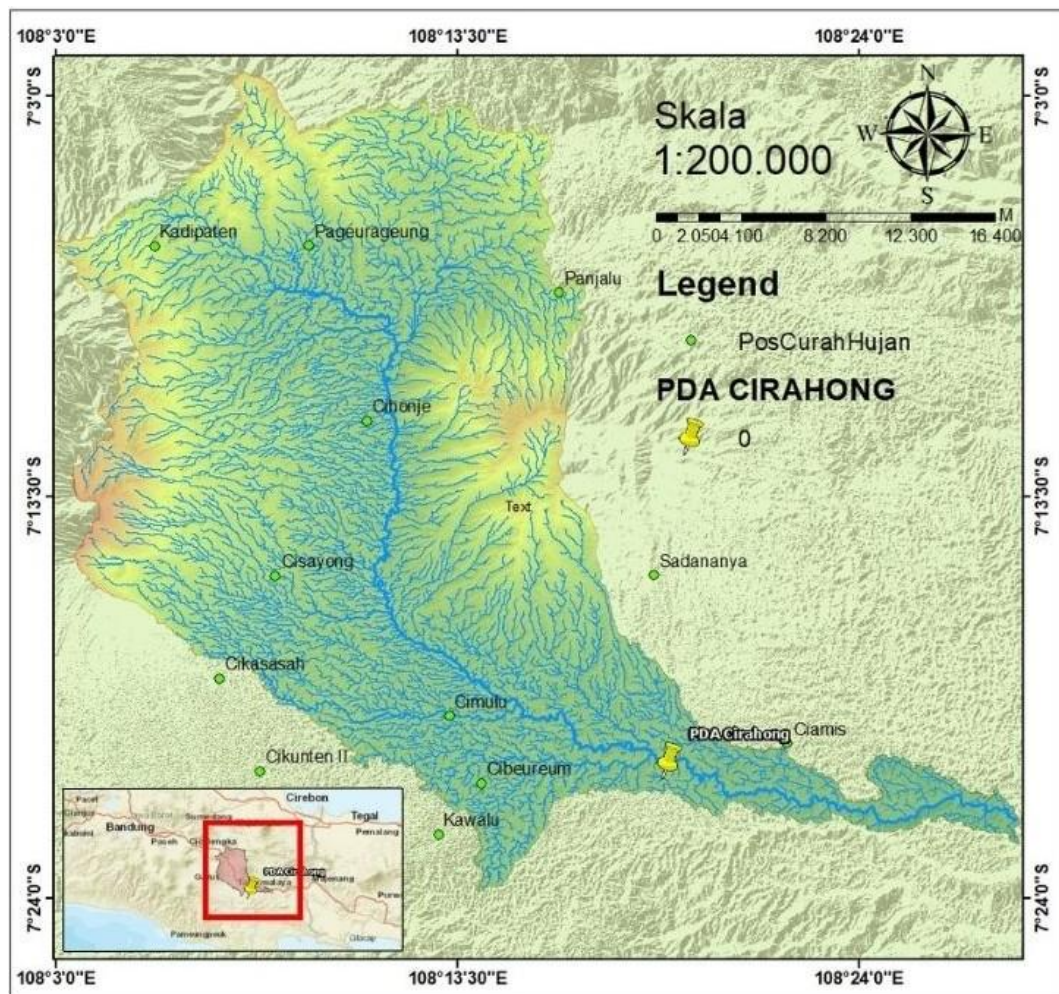


3 METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini berfokus pada wilayah DAS Citanduy Hulu, khususnya di sekitar PDA Cirahong yang dipilih sebagai titik utama pengamatan. Lokasi tersebut dianggap representatif karena posisinya yang strategis di bagian hulu sungai dan berperan penting dalam mempengaruhi debit aliran ke wilayah hilir. Data curah hujan yang digunakan bersumber dari sejumlah pos hujan yang tersebar di dalam maupun sekitar wilayah DAS Citanduy Hulu. Secara administratif, kawasan ini meliputi wilayah Kabupaten Tasikmalaya, Ciamis, Majalengka, Garut dan sebagian Kota Tasikmalaya. Berdasarkan letak geografisnya, area penelitian berada pada koordinat $7^{\circ} 2' - 7^{\circ} 20' \text{ LS}$ dan $108^{\circ} 7' - 108^{\circ} 19' \text{ BT}$ dengan luas sekitar 66.681,88 ha serta memiliki variasi penggunaan lahan yang cukup beragam.



Gambar 3.1 Lokasi penelitian

3.2 Teknik Pengumpulan Data

Data yang perlu dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

3.2.1 Data Primer

Data primer adalah data informasi yang diperoleh tangan pertama yang dikumpulkan secara langsung dari sumbernya. Data primer ini adalah data yang paling asli dalam karakter dan tidak mengalami perlakuan statistik apa pun. (Sari, M. S., & Zefri, 2019). Dalam penelitian ini penulis tidak membutuhkan data primer.

3.2.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang didapatkan secara tidak langsung dari objek penelitian. Data sekunder yang diperoleh adalah dari sebuah situs internet ataupun dari sebuah referensi yang sama dengan apa yang sedang diteliti oleh penulis (Sari, M. S., & Zefri, 2019). Data sekunder yang diperlukan dalam penelitian ini berupa:

1. Data Curah hujan Satelit

Data curah hujan satelit diperoleh dari ERA5 dari ECMWF (*European Centre for Medium-Range Weather Forecasts*) yang di unduh melalui *website* resmi, yaitu:

<https://www.ecmwf.int/en/forecasts/datasets/reanalysis-datasets/era5>

2. Data curah hujan diperoleh dari hasil pengamatan observasi harian di beberapa pos curah hujan (PCH) yang berada di sekitar wilayah DAS Citanduy Hulu, meliputi PCH Kadipaten, Pageurageung, Panjalu, Cihonje, Cikasasah, Sadananya, Cimulu, Cibeureum, Kawalu, Cikunten II dan Ciamis.
3. Data *Digital Elevation Model* (DEM) wilayah DAS Citanduy Hulu digunakan untuk menggambarkan bentuk topografi dan karakteristik elevasi di sekitar area penelitian, khususnya di PDA Cirahong.

3.3 Alat Penelitian

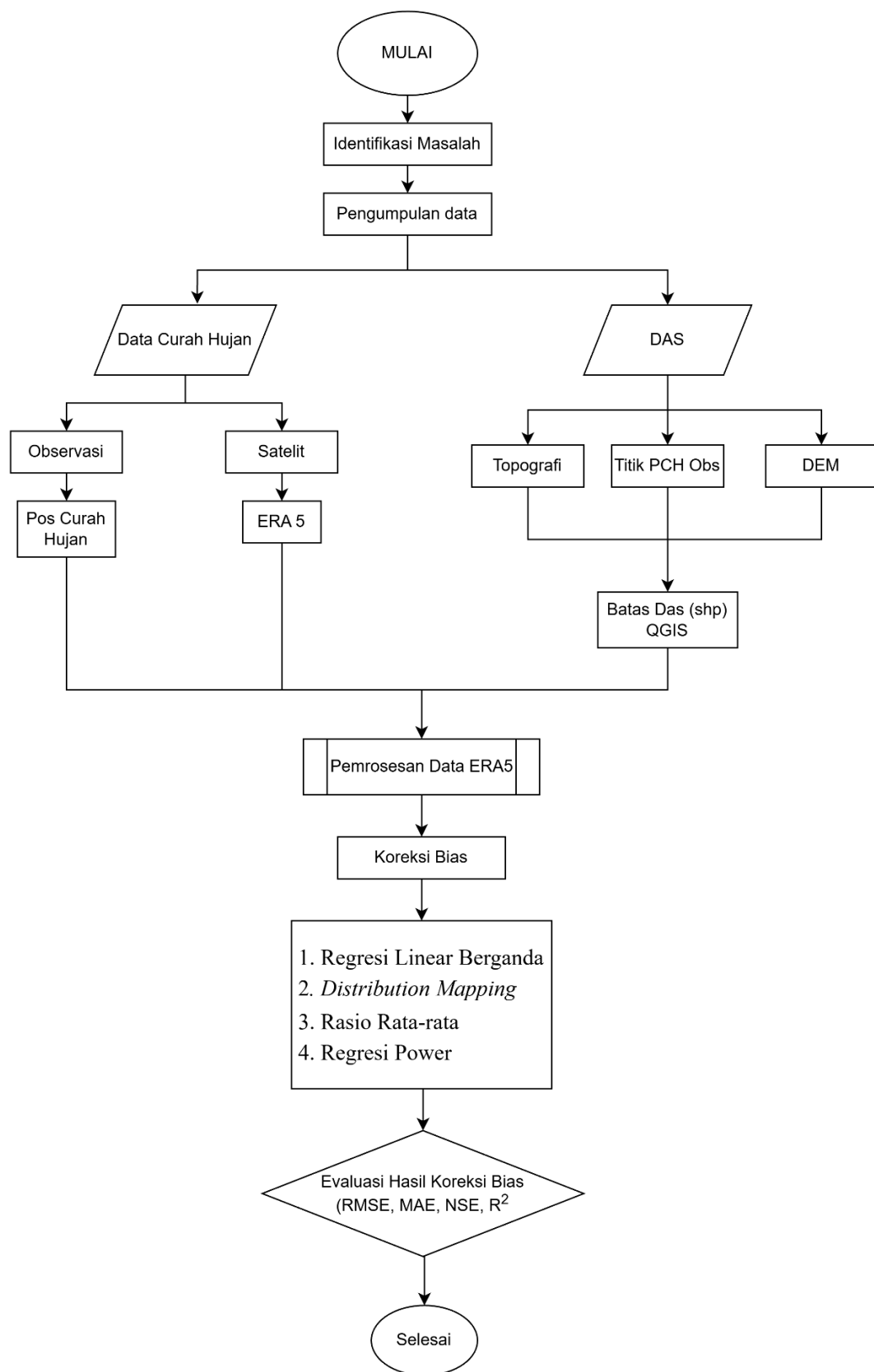
Perangkat yang digunakan untuk memperoleh data penelitian meliputi berbagai *software* serta perlengkapan pendukung yang dibutuhkan, antara lain:

1. Seperangkat Laptop.
2. Microsoft Office digunakan sebagai sarana untuk penyusunan laporan serta pengolahan data penelitian.
3. QGIS digunakan sebagai pemetaan dan ekstraksi spasial *Digital Elevation Model*

4. Microsoft Excel digunakan untuk melakukan analisis kuantil serta evaluasi statistik hasil penelitian.

3.4 Analisis Data

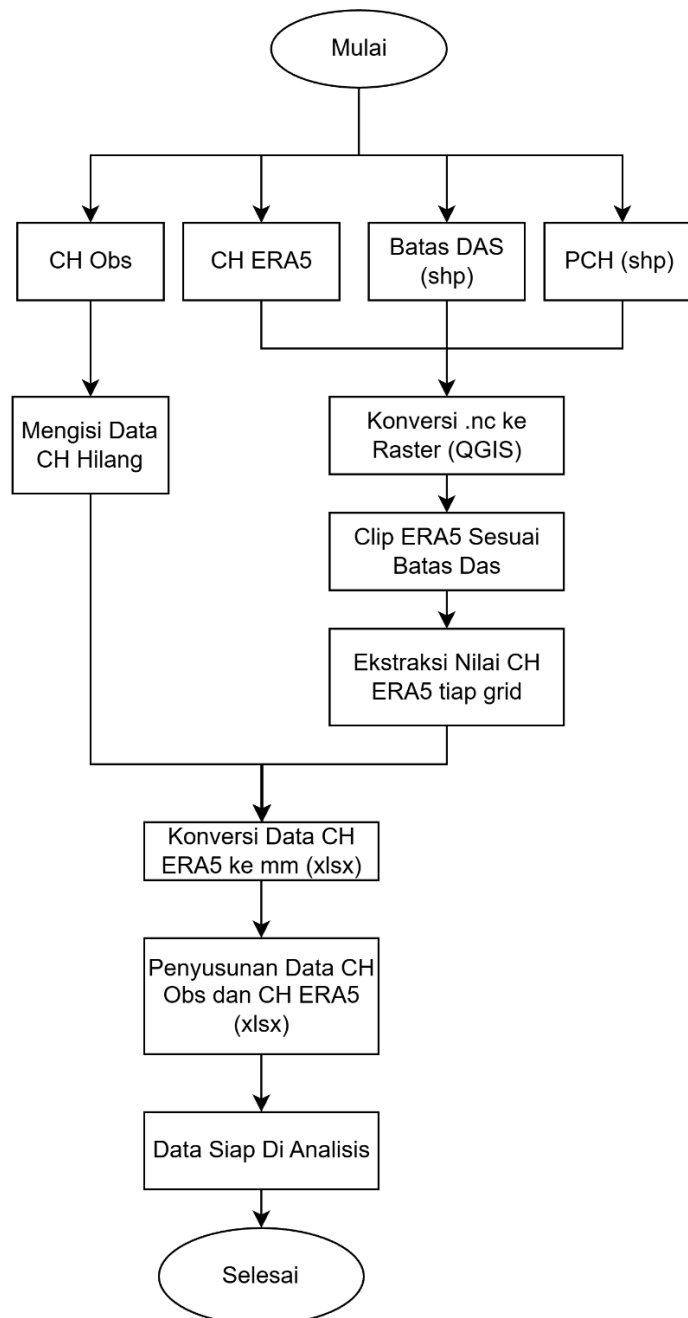
Penelitian ini menerapkan serangkaian tahapan pengolahan dan analisis data untuk mengevaluasi akurasi data curah hujan satelit serta dampaknya terhadap pemodelan hidrologi di DAS Citanduy. Tahapan-tahapan tersebut meliputi pra pemrosesan data, koreksi bias, pemodelan hidrologi dan evaluasi performa model. Berikut gambar bagan alir penelitian:



Gambar 3.2 Bagan alir penelitian

3.5 Pemrosesan Data ERA5

Analisis data merupakan tahapan awal yang bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh data yang digunakan dalam penelitian berada dalam kondisi layak analisis, konsisten secara temporal dan spasial, serta siap digunakan pada tahap koreksi bias. Tahapan pemrosesan data ERA5 dalam penelitian ini dilakukan secara berurutan sebagai berikut.



Gambar 3.3 *Flow Chart* Pemrosesan Data ERA5

3.5.1 Pemeriksaan dan Kelengkapan Data Curah Hujan Observasi

Langkah-langkah pemeriksaan data curah hujan observasi meliputi:

1. Mengumpulkan seluruh data curah hujan observasi dari stasiun hujan di DAS Citanduy Hulu.
2. Menyusun data curah hujan dalam format tabel deret waktu (*time series*) harian.
3. Melakukan pengecekan kelengkapan data pada setiap stasiun hujan.
4. Mengidentifikasi data hilang (*missing data*) dan mencatat jumlah serta persentase data hilang pada masing-masing stasiun.
5. Menentukan kelayakan data stasiun hujan untuk dianalisis berdasarkan persentase data hilang.

PCH SADANANYA												
Tanggal	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ag	Sep	Okt	Nop	Des
1	2	5	97	25	9	0	9	0	0	9	0	41
2	0	7,5	0	42	0	0	8	0	11	37	0	5,5
3	3,5	48	52	58	0	0	4	0	20	46	0	56
4	71	66	88	50	1	0	0	3	0	5	0	6
5	16,5	0	0	0	0	5	0	0	0	29,5	7,5	64
6	4	4	7,5	0	0	2,5	39	0	0	34	64	0
7	39,5	0	32	52	0	7	0	2	0	4	0	2
8	47	25	16	12	4	22	0	0	2	1	0	0
9	16	0	0	8,5	0	43	3,5	0	0	3	0	0
10	14	15,5	2	8,5	1	0	18	0	0	25,5	0	2,5
11	18,5	0	6,5	0	33	0	2	2	0	109	3	18
12	0	0	0	0	4	0	0	5	0	17	66	21
13	7	30	3	29	22	0	3,5	20	0	15	7	28
14	74	15	11	14	3,5	0	6	3	0	0	0	10
15	59	12,5	5,5	0	0	1	1	0	0	0	22	54
16	34,5	12	0	0	0	9	0	9	0	7	0	0
17	48	18	34	54	32	8	0	16,5	0	4	16	83
18	8	45,5	0	30	4	40	0	6,5	0	3	34	5,5
19	2,5	17	0	38	37	11	7	0	4	31	0	4
20	20	8,5	17	35	41	0	0	0	12	82	0	0
21	11	0	8	0	0	0	0	0	17	6	0	5
22	32,5	56	0	6	8	16,5	0	3	2,5	0	42	6,5
23	10	1,5	0	9,5	12,5	7	0	2,5	4	21	11	6
24	1,5	0	19	1	41	0	0	0	0	28	3	0
25	14	8	7	1	17	0	0	0	17	7,5	2	60
26	0	55	23	24	4	0	0	0	22	10	0	1
27	19	4	0	9	104	3	0	0	0	18	0	28,5
28	23,5	12	10	7,5	84	0	0	0	4,5	1	8	0
29	21	13	4	0	13	0	0	2	41,5	5	10	0
30	29	32	0	94,5	3,5	0	0	0	0	1	0	0
31	2	0	0	44	0	0	0	0	61	59,5	0	0
36 Hujan Maximum	74	66	97	58	104	43	39	20	42	109	66	83
37 Jml Curah hujan	649	479	474,5	514	614	179	101	75	157,5	621	296	567
38 Jml harian hujan	28	22	20	21	22	14	11	12	12	28	14	22
39 Hujan (1-15)	372	228,5	320,5	299	77,5	80,5	94	35	33	335	169,5	308
40 Jml data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41 Hujan (16-31)	276,5	250,5	154	215	536	98	7	39,5	124,5	285,5	126	259
42 Jml data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Gambar 3.4 Contoh Data Curah Hujan Observasi dengan Data Hilang

3.5.2 Pengisian Data Curah Hujan yang Hilang

Pengisian data curah hujan yang hilang dilakukan apabila terdapat kekosongan data pada periode tertentu. Tahapan pengisian data dilakukan sebagai berikut:

1. Menentukan stasiun hujan yang memiliki data hilang.
2. Mengidentifikasi stasiun hujan terdekat yang memiliki data lengkap pada periode yang sama.
3. Memilih metode pengisian data hujan yang sesuai, yaitu metode Poligom Theissen, rata-rata aritmatika, metode normal ratio atau metode *Inversed Square Distance* (ISD).
4. Melakukan perhitungan pengisian data hujan hilang menggunakan metode terpilih.
5. Memasukkan hasil pengisian data ke dalam deret waktu data hujan observasi.
6. Melakukan pengecekan ulang untuk memastikan tidak terdapat nilai ekstrem yang tidak realistis.

3.5.3 Penyamaan Resolusi Waktu Data

Penyamaan resolusi waktu dilakukan agar data curah hujan observasi dan data satelit dapat dibandingkan secara langsung. Langkah-langkah yang dilakukan adalah:

1. Menentukan resolusi waktu analisis yang digunakan dalam penelitian (data skala harian dan bulanan).
2. Memastikan periode waktu data observasi dan data satelit memiliki rentang waktu yang sama.
3. Menghapus data pada periode yang tidak memiliki pasangan antara data observasi dan data satelit.

3.5.4 Penyamaan Resolusi Spasial Data

Penyamaan resolusi spasial dilakukan untuk menyesuaikan perbedaan skala spasial antara data satelit dan data observasi. Tahapan yang dilakukan meliputi:

1. Menyiapkan peta batas DAS Citanduy Hulu dalam format *shapefile*.
2. Melakukan pemotongan (*clip*) data raster curah hujan satelit sesuai batas DAS.
3. Menentukan koordinat lokasi stasiun hujan observasi.

4. Melakukan ekstraksi nilai curah hujan satelit pada titik lokasi stasiun hujan menggunakan perangkat lunak QGIS.
5. Menyusun hasil ekstraksi data satelit dalam bentuk tabel deret waktu.
6. Menggabungkan data satelit hasil ekstraksi dengan data curah hujan observasi untuk analisis selanjutnya.



Gambar 3.5 Contoh Batas DAS Citanduy Hulu dalam format *shapefile*

3.6 Metode Koreksi Bias Curah Hujan

Koreksi bias dilakukan untuk mengurangi perbedaan karakteristik statistik antara data curah hujan satelit dan data observasi.

3.6.1 Metode Regresi Linear Berganda

Metode regresi linear berganda digunakan dengan menjadikan data curah hujan satelit sebagai variabel bebas dan data curah hujan observasi sebagai variabel terikat. Persamaan regresi yang diperoleh digunakan untuk mengoreksi data curah hujan satelit dan meningkatkan kesesuaian terhadap data observasi.

1. Langkah pertama dalam melakukan koreksi metode ini adalah menghitung curah hujan dugaan satelit sesuai koordinat stasiun curah hujan observasi menggunakan persamaan 2.5.
2. Langkah kedua adalah menghitung nilai error Satelit dari selisih curah hujan observasi (Y) dengan curah hujan dugaan ($\hat{Y}$)

3. Langkah ketiga adalah melakukan interpolasi nilai error data curah hujan Satelit mengikuti ukuran dan jumlah grid Satelit.
4. Langkah keempat adalah menghitung curah hujan dugaan data curah hujan Satelit dan error semua grid menggunakan persamaan 2.5.
5. Langkah kelima adalah menghitung curah hujan Satelit terkoreksi untuk semua grid dengan menjumlahkan curah hujan dugaan data curah hujan Satelit dan error semua grid.
6. Langkah terakhir adalah data satelit terkoreksi yang bernilai negatif diubah menjadi 0.

3.6.2 Metode Distribution Mapping

Metode *distribution mapping* dilakukan dengan mengasumsikan bahwa data curah hujan berbasis kuantil empiris. Kuantil empiris digunakan untuk membentuk fungsi kepadatan peluang dan distribusi kumulatif baik pada data observasi maupun data satelit. Selanjutnya, dibangun fungsi transfer distribusi kumulatif antara data satelit dan data observasi yang digunakan untuk mengoreksi data curah hujan satelit.

1. Langkah pertama dalam melakukan koreksi bias dengan metode *distribution mapping* (Piani et al., 2010) adalah mengidentifikasi jenis distribusi peluang dan probabilitas curah hujan. Umumnya curah hujan dianggap memiliki distribusi peluang gamma dengan fungsi kepadatan peluang yang dihitung dengan persamaan 2.7.
2. Langkah kedua adalah menghitung distribusi kumulatif berbasis kuantil empiris dengan *Percentile* persamaan di atas.
3. Langkah ketiga adalah membuat fungsi transfer distribusi antara data curah hujan stasiun dan data curah hujan Satelit. Fungsi transfer yang digunakan untuk mengoreksi data curah hujan Satelit adalah berupa persamaan regresi polonomial yang sudah diuji oleh Jadmiko et al. (2017).

3.6.3 Metode Rasio Rata-Rata

Metode Rasio Rata-Rata digunakan untuk melakukan koreksi bias data curah hujan ERA5 terhadap data curah hujan observasi dengan membandingkan nilai

rata-rata kedua data pada periode waktu yang sama. Adapun tahapan pengerjaan metode Rasio Rata-Rata dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data curah hujan observasi harian dari pos hujan dan data curah hujan ERA5 harian dikumpulkan pada periode penelitian yang sama. Selanjutnya, dilakukan penyesuaian satuan dan periode waktu agar kedua data dapat dibandingkan secara langsung.
2. Faktor koreksi Rasio Rata-Rata dihitung sebagai perbandingan antara rata-rata curah hujan observasi dan rata-rata curah hujan ERA5, dengan persamaan 2.8
3. Data curah hujan ERA5 dikoreksi dengan mengalikan nilai curah hujan ERA5 harian dengan faktor koreksi K sehingga diperoleh data curah hujan hasil koreksi, dengan persamaan 2.9
4. Data curah hujan hasil koreksi disusun dalam bentuk tabel deret waktu harian dan bulanan selanjutnya digunakan untuk tahap evaluasi akurasi terhadap data observasi.

3.6.4 Metode Regresi Power

Koreksi bias dengan regresi power mendefinisikan curah hujan observasi sebagai peubah tak bebas dan ERA 5 yang sudah ditransformasi ke dalam bentuk logaritmik sebagai peubah bebas.

1. Data curah hujan observasi dan data curah hujan ERA5 yang telah diekstraksi ke titik pos hujan disusun dalam pasangan data harian pada periode penelitian yang sama.
2. Analisis regresi linier dilakukan antara $\ln(P_{obs})$ sebagai variabel dependen dan $\ln(P_{era5})$ sebagai variabel independen untuk memperoleh parameter regresi a dan b pada persamaan 2.11.
3. Nilai parameter regresi a dan b diperoleh dari hasil analisis regresi, di mana nilai a diperoleh dari hasil eksponensial konstanta regresi.
4. Data curah hujan ERA5 dikoreksi menggunakan persamaan regresi power 2.12.
5. Data curah hujan hasil koreksi Regresi Power disusun dalam bentuk deret waktu harian dan selanjutnya digunakan untuk tahap evaluasi kinerja metode koreksi bias

3.7 Evaluasi Kinerja Metode Koreksi Bias

Evaluasi kinerja dilakukan untuk menilai efektivitas metode koreksi bias yang digunakan. Parameter statistik yang digunakan antara lain koefisien korelasi, *Root Mean Square Error* (RMSE), *Mean Absolute Error* (MAE), *Nash–Sutcliffe Efficiency* (NSE) dan R^2 . Evaluasi dilakukan dengan membandingkan data satelit sebelum dan sesudah koreksi terhadap data observasi. Kriteria Evaluasi Kinerja Model Hidrologi Berdasarkan Statistik Evaluasi dapat dilihat pada.

3.8 Jadwal Penelitian

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	Tahun 2026																							
		Januari				Februari				Maret				April-Mei				Juni				Juli			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Pengajuan dan Konsultasi Judul																								
2	Persetujuan Judul																								
3	Penyusunan Proposal Skripsi																								
4	Seminar Proposal Skripsi																								
5	Revisi Proposal Skripsi																								
6	Penyusuan Skripsi dan Bimbingan																								
7	Seminar Hasil Skripsi																								
8	Revisi Seminar Hasil Skripsi																								
9	Sidang Skripsi																								
10	Revisi Skripsi																								