

## ANALISIS NERACA AIR DI TITIK BENDUNG TEMPANG DAERAH IRIGASI PANASEN HULU KABUPATEN MINAHASA

Regia Y. Turangan<sup>1\*</sup>, Tiny Mananoma<sup>2</sup>, Jeffry S. F. Sumarauw<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Universitas Sam Ratulangi, Indonesia

E-mail: [regiaturangan01@gmail.com](mailto:regiaturangan01@gmail.com)

**Abstract:** This study aims to conduct a water balance analysis at the Tempang weir point, which is part of the Panasen Hulu Irrigation Area in Minahasa Regency. The Panasen River is the main source of water to meet the irrigation needs in this area. Given the complexity of the dry season period which is difficult to predict, water balance analysis needs to be carried out to calculate the availability and demand of water in the Upper Panasen Irrigation Area, to improve the optimization of water resource management of the Panasen River. Water balance analysis is carried out by calculating the ratio between water availability and water demand. To calculate water availability, the NRECA Modified method is used with available data, namely rainfall data, evapotranspiration, and watershed parameters to calculate the mainstay discharge Q80% and water availability for maintenance of the Q95% River. The calculated water needs are for water needs in the Upper Panasen Irrigation Area. The results of the water balance analysis show periods of water deficit in which water demand exceeds water availability, namely in the periods January I, January II, February II, March I, April I, May I, May II, June II, July I, August I, September I, September II, October I, October II, and November I, which cause difficulties in meeting irrigation needs. However, there are also periods of surplus water that can be utilized for more effective water resource management, namely in the period February I, March II, April II, June I, July II, August II, November II, December I, and December II.

**Keywords:** *Panasen River, NRECA Method, Water Balance*

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis neraca air di titik bendung Tempang, yang merupakan bagian dari Daerah Irigasi Panasen Hulu di Kabupaten Minahasa. Sungai Panasen merupakan sumber utama air untuk memenuhi kebutuhan irigasi di daerah ini. Mengingat kompleksitas periode musim kemarau yang sulit diprediksi, analisis neraca air perlu dilakukan untuk menghitung ketersediaan dan kebutuhan air di Daerah Irigasi Panasen Hulu, dengan tujuan meningkatkan optimalisasi pengelolaan sumber daya air Sungai Panasen. Analisis neraca air dilakukan dengan menghitung perbandingan antara ketersediaan air dan kebutuhan air. Untuk menghitung ketersediaan air digunakan metode *NRECA Modified* dengan data yang tersedia yaitu data curah hujan, evapotranspirasi dan parameter DAS untuk menghitung debit andalan Q80% dan ketersediaan air untuk pemeliharaan Sungai Q95%. Kebutuhan air yang dihitung yaitu untuk kebutuhan air di Daerah Irigasi Panasen Hulu. Hasil analisis neraca air menunjukkan adanya periode-periode defisit air di mana kebutuhan air melebihi ketersediaan air yaitu pada periode Januari I, Januari II, Februari II, Maret I, April I, May I, May II, Juni II, Juli I, Agustus I, September I, September II, Oktober I, Oktober II, dan November I, yang menyebabkan kesulitan dalam memenuhi kebutuhan irigasi. Namun, juga terdapat periode surplus air yang dapat dimanfaatkan untuk pengelolaan sumber daya air yang lebih efektif, yaitu pada periode Februari I, Maret II, April II, Juni I, Juli II, Agustus II, November II, Desember I dan Desember II.

**Kata Kunci:** *Sungai Panasen, Metode NRECA, Neraca Air*

## PENDAHULUAN

Penggunaan dan pemanfaatan air sangat berhubungan erat dengan neraca air yang merupakan perbandingan antara ketersediaan dan kebutuhan air (Nayoan et al., 2023). Dengan dilakukannya analisis neraca air maka dapat diketahui apabila terjadi kelebihan (surplus) atau kekurangan (defisit) air (Adare et al., 2018; Dengo et al., 2016). Terdapat beberapa kondisi di lapangan terkait dengan neraca keseimbangan air. Pertama, terdapat kondisi di mana kebutuhan air melebihi ketersediaan air yang ada. Kedua, terdapat kondisi di mana kebutuhan air lebih kecil dari pada ketersediaan air. Dan ketiga, terdapat kondisi di mana jumlah ketersediaan air sama dengan kebutuhan air atau dalam keadaan seimbang. Meskipun kondisi ketiga dianggap sebagai kondisi ideal, kemungkinan terjadinya sangat kecil di lapangan (Komala Sari & Raya Prima, 2023; Kurnia Hidayat et al., 2019; Sisvanto et al., 2020).

Sungai Panasen terletak di Kabupaten Minahasa yang merupakan bagian dari DAS Tondano yang bermuara di Danau Tondano. Sungai Panasen ini dimanfaatkan untuk pemenuhan kebutuhan air Daerah Irigasi Panasen hulu dengan luas lahan fungsional sebesar 142 ha. Menurut informasi, pada musim kemarau ketersediaan air di sungai ini menjadi menurun dan kurang mendukung dalam upaya pemberian air irigasi sehingga ada lahan yang tidak dapat diairi dan mengalami kekeringan. Saat terjadi curah hujan yang tinggi beberapa kali sempat terjadi luapan sungai sehingga menggenangi lahan di sekitar sungai.

Untuk memperkirakan besarnya aliran rendah, dapat memanfaatkan data curah hujan yang telah mengalami transformasi (Mentang et al., 2017). Terdapat berbagai metode yang dapat diterapkan, seperti Metode F.J.Mock, Metode NRECA, dan sebagainya. Dalam penelitian ini, perubahan dari curah hujan menjadi aliran akan dihitung dengan metode NRECA. National Rural Electric Cooperative Association (NRECA) di Amerika telah menciptakan suatu model hidrologi untuk mengestimasi volume aliran, khususnya dalam konteks proyek pembangkit listrik (Kansil et al., 2015). Model ini dirancang oleh Norman H. Crawford dan Steven M. Thurin pada tahun 1981 (Mentang et al., 2017).

Perhitungan debit andalan dalam penelitian ini yaitu debit untuk Q80% dan debit untuk Q90%. Mengacu pada KP-01, debit andalan yang digunakan untuk perencanaan irigasi adalah debit Q80, yang berarti debit tersebut memiliki kemungkinan terjadi sebesar 80% (Bella et al., 2018), dan menurut SNI 6738:2015, perlindungan terhadap aliran

pemeliharaan sungai dilakukan melalui pengaturan ketersediaan debit andalan sebesar 95% (Ayu et al., 2020; Firmanda et al., 2019; Sisvanto et al., 2020).

Kebutuhan air dalam sistem irigasi mencakup volume air yang diperlukan untuk memenuhi evapotranspirasi, kehilangan air, dan kebutuhan air tanaman, dengan mempertimbangkan jumlah air yang disediakan oleh alam melalui hujan dan kontribusi air tanah (Takeda & Sosrodarsono, 2003).

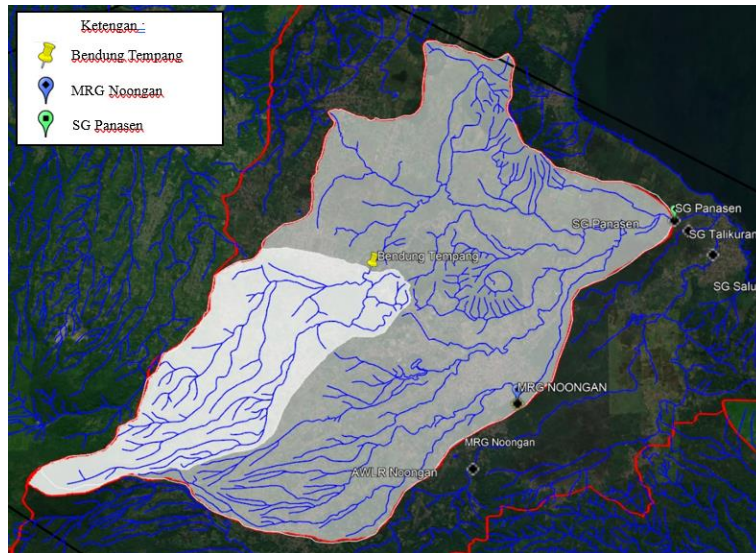
Mengingat pentingnya Sungai Panasen untuk pemenuhan kebutuhan air daerah irigasi Panasen Hulu juga mempertimbangkan periode musim kemarau yang sulit diprediksi maka perlu dilakukan analisis neraca air untuk mengetahui ketersediaan air dan kebutuhan air di daerah Irigasi Panasen Hulu, sehingga pengelolaan sumber daya air di Sungai ini dapat lebih dioptimalkan lagi.

## **METODE**

Jenis penelitian menggunakan metode kuantitatif. Data sekunder yang dikumpulkan berupa data curah hujan, data topografi dan kimatologi, data debit terukur, data pengambilan air dan data luas daerah irigasi yang bersumber dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi I. Untuk proses analisis data yang telah dikumpulkan menggunakan metode yang telah ditetapkan yaitu untuk menghitung nilai evapotranspirasi berdasarkan ketersediaan data maka digunakan Metode FAO Penman-Monteith Modification, dan untuk analisis dan analisis neraca air menggunakan metode NRECA. Lokasi Penelitian ini terletak di Sub DAS Panasen yang bermuara di Danau Tondano. Titik bendung ini terletak di koordinat lokasi 1°10'26''N 124°49'12''E, Desa Tempang, Kecamatan Langowan Utara, Kabupaten Minahasa.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Untuk mengetahui luas daerah aliran sungai (DAS), perlu dilakukan analisis DAS (Mufli Fajar et al., 2023). Luas DAS pada bendung tempang yang diperoleh dari hasil analisis dengan bantuan peta topograsi yaitu sebesar 14.8 Km<sup>2</sup>. Peta topografi DAS Panasen di sajikan dalam gambar 1 berikut :



**Gambar 1.** Peta Topografi Daerah Aliran Sungai (DAS) Panasen  
*Sumber data: BWS Sulawesi I*

Karena tidak ada data debit yang tersedia di lokasi penelitian, maka dilakukan perhitungan debit menggunakan teori perbandingan DAS.

Data debit yang digunakan merupakan data debit tahun 2013 dari stasiun yang terdekat yaitu SG Panasen, yang disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Data Debit Tahun 2013 SG Panasen (m<sup>3</sup>/detik)

| JAN   |        | FEB   |       | MAR   |       | APR   |       | MEI   |      | JUN  |      | JUL  |       | AGS   |      | SEP  |      | OKT  |       | NOV   |       | DES   |      |
|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|
| 1     | 2      | 1     | 2     | 1     | 2     | 1     | 2     | 1     | 2    | 1    | 2    | 1    | 2     | 1     | 2    | 1    | 2    | 1    | 2     | 1     | 2     | 1     | 2    |
| 92.08 | 119.19 | 95.83 | 52.50 | 12.58 | 42.46 | 17.38 | 55.17 | 32.01 | 4.25 | 7.68 | 6.49 | 8.37 | 30.54 | 26.94 | 5.86 | 6.06 | 2.30 | 3.34 | 21.75 | 15.71 | 29.66 | 13.78 | 8.85 |

Diketahui bahwa luas DAS Panasen di titik Bendung Tempang adalah 14,8 Km<sup>2</sup>, sedangkan luas DAS Panasen di titik stasiun SG Panasen adalah 59,6 Km<sup>2</sup>. Nilai perbandingan luas DAS di titik Bendung Tempang dan luas DAS Panasen di titik stasiun SG Panasen adalah sebagai berikut:

$$\text{Perbandingan Luas} = \frac{14,8}{59,6} = 0,248322$$

Selanjutnya nilai debit rata-rata dari Sungai Panasen di titik stasiun SG Panasen akan dikalikan dengan nilai perbandingan DAS di atas untuk memperoleh nilai debit untuk Sungai Panasen di titik Bendung Tempang.

Hasil perhitungan selengkapnya untuk data debit Sungai Panasen di titik Bendung Tempang akan disajikan dalam Tabel 2.

**Tabel 2.** Data Debit Hasil Analisis Regional Sungai Panasen di titik Bendung Tempang (m<sup>3</sup>/detik)

| JAN   |       | FEB   |       | MAR  |       | APR  |       | MEI  |      | JUN  |      | JUL  |      | AGS  |      | SEP  |      | OKT  |      | NOV  |      | DES  |      |
|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1     | 2     | 1     | 2     | 1    | 2     | 1    | 2     | 1    | 2    | 1    | 2    | 1    | 2    | 1    | 2    | 1    | 2    | 1    | 2    | 1    | 2    | 1    | 2    |
| 22.86 | 29.60 | 23.80 | 13.04 | 3.12 | 10.54 | 4.31 | 13.70 | 7.95 | 1.06 | 1.91 | 1.61 | 2.08 | 7.58 | 6.69 | 1.46 | 1.51 | 0.57 | 0.83 | 5.40 | 3.90 | 7.37 | 3.42 | 2.20 |

Berdasarkan pembagian Polygon Thiessen, stasiun curah hujan yang berpengaruh pada DAS Panasen ini yaitu MRG Noongan, sehingga data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan dari stasiun tersebut.

Data curah hujan dari stasiun MRG Noongan disajikan pada Tabel 3 berikut.

**Tabel 3.** Data Curah Hujan MRG Noongan

| Bln              | Per | Tahun   |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|------------------|-----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                  |     | 2011    | 2012    | 2013    | 2014    | 2015    | 2016    | 2017    | 2018    | 2019    | 2020    | 2021    | 2022    |
| Jan              | 1   | 38.60   | 141.60  | 132.40  | 115.40  | 64.00   | 67.00   | 72.00   | 88.90   | 102.40  | 200.00  | 90.80   | 104.30  |
|                  | 2   | 103.00  | 89.40   | 169.40  | 128.90  | 161.50  | 109.00  | 87.00   | 19.80   | 44.10   | 12.70   | 85.90   | 40.80   |
| Feb              | 1   | 150.00  | 56.60   | 193.70  | 101.60  | 124.50  | 18.00   | 100.00  | 119.10  | 53.40   | 48.10   | 167.20  | 29.80   |
|                  | 2   | 129.00  | 100.80  | 119.20  | 20.00   | 23.50   | 123.50  | 235.50  | 63.20   | 67.70   | 22.40   | 36.50   | 137.30  |
| Mar              | 1   | 147.00  | 190.60  | 12.00   | 16.60   | 5.50    | 19.70   | 70.50   | 122.10  | 58.20   | 77.80   | 60.90   | 204.70  |
|                  | 2   | 156.50  | 101.00  | 73.40   | 92.00   | 117.50  | 17.00   | 130.00  | 82.40   | 103.50  | 85.80   | 71.80   | 96.90   |
| Apr              | 1   | 103.80  | 163.30  | 134.20  | 51.70   | 36.50   | 75.00   | 59.00   | 109.70  | 51.00   | 30.20   | 82.30   | 137.00  |
|                  | 2   | 69.60   | 156.20  | 202.80  | 29.40   | 183.00  | 90.50   | 74.50   | 132.20  | 187.90  | 224.00  | 36.50   | 108.60  |
| Mei              | 1   | 97.60   | 41.20   | 78.40   | 152.50  | 142.00  | 25.00   | 288.50  | 74.70   | 7.80    | 26.00   | 67.60   | 146.50  |
|                  | 2   | 307.60  | 85.80   | 100.90  | 178.20  | 73.50   | 168.00  | 285.10  | 75.00   | 114.30  | 171.00  | 140.20  | 93.00   |
| Jun              | 1   | 86.40   | 52.40   | 66.80   | 83.40   | 125.10  | 81.00   | 129.50  | 53.90   | 105.60  | 0.00    | 198.10  | 83.00   |
|                  | 2   | 81.00   | 3.70    | 74.40   | 53.40   | 23.50   | 46.00   | 64.40   | 45.80   | 35.00   | 0.00    | 57.20   | 62.00   |
| Jul              | 1   | 4.60    | 101.00  | 129.60  | 27.70   | 0.00    | 59.58   | 99.30   | 51.20   | 35.40   | 90.60   | 25.00   | 43.00   |
|                  | 2   | 55.90   | 150.20  | 86.00   | 137.00  | 22.50   | 104.50  | 68.20   | 29.00   | 94.70   | 152.40  | 98.50   | 62.50   |
| Aug              | 1   | 7.70    | 0.00    | 71.40   | 151.60  | 10.00   | 59.00   | 57.20   | 13.20   | 0.00    | 23.41   | 78.70   | 55.00   |
|                  | 2   | 83.20   | 175.00  | 17.00   | 86.30   | 0.00    | 1.00    | 55.00   | 41.20   | 0.00    | 37.10   | 25.50   | 118.00  |
| Sep              | 1   | 265.40  | 28.20   | 44.60   | 40.00   | 0.00    | 85.50   | 29.90   | 25.40   | 0.00    | 82.60   | 211.40  | 22.00   |
|                  | 2   | 48.00   | 19.60   | 16.60   | 0.00    | 0.00    | 162.50  | 130.90  | 33.80   | 0.00    | 91.60   | 152.00  | 120.50  |
| Oct              | 1   | 123.40  | 32.20   | 17.20   | 0.00    | 0.00    | 210.00  | 51.50   | 2.30    | 6.70    | 114.10  | 24.00   | 91.50   |
|                  | 2   | 23.80   | 14.80   | 152.80  | 104.50  | 19.50   | 161.00  | 76.60   | 69.00   | 133.20  | 54.50   | 53.50   | 213.50  |
| Nov              | 1   | 138.30  | 64.00   | 68.20   | 164.50  | 115.50  | 55.00   | 127.10  | 139.80  | 28.30   | 0.00    | 129.20  | 192.00  |
|                  | 2   | 96.40   | 127.00  | 223.00  | 48.40   | 220.40  | 104.50  | 209.14  | 103.70  | 76.00   | 0.00    | 130.00  | 109.50  |
| Dec              | 1   | 112.60  | 138.50  | 105.50  | 119.40  | 152.60  | 57.50   | 34.20   | 194.20  | 200.20  | 60.40   | 154.90  | 199.50  |
|                  | 2   | 92.40   | 53.80   | 47.20   | 189.00  | 4.00    | 35.00   | 209.50  | 96.20   | 94.30   | 146.60  | 40.90   | 96.00   |
| <b>Jumlah</b>    |     | 2521.80 | 2086.90 | 2336.70 | 2091.50 | 1624.60 | 1934.78 | 2744.54 | 1785.80 | 1599.70 | 1751.31 | 2218.60 | 2566.90 |
| <b>Rata-rata</b> |     | 2105.26 |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |

Evapotranspirasi merupakan keseluruhan proses penguapan yang terjadi baik dari permukaan tanaman (*vegetated surface*) maupun dari permukaan bumi (Rambembuoch et al., 2019). Untuk memperoleh nilai evapotranspirasi, beberapa data klimatologi diperlukan, seperti suhu udara, lama penyinaran matahari, kelembaban relatif dan kecepatan angin (Taju et al., 2023).

Perhitungan Evapotranspirasi menggunakan Metode FAO Penman-Monteith Modification. Hasil analisis selengkapnya disajikan pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Perhitungan Nilai Evapotranspirasi ½ Bulanan Metode Penman-Monteith Modification Tahun 2013

| No | DESCRIPTION  | KETERANGAN                                 | JAN    |        | FEB    |        | MAR    |        | APR    |        | MEI    |        | JUN    |        | JUL    |        | AUG    |        | SEP    |        | OCT    |        | NOV    |        | DEC    |        |       |
|----|--|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
|    |  |  | 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)                                      | Tabel. Data Temperatur                     | 26.12  | 26.121 | 25.522 | 25.522 | 26.691 | 26.691 | 26.822 | 26.822 | 27.089 | 27.089 | 26.74  | 26.148 | 26.148 | 26.776 | 26.776 | 27.093 | 27.093 | 26.908 | 26.908 | 26.715 | 26.715 | 26.743 | 26.743 |        |       |
| 2  | ea   | Tabel. 1                                   | 33.85  | 33.85  | 34.70  | 34.70  | 35.05  | 35.05  | 35.33  | 35.33  | 35.89  | 35.89  | 35.15  | 33.91  | 33.91  | 35.23  | 35.23  | 35.89  | 35.89  | 35.51  | 35.51  | 35.1   | 35.1   | 35.16  | 35.16  |        |       |
| 3  | Relative Humidity (RH) = (RH/100)                    | Tabel. Data Kelembaban / 100               | 0.98   | 0.98   | 0.98   | 0.98   | 0.9797 | 0.9797 | 0.9692 | 0.9692 | 0.9803 | 0.9803 | 0.9793 | 0.9797 | 0.9797 | 0.9783 | 0.9783 | 0.98   | 0.98   | 0.9752 | 0.9752 | 0.978  | 0.978  | 0.9794 | 0.9794 |        |       |
| 4  | ed = (ea x RH)                                       | <2> * <3>                                  | 33.17  | 33.17  | 34.01  | 34.01  | 34.34  | 34.34  | 34.24  | 34.24  | 35.18  | 35.18  | 34.42  | 33.22  | 33.22  | 34.47  | 34.47  | 35.17  | 35.17  | 34.63  | 34.63  | 34.33  | 34.33  | 34.44  | 34.44  |        |       |
| 5  | Diff. Vapour Pressure = (ea - ed)                    | <2> - <4>                                  | 0.68   | 0.68   | 0.69   | 0.69   | 0.71   | 0.71   | 1.09   | 1.09   | 0.71   | 0.71   | 0.73   | 0.73   | 0.69   | 0.69   | 0.76   | 0.76   | 0.72   | 0.72   | 0.88   | 0.88   | 0.77   | 0.77   | 0.72   | 0.72   |       |
| 6  | Wind Velocity (U) Km/day                             | Tabel. Kecepatan Angin                     | 32.99  | 32.99  | 35.48  | 35.48  | 31.44  | 31.44  | 24.48  | 24.48  | 22.12  | 22.12  | 31.20  | 31.20  | 35.29  | 35.29  | 41.48  | 41.48  | 35.66  | 35.66  | 31.00  | 31.00  | 27.44  | 27.44  | 29.09  | 29.09  |       |
| 7  | f(U) = 0.27(1+(U/100))                               | 0.27(1+(U/100))                            | 0.359  | 0.359  | 0.366  | 0.366  | 0.355  | 0.355  | 0.336  | 0.336  | 0.330  | 0.330  | 0.354  | 0.354  | 0.365  | 0.365  | 0.382  | 0.382  | 0.366  | 0.366  | 0.354  | 0.354  | 0.344  | 0.344  | 0.349  | 0.349  |       |
| 8  | Weighting Factor = W                                 | Tabel 2                                    | 0.751  | 0.751  | 0.755  | 0.755  | 0.757  | 0.757  | 0.758  | 0.758  | 0.761  | 0.761  | 0.757  | 0.757  | 0.751  | 0.751  | 0.758  | 0.758  | 0.761  | 0.761  | 0.759  | 0.759  | 0.757  | 0.757  | 0.757  | 0.757  |       |
| 9  | Weighting Factor for Wind = 1 - W                    | 1 - <8>                                    | 0.25   | 0.25   | 0.25   | 0.25   | 0.24   | 0.24   | 0.24   | 0.24   | 0.24   | 0.24   | 0.24   | 0.25   | 0.25   | 0.24   | 0.24   | 0.24   | 0.24   | 0.24   | 0.24   | 0.24   | 0.24   | 0.24   | 0.24   | 0.24   |       |
| 10 | Aerodynamic Factor = (1-W).f(U).(ea-ed)              | <9> * <7> * <5>                            | 0.06   | 0.06   | 0.06   | 0.06   | 0.06   | 0.06   | 0.09   | 0.09   | 0.06   | 0.06   | 0.06   | 0.06   | 0.06   | 0.07   | 0.07   | 0.06   | 0.06   | 0.08   | 0.08   | 0.06   | 0.06   | 0.06   | 0.06   | 0.06   |       |
| 11 | Extra Terrestrial Radiation (Ra)                     | Tabel 3                                    | 14.85  | 14.85  | 15.40  | 15.40  | 15.65  | 15.65  | 15.30  | 15.30  | 14.65  | 14.65  | 14.05  | 14.05  | 14.20  | 14.20  | 14.85  | 14.85  | 15.30  | 15.30  | 15.35  | 15.35  | 14.95  | 14.95  | 14.60  | 14.60  |       |
| 12 | Sunshine (n) (%)                                     | Tabel. Data Lama Penyinaran Matahari / 100 | 0.03   | 0.03   | 0.04   | 0.04   | 0.04   | 0.04   | 0.04   | 0.04   | 0.05   | 0.05   | 0.04   | 0.04   | 0.05   | 0.05   | 0.06   | 0.06   | 0.05   | 0.05   | 0.04   | 0.04   | 0.04   | 0.04   | 0.04   | 0.04   |       |
| 13 | Sunshine (n) (Jam/hari) = n% / 1+8                   | <12> / 1 + 8                               | 0.25   | 0.25   | 0.28   | 0.28   | 0.32   | 0.32   | 0.35   | 0.35   | 0.38   | 0.38   | 0.36   | 0.36   | 0.37   | 0.37   | 0.44   | 0.44   | 0.43   | 0.43   | 0.35   | 0.35   | 0.32   | 0.32   | 0.30   | 0.30   |       |
| 14 | N  | Tabel 4                                    | 11.96  | 11.96  | 11.98  | 11.98  | 12.00  | 12.00  | 12.04  | 12.04  | 12.06  | 12.06  | 12.08  | 12.08  | 12.06  | 12.06  | 12.06  | 12.06  | 12.06  | 12.02  | 12.02  | 12     | 12     | 11.98  | 11.98  | 11.96  | 11.96 |
| 15 | Sunshine (n/N)                                       | <13> / <14>                                | 0.021  | 0.021  | 0.024  | 0.024  | 0.027  | 0.027  | 0.029  | 0.029  | 0.032  | 0.032  | 0.029  | 0.029  | 0.031  | 0.031  | 0.037  | 0.037  | 0.036  | 0.036  | 0.029  | 0.029  | 0.026  | 0.026  | 0.025  | 0.025  |       |
| 16 | Short Wave Solar Radiation (Rs) = (0.25+0.5n)Ra      | (0.25 + 0.5 * <15>) / <11>                 | 3.87   | 3.87   | 4.03   | 4.03   | 4.12   | 4.12   | 4.05   | 4.05   | 3.89   | 3.89   | 3.72   | 3.72   | 3.77   | 3.77   | 3.99   | 3.99   | 4.10   | 4.10   | 4.06   | 4.06   | 3.93   | 3.93   | 3.83   | 3.83   |       |
| 17 | Income Short Wave Solar Radiation (RnS) = 0.75.Rs    | 0.75 * <16>                                | 2.90   | 2.90   | 3.02   | 3.02   | 3.09   | 3.09   | 3.04   | 3.04   | 2.92   | 2.92   | 2.79   | 2.79   | 2.83   | 2.83   | 2.99   | 2.99   | 3.07   | 3.07   | 3.05   | 3.05   | 2.95   | 2.95   | 2.88   | 2.88   |       |
| 18 | Effect of Temperature on Rnl = f(T)                  | Tabel 5                                    | 15.92  | 15.92  | 16.00  | 16.00  | 16.04  | 16.04  | 16.06  | 16.06  | 16.12  | 16.12  | 16.05  | 16.05  | 15.93  | 15.93  | 16.06  | 16.06  | 16.12  | 16.12  | 16.08  | 16.08  | 16.04  | 16.04  | 16.05  | 16.05  |       |
| 19 | Effect of (ed) on Rnl = f(ed) = 0.34 - 0.04.Ved      | 0.34 - 0.04 * <4>/0.5                      | 0.11   | 0.11   | 0.11   | 0.11   | 0.11   | 0.11   | 0.11   | 0.11   | 0.10   | 0.10   | 0.11   | 0.11   | 0.11   | 0.11   | 0.11   | 0.11   | 0.10   | 0.10   | 0.10   | 0.10   | 0.11   | 0.11   | 0.11   | 0.11   |       |
| 20 | Effect of (n/N) on Rnl = f(n/N) = 0.1 + 0.9 n/N      | 0.1 + 0.9 * <15>                           | 0.12   | 0.12   | 0.12   | 0.12   | 0.12   | 0.12   | 0.13   | 0.13   | 0.13   | 0.13   | 0.13   | 0.13   | 0.13   | 0.13   | 0.13   | 0.13   | 0.13   | 0.13   | 0.13   | 0.13   | 0.12   | 0.12   | 0.12   | 0.12   |       |
| 21 | Net Long Wave Radiation Rnl = f(T).f(ed).f(n/N)      | <18> * <19> * <20>                         | 0.21   | 0.21   | 0.21   | 0.21   | 0.21   | 0.21   | 0.21   | 0.21   | 0.21   | 0.21   | 0.21   | 0.21   | 0.22   | 0.22   | 0.22   | 0.22   | 0.22   | 0.22   | 0.21   | 0.21   | 0.21   | 0.21   | 0.21   | 0.21   |       |
| 22 | Net Radiation Rn = Rns - Rnl                         | <17> - <21>                                | 2.69   | 2.69   | 2.82   | 2.82   | 2.88   | 2.88   | 2.82   | 2.82   | 2.71   | 2.71   | 2.58   | 2.58   | 2.60   | 2.60   | 2.76   | 2.76   | 2.85   | 2.85   | 2.83   | 2.83   | 2.74   | 2.74   | 2.67   | 2.67   |       |
| 23 | Effect W on Rn                                       | <8> * <22>                                 | 2.02   | 2.02   | 2.13   | 2.13   | 2.18   | 2.18   | 2.14   | 2.14   | 2.06   | 2.06   | 1.95   | 1.95   | 1.96   | 1.96   | 2.10   | 2.10   | 2.17   | 2.17   | 2.15   | 2.15   | 2.07   | 2.07   | 2.02   | 2.02   |       |
| 24 | Adjustment Factor                                    | Tabel 6                                    | 0.9915 | 0.9915 | 1.045  | 1.045  | 1.055  | 1.055  | 1.0493 | 1.0493 | 1.0489 | 1.0489 | 0.9953 | 0.9953 | 1.0428 | 1.0428 | 0.992  | 0.992  | 1.0787 | 1.0787 | 1.0832 | 1.0832 | 1.0843 | 1.0843 | 1.0803 | 1.0803 |       |
| 25 | Evapotranspirasi (Eto) = C.[W.Rn+(1-W)(f(u)(ea-ed))] | <24> * (<23> + <10>)                       | 2.07   | 2.07   | 2.29   | 2.29   | 2.37   | 2.37   | 2.34   | 2.34   | 2.22   | 2.22   | 2.00   | 2.00   | 2.11   | 2.11   | 2.15   | 2.15   | 2.41   | 2.41   | 2.41   | 2.41   | 2.32   | 2.32   | 2.25   | 2.25   |       |
| 26 | PET (mm/day/s) = Eto * n setengah bulanan            | <25> * n setengah bulanan                  | 30.98  | 33.04  | 34.32  | 29.74  | 35.49  | 37.85  | 35.05  | 35.05  | 33.29  | 35.51  | 30.04  | 30.04  | 31.58  | 33.68  | 32.23  | 34.38  | 36.16  | 36.16  | 36.16  | 38.57  | 34.80  | 34.80  | 33.73  | 35.97  |       |

Perhitungan ketersediaan air dilakukan dengan menggunakan metode NRECA Modified dengan parameter-parameter berikut:

- Hujan Tahunan = 2105,26 mm
- C = 0,25
- NOMINAL = 626,315
- PSUB = 0,5
- GWF = 0,5
- Luas DAS = 14,8 Km<sup>2</sup>
- CROPF = 0,9
- SMS = 1000 mm
- GWS = 1000 mm

Dari parameter diatas didapatkan hasil perhitungan NRECA, dengan perbandingan untuk Januari I sebagai berikut :

- a. Debit Hitungan = 6,52 m<sup>3</sup>/det
- b. Debit Terukur = 1,52 m<sup>3</sup>/det

Hasil perhitungan ketersediaan air metode NRECA *Modified* tahun 2013 disajikan dalam Tabel 5.

**Tabel 5.** Perhitungan Debit dengan Menggunakan Metode NRECA *Modified* Tahun 2013

| TAHUN | DATE | PERIODE | DAY | Rb     | PET   | MOIST STORAGE (MS) | STOR RATIO [SR] | Rb/PET | AER/PET | AET   | WATER BALANCE (WB) | EXCESS MOIST RATIO | EXCESS MOIST | DELTA STORAGE (AS) | RECHG GW | GROUND WATER STORAGE |         | GW FLOW | DIRECT FLOW | TOTAL FLOW | TOTAL MONTHLY DISCHARGE | OBSERVED MONTHLY DISCHARGE |
|-------|------|---------|-----|--------|-------|--------------------|-----------------|--------|---------|-------|--------------------|--------------------|--------------|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|-------------|------------|-------------------------|----------------------------|
|       |      |         |     |        |       |                    |                 |        |         |       |                    |                    |              |                    |          | BEGIN                | END     |         |             |            |                         |                            |
|       | (1)  | (2)     | (3) | (4)    | (5)   | (6)                | (7)             | (8)    | (9)     | (10)  | (11)               | (12)               | (13)         | (14)               | (15)     | (16)                 | (17)    | (18)    | (19)        | (20)       | (21)                    | (22)                       |
| 2013  | Jan  | 1       | 15  | 132.40 | 30.98 | 1000.00            | 1.60            | 4.27   | 1.00    | 27.88 | 104.52             | 0.91               | 94.95        | 9.57               | 47.47    | 1000.00              | 1047.47 | 523.74  | 47.47       | 571.21     | 6.52                    | 1.52                       |
|       | Jan  | 2       | 16  | 169.40 | 33.04 | 1009.57            | 1.61            | 5.13   | 1.00    | 29.74 | 139.66             | 0.91               | 127.54       | 12.12              | 63.77    | 523.74               | 587.51  | 293.75  | 63.77       | 357.32     | 3.83                    | 1.85                       |
|       | Feb  | 1       | 15  | 193.70 | 34.32 | 1021.69            | 1.63            | 5.64   | 1.00    | 30.89 | 162.81             | 0.92               | 149.61       | 13.20              | 74.81    | 293.75               | 368.56  | 184.28  | 74.81       | 259.09     | 2.96                    | 1.59                       |
|       | Feb  | 2       | 13  | 119.20 | 29.74 | 1034.89            | 1.65            | 4.01   | 1.00    | 26.77 | 92.43              | 0.92               | 85.48        | 6.95               | 42.74    | 184.28               | 227.02  | 113.51  | 42.74       | 156.25     | 2.06                    | 1.00                       |
|       | Mar  | 1       | 15  | 12.00  | 35.49 | 1041.84            | 1.66            | 0.34   | 0.89    | 28.38 | -16.38             | 0.00               | 0.00         | -16.38             | 0.00     | 113.51               | 113.51  | 56.75   | 0.00        | 56.75      | 0.65                    | 0.21                       |
|       | Mar  | 2       | 16  | 73.40  | 37.85 | 1025.46            | 1.64            | 1.94   | 1.00    | 34.07 | 39.33              | 0.92               | 36.21        | 3.12               | 18.10    | 56.75                | 74.86   | 37.43   | 18.10       | 55.53      | 0.59                    | 0.66                       |
|       | Apr  | 1       | 15  | 134.20 | 35.05 | 1028.58            | 1.64            | 3.83   | 1.00    | 31.54 | 102.66             | 0.92               | 94.65        | 8.00               | 47.33    | 37.43                | 84.76   | 42.38   | 47.33       | 89.70      | 1.02                    | 0.29                       |
|       | Apr  | 2       | 15  | 202.80 | 35.05 | 1036.58            | 1.66            | 5.79   | 1.00    | 31.54 | 171.26             | 0.93               | 158.50       | 12.76              | 79.25    | 42.38                | 121.63  | 60.81   | 79.25       | 140.06     | 1.60                    | 0.91                       |
|       | Mei  | 1       | 15  | 78.40  | 33.29 | 1049.34            | 1.68            | 2.35   | 1.00    | 29.96 | 48.44              | 0.93               | 45.08        | 3.36               | 22.54    | 60.81                | 83.35   | 41.68   | 22.54       | 64.22      | 0.73                    | 0.53                       |
|       | Mei  | 2       | 16  | 100.90 | 35.51 | 1052.70            | 1.68            | 2.84   | 1.00    | 31.96 | 68.94              | 0.93               | 64.25        | 4.69               | 32.13    | 41.68                | 73.80   | 36.90   | 32.13       | 69.03      | 0.74                    | 0.07                       |
|       | Jun  | 1       | 15  | 66.80  | 30.04 | 1057.38            | 1.69            | 2.22   | 1.00    | 27.04 | 39.76              | 0.93               | 37.13        | 2.63               | 18.57    | 36.90                | 55.47   | 27.73   | 18.57       | 46.30      | 0.53                    | 0.13                       |
|       | Jun  | 2       | 15  | 74.40  | 30.04 | 1060.02            | 1.69            | 2.48   | 1.00    | 27.04 | 47.36              | 0.93               | 44.27        | 3.09               | 22.14    | 27.73                | 49.87   | 24.94   | 22.14       | 47.07      | 0.54                    | 0.11                       |
|       | Jul  | 1       | 15  | 129.60 | 31.58 | 1063.10            | 1.70            | 4.10   | 1.00    | 28.42 | 101.18             | 0.94               | 94.70        | 6.48               | 47.35    | 24.94                | 72.29   | 36.14   | 47.35       | 83.49      | 0.95                    | 0.14                       |
|       | Jul  | 2       | 16  | 86.00  | 33.68 | 1069.58            | 1.71            | 2.55   | 1.00    | 30.31 | 55.69              | 0.94               | 52.25        | 3.43               | 26.13    | 36.14                | 62.27   | 31.13   | 26.13       | 57.26      | 0.61                    | 0.47                       |
|       | Aug  | 1       | 15  | 71.40  | 32.23 | 1073.02            | 1.71            | 2.22   | 1.00    | 29.01 | 42.39              | 0.94               | 39.83        | 2.56               | 19.91    | 31.13                | 51.05   | 25.52   | 19.91       | 45.44      | 0.52                    | 0.45                       |
|       | Aug  | 2       | 16  | 17.00  | 34.38 | 1075.58            | 1.72            | 0.49   | 0.93    | 28.73 | -11.73             | 0.00               | 0.00         | -11.73             | 0.00     | 25.52                | 25.52   | 12.76   | 0.00        | 12.76      | 0.14                    | 0.09                       |
|       | Sep  | 1       | 15  | 44.60  | 36.16 | 1063.85            | 1.70            | 1.23   | 1.00    | 32.55 | 12.05              | 0.94               | 11.29        | 0.77               | 5.64     | 12.76                | 18.40   | 9.20    | 5.64        | 14.85      | 0.17                    | 0.10                       |
|       | Sep  | 2       | 15  | 16.60  | 36.16 | 1064.62            | 1.70            | 0.46   | 0.92    | 29.90 | -13.30             | 0.00               | 0.00         | -13.30             | 0.00     | 9.20                 | 9.20    | 4.60    | 0.00        | 4.60       | 0.05                    | 0.04                       |
|       | Oct  | 1       | 15  | 17.20  | 36.16 | 1051.31            | 1.68            | 0.48   | 0.92    | 29.80 | -12.60             | 0.00               | 0.00         | -12.60             | 0.00     | 4.60                 | 4.60    | 2.30    | 0.00        | 2.30       | 0.03                    | 0.06                       |
|       | Oct  | 2       | 16  | 152.80 | 38.57 | 1038.71            | 1.66            | 3.96   | 1.00    | 34.72 | 118.08             | 0.93               | 109.39       | 8.69               | 54.70    | 2.30                 | 57.00   | 28.50   | 54.70       | 83.19      | 0.89                    | 0.34                       |
|       | Nov  | 1       | 15  | 68.20  | 34.80 | 1047.40            | 1.67            | 1.96   | 1.00    | 31.32 | 36.88              | 0.93               | 34.30        | 2.58               | 17.15    | 28.50                | 45.65   | 22.82   | 17.15       | 39.97      | 0.46                    | 0.26                       |
|       | Nov  | 2       | 15  | 223.00 | 34.80 | 1049.99            | 1.68            | 6.41   | 1.00    | 31.32 | 191.68             | 0.93               | 178.45       | 13.23              | 89.23    | 22.82                | 112.05  | 56.02   | 89.23       | 145.25     | 1.66                    | 0.49                       |
|       | Dec  | 1       | 15  | 105.50 | 33.73 | 1063.22            | 1.70            | 3.13   | 1.00    | 30.35 | 75.15              | 0.94               | 70.34        | 4.81               | 35.17    | 56.02                | 91.19   | 45.60   | 35.17       | 80.77      | 0.92                    | 0.23                       |
|       | Dec  | 2       | 16  | 47.20  | 35.97 | 1068.03            | 1.71            | 1.31   | 1.00    | 32.38 | 14.82              | 0.94               | 13.90        | 0.92               | 6.95     | 45.60                | 52.55   | 26.27   | 6.95        | 33.22      | 0.36                    | 0.14                       |

Sebelum melanjutkan perhitungan NRECA pada tahun-tahun selanjutnya, diperlukan proses kalibrasi. Kalibrasi model bertujuan untuk mengetahui sejauh mana hasil perhitungan model mendekati nilai dari data debit SG Panasen. Langkah ini diambil guna memastikan bahwa parameter yang digunakan mencerminkan kondisi yang sesungguhnya di lapangan. Semakin kecil perbedaan selisih, semakin akurat hasil analisis data debit menggunakan metode NRECA tersebut (Senaen et al., 2019). Kalibrasi parameter model NRECA dilakukan dengan menggunakan fungsi *Solver* pada *Microsoft Excel* sehingga diperoleh hasil:

- a. *Soil Moisture Storage (SMS)* = 1000 mm
- b. *Ground Water Storage (GWS)* = 1000 mm
- c. Koefisien *C* = 0,25
- d. *PSUB* = 0,9
- e. *GWF* = 0.2

Dari parameter tersebut didapatkan hasil perhitungan NRECA, dengan perbandingan untuk Januari I sebagai berikut :

- a. Debit Hitungan = 2,57 m<sup>3</sup>/det
- b. Debit Terukur = 1,52 m<sup>3</sup>/det

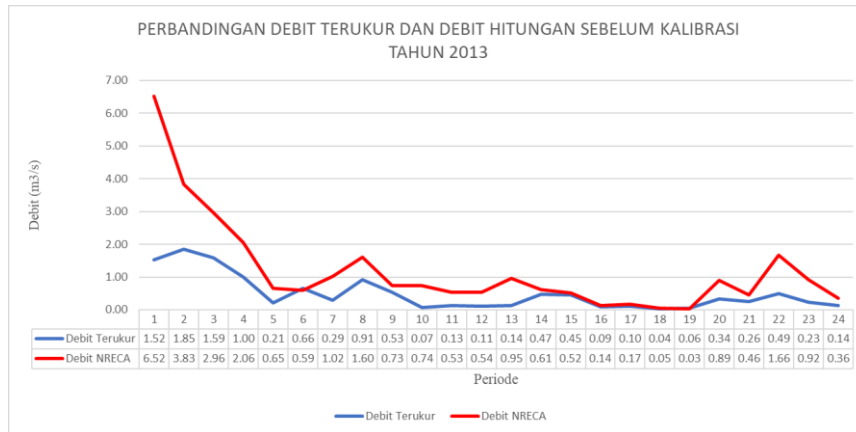
Dengan parameter yang telah didapat, kemudian dilakukan pengujian perhitungan debit dengan menggunakan parameter hasil kalibrasi pada Model NRECA *Modified* dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Perhitungan Debit dengan Menggunakan Metode NRECA *Modified* Tahun 2013 Sesudah Dikalibrasi

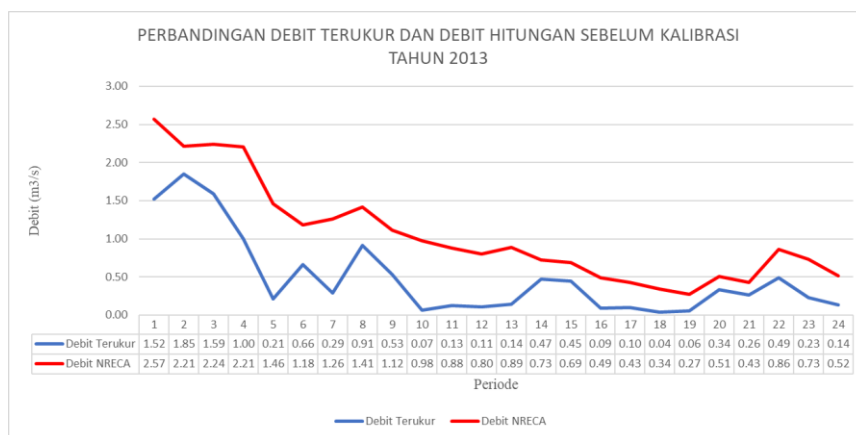
| TAHUN | DATE | PERIODE | DAY | Rb     | PET   | MOIST STORAGE (MS) | STOR RATIO [SR] | Rb/PET | AER/PET | AET   | WATER BALANCE (WB) | EXCESS MOIST RATIO | EXCESS MOIST | DELTA STORAGE (AS) | RECHG. GW | GROUND WATER STORAGE |         | GW FLOW | DIRECT FLOW | TOTAL FLOW | TOTAL MONTHLY DISCHARGE | OBSERVED MONTHLY DISCHARGE |
|-------|------|---------|-----|--------|-------|--------------------|-----------------|--------|---------|-------|--------------------|--------------------|--------------|--------------------|-----------|----------------------|---------|---------|-------------|------------|-------------------------|----------------------------|
|       |      |         |     |        |       |                    |                 |        |         |       |                    |                    |              |                    |           | BEGIN                | END     |         |             |            |                         |                            |
|       | (1)  | (2)     | (3) | (4)    | (5)   | (6)                | (7)             | (8)    | (9)     | (10)  | (11)               | (12)               | (13)         | (14)               | (15)      | (16)                 | (17)    | (18)    | (19)        | (20)       | (21)                    | (22)                       |
| 2013  | Jan  | 1       | 15  | 132.40 | 30.98 | 1000.00            | 1.60            | 4.27   | 1.00    | 34.08 | 98.32              | 0.91               | 89.32        | 9.00               | 80.39     | 1000.00              | 1080.39 | 216.08  | 8.93        | 225.01     | 2.57                    | 1.52                       |
|       | Jan  | 2       | 16  | 169.40 | 33.04 | 1009.00            | 1.61            | 5.13   | 1.00    | 36.35 | 133.05             | 0.91               | 121.47       | 11.58              | 109.32    | 864.31               | 973.63  | 194.73  | 12.15       | 206.87     | 2.21                    | 1.85                       |
|       | Feb  | 1       | 15  | 193.70 | 34.32 | 1020.59            | 1.63            | 5.64   | 1.00    | 37.75 | 155.95             | 0.92               | 143.23       | 12.72              | 128.91    | 778.90               | 907.81  | 181.56  | 14.32       | 195.88     | 2.24                    | 1.59                       |
|       | Feb  | 2       | 13  | 119.20 | 29.74 | 1033.31            | 1.65            | 4.01   | 1.00    | 32.72 | 86.48              | 0.92               | 79.92        | 6.56               | 71.93     | 726.25               | 798.18  | 159.64  | 7.99        | 167.63     | 2.21                    | 1.00                       |
|       | Mar  | 1       | 15  | 12.00  | 35.49 | 1039.87            | 1.66            | 0.34   | 0.89    | 34.65 | -22.65             | 0.00               | 0.00         | -22.65             | 0.00      | 638.54               | 638.54  | 127.71  | 0.00        | 127.71     | 1.46                    | 0.21                       |
|       | Mar  | 2       | 16  | 73.40  | 37.85 | 1017.22            | 1.62            | 1.94   | 1.00    | 41.64 | 31.76              | 0.92               | 29.12        | 2.64               | 26.21     | 510.83               | 537.04  | 107.41  | 2.91        | 110.32     | 1.18                    | 0.66                       |
|       | Apr  | 1       | 15  | 134.20 | 35.05 | 1019.86            | 1.63            | 3.83   | 1.00    | 38.55 | 95.65              | 0.92               | 87.81        | 7.83               | 79.03     | 429.63               | 508.66  | 101.73  | 8.78        | 110.51     | 1.26                    | 0.29                       |
|       | Apr  | 2       | 15  | 202.80 | 35.05 | 1027.70            | 1.64            | 5.79   | 1.00    | 38.55 | 164.25             | 0.92               | 151.38       | 12.87              | 136.24    | 406.93               | 543.17  | 108.63  | 15.14       | 123.77     | 1.41                    | 0.91                       |
|       | Mei  | 1       | 15  | 78.40  | 33.29 | 1040.57            | 1.66            | 2.35   | 1.00    | 36.62 | 41.78              | 0.93               | 38.73        | 3.04               | 34.86     | 434.53               | 469.40  | 93.88   | 3.87        | 97.75      | 1.12                    | 0.53                       |
|       | Mei  | 2       | 16  | 100.90 | 35.51 | 1043.61            | 1.67            | 2.84   | 1.00    | 39.06 | 61.84              | 0.93               | 57.41        | 4.43               | 51.67     | 375.52               | 427.19  | 85.44   | 5.74        | 91.18      | 0.98                    | 0.07                       |
|       | Jun  | 1       | 15  | 66.80  | 30.04 | 1048.04            | 1.67            | 2.22   | 1.00    | 33.05 | 33.75              | 0.93               | 31.40        | 2.36               | 28.26     | 341.75               | 370.01  | 74.00   | 3.14        | 77.14      | 0.88                    | 0.13                       |
|       | Jun  | 2       | 15  | 74.40  | 30.04 | 1050.39            | 1.68            | 2.48   | 1.00    | 33.05 | 41.35              | 0.93               | 38.51        | 2.85               | 34.65     | 296.00               | 330.66  | 66.13   | 3.85        | 69.98      | 0.80                    | 0.11                       |
|       | Jul  | 1       | 15  | 129.60 | 31.58 | 1053.24            | 1.68            | 4.10   | 1.00    | 34.74 | 94.86              | 0.93               | 88.44        | 6.43               | 79.59     | 264.53               | 344.12  | 68.82   | 8.84        | 77.67      | 0.89                    | 0.14                       |
|       | Jul  | 2       | 16  | 86.00  | 33.68 | 1059.67            | 1.69            | 2.55   | 1.00    | 37.05 | 48.95              | 0.93               | 45.75        | 3.20               | 41.18     | 275.30               | 316.47  | 63.29   | 4.58        | 67.87      | 0.73                    | 0.47                       |
|       | Aug  | 1       | 15  | 71.40  | 32.23 | 1062.86            | 1.70            | 2.22   | 1.00    | 35.45 | 35.95              | 0.94               | 33.64        | 2.30               | 30.28     | 253.18               | 283.46  | 56.69   | 3.36        | 60.06      | 0.69                    | 0.45                       |
|       | Aug  | 2       | 16  | 17.00  | 34.38 | 1065.17            | 1.70            | 0.49   | 0.92    | 34.96 | -17.96             | 0.00               | 0.00         | -17.96             | 0.00      | 226.77               | 226.77  | 45.35   | 0.00        | 45.35      | 0.49                    | 0.09                       |
|       | Sep  | 1       | 15  | 44.60  | 36.16 | 1047.21            | 1.67            | 1.23   | 1.00    | 39.78 | 4.82               | 0.93               | 4.48         | 0.34               | 4.03      | 181.41               | 185.45  | 37.09   | 0.45        | 37.54      | 0.43                    | 0.10                       |
|       | Sep  | 2       | 15  | 16.60  | 36.16 | 1047.55            | 1.67            | 0.46   | 0.91    | 36.26 | -19.66             | 0.00               | 0.00         | -19.66             | 0.00      | 148.36               | 148.36  | 29.67   | 0.00        | 29.67      | 0.34                    | 0.04                       |
|       | Oct  | 1       | 15  | 17.20  | 36.16 | 1027.90            | 1.64            | 0.48   | 0.91    | 36.04 | -18.84             | 0.00               | 0.00         | -18.84             | 0.00      | 118.69               | 118.69  | 23.74   | 0.00        | 23.74      | 0.27                    | 0.06                       |
|       | Oct  | 2       | 16  | 152.80 | 38.57 | 1009.06            | 1.61            | 3.96   | 1.00    | 42.43 | 110.37             | 0.91               | 100.76       | 9.61               | 90.69     | 94.95                | 185.64  | 37.13   | 10.08       | 47.20      | 0.51                    | 0.34                       |
|       | Nov  | 1       | 15  | 68.20  | 34.80 | 1018.66            | 1.63            | 1.96   | 1.00    | 38.28 | 29.92              | 0.92               | 27.45        | 2.47               | 24.71     | 148.51               | 173.22  | 34.64   | 2.75        | 37.39      | 0.43                    | 0.26                       |
|       | Nov  | 2       | 15  | 223.00 | 34.80 | 1021.13            | 1.63            | 6.41   | 1.00    | 38.28 | 184.72             | 0.92               | 169.70       | 15.02              | 152.73    | 138.57               | 291.30  | 58.26   | 16.97       | 75.23      | 0.86                    | 0.49                       |
|       | Dec  | 1       | 15  | 105.50 | 33.73 | 1036.15            | 1.65            | 3.13   | 1.00    | 37.10 | 68.40              | 0.93               | 63.29        | 5.11               | 56.96     | 233.04               | 290.01  | 58.00   | 6.33        | 64.33      | 0.73                    | 0.23                       |
|       | Dec  | 2       | 16  | 47.20  | 35.97 | 1041.26            | 1.66            | 1.31   | 1.00    | 39.57 | 7.63               | 0.93               | 7.08         | 0.55               | 6.37      | 232.01               | 238.37  | 47.67   | 0.71        | 48.38      | 0.52                    | 0.14                       |

Grafik perbandingan debit terukur dan debit hasil hitungan sebelum dan sesudah kalibrasi tahun 2013 dapat dilihat pada gambar 2 dan gambar 3 berikut.





Gambar 2. Grafik Perbandingan Debit Terukur dan Debit Hitungan Tahun 2013 Sebelum dikalibrasi



Gambar 3. Grafik Perbandingan Debit Terukur dan Debit Hitungan Tahun 2013 Sesudah dikalibrasi

Untuk menguji keterkaitan antara dengan debit terukur dengan debit analisis hasil kalibrasi, digunakan uji Koefisien Determinasi. Hasil perhitungan uji determinasi untuk data tahun 2013 disajikan dalam Tabel 7.

Tabel 7. Perhitungan Uji Koefisien Determinasi (r<sup>2</sup>) untuk Data Tahun

| No | Bulan | Periode | X    | Y    | XY   | X <sup>2</sup> | Y <sup>2</sup> | r    | r <sup>2</sup> |
|----|-------|---------|------|------|------|----------------|----------------|------|----------------|
| 1  | Jan   | 1       | 1.52 | 2.57 | 3.92 | 2.32           | 6.60           | 0.88 | 0.77           |
| 2  |       | 2       | 1.85 | 2.21 | 4.10 | 3.42           | 4.91           |      |                |
| 3  | Feb   | 1       | 1.59 | 2.24 | 3.55 | 2.52           | 5.00           |      |                |
| 4  |       | 2       | 1.00 | 2.21 | 2.22 | 1.01           | 4.88           |      |                |
| 5  | Mar   | 1       | 0.21 | 1.46 | 0.30 | 0.04           | 2.13           |      |                |
| 6  |       | 2       | 0.66 | 1.18 | 0.78 | 0.43           | 1.39           |      |                |
| 7  | Apr   | 1       | 0.29 | 1.26 | 0.36 | 0.08           | 1.59           |      |                |
| 8  |       | 2       | 0.91 | 1.41 | 1.29 | 0.83           | 2.00           |      |                |
| 9  | Mei   | 1       | 0.53 | 1.12 | 0.59 | 0.28           | 1.25           |      |                |
| 10 |       | 2       | 0.07 | 0.98 | 0.06 | 0.00           | 0.95           |      |                |
| 11 | Jun   | 1       | 0.13 | 0.88 | 0.11 | 0.02           | 0.78           |      |                |
| 12 |       | 2       | 0.11 | 0.80 | 0.09 | 0.01           | 0.64           |      |                |
| 13 | Jul   | 1       | 0.14 | 0.89 | 0.12 | 0.02           | 0.79           |      |                |
| 14 |       | 2       | 0.47 | 0.73 | 0.34 | 0.22           | 0.53           |      |                |

|                  |     |   |       |       |       |       |       |
|------------------|-----|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| 15               | Aug | 1 | 0.45  | 0.69  | 0.31  | 0.20  | 0.47  |
| 16               |     | 2 | 0.09  | 0.49  | 0.04  | 0.01  | 0.24  |
| 17               | Sep | 1 | 0.10  | 0.43  | 0.04  | 0.01  | 0.18  |
| 18               |     | 2 | 0.04  | 0.34  | 0.01  | 0.00  | 0.11  |
| 19               | Oct | 1 | 0.06  | 0.27  | 0.01  | 0.00  | 0.07  |
| 20               |     | 2 | 0.34  | 0.51  | 0.17  | 0.11  | 0.26  |
| 21               | Nov | 1 | 0.26  | 0.43  | 0.11  | 0.07  | 0.18  |
| 22               |     | 2 | 0.49  | 0.86  | 0.42  | 0.24  | 0.74  |
| 23               | Dec | 1 | 0.23  | 0.73  | 0.17  | 0.05  | 0.54  |
| 24               |     | 2 | 0.14  | 0.52  | 0.07  | 0.02  | 0.27  |
| <b>Jumlah</b>    |     |   | 11.66 | 25.19 | 19.20 | 11.94 | 36.49 |
| <b>Rata-rata</b> |     |   | 0.49  | 1.05  | 0.80  | 0.50  | 1.52  |

Dari hasil uji koefisien determinasi diperoleh  $r^2 = 0.77$  yang tergolong nilai korelasi kuat, hal itu berarti hubungan antara debit hasil perhitungan dan debit terukur sudah termasuk kuat (Sugiyono, 2008).

Debit andalan dihitung dengan cara mengurutkan data debit yang ada pada minggu yang sama sesuai dengan jumlah seri data yang ada, dan dihitung juga nilai P (%). Setelah data diurutkan dari yang terbesar ke terkecil dan diperoleh probabilitasnya tiap ranking (Tabel 8) maka selanjutnya yaitu menentukan debit andalan.

Hasil perhitungan debit andalan dalam penelitian ini yaitu debit untuk Q80% dan debit untuk Q90%, yang disajikan dalam Tabel 9.

**Tabel 8.** Urutan Data dan Perhitungan P(%)

| Rangking Data | P      | Debit (m <sup>3</sup> /dt) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------|--------|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|               |        | Jan                        |      | Feb  |      | Mar  |      | Apr  |      | Mei  |      | Jun  |      | Jul  |      | Ags  |      | Sep  |      | Okt  |      | Nov  |      | Des  |      |
|               |        | 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             | 7.69   | 2.77                       | 2.21 | 2.24 | 2.25 | 1.64 | 1.43 | 1.41 | 1.41 | 1.51 | 1.62 | 1.46 | 1.18 | 1.11 | 0.87 | 0.83 | 0.80 | 1.08 | 0.88 | 0.91 | 0.88 | 1.04 | 0.95 | 1.16 | 0.94 |
| 2             | 15.38  | 2.60                       | 2.10 | 1.98 | 2.21 | 1.63 | 1.33 | 1.32 | 1.37 | 1.20 | 1.47 | 1.19 | 1.05 | 0.89 | 0.77 | 0.78 | 0.67 | 0.87 | 0.70 | 0.80 | 0.85 | 0.75 | 0.92 | 0.86 | 0.90 |
| 3             | 23.08  | 2.57                       | 2.08 | 1.94 | 1.97 | 1.60 | 1.27 | 1.31 | 1.17 | 1.12 | 0.98 | 1.05 | 0.80 | 0.80 | 0.73 | 0.69 | 0.62 | 0.57 | 0.68 | 0.61 | 0.53 | 0.70 | 0.86 | 0.74 | 0.79 |
| 4             | 30.77  | 2.52                       | 2.01 | 1.89 | 1.80 | 1.49 | 1.25 | 1.26 | 1.17 | 1.08 | 0.97 | 0.94 | 0.79 | 0.68 | 0.72 | 0.61 | 0.58 | 0.53 | 0.65 | 0.55 | 0.51 | 0.68 | 0.74 | 0.73 | 0.63 |
| 5             | 38.46  | 2.49                       | 1.96 | 1.88 | 1.79 | 1.46 | 1.18 | 1.12 | 1.11 | 1.03 | 0.95 | 0.93 | 0.78 | 0.63 | 0.67 | 0.56 | 0.53 | 0.51 | 0.58 | 0.55 | 0.49 | 0.67 | 0.74 | 0.73 | 0.59 |
| 6             | 46.15  | 2.48                       | 1.95 | 1.76 | 1.78 | 1.36 | 1.09 | 1.09 | 1.10 | 1.01 | 0.95 | 0.88 | 0.69 | 0.61 | 0.65 | 0.54 | 0.49 | 0.45 | 0.48 | 0.50 | 0.47 | 0.64 | 0.69 | 0.68 | 0.56 |
| 7             | 53.85  | 2.45                       | 1.93 | 1.76 | 1.72 | 1.25 | 1.07 | 0.96 | 1.09 | 0.90 | 0.88 | 0.84 | 0.68 | 0.60 | 0.62 | 0.52 | 0.42 | 0.43 | 0.45 | 0.36 | 0.42 | 0.43 | 0.63 | 0.63 | 0.52 |
| 8             | 61.54  | 2.44                       | 1.90 | 1.73 | 1.71 | 1.19 | 1.01 | 0.87 | 1.08 | 0.87 | 0.82 | 0.81 | 0.60 | 0.54 | 0.55 | 0.49 | 0.39 | 0.43 | 0.42 | 0.34 | 0.39 | 0.41 | 0.48 | 0.61 | 0.50 |
| 9             | 69.23  | 2.39                       | 1.90 | 1.69 | 1.68 | 1.18 | 1.00 | 0.86 | 0.99 | 0.79 | 0.79 | 0.77 | 0.59 | 0.53 | 0.54 | 0.48 | 0.34 | 0.42 | 0.34 | 0.27 | 0.34 | 0.32 | 0.46 | 0.60 | 0.46 |
| 10            | 76.92  | 2.38                       | 1.83 | 1.61 | 1.65 | 1.17 | 1.00 | 0.85 | 0.80 | 0.75 | 0.77 | 0.71 | 0.56 | 0.51 | 0.51 | 0.39 | 0.29 | 0.25 | 0.20 | 0.16 | 0.27 | 0.31 | 0.43 | 0.60 | 0.43 |
| 11            | 84.62  | 2.37                       | 1.82 | 1.60 | 1.58 | 1.16 | 0.98 | 0.84 | 0.73 | 0.68 | 0.76 | 0.70 | 0.56 | 0.48 | 0.41 | 0.35 | 0.26 | 0.22 | 0.18 | 0.14 | 0.16 | 0.28 | 0.28 | 0.59 | 0.43 |
| 12            | 92.31  | 2.30                       | 1.79 | 1.55 | 1.55 | 1.12 | 0.87 | 0.80 | 0.68 | 0.60 | 0.74 | 0.67 | 0.55 | 0.47 | 0.35 | 0.30 | 0.23 | 0.19 | 0.16 | 0.12 | 0.11 | 0.23 | 0.26 | 0.27 | 0.41 |
| 13            | 100.00 | 2.12                       | 1.65 | 1.43 | 1.43 | 1.04 | 0.81 | 0.74 | 0.62 | 0.55 | 0.69 | 0.62 | 0.51 | 0.44 | 0.32 | 0.27 | 0.21 | 0.18 | 0.14 | 0.12 | 0.10 | 0.21 | 0.24 | 0.25 | 0.38 |

**Tabel 9.** Nilai Analisis Debit Andalan Q<sub>80%</sub> dan Q<sub>95%</sub> di DAS Panasen

| Debit Andalan | Debit (m <sup>3</sup> /dt) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|               | Jan                        |      | Feb  |      | Mar  |      | Apr  |      | Mei  |      | Jun  |      | Jul  |      | Ags  |      | Sep  |      | Okt  |      | Nov  |      | Des  |      |
|               | I                          | II   | I    | II   | I    | II   | I    | II   | I    | II   | I    | II   | I    | II   | I    | II   | I    | II   | I    | II   | I    | II   | I    | II   |
| Q80           | 2.38                       | 1.83 | 1.61 | 1.62 | 1.16 | 0.99 | 0.84 | 0.77 | 0.72 | 0.77 | 0.70 | 0.56 | 0.50 | 0.47 | 0.37 | 0.28 | 0.24 | 0.19 | 0.15 | 0.23 | 0.30 | 0.37 | 0.60 | 0.43 |
| Q95           | 2.24                       | 1.74 | 1.51 | 1.51 | 1.09 | 0.85 | 0.78 | 0.66 | 0.58 | 0.72 | 0.65 | 0.54 | 0.46 | 0.34 | 0.29 | 0.23 | 0.19 | 0.15 | 0.12 | 0.10 | 0.22 | 0.25 | 0.26 | 0.40 |

Pemanfaatan air di DAS Panasen untuk memenuhi kebutuhan air di Daerah Irigasi Panasen Hulu yang mempunyai luas fungsional sebesar 142 Ha. Dalam penelitian ini,

perhitungan kebutuhan air irigasi akan dilakukan dalam 1 tahun dengan variasi masa tanam, dengan skema sebagai berikut:

**Tabel 10. Masa Persiapan Lahan dan Masa Tanam**

| 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 |
| LP  | LP | C   | C  | C   | C  | C   | C  | LP  | LP | C   | C  | C   | C  | C   | C  | LP  | LP | C   | C  | C   | C  | C   | C  |

Keterangan :

- LP = Land Preparation (Masa Persiapan Lahan)
- C = Crop (Masa Tanam)

Perhitungan Curah hujan efektif menggunakan data curah hujan yang tersedia selama 12 tahun dari tahun 2011-2022 yang disusun dalam setengah bulanan kemudian diurutkan dari yang terkecil hingga yang terbesar (tidak memperhitungkan tahun pengamatan), dan dipilih curah hujan setengah bulanan pada urutan :

$$R80 = \frac{n}{5} + 1$$

$$x = \frac{12}{5} + 1 = 3,4$$

Karena diperoleh urutan ke 3,4 sehingga perlu dilakukan interpolasi, dan diperoleh R80 sebesar 69,00. Kemudian dihitung nilai untuk hujan efektif menggunakan rumus:

$$Re = \frac{0,7 \times R_{80}}{15} = \frac{0,7 \times 69,00}{15} = 3,22 \text{ mm/hari}$$

Hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat dalam Tabel 11.

**Tabel 11. Perhitungan Curah Hujan Efektif (Re)**

| Urutan | Jan    |        | Feb    |        | Mar    |        | Apr    |        | Mei    |        | Jun    |       | Jul    |        | Ags    |        | Sep    |        | Okt    |        | Nov    |        | Des    |        |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|        | 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      | 38.60  | 12.70  | 18.00  | 20.00  | 5.50   | 17.00  | 30.20  | 29.40  | 7.80   | 73.50  | 0.00   | 0.00  | 0.00   | 22.50  | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 14.80  | 0.00   | 0.00   | 34.20  | 4.00   |
| 2      | 64.00  | 19.80  | 29.80  | 22.40  | 12.00  | 71.80  | 36.50  | 36.50  | 25.00  | 75.00  | 52.40  | 3.70  | 4.60   | 29.00  | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 19.50  | 28.30  | 48.40  | 57.50  | 35.00  |
| 3      | 67.00  | 40.80  | 48.10  | 23.50  | 16.60  | 73.40  | 51.00  | 69.60  | 26.00  | 85.80  | 53.90  | 23.50 | 25.00  | 55.90  | 7.70   | 1.00   | 22.00  | 0.00   | 2.30   | 23.80  | 55.00  | 76.00  | 60.40  | 40.90  |
| 3.4    | 69.00  | 42.12  | 50.22  | 28.70  | 17.84  | 77.00  | 51.28  | 71.56  | 32.08  | 88.68  | 59.06  | 28.10 | 26.08  | 58.54  | 8.62   | 7.40   | 23.36  | 6.64   | 4.06   | 35.68  | 58.60  | 84.16  | 78.44  | 43.42  |
| 4      | 72.00  | 44.10  | 53.40  | 36.50  | 19.70  | 82.40  | 51.70  | 74.50  | 41.20  | 93.00  | 66.80  | 35.00 | 27.70  | 62.50  | 10.00  | 17.00  | 25.40  | 16.60  | 6.70   | 53.50  | 64.00  | 96.40  | 105.50 | 47.20  |
| 5      | 88.90  | 85.90  | 56.60  | 63.20  | 58.20  | 85.80  | 59.00  | 90.50  | 67.60  | 100.90 | 81.00  | 45.80 | 35.40  | 68.20  | 13.20  | 25.50  | 28.20  | 19.60  | 17.20  | 54.50  | 68.20  | 103.70 | 112.60 | 53.80  |
| 6      | 90.80  | 87.00  | 100.00 | 67.70  | 60.90  | 92.00  | 75.00  | 108.60 | 74.70  | 114.30 | 83.00  | 46.00 | 43.00  | 86.00  | 23.41  | 37.10  | 29.90  | 33.80  | 24.00  | 69.00  | 115.50 | 104.50 | 119.40 | 92.40  |
| 7      | 102.40 | 89.40  | 101.60 | 100.80 | 70.50  | 96.90  | 82.30  | 132.20 | 78.40  | 140.20 | 83.40  | 53.40 | 51.20  | 94.70  | 55.00  | 41.20  | 40.00  | 48.00  | 32.20  | 76.60  | 127.10 | 109.50 | 138.50 | 94.30  |
| 8      | 104.30 | 103.00 | 119.10 | 119.20 | 77.80  | 101.00 | 103.80 | 156.20 | 97.60  | 168.00 | 86.40  | 57.20 | 59.58  | 98.50  | 57.20  | 55.00  | 44.60  | 91.60  | 51.50  | 104.50 | 129.20 | 127.00 | 152.60 | 96.00  |
| 9      | 115.40 | 109.00 | 124.50 | 123.50 | 122.10 | 103.50 | 109.70 | 183.00 | 142.00 | 171.00 | 105.60 | 62.00 | 90.60  | 104.50 | 59.00  | 83.20  | 82.60  | 120.50 | 91.50  | 133.20 | 138.30 | 130.00 | 154.90 | 96.20  |
| 10     | 132.40 | 128.90 | 150.00 | 129.00 | 147.00 | 117.50 | 134.20 | 187.90 | 146.50 | 178.20 | 125.10 | 64.40 | 99.30  | 137.00 | 71.40  | 86.30  | 85.50  | 130.90 | 114.10 | 152.80 | 139.80 | 209.14 | 194.20 | 146.60 |
| 11     | 141.60 | 161.50 | 167.20 | 137.30 | 190.60 | 130.00 | 137.00 | 202.80 | 152.50 | 285.10 | 129.50 | 74.40 | 101.00 | 150.20 | 78.70  | 118.00 | 211.40 | 152.00 | 123.40 | 161.00 | 164.50 | 220.40 | 199.50 | 189.00 |
| 12     | 200.00 | 169.40 | 193.70 | 235.50 | 204.70 | 156.50 | 163.30 | 224.00 | 288.50 | 307.60 | 198.10 | 81.00 | 129.60 | 152.40 | 151.60 | 175.00 | 265.40 | 162.50 | 210.00 | 213.50 | 192.00 | 223.00 | 200.20 | 209.50 |
| Re     | 3.22   | 1.97   | 2.34   | 1.34   | 0.83   | 3.59   | 2.39   | 3.34   | 1.50   | 4.14   | 2.76   | 1.31  | 1.22   | 2.73   | 0.40   | 0.35   | 1.09   | 0.31   | 0.19   | 1.67   | 2.73   | 3.93   | 3.66   | 2.03   |

Hasil perhitungan kebutuhan air irigasi untuk lahan fungsional disajikan dalam Tabel 12 berikut.

**Tabel 12. Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi**

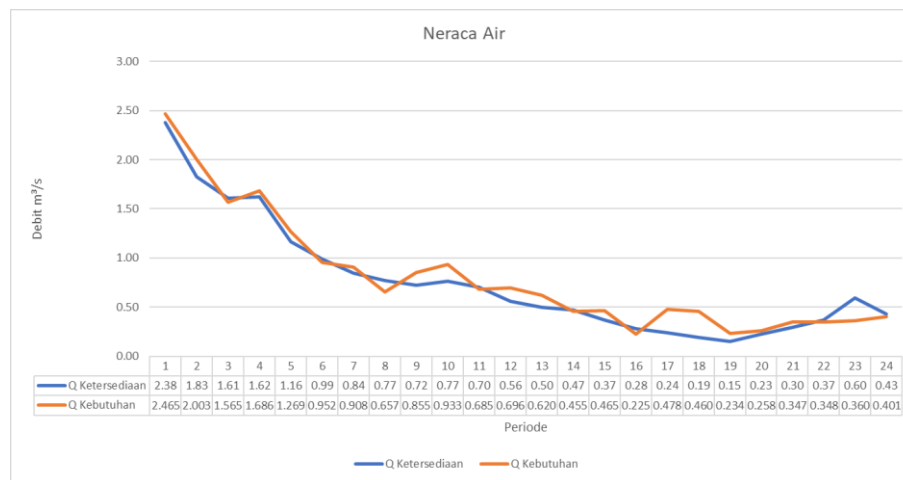
| Bulan/<br>Periode | Eto<br>mm/hari | Re<br>mm/hari | P<br>mm/hari | Masa Penyiapan Lahan(LP) |              |             |         |      |               |                 | Masa Tanam © |                |                | Dr<br>lt/dt.ha | Qir<br>m3/d<br>t |                  |      |      |
|-------------------|----------------|---------------|--------------|--------------------------|--------------|-------------|---------|------|---------------|-----------------|--------------|----------------|----------------|----------------|------------------|------------------|------|------|
|                   |                |               |              | Eo<br>mm/hari            | M<br>mm/hari | TLp<br>Hari | S<br>mm | k    | IR<br>mm/hari | NFR*<br>mm/hari | Kc           | Etc<br>mm/hari | WLR<br>mm/hari |                |                  | NFR**<br>mm/hari |      |      |
|                   |                |               |              |                          |              |             |         |      |               |                 |              |                |                |                |                  |                  | (1)  | (2)  |
| Jan I             | 2.07           | 3.22          | 2.00         | 2.27                     | 4.27         | 30.00       | 300.00  | 0.43 | 12.29         | 9.07            |              |                |                |                |                  |                  | 1.61 | 0.23 |
| Jan II            | 2.07           | 1.97          | 2.00         | 2.27                     | 4.27         | 30.00       | 300.00  | 0.43 | 12.29         | 10.32           |              |                |                |                |                  |                  | 1.84 | 0.26 |
| Feb I             | 2.29           | 2.34          | 2.00         |                          |              |             |         |      |               |                 | 1.10         | 2.52           |                |                | 2.17             | 0.39             | 0.05 |      |
| Feb II            | 2.29           | 1.34          | 2.00         |                          |              |             |         |      |               |                 | 1.10         | 2.52           | 3.85           | 7.02           | 1.25             |                  | 0.18 |      |
| Mar I             | 2.37           | 0.83          | 2.00         |                          |              |             |         |      |               |                 | 1.05         | 2.48           | 3.33           | 6.99           | 1.24             |                  | 0.18 |      |
| Mar II            | 2.37           | 3.59          | 2.00         |                          |              |             |         |      |               |                 | 1.05         | 2.48           | 3.13           | 4.02           | 0.72             |                  | 0.10 |      |
| April I           | 2.34           | 2.39          | 2.00         |                          |              |             |         |      |               |                 | 0.95         | 2.22           | 3.33           | 5.16           | 0.92             |                  | 0.13 |      |
| April II          | 2.34           | 3.34          | 2.00         |                          |              |             |         |      |               |                 |              |                |                |                |                  | 0.00             | 0.00 |      |
| Mei I             | 2.22           | 1.50          | 2.00         | 2.44                     | 4.44         | 30.00       | 300.00  | 0.44 | 12.38         | 10.89           |              |                |                |                |                  | 1.94             | 0.28 |      |
| Mei II            | 2.22           | 4.14          | 2.00         | 2.44                     | 4.44         | 30.00       | 300.00  | 0.44 | 12.38         | 8.25            |              |                |                |                |                  | 1.47             | 0.21 |      |
| Juni I            | 2.00           | 2.76          | 2.00         |                          |              |             |         |      |               |                 | 1.10         | 2.20           |                |                | 1.45             | 0.26             | 0.04 |      |
| Juni II           | 2.00           | 1.31          | 2.00         |                          |              |             |         |      |               |                 | 1.10         | 2.20           | 3.33           | 6.23           | 1.11             |                  | 0.16 |      |
| Juli I            | 2.11           | 1.22          | 2.00         |                          |              |             |         |      |               |                 | 1.05         | 2.21           | 3.33           | 6.33           | 1.13             |                  | 0.16 |      |
| Juli II           | 2.11           | 2.73          | 2.00         |                          |              |             |         |      |               |                 | 1.05         | 2.21           | 3.13           | 4.60           | 0.82             |                  | 0.12 |      |
| Agust I           | 2.15           | 0.40          | 2.00         |                          |              |             |         |      |               |                 | 0.95         | 2.04           | 3.33           | 6.97           | 1.24             |                  | 0.18 |      |
| Agust II          | 2.15           | 0.35          | 2.00         |                          |              |             |         |      |               |                 |              |                |                |                |                  | 0.00             | 0.00 |      |
| Sept I            | 2.41           | 1.09          | 2.00         | 2.65                     | 4.65         | 30.00       | 300.00  | 0.47 | 12.51         | 11.42           |              |                |                |                |                  | 2.03             | 0.29 |      |
| Sept II           | 2.41           | 0.31          | 2.00         | 2.65                     | 4.65         | 30.00       | 300.00  | 0.47 | 12.51         | 12.20           |              |                |                |                |                  | 2.17             | 0.31 |      |
| Okt I             | 2.41           | 0.19          | 2.00         |                          |              |             |         |      |               |                 | 1.10         | 2.65           |                |                | 4.46             | 0.79             | 0.11 |      |
| Okt II            | 2.41           | 1.67          | 2.00         |                          |              |             |         |      |               |                 | 1.10         | 2.65           | 3.13           | 6.11           | 1.09             |                  | 0.15 |      |
| Nov I             | 2.32           | 2.73          | 2.00         |                          |              |             |         |      |               |                 | 1.05         | 2.44           | 3.33           | 5.03           | 0.90             |                  | 0.13 |      |
| Nov II            | 2.32           | 3.93          | 2.00         |                          |              |             |         |      |               |                 | 1.05         | 2.44           | 3.33           | 3.84           | 0.68             |                  | 0.10 |      |
| Des I             | 2.25           | 3.66          | 2.00         |                          |              |             |         |      |               |                 | 0.95         | 2.14           | 3.33           | 3.81           | 0.68             |                  | 0.10 |      |
| Des II            | 2.25           | 2.03          | 2.00         |                          |              |             |         |      |               |                 |              |                |                |                |                  | 0.00             | 0.00 |      |

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2011 tentang Sungai, maka perhitungan neraca air harus memperhitungkan kebutuhan air Q95%, yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 13, dengan grafik neraca air pada Gambar 4.

**Tabel 13.** Neraca Air DAS Panasen untuk Irigasi dengan Memperhitungkan kebutuhan Air Q95%

| Bulan | Periode | Ketersediaan Air (m <sup>3</sup> /s) | Kebutuhan Air              |                                 | Kebutuhan Air Total (m <sup>3</sup> /det) | Neraca Air (m <sup>3</sup> /s) |
|-------|---------|--------------------------------------|----------------------------|---------------------------------|---|--------------------------------|
|       |         |                                      | Q 95 (m <sup>3</sup> /det) | Air Irigasi (m <sup>3</sup> /s) |   |                                |
| Jan   | I       | 2.38                                 | 2.24                       | 0.229                           | 2.465                                     | -0.088                         |
|       | II      | 1.83                                 | 1.74                       | 0.261                           | 2.003                                     | -0.175                         |
| Feb   | I       | 1.61                                 | 1.51                       | 0.055                           | 1.565                                     | 0.041                          |
|       | II      | 1.62                                 | 1.51                       | 0.178                           | 1.686                                     | -0.063                         |
| Mar   | I       | 1.16                                 | 1.09                       | 0.177                           | 1.269                                     | -0.104                         |
|       | II      | 0.99                                 | 0.85                       | 0.102                           | 0.952                                     | 0.038                          |
| Apr   | I       | 0.84                                 | 0.78                       | 0.130                           | 0.908                                     | -0.065                         |

|     |    |      |      |       |       |        |
|-----|----|------|------|-------|-------|--------|
|     | II | 0.77 | 0.66 | 0.000 | 0.657 | 0.115  |
| May | I  | 0.72 | 0.58 | 0.275 | 0.855 | -0.134 |
|     | II | 0.77 | 0.72 | 0.209 | 0.933 | -0.166 |
| Jun | I  | 0.70 | 0.65 | 0.037 | 0.685 | 0.019  |
|     | II | 0.56 | 0.54 | 0.157 | 0.696 | -0.133 |
| Jul | I  | 0.50 | 0.46 | 0.160 | 0.620 | -0.120 |
|     | II | 0.47 | 0.34 | 0.116 | 0.455 | 0.015  |
| Aug | I  | 0.37 | 0.29 | 0.176 | 0.465 | -0.093 |
|     | II | 0.28 | 0.23 | 0.000 | 0.225 | 0.053  |
| Sep | I  | 0.24 | 0.19 | 0.289 | 0.478 | -0.240 |
|     | II | 0.19 | 0.15 | 0.308 | 0.460 | -0.270 |
| Oct | I  | 0.15 | 0.12 | 0.113 | 0.234 | -0.082 |
|     | II | 0.23 | 0.10 | 0.155 | 0.258 | -0.029 |
| Nov | I  | 0.30 | 0.22 | 0.127 | 0.347 | -0.051 |
|     | II | 0.37 | 0.25 | 0.097 | 0.348 | 0.023  |
| Dec | I  | 0.60 | 0.26 | 0.096 | 0.360 | 0.237  |
|     | II | 0.43 | 0.40 | 0.000 | 0.401 | 0.029  |



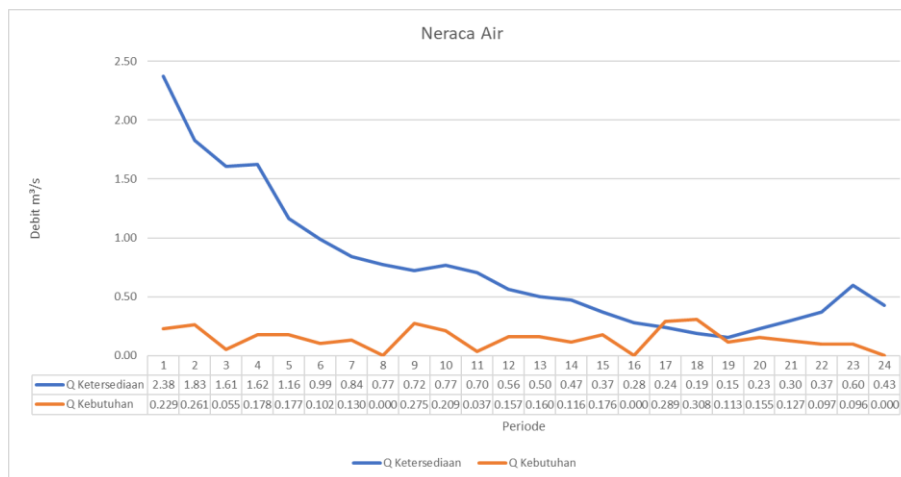
**Gambar 4.** Grafik Neraca Air DAS Panasen untuk Irigasi Pada Lahan Fungsional dengan Memperhitungkan Kebutuhan Air Q95%

Karena banyak terjadi *defisit* pada kondisi sebelumnya yang memperhitungkan Q<sub>95%</sub>, maka dicoba alternatif lain yaitu dengan tidak memperhitungkan Q<sub>95%</sub>, yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 14, dengan grafik neraca air pada Gambar 5.

**Tabel 14.** Neraca Air DAS Panasen untuk Irigasi tanpa Memperhitungkan kebutuhan Air Q<sub>95%</sub>

| Bulan | Periode | Q <sub>95%</sub>                     |   |                                |
|-------|---------|--------------------------------------|---|--------------------------------|
|       |         | Ketersediaan Air (m <sup>3</sup> /s) | Kebutuhan Air Irigasi (m <sup>3</sup> /s) | Neraca Air (m <sup>3</sup> /s) |
| Jan   | I       | 2.38                                 | 0.229                                     | 2.147                          |
|       | II      | 1.83                                 | 0.261                                     | 1.566                          |
| Feb   | I       | 1.61                                 | 0.055                                     | 1.551                          |
|       | II      | 1.62                                 | 0.178                                     | 1.445                          |
| Mar   | I       | 1.16                                 | 0.177                                     | 0.988                          |
|       | II      | 0.99                                 | 0.102                                     | 0.888                          |
| Apr   | I       | 0.84                                 | 0.130                                     | 0.713                          |
|       | II      | 0.77                                 | 0.000                                     | 0.772                          |

|     |    |      |       |        |
|-----|----|------|-------|--------|
| May | I  | 0.72 | 0.275 | 0.446  |
|     | II | 0.77 | 0.209 | 0.558  |
| Jun | I  | 0.70 | 0.037 | 0.668  |
|     | II | 0.56 | 0.157 | 0.405  |
| Jul | I  | 0.50 | 0.160 | 0.340  |
|     | II | 0.47 | 0.116 | 0.353  |
| Aug | I  | 0.37 | 0.176 | 0.196  |
|     | II | 0.28 | 0.000 | 0.279  |
| Sep | I  | 0.24 | 0.289 | -0.051 |
|     | II | 0.19 | 0.308 | -0.118 |
| Oct | I  | 0.15 | 0.113 | 0.039  |
|     | II | 0.23 | 0.155 | 0.074  |
| Nov | I  | 0.30 | 0.127 | 0.169  |
|     | II | 0.37 | 0.097 | 0.274  |
| Dec | I  | 0.60 | 0.096 | 0.501  |
|     | II | 0.43 | 0.000 | 0.429  |



**Gambar 5.** Grafik Neraca Air DAS Panasen untuk Irigasi Pada Lahan Fungsional tanpa Memperhitungkan Kebutuhan Air Q95%

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis neraca air pada Sungai Panasen didapati beberapa periode terjadi defisit air yaitu pada periode Januari I, Januari II, Februari II, Maret I, April I, May I, May II, Juni II, Juli I, Agustus I, September I, September II, Oktober I, Oktober II, dan November I, dimana kebutuhan (*Demand*) air lebih besar dibandingkan ketersediaan (*Supply*) air sehingga tidak mampu melayani kebutuhan air irigasi, dengan kata lain hanya ada 9 dari 24 periode saja yang mengalami surplus atau kelebihan air. Maka dari itu dapat disimpulkan bahwa ketersediaan air di Bendung tempang belum cukup optimal dalam pemenuhan kebutuhan air irigasi untuk lahan fungsional, sehingga perlu dilakukan koreksi terhadap pola tanam, sehingga didapat pola tanam yang sesuai dengan ketersediaan air di DAS Panasen.

## DAFTAR RUJUKAN

- Adare, D. R. Ch., Hendratta, L. A., & Sumarauw, J. S. F. (2018). Analisis Neraca Air Sungai Talawaan di Titik Bendung Talawaan Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Sipil Statik*, 6(3).
- Ayu, S., Djokja, F., Sumarauw, J. S. F., & Hendratta, L. A. (2020). Analisis Neraca Air Sungai Biyongadi Titik Bendung Huludupitango Kabupaten Gorontalo. *Jurnal Sipil Statik*, 8(4).
- Bella, B. J., Wuisan, E. M., & Mananoma, T. (2018). Analisis Neraca Air Di Titik Bendung Toraut, Desa Toraut Utara, Kecamatan Dumoga Barat, Kabupaten Bolaang Mongondow. *Jurnal Sipil Statik*, 6(4).
- Dengo, D. F., Sumarauw, J. S. F., & Tangkudung, H. (2016). Analisis Neraca Air Sungai Ranowangko. *Jurnal Sipil Tekno*, 14(65).
- Firmanda, Y. A., Hadiani, R. R. R., & Saido, A. P. (2019). Analisis Neraca Sumber Daya Air Berbasis Sistem Informasi Geografis (Sig) (Studi Kasus pada DAS Ngunggungahan). *Matriks Teknik Sipil*, 7(3).  
<https://doi.org/10.20961/mateksi.v7i3.36490>
- Kansil, G. R., Sumarauw, J. S. F., & Tanudjaja, L. (2015). Analisis Neraca Air Sungai Akembuala Di Kota Tahuna Kabupaten Sangihe. *Jurnal Sipil Statik*, 3(7).
- Komala Sari, N., & Raya Prima, G. (2023). Evaluasi Kebutuhan Dan Ketersediaan Air Irigasi Dalam Rangka Peningkatan Hasil Pertanian. *Menara: Jurnal Teknik Sipil*, 18(1). <https://doi.org/10.21009/jmenara.v18i1.31096>
- Kurnia Hidayat, A., El Akbar, R. R., & Kosnayani, A. S. (2019). Initial Dynamic System Design for Optimization of Gravity Irrigation Water Management (Open Gravitation Irrigation). *APTIKOM Journal on Computer Science and Information Technologies*, 4(2). <https://doi.org/10.11591/aptikom.j.csit.32>
- Mentang, R. S., Mananoma, T., & Sumarauw, J. S. F. (2017). Analisis Neraca Air Sungai Paniki Dengan Titik Tinjauan Di Jembatan Paniki Risky. *Jurnal Sipil Statik*, 5(3).
- Mufli Fajar, M., Mananoma, T., & S. F. Sumarauw, J. (2023). Studi Penerapan Konsep Eko Hidraulik Untuk Mitigasi Banjir Di Sungai Pulisan. *EDUSAINTEK: Jurnal Pendidikan, Sains Dan Teknologi*, 11(1).  
<https://doi.org/10.47668/edusaintek.v11i1.944>

- Nayoan, G., Sumarauw, J. S. F., & Hendratta, L. A. (2023). Analisis Neraca Air Sungai Alopohu Di Titik Bendung Alopohu Kabupaten Gorontalo. *Jurnal Sipil Tekno*, 21(84).
- Rambembuoch, I. E., Sumarauw, J. S. F., & Mananoma, T. (2019). Analisis Neraca Air Sungai Abuang Di Titik Bendung Abuang Kabupaten Minahasa Tenggara. *Jurnal Sipil Statik*, 7(8).
- Senaen, Y. M., Sumarauw, J. S. F., & Mananoma, T. (2019). Analisis Neraca Air Sungai Molinow Di Titik Bendung Molinow Kabupaten Minahasa Selatan. *Jurnal Sipil Statik*, 7(8).
- Sisvanto, K. S., Mananoma, T., & Sumarauw, J. S. F. (2020). Analisis Neraca Air Sungai Alo Di Titik Bendung Alo Kabupaten Gorontalo. *Jurnal Sipil Statik*, 8(4).
- Sugiyono. (2008). Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D. *Jurnal Bandung: Alfabeta*, 300.
- Sumarauw, J. S. F. 2018. Bahan Ajar Debit Andalan, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Sumarauw, J. S. F. 2018. Bahan Ajar Metode Perhitungan Evapotranspirasi, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Sumarauw, J. S. F. 2018. Bahan Ajar Model Rainfall-Runoff NRECA, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Taju, M. D., Sumarauw, J. S. F., & Mananoma, T. (2023). Analisis Neraca Air Sungai Malalayang Di Titik Pengamatan Instalasi Pengolahan Air (IPA) Pancuran IX, Winangun, Kota Manado. *Jurnal Sipil Tekno*, 21(84).
- Takeda, K., & Sosrodarsono, S. (2003). Hidrologi untuk Pengairan. *Editor Sosrodarsono, S. PT Pradnya Paramita: Jakarta*, 12(2).