



Kalibrasi Model Aliran di DAS Ciwulan-Sukaraja diterapkan pada Daerah Aliran Sungai Cimawate Tasikmalaya

Sulwan Permana¹, Imam Muhammad Nawawi²

Jurnal Konstruksi
Institut Teknologi Garut
Jl. Mayor Syamsu No. 1 Jayaraga Garut 44151 Indonesia
Email : jurnal@itg.ac.id

¹sulwanpermana@itg.ac.id

²1811044@itg.ac.id

Abstrak – Sungai Cimawate adalah sub DAS dari Sungai Ciwulan yang berhulu di Gunung Cikuray dan bermuara di Samudera Hindia. Pengolahan sumber daya air salah satunya perlu mengetahui besaran debit pada suatu DAS sehingga diperlukan pendekatan baik secara fisik atau matematik. Dikarenakan data debit pada umumnya tidak berkesinambungan diperlukan model hidrologi sebagai acuan atau pengolahan data hujan menjadi data debit dan lokasi penelitian yaitu pada daerah aliran Sungai Ciwulan-Sukaraja. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui parameter kalibrasi hasil pemodelan. Dalam penelitian ini menggunakan data curah hujan dengan kurun waktu 10 tahun. Penelitian ini dengan cara mengkalibrasi parameter Metode FJ Mock dan Metode Nreca untuk memperoleh debit aliran serta menggunakan Metode Root Mean Square Error (RMSE), Mean Error (ME) dan Koefisien Determinasi (R^2) untuk ketepatan hasil kalibrasi dan validasi. Dari hasil penelitian menghasilkan debit rata-rata bulanan, debit terbesar metode FJ Mock yaitu 38,4 lt/detik sedangkan hasil dari Metode NRECA sebesar 38,8 lt/detik. Nilai rata-rata hasil validasi didapatkan tingkat keakuratan pada Metode FJ Mock cukup akurat dibandingkan Metode NRECA.

Kata Kunci – Metode FJ Mock; Metode NRECA; Sub DAS Cimawate.

I. PENDAHULUAN

Sungai Ciwulan yang menjadi salah satu penopang sumber daya air di Jawa Barat yang berhulu di Gunung Karacak, yang disuplai dari Cikuray dan Gunung Karacak di Kabupaten Garut yang memiliki panjang 114 km dengan luas DAS 524 km² (UPTD Ciwulan-Cilaki). Sungai Ciwulan merupakan sungai besar dan panjang yang melintasi Kabupaten Garut Kabupaten Tasikmalaya dan Kota Tasikmalaya yang bermuara di laut selatan Samudra Hindia. Sungai Ciwulan ini merupakan suatu potensi sumber daya air untuk memenuhi kebutuhan air khususnya irigasi bidang pertanian. Adapun subSungai Ciwulan yaitu Sungai Cimawate yang aliran sungainya melewati daerah Warung Peuteuy tepatnya dari arah Garut belok kanan ke arah Kecamatan Puspahiang Kabupaten Tasikmalaya [1].

Sungai Cimawate adalah sungai yang sumber airnya disuplai dari Gunung Cikuray, memisahkan antara daerah Warung Peuteuy dan daerah Puspahiang di Kabupaten Tasikmalaya. Sungai Cimawate yaitu sungai yang memiliki potensi ketersediaan air dan pemanfaatan air, pada sungai Cimawate sangat penting untuk diketahui data tentang potensi ketersediaan yang masih belum lengkap, kebutuhan air di sungai Cimawate pada saat ini dan pada masa mendatang akan terus meningkat sementara ketersediaan air permukaan dan air tanah relatif tetap atau mungkin bisa berkurang [2].

Untuk mengatasi masalah tersebut diperlukan upaya secara koordinatif untuk melakukan pencatatan seluruh potensi ketersediaan air, yang selanjutnya disusun dalam suatu sistem informasi dengan estimasi kecukupan potensi air bersih pada wilayah Cimawate dapat dilakukan secara lebih akurat. Selain itu, sistem informasi juga bisa digunakan sebagai alat pengontrol atau pengendali pengelolaan air dalam waktu jangka panjang. Selanjutnya untuk mengolah data hujan, menjadi data debit aliran dengan menggunakan metode FJ Mock dan metode NRECA. Pada daerah aliran sungai Ciwulan-Sukaraja terdapat stasiun pencatatan muka air secara otomatis atau *Automatic Water Level Recorder (AWLR)*, dimana hal ini sangat diperlukan untuk mengkalibrasi hasil simulasi dan diterapkan di DAS Cimawate Kabupaten Tasikmalaya [3].

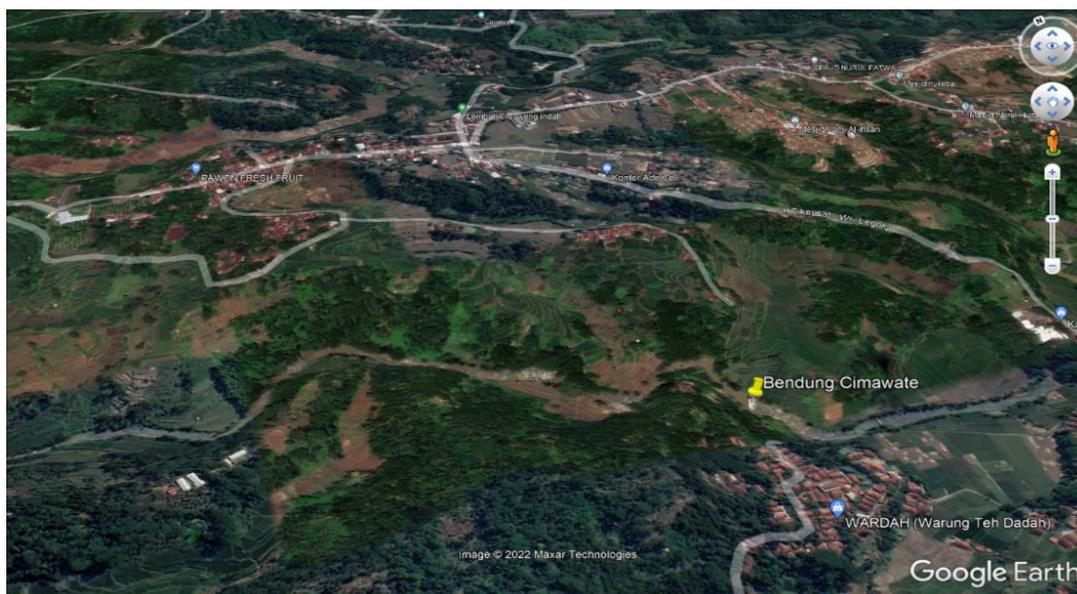
Penelitian ini berdasarkan pada beberapa penelitian terdahulu yang mempunyai karakteristik yang relatif sama. Terdapat beberapa penelitian yang dijadikan sebagai acuan dalam penelitian ini yaitu, Penentuan liku Kallibrasi Debit (*Rating Curve*) Pad Musim Hujan di Daerah aliran Sungai (DAS) Deli (2018), Analisis kalibrasi Metode FJ Mock dan Metode NRECA pada daerah aliran Sungai Cimanuk-Cibatu (2019), Kalibrasi Model *Soil dan Water Assesment Tool (SWAT)* untuk pengelolaan DAS Tapung Kiri (2020). Persamaan dari penelitian terdahulu yaitu Kalibrasi aliran Sungai sedangkan pembedanya yaitu untuk tahun (2018) Perbandingan Koefisien Kolerasi dan RMSE dengan Model linier, Logaritma dan Polinomial, tahun (2019) Penerapan model Mock dan metode NRECA dalam menduga volume air, tahun (2020). Analisis statistik pada tahap Kalibrasi dengan menggunakan *Nash-Sutcliffe (NSE)* [4].

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah: Berapakah besaran parameter metode FJ Mock dan metode NRECA pada daerah aliran Sungai Ciwulan-Sukaraja. Berapakah besaran debit di sungai Cimawate berdasarkan hasil pemodelan. Tujuan dari Penelitian ini yaitu, mengetahui besaran parameter metode FJ Mock dan metode NRECA pada daerah aliran sungai Ciwulan-Sukaraja. Mengetahui besaran debit di Sungai Cimawate berdasarkan perhitungan.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah di Sub DAS Cimawate perbatasan antara Warung Peuteuny dan Kecamatan Puspahiang Kabupaten Tasikmalaya, Provinsi Jawa Barat dengan luas DAS 114 km².



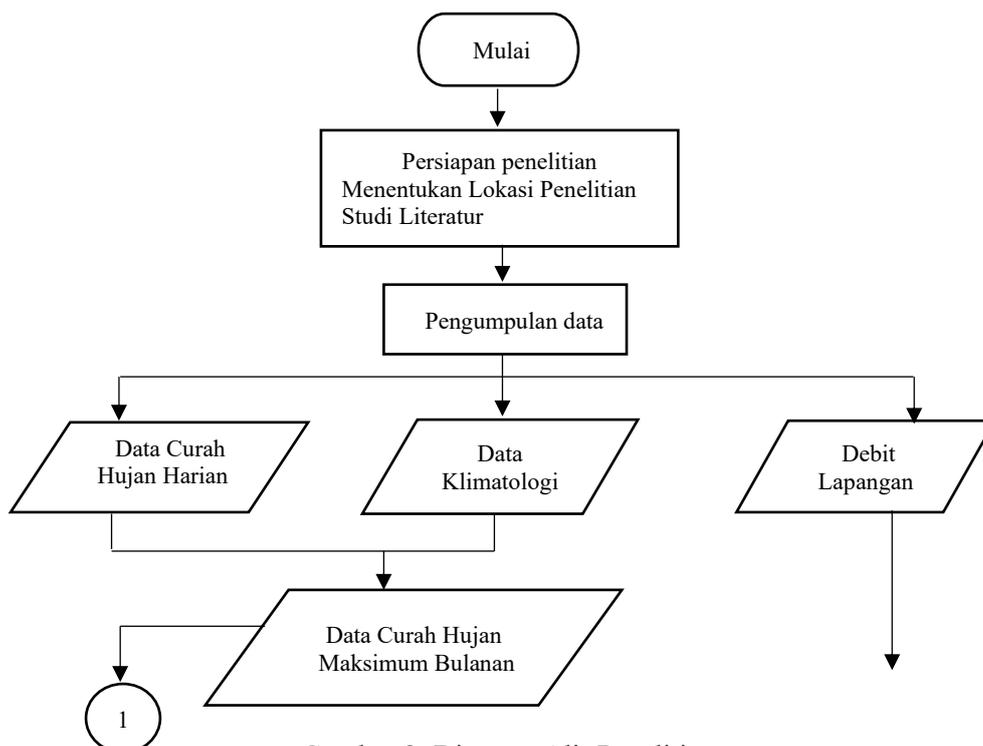
(Sumber: Google Earth 2022)
Gambar 1: Lokasi Penelitian

B. Metode Analisis Data

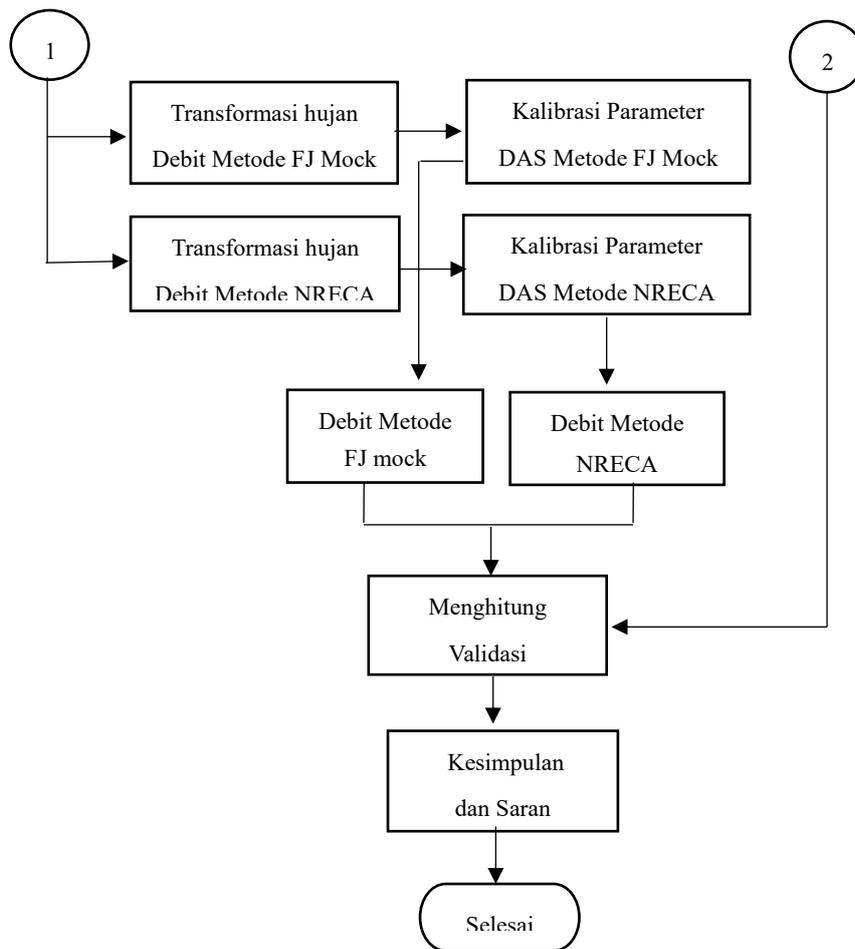
Analisis data pada penelitian menggunakan hitungan manual menggunakan program Microsoft Excel 2013. Adapun tahap penelitian yang dilakukan sebagai berikut.

1. Analisis Curah Hujan Rata-rata
Dalam analisis hidrologi sering diperlukan untuk menentukan hujan rerata pada daerah tersebut [5]. Menentukan rata-rata curah hujan setiap bulan menggunakan metode Al Jabar periode 10 tahun terakhir.
2. Analisis Data Klimatologi
Analisis data klimatologi gambaran dari dua proses kimiawi yaitu evaporsai dan transpirasi ada beberapa faktor diantaranya radiasi surya (R_d), kecepatan angin (v), kelembaban relatif (RH), temperatur atau suhu. Dengan menggunakan metode Throntwhite dan metode Penman [6].
3. Analisis Data Metode FJ Mock
Metode FJ Mock dikenalkan oleh Dr. F.J. Mock (1973) yang memperhitungkan data curah hujan, evapotranspirasi dan karakteristik hidrologi daerah pengaliran hujan [7].
4. Analisis Metode NRECA
Metode NRECA (UAS) adalah model dengan parameter yang relatif sedikit dan mudah dalam pelaksanaannya serta model tersebut memberikan hasil yang cukup dapat diandalkan [8].
5. Kalibrasi Metode FJ Mock
Kalibrasi metode FJ Mock menggunakan lima parameter diantaranya *Initial soil moisture* (ISM), kelembaban tanah maksimum *Soil moisture cap* (SMC), koefisien infiltrasi (k_i), koefisien resesi (k_r) dan *Initial Ground Water Storage* (IGWS) [9].
6. Kalibrasi Metode NRECA
Kalibrasi metode NRECA menggunakan tiga parameter yaitu diantaranya PSUB, GWF dan Koefisien Reduksi [7].
7. Validasi metode FJ Mock dan metode NRECA dengan menggunakan metode RMSE (*Root Mean Square Error*), ME (*Mean Error*) dan R^2 (*koefisien determinasi*) [10].

C. Diagram Alir Penelitian



Gambar 2: Diagram Alir Penelitian



Gambar 2: Diagram Alir Penelitian (lanjutan)

III. HASIL DAN DISKUSI

A. Analisis Curah Hujan Rata-rata

Curah hujan merupakan ketinggian air yang jatuh pada tempat yang datar dengan asumsi tidak menguap, tidak meresap dan tidak mengalir [11]. Curah hujan adalah pendekatan untuk mengetahui besarnya hujan yang turun di permukaan bumi dalam satu waktu. Satuan curah hujan di internasional adalah millimeter atau inci, sedangkan Indonesai menggunakan satuan millimeter (mm)/jam. Curah hujan satu millimeter yaitu dalam luasan satuan meter persegi tertampung air setinggi satu millimeter atau tertampung sebanyak satu liter [1]. Curah hujan yaitu unsur iklim yang sanga penting untuk menentukan keadaan alam dan kehidupan dipermukaan bumi. Dalam perolehan data hujan diperlukan tingkat ketelitian yang baik sehingga menghasilkan interpretasi yang mendekati keadaan sesungguhnya. Metode aljabar adalah sebuah metode mencari rata-rata dari suatu data tertentu dengan menambahkan data yang ada kemudian dibagi jumlah data yang ada (*arithmetic mean*). Metode ini memberikan hasil yang baik apabila stasiun hujan tersebar secara merata di DAS dan distribusi hujan relatif merata pada seluruh DAS [5]. Rumus yang digunakan yaitu:

$$P = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{n} \tag{1}$$

Dengan

- P = hujan rerata kawasan
- P₁, P₂, P_n = hujan di stasiun 1,2,3....n
- n = jumlah stasiun

Tabel 1: Rekapitulasi Perhitungan Curah Hujan Rata-rata

| Tahun | JAN 1 | FEB 2 | MAR 3 | APR 4 | MEI 5 | JUN 6 | JUL 7 | AGS 8 | Sep 9 | OKT 10 | NOV 11 | DES 12 |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| 2011 | 140 | 157 | 288 | 371 | 170 | 87 | 153 | 8 | 8 | 229 | 458 | 219 |
| 2012 | 274 | 280 | 160 | 363 | 149 | 128 | 14 | 3 | 6 | 339 | 569 | 595 |
| 2013 | 421 | 405 | 407 | 470 | 436 | 124 | 243 | 127 | 124 | 298 | 0 | 0 |
| 2014 | 270 | 260 | 601 | 414 | 401 | 312 | 627 | 218 | 12 | 195 | 928 | 787 |
| 2015 | 401 | 559 | 416 | 323 | 166 | 152 | 23 | 4 | 2 | 0 | 744 | 457 |
| 2016 | 531 | 573 | 600 | 401 | 367 | 205 | 422 | 365 | 535 | 497 | 433 | 336 |
| 2017 | 510 | 408 | 433 | 492 | 289 | 156 | 171 | 52 | 109 | 200 | 546 | 172 |
| 2018 | 273 | 447 | 326 | 423 | 251 | 140 | 4 | 10 | 103 | 87 | 510 | 305 |
| 2019 | 297 | 538 | 452 | 588 | 145 | 54 | 36 | 3 | 2 | 2 | 74 | 282 |
| 2020 | 280 | 282 | 302 | 478 | 269 | 298 | 94 | 45 | 104 | 304 | 254 | 90 |

B. Analisis Data Klimatologi

Untuk menentukan hasil akhir evapotranspirasi yaitu dengan merekap data klimatologi antara lain yaitu radiasi surya (Rd), kecepatan angin (v), kelembaban relatif (RH), dan yang terakhir temperatur suhu sehingga didapat nilai ETo mm/hari [12]. menganalisis evapotranspirasi ini menggunakan data yang telah didapat dari perhitungan sebelumnya yang proses perhitungannya menggunakan Penman yaitu sebagai berikut:

$$ETo = \frac{0,408\Delta R_n + y \frac{900}{(T+273)} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + y (1+0,34U_2)} \dots(2)$$

Keterangan:

- ETo = evapotranspirasi tanaman acuan, (mm/hari).
- Rn = radiasi matahari netto di atas permukaan tanaman, (MJ/m² /hari).
- T = suhu udara rata-rata, (°C).
- U₂ = kecepatan angin pada ketinggian 2 m dari atas permukaan tanah, (m/s).
- e_s = tekanan uap air jenuh, (kPa).
- e_a = tekanan uap air aktual, (kPa).
- Δ = kemiringan kurva tekanan uap air terhadap suhu, (kPa/°C).
- y = konstanta psikrometrik, (kPa/°C).

Tabel 2: Rekapitulasi ETo Rata-rata

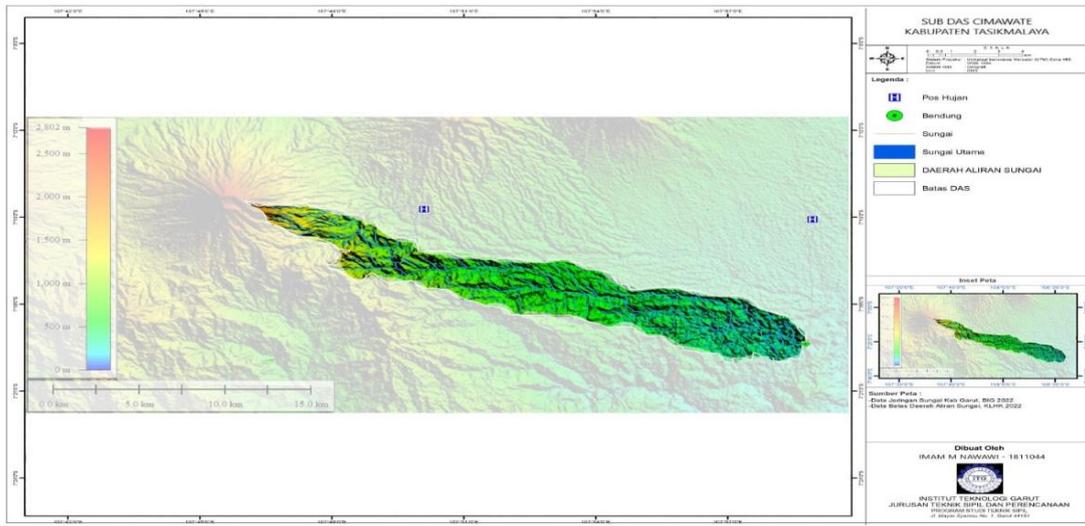
| Eto RATA-RATA | |
|---------------|------|
| Bulan | Eto |
| Januari | 3.44 |
| Februari | 3.52 |
| Maret | 3.51 |
| April | 3.32 |
| Mei | 3.21 |
| Juni | 3.11 |
| Juli | 3.37 |
| Agustus | 3.85 |
| September | 4.17 |
| Oktober | 3.96 |
| November | 3.41 |
| Desember | 3.40 |

C. Analisis Metode FJ Mock

Analisis Metode FJ Mock dilakukan setelah perhitungan evapotrasnpirasi (Eto) dengan metode penman data hasil perhitungan tersebut dipakai untuk menganalisis debit aliran selama 10 tahun. Analisis ini dilakukan dengan mengkalibrasi parameter dari Metode FJ Mock dengan cara mencoba coba nilai parameter hingga

mendapatkan besaran debit hasil pendugaan metode yang nilainya mendekati dengan hasil debit observasi. Nilai parameter dan gambar luas sub DAS tersebut adalah sebagai berikut dengan lima parameter dan gambar luas DAS tersebut yaitu [7]:

- Luas DAS (F) = 114 Km²
- Initial soil moisture (ISM) = 400 mm
- Kelembaban tanah maks, Soil moisture cap (SMC) = 150
- Koefisien Infiltrasi (ki) = 0,2
- Koefisien Resesi (kr) = 0,4
- Initial Ground Water Storage (IGWS) = 500 mm



Gambar 3: Sub DAS Cimawate

Tabel 3: Rekapitulasi Debit Metode FJ Mock

| Tahun | Bulan | | | | | | | | | | | |
|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | Jan | Peb | Mar | Apr | Mei | Jun | Jul | Ags | Sep | Okt | Nop | Des |
| 2011 | 18,7 | 21,0 | 23,0 | 27,1 | 18,3 | 16,7 | 18,5 | 19,7 | 20,5 | 20,3 | 30,4 | 19,7 |
| 2012 | 23,2 | 25,2 | 17,8 | 26,9 | 18,0 | 18,6 | 18,1 | 19,2 | 20,1 | 24,7 | 33,9 | 32,9 |
| 2013 | 28,9 | 29,6 | 26,3 | 29,0 | 27,0 | 16,8 | 21,1 | 16,4 | 16,7 | 23,0 | 19,3 | 18,7 |
| 2014 | 23,0 | 24,4 | 34,1 | 27,2 | 25,7 | 22,8 | 33,5 | 17,4 | 18,8 | 17,4 | 47,2 | 38,4 |
| 2015 | 27,9 | 36,1 | 26,3 | 23,6 | 17,8 | 18,8 | 13,8 | 19,3 | 20,2 | 19,2 | 41,4 | 26,8 |
| 2016 | 32,0 | 36,2 | 32,6 | 25,7 | 23,7 | 19,4 | 27,2 | 23,5 | 30,8 | 28,4 | 27,7 | 22,1 |
| 2017 | 31,9 | 29,0 | 27,1 | 29,9 | 21,1 | 17,6 | 17,6 | 17,8 | 16,6 | 19,5 | 33,7 | 18,2 |
| 2018 | 23,1 | 31,8 | 23,7 | 27,9 | 20,5 | 17,3 | 18,7 | 19,2 | 17,6 | 18,0 | 31,7 | 23,0 |
| 2019 | 24,2 | 36,1 | 27,8 | 33,4 | 16,0 | 15,8 | 17,4 | 19,1 | 20,3 | 19,1 | 17,6 | 22,7 |
| 2020 | 23,6 | 25,2 | 23,1 | 30,1 | 20,9 | 23,9 | 15,3 | 17,6 | 16,7 | 23,7 | 22,6 | 16,1 |

D. Analisis Metode NRECA

Analisis Metode NRECA dilakukan seperti analisis Metode FJ Mock untuk pendugaan debit selama 10 tahun dengan mengkalibrasi parameter-parameter dari Metode NRECA dengan mencoba-coba nilai parameter hingga mendapatkan besar debit hasil pendugaan metode yang nilainya mendekati debit observasi. Nilai parameter tersebut adalah:

- 1. PSUB = 0,7
- 2. GWF = 0,4
- 3. Koef. Reduksi = 0,3

Tabel 4: Rekapitulasi Debit Metode NRECA

| Tahun | Bulan | | | | | | | | | | | |
|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | Jan | Peb | Mar | Apr | Mei | Jun | Jul | Ags | Sep | Okt | Nop | Des |
| 2011 | 4,8 | 7,9 | 13,6 | 20,5 | 14,7 | 11,2 | 11,9 | 6,3 | 4,6 | 11,4 | 23,4 | 17,4 |
| 2012 | 19,4 | 22,5 | 15,9 | 23,7 | 16,3 | 14,3 | 8,1 | 5,7 | 4,1 | 11,0 | 23,1 | 17,2 |
| 2013 | 25,3 | 30,2 | 28,9 | 33,7 | 33,0 | 21,9 | 22,3 | 16,5 | 14,4 | 19,3 | 9,8 | 6,6 |
| 2014 | 9,6 | 10,4 | 16,7 | 15,9 | 15,5 | 14,4 | 19,8 | 13,2 | 8,1 | 8,8 | 24,0 | 25,0 |
| 2015 | 27,1 | 38,9 | 32,6 | 30,2 | 21,9 | 19,2 | 11,1 | 7,7 | 5,6 | 3,8 | 33,0 | 29,1 |
| 2016 | 34,4 | 41,6 | 42,4 | 37,7 | 33,8 | 27,0 | 31,8 | 30,0 | 37,8 | 37,2 | 36,9 | 31,5 |
| 2017 | 37,1 | 38,0 | 34,9 | 38,6 | 29,9 | 23,2 | 19,6 | 12,6 | 12,2 | 14,0 | 29,4 | 18,2 |
| 2018 | 20,7 | 29,9 | 25,6 | 30,6 | 24,0 | 18,8 | 11,0 | 7,7 | 8,7 | 7,1 | 14,4 | 11,9 |
| 2019 | 17,4 | 32,2 | 30,0 | 38,8 | 22,9 | 16,1 | 11,0 | 7,5 | 5,4 | 3,7 | 4,8 | 7,7 |
| 2020 | 14,0 | 17,7 | 19,0 | 28,4 | 22,5 | 24,2 | 15,1 | 10,4 | 10,6 | 17,4 | 18,0 | 8,7 |

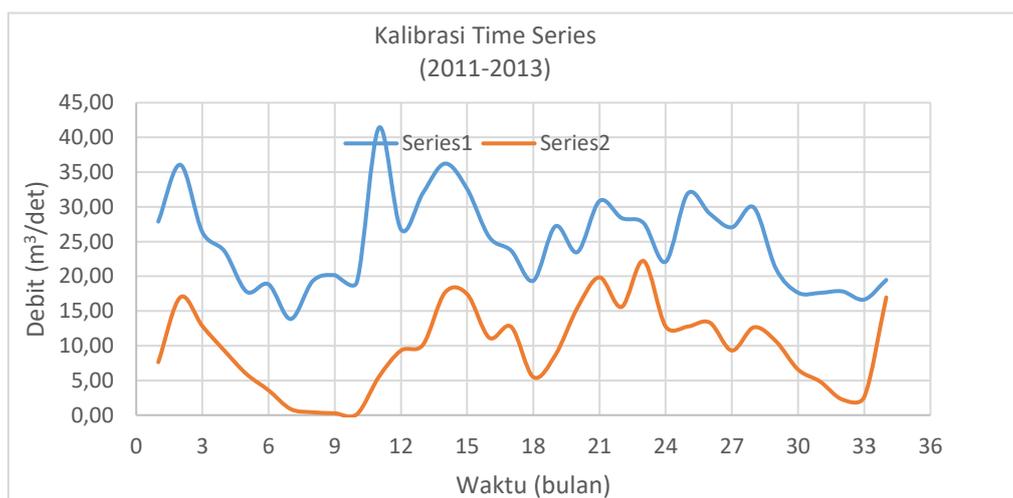
E. Kalibrasi dan Validasi Metode FJ Mock

Dalam menghitung debit aliran menggunakan Metode FJ Mock terdapat pemilihan kombinasi parameter atau disebut dengan kalibrasi. Parameterisasi dilakukan dengan mencoba-coba nilai dari parameter metode tersebut hingga mendapatkan besar debit pendugaan metode mendekati dengan besar debit hasil Observasi atau data yang telah ada dari dinas terkait.

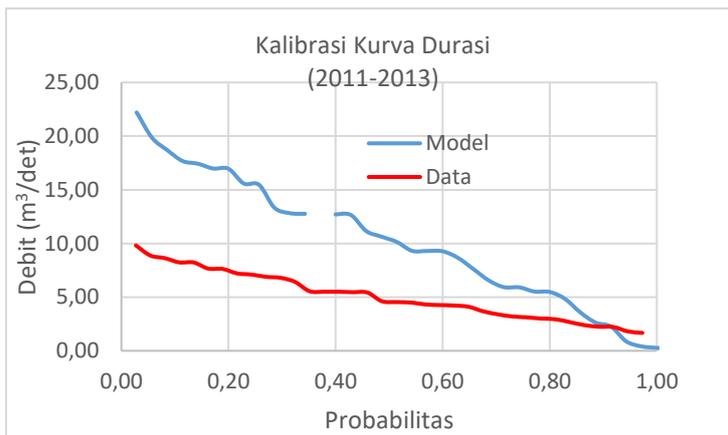
Tabel 5: Parameter Hasil Kalibrasi Metode FJ Mock

| Tahun | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| ISM | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 |
| SMC | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 |
| Ki | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| Kr | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| IGWS | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 |

Berikut dapat dilihat hasil perbandingan antara debit simulasi dengan debit observasi pada gambar 3:



Gambar 4: Perbandingan Antara Debit Simulasi Dengan Debit Observasi



Gambar 5: Observasi Dan Simulasi Metode FJ Mock

Untuk Rata-rata akar jumlah kuadrat dari perbedaan peramalan dengan data atau *Root Mean Square Error* (RMSE) adalah dengan rumus:

$$\begin{aligned}
 RMSE &= \left\{ \frac{1}{n} \sum (Q_{ramal} - Q_{data})^2 \right\}^{0,5} \\
 &= \left\{ \frac{1}{12} \sum (930,362 - 2444,08)^2 \right\}^{0,5} \\
 &= 0,61
 \end{aligned}$$

Tabel 6. Data Perhitungan Validasi Metode FJ Mock Tahun 2011-2013

| Tahun | RMSE | ME | R2 |
|-------|------|-------|------|
| 2011 | 0,88 | -0,78 | 0,96 |
| 2012 | 0,05 | -0,63 | 0,94 |
| 2013 | 0,61 | -1,12 | 0,85 |
| 2014 | 4,42 | -0,78 | 0,82 |
| 2015 | 2,86 | 1,56 | 1,16 |
| 2016 | 6,73 | 1,85 | 1,04 |
| 2017 | 3,6 | 0,52 | 1,02 |
| 2018 | 1,45 | 0,45 | 1,08 |
| 2019 | 6,85 | 1,23 | 1,08 |
| 2020 | 2,15 | 0,64 | 1,04 |

Adapun rata-rata perbedaan ramalan dengan data *Mean Error* dengan rumus

$$\begin{aligned}
 ME &= \frac{1}{n} \sum (Q_{ramal} - Q_{data}) \\
 &= \frac{1}{12} \sum (538,40 - 547,80) \\
 &= -0,78
 \end{aligned}$$

Sedangkan untuk Koefisien Determinasi (R^2) dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 R^2 &= \frac{(\sum(x_i - x_{rata}))^2}{(\sum((y_i - y_{rata}))^2)} \\
 R^2 &= \frac{(\sum(538,40 - 24,41))^2}{(\sum((547,80 - 24,27))^2)} \\
 &= 0,96
 \end{aligned}$$

Tabel 7: Hasil Validasi Metode FJ Mock

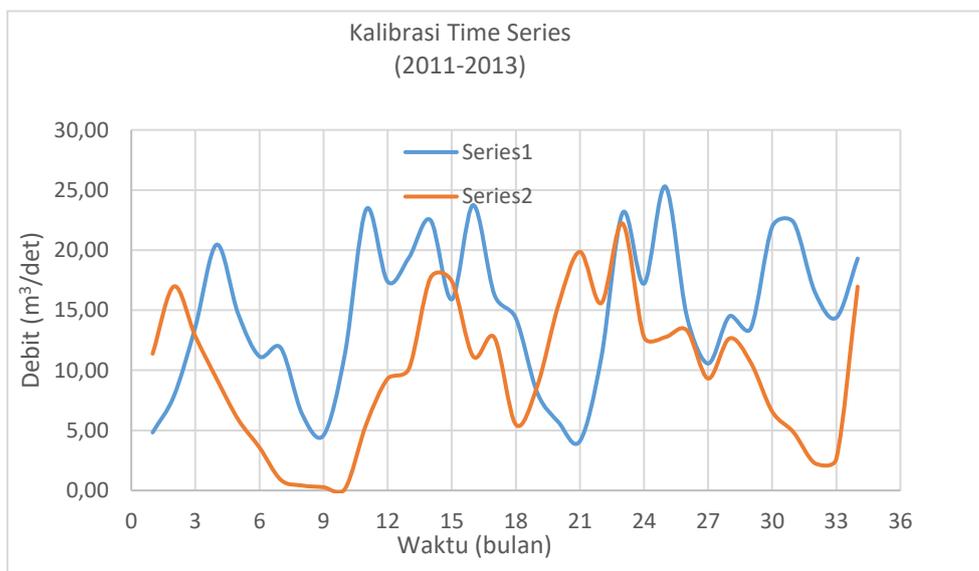
| ΣQ ramal X_i | ΣQ data Y_i | x rata | y rata |
|---------------------------|--------------------------|--------|--------|
| 538,40 | 547,80 | 24,41 | 24,27 |
| 2246,74 | 2385,76 | 14,09 | 27,44 |
| 930,36 | 2444,08 | 9,71 | 23,35 |

F. Kalibrasi dan Validasi Metode NRECA

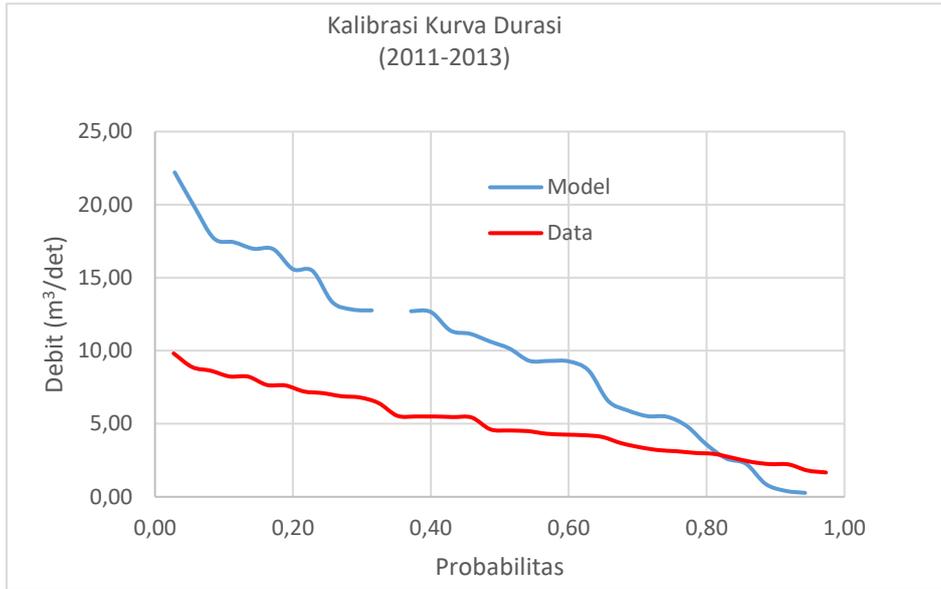
Tabel 8: Parameter hasil kalibrasi Metode NRECA

| Tahun | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| PSUB | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 |
| GWF | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| K. R | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 |

Adapun perbandingan besar debit hasil kalibrasi parameter Metode NRECA 2011-2013 dengan debit hasil observasi bisa dilihat:



Gambar 6: Perbandingan Debit Hasil Kalibrasi Parameter Metode NRECA 2011-2013 dengan Debit Hasil Observasi



Gambar 7: Observasi Dan Simulasi Metode NRECA



Gambar 8: Tampungn Kelengasan Kalibrasi Metode NRECA Tahun 2011-2013

Data untuk perhitungan validasi tersebut dapat dilihat:

Tabel 9: Data Perhitungan Validasi Metode NRECA

| ΣQ ramal X_i | ΣQ data Y_i | x rata | y rata |
|---------------------------|--------------------------|--------|--------|
| 510,24 | 1071,61 | 6,37 | 510,24 |
| 454,54 | 745,74 | 14,09 | 15,12 |
| 320,34 | 1140,07 | 9,71 | 15,77 |

Untuk rata-rata akar jumlah kuadrat dari perbedaan peramalan dengan data atau *Root Mean Square Error* (RMSE) adalah dengan persamaan:

$$RMSE = \left\{ \frac{1}{n} \sum (Q_{ramal} - Q_{data})^2 \right\}^{0,5}$$

$$= \left\{ \frac{1}{12} \sum (1284,55 - 2957,42)^2 \right\}^{0,5}$$

$$= 0,56$$

Adapun rata-rata perbedaan ramalan dengan data *Mean Error* dengan rumus

$$ME = \frac{1}{n} \sum (Q_{ramal} - Q_{data})$$

$$= \frac{1}{12} \sum (510,24 - 1071,61)$$

$$= -46,78$$

Sedangkan untuk Koefisien Determinasi (R^2) dengan rumus sebagai berikut:

$$R^2 = \frac{(\sum (x_i - x_{rata}))^2}{(\sum (y_i - y_{rata}))^2}$$

$$R^2 = \frac{(\sum (510,24 - 6,37))^2}{(\sum ((1071,61 - 12,30))^2)}$$

$$= 0,22$$

Tabel 10: Hasil Validasi Metode NRECA

| Tahun | RMSE | ME | R2 |
|-------|---------|----------|--------|
| 2011 | 0,5657 | -46,7809 | 0,2262 |
| 2012 | 84,0621 | -17,4578 | 0,0946 |
| 2013 | 66,2549 | -22,4862 | 0,0652 |
| 2014 | 64,6264 | -18,1569 | 0,0358 |
| 2015 | 52,5660 | -16,1593 | 0,0064 |
| 2016 | 75,1246 | -15,8561 | 0,3852 |
| 2017 | 18,5948 | -21,5234 | 0,5889 |
| 2018 | 17,1689 | -8,4214 | 0,6146 |
| 2019 | 54,8931 | -15,8532 | 0,4925 |
| 2020 | 23,1599 | 7,0236 | 1,4580 |

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, maka penelitian ini dapat ditarik kesimpulan. Dari analisis yang dilakukan pada Metode FJ Mock sebagai modal alih ragam hujan menjadi debit aliran didapat parameter yang digunakan. Parameter untuk Metode FJ Mock yang berpengaruh dari tahun 20011 s/d 2013 yaitu *Initial Ground Water* (ISM) sebesar 400 mm, *Soil Moisture Capacity* (SMC) sebesar 150 mm, Koefisien infiltrasi (K_i) sebesar 0,2, Koefisien resesi (K_r) sebesar 0,4 dan *Initial Ground Water Storage* (IGWS) sebesar 500 mm. Dari analisis yang dilakukan pada Metode NRECA parameter yang didapat yaitu GWS (*Ground Water Storage*) sebesar 0,3 mm, PSUB sebesar 0,7 dan Koefisien reduksi sebesar 0,4. Debit aliran Sungai Cimawate berdasarkan pendugaan dengan Metode FJ Mock diperoleh debit rata-rata selama 10 tahun sebesar 38,4 lt/detik terjadi pada bulan Desember tahun 2014 dan debit minimum terjadi pada bulan Mei tahun 2019 sebesar 16,0 lt/detik. Berdasarkan pendugaan debit dengan Metode NRECA didapat debit rata-rata maksimum selama 10 tahun terjadi pada bulan April tahun 2017 sebesar 38,8 lt/det dan debit minimum terjadi pada bulan kering yaitu bulan Oktober tahun 2019 dengan besar debit 3,7 lt/det. Berdasarkan validasi pada Metode FJ Mock didapat nilai rata-rata RMSE sebesar 0,61, ME sebesar 0,78, dan R^2 sebesar 0,96. Sedangkan pada Metode NRECA didapat nilai RMSE sebesar 0,56, ME sebesar 46,78 dan R^2 sebesar 0,22.

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan maka dapat disampaikan beberapa saran. Agar mendapatkan hasil data yang lebih *real* perlu dilakukan observasi langsung dilapangan poto udara atau data tata guna lahan terbaru untuk menentukan parameter-parameter yang berpengaruh pada Metode FJ Mock dan Metode NRECA. Luasan DAS sebaiknya dihitung persegmen agar mendapatkan hasil perhitungan dengan tingkat keakuratan yang lebih optimal. Pada penelitian ini Metode FJ Mock cukup akurat digunakan pada sub DAS Cimawate, maka pada penelitian selanjutnya penulis menyarankan untuk menganalisis bagian sub DAS Cimawate dari bagian hulu ke bagian hilir sampai ke titik bertemunya air dari sungai Cimawate ke sungai Ciwulan agar lebih

meyakinkan apakah metode FJ Mock bisa digunakan pada sub DAS Cimawate. Penelitian ini hanya menentukan nilai parameter kalibrasi debit simulasi, oleh karena itu untuk penelitian selanjutnya parameter kalibrasi bisa dipakai untuk menentukan debit simulasi perencanaan bangunan air

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suripin, *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. Semarang: Andi, 2004.
- [2] D. A. Puji, "Kapasitas Infiltrasi Pada Berbagai Kerapatan Tajuk di Daerah Tangkapan Air (DTA)," *Univ. Gajah Mada*, 2017.
- [3] Indarto, *Hidrologi Dasar Teori dan Contoh Aplikasi Model Hidrologi*. Jakarta: Bumi Aksara, 2010.
- [4] Moduto, *Desain Drainase Perkotaan*, vol. 1. Bandung: Departemen Teknik Lingkungan ITB, 1988.
- [5] B. Triatmodjo, *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset Yogyakarta, 2016.
- [6] Purwanto and J. Ikhsan, "Analisis Kebutuhan Air Irigasi pada Daerah Irigasi Bendung Mrican1," *J. Ilm. Semesta Tek.*, vol. 9, no. 1, pp. 83–93, 2006.
- [7] K. W. Widyaningsih, D. Harisuseno, and W. Soetopo, "Perbandingan Metode FJ. Mock dan NRECA untuk Transformasi Hujan Menjadi Debit pada DAS Metro Kabupaten Malang, Jawa Timur," *J. Teknol. dan Rekayasa Sumber Daya Air*, vol. 1, no. 1, pp. 52–61, 2021, doi: 10.21776/ub.jtresda.2021.001.01.05.
- [8] Direktorat Jendral SDA, "Standar Perencanaan Irigasi KP-04: Bangunan," p. 391, 2013.
- [9] H. Arifianto, "Kalibrasi Dan Validasi Model Mw-Swat Pada Analisis Debit Aliran Sungai Sub Das Ciliwung Hulu Hafid Arifianto Fakultas Teknologi Pertanian," p. 57, 2011.
- [10] S. Wahyuni, "Perbandingan Metode Mock dan NRECA untuk Pengalihragaman Hujan ke Aliran," *J. Rekayasa*, vol. 13, no. 2, pp. 602–624, 2014.
- [11] D. A. N. Minimum *et al.*, "Jurnal teknik sipil," vol. 1, pp. 1–6, 2020.
- [12] K. S. Unhas, "Irigasi dan Banguna Air".