



## Analisis Neraca Air Sungai Nuay Di Titik Bendung Nuay Desa Tounelet Kecamatan Sonder Kabupaten Minahasa

Wirando T. Wilar<sup>#a</sup>, Jeffrey S. F. Sumarauw<sup>#b</sup>, Cindy J. Supit<sup>#c</sup>

<sup>#</sup>Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia  
<sup>a</sup>thedorusrando@gmail.com, <sup>b</sup>jeffrysumarauw@unsrat.ac.id, <sup>c</sup>cindyjeanesupit@unsrat.ac.id

### Abstrak

Bendung Nuay memanfaatkan air dari Sungai Nuay untuk mengairi lahan irigasi yang ada di Daerah Irigasi Nuay. Berdasarkan hal tersebut, maka diperlukan studi mengenai analisis neraca air untuk melihat keseimbangan antara ketersediaan dan kebutuhan air di DAS Nuay. Analisis neraca air dilakukan dengan membandingkan ketersediaan dan kebutuhan air di DAS Nuay agar dapat diketahui apakah jumlah air mengalami kelebihan ataupun kekurangan. Ketersediaan air dihitung menggunakan metode NRECA (*National Rural Electric Cooperative Association*) dengan masukan data curah hujan, evapotranspirasi dan parameter DAS untuk mencari debit andalan  $Q_{80\%}$  dan ketersediaan air untuk pemeliharaan sungai  $Q_{95\%}$ . Kebutuhan air yang dihitung adalah kebutuhan air untuk lahan irigasi dan peternakan. Berdasarkan Peraturan Pemerintah dihitung juga kebutuhan air untuk aliran pemeliharaan sungai atau  $Q_{95\%}$  yang adalah aliran minimum yang harus tersedia di sungai untuk menjaga kehidupan ekosistem sungai. Dari hasil analisis menunjukkan bahwa ketersediaan air  $Q_{95\%}$  tidak selalu terpenuhi pada bulan Juni hingga Desember karena debit yang kecil sehingga membuat ketersediaan air tidak mencukupi. Ketersediaan air  $Q_{80\%}$  juga hanya mencukupi untuk mengairi seluruh lahan irigasi pada masa tanam pertama.

*Kata kunci: Sungai Nuay, DAS Nuay, Metode NRECA, neraca air*

## 1. Pendahuluan

### 1.1. Latar Belakang

Sungai Nuay merupakan sungai yang terletak di Kecamatan Sonder, Kabupaten Minahasa. Sungai ini digunakan untuk sistem pertanian seperti kebutuhan air untuk irigasi tanaman dan kebutuhan air untuk hewan ternak di Desa Tounelet. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut dibangun Bendung Nuay di Desa Tounelet. Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk mengakibatkan kebutuhan air yang juga meningkat.

Untuk itu dibutuhkan adanya studi analisis neraca air untuk mengetahui apakah ketersediaan air Sungai Nuay dapat memenuhi kebutuhan air saat ini dan di masa mendatang. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat membantu mengatur penggunaan air agar lebih optimal dan efisien.

### 1.2. Rumusan Masalah

Permasalahan yang di angkat dari penelitian ini adalah apakah ketersediaan air di Sungai Nuay dapat memenuhi kebutuhan air untuk lahan irigasi dan ternak ?

### 1.3. Batasan Penelitian

1. Dalam penelitian ini kebutuhan air dihitung sesuai dengan daerah layanan yang ada yaitu dari Desa Tounelet sampai ke hulu sungai.
2. Analisis ketersediaan dan kebutuhan air untuk kebutuhan lahan irigasi dan ternak

#### 1.4. Tujuan Penelitian

Secara umum tujuan penelitian yang ingin dicapai adalah untuk mengetahui ketersediaan dan kebutuhan air di Sungai Nuay tepatnya di titik Bendung Nuay.

#### 1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai informasi untuk penggunaan air dari Sungai Nuay yang lebih maksimal sehingga kebutuhan air di daerah tersebut dapat terpenuhi.

## 2. Landasan Teori

### 2.1. Daerah Aliran Sungai

Daerah aliran sungai (DAS) adalah daerah yang dibatasi oleh punggung-punggung gunung/pegunungan dimana air hujan yang jatuh di daerah tersebut akan mengalir menuju sungai utama pada suatu titik/stasiun yang ditinjau.

Untuk mendapatkan luas DAS, terlebih dahulu harus menentukan batas-batas DAS tersebut dengan bantuan peta yang memiliki garis kontur yang jelas (dikutip dalam Adare dkk., 2018).

### 2.2. Analisis Hidrologi

Siklus hidrologi merupakan proses berkelanjutan dimana air bergerak dari bumi ke atmosfer dan kemudian kembali ke bumi lagi (dikutip dalam Karim dkk., 2016). Air di permukaan tanah dan laut menguap ke udara. Uap air tersebut bergerak dan naik ke atmosfer, yang kemudian mengalami kondensasi dan berubah menjadi titik-titik air yang berbentuk awan. Selanjutnya titik-titik air tersebut jatuh sebagai hujan ke permukaan laut dan daratan.

### 2.3. Presipitasi

Menurut Bambang Triatmodjo (dikutip dalam Mentang dkk., 2017) Presipitasi adalah curahan atau turunnya air dari atmosfer ke permukaan bumi dan laut dalam bentuk berbeda, yaitu dapat berupa kabut, embun, hujan, hujan salju, ataupun hujan es.

### 2.4. Analisis Curah Hujan

Curah hujan rata – rata dari hasil pengukuran hujan di beberapa stasiun pengukuran dapat dihitung dengan metode *Polygon Thiessen*. Metode ini dipandang cukup baik karena memberikan koreksi terhadap kedalaman hujan sebagai fungsi luas daerah yang dianggap mewakili.

### 2.5. Evapotranspirasi

Evapotranspirasi merupakan proses dimana air berubah menjadi uap (penguapan). Besarnya evapotranspirasi dipengaruhi oleh kondisi iklim, seperti radiasi matahari, kecepatan angin, kelembaban udara dan kondisi lingkungan sekitarnya.

Perhitungan evapotranspirasi tanaman acuan dengan metode Penman *Modification* adalah:

$$ET_o = c(W \times R_n + (1 - W) \times f(U) \times (e_a - e_d)) \quad (1)$$

- $ET_o$  = evapotranspirasi tanaman acuan (mm/hari);  
 $W$  = faktor bobot sebagai pengaruh dari radiasi matahari;  
 $R_n$  = radiasi matahari netto di atas permukaan tanaman (MJ/m<sup>2</sup>/hari);  
 $1-W$  = faktor bobot sebagai pengaruh kelembapan dan angin;  
 $f(U)$  = fungsi kecepatan angina dalam perbandingan;  
 $e_d$  = tekanan uap air jenuh (kPa);  
 $e_a$  = tekanan uap air aktual (kPa).

## 2.6. Analisis NRECA

Persamaan dasar keseimbangan air yang digunakan pada metode NRECA adalah sebagai berikut:

$$RO = P - \Delta E + \Delta S \quad (2)$$

RO = *Run Off* / Aliran Permukaan;  
 P = *Precipitation* / Presipitasi;  
 $\Delta E$  = *Actual Evaporation* / Penguapan Aktual;  
 $\Delta S$  = *Delta Storage* / Perubahan Tampungan.

## 2.7. Kalibrasi Model

Hasil perhitungan analisis metode NRECA tidak dapat langsung digunakan karena kebenaran hasilnya masih diragukan, sehingga diperlukan langkah selanjutnya yaitu kalibrasi model untuk mengetahui kelayakan dan ketepatan data tersebut. Kalibrasi model dilakukan dengan membandingkan hasil analisis data dengan data terukur. Semakin sedikit selisih perbedaannya maka semakin tepat hasil analisis data debit metode NRECA tersebut. Langkah-langkah untuk kalibrasi model adalah sebagai berikut:

1. Mencoba nilai parameter PSUB dan GWF (parameter dengan sensitivitas tinggi) sehingga bisa didapat nilai perbedaan debit analisis dan debit terukur yang minimum.
  2. Mencoba nilai parameter C, *Storage*, GWS, serta CROPF (parameter dengan sensitivitas rendah) sehingga bisa didapat nilai perbedaan debit analisis dan debit terukur yang minimum.
  3. Mencoba nilai bobot pengaruh tiap stasiun hujan (jika terdapat lebih dari 1 stasiun hujan yang digunakan dalam perhitungan hujan rerata DAS).
  4. Tidak memasukkan data debit terukur untuk bulan-bulan yang penyimpangan debit analisis dan debit terukurnya besar. (Sumarauw, J.S.F, 2014).
- a. Koefisien determinasi ( $r^2$ )

Uji koefisien determinasi digunakan untuk menilai tingkat kemiripan model hidrologi antara hasil debit analisis dan debit terukur. Dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut:

$$r^2 = \left( \frac{\sum_{i=1}^n (Q_o - Q_o') - (Q_p - Q_p')}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (Q_o - Q_o')^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (Q_p - Q_p')^2}} \right) \quad (3)$$

$r^2$  = Nilai uji koefisien determinasi;  
 $Q_o$  = Debit terukur;  
 $Q_o'$  = Debit terukur rata-rata;  
 $Q_p$  = Debit analisis;  
 $Q_p'$  = Debit analisis rata-rata.

Nilai uji koefisien determinasi ( $r^2$ ) berkisar antara  $-\infty$  sampai 1. Jika nilainya adalah 1 ( $r^2 = 1$ ) menandakan bahwa data analisis dan data terukur sangatlah mirip. Pada dasarnya, jika nilai koefisien determinasi ( $r^2$ ) mendekati 1 maka semakin akurat data debit analisis.

### b. Nash-sutcliffe efficiency (NSE)

Uji *Nash-Sutcliffe Efficiency* digunakan untuk menilai kekuatan prediksi dari model debit hidrologi yang menggambarkan akurasi model. Dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut:

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Q_o - Q_p)^2}{\sum_{i=1}^n (Q_o - Q_o)^2} \quad (4)$$

NSE = Nilai uji *Nash-Sutcliffe Efficiency*.

## 2.8. Analisis Debit Andalan

Debit andalan adalah debit sungai yang diharapkan selalu ada sepanjang tahun dan didapat

dengan membuat terlebih dahulu garis durasi untuk debit-debit yang disamai atau dilampaui, kemudian ditetapkan suatu andalan berupa frekuensi kejadian yang di dalamnya terdapat paling sedikit satu kegagalan. Berdasarkan KP-01, untuk perencanaan irigasi debit andalan yang akan digunakan adalah debit  $Q_{80}$ , yang artinya debit tersebut mempunyai kemungkinan akan terjadi sebesar 80% dan tidak terpenuhi sebesar 20%.

$$P (\%) = \frac{m_1}{n+1} \times 100\% \quad (5)$$

$P (\%)$  = Probabilitas terjadinya kumpulan nilai yang akan diharapkan selama periode pengamatan (%);

$m_1$  = Nomor urut data;

$n$  = Jumlah data.

## 2.9. Analisis Kebutuhan Air Irigasi

Faktor- faktor yang sangat berpengaruh dalam kebutuhan air irigasi, yaitu:

1. Perkolasi (p)
2. Curah hujan efektif (Re)
3. Areal tanam sawah (As)
4. Penggunaan air konsumtif (Etc)
5. Pergantian lapisan air (WLR)
6. Efisiensi

Sedangkan tahapan perhitungan kebutuhan air irigasi dibagi menjadi 2 tahapan, yaitu:

1. Kebutuhan air selama penyiapan lahan;
2. Kebutuhan air untuk pertumbuhan tanaman.

## 2.10. Analisis Neraca Air

Neraca air merupakan kesetimbangan antara ketersediaan air dan kebutuhan air. Persamaan yang dapat digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Neraca Air} = \text{Ketersediaan Air} - \text{Kebutuhan Air} \quad (6)$$

Jika hasil perhitungan neraca air positif menandakan terjadi kelebihan air, sedangkan jika hasilnya negatif, menandakan terjadinya kekurangan air di lokasi yang diteliti.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Analisis Data

#### 3.1.1 Data Daerah Aliran Sungai

Luas DAS Nuay diperoleh dengan bantuan peta dari BWSS I adalah sebesar 5,9358 km<sup>2</sup>.

#### 3.1.2 Data Curah Hujan

Data curah hujan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data curah hujan bulanan dari stasiun hujan Ranowanko - Taratara dan stasiun hujan Noongan – Winebetan yang dijelaskan dalam Tabel 1.

#### 3.1.3. Analisis Data Debit untuk Keperluan Kalibrasi

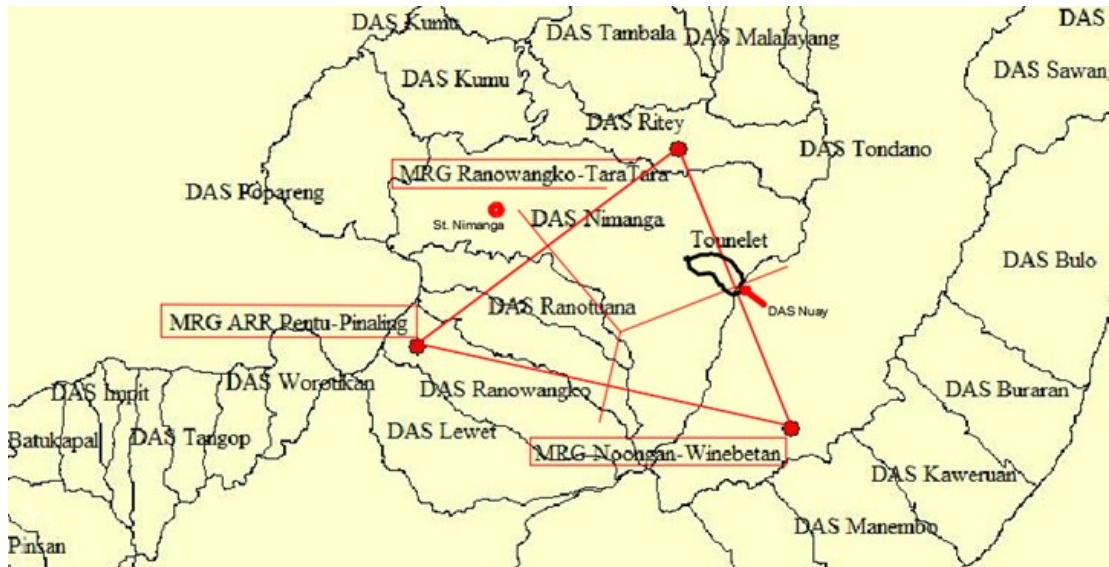
Karena data debit Sungai Nuay tidak tersedia, maka dilakukan perhitungan debit dengan menggunakan pendekatan teori perbandingan luas dengan data debit sungai yang ada dekat di sekitar. Diketahui bahwa luas DAS Nimanga Lelema di titik Bendung Nimanga adalah 235 km<sup>2</sup>, sedangkan luas DAS Nuay adalah 5,936 km<sup>2</sup>. Nilai perbandingan luas DAS adalah sebagai berikut :

$$X = \frac{5,936}{235} = 0,025 \quad (7)$$

Selanjutnya nilai debit rata-rata dari Sungai Nimanga akan dikalikan dengan nilai perbandingan DAS di atas untuk memperoleh nilai debit untuk Sungai Nuay di Titik Bendung Nuay. Hasil perhitungan selengkapnya untuk data debit Sungai Nuay disajikan dalam Tabel 3.



Gambar 1. Peta Daerah Aliran Sungai (DAS) Nuay. (Google Earth, 2023)



Gambar 2. Peta Pos Hujan DAS Nuay. (BWS Sulawesi I, 2023)

**Tabel 1.** Data Curah Hujan Sta. Hujan Ranowanko – Taratara dan Noongan - Winebetan

| Bulan / Tahun  |   | 2010   | 2011   | 2012   | 2013   | 2014   | 2015   | 2016   | 2017   | 2018   | 2019   |
|----------------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Januari        | 1 | 222.3  | 68.2   | 90.5   | 35.6   | 644.3  | 268.8  | 20.9   | 354.5  | 91.2   | 160.7  |
|                | 2 | 224.0  | 151.8  | 296.0  | 50.8   | 231.5  | 49.1   | 60.1   | 189.1  | 139.9  | 160.0  |
| Februari       | 1 | 51.3   | 228.0  | 119.2  | 168.0  | 21.7   | 131.8  | 32.8   | 208.6  | 347.8  | 157.4  |
|                | 2 | 11.1   | 264.1  | 128.7  | 119.0  | 13.1   | 31.4   | 51.2   | 191.6  | 86.9   | 28.0   |
| Maret          | 1 | 20.7   | 185.0  | 206.1  | 28.7   | 23.8   | 1.3    | 14.4   | 289.5  | 145.9  | 74.1   |
|                | 2 | 14.9   | 367.7  | 103.6  | 35.9   | 149.5  | 75.7   | 6.9    | 238.6  | 142.0  | 72.6   |
| April          | 1 | 121.3  | 99.8   | 248.7  | 42.8   | 166.9  | 10.9   | 56.4   | 158.1  | 97.8   | 48.4   |
|                | 2 | 119.6  | 202.3  | 119.1  | 181.2  | 67.0   | 30.8   | 106.3  | 129.7  | 226.3  | 248.8  |
| Mei            | 1 | 163.9  | 141.8  | 188.4  | 86.0   | 195.9  | 124.1  | 190.9  | 133.3  | 104.9  | 14.9   |
|                | 2 | 235.0  | 179.7  | 46.3   | 94.1   | 155.8  | 58.2   | 147.7  | 200.4  | 70.7   | 81.4   |
| Juni           | 1 | 48.8   | 180.6  | 209.2  | 147.3  | 203.4  | 66.1   | 199.6  | 470.6  | 28.8   | 96.0   |
|                | 2 | 48.8   | 0.6    | 52.8   | 141.8  | 54.9   | 0.0    | 27.9   | 181.2  | 116.2  | 65.9   |
| Juli           | 1 | 152.1  | 9.7    | 98.5   | 268.0  | 36.1   | 3.8    | 158.4  | 51.1   | 85.1   | 47.6   |
|                | 2 | 92.3   | 32.6   | 1.5    | 137.5  | 128.0  | 1.3    | 21.1   | 40.9   | 17.8   | 0.0    |
| Agustus        | 1 | 8.0    | 41.5   | 128.7  | 80.7   | 67.5   | 4.9    | 0.1    | 128.0  | 82.3   | 37.4   |
|                | 2 | 150.2  | 147.0  | 80.7   | 87.5   | 51.3   | 0.0    | 80.9   | 94.3   | 57.6   | 4.3    |
| September      | 1 | 27.6   | 68.1   | 17.7   | 57.2   | 113.7  | 0.0    | 92.8   | 162.7  | 38.8   | 35.2   |
|                | 2 | 155.0  | 87.5   | 11.6   | 128.6  | 0.0    | 0.0    | 134.0  | 166.2  | 88.1   | 74.8   |
| Oktober        | 1 | 131.8  | 24.1   | 143.3  | 130.1  | 38.2   | 2.6    | 115.0  | 84.3   | 54.7   | 110.9  |
|                | 2 | 152.6  | 80.1   | 27.4   | 184.6  | 173.4  | 102.2  | 149.4  | 148.7  | 70.9   | 124.5  |
| November       | 1 | 172.1  | 261.3  | 458.9  | 158.6  | 162.9  | 66.6   | 68.9   | 217.3  | 46.2   | 41.2   |
|                | 2 | 343.4  | 479.3  | 118.5  | 108.5  | 253.1  | 23.1   | 229.6  | 140.1  | 61.9   | 99.2   |
| Desember       | 1 | 185.2  | 197.4  | 42.1   | 67.4   | 317.9  | 62.8   | 211.4  | 179.5  | 102.1  | 37.5   |
|                | 2 | 2902.3 | 3534.2 | 2999.5 | 2600.5 | 3341.1 | 1210.3 | 2388.1 | 4282.1 | 2321.5 | 1828.5 |
| Total          |   | 2902.3 | 3534.2 | 2999.5 | 2600.5 | 3341.1 | 1210.3 | 2388.1 | 4282.1 | 2321.5 | 1828.5 |
| Rerata Tahunan |   | 2740.8 |        |        |        |        |        |        |        |        |        |

**Tabel 2.** Data Debit Tahun 2017 Sta. Nimanga – Lelema. (BWS Sulawesi I, 2023)

| Januari |       | Februari |       | Maret     |       | April   |      | Mei      |       | Juni     |       |
|---------|-------|----------|-------|-----------|-------|---------|------|----------|-------|----------|-------|
| I       | II    | I        | II    | I         | II    | I       | II   | I        | II    | I        | II    |
| 35.04   | 37.57 | 23.69    | 16.29 | 17.44     | 19.11 | 13.26   | 7.07 | 8.94     | 23.04 | 22.09    | 20.98 |
| Juli    |       | Agustus  |       | September |       | Oktober |      | November |       | Desember |       |
| I       | II    | I        | II    | I         | II    | I       | II   | I        | II    | I        | II    |
| 19.84   | 7.02  | 4.58     | 4.82  | 2.88      | 5.80  | 7.29    | 4.94 | 4.55     | 12.60 | 14.56    | 22.72 |

**Tabel 3.** Data Debit Sungai Nuay Hasil Kalibrasi Perbandingan Luas Tahun 2017

| Januari |       | Februari |       | Maret     |       | April   |       | Mei      |       | Juni     |       |
|---------|-------|----------|-------|-----------|-------|---------|-------|----------|-------|----------|-------|
| I       | II    | I        | II    | I         | II    | I       | II    | I        | II    | I        | II    |
| 0.885   | 0.949 | 0.598    | 0.411 | 0.440     | 0.483 | 0.335   | 0.179 | 0.226    | 0.582 | 0.558    | 0.530 |
| Juli    |       | Agustus  |       | September |       | Oktober |       | November |       | Desember |       |
| I       | II    | I        | II    | I         | II    | I       | II    | I        | II    | I        | II    |
| 0.501   | 0.177 | 0.116    | 0.122 | 0.073     | 0.147 | 0.184   | 0.125 | 0.115    | 0.318 | 0.368    | 0.574 |

### 3.2. Perhitungan Evapotranspirasi Metode Penman Modification

Perhitungan dilakukan dengan periode data setengah bulanan dan data klimatologi. Hasil perhitungan ditampilkan pada Tabel 4.

### 3.3. Analisis ketersediaan air metode NRECA

Metode NRECA memerlukan data utama seperti curah hujan dan evapotranspirasi. Parameter-parameter karakteristik DAS diasumsikan terlebih dahulu disesuaikan dengan lokasi penelitian. Hasil analisis ditampilkan dalam Tabel 5.

### 3.4. Kalibrasi Model

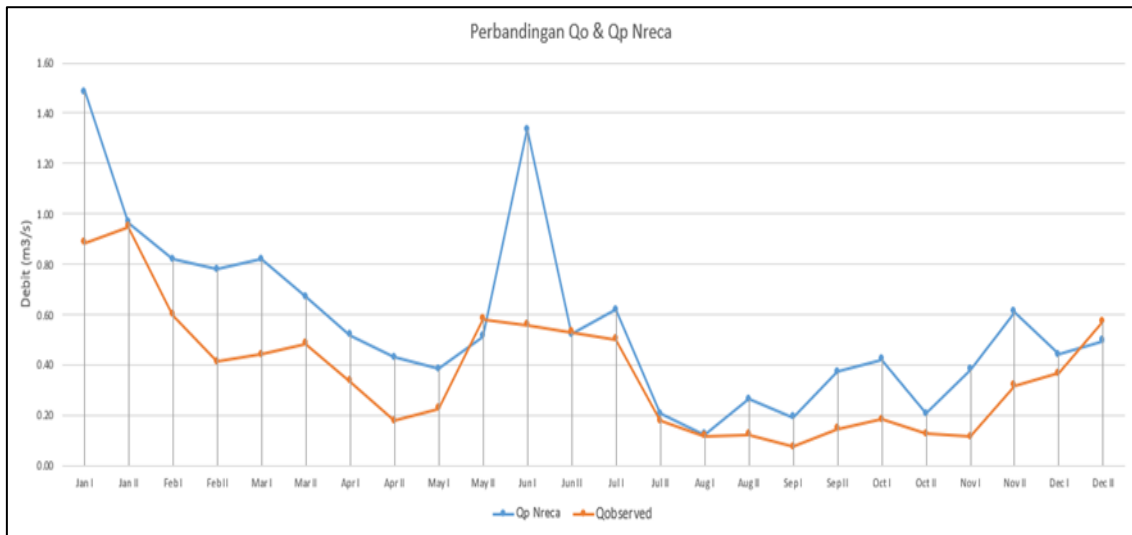
Hasil kalibrasi model ditampilkan dalam Tabel 6. Parameter-parameter yang ditampilkan dalam Tabel 6 akan dicoba-coba sehingga mendapatkan nilai debit analisis yang sesuai. Selanjutnya, nilai debit analisis hasil kalibrasi akan dibandingkan dengan nilai debit terukur pada titik tinjauan.

Tabel 4. Perhitungan Nilai Evapotranspirasi

| No. | DESCRIPTION                                       | January |       | February |       | March |       | April |       | May   |       | June  |       | July  |       | August |       | September |       | October |       | November |       | December |       |
|-----|---|---------|-------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-----------|-------|---------|-------|----------|-------|----------|-------|
|     |   | 1       | 2     | 1        | 2     | 1     | 2     | 1     | 2     | 1     | 2     | 1     | 2     | 1     | 2     | 1      | 2     | 1         | 2     | 1       | 2     | 1        | 2     | 1        | 2     |
| 1   | Temperature (T)                                   | 26.8    | 25.9  | 26.4     | 27.1  | 27.5  | 27.7  | 27.9  | 26.4  | 28.3  | 27.9  | 27.3  | 27.0  | 26.4  | 26.6  | 27.3   | 27.4  | 28.0      | 28.7  | 28.9    | 27.4  | 27.9     | 27.5  | 26.9     | 27.6  |
| 2   | Saturation Vapour Pressure (ea) ----> Table 1     | 35.30   | 33.46 | 34.34    | 35.94 | 36.79 | 37.14 | 37.56 | 34.45 | 38.43 | 37.65 | 36.37 | 35.78 | 34.50 | 34.77 | 36.27  | 36.53 | 37.72     | 39.45 | 39.79   | 36.51 | 37.52    | 36.79 | 35.53    | 36.96 |
| 3   | Relative Humidity (RH)                            | 0.98    | 0.98  | 0.98     | 0.98  | 0.98  | 0.98  | 0.98  | 0.98  | 0.98  | 0.98  | 0.98  | 0.98  | 0.98  | 0.98  | 0.98   | 0.98  | 0.98      | 0.98  | 0.97    | 0.98  | 0.98     | 0.98  | 0.98     |       |
| 4   | Vapour Pressure (ed) = (ea x RH)                  | 34.59   | 32.79 | 33.66    | 35.22 | 36.00 | 36.40 | 36.76 | 33.72 | 37.66 | 36.94 | 35.64 | 35.07 | 33.76 | 34.08 | 35.44  | 35.64 | 36.97     | 38.66 | 38.60   | 35.78 | 36.67    | 36.00 | 34.91    | 36.17 |
| 5   | Diff. Vapour Pressure (ea - ed)                   | 0.71    | 0.67  | 0.69     | 0.72  | 0.78  | 0.74  | 0.80  | 0.74  | 0.77  | 0.71  | 0.73  | 0.72  | 0.74  | 0.70  | 0.82   | 0.89  | 0.75      | 0.79  | 1.19    | 0.73  | 0.85     | 0.78  | 0.71     | 0.79  |
| 6   | Wind Velocity (U) Km/day                          | 43.7    | 28.7  | 33.9     | 37.6  | 28.3  | 42.7  | 34.6  | 31.2  | 23.7  | 15.8  | 29.5  | 26.7  | 31.2  | 27.4  | 42.4   | 45.9  | 42.5      | 28.5  | 30.7    | 28.8  | 27.0     | 29.2  | 24.8     | 35.8  |
| 7   | f(U) = 0.271*(U/1000)                             | 0.39    | 0.35  | 0.36     | 0.37  | 0.35  | 0.39  | 0.36  | 0.35  | 0.33  | 0.31  | 0.35  | 0.34  | 0.35  | 0.34  | 0.38   | 0.39  | 0.38      | 0.35  | 0.35    | 0.35  | 0.34     | 0.35  | 0.34     | 0.37  |
| 8   | Weighting Factor = W ----> Table 2                | 0.76    | 0.75  | 0.75     | 0.76  | 0.77  | 0.77  | 0.77  | 0.75  | 0.77  | 0.77  | 0.76  | 0.76  | 0.75  | 0.76  | 0.76   | 0.76  | 0.77      | 0.77  | 0.77    | 0.76  | 0.77     | 0.77  | 0.76     | 0.77  |
| 9   | Weighting Factor for Wind = 1-W                   | 0.24    | 0.25  | 0.25     | 0.24  | 0.23  | 0.23  | 0.23  | 0.25  | 0.23  | 0.23  | 0.24  | 0.24  | 0.25  | 0.24  | 0.24   | 0.24  | 0.23      | 0.23  | 0.23    | 0.23  | 0.23     | 0.23  | 0.24     | 0.23  |
| 10  | Aerodynamic Factor = (1-W) f(U) (ea-ed)           | 0.07    | 0.06  | 0.06     | 0.06  | 0.06  | 0.07  | 0.07  | 0.06  | 0.06  | 0.06  | 0.06  | 0.06  | 0.06  | 0.06  | 0.07   | 0.08  | 0.07      | 0.06  | 0.10    | 0.06  | 0.07     | 0.06  | 0.06     | 0.07  |
| 11  | Extra Terrestrial Radiation (Ra) ----> Table 3    | 14.79   | 14.79 | 15.36    | 15.36 | 15.63 | 15.63 | 15.30 | 15.30 | 14.76 | 14.76 | 14.11 | 14.11 | 14.24 | 14.24 | 14.87  | 14.87 | 15.30     | 15.30 | 15.33   | 15.33 | 14.89    | 14.89 | 14.52    | 14.52 |
| 12  | Sunshine (n)                                      | 0.20    | 0.14  | 0.31     | 0.44  | 0.36  | 0.44  | 0.42  | 0.19  | 0.45  | 0.37  | 0.32  | 0.47  | 0.36  | 0.36  | 0.59   | 0.61  | 0.63      | 0.64  | 0.52    | 0.34  | 0.44     | 0.37  | 0.33     | 0.42  |
| 13  | Sunshine (n) (Jam/Jan)                            | 1.61    | 1.10  | 2.45     | 3.53  | 2.85  | 3.54  | 3.34  | 1.48  | 3.62  | 2.99  | 2.53  | 3.73  | 2.90  | 2.90  | 4.69   | 4.89  | 5.04      | 5.09  | 4.16    | 2.72  | 3.53     | 2.96  | 2.67     | 3.40  |
| 14  | n ----> Table 4                                   | 11.94   | 11.94 | 11.97    | 11.97 | 12.00 | 12.00 | 12.06 | 12.06 | 12.09 | 12.09 | 12.11 | 12.11 | 12.09 | 12.09 | 12.09  | 12.09 | 12.03     | 12.03 | 12.00   | 12.00 | 11.97    | 11.97 | 11.94    | 11.94 |
| 15  | Sunshine (nH)                                     | 0.13    | 0.09  | 0.20     | 0.29  | 0.24  | 0.29  | 0.28  | 0.12  | 0.30  | 0.25  | 0.21  | 0.31  | 0.24  | 0.24  | 0.39   | 0.40  | 0.42      | 0.42  | 0.35    | 0.23  | 0.29     | 0.25  | 0.22     | 0.28  |
| 16  | Short Wave Solar Radiation (Rs) = (0.25+0.5n) Ra  | 4.69    | 4.38  | 5.41     | 6.10  | 5.76  | 6.21  | 5.94  | 4.77  | 5.90  | 5.51  | 5.00  | 5.70  | 5.27  | 5.27  | 6.60   | 6.73  | 7.03      | 7.06  | 6.49    | 5.57  | 5.91     | 5.56  | 5.25     | 5.69  |
| 17  | Incom. Short Wave Solar Radiation (Pns) = 0.1 Rs  | 3.52    | 3.28  | 4.06     | 4.58  | 4.32  | 4.66  | 4.46  | 3.57  | 4.42  | 4.13  | 3.75  | 4.28  | 3.95  | 3.95  | 4.95   | 5.05  | 5.27      | 5.29  | 4.87    | 4.18  | 4.44     | 4.17  | 3.94     | 4.27  |
| 18  | Effect of Temperature on Pn = f(T) ----> Table 5  | 16.06   | 15.88 | 15.97    | 16.12 | 16.20 | 16.24 | 16.28 | 15.98 | 16.35 | 16.29 | 16.16 | 16.11 | 15.99 | 16.01 | 16.15  | 16.18 | 16.29     | 16.44 | 16.47   | 16.18 | 16.27    | 16.20 | 16.08    | 16.22 |
| 19  | Effect of (ed) on Pn = f(ed) = 0.34 - 0.04 Ved    | 0.10    | 0.11  | 0.11     | 0.10  | 0.10  | 0.10  | 0.10  | 0.11  | 0.09  | 0.10  | 0.10  | 0.10  | 0.11  | 0.11  | 0.10   | 0.10  | 0.10      | 0.09  | 0.09    | 0.10  | 0.10     | 0.10  | 0.10     | 0.10  |
| 20  | Effect of (nH) on Pn = f(nH) = 0.1 + 0.9 nH       | 0.22    | 0.18  | 0.28     | 0.37  | 0.31  | 0.37  | 0.35  | 0.21  | 0.37  | 0.32  | 0.29  | 0.38  | 0.32  | 0.32  | 0.45   | 0.46  | 0.48      | 0.48  | 0.41    | 0.30  | 0.37     | 0.32  | 0.30     | 0.36  |
| 21  | Net Long Wave Radiation Pnl = f(T) f(ed) f(n)     | 0.37    | 0.32  | 0.49     | 0.60  | 0.51  | 0.59  | 0.55  | 0.36  | 0.57  | 0.51  | 0.47  | 0.63  | 0.54  | 0.54  | 0.74   | 0.76  | 0.75      | 0.72  | 0.62    | 0.50  | 0.58     | 0.52  | 0.50     | 0.57  |
| 22  | Net Radiation Pn = Pns - Pnl                      | 3.15    | 2.96  | 3.57     | 3.97  | 3.81  | 4.07  | 3.90  | 3.21  | 3.85  | 3.63  | 3.28  | 3.65  | 3.41  | 3.41  | 4.21   | 4.29  | 4.52      | 4.57  | 4.24    | 3.68  | 3.95     | 3.65  | 3.44     | 3.70  |
| 23  | Effect W on Pn = W . Pn                           | 2.39    | 2.22  | 2.69     | 3.02  | 2.92  | 3.12  | 3.00  | 2.42  | 2.97  | 2.79  | 2.50  | 2.77  | 2.57  | 2.58  | 3.21   | 3.27  | 3.48      | 3.54  | 3.29    | 2.81  | 2.96     | 2.79  | 2.61     | 2.83  |
| 24  | Adjustment Factor = C ----> Table 6               | 1.02    | 1.02  | 1.03     | 1.04  | 1.04  | 1.04  | 1.04  | 1.03  | 1.05  | 1.04  | 1.03  | 1.04  | 1.03  | 1.03  | 1.04   | 1.04  | 1.05      | 1.05  | 1.05    | 1.04  | 1.04     | 1.04  | 1.04     | 1.04  |
| 25  | Evapotranspiration (E To) = C (W/Pn) + f(U) f(Ra) | 2.49    | 2.32  | 2.84     | 3.21  | 3.10  | 3.32  | 3.19  | 2.55  | 3.17  | 2.97  | 2.64  | 2.95  | 2.72  | 2.73  | 3.43   | 3.50  | 3.72      | 3.81  | 3.55    | 2.98  | 3.16     | 2.96  | 2.76     | 3.00  |
| 26  | Monthly Eto (mm/days)                             | 37.41   | 37.20 | 42.62    | 41.78 | 46.56 | 53.05 | 47.88 | 38.23 | 47.52 | 47.47 | 39.58 | 44.26 | 40.82 | 43.65 | 51.47  | 56.03 | 55.78     | 57.09 | 53.22   | 47.72 | 47.47    | 44.47 | 41.43    | 48.05 |

Tabel 5. Analisis Ketersediaan Air Metode NRECA Sebelum Kalibrasi Tahun 2017

| YEAR | MONTH | DAY | PRECIP<br>(mm) | PET<br>(mm) | MOIST STORAGE<br>(mm) | STORAGE RATIO (SR) | PRECIP PET (R) | AET/PET | AET<br>(mm) | WATER BALANCE<br>(mm) | EXCESS MOIST RATIO<br>X | EXCESS MOIST<br>(mm) | DELTA STORAGE<br>(mm) | RECHG TO GW<br>(mm) | GROUND WATER STORAGE |        | DIRECT FLOW<br>(mm) | TOTAL DISC<br>(mm) | TOTAL MONTHLY DISCHARGE<br>(m3/sec) | Observed Monthly Discharge (X)<br>(m3/sec) |      |      |
|------|-------|-----|----------------|-------------|-----------------------|--------------------|----------------|---------|-------------|-----------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|--------|---------------------|--------------------|-------------------------------------|--|------|------|
|      |       |     |                |             |                       |                    |                |         |             |                       |                         |                      |                       |                     | BEGIN                | END    |                     |                    |                                     |  |      |      |
|      |       |     |                |             |                       |                    |                |         |             |                       |                         |                      |                       |                     | 15                   | 16     |                     |                    |                                     |  |      |      |
| 2017 | JAN   | 15  | 354.47         | 37.41       | 500.00                | 0.64               | 9.47           | 1.00    | 37.41       | 317.06                | -0.70                   | 20                   | 62.87                 | 254.19              | 31.44                | 700.00 | 731.44              | 292.57             | 31.44                               | 324.01                                     | 1.48 | 0.89 |
|      |       | 16  | 189.13         | 37.20       | 754.19                | 0.96               | 5.08           | 1.00    | 37.20       | 151.93                | -0.08                   | 0.46                 | 70.21                 | 81.72               | 35.10                | 438.86 | 473.96              | 189.59             | 35.10                               | 224.69                                     | 0.96 | 0.95 |
|      | FEB   | 15  | 208.64         | 42.62       | 835.91                | 1.06               | 4.90           | 1.00    | 42.62       | 166.03                | 0.12                    | 0.56                 | 93.27                 | 72.76               | 46.64                | 284.38 | 331.01              | 132.41             | 46.64                               | 179.04                                     | 0.82 | 0.60 |
|      |       | 13  | 191.61         | 41.78       | 908.67                | 1.16               | 4.59           | 1.00    | 41.78       | 149.83                | 0.30                    | 0.65                 | 96.90                 | 52.93               | 48.45                | 198.61 | 247.06              | 98.82              | 48.45                               | 147.28                                     | 0.78 | 0.41 |
|      | MAR   | 15  | 289.53         | 46.56       | 961.60                | 1.22               | 6.22           | 1.00    | 46.56       | 242.97                | 0.43                    | 0.70                 | 170.93                | 72.04               | 85.46                | 148.24 | 233.70              | 93.48              | 85.46                               | 178.94                                     | 0.82 | 0.44 |
|      |       | 16  | 238.64         | 53.05       | 1033.64               | 1.32               | 4.50           | 1.00    | 53.05       | 185.59                | 0.61                    | 0.77                 | 143.19                | 42.40               | 71.59                | 140.22 | 211.81              | 84.73              | 71.59                               | 156.32                                     | 0.67 | 0.48 |
|      | APR   | 15  | 158.08         | 47.88       | 1076.04               | 1.37               | 3.30           | 1.00    | 47.88       | 110.20                | 0.71                    | 0.81                 | 88.83                 | 21.37               | 44.41                | 127.09 | 171.50              | 68.60              | 44.41                               | 113.01                                     | 0.52 | 0.34 |
|      |       | 15  | 129.69         | 38.23       | 1097.41               | 1.40               | 3.39           | 1.00    | 38.23       | 91.46                 | 0.76                    | 0.82                 | 75.17                 | 16.29               | 37.59                | 102.90 | 140.49              | 56.19              | 37.59                               | 93.78                                      | 0.43 | 0.18 |
|      | MEI   | 15  | 133.27         | 47.52       | 1113.70               | 1.42               | 2.80           | 1.00    | 47.52       | 85.75                 | 0.80                    | 0.83                 | 71.45                 | 14.30               | 35.73                | 84.29  | 120.02              | 48.01              | 35.73                               | 83.73                                      | 0.38 | 0.23 |
|      |       | 16  | 200.44         | 47.47       | 1128.00               | 1.44               | 4.22           | 1.00    | 47.47       | 152.98                | 0.84                    | 0.84                 | 128.93                | 24.05               | 64.46                | 72.01  | 136.47              | 54.59              | 64.46                               | 119.05                                     | 0.51 | 0.58 |
|      | JUN   | 15  | 470.64         | 39.58       | 1152.05               | 1.47               | 11.89          | 1.00    | 39.58       | 491.06                | 0.90                    | 0.86                 | 369.75                | 61.31               | 184.87               | 81.88  | 266.76              | 106.70             | 184.87                              | 291.58                                     | 1.34 | 0.56 |
|      |       | 15  | 123.59         | 44.26       | 1213.35               | 1.55               | 2.79           | 1.00    | 44.26       | 79.33                 | 1.05                    | 0.89                 | 70.65                 | 8.68                | 35.33                | 160.06 | 195.38              | 78.15              | 35.33                               | 113.48                                     | 0.52 | 0.53 |
|      | JUL   | 15  | 181.17         | 40.82       | 1222.03               | 1.56               | 4.44           | 1.00    | 40.82       | 140.35                | 1.07                    | 0.89                 | 125.58                | 14.78               | 62.79                | 117.23 | 180.02              | 72.01              | 62.79                               | 134.79                                     | 0.62 | 0.50 |
|      |       | 16  | 51.08          | 43.65       | 1236.81               | 1.58               | 1.17           | 1.00    | 43.65       | 7.43                  | 1.11                    | 0.90                 | 6.70                  | 0.73                | 3.35                 | 108.01 | 111.36              | 44.54              | 3.35                                | 47.89                                      | 0.21 | 0.18 |
|      | AGT   | 15  | 40.95          | 51.47       | 1237.54               | 1.58               | 0.80           | 0.96    | 49.24       | -8.30                 | 1.11                    | 0.00                 | 0.00                  | -8.30               | 0.00                 | 66.82  | 66.82               | 26.73              | 0.00                                | 26.73                                      | 0.12 | 0.12 |
|      |       | 16  | 128.01         | 56.03       | 1229.25               | 1.57               | 2.28           | 1.00    | 56.03       | 71.98                 | 1.09                    | 0.90                 | 64.64                 | 7.34                | 32.32                | 40.09  | 72.41               | 28.96              | 32.32                               | 61.28                                      | 0.26 | 0.12 |
|      | SEP   | 15  | 94.30          | 55.78       | 1236.59               | 1.57               | 1.69           | 1.00    | 55.78       | 38.52                 | 1.11                    | 0.90                 | 34.72                 | 3.80                | 17.36                | 43.45  | 60.80               | 24.32              | 17.36                               | 41.68                                      | 0.19 | 0.07 |
|      |       | 15  | 162.71         | 57.09       | 1240.39               | 1.58               | 2.85           | 1.00    | 57.09       | 105.62                |                         |                      |                       |                     |                      |        |                     |                    |                                     |  |      |      |



Gambar 3. Grafik Perbandingan Debit Terukur dan Debit Hitungan Sebelum Kalibrasi Tahun 2017

Tabel 6. Parameter Dalam Menghitung Kalibrasi Model

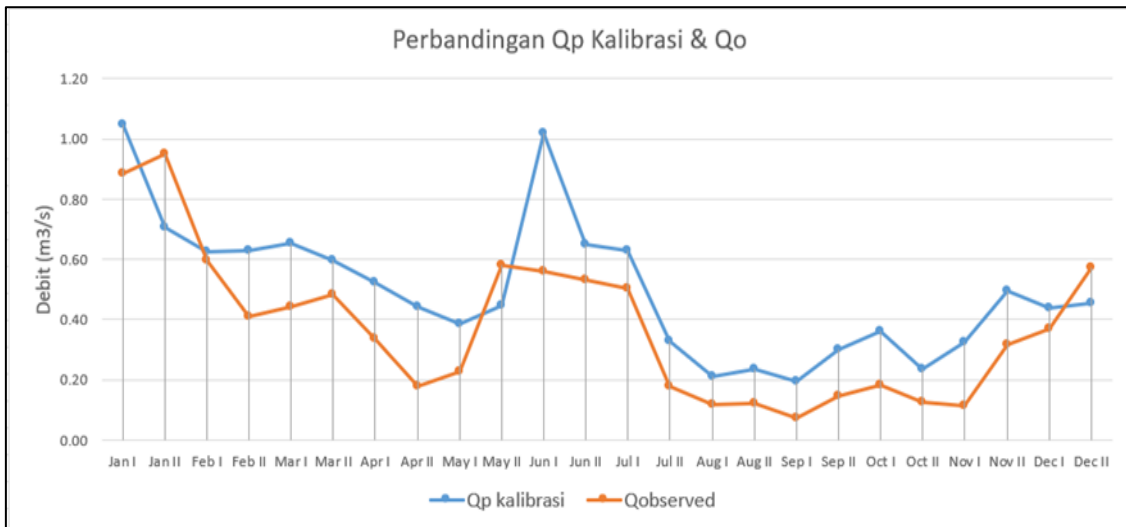
|   |                 |
|---|-----------------|
| Curah Hujan Rerata Tahunan = 2740,81 mm   | PSUB (P1) = 0,5 |
| Koef. C = 0,25                            | GWF(P2) = 0,4   |
| NOMINAL = 785,203 mm                      | SMS = 500 mm    |
| Debit terukur = 0,89 m <sup>3</sup> /det  | GWS = 500 mm    |
| Debit hitungan = 1,05 m <sup>3</sup> /det | CROPF = 1,1     |
| Luas DAS = 5,936 Km <sup>2</sup>          |                 |

Tabel 7. Perhitungan Kalibrasi Debit Metode NRECA Tahun 2017

| YEAR | MONTH | DAY | PRECIP<br>(mm) | PET<br>(mm) | MOIST<br>STORAGE<br>(mm) | STORAGE<br>RATIO<br>(SR) | PRECIP<br>PET<br>(R) | AET/PET | AET<br>(mm) | WATER<br>BALANCE<br>(mm) | X     | EXCESS<br>MOIST<br>RATIO | EXCESS<br>MOIST<br>(mm) | DELTA<br>STORAGE<br>(mm) | RECHG<br>TO GW<br>(mm) | GROUND WATER             |                     | DIRECT<br>FLOW<br>(mm) | TOTAL<br>DISC<br>(mm) | TOTAL<br>MONTHLY<br>DISCHARGE<br>(m <sup>3</sup> /sec) | Observed<br>Monthly<br>Discharge (X)<br>(m <sup>3</sup> /sec) |      |
|------|-------|-----|----------------|-------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|---------|-------------|--------------------------|-------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|---------------------|------------------------|-----------------------|--|---|------|
|      |       |     |                |             |                          |                          |                      |         |             |                          |       |                          |                         |                          |                        | STORAGE<br>BEGIN<br>(mm) | FLOW<br>END<br>(mm) |                        |                       |  |   |      |
|      |       |     |                |             |                          |                          |                      |         |             |                          |       |                          |                         |                          |                        |                          |                     |                        |                       |  |   | 15   |
| 2017 | JAN   | 15  | 354.47         | 37.41       | 500.00                   | 0.64                     | 9.47                 | 1.00    | 41.15       | 313.32                   | -0.70 | 0.20                     | 62.13                   | 251.19                   | 55.92                  | 500.00                   | 555.92              | 222.37                 | 6.21                  | 228.58   | 1.05  | 0.89 |
|      |       | 16  | 189.13         | 37.20       | 751.19                   | 0.96                     | 5.08                 | 1.00    | 40.92       | 148.21                   | -0.08 | 0.46                     | 67.95                   | 80.26                    | 61.15                  | 333.55                   | 394.70              | 157.88                 | 6.79                  | 164.67   | 0.71  | 0.95 |
|      | FEB   | 15  | 208.64         | 42.62       | 831.45                   | 1.06                     | 4.90                 | 1.00    | 46.88       | 161.76                   | 0.11  | 0.56                     | 90.01                   | 71.76                    | 81.00                  | 236.82                   | 317.83              | 127.13                 | 9.00                  | 136.13   | 0.62  | 0.60 |
|      |       | 16  | 191.61         | 41.78       | 903.21                   | 1.15                     | 4.59                 | 1.00    | 45.95       | 145.65                   | 0.20  | 0.64                     | 93.31                   | 52.35                    | 83.98                  | 190.70                   | 274.67              | 109.87                 | 9.33                  | 119.20   | 0.63  | 0.41 |
|      | MAR   | 15  | 289.53         | 46.56       | 955.96                   | 1.22                     | 6.22                 | 1.00    | 51.22       | 238.31                   | 0.42  | 0.70                     | 166.17                  | 72.14                    | 149.95                 | 164.80                   | 314.36              | 125.74                 | 16.62                 | 142.36   | 0.65  | 0.44 |
|      |       | 16  | 238.64         | 53.05       | 1027.70                  | 1.31                     | 4.50                 | 1.00    | 58.36       | 180.29                   | 0.59  | 0.77                     | 138.16                  | 42.12                    | 124.35                 | 188.62                   | 312.96              | 125.18                 | 13.82                 | 139.00   | 0.60  | 0.48 |
|      | APR   | 15  | 158.08         | 47.88       | 1069.82                  | 1.36                     | 3.30                 | 1.00    | 52.67       | 105.41                   | 0.70  | 0.80                     | 84.46                   | 20.95                    | 76.01                  | 187.78                   | 263.79              | 105.52                 | 8.45                  | 113.96   | 0.52  | 0.34 |
|      |       | 16  | 129.69         | 38.23       | 1090.77                  | 1.39                     | 3.39                 | 1.00    | 42.05       | 87.64                    | 0.75  | 0.82                     | 71.61                   | 16.03                    | 64.45                  | 158.27                   | 222.72              | 89.09                  | 7.16                  | 96.25  | 0.44  | 0.18 |
|      | MAY   | 15  | 133.27         | 47.52       | 1106.80                  | 1.41                     | 2.80                 | 1.00    | 52.28       | 80.99                    | 0.79  | 0.83                     | 67.11                   | 13.89                    | 60.39                  | 133.63                   | 194.03              | 77.61                  | 6.71                  | 84.32  | 0.39  | 0.23 |
|      |       | 16  | 200.44         | 47.47       | 1120.69                  | 1.43                     | 4.22                 | 1.00    | 52.21       | 148.23                   | 0.82  | 0.84                     | 124.21                  | 24.02                    | 111.79                 | 116.42                   | 228.21              | 91.28                  | 12.42                 | 103.71   | 0.45  | 0.58 |
|      | JUN   | 15  | 470.64         | 39.58       | 1144.70                  | 1.46                     | 11.89                | 1.00    | 43.54       | 427.10                   | 0.88  | 0.85                     | 364.46                  | 62.64                    | 328.01                 | 136.93                   | 464.94              | 185.97                 | 36.45                 | 222.42   | 1.02  | 0.56 |
|      |       | 16  | 123.59         | 44.26       | 1207.35                  | 1.54                     | 2.79                 | 1.00    | 48.69       | 74.90                    | 1.03  | 0.89                     | 66.49                   | 8.41                     | 59.85                  | 278.96                   | 338.81              | 135.52                 | 6.65                  | 142.17   | 0.65  | 0.53 |
|      | JUL   | 15  | 181.17         | 40.82       | 1215.76                  | 1.55                     | 4.44                 | 1.00    | 44.90       | 136.27                   | 1.05  | 0.89                     | 121.52                  | 14.75                    | 109.37                 | 203.28                   | 312.66              | 125.06                 | 12.15                 | 137.21   | 0.63  | 0.50 |
|      |       | 16  | 51.08          | 43.65       | 1250.50                  | 1.57                     | 1.17                 | 1.00    | 48.01       | 3.07                     | 1.09  | 0.90                     | 2.76                    | 0.31                     | 2.48                   | 187.59                   | 190.07              | 76.03                  | 0.28                  | 76.30  | 0.33  | 0.18 |
|      | AGT   | 15  | 40.95          | 51.47       | 1259.82                  | 1.57                     | 0.80                 | 0.96    | 54.12       | -13.17                   | 1.09  | 0.00                     | 0.00                    | -13.17                   | 0.00                   | 114.04                   | 114.04              | 45.62                  | 0.00                  | 45.62  | 0.21  | 0.12 |
|      |       | 16  | 128.01         | 56.03       | 1217.65                  | 1.55                     | 2.28                 | 1.00    | 63.63       | 66.38                    | 1.06  | 0.89                     | 59.25                   | 7.12                     | 53.33                  | 68.43                    | 121.75              | 48.70                  | 5.93                  | 54.63  | 0.23  | 0.12 |
|      | SEP   | 15  | 94.30          | 55.78       | 1224.77                  | 1.56                     | 1.69                 | 1.00    | 61.36       | 32.95                    | 1.08  | 0.90                     | 29.52                   | 3.43                     | 26.57                  | 73.05                    | 99.62               | 39.85                  | 2.95                  | 42.80  | 0.20  | 0.07 |
|      |       | 16  | 162.71         | 57.09       | 1228.20                  | 1.56                     | 2.85                 | 1.00    | 62.79       | 99.92                    | 1.08  | 0.90                     | 89.68                   | 10.24                    | 80.71                  | 59.77                    | 140.48              | 56.19                  | 8.97                  | 65.16  | 0.30  | 0.15 |
|      | OKT   | 15  | 366.23         | 53.22       | 1238.44                  | 1.58                     | 3.12                 | 1.00    | 58.55       | 107.68                   | 1.11  | 0.90                     | 97.13                   | 10.55                    | 87.42                  | 84.29                    | 171.71              | 68.68                  | 9.71                  | 78.40  | 0.36  | 0.18 |
|      |       | 16  | 84.34          | 47.72       | 1248.99                  | 1.59                     | 1.77                 | 1.00    | 52.49       | 31.84                    | 1.14  | 0.91                     | 28.86                   | 2.98                     | 25.98                  | 103.02                   | 129.00              | 51.60                  | 2.89                  | 54.49  | 0.23  | 0.12 |
|      | NOV   | 15  | 148.74         | 47.47       | 1251.96                  | 1.59                     | 3.13                 | 1.00    | 52.22       | 96.53                    | 1.14  | 0.91                     | 87.62                   | 8.91                     | 78.86                  | 77.40                    | 156.26              | 62.50                  | 8.76                  | 71.27  | 0.33  | 0.11 |
|      |       | 16  | 217.28         | 44.47       | 1260.87                  | 1.61                     | 4.89                 | 1.00    | 48.92       | 168.35                   | 1.16  | 0.91                     | 153.43                  | 14.93                    | 138.08                 | 93.76                    | 231.84              | 92.74                  | 15.34                 | 108.08   | 0.50  | 0.32 |
|      | DES   | 15  | 140.06         | 41.43       | 1275.80                  | 1.62                     | 3.38                 | 1.00    | 45.57       | 94.49                    | 1.20  | 0.92                     | 86.65                   | 7.84                     | 77.99                  | 139.10                   | 217.09              | 86.84                  | 8.67                  | 95.50  | 0.44  | 0.37 |
|      |       | 16  | 179.51         | 48.05       | 1283.63                  | 1.63                     | 3.74                 | 1.00    | 52.86       | 128.66                   | 1.22  | 0.92                     | 136.52                  | 10.14                    | 104.87                 | 130.26                   | 235.12              | 94.05                  | 11.65                 | 105.70   | 0.45  | 0.37 |

Ket: Hujan Tahunan = 2740,81 mm ; C = 0,25 ; NOMINAL = 785,203; PSUB = 0,5 ; GWF = 0,4 ; Luas DAS = 5,9358 km<sup>2</sup> ; CROPF = 1,1





Gambar 4. Grafik Perbandingan Debit Terukur dan Debit Hitungan Setelah Kalibrasi Tahun 2017

3.5. Analisis Debit Andalan

Debit andalan dihitung dengan mengurutkan data debit pada minggu yang sama sesuai dengan jumlah seri data yang ada. Selain itu dihitung juga nilai P(%) sesuai dengan rumus P(%)

Tabel 8. Urutan Data dan Perhitungan P(%) untuk Ketersediaan Air Q<sub>80%</sub> dan Q<sub>95%</sub> DAS Nuay

| Nomor Urut Data | P     | Debit Analisis Terkalibrasi (m <sup>3</sup> /detiik) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------------|-------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                 |       | Jan  |      | Feb  |      | Mar  |      | Apr  |      | May  |      | Jun  |      | Jul  |      | Aug  |      | Sep  |      | Oct  |      | Nov  |      | Dec  |      |
|                 |       | I  | II   | I    | II   | I    | II   | I    | II   | I    | II   | I    | II   | I    | II   | I    | II   | I    | II   | I    | II   | I    | II   | I    | II   |
| 1               | 9.09  | 1.32   | 0.95 | 0.82 | 0.80 | 0.80 | 0.86 | 0.62 | 0.64 | 0.53 | 0.50 | 1.12 | 0.71 | 0.68 | 0.54 | 0.45 | 0.27 | 0.22 | 0.31 | 0.38 | 0.24 | 0.40 | 0.83 | 1.02 | 0.76 |
| 2               | 18.18 | 0.99   | 0.75 | 0.68 | 0.74 | 0.61 | 0.72 | 0.61 | 0.56 | 0.51 | 0.50 | 0.55 | 0.46 | 0.29 | 0.35 | 0.23 | 0.25 | 0.21 | 0.14 | 0.21 | 0.24 | 0.34 | 0.51 | 0.67 | 0.74 |
| 3               | 27.27 | 0.87   | 0.67 | 0.56 | 0.57 | 0.57 | 0.40 | 0.57 | 0.52 | 0.45 | 0.40 | 0.54 | 0.33 | 0.24 | 0.31 | 0.22 | 0.19 | 0.18 | 0.12 | 0.19 | 0.20 | 0.27 | 0.44 | 0.58 | 0.54 |
| 4               | 36.36 | 0.82   | 0.65 | 0.56 | 0.51 | 0.48 | 0.37 | 0.38 | 0.47 | 0.42 | 0.30 | 0.50 | 0.30 | 0.21 | 0.19 | 0.17 | 0.11 | 0.18 | 0.10 | 0.18 | 0.19 | 0.26 | 0.42 | 0.54 | 0.47 |
| 5               | 45.45 | 0.53   | 0.45 | 0.55 | 0.39 | 0.20 | 0.28 | 0.33 | 0.45 | 0.39 | 0.26 | 0.38 | 0.28 | 0.20 | 0.18 | 0.15 | 0.10 | 0.14 | 0.10 | 0.11 | 0.18 | 0.26 | 0.35 | 0.45 | 0.46 |
| 6               | 54.55 | 0.37   | 0.38 | 0.45 | 0.34 | 0.18 | 0.12 | 0.11 | 0.30 | 0.24 | 0.24 | 0.31 | 0.18 | 0.18 | 0.16 | 0.11 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.08 | 0.12 | 0.19 | 0.34 | 0.41 | 0.29 |
| 7               | 63.64 | 0.36   | 0.38 | 0.42 | 0.29 | 0.16 | 0.12 | 0.07 | 0.25 | 0.22 | 0.24 | 0.21 | 0.14 | 0.18 | 0.12 | 0.09 | 0.08 | 0.07 | 0.08 | 0.07 | 0.06 | 0.10 | 0.17 | 0.35 | 0.21 |
| 8               | 72.73 | 0.30   | 0.36 | 0.42 | 0.29 | 0.15 | 0.09 | 0.07 | 0.14 | 0.21 | 0.18 | 0.17 | 0.11 | 0.11 | 0.10 | 0.06 | 0.04 | 0.05 | 0.03 | 0.05 | 0.04 | 0.09 | 0.10 | 0.16 | 0.12 |
| 9               | 80    | 0.21   | 0.17 | 0.33 | 0.26 | 0.15 | 0.09 | 0.06 | 0.10 | 0.20 | 0.18 | 0.15 | 0.11 | 0.08 | 0.06 | 0.04 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.04 | 0.04 | 0.08 | 0.07 | 0.07 | 0.08 |
| 10              | 81.82 | 0.18   | 0.12 | 0.31 | 0.26 | 0.15 | 0.08 | 0.06 | 0.09 | 0.19 | 0.18 | 0.15 | 0.10 | 0.07 | 0.06 | 0.04 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.03 | 0.04 | 0.07 | 0.06 | 0.05 | 0.08 |
| 11              | 90.91 | 0.02   | 0.04 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.04 | 0.16 | 0.09 | 0.10 | 0.09 | 0.07 | 0.04 | 0.03 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.03 | 0.03 | 0.03 |
| 12              | 95    | 0.01   | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.09 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |

3.6. Analisis Neraca Air

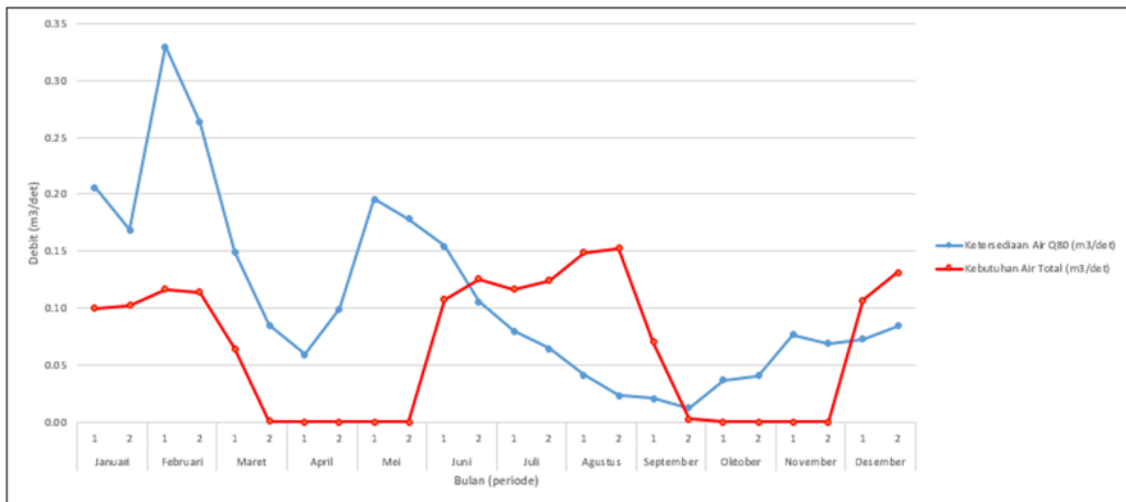
Dari penelitian ini dihasilkan dua neraca air, dimana dapat dilihat perbandingan antara ketersediaan dan kebutuhan akan air DAS Nuay

3.6.1. Neraca Air Tanpa Memperhitungkan Ketersediaan Air Q<sub>95%</sub>

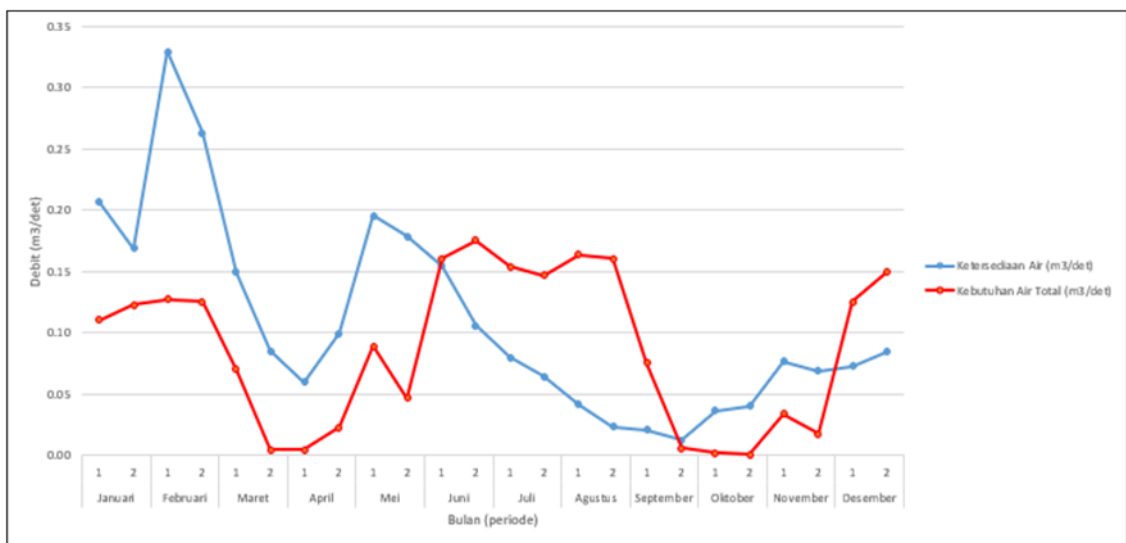
Kebutuhan air untuk lahan irigasi dengan luas lahan sebesar 14,28 Ha ditambah dengan kebutuhan air untuk ternak babi berjumlah 300 ekor.

3.6.2. Neraca Air Dengan Memperhitungkan Ketersediaan Air Q<sub>95%</sub>

Kebutuhan air total yaitu kebutuhan air untuk lahan irigasi dengan luas lahan sebesar 14,28 Ha ditambah dengan kebutuhan air untuk ternak babi berjumlah 300 ekor serta kebutuhan air untuk pemeliharaan sungai Q<sub>95%</sub>.



Gambar 5. Grafik Neraca Air DAS Nuay Tahun 2017 dengan Ketersediaan Air Q80%



Gambar 6. Grafik Neraca Air DAS Nuay Tahun 2017 dengan Ketersediaan Air Q80% dan Q95%

### 3.7. Pembahasan

Dari hasil analisis ketersediaan air Q<sub>80%</sub> tidak mampu mencukupi akan kebutuhan air lahan irigasi (fungsional & potensional) pada masa tanam yang kedua yaitu bulan Juni hingga September, sedangkan untuk masa tanam yang pertama yaitu pada bulan Januari hingga Maret ketersediaan air Q<sub>80%</sub> dapat mencukupi kebutuhan akan lahan irigasi, ternak dan kebutuhan air Q<sub>95%</sub> untuk pemeliharaan sungai.

## 4. Kesimpulan

Ketersediaan air DAS Nuay ternyata tidak selalu bisa mencukupi kebutuhan air di Desa Tounet dan sekitarnya, khususnya pada bulan Juni hingga September. Untuk mengatasi masalah ini, perlu adanya upaya pemeliharaan DAS oleh masyarakat dan pemerintah setempat dengan cara penanaman vegetasi, restorasi hutan, dan pembuatan daerah-daerah resapan seperti embung ataupun waduk sehingga kebutuhan air akan bisa tercukupi baik di masa ini maupun di masa yang akan datang.

## Referensi

Adare, Demetrius R. Ch, Liany A. Hendratta, Jeffry S. F. Sumarauw. 2018. Analisis Neraca Air Sungai Talawaan di Titik Bendung Talawaan Kabupaten Minahasa Utara. Jurnal Sipil Statik Vol.6 No.3 Maret

- 2018 (153-162) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Anonim, 1986, Standar Perencanaan Irigasi-Kriteria Perencanaan Bagian Jaringan Irigasi KP-01, Direktorat Jenderal Pengairan, Jakarta.
- Balai Wilayah Sungai Sulawesi I, 2023, Data Curah hujan Tahun 2010 – 2019 dan Data Klimatologi tahun 2010 – 2019, Manado.
- Bambang Triatmodjo, 2008, Hidrologi Terapan, Beta Offset, Yogyakarta.
- Dengo, Dzul Firmansah., Jeffry S. F. Sumarauw, Hanny Tangkudung. 2016. Analisis Neraca Air Sungai Ranowanko, Jurnal Sipil Tekno Vol. 14 No. 65 April 2016 ISSN: 0215-9617, Manado.
- Dinas Pekerjaan Umum Minahasa, 2023, Data Luas Lahan Sawah Fungsional dan Potensial Daerah Irigasi Nuay, Minahasa.
- Hambali, 2008, Analisis Ketersediaan Air dengan Model Mock, Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada.
- Karim, Intan Agustin Nirmala Sari Abdul., Cindy J. Supit , Liany A. Hendratta. 2016. Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih Di Desa Motongkad Utara Kecamatan Nuangan Kabupaten Bolaang Mongondow Timur, Sipil Statik Vol.4 No.11 November 2016 (705-714) ISSN: 2337-6732
- Mentang, Risky Schwars., Tiny Mananoma, Jeffry S. F. Sumarauw. 2017. Analisis Neraca Air Sungai Paniki Dengan Titik Tinjau Di Jembatan Paniki, Jurnal Sipil Statik Vol. 5 No. 3 Mei 2017 (123-132) ISSN: 2337-6732, Manado. 73
- Sri Harto, 1993, Analisis Hidrologi, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. Hal 13
- Sumarauw, J. S. F. 2018. Bahan Ajar Metode Perhitungan Evapotranspirasi, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Sumarauw, J. S. F. 2014. Bahan Ajar Model Rainfall-Runoff NRECA, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi, Manado. Hal 1-12.