0	0
3	2012	3	1955.000	6	3	9
4	2013	4	1983.000	5	1	1
5	2014	5	1609.000	8	3	9
6	2015	6	1020.000	10	4	16
7	2016	7	2209.000	4	-3	9
8	2017	8	2234.000	3	-5	25
9	2018	9	1707.000	7	-2	4
10	2019	10	1469.000	9	-1	1
Jumlah						
n						
KP						
t						
Hipotesa Diterima						
$0,551 < 2,306$						

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

Tabel L-6.3 Ketidakadaan Trend Metode Spearman pada data pos stasiun penakar hujan Singosari periode tahunan

No	Tahun	Peringkat Tt	CH Tahunan (mm)	Rt	dt	dt^2
1	2010	1	4776.000	1	0	0

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

Tabel L-6.4 Ketidakadaan Trend Metode Spearman pada data TRMM periode tahunan

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

Tabel L-6.5 Ketidakadaan Trend Metode Spearman pada data AWLR periode tahunan

No	Tahun	Peringkat	Tt	CH	Tahunan (mm)	Rt	dt	dt^2
1	2009	1			2120.260	7	6	36
2	2010	2			8731.280	2	0	0
3	2011	3			9315.800	1	-2	4
4	2012	4			3128.920	4	0	0
5	2013	5			3093.590	5	0	0



280	Universitas Brawijaya					
6	2014	6	2361.150	6	0	0
7	2015	7	1603.100	9	2	4
8	2016	8	1603.560	8	0	0
9	2017	9	4222.590	3	-6	36
10	2018	10	1362.540	10	0	0
Jumlah					80	
n					10	
KP					0.515	
t					1.700	
Hipotesa Diterima						
$1,700 < 2,306$						

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

LAMPIRAN 7

UJI MANN AND WHITNEY



Tabel L-7.1

Uji Mann and Whitney pada data pos stasiun penakar hujan Karang Plosok periode Tahunan

No	Kelompok I			Kelompok II		
	Tahun	Q m/dt	Peringkat Rt	Tahun	Q m/dt	Peringkat Rt
1	2010	3407	10	2015	1020	1
2	2011	2469	9	2016	2209	7
3	2012	1955	5	2017	2234	8
4	2013	1983	6	2018	1707	4
5	2014	1609	3	2019	1469	2
Jumlah		33		Jumlah	22	
N1		5		U1	7	
N2		5		U2	18	
Rm		33		U=U1	7	
Z		-1.149		Hipotesa Diterima		

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

Tabel L-7.2

Uji Mann and Whitney pada data pos stasiun penakar hujan KarangPlosopériode Tahunan

No	Kelompok I			Kelompok II		
	Tahun	Q m/dt	Peringkat Rt	Tahun	Q m/dt	Peringkat Rt
1	2010	3846	10	2015	1667	2
2	2011	2074	4	2016	2535	8
3	2012	1547	1	2017	2272	6
4	2013	2458	7	2018	1847	3
5	2014	3197	9	2019	2142	5
Jumlah		31		Jumlah		24
N1		5		U1		9
N2		5		U2		16
Rm		31		U=U1		9
Z		-0.731		Hipotesa Diterima		

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

Tabel L-7.3

Uji Mann and Whitney pada data pos stasiun penakar hujan Singosari periode Tahunan

No	Kelompok I			Kelompok II		
	Tahun	Q m/dt	Peringkat Rt	Tahun	Q m/dt	Peringkat Rt
1	2010	4776	10	2015	1625	1
2	2011	2631	6	2016	3249	9
3	2012	2053.3	4	2017	2740	8
4	2013	2683	7	2018	2182	5
5	2014	2039	3	2019	1780	2
Jumlah		30	Jumlah		25	
N1		5	U1		10	
N2		5	U2		15	
Rm		30	U=U1		10	
Z		-0.522	Hipotesa Diterima			

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

Tabel L-7.4

Uji Mann and Whitney pada data TRMM periode Tahunan

No	Kelompok I			Kelompok II		
	Tahun	CH mm	Peringkat Rt	Tahun	CH mm	Peringkat
1	2010	4162.95	10	2015	1948.14	4
2	2011	2367.15	6	2016	3197.43	9
3	2012	2099.79	5	2017	2808.33	8
4	2013	2797.77	7	2018	1627.89	2
5	2014	1927.92	3	2019	1622.7	1
Jumlah		31	Jumlah		24	
N1		5	U1		9	
N2		5	U2		16	
Rm		31	U=U1		9	
Z		-0.7311	Hipotesa Diterima			

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

284 Tabel I-7.5

Tabel E.7.5 Uji Mann and Whitney pada data AWLR periode Tahunan

No	Tahun	Kelompok I		Kelompok II	
		Q m/dt	Peringkat Rt	Tahun	Q m/dt
1	2009	5.812	4	2014	6.475
2	2010	23.919	9	2015	4.394
3	2011	25.533	10	2016	4.381
4	2012	8.597	7	2017	11.557
5	2013	8.471	6	2018	3.734
Jumlah		36	Jumlah	19	
N1		5	U1	4	
N2		5	U2	21	
Rms		36	U=U1	4	
Z		-1.7756	Hipotesa Diterima		

Sumber: Hasil Analisis, 2021.





LAMPIRAN 8

UJI COX And STUART



Tabel L-8.1

Uji Cox and Stuart pada data pos stasiun penakar hujan Blimbing periode Tahunan

No	Kelompok		III - Kelompok I	Tanda III-I
	Kelompok I	Kelompok III		
1	3846	2535	-1311	-
2	2074	2272	198	+
3	1547	1847	300	+
4	2458	2142	-316	-

$$\begin{aligned} S &= 2 \\ N &= 10 \\ Z &= -0.1826 \\ a &= 0.05 \\ Z_c &= 1.96 \end{aligned}$$

Ho Diterima

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

Tabel L-8.2

Uji Cox and Stuart pada data pos stasiun penakar hujan Singosari periode Tahunan

No	Kelompok		III - Kelompok I	Tanda III-I
	Kelompok I	Kelompok III		
1	4776	3249	-1527	-
2	2631	2740	109	+
3	2053.3	2182	128.7	+
4	2683	1780	-903	-

$$\begin{aligned} S &= 2 \\ N &= 10 \\ Z &= -0.1826 \\ a &= 0.05 \\ Z_c &= 1.96 \end{aligned}$$

Ho Diterima

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

Tabel L-8.3

Uji Cox and Stuart pada data pos stasiun penakar hujan Karang Ploso periode Tahunan

No	Kelompok		III - Kelompok I	Tanda III-I
	Kelompok I	Kelompok III		
1	3407	2209	-1198	-
2	2469	2234	-235	-



Sumber: Hasil Analisis, 2021.

Tabel L-8.4

Uji Cox and Stuart pada data TRMM periode Tahunan

No	Kelompok I	Kelompok III	Kelompok III - Kelompok I	Tanda III-I
1	4162.95	3197.43	-965.52	-
2	2367.15	2808.33	441.18	+
3	2099.79	1627.89	-471.9	-
4	2797.77	1622.7	-1175.07	-
S	3			
N	10			
Z	0.91287			
a	0.05			
Zc	1.96			
Ho Diterima				

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

Tabel L-8.5

Uji Cox and Stuart pada data AWLR periode Tahunan

No	Kelompok I	Kelompok III	Kelompok III - Kelompok I	Tanda III-I
1	5.812	4.394	-1.418	-
2	23.919	4.381	-19.538	-
3	11.557	25.533	13.977	+
4	8.597	3.734	-4.863	-
S	1			
N	10			
Z	-1.278			
a	0.05			
Zc	1.96			
Ho Diterima				

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

Halaman ini sengaja dikosongkan



LAMPIRAN 9

UJI STASIONER



Tabel L-9.1

Pembagian Kelompok untuk Uji-F dan Uji-t pada data pos stasiun penakar hujan Belimbing periode Tahunan

No.	Variebel 1	Variabel 2
1	3846	1667
2	2074	2535
3	1547	2272
4	2458	1847
5	3197	2142
Jumlah	13122	10463
Rerata	2624.4	2092.6
STDEV	909.89	343.437
n	5	5
F	0.00771	
F tabel		6.39
F < F tabel, maka H0 diterima		
t	768.866	
t cr	1.09362	
t < t cr, maka H0 diterima		2.306
dk		8
t0,975		0.025

Sumber : Hasil Analisis, 2021.

Tabel L-9.2

Pembagian Kelompok untuk Uji-F dan Uji-t pada data pos stasiun penakar hujan Singosari periode Tahunan

No.	Variebel 1	Variabel 2
1	4776	1625
2	2631	3249
3	2053.3	2740
4	2683	2182
5	2039	1780
Jumlah	14182.3	11576
Rerata	2836.46	2315.2
STDEV	1126.59	676.941
n	5	5
F		0.00246
F tabel		6.39
F < F tabel, maka H0 diterima		
t		1039.07
t cr		0.79319
t < t cr, maka H0 diterima		2.306
dk		8
0,975		0.025

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

Tabel L-9.3
Pembagian Kelompok untuk Uji-F dan Uji-t pada data pos stasiun penakar hujan Karang Ploso periode Tahunan

No.	Variabel 1	Variabel 2
1	3407	1020
2	2469	2209
3	1955	2234
4	1983	1707
5	1609	1469
Jumlah	11423	8639
Rerata	2284.6	1727.8
STDEV	698.18	513.854
n	5	5
F		0.00741
F tabel		1.54
$F < F_{tabel}$, maka H_0 diterima		
$t < t_{cr}$, maka H_0 diterima		
dk		118
t0,975		0.025

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

Halaman ini sengaja dikosongkan





LAMPIRAN 10

UJI PERSISTENSI



294

Tabel L-10.1 Uji Persistensi pada data pos stasiun penakar hujan Belimbing periode Tahunan

No	Tahun	CH Tahunan	Peringkat Tt	Peringkat Rt	di	di^2
1	2010	3846	1	1	-	
2	2011	2074	2	7	-6	36
3	2012	1547	3	10	-3	9
4	2013	2458	4	4	6	36
5	2014	3197	5	2	2	4
6	2015	1667	6	9	-7	49
7	2016	2535	7	3	6	36
8	2017	2272	8	5	-2	4
9	2018	1847	9	8	-3	9
10	2019	2142	10	6	2	4
Jumlah						187
m			9	Uji 2 sisi		0.05
KS		-0.5583		dfr		7
t		-1.7806		tcr		2365
Kesimpulan		-1.7806		<		2365
Ho diterima						

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

Tabel L-10.2 Uji Persistensi pada data pos stasiun penakar hujan Singosari periode Tahunan

No	Tahun	CH Tahunan	Peringkat Tt	Peringkat Rt	di	di^2
1	2010	4776	1	1	-	
2	2011	2631	2	5	-4	16
3	2012	2053.3	3	7	-2	4
4	2013	2683	4	4	3	9
5	2014	2039	5	8	-4	16
6	2015	1625	6	10	-2	4
7	2016	3249	7	2	8	64
8	2017	2740	8	3	-1	1
9	2018	2182	9	6	-3	9
10	2019	1780	10	9	-3	9
Jumlah						132
m		9	Uji 2 sisi			0.05
KS		-0.558		dfr		7
t		-1.781		tcr		2365
Kesimpulan		-1.781		<		2365
Ho diterima						

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

Tabel L-10.3 Uji Persistensi pada data pos stasiun penakar hujan KarangPlosو periode Tahunan

No	Tahun	CH Tahunan	Peringkat Tt	Peringkat Rt	di	di^2
1	2010	3407	1	1	-	
2	2011	2469	2	2	-1	1
3	2012	1955	3	6	-4	16
4	2013	1983	4	5	-1	1
5	2014	1609	5	8	-3	9
6	2015	1020	6	10	-2	4
7	2016	2209	7	4	6	36
8	2017	2234	8	3	1	1
9	2018	1707	9	7	-4	16
10	2019	1469	10	9	-2	4
Jumlah						88
Universitas Brawijaya	m	9	Uji 2 sisi	dfr	0.05	
Universitas Brawijaya	KS	0.267	tcr		7	
Universitas Brawijaya	t	0.732			2365	
Universitas Brawijaya	Kesimpulan	0.732	<		2365	
Ho diterima						

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

Tabel L-10.4 Uji Persistensi pada data pos stasiun penakar hujan TRMM periode Tahunan

No	Tahun	CH Tahunan	Peringkat Tt	Peringkat Rt	di	di^2
1	2010	4162.95	1	1	-	
2	2011	2367.15	2	5	-4	16
3	2012	2099.79	3	6	-1	1
4	2013	2797.77	4	4	2	4
5	2014	1927.92	5	8	-4	16
6	2015	1948.14	6	7	1	1
7	2016	3197.43	7	2	5	25
8	2017	2808.33	8	3	-1	1
9	2018	1627.89	9	9	-6	36
10	2019	1622.7	10	10	-1	1
Jumlah						101
Universitas Brawijaya	m	9	Uji 2 sisi	dfr	0.05	
Universitas Brawijaya	KS	0.158	tcr		7	
Universitas Brawijaya	t	0.424			2365	
Universitas Brawijaya	Kesimpulan	0,424	<		2365	
Ho diterima						

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

296

Tabel L-10.5 Uji Persistensi pada data pos stasiun penakar hujan AWLR periode Tahunan

No	Tahun	CH Tahunan	Peringkat Tt	Peringkat Rt	di	di^2
1	2009	5.81152	1	Brawijaya	7	Universitas Brawijaya
2	2010	23.9194	2	Brawijaya	2	Universitas Brawijaya
3	2011	25.5331	3	Brawijaya	1	Universitas Brawijaya
4	2012	8.59653	4	Brawijaya	4	Universitas Brawijaya
5	2013	8.47095	5	Brawijaya	5	Universitas Brawijaya
6	2014	6.47454	6	Brawijaya	6	Universitas Brawijaya
7	2015	4.39352	7	Brawijaya	8	Universitas Brawijaya
8	2016	4.38146	8	Brawijaya	9	Universitas Brawijaya
9	2017	11.5565	9	Brawijaya	3	Universitas Brawijaya
10	2018	3.73355	10	Brawijaya	-7	Universitas Brawijaya
Jumlah						
	m	9		Uji 2 sisi	0.05	
	KS	-0.058		dfr	7	
	t	-0.155		tcr	2365	
	Kesimpulan	-0.155		<	2365	
Ho diterima						

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

LAMPIRAN 11

EVAPOTRANSPIRASI METODE PENMAN



Tabel L-11.1

Perhitungan Evapotranspirasi Metode Penman tahun 2010

Tahun	Bulan	Letak Lintang	t (°C)	$\epsilon\gamma$ (mbar)	w	f(t)	RH (%)	ed (mbar)	f(ed)	Ry (mm/hari)	n/N (%)	Rs (mm/hari)	f(N)	U (m/dt)	f(U)	Rn (mm/hari)	Eto* (mm/hari)	C	Eto (mm/hari)
2010	JAN	7.9 °LS	23.845	29.620	0.738	15.369	83.065	24.604	0.122	16.085	0.298	6.419	0.368	1.161	0.273	4.125	4.531	1.1	4.984
	FEB		23.989	29.878	0.740	15.398	83.821	25.044	0.120	16.095	0.365	6.963	0.429	1.393	0.274	4.431	4.681	1.1	5.149
	MAR		24.365	30.559	0.743	15.491	82.548	25.226	0.119	15.505	0.394	6.927	0.454	1.677	0.275	4.358	5.118	1	5.118
	APR		23.913	29.742	0.739	15.383	85.500	25.429	0.118	14.415	0.369	6.261	0.432	1.367	0.274	3.911	3.719	0.9	3.347
	MEI		24.594	30.981	0.746	15.548	82.806	25.654	0.117	13.115	0.359	5.632	0.423	1.839	0.275	3.454	4.144	0.9	3.729
	JUN		23.793	29.528	0.738	15.359	79.567	23.494	0.127	12.420	0.448	5.886	0.503	2.033	0.275	3.435	4.648	0.9	4.183
	JUL		23.206	28.500	0.732	15.241	80.581	22.966	0.129	12.720	0.482	6.245	0.534	2.000	0.275	3.633	4.461	0.9	4.015
	AGS		23.394	28.824	0.734	15.279	77.871	22.446	0.132	13.715	0.544	7.162	0.590	2.355	0.276	4.186	5.882	1	5.882
	SEP		23.797	29.533	0.738	15.359	80.167	23.676	0.126	14.905	0.444	7.032	0.499	1.933	0.275	4.309	5.547	1.1	6.101
	OKT		24.094	30.066	0.741	15.423	79.806	23.994	0.124	15.795	0.439	7.416	0.495	1.806	0.275	4.611	6.132	1.1	6.746
	NOP		24.423	30.666	0.744	15.506	78.000	23.920	0.125	15.990	0.395	7.153	0.455	1.767	0.275	4.484	6.658	1.1	7.324
	DES		23.829	29.591	0.738	15.366	81.871	24.227	0.123	15.985	0.203	5.616	0.282	1.968	0.275	3.677	4.394	1.1	4.834

Sumber: Hasil Analisis, 2021.



Tabel L-11.2

Perhitungan Evapotranspirasi Metode Penman tahun 2011

Tahun	Bulan	Letak Lintang	t (°C)	$\epsilon\gamma$ (mbar)	w	f(t)	RH (%)	ed (mbar)	f(ed)	$R\gamma$ (mm/hari)	n/N (%)	Rs (mm/hari)	f(n/N)	U (m/dt)	f(U)	Rn (mm/hari)	Eto* (mm/hari)	C	Eto (mm/hari)
2011	JAN	7.9 °LS	24.103	30.083	0.741	15.426	78.355	23.572	0.126	16.085	0.228	5.852	0.305	2.613	0.277	3.795	5.539	1.1	6.093
	FEB		23.932	29.775	0.739	15.386	79.357	23.629	0.126	16.095	0.279	6.268	0.351	2.357	0.276	4.020	5.490	1.1	6.039
	MAR		23.361	28.768	0.733	15.272	84.032	24.174	0.124	15.505	0.294	6.158	0.365	1.613	0.274	3.929	3.967	1	3.967
	APR		23.427	28.882	0.734	15.285	82.467	23.818	0.125	14.415	0.328	5.966	0.395	1.533	0.274	3.718	4.158	0.9	3.742
	MEI		23.548	29.095	0.735	15.310	78.871	22.947	0.129	13.115	0.423	6.050	0.480	1.806	0.275	3.587	4.904	0.9	4.413
	JUN		22.153	26.734	0.721	15.031	71.833	19.204	0.147	12.420	0.537	6.438	0.583	2.033	0.275	3.539	5.870	0.9	5.283
	JUL		22.003	26.491	0.719	15.001	71.742	19.005	0.148	12.720	0.610	7.058	0.649	2.161	0.276	3.851	6.299	0.9	5.669
	AGS		21.903	26.329	0.718	14.981	68.871	18.133	0.153	13.715	0.596	7.517	0.637	2.645	0.277	4.182	7.463	1	7.463
	SEP		22.843	27.880	0.728	15.169	70.200	19.572	0.145	14.905	0.595	8.163	0.636	2.567	0.277	4.720	8.532	1.1	9.385
	OKT		24.313	30.464	0.743	15.478	71.226	21.698	0.135	15.795	0.402	7.120	0.461	2.355	0.276	4.376	8.497	1.1	9.347
	NOP		24.067	30.017	0.740	15.417	79.433	23.844	0.125	15.990	0.304	6.427	0.374	1.567	0.274	4.100	5.578	1.1	6.136
	DES		23.997	29.891	0.740	15.399	82.806	24.752	0.121	15.985	0.244	5.949	0.320	0.935	0.273	3.865	4.369	1.1	4.806

Sumber: Hasil Analisis, 2021.



Tabel L-11.3

Perhitungan Evapotranspirasi Metode Penman tahun 2012

Tahun	Bulan	Letak Lintang	t (°C)	$\varepsilon\gamma$ (mbar)	w	f(t)	RH (%)	ed (mbar)	f(ed)	R γ (mm/hari)	n/N (%)	Rs (mm/hari)	f(n/N)	U (m/dt)	f(U)	Rn (mm/hari)	Eto* (mm/hari)	C	Eto (mm/hari)
2012	JAN	7.9 °LS	23.545	29.089	0.735	15.309	82.613	24.031	0.124	16.085	0.153	5.251	0.238	1.968	0.275	3.486	3.938	1.1	4.331
	FEB		23.552	29.101	0.735	15.310	81.103	23.602	0.126	16.095	0.355	6.877	0.419	1.931	0.275	4.348	5.238	1.1	5.762
	MAR		23.781	29.506	0.737	15.356	77.258	22.795	0.130	15.505	0.199	5.418	0.279	2.581	0.277	3.507	5.295	1	5.295
	APR		23.813	29.563	0.738	15.363	76.400	22.586	0.131	14.415	0.383	6.361	0.444	2.067	0.276	3.877	6.004	0.9	5.404
	MEI		23.671	29.311	0.736	15.334	73.968	21.681	0.135	13.115	0.394	5.863	0.455	2.355	0.276	3.455	5.921	0.9	5.329
	JUN		22.720	27.672	0.727	15.144	72.200	19.979	0.143	12.420	0.392	5.541	0.453	2.300	0.276	3.172	5.479	0.9	4.931
	JUL		21.658	25.937	0.716	14.932	75.161	19.495	0.146	12.720	0.379	5.587	0.441	2.161	0.276	3.232	4.615	0.9	4.153
	AGS		21.690	25.989	0.716	14.938	72.645	18.880	0.149	13.715	0.461	6.590	0.515	2.323	0.276	3.798	5.898	1	5.898
	SEP		23.037	28.209	0.730	15.207	69.167	19.511	0.146	14.905	0.475	7.264	0.527	2.600	0.277	4.280	8.179	1.1	8.997
	OKT		24.619	31.029	0.746	15.555	71.000	22.030	0.133	15.795	0.465	7.617	0.518	2.355	0.276	4.637	9.232	1.1	10.156
	NOP		24.730	31.235	0.747	15.583	78.133	24.405	0.123	15.990	0.363	6.900	0.427	2.200	0.276	4.360	6.614	1.1	7.275
	DES		23.848	29.626	0.738	15.370	85.161	25.230	0.119	15.985	0.251	5.999	0.325	1.645	0.274	3.904	3.792	1.1	4.172

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

Tabel L-11.4

Perhitungan Evapotranspirasi Metode Penman tahun 2013

Tahun	Bulan	Letak Lintang	t (°C)	$\epsilon\gamma$ (mbar)	w	f(t)	RH (%)	ed (mbar)	f(ed)	$R\gamma$ (mm/hari)	n/N (%)	Rs (mm/hari)	f(n/N)	U (m/dt)	f(U)	Rn (mm/hari)	Eto* (mm/hari)	C	Eto (mm/hari)
2013	JAN	7.9 °LS	23.958	29.822	0.739	15.390	85.194	25.406	0.118	16.085	0.242	5.969	0.318	1.903	0.275	3.898	3.818	1.1	4.200
	FEB		24.114	30.103	0.741	15.429	81.964	24.674	0.121	16.095	0.271	6.203	0.344	2.000	0.275	4.008	4.828	1.1	5.310
	MAR		23.910	29.735	0.739	15.382	82.839	24.632	0.122	15.505	0.398	6.958	0.458	1.774	0.275	4.362	4.885	1	4.885
	APR		24.133	30.138	0.741	15.433	82.033	24.723	0.121	14.415	0.408	6.547	0.467	1.900	0.275	4.035	4.841	0.9	4.357
	MEI		24.006	29.909	0.740	15.402	80.968	24.216	0.123	13.115	0.510	6.624	0.559	2.032	0.275	3.905	4.938	0.9	4.444
	JUN		23.667	29.303	0.736	15.333	83.400	24.439	0.122	12.420	0.518	6.324	0.566	1.867	0.275	3.679	3.977	0.9	3.579
	JUL		22.448	27.219	0.724	15.090	78.710	21.424	0.136	12.720	0.490	6.293	0.541	2.290	0.276	3.608	4.622	0.9	4.160
	AGS		21.894	26.314	0.718	14.979	74.323	19.557	0.145	13.715	0.594	7.501	0.634	2.645	0.277	4.244	6.234	1	6.234
	SEP		22.743	27.711	0.727	15.149	70.433	19.518	0.146	14.905	0.606	8.241	0.645	2.833	0.278	4.758	8.489	1.1	9.338
	OKT		24.432	30.683	0.744	15.508	70.710	21.696	0.135	15.795	0.570	8.452	0.613	2.677	0.277	5.055	10.007	1.1	11.007
	NOP		23.997	29.891	0.740	15.399	79.733	23.833	0.125	15.990	0.450	7.597	0.505	2.133	0.276	4.724	6.272	1.1	6.899
	DES		23.216	28.517	0.732	15.243	85.871	24.488	0.122	15.985	0.326	6.598	0.393	1.581	0.274	4.216	3.706	1.1	4.076

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

Tabel L-11.5
Perhitungan Evapotranspirasi Metode Penman tahun 2014

Tahun	Bulan	Letak Lintang	t (°C)	$\epsilon\gamma$ (mbar)	w	f(t)	RH (%)	ed (mbar)	f(ed)	Ry (mm/hari)	n/N (%)	Rs (mm/hari)	f(n/N)	U (m/dt)	f(U)	Rn (mm/hari)	Eto* (mm/hari)	C	Eto (mm/hari)
2014	JAN	7.9 °LS	23.574	29.140	0.735	15.315	83.710	24.393	0.123	16.085	0.261	6.121	0.335	2.419	0.277	3.961	4.171	1.1	4.588
	FEB		23.807	29.552	0.738	15.361	80.786	23.874	0.125	16.095	0.280	6.278	0.352	2.321	0.276	4.032	5.078	1.1	5.586
	MAR		23.677	29.322	0.736	15.335	80.194	23.514	0.127	15.505	0.451	7.375	0.506	2.161	0.276	4.548	5.788	1	5.788
	APR		23.867	29.658	0.738	15.373	82.267	24.399	0.123	14.415	0.434	6.733	0.491	1.933	0.275	4.124	4.787	0.9	4.308
	MEI		24.335	30.505	0.743	15.484	77.548	23.656	0.126	13.115	0.261	4.990	0.335	2.290	0.276	3.089	4.828	0.9	4.345
	JUN		23.890	29.700	0.739	15.378	77.800	23.107	0.128	12.420	0.563	6.603	0.607	2.233	0.276	3.753	5.521	0.9	4.969
	JUL		22.574	27.428	0.725	15.115	79.323	21.757	0.135	12.720	0.403	5.743	0.463	2.258	0.276	3.365	4.251	0.9	3.826
	AGS		22.274	26.932	0.722	15.055	75.226	20.260	0.142	13.715	0.573	7.355	0.615	2.419	0.277	4.201	6.110	1	6.110
	SEP		22.903	27.982	0.729	15.181	66.400	18.580	0.150	14.905	0.621	8.353	0.659	2.667	0.277	4.761	9.748	1.1	10.723
	OKT		24.877	31.511	0.748	15.619	65.839	20.746	0.140	15.795	0.600	8.685	0.640	2.871	0.278	5.119	12.205	1.1	13.426
	NOP		25.070	31.875	0.750	15.668	76.033	24.236	0.123	15.990	0.423	7.380	0.481	2.200	0.276	4.605	7.809	1.1	8.590
	DES		23.884	29.689	0.739	15.377	86.742	25.753	0.117	15.985	0.269	6.147	0.342	1.548	0.274	3.996	3.467	1.1	3.814

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

Tabel L-11.6

Perhitungan Evapotranspirasi Metode Penman tahun 2015

Tahun	Bulan	Letak Lintang	t (°C)	$\varepsilon\gamma$ (mbar)	w	f(t)	RH (%)	ed (mbar)	f(ed)	R γ (mm/hari)	n/N (%)	Rs (mm/hari)	f(n/N)	U (m/dt)	f(U)	Rn (mm/hari)	Eto* (mm/hari)	C	Eto (mm/hari)
2015	JAN	7.9 °LS	23.665	29.299	0.736	15.333	85.129	24.942	0.120	16.085	0.344	6.791	0.410	1.677	0.275	4.337	4.135	1.1	4.549
	FEB		23.804	29.546	0.738	15.361	83.667	24.720	0.121	16.095	0.445	7.602	0.500	1.667	0.275	4.770	5.009	1.1	5.510
	MAR		24.181	30.223	0.741	15.445	83.032	25.095	0.120	15.505	0.400	6.979	0.460	1.774	0.275	4.384	4.945	1	4.945
	APR		24.013	29.921	0.740	15.403	83.767	25.064	0.120	14.415	0.468	6.975	0.521	1.900	0.275	4.271	4.570	0.9	4.113
	MEI		23.589	29.167	0.736	15.318	76.679	22.365	0.132	13.115	0.562	6.961	0.605	1.893	0.275	3.998	5.997	0.9	5.398
	JUN		22.737	27.700	0.727	15.147	75.633	20.951	0.139	12.420	0.681	7.331	0.713	1.767	0.275	4.003	5.902	0.9	5.312
	JUL		22.248	26.889	0.722	15.050	73.621	19.796	0.144	12.720	0.634	7.215	0.671	2.517	0.277	3.955	6.151	0.9	5.535
	AGS		22.482	27.275	0.724	15.096	72.393	19.745	0.144	13.715	0.646	7.857	0.681	2.276	0.276	4.407	7.210	1	7.210
	SEP		23.543	29.086	0.735	15.309	67.967	19.769	0.144	14.905	0.729	9.158	0.756	2.667	0.277	5.198	10.553	1.1	11.608
	OKT		25.345	32.402	0.753	15.736	62.033	20.100	0.143	15.795	0.764	9.984	0.788	3.419	0.279	5.719	15.637	1.1	17.201
	NOP		25.573	32.845	0.755	15.793	73.724	24.214	0.123	15.990	0.615	8.912	0.653	1.833	0.275	5.410	10.273	1.1	11.300
	DES		24.777	31.323	0.747	15.594	83.000	25.998	0.116	15.985	0.412	7.286	0.470	1.516	0.274	4.616	5.403	1.1	5.944

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

Tabel L-11.7

Perhitungan Evapotranspirasi Metode Penman tahun 2016

Tahun	Bulan	Letak Lintang	t (°C)	ε_y (mbar)	w	f(t)	RH (%)	ed (mbar)	f(ed)	Ry (mm/hari)	n/N (%)	Rs (mm/hari)	f(n/N)	U (m/dt)	f(U)	Rn (mm/hari)	Eto* (mm/hari)	C	Eto (mm/hari)
2016	JAN	7.9 °LS	23.665	29.299	0.736	15.333	85.129	24.942	0.120	16.085	0.344	6.791	0.410	1.677	0.275	4.337	4.135	1.1	4.549
	FEB		23.804	29.546	0.738	15.361	83.667	24.720	0.121	16.095	0.445	7.602	0.500	1.667	0.275	4.770	5.009	1.1	5.510
	MAR		24.181	30.223	0.741	15.445	83.032	25.095	0.120	15.505	0.400	6.979	0.460	1.774	0.275	4.384	4.945	1	4.945
	APR		24.013	29.921	0.740	15.403	83.767	25.064	0.120	14.415	0.468	6.975	0.521	1.900	0.275	4.271	4.570	0.9	4.113
	MEI		23.589	29.167	0.736	15.318	76.679	22.365	0.132	13.115	0.562	6.961	0.605	1.893	0.275	3.998	5.997	0.9	5.398
	JUN		22.737	27.700	0.727	15.147	75.633	20.951	0.139	12.420	0.681	7.331	0.713	1.767	0.275	4.003	5.902	0.9	5.312
	JUL		22.248	26.889	0.722	15.050	73.621	19.796	0.144	12.720	0.634	7.215	0.671	2.517	0.277	3.955	6.151	0.9	5.535
	AGS		22.482	27.275	0.724	15.096	72.393	19.745	0.144	13.715	0.646	7.857	0.681	2.276	0.276	4.407	7.210	1	7.210
	SEP		23.543	29.086	0.735	15.309	67.967	19.769	0.144	14.905	0.729	9.158	0.756	2.667	0.277	5.198	10.553	1.1	11.608
	OKT		25.345	32.402	0.753	15.736	62.033	20.100	0.143	15.795	0.764	9.984	0.788	3.419	0.279	5.719	15.637	1.1	17.201
	NOP		25.573	32.845	0.755	15.793	73.724	24.214	0.123	15.990	0.615	8.912	0.653	1.833	0.275	5.410	10.273	1.1	11.300
	DES		24.777	31.323	0.747	15.594	83.000	25.998	0.116	15.985	0.412	7.286	0.470	1.516	0.274	4.616	5.403	1.1	5.944

Sumber: Hasil Analisis, 2021.



Tabel L-11.8

Perhitungan Evapotranspirasi Metode Penman tahun 2017

Tahun	Bulan	Letak Lintang	t (°C)	$\epsilon\gamma$ (mbar)	w	f(t)	RH (%)	ed (mbar)	f(ed)	R γ (mm/hari)	n/N (%)	Rs (mm/hari)	f(n/N)	U (m/dt)	f(U)	Rn (mm/hari)	Eto* (mm/hari)	C	Eto (mm/hari)
2017	JAN	7.9 °LS	23.861	29.648	0.738	15.372	85.536	25.359	0.118	16.085	0.288	6.341	0.360	1.323	0.274	4.101	3.859	1.1	4.245
	FEB		24.164	30.194	0.741	15.441	82.429	24.888	0.120	16.095	0.392	7.178	0.453	2.036	0.275	4.541	5.299	1.1	5.828
	MAR		24.047	29.981	0.740	15.412	82.467	24.724	0.121	15.505	0.404	7.009	0.464	1.516	0.274	4.390	5.056	1	5.056
	APR		24.233	30.319	0.742	15.458	82.667	25.064	0.120	14.415	0.288	5.683	0.360	1.467	0.274	3.597	4.214	0.9	3.792
	MEI		24.213	30.282	0.742	15.453	76.452	23.151	0.128	13.115	0.577	7.065	0.620	1.774	0.275	4.070	6.422	0.9	5.780
	JUN		23.597	29.180	0.736	15.319	78.267	22.838	0.130	12.420	0.526	6.370	0.573	1.933	0.275	3.639	5.133	0.9	4.620
	JUL		22.568	27.417	0.725	15.114	79.161	21.704	0.135	12.720	0.478	6.218	0.530	2.097	0.276	3.582	4.524	0.9	4.072
	AGS		22.632	27.525	0.726	15.126	76.258	20.990	0.138	13.715	0.588	7.464	0.630	2.613	0.277	4.280	6.120	1	6.120
	SEP		23.820	29.575	0.738	15.364	73.300	21.678	0.135	14.905	0.671	8.728	0.704	2.500	0.277	5.084	8.771	1.1	9.648
	OKT		24.823	31.409	0.748	15.606	77.032	24.195	0.124	15.795	0.604	8.719	0.644	2.226	0.276	5.298	8.390	1.1	9.229
	NOP		24.290	30.422	0.743	15.473	83.233	25.321	0.119	15.990	0.328	6.616	0.395	1.300	0.274	4.238	4.749	1.1	5.224
	DES		24.229	30.311	0.742	15.457	83.161	25.207	0.119	15.985	0.332	6.650	0.399	1.613	0.274	4.253	4.780	1.1	5.258

Sumber: Hasil Analisis, 2021



Tabel L-11.9

Perhitungan Evapotranspirasi Metode Penman tahun 2018

Tahun	Bulan	Letak Lintang	t (°C)	ϵ_y (mbar)	w	f(t)	RH (%)	ed (mbar)	f(ed)	Ry (mm/hari)	n/N (%)	Rs (mm/hari)	f(n/N)	U (m/dt)	f(U)	Rn (mm/hari)	Eto* (mm/hari)	C	Eto (mm/hari)
2018	JAN	7.9 °LS	23.790	29.522	0.738	15.358	85.290	25.180	0.119	16.085	0.268	6.179	0.341	1.645	0.274	4.009	3.837	1.1	4.221
	FEB		23.693	29.349	0.737	15.339	84.321	24.748	0.121	16.095	0.388	7.145	0.449	1.321	0.274	4.524	4.527	1.1	4.979
	MAR		24.038	29.965	0.740	15.409	82.034	24.582	0.122	15.505	0.416	7.102	0.475	1.276	0.273	4.436	5.215	1	5.215
	APR		24.793	31.353	0.747	15.598	77.000	24.142	0.124	14.415	0.665	8.399	0.699	1.600	0.274	4.950	7.818	0.9	7.036
	MEI		24.135	30.141	0.741	15.434	74.968	22.596	0.131	13.115	0.616	7.319	0.655	1.871	0.275	4.168	6.946	0.9	6.252
	JUN		23.160	28.420	0.731	15.232	78.067	22.187	0.133	12.420	0.568	6.629	0.611	1.933	0.275	3.737	5.149	0.9	4.634
	JUL		21.935	26.381	0.718	14.987	75.000	19.786	0.144	12.720	0.600	6.994	0.640	2.000	0.275	3.862	5.552	0.9	4.996
	AGS		22.165	26.753	0.721	15.033	73.258	19.598	0.145	13.715	0.624	7.709	0.662	2.161	0.276	4.337	6.721	1	6.721
	SEP		23.777	29.498	0.737	15.355	70.667	20.845	0.139	14.905	0.647	8.550	0.682	2.167	0.276	4.954	9.347	1.1	10.282
	OKT		25.155	32.037	0.751	15.689	69.355	22.219	0.133	15.795	0.717	9.613	0.745	2.387	0.276	5.659	12.209	1.1	13.430
	NOP		25.020	31.780	0.750	15.655	79.100	25.138	0.119	15.990	0.554	8.430	0.599	1.633	0.274	5.203	7.566	1.1	8.322
	DES		24.129	30.130	0.741	15.432	85.645	25.805	0.116	15.985	0.320	6.555	0.388	1.323	0.274	4.219	4.005	1.1	4.406

Sumber: Hasil Analisis, 2021.



Tabel L-11.10

Perhitungan Evapotranspirasi Metode Penman tahun 2019

Tahun	Bulan	Letak Lintang	t (°C)	$\epsilon\gamma$ (mbar)	w	f(t)	RH (%)	ed (mbar)	f(ed)	R γ (mm/hari)	n/N (%)	Rs (mm/hari)	f(n/N)	U (m/dt)	f(U)	Rn (mm/hari)	Eto* (mm/hari)	C	Eto (mm/hari)
2019	JAN	7.9 °LS	24.435	30.689	0.744	15.509	82.355	25.274	0.119	16.085	0.429	7.470	0.486	1.645	0.274	4.707	5.585	1.1	6.143
	FEB		24.125	30.122	0.741	15.431	83.964	25.292	0.119	16.095	0.430	7.482	0.487	1.143	0.273	4.720	4.955	1.1	5.450
	MAR		23.845	29.620	0.738	15.369	83.935	24.862	0.121	15.505	0.387	6.879	0.449	1.226	0.273	4.328	4.495	1	4.495
	APR		24.420	30.660	0.744	15.505	82.800	25.387	0.118	14.415	0.496	7.181	0.547	1.233	0.273	4.383	5.069	0.9	4.562
	MEI		24.106	30.089	0.741	15.427	77.032	23.178	0.128	13.115	0.625	7.377	0.663	1.613	0.274	4.223	6.422	0.9	5.780
	JUN		22.610	27.488	0.726	15.122	74.067	20.359	0.141	12.420	0.657	7.183	0.691	1.667	0.275	3.909	6.087	0.9	5.478
	JUL		21.961	26.423	0.719	14.992	75.387	19.919	0.144	12.720	0.703	7.649	0.732	1.548	0.274	4.160	5.833	0.9	5.249
	AGS		22.342	27.043	0.723	15.068	71.710	19.393	0.146	13.715	0.723	8.386	0.751	2.065	0.276	4.635	7.648	1	7.648
	SEP		23.490	28.993	0.735	15.298	68.300	19.802	0.144	14.905	0.726	9.140	0.754	2.100	0.276	5.192	10.335	1.1	11.369
	OKT		25.445	32.595	0.754	15.761	65.484	21.345	0.137	15.795	0.758	9.938	0.782	2.548	0.277	5.767	14.308	1.1	15.738
	NOP		25.780	33.250	0.757	15.845	70.967	23.596	0.126	15.990	0.655	9.236	0.690	1.967	0.275	5.547	11.805	1.1	12.986
	DES		25.316	32.346	0.752	15.729	79.226	25.626	0.117	15.985	0.545	8.349	0.590	1.161	0.273	5.173	7.599	1.1	8.359

Sumber: Hasil Analisis, 2021



308

Halaman ini sengaja dikosongkan



LAMPIRAN 12

UJI METODE NRECA

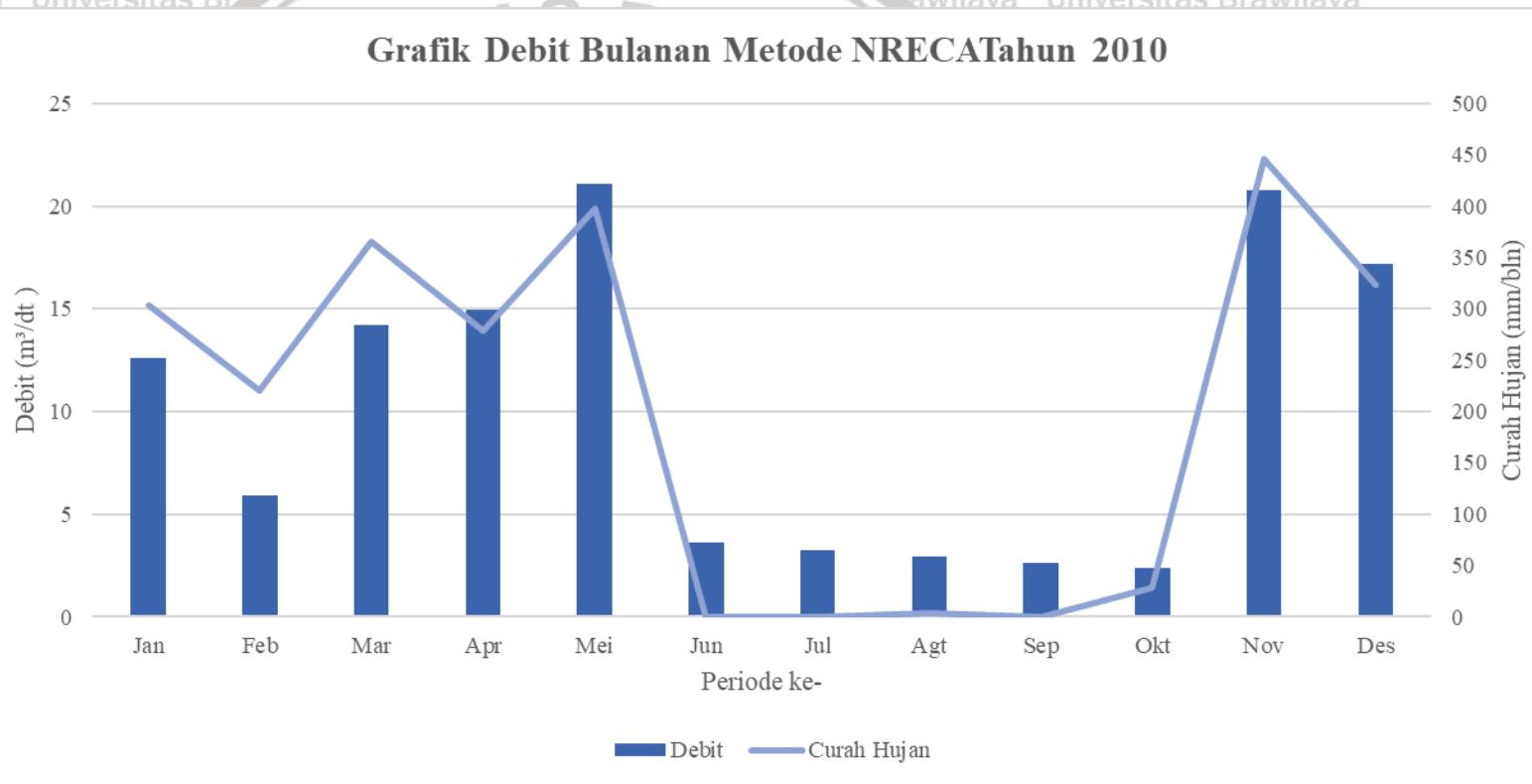


Tabel L-12.1

Perhitungan Hujan Debit NRECA tahun 2010

Bulan	hari	Hujan	PET	Tampungan ke-lengasan awal		Rb Wi	Storage Ratio	AET PET	Water Balance	Excess Moist	Excess Moist	Perubahan	Tampungan Air tanah	Tampungan Air tanah	Aliran Air tanah	Aliran Air tanah	Aliran Permukaan	Total Aliran		
				mm	mm															
Januari	31	303.750	188.872	880.000	1.535	1.608	1.000	113.323	190.427	0.914	174.123	16.303	104.474	120.000	224.474	67.342	69.649	136.991	12.600	8.000
Februari	28	219.990	169.079	896.303	1.563	1.301	1.000	152.171	67.819	0.927	62.870	4.949	37.722	157.132	194.854	38.971	25.148	64.119	5.897	12.000
Maret	31	365.280	122.991	901.253	1.572	2.970	1.000	110.692	254.588	0.931	236.927	17.661	142.156	155.883	298.039	59.608	94.771	154.379	14.199	22.000
April	30	279.180	112.262	918.913	1.602	2.487	1.000	44.905	234.275	0.943	220.831	13.444	132.499	238.431	370.930	74.186	88.332	162.518	14.948	13.000
Mei	31	398.040	136.812	932.357	1.626	2.909	1.000	54.725	343.315	0.951	326.432	16.883	195.859	296.744	492.603	98.521	130.573	229.093	21.071	17.000
Juni	30	0.000	158.494	949.241	1.655	0.000	0.856	122.104	-122.104	0.000	0.000	-122.104	0.000	394.082	394.082	39.408	0.000	39.408	3.625	4.000
Juli	31	0.000	175.736	827.137	1.442	0.000	0.720	50.612	-50.612	0.000	0.000	-50.612	0.000	354.674	354.674	35.467	0.000	35.467	3.262	3.000
Agustus	31	4.080	231.341	776.525	1.354	0.018	0.670	61.999	-57.919	0.000	0.000	-57.919	0.000	319.207	319.207	31.921	0.000	31.921	2.936	2.000
September	30	0.000	281.553	718.605	1.253	0.000	0.620	69.825	-69.825	0.000	0.000	-69.825	0.000	287.286	287.286	28.729	0.000	28.729	2.642	2.000
Oktober	31	28.200	289.744	648.780	1.131	0.097	0.595	68.982	-40.782	0.000	0.000	-40.782	0.000	258.558	258.558	25.856	0.000	25.856	2.378	2.000
November	30	445.440	184.075	607.998	1.060	2.420	1.000	73.630	371.810	0.559	207.916	163.894	124.750	232.702	357.452	142.981	83.167	226.147	20.800	24.000
Desember	31	323.190	148.983	771.891	1.346	2.169	1.000	59.593	263.597	0.802	211.345	52.251	126.807	214.471	341.278	102.383	84.538	186.922	17.192	14.000

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

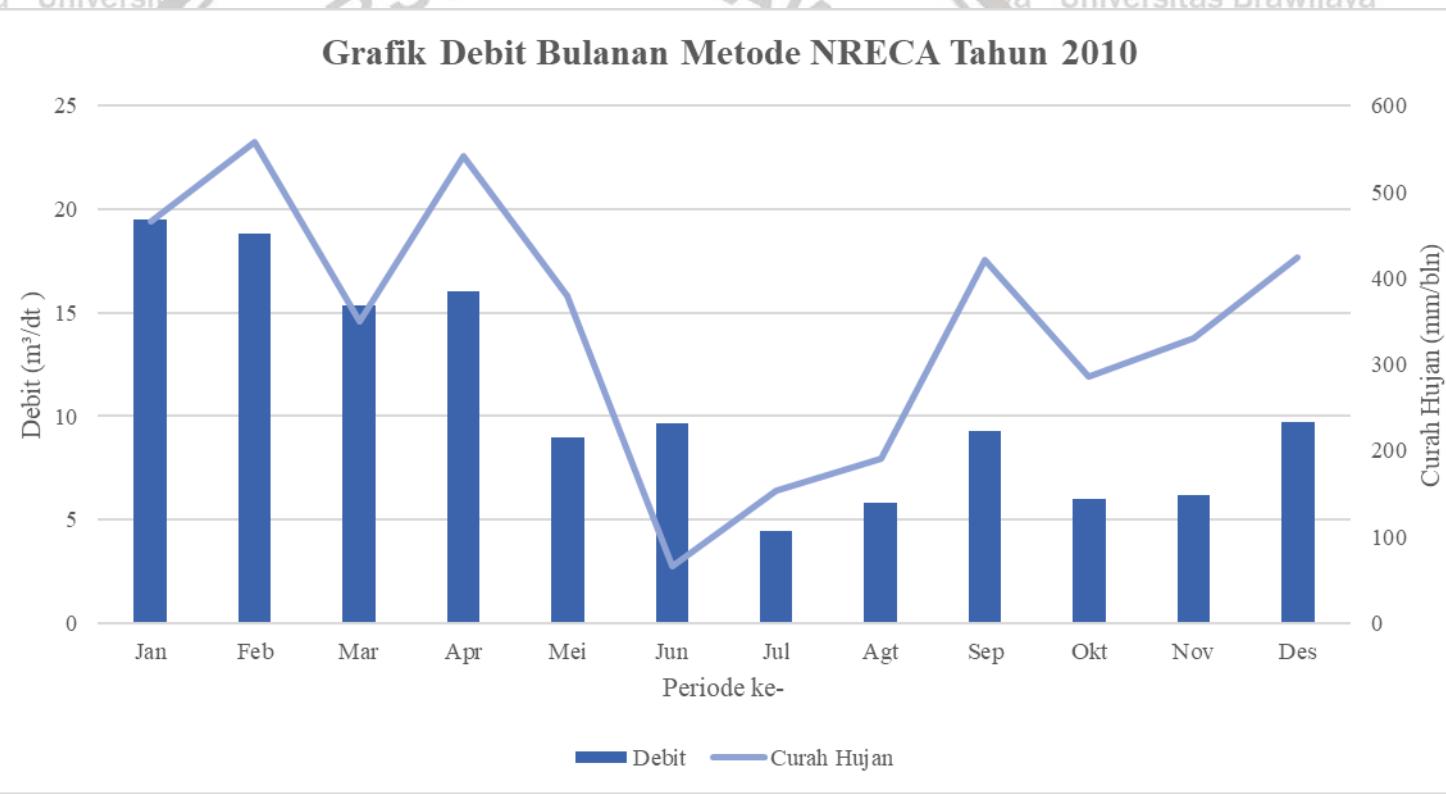


Gambar Grafik Hujan Debit Model NRECA Tahun 2010
Sumber Hasil Analisis, 2021

Tabel L-12.2
Perhitungan Hujan Debit NRECA tahun 2011

Bulan	hari	Hujan	PET	Tampungan ke-lengasan awal		Storage Ratio Wi	Rb PET	AET PET	Water Balance	Excess Moist	Excess Moist	Perubahan Tamp	Tampungan Air tanah Awal	Tampungan Air tanah Akhir	Aliran Air tanah Permukaan	Aliran	Total Aliran			
				mm	mm															
Januari	31	465.270	154.491	750.000	0.804	3.012	1.000	62.000	403.270	0.326	131.572	271.698	78.943	120.000	198.943	159.154	52.629	211.783	19.479	30.000
Februari	28	557.310	144.183	821.000	0.880	3.865	1.000	58.000	499.310	0.393	196.145	303.165	117.687	39.789	157.475	125.980	78.458	204.438	18.804	35.000
Maret	31	349.230	158.668	854.420	0.916	2.201	1.000	63.000	286.230	0.425	121.743	164.487	36.523	31.495	68.018	81.622	85.220	166.842	15.346	25.000
April	30	541.590	100.404	893.521	0.958	5.394	1.000	40.000	501.590	0.464	232.729	268.861	69.819	-13.604	56.215	11.243	162.910	174.153	16.018	30.000
Mei	31	379.830	115.613	921.520	0.988	3.285	0.745	34.000	345.830	0.492	170.119	175.711	102.071	44.972	147.043	29.409	68.048	97.456	8.964	25.000
Juni	30	66.210	125.492	842.526	0.903	0.528	0.736	37.000	29.210	0.414	12.084	17.126	7.250	117.635	124.885	99.908	4.834	104.742	9.634	10.000
Juli	31	153.120	124.466	859.652	0.922	1.230	0.676	34.000	119.120	0.430	51.278	67.842	10.256	24.977	35.233	7.047	41.022	48.069	4.421	11.000
Agustus	31	190.530	182.349	927.494	0.995	1.045	0.592	43.000	147.530	0.498	73.454	74.076	14.691	28.186	42.877	4.288	58.763	63.051	5.799	8.000
September	30	421.110	183.042	942.521	1.011	2.301	1.000	73.000	348.110	0.513	178.557	169.553	107.134	38.589	145.723	29.145	71.423	100.567	9.250	15.000
Okttober	31	285.540	209.111	932.532	1.000	1.365	1.000	125.000	160.540	0.503	80.741	79.799	48.444	116.579	165.023	33.005	32.296	65.301	6.006	10.000
November	30	329.790	219.714	823.420	0.883	1.501	1.000	132.000	197.790	0.395	78.160	119.630	46.896	132.018	178.914	35.783	31.264	67.047	6.167	17.000
Desember	31	423.420	149.843	874.532	0.938	2.826	1.000	90.000	333.420	0.445	148.420	185.000	89.052	143.131	232.183	46.437	59.368	105.805	9.732	20.000

Sumber: Hasil Analisis, 2021.



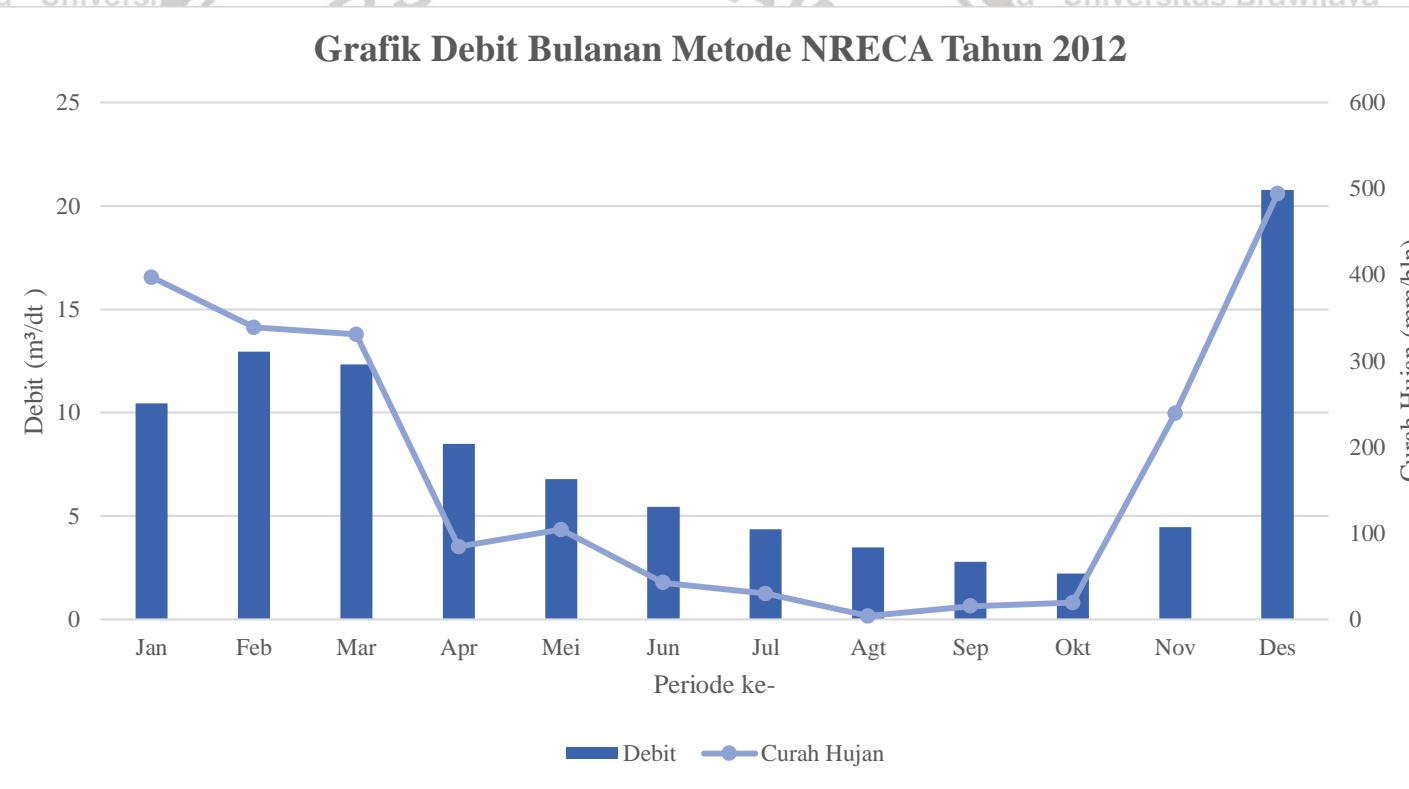
Gambar Grafik Hujan Debit Model NRECA Tahun 2011

Sumber Hasil Analisis, 2021

Tabel L-12.3
Perhitungan Hujan Debit NRECA tahun 2012

Bulan	hari	Hujan	PET	Tampungan ke-lengasan awal		Storage Ratio Wi	<u>R_b</u> PET	<u>AET</u> PET	Water Balance	Excess Moist	Excess Moist	Perubahan Tamp	Tampungan Air tanah Awal	Tampungan Air tanah Akhir	Aliran Air tanah	Aliran Permukaan	Total Aliran			
				mm	mm											Debit Total	Debit Model	Debit AWLR		
Januari	31	397.320	134.270	823.780	1.580	2.960	1.000	120.840	276.480	0.940	258.700	17.770	232.830	254.480	487.310	97.460	25.870	123.330	11.340	16.000
Februari	28	339.000	161.340	841.550	1.620	2.100	1.000	129.080	209.920	0.950	199.070	10.850	159.260	389.850	549.110	109.820	39.810	149.640	13.760	24.000
Maret	31	331.020	164.140	852.410	1.640	2.020	1.000	131.310	199.710	0.960	190.760	8.950	171.680	439.290	610.970	122.190	19.080	141.270	12.990	17.000
April	30	84.150	162.110	861.360	1.660	0.520	0.910	118.020	-33.870	0.000	0.000	-33.870	0.000	488.780	488.780	97.760	0.000	97.760	8.990	4.000
Mei	31	104.250	165.200	827.490	1.590	0.630	0.920	121.610	-17.360	0.000	0.000	-17.360	0.000	391.020	391.020	78.200	0.000	78.200	7.190	3.000
Juni	30	42.480	147.930	810.130	1.560	0.290	0.834	98.750	-56.270	0.000	0.000	-56.270	0.000	312.820	312.820	62.560	0.000	62.560	5.750	2.000
Juli	31	29.880	128.750	753.860	1.450	0.230	0.782	90.570	-60.690	0.000	0.000	-60.690	0.000	250.250	250.250	50.050	0.000	50.050	4.600	2.000
Agustus	31	3.840	182.840	892.920	1.720	0.020	0.853	93.580	-89.740	0.000	0.000	-89.740	0.000	200.200	200.200	40.040	0.000	40.040	3.680	2.000
September	30	15.330	269.900	902.280	1.740	0.060	0.866	140.170	-124.840	0.000	0.000	-124.840	0.000	160.160	160.160	32.030	0.000	32.030	2.950	2.000
Oktober	31	19.320	314.820	881.210	1.690	0.060	0.850	160.480	-141.160	0.000	0.000	-141.160	0.000	128.130	128.130	25.630	0.000	25.630	2.360	2.000
November	30	238.920	218.250	860.650	1.660	1.090	1.000	130.950	107.970	0.960	103.650	4.320	93.290	102.500	195.790	39.160	10.370	49.520	4.560	2.000
Desember	31	494.280	129.320	864.970	1.660	3.820	1.000	103.460	390.820	0.960	376.120	14.700	225.670	156.630	382.300	76.460	150.450	226.910	20.870	20.000

Sumber: Hasil Analisis, 2021.



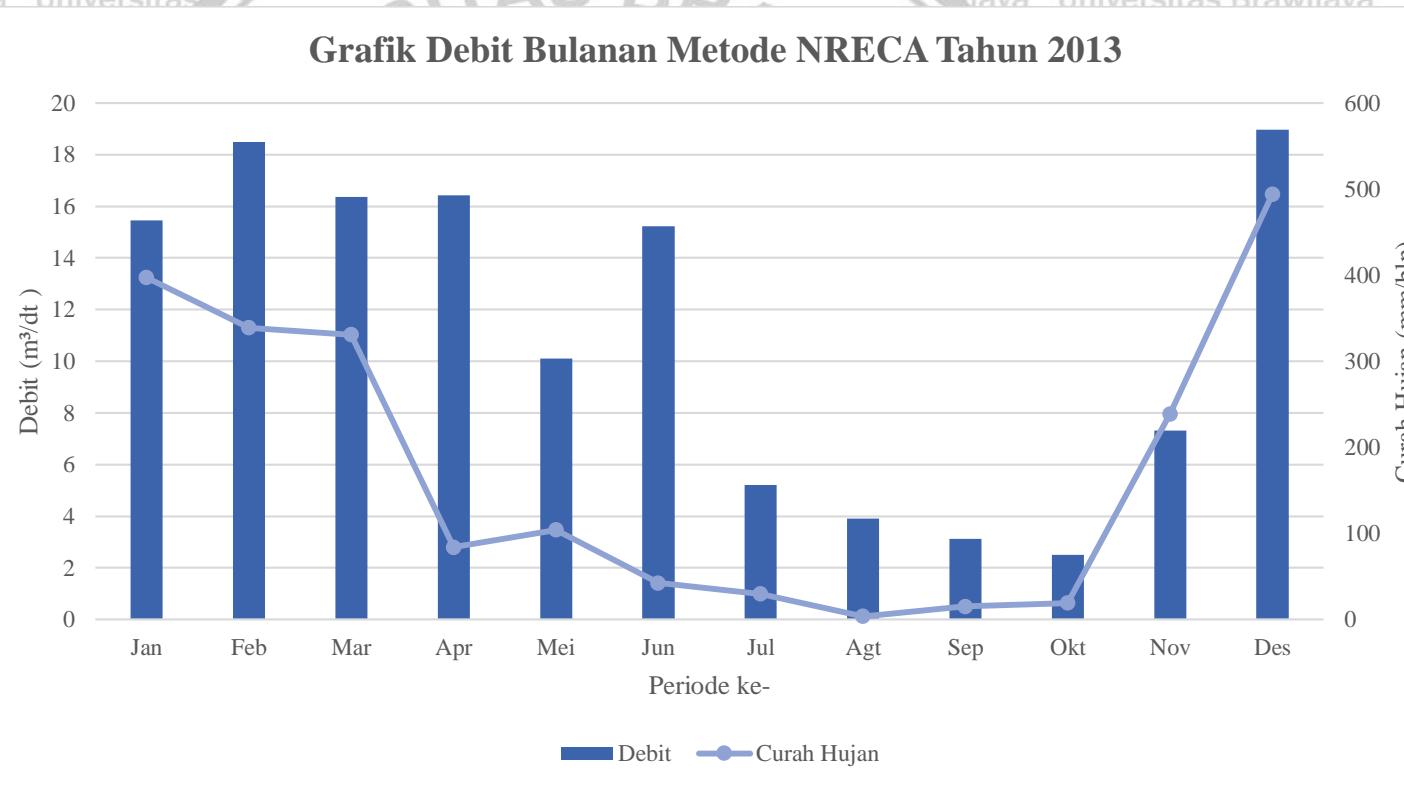
Gambar Grafik Hujan Debit Model NRECA Tahun 2012

Sumber Hasil Analisis, 2021

Tabel L-12.4
Perhitungan Hujan Debit NRECA tahun 2013

Bulan	hari	Hujan	PET	Tampungan ke-lengasan awal		Storage Ratio Wi	Rb PET	AET PET	Water Balance	Excess Moist	Excess Moist	Perubahan Tamp	Tampungan Air tanah	Tampungan Air tanah	Aliran Air tanah	Aliran Permukaan	Total Aliran			
				mm	mm											Debit Total	Debit Model	Debit AWLR		
Januari	31	278.310	130.190	879.670	1.330	2.140	1.000	52.080	226.230	0.790	179.350	46.880	89.680	305.840	395.520	79.100	89.680	168.780	15.520	14.000
Februari	29	360.720	148.690	926.550	1.400	2.430	1.000	118.950	241.770	0.840	203.560	38.200	81.430	316.420	397.840	79.570	122.140	201.710	18.550	17.000
Maret	31	313.590	151.450	964.760	1.460	2.070	1.000	121.160	192.430	0.880	168.800	23.630	67.520	318.270	385.790	77.160	101.280	178.440	16.410	14.000
April	30	329.670	130.700	988.390	1.500	2.520	1.000	78.420	251.250	0.900	225.290	25.960	135.170	308.640	443.810	88.760	90.120	178.880	16.450	16.000
Mei	31	212.970	137.770	1014.350	1.540	1.550	1.000	206.650	6.320	0.920	5.790	0.530	2.890	355.050	357.940	107.380	2.890	110.270	10.140	10.000
Juni	30	327.090	107.380	1014.880	1.540	3.050	1.000	161.070	166.020	0.920	152.120	13.900	45.640	250.560	296.190	59.240	106.490	165.720	15.240	15.000
Juli	31	152.130	128.950	1028.780	1.560	1.180	1.000	116.050	36.080	0.930	33.390	2.680	30.050	236.960	267.010	53.400	3.340	56.740	5.220	13.000
Agustus	31	5.280	193.250	1031.460	1.560	0.030	0.784	90.950	-85.670	0.000	0.000	-85.670	0.000	213.610	213.610	42.720	0.000	42.720	3.930	7.000
September	30	6.090	280.130	945.790	1.430	0.020	0.716	120.310	-114.220	0.000	0.000	-114.220	0.000	170.890	170.890	34.180	0.000	34.180	3.140	2.000
Oktober	31	62.340	341.230	821.320	1.250	0.180	0.688	140.940	-78.600	0.000	0.000	-78.600	0.000	136.710	136.710	27.340	0.000	27.340	2.510	2.000
November	30	309.090	206.970	742.720	1.130	1.490	1.000	165.580	143.510	0.620	88.940	54.570	26.680	109.370	136.050	27.210	62.260	89.470	8.230	2.000
Desember	31	440.490	126.370	797.290	1.210	3.490	1.000	50.550	389.940	0.690	270.180	119.760	81.050	108.840	189.890	37.980	189.130	227.110	20.890	24.000

Sumber: Hasil Analisis, 2021.



Gambar Grafik Hujan Debit Model NRECA Tahun 2013

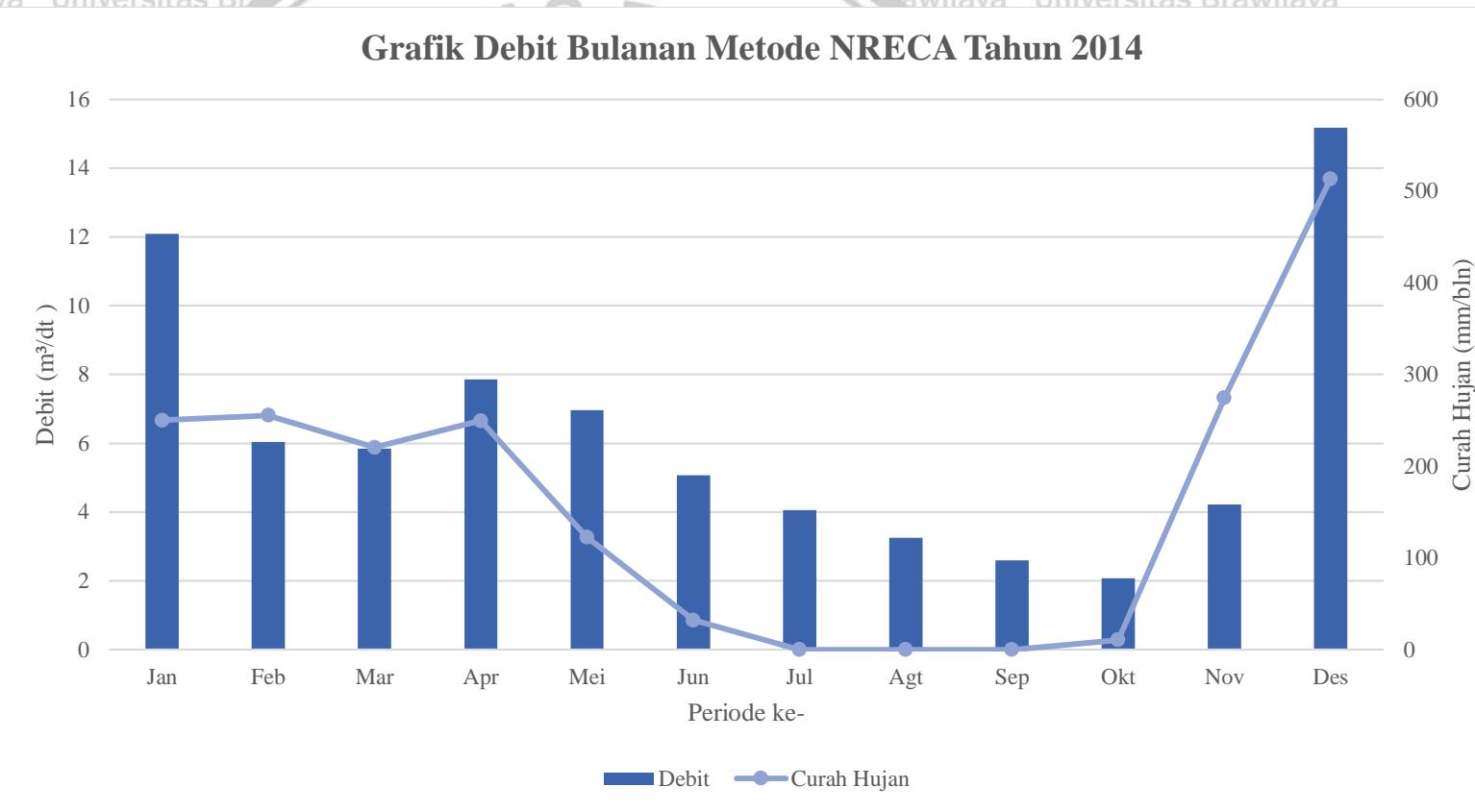
Sumber Hasil Analisis, 2021

Tabel L-12.5

Perhitungan Hujan Debit NRECA tahun 2014

Bulan	hari	Hujan	PET	Tampungan ke-	Storage	Rb	AET	Water	Excess	Excess	Perubahan	Tampungan	Tampungan	Tampungan	Aliran	Aliran	Total Aliran			
				lengasan awal	Ratio	PET	PET	AET	Balance	Moist	Moist	Tamp	Air tanah	Air tanah	Air tanah	Permukaan	Awal	Akhir		
		mm	mm	mm		Wi		mm	mm		mm	mm	mm	mm	mm	Debit Total	Debit Model	Debit AWLR		
Januari	31	250.140	142.240	892.300	1.840	1.760	1.000	113.790	136.350	0.990	135.410	0.940	40.620	151.910	192.540	38.510	94.780	133.290	12.260	9.000
Februari	28	255.450	156.400	893.240	1.840	1.630	1.000	125.120	130.330	0.990	129.460	0.880	116.510	154.030	270.540	54.110	12.950	67.050	6.170	5.000
Maret	31	220.440	179.440	894.120	1.840	1.230	1.000	143.550	76.890	0.990	76.390	0.510	68.750	216.430	285.180	57.040	7.640	64.670	5.950	7.000
April	30	249.480	129.240	894.620	1.840	1.930	1.000	103.390	146.090	0.990	145.140	0.950	130.630	228.140	358.770	71.750	14.510	86.270	7.930	10.000
Mei	31	122.280	134.700	895.570	1.840	0.910	0.992	53.450	68.830	0.990	68.390	0.430	61.560	287.020	348.570	69.710	6.840	76.550	7.040	6.000
Juni	30	32.070	149.060	896.000	1.850	0.220	0.936	83.710	-51.640	0.000	0.000	-51.640	0.000	278.860	278.860	55.770	0.000	55.770	5.130	4.000
Juli	31	0.000	118.600	844.360	1.740	0.000	0.860	61.200	-61.200	0.000	0.000	-61.200	0.000	223.090	223.090	44.620	0.000	44.620	4.100	3.000
Agustus	31	0.000	189.410	783.170	1.610	0.000	0.800	90.920	-90.920	0.000	0.000	-90.920	0.000	178.470	178.470	35.690	0.000	35.690	3.280	2.000
September	30	0.000	321.690	721.320	1.490	0.000	0.740	142.830	-142.830	0.000	0.000	-142.830	0.000	142.770	142.770	28.550	0.000	28.550	2.630	2.000
Okttober	31	10.500	416.200	698.370	1.440	0.030	0.716	178.750	-168.250	0.000	0.000	-168.250	0.000	114.220	114.220	22.840	0.000	22.840	2.100	2.000
November	30	274.440	257.710	672.320	1.380	1.060	1.000	154.630	119.810	0.830	99.280	20.540	89.350	91.380	180.730	36.150	9.930	46.070	4.240	2.000
Desember	31	513.120	118.230	692.860	1.430	4.340	1.000	70.940	442.180	0.860	378.470	63.710	302.780	144.580	447.360	89.470	75.690	165.170	15.190	28.000

Sumber: Hasil Analisis, 2021.



Gambar Grafik Hujan Debit Model NRECA Tahun 2014

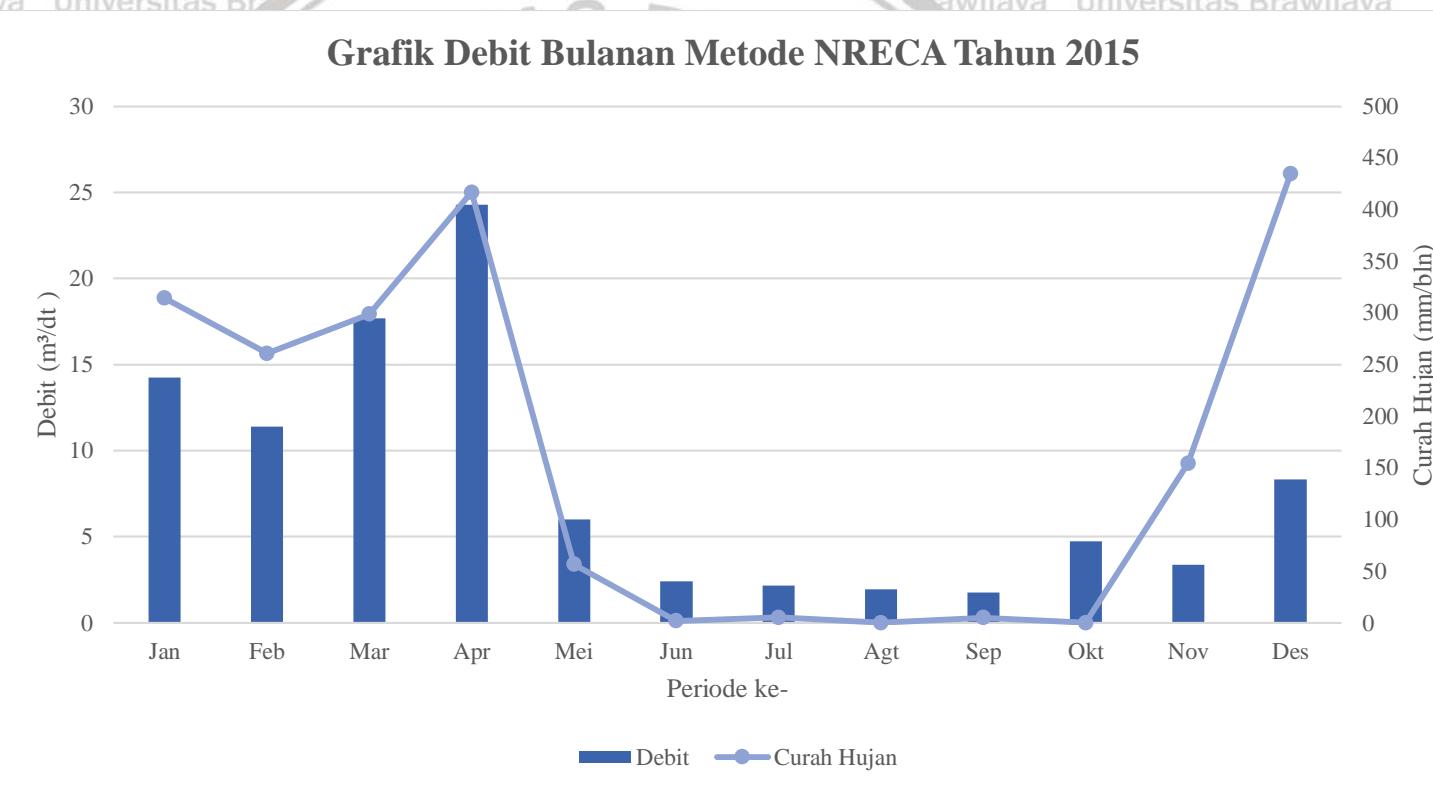
Sumber Hasil Analisis, 2021

Tabel L-12.6

Perhitungan Hujan Debit NRECA tahun 2015

Bulan	hari	Hujan	PET	Tampungan ke-lengasan awal		Storage Ratio Wi	Rb PET	AET PET	Water Balance	Excess Moist Ratio	Excess Moist	Perubahan	Tampungan Air tanah	Tampungan Air tanah	Tampungan Air tanah	Aliran Air tanah	Aliran Air tanah	Aliran Permukaan	Total Aliran		
				mm	mm													Debit Total	Debit Model	Debit AWLR	
Januari	31	314.340	141.020	390.000	0.800	2.230	1.000	56.410	257.930	0.320	82.480	175.450	49.490	357.890	407.370	122.210	32.990	155.200	14.280	10.000	
Februari	28	260.880	154.280	565.450	1.150	1.690	1.000	61.710	199.170	0.650	128.590	70.580	77.150	285.160	362.310	72.460	51.440	123.900	11.400	13.000	
Maret	31	298.800	153.310	636.030	1.300	1.950	1.000	61.320	237.480	0.770	182.040	55.430	109.230	289.850	399.080	119.720	72.820	192.540	17.710	13.000	
April	30	416.640	123.390	691.470	1.410	3.380	1.000	49.360	367.280	0.850	310.990	56.290	186.600	279.350	465.950	139.790	124.400	264.180	24.300	20.000	
Mei	31	56.550	167.330	747.760	1.530	0.340	0.837	56.010	0.540	0.910	0.490	0.050	0.300	326.170	326.460	65.290	0.200	65.490	6.020	10.000	
Juni	30	1.980	159.360	747.810	1.530	0.010	0.760	48.440	-46.460	0.000	0.000	-46.460	0.000	261.170	261.170	26.120	0.000	26.120	2.400	4.000	
Juli	31	5.160	171.600	701.340	1.430	0.030	0.716	49.130	-43.970	0.000	0.000	-43.970	0.000	235.050	235.050	23.510	0.000	23.510	2.160	3.000	
Agustus	31	0.000	223.500	657.370	1.340	0.000	0.670	59.900	-59.900	0.000	0.000	-59.900	0.000	211.550	211.550	21.150	0.000	21.150	1.950	2.000	
September	30	4.890	348.240	597.470	1.220	0.010	0.610	84.970	-80.080	0.000	0.000	-80.080	0.000	190.390	190.390	19.040	0.000	19.040	1.750	2.000	
Oktober	31	0.000	533.220	517.390	1.060	0.000	0.520	110.910	-110.910	0.000	0.000	-110.910	0.000	171.350	171.350	51.410	0.000	51.410	4.730	2.000	
November	30	154.470	339.010	406.480	0.830	0.460	0.670	90.800	63.670	0.350	22.190	41.480	13.310	119.950	133.260	39.980	8.880	48.850	4.490	2.000	
Desember	31	434.430	184.260	447.960	0.910	2.360	1.000	110.560	323.870	0.420	137.370	186.500	41.210	93.280	134.500	107.600	96.160	203.760	18.740	13.000	

Sumber: Hasil Analisis, 2021.



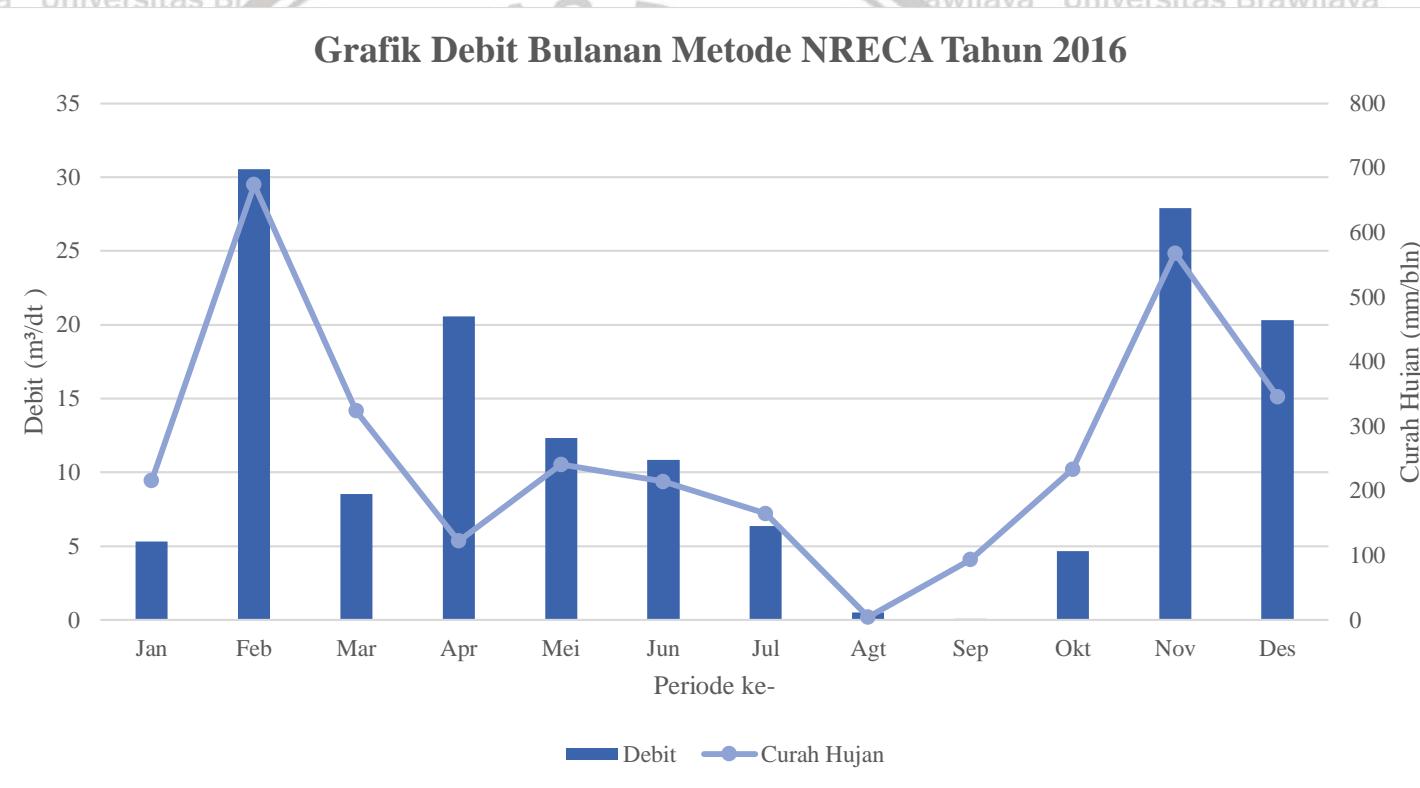
Gambar Grafik Hujan Debit Model NRECA Tahun 2015

Sumber Hasil Analisis, 2021

Tabel L-12.7
Perhitungan Hujan Debit NRECA tahun 2016

Bulan	hari	Hujan	PET	Tampungan ke-lengasan awal		Storage Ratio Wi	Rb PET	AET PET	Water Balance	Excess Moist Ratio	Excess Moist	Perubahan Tamp	Tampungan Air tanah	Tampungan Air tanah Awal	Tampungan Air tanah Akhir	Aliran	Aliran Permukaan	Total Aliran		
				mm	mm												Debit Total	Debit Model	Debit AWLR	
Januari	31	215.520	200.390	634.460	0.860	1.080	1.000	120.230	95.290	0.370	35.530	59.760	28.420	26.900	55.320	11.060	7.110	18.170	5.330	14.000
Februari	28	673.740	111.580	694.220	0.940	6.040	1.000	66.950	606.790	0.450	270.690	336.100	216.550	44.260	260.810	52.160	54.140	106.300	30.550	33.000
Maret	31	323.610	161.950	1030.320	1.390	2.000	1.000	97.170	226.440	0.830	188.950	37.490	151.160	208.650	359.810	71.960	37.790	109.750	10.090	22.000
April	30	122.010	159.420	1067.810	1.440	0.770	0.933	89.230	32.780	0.870	28.400	4.380	22.720	287.850	310.570	279.510	5.680	285.190	26.230	13.000
Mei	31	240.390	160.720	1072.190	1.450	1.500	1.000	96.430	143.960	0.870	125.220	18.740	100.170	31.060	131.230	118.110	25.040	143.150	13.170	12.000
Juni	30	213.870	132.580	1090.940	1.480	1.610	1.000	79.550	134.320	0.880	118.770	15.550	95.020	13.120	108.140	97.320	23.750	121.080	11.140	7.000
Juli	31	164.430	151.360	1106.490	1.500	1.090	1.000	90.820	73.610	0.900	65.920	7.690	52.730	10.810	63.550	57.190	13.180	70.380	6.470	3.000
Agustus	31	4.320	281.890	1114.180	1.510	0.020	0.750	126.850	-122.530	0.000	0.000	-122.530	0.000	6.350	6.350	5.720	0.000	5.720	0.530	2.000
September	30	93.000	242.030	991.650	1.340	0.380	0.795	115.510	-22.510	0.000	0.000	-22.510	0.000	0.640	0.640	0.570	0.000	0.570	0.050	2.000
Oktober	31	233.250	252.200	969.140	1.310	0.920	0.972	147.080	86.170	0.780	66.820	19.350	53.460	0.060	53.520	48.170	13.360	61.530	5.660	7.000
November	30	567.810	174.740	988.490	1.340	3.250	1.000	104.840	462.970	0.790	368.050	94.920	294.440	5.350	299.790	269.810	73.610	343.420	31.590	22.000
Desember	31	345.480	152.660	1083.410	1.470	2.260	1.000	91.600	253.880	0.880	223.050	30.840	178.440	29.980	208.420	187.580	44.610	232.180	21.360	21.000

Sumber: Hasil Analisis, 2021



Gambar Grafik Hujan Debit Model NRECA Tahun 2016

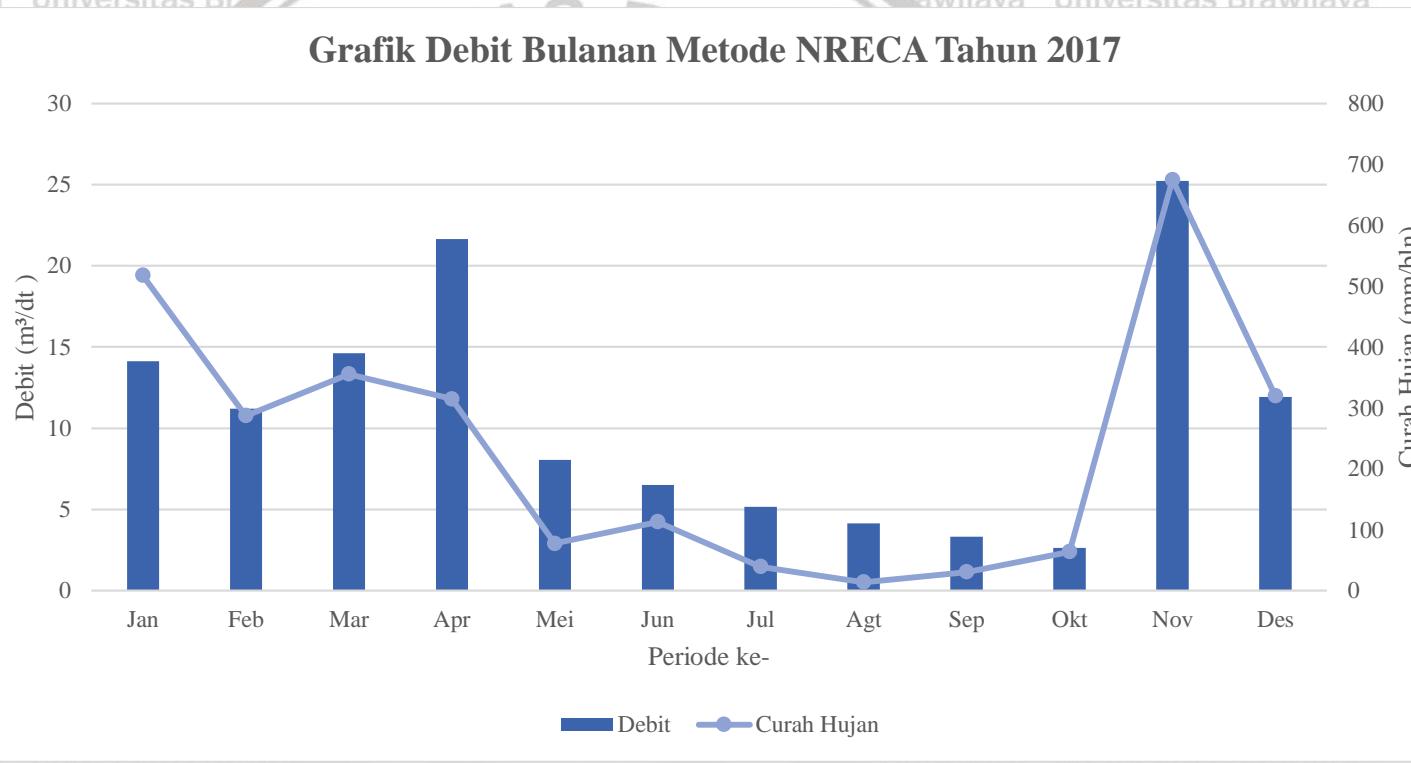
Sumber Hasil Analisis, 2021

Tabel L-12.8

Perhitungan Hujan Debit NRECA tahun 2017

Bulan	hari	Hujan	PET	Tampungan ke-lengasan awal		Storage Ratio Wi	Rb PET	AET PET	Water Balance	Excess Moist Ratio	Excess Moist Ratio	Perubahan Tamp	Tampungan Air tanah Awal	Tampungan Air tanah Akhir	Tampungan Air tanah	Aliran	Aliran Permukaan	Total Aliran		
				mm	mm												Debit Total	Debit Model	Debit AWLR	
Januari	31	517.470	131.600	1070.430	1.620	3.930	1.000	78.960	438.510	0.950	415.730	22.780	332.590	20.840	353.430	70.690	83.150	153.830	14.150	27.000
Februari	29	287.220	163.200	1093.200	1.650	1.760	1.000	97.920	189.300	0.960	181.560	7.740	145.250	282.740	427.990	85.600	36.310	121.910	11.210	12.000
Maret	31	355.530	156.740	1100.950	1.660	2.270	1.000	94.050	261.480	0.960	251.670	9.810	201.340	342.390	543.730	108.750	50.330	159.080	14.630	24.000
April	30	314.910	113.770	1110.760	1.680	2.770	1.000	68.260	246.650	0.970	238.390	8.260	190.710	434.980	625.690	187.710	47.680	235.390	21.650	29.000
Mei	31	77.670	179.180	1119.020	1.690	0.430	0.907	97.530	-19.860	0.000	0.000	-19.860	0.000	437.990	437.990	87.600	0.000	87.600	8.060	5.000
Juni	30	113.040	138.600	1099.160	1.660	0.820	0.966	107.110	5.930	0.960	5.710	0.230	4.560	350.390	354.950	70.990	1.140	72.130	6.630	4.000
Juli	31	39.360	126.220	1099.380	1.660	0.310	0.881	88.960	-49.600	0.000	0.000	-49.600	0.000	283.960	283.960	56.790	0.000	56.790	5.220	3.000
Agustus	31	14.100	189.730	1049.790	1.590	0.070	0.803	121.820	-107.720	0.000	0.000	-107.720	0.000	227.170	227.170	45.430	0.000	45.430	4.180	3.000
September	30	30.900	289.450	942.070	1.420	0.110	0.739	171.120	-140.220	0.000	0.000	-140.220	0.000	181.740	181.740	36.350	0.000	36.350	3.340	2.000
Oktober	31	63.870	286.110	801.840	1.210	0.220	0.688	157.470	-93.600	0.000	0.000	-93.600	0.000	145.390	145.390	29.080	0.000	29.080	2.670	2.000
November	30	674.670	156.720	708.240	1.070	4.300	1.000	62.690	611.980	0.570	347.960	264.020	104.390	116.310	220.700	176.560	243.570	420.130	38.640	29.000
Desember	31	319.590	163.010	972.260	1.470	1.960	1.000	130.400	189.190	0.880	166.670	22.520	50.000	44.140	94.140	18.830	116.670	135.500	12.460	16.000

Sumber: Hasil Analisis, 2021.



Gambar Grafik Hujan Debit Model NRECA Tahun 2017

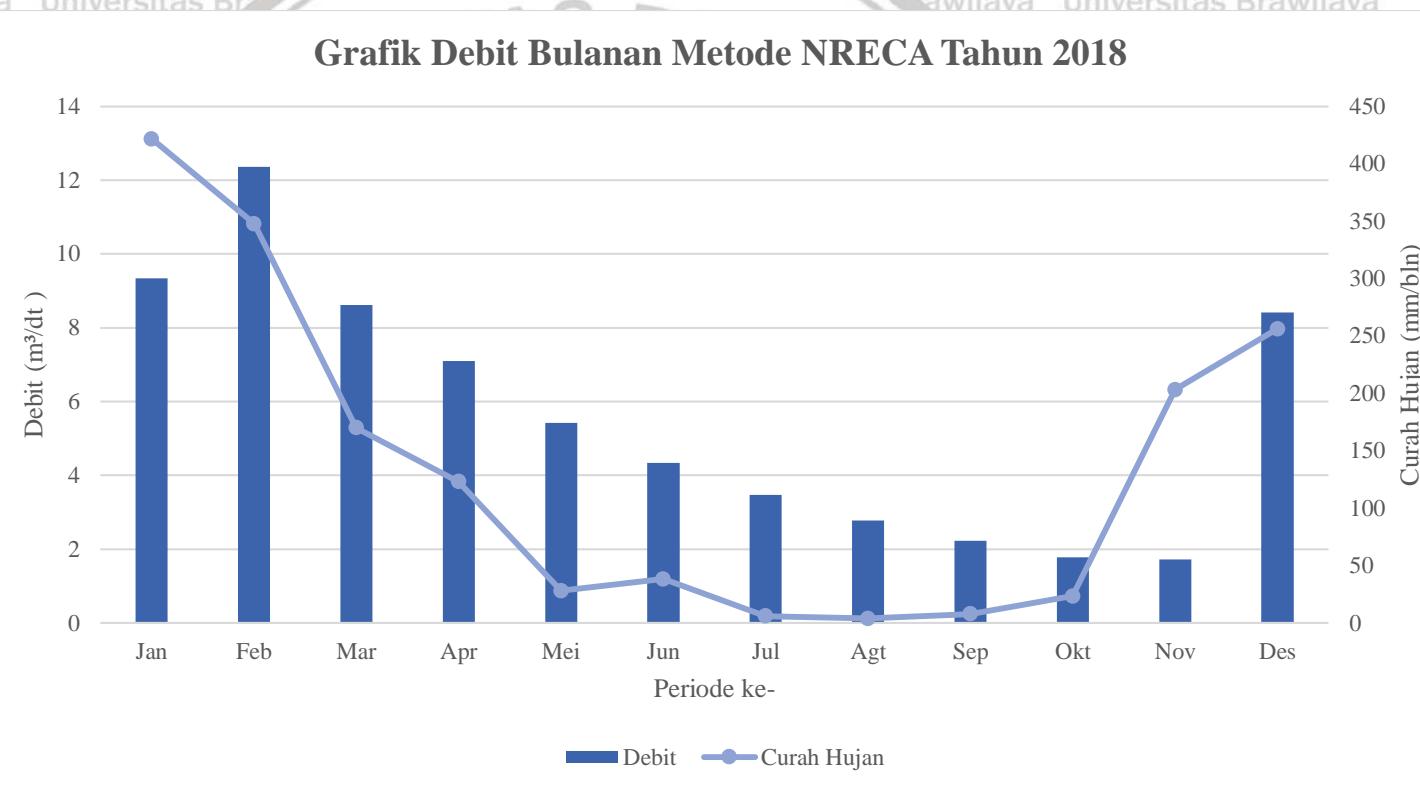
Sumber Hasil Analisis, 2021

Tabel L-12.9

Perhitungan Hujan Debit NRECA tahun 2018

Bulan	hari	Hujan	PET	Tampungan ke-lengasan awal		Storage Ratio Wi	Rb PET	AET PET	Water Balance	Excess Moist Ratio	Excess Moist	Perubahan	Tampungan Air tanah	Tampungan Air tanah Awal	Tampungan Air tanah Akhir	Aliran	Aliran Permukaan	Total Aliran		
				mm	mm													Debit Total	Debit Model	Debit AWLR
Januari	31	421.650	130.840	500.020	1.170	3.220	1.000	52.340	369.310	0.660	245.010	124.310	196.010	75.310	271.320	54.260	49.000	103.270	9.500	16.000
Februari	28	347.610	139.430	624.330	1.470	2.490	1.000	55.770	291.840	0.880	256.710	35.130	205.370	217.050	422.420	84.480	51.340	135.830	12.490	18.000
Maret	31	169.920	161.670	659.460	1.550	1.050	1.000	64.670	105.250	0.920	96.960	8.300	87.260	337.940	425.200	85.040	9.700	94.740	8.710	6.000
April	30	122.970	211.090	667.760	1.570	0.580	0.824	69.540	53.430	0.930	49.660	3.760	44.700	340.160	384.860	76.970	4.970	81.940	7.540	4.000
Mei	31	27.990	193.810	671.520	1.580	0.140	0.639	49.520	-21.530	0.000	0.000	-21.530	0.000	307.880	307.880	61.580	0.000	61.580	5.660	2.000
Juni	30	38.070	139.020	649.990	1.530	0.270	0.689	38.330	-0.260	0.000	0.000	-0.260	0.000	246.310	246.310	49.260	0.000	49.260	4.530	2.000
Juli	31	5.910	154.890	649.730	1.530	0.040	0.588	36.450	-30.540	0.000	0.000	-30.540	0.000	197.050	197.050	39.410	0.000	39.410	3.620	2.000
Agustus	31	3.660	208.350	619.190	1.450	0.020	0.580	48.340	-44.680	0.000	0.000	-44.680	0.000	157.640	157.640	31.530	0.000	31.530	2.900	2.000
September	30	7.770	308.460	574.510	1.350	0.030	0.588	72.600	-64.830	0.000	0.000	-64.830	0.000	126.110	126.110	25.220	0.000	25.220	2.320	2.000
Oktober	31	23.310	416.340	509.680	1.200	0.060	0.597	99.390	-76.080	0.000	0.000	-76.080	0.000	100.890	100.890	20.180	0.000	20.180	1.860	2.000
November	30	203.040	249.670	433.600	1.020	0.810	0.916	91.480	111.560	0.520	58.080	53.480	52.270	80.710	132.980	26.600	5.810	32.400	2.980	3.000
Desember	31	255.990	136.570	487.090	1.140	1.870	1.000	81.940	174.050	0.640	110.760	63.290	99.680	106.390	206.070	164.850	11.080	175.930	16.180	7.000

Sumber: Hasil Analisis, 2021.



Gambar Grafik Hujan Debit Model NRECA Tahun 2018

Sumber Hasil Analisis, 2021