

ANALISIS NERACA AIR DAERAH IRIGASI TINJAK MENJANGAN PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) TUKAD SUNGI DI KABUPATEN TABANAN

Ni Kadek Sriartha Dewi, Ida Bagus Suryatmaja, Krisna Kurniari

*Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mahasaraswati Denpasar
Email: sriarthadewi@gmail.com*

ABSTRAK: Bali dengan luas wilayah yang relatif kecil memiliki produktivitas padi yang cukup tinggi terutama di daerah pedesaan. Pada sektor pertanian, pengelolaan irigasi merupakan salah satu komponen keberhasilan pertanian. Daerah Irigasi Tinjak Menjangan terletak di Kecamatan Marga Kabupaten Tabanan merupakan salah satu daerah irigasi yang termasuk bagian pengelolaan daerah aliran sungai (DAS) Tukad Sungai yang memiliki luas areal rencana 436 Ha sejak tahun 1961, lalu pada tahun 2020 luas areal fungsional menjadi 405 Ha. Dari pencatatan debit tahun terakhir (2020) yaitu debit rata-rata yang masuk ke intake sebesar 770 lt/dt, dimana debit yang paling besar 863 lt/dt dan yang paling kecil 127 lt/dt. Sedangkan kebutuhan air pada sawah Daerah Irigasi Tinjak Menjangan sebesar 810 lt/dt. Berdasarkan data yang ada, sehingga perlu adanya analisis imbalanced air dan kinerja daripada saluran irigasi tersebut. Pada penelitian ini, analisis yang dilakukan adalah analisis debit andalan dengan menggunakan metode *Weibull*, analisis kebutuhan air irigasi dengan menggunakan metode *Penman Modifikasi*, analisis keseimbangan air menggunakan metode *Water Balance*. Data yang diperlukan pada analisis adalah data debit bendung selama 5 tahun terakhir, data pola tanam, data klimatologi, data kondisi existing jaringan irigasi, penampang saluran dan debit saluran irigasi. Dari hasil analisis didapatkan imbalanced air pada Daerah Irigasi Tinjak Menjangan mengalami surplus jika pola pemberian air dilakukan secara bergilir. Tetapi jika dilakukan pola pemberian air secara serentak akan mengalami defisit pada bulan – bulan tertentu.

Kata kunci: Neraca Air, Kebutuhan Air, Daerah Irigasi.

ABSTRACT: Bali with a relatively small area has a fairly high rice productivity, especially in rural areas. In the agricultural sector, irrigation management is one component of agricultural success. The Menjangan Fecal Irrigation Area is located in Tabanan Regency Marga District is one of the irrigation areas that includes the management of the Tukad Sungai watershed which has an area of 436 Ha plan since 1961, then in 2020 the area of functional area becomes 405 Ha. From the recording of the last year's discharge (2020) which is the average discharge that goes to the intake of 770 lt / dt, where the largest discharge is 863 lt / dt and the smallest 127 lt / dt. While the water needs in the rice fields of The Menjangan Fecal Irrigation Area amounted to 810 lt / s. Based on existing data, so there needs to be an analysis of water balances and performance of irrigation canals. In this study, the analysis conducted was the mainstay discharge analysis using the Weibull method, the analysis of irrigation water needs using the Penman Modification method, water balance analysis using the Water Balance method. The data required in the analysis is data on the bending debit over the last 5 years, planting pattern data, climatology data, existing condition data of irrigation networks, cross-section of channels and irrigation canal discharge. From the results of the analysis obtained water balances in the Irrigation Area of The Menjangan Feces experienced surplus if the pattern of water administration is carried out in turns. But if done the pattern of giving water simultaneously will experience a deficit in certain months.

Keywords: Water Balance, Water Needs, Irrigation Area.

PENDAHULUAN

Bali dengan luas wilayah yang relatif kecil memiliki produktivitas padi yang cukup tinggi terutama di daerah pedesaan. Pengelolaan irigasi merupakan salah satu komponen keberhasilan pertanian. Maka dari itu saluran irigasi yang berfungsi sebagai media untuk memenuhi kebutuhan air pertanian perlu dikelola secara efektif dan efisien dengan adanya dukungan pembangunan sarana dan prasarana irigasi serta pemeliharaan irigasi dan kondisi fisik saluran irigasi (Hariyanto, 2018). Dalam hal ini, pentingnya keseimbangan air (water balance) yang merupakan siklus air yang

seimbang dimana besarnya aliran air yang masuk atau ketersediaan (inflow) dan keluar kebutuhan (outflow) siklus adalah sama. Adapun komponen dari ketersediaan air (inflow) adalah air sungai, air hujan, mata air dan komponen dari kebutuhan air (outflow) adalah air baku, evaporasi, evapotranspirasi, air irigasi. Sedangkan ketidakseimbangan air merupakan kebalikannya. Keseimbangan air dalam siklus hidrologi tergantung pada daerah yang diamati sesuai dengan inflow dan outflow. Inflow sebagai ketersediaan air harus bisa mencukupi kebutuhan air yang ada (Hadryana, 2015). Daerah Irigasi Tinjak Menjangan

terletak di Kecamatan Marga Kabupaten Tabanan merupakan salah satu daerah irigasi yang termasuk bagian pengelolaan daerah aliran sungai (DAS) Tukad Sungai yang memiliki luas areal rencana 436 Ha sejak tahun 1961, lalu pada tahun 2020 luas areal fungsional menjadi 405 Ha (BWS Bali-Penida, 2020). Hal ini disebabkan adanya alih fungsi lahan dari area pertanian menjadi area pasar tradisional. Berdasarkan data PPK Perencanaan dan Program Balai Wilayah Sungai Bali-Penida (2020).

Daerah Irigasi Tinjak Menjangan secara keseluruhan mengairi sawah sebanyak (4) empat subak yaitu Subak Sungai I (luas baku 105 Ha dan luas fungsional 103 Ha), Subak Sungai II (luas baku 200 Ha dan luas fungsional 186 Ha), Subak Tinjak Menjangan Tabanan (luas baku 58 Ha dan luas fungsional 47 Ha), Subak Tinjak Menjangan Badung (luas baku 73 Ha dan luas fungsional 69 Ha). Dari pencatatan debit tahun terakhir (2020) yaitu debit rata-rata sebesar 770 lt/dt, dimana debit yang paling besar adalah 863 lt/dt dan debit yang paling kecil 127 lt/dt. Kebutuhan air pada sawah Daerah Irigasi Tinjak Menjangan sebesar 810 lt/dt (BWS Bali-Penida, 2020). Berdasarkan data yang ada, sehingga perlu dikaji dan ditinjau kinerja daripada saluran irigasi tersebut. Dari pernyataan di atas, penulis tertarik melakukan penelitian dengan analisis neraca air pada Daerah Irigasi Tinjak Menjangan karena pada tahun-tahun sebelumnya belum ada yang melakukan penelitian tersebut pada Daerah Irigasi Tinjak Menjangan. Hal ini bertujuan untuk membantu para petani agar tetap optimis mempertahankan produktivitas dan eksistensi sawah tetap terjaga bahkan meningkat serta mengetahui kondisi imbang air saat ini pada Daerah Irigasi Tinjak Menjangan yang diharapkan bisa menjadi pedoman untuk pemakai air kedepannya.

IMBANGAN AIR (WATER BALANCE)

Analisis keseimbangan air di pintu pengambilan, dimaksudkan untuk mengetahui kekurangan atau kelebihan air di bendung atau di bangunan bagi. Secara matematis, metode perhitungan keseimbangan air (water balance) sebagai berikut:

$$Q_{\text{sisa}} = Q_a - Q_k \quad (1)$$

Dengan:

Q_a = debit andalan di bendung (lt/dt).

Q_k = kebutuhan air irigasi (lt/dt).

Q_{sisa} = debit sisa di bendung/bangunan bagi (lt/dt)

DEBIT ANDALAN

Debit andalan adalah besarnya debit yang tersedia untuk memenuhi kebutuhan air dengan resiko yang telah diperhitungkan. Dalam perencanaan proyek-proyek penyediaan air terlebih dahulu harus dicari debit andalan yang bertujuan untuk menentukan debit perencanaan yang diharapkan selalu tersedia di sungai. Adapun metode yang dipakai untuk analisis debit andalan adalah metode statistik rangking. Penetapan rangking dilakukan menggunakan analisis frekuensi atau probabilitas dengan menggunakan persamaan *Weibull*:

$$P \frac{m}{n+1} \times 100\% \quad (2)$$

P = Probabilitas terjadinya kumpulan nilai yang diharapkan selama periode pengamatan (%)

m = Nomor urut kejadian

n = jumlah data

KEBUTUHAN AIR IRIGASI

Kebutuhan air irigasi adalah jumlah volume air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan evaporasi, kehilangan air, kebutuhan air untuk tanaman dengan memperhatikan jumlah air yang diberikan oleh alam melalui hujan dan kontribusi air tanah. Disini disampaikan untuk kebutuhan air irigasi di sawah ditentukan oleh beberapa faktor seperti evapotranspirasi, penyiapan lahan, penggunaan air konsumtif, perkolasi dan rembesan, penggantian lapisan air, kebutuhan total air di sawah, kebutuhan air di sawah.

ANALISIS EVAPOTRANSPIRASI (METODE PENMAN)

Evapotranspirasi (ET_o) adalah proses dimana air berpindah dari permukaan bumi ke atmosfer termasuk evaporasi air dari tanah dan transpirasi dari tanaman melalui jaringan tanaman melalui transfer panas laten persatuan area. Evapotranspirasi didefinisikan sebagai laju evapotranspirasi dari permukaan yang luas, rapat ditumbuhi rumput hijau dengan ketinggian yang seragam antara 8-15 cm dan dalam kondisi tidak kekurangan air (Nyanyu Fatimah, 2012).

Daerah dimana tersedia data temperatur udara, kelembaban relatif, kecepatan angin, lama penyinaran matahari dan radiasi matahari, dianjurkan menggunakan perhitungan evaporasi dengan metoda Penman. Dalam perhitungan ini digunakan Metode Penman Modifikasi Food and agriculture organization of the united nation (FAO), rumus Penman Modifikasi membutuhkan lebih banyak data terukur, yaitu suhu udara bulan rerata (t.oC), kelembaban relatif bulanan rerata (RH,%), kecerahan matahari bulanan (n/N,%), kecepatan angin bulanan rerata (u,m/s) dan letak lintang daerah yang ditinjau. Berikut ini rumus metode perhitungan Penman Modifikasi adalah :

$$Eto = c \times Eto^* \quad (3)$$

$$Eto^* = w (0,75 Rs - Rn1) + (1-w) \times f(u) \times (ed - ea) \quad (4)$$

Keterangan:

Eto = Evapotranspirasi

c = Angka koreksi penman

w = faktor yang berhubungan dengan suhu

Rs = radiasi gelombang pendek dalam satuan evaporasi ekuivalen (mm/hari)

Rn1 = radiasi bersih gelombang panjang (mm/hari)

$$F(u) = 0,27 (1+0,8644)$$

$$Ed = ea \times RH$$

Ea = tekanan uap sebenarnya yang besarnya berhubungan t

RH = kelembaban udara relative

KEBUTUHAN AIR UNTUK PENYIAPAN LAHAN

Kebutuhan air untuk tanah adalah total kebutuhan air dengan memperhitungkan kebutuhan air selama persiapan lahan (land preparation), air pengganti akibat adanya perkolasi dan penggantian lapisan air (water layer replacement). Hal ni sangat bervariasi tergantung pada kondisi jaringan irigasi setempat dan tipe tanah. Untuk menentukan kebutuhan air irigasi yang diperlukan selama persiapan lahan dikaitkan dengan jangka waktu yang tersedia untuk pengolahan tanah, dapat

pula digunakan metode yang dikembangkan oleh Van De Goor dan Zijlstra (1968) dalam (Dinas PU KP-01,2013). Metode ini didasarkan pada laju air konstan dalam lt/dt selama periode persiapan lahan dan menghasilkan persamaan sebagai berikut:

$$LP = M \left(\frac{e^k}{e^{k-1}} \right) \quad (5)$$

$$M = E0 + P \quad (6)$$

$$K = (M.T) / S \quad (7)$$

Keterangan:

LP = Kebutuhan air untuk irigasi dalam persiapan lahan (mm/hari)

M = Kebutuhan air untuk mengganti kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi di sawah yang sudah dijenuhkan selama persiapan lahan (mm/hari)

E0 = Evaporasi air terbuka yang diambil 1,1 ETO selama persiapan lahan (mm/hari)

P = Perkolasi

T = Jangka waktu persiapan lahan (hari)

S = Kebutuhan air untuk penjenhuan (250 mm) ditambah dengan lapisan air (50 mm)

E = Log alam (2,7183)

KEBUTUHAN AIR PENGGUNAAN KOMSUMTIF (ET_c)

Kebutuhan air konsumtif dipengaruhi oleh evapotranspirasi. Evapotranspirasi adalah gabungan dari evaporasi dengan transpirasi yang terjadi secara bersamaan. Besarnya kebutuhan air untuk penggunaan konsumtif tanaman dapat dihitung berdasarkan metode prakira empiris dengan menggunakan data iklim dan keofisien tanaman.

Besarnya evapotranspirasi tanaman atau penggunaan konsumtif tanaman merupakan besarnya kebutuhan air untuk tanaman. Kemudian untuk menduga besarnya nilai kebutuhan air tanaman menggunakan rumus (Dinas PU KP-01,2013)

$$ETc = ETo \cdot Kc \quad (8)$$

Keterangan:

ETc = evapotranspirasi tanaman (mm/hari)

Kc = koefisien tanaman sesuai jenis dan pertumbuhan vegetasinya

ETo = evapotranspirasi acuan (mm/hari)

PENGGANTIAN LAPISAN AIR (WLR)

Pengantian lapisan air (*Water Layer Requirment* (WLR)) dijadwalkan setelah pemupukan dan dilakukan pengantian lapisan menurut kebutuhan. Menurut Sidharta, Sk

(1997) pergantian lapisan air setinggi 50 mm dilakukan dua kali, yaitu satu bulan setelah pemindahan bibit ke petak sawah dan dua bulan setelah transplantasi. Pergantian lapisan air setinggi 50 mm ini disimbulkan dengan WLR dan dapat diberikan:

1. Selama setengah bulan, berarti diberikan

$$WLR = \frac{50 \text{ mm}}{15 \text{ hari}} = 3,3 \text{ mm/hari}$$

2. Selama satu bulan, berarti diberikan

$$WLR = \frac{50 \text{ mm}}{30 \text{ hari}} = 1,7 \text{ mm/hari}$$

KEBUTUHAN TOTAL AIR DI SAWAH

Menurut Juhana (2015), kebutuhan total air disawah adalah air yang diperlukan dari mulai penyiapan lahan, pengolahan lahan, sehingga siap untuk di tanami, sampai pada masa panen. Dengan kata lain, air yang di perlukan dari awal sampai selesainya penanaman. Kebutuhan total air disawah dapat dihitung dengan rumus:

$$GFR = Etc + P + WLR + LP \quad (9)$$

Keterangan:

GFR = Kebutuhan air total di sawah (mm/hari)

Etc = Evapotranspirasi tetapan (mm/hari)

P = Perkolasi

WLR = Pergantian lapisan air (mm/hari)

KEBUTUHAN AIR UNTUK PERTUMBUHAN TANAMAN PADI

Menurut Sudjarwadi (1979) kebutuhan air sawah untuk padi ditentukan oleh faktor-faktor sebagai berikut: penyiapan lahan, penggunaan konsumtif, perkolasi dan rembesan, pergantian lapisan air dan curah hujan efektif. Pemberian air secara golongan adalah untuk efisiensi, memperkecil kapasitas saluran pembawa, dan seringkali untuk menyesuaikan pelayanan irigasi menurut variasi debit yang tersedia pada tempat penangkap air, misalnya bendung pada sungai. Persamaan untuk menghitung kebutuhan bersih air di sawah untuk padi (NFR) selama pertumbuhan adalah sebagai berikut:

$$NFR = ETc + P + LP + WLR \quad (10)$$

Keterangan:

NFR = Kebutuhan bersih air di petak sawah (mm/hari)

ETc = Kebutuhan konsumtif tanaman (mm/hari)

P = Perkolasi (mm/hari)

LP = Kebutuhan air untuk penyiapan lahan (mm/hari)

KEBUTUHAN AIR PENGAMBILAN

Setelah kebutuhan air disawah diketahui, maka kebutuhan air pengambilan dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan berikut:

$$DR = \frac{NFR}{8,64 \times ef} \quad (11)$$

Keterangan:

DR = kebutuhan air di pengambilan (lt/dt/ha).

NFR = kebutuhan air untuk padi (mm/hari).

ef = efisiensi irigasi (nilai efisiensi diambil 65%)

Perhitungan kebutuhan air irigasi ini dimaksudkan untuk menentukan besarnya debit yang akan dipakai untuk mengairi daerah irigasi. Setelah sebelumnya diketahui besarnya efisiensi irigasi. Besarnya efisiensi irigasi tergantung dari besarnya kehilangan air yang terjadi pada saluran pembawa dari mulut bendung sampai petak sawah. Kehilangan air tersebut disebabkan karena penguapan, perkolasi, kebocoran dan sadap liar.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deksriptif kuantitatif. Jenis Data yang diperlukan dalam penelitian ini yaitu :

1. Data primer yang diperlukan dalam penelitian ini adalah data kondisi eksisting di D.I Tinjak Menjangan
2. Data skunder yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah :
 - a. Peta Situasi
 - b. Skema Irigasi
 - c. Data Debit Bendung
 - d. Pola Tanam
 - e. Data Klimatologi.

PENGUMPULAN DATA

Sumber data diperoleh pada saat proses pengumpulan data yaitu :

1. Data primer adalah data yang diperoleh dengan cara melakukan survey langsung kelapangan untuk mengetahui tingkat kondisi jaringan irigasi dari saluran primer (BTM.0 – BA.5). Data primer juga didapat dari pengukuran debit di saluran pada setiap ruas menggunakan pelampung, dengan jarak sample yang diambil sepanjang 10 meter. Pengukuran debit dilakukan di setiap ruas

dengan cara membandingkan debit di hulu dengan debit di hilir pada masing-masing ruas saluran yang ditinjau untuk menganalisis kehilangan air dan tingkat efisiensi jaringan irigasi D.I Tinjak Menjangan.

2. Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari catatan-catatan yang telah ada. Data ini diperoleh dari beberapa instansi-instansi terkait. Adapun data sekunder yang diperoleh meliputi :
 - a. Data debit bendung diperoleh dari penjaga Bendung daerah irigasi Tinjak Menjangan dan Dinas Pekerjaan Umum Pemerintah Provinsi Bali.
 - b. Data pola tanam eksisting diperoleh dari penjaga Bendung daerah irigasi Tinjak Menjangan dan Balai Wilayah Sungai Bali-Penida.
 - c. Data Klimatologi diperoleh dari Balai Besar BMKG Wilayah III Denpasar.
 - d. Skema jaringan irigasi diperoleh dari Balai Wilayah Sungai Bali-Penida.

ANALISIS SECARA TEKNIS

Analisis secara teknis dilakukan untuk mengkaji kondisi daerah irigasi Tinjak Menjangan terkini terkait beberapa hal sebagai berikut:

1. Analisa Debit Andalan

Analisa Debit Andalan menggunakan metode Weibull biasanya digunakan dalam pengelolaan irigasi. Debit andalan yang digunakan untuk perencanaan penyediaan air irigasi menggunakan debit andalan 80%. Keandalan 80% mempunyai arti bahwa kemungkinan debit terpenuhi adalah 80% atau kemungkinan debit sungai lebih rendah dari debit andalan adalah 20%.

2. Kebutuhan Air

Kebutuhan air irigasi adalah air yang diperlukan dari mulai penyiapan lahan, pengolahan lahan, sehingga siap untuk ditanami, sampai pada masa panen.

3. Keseimbangan air (Water Balance)

Analisis keseimbangan air di pintu pengambilan, dimaksudkan untuk mengetahui kekurangan atau kelebihan air di bendung atau bangunan bagi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Debit Andalan

Persamaan *Weibull* adalah mengurutkan debit intake perbulannya dari urutan terkecil sampai terbesar selama 5 (lima) tahun.

Perhitungan bulan Januari:

$$m = 1$$

$$n = 5$$

Jadi

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{m}{n + 1} x 100\% \\
 &= \frac{1}{5 + 1} x 100\% \\
 &= \frac{1}{6} x 100\% \\
 &= 16,667 \%
 \end{aligned}$$

Kemudian untuk mencari debit andalan pada 80% atau Q_{80} dilakukan interpolasi antara data 66,668% dengan 83,335% sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 &\text{Bulan Januari Periode I} \\
 &80 - 66,668 \qquad \qquad \qquad 83,335 - 66,668 \\
 \frac{x - 484}{13,332} &= \frac{508 - 484}{16,667} \\
 x - 484 &= \frac{24}{16,667} x - 8.066,83 = 319,97 \\
 16,667 x &= 8.386,80 \\
 x &= \frac{8.386,80}{16,667} \\
 x &= 503,20 \text{ lt/dt}
 \end{aligned}$$

Analisis Evapotranspirasi (Metode Penman)

1. Tekanan Uap Aktual e_d (mbar):

$$\begin{aligned}
 e_d &= \frac{e_a \text{ (mbar)} \times RH \%}{100} \\
 e_d &= \frac{38,66 \times 76,4}{100} \\
 &= 29,53 \text{ mbar}
 \end{aligned}$$

2. Radiasi Gelombang Pendek R_s (mbar):

$$\begin{aligned}
 R_s &= 0,25 + (0,54 \times \frac{n/N\%}{100} \times R_a \text{ bar}) \\
 R_s &= 0,25 + (0,54 \times \frac{42,6}{100} \times 16,10) \\
 &= 7,73 \text{ mbar}
 \end{aligned}$$

3. Fungsi Tekanan Uap $f(e_d)$ (mbar):

$$\begin{aligned}
 &\text{Perhitungan pada bulan Januari} \\
 F(e_d) &= 0,34 - (0,044 \times e_d^{0.5}) \\
 F(e_d) &= 0,34 - (0,044 \times 29,90^{0.5}) \\
 &= 0,10 \text{ mbar}
 \end{aligned}$$

4. Fungsi Penyinaran $f(n/N)$:

$$\begin{aligned}
 &\text{Perhitungan pada bulan Januari} \\
 F(n/N) &= 0,1 + (0,9 \times (\frac{n/N}{100})) \\
 F(n/N) &= 0,1 + (0,9 \times (\frac{42,6}{100})) \\
 &= 0,48
 \end{aligned}$$

5. Fungsi Kecepatan Angin $f(u)$:

$$F(u) = 0,27 \times (1 + 0,864 \times u \text{ (m/dt)})$$

$$F(u) = 0,27 \times (1 + (0,864 \times 3,09)) = 0,99$$

6. Radiasi Matahari Gelombang Panjang
 $R_{n1} = (\text{mm/hr})$:

Perhitungan pada bulan Januari
 $R_{n1} = f(t) \times f(ed) \times f(n/N)$
 $R_{n1} = 16,54 \times 0,10 \times 0,48 = 0,81 \text{ mm/hr}$

Selanjutnya dapat dihitung untuk perhitungan evapotranspirasi sebagai berikut:

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

$$Eto^* = 0,77(0,75 \times 7,73 - 0,81) + (0,22) \times 0,99 \times 9,12 = 5,88 \text{ mm/hr}$$

Perhitungan Penyiapan Lahan (LP)

$$Eo = Eto \times 1.1$$

$$Eo = 5,88 \times 1.1$$

$$= 6,47 \text{ mm/hr}$$

Untuk hasil perhitungan bulan selanjutnya sampai akhir dapat dilihat pada Tabel 4.10 di bawah ini:

Tabel 1 Perhitungan Evaporasi (EO)

Bulan	Eto (mm/hari)	Eo = 1,1 Eto (mm/hari)
Januari	5.88	6.47
Pebruari	6.11	6.72
Maret	5.87	6.45
April	5.84	6.42
Mei	5.67	6.24
Juni	5.26	5.79
Juli	5.22	5.75
Agustus	5.49	6.04
September	6.22	6.85
Oktober	6.45	7.10
November	5.84	6.42
Desember	5.45	6.00

Kemudian setelah evaporasi didapatkan, maka total dari kebutuhan air untuk penyiapan lahan diperoleh dengan menggunakan persamaan 5 berikut ini:

$$LP = 7,740 \left(\frac{2,7183^{0,990}}{2,7183^{0,990} - 1} \right) = 12,619 \text{ mm/hari}$$

Kemudian untuk perhitungan pada bulan selanjutnya dan sampai akhir dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini:

Tabel 2 Perhitungan Penyiapan Lahan (LP)

Bulan	Eo (mm/hari)	P (mm/hari)	M = Eo + P	k = M.T/S	e ^k /(e ^k -1)	LP = M.((e ^k /(e ^k -1)) (mm/hari)
Januari	6.470	1.000	7.470	0.896	1.689	12.619
Pebruari	6.716	1.000	7.716	0.926	1.656	12.778
Maret	6.454	1.000	7.454	0.894	1.692	12.608
April	6.419	1.000	7.419	0.890	1.696	12.586
Mei	6.238	1.000	7.238	0.869	1.723	12.470
Juni	5.791	1.000	6.791	0.815	1.794	12.185
Juli	5.747	1.000	6.747	0.810	1.802	12.157
Agustus	6.036	1.000	7.036	0.844	1.754	12.340
September	6.846	1.000	7.846	0.942	1.639	12.863
Oktober	7.096	1.000	8.096	0.972	1.609	13.027
November	6.425	1.000	7.425	0.891	1.696	12.590
Desember	5.998	1.000	6.998	0.840	1.760	12.316
Total LP =						150.540

Kebutuhan Air Penggunaan Konsumtif

Pada Daerah Irigasi Tindak Menjangan pola tanam yang diberlakukan disana adalah padi-padi-padi dimana masa tanam I dilakukan dari bulan Maret sampai dengan bulan Juni, masa tanam II dilakukan dari bulan Juli sampai dengan bulan Oktober dan masa tanam III dilakukan dari bulan Nopember sampai dengan bulan Pebruari.

Tabel 3 Koefisien Tanaman Kc Padi

Periode 15 hari	Nedeco/Prosida		FAO	
	Varietas Biasa	Varietas Unggul	Varietas Biasa	Varietas Unggul
1	1.2	1.2	1.1	1.1
2	1.2	1.27	1.1	1.1
3	1.32	1.33	1.1	1.05
4	1.4	1.3	1.1	1.05
5	1.35	1.3	1.1	1.05
6	1.25	0	1.05	0.95
7	1.12		0.95	0
8	0		0	

Kemudian setelah koefisien tanaman didapat maka penggunaan konsumtif diperoleh dengan menggunakan persamaan 8 sebagai berikut:

$$Etc = Eto. Kc$$

$$Etc = 5,836 \times 1.200 = 7.003 \text{ mm/hari}$$

Selanjutnya untuk perhitungan penggunaan konsumtif bulan berikutnya sampai selesai dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Perhitungan Penggunaan Konsumtif

Masa Tanam	Periode	Kc Rata-Rata	Eto	Etc (mm/hari)
MT I	Maret I	0.000	5.867	0.000
	Maret II	0.000	5.867	0.000
	April I	1.200	5.836	7.003
	April II	1.200	5.836	7.003
	Mei I	1.320	5.671	7.486
	Mei II	1.350	5.671	7.656
	Juni I	1.240	5.265	6.528
	Juni II	1.200	5.265	6.318
MT II	Juli I	0.000	5.225	0.000
	Juli II	0.000	5.225	0.000
	Agustus I	1.200	5.487	6.584
	Agustus II	1.200	5.487	6.584
	September I	1.320	6.224	8.216
	September II	1.350	6.224	8.402
	Oktober I	1.240	6.451	7.999
	Oktober II	1.200	6.451	7.741
MT III	November I	0.000	5.841	0.000
	November II	0.000	5.841	0.000
	Desember I	1.200	5.453	6.543
	Desember II	1.200	5.453	6.543
	Januari I	1.320	5.882	7.764
	Januari II	1.350	5.882	7.940
	Pebruari I	1.240	6.105	7.570
	Pebruari II	1.200	6.105	7.326

Kebutuhan Total Air Di Sawah

Kebutuhan total air di sawah dapat dihitung dengan persamaan 2.13 sebagai berikut: $GFR = Etc + P + WLR + LP$

Perhitungan total air di sawah untuk bulan Maret I. Pada bulan Maret I nilai LP adalah 12.608 karena pada bulan Maret I dimulai persiapan lahan.

$$GFR = 0.000 + 1 + 0.000 + 12.608 = 13,608 \text{ mm/hari}$$

Selanjutnya perhitungan kebutuhan total air di sawah untuk rencana tanam bulan berikutnya sampai selesai dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Kebutuhan Total Air di Sawah untuk Rencana Tanam

Masa Tanam	Periode	Etc (mm/hari)	LP (mm/hari)	WLR (mm/hari)	P	GFR (mm/hari)
MT I	Maret I	0.000	12.608	0.000	1	13.608
	Maret II	0.000	12.778	0.000	1	13.778
	April I	7.003	0.000	1.667	1	9.670
	April II	7.003	0.000	1.667	1	9.670
	Mei I	7.486	0.000	1.667	1	10.153
	Mei II	7.656	0.000	1.667	1	10.323
	Juni I	6.528	0.000	1.667	1	9.195
	Juni II	6.318	0.000	1.667	1	8.985
MT II	Juli I	0.000	12.157	0.000	1	13.157
	Juli II	0.000	12.157	0.000	1	13.157
	Agustus I	6.584	0.000	1.667	1	9.251
	Agustus II	6.584	0.000	1.667	1	9.251
	September I	8.216	0.000	1.667	1	10.883
	September II	8.402	0.000	1.667	1	11.069
	Oktober I	7.999	0.000	1.667	1	10.666
	Oktober II	7.741	0.000	1.667	1	10.408
MT III	November I	0.000	12.590	0.000	1	13.590
	November II	0.000	12.590	0.000	1	13.590
	Desember I	6.543	0.000	1.667	1	9.210
	Desember II	6.543	0.000	1.667	1	9.210
	Januari I	7.764	0.000	1.667	1	10.431
	Januari II	7.940	0.000	1.667	1	10.607
	Pebruari I	7.570	0.000	1.667	1	10.237
	Pebruari II	7.326	0.000	1.667	1	9.993

Kebutuhan Air di Sawah Untuk Pertumbuhan Padi

Untuk menghitung kebutuhan air di di sawah untuk pertumbuhan padi dengan menggunakan persamaan 2.14 sebagai berikut:

$$NFR = Etc + P + LP + WLR$$

Perhitungan kebutuhan air di sawah untuk pertumbuhan padi bulan Maret I. Pada bulan Maret I nilai LP adalah 12.608 karena pada bulan Maret I dimulai persiapan lahan.

$$NFR = Etc + P + LP + WLR = 0.000 + 1,000 + 12.608 + 0.000 = 13,608 \text{ mm/hari}$$

Selanjutnya perhitungan kebutuhan air di sawah untuk pertumbuhan padi bulan berikutnya sampai selesai dapat dilihat pada Tabel 7 di bawah ini:

Tabel 7 Kebutuhan Air di Sawah untuk Kebutuhan Padi

Masa Tanam	Periode	Etc	P	LP	WLR	NFR	
						mm/hari	lt/dt/ha
MT I	Maret I	0.000	1.000	12.608	0	13.608	1.575
	Maret II	0.000	1.000	12.608	0	13.608	1.575
	April I	7.003	1.000	0.000	1.667	9.670	1.119
	April II	7.003	1.000	0.000	1.667	9.670	1.119
	Mei I	7.486	1.000	0.000	1.667	10.153	1.175
	Mei II	7.656	1.000	0.000	1.667	10.323	1.195
	Juni I	6.528	1.000	0.000	1.667	9.195	1.064
	Juni II	6.318	1.000	0.000	1.667	8.985	1.040
MT II	Juli I	0.000	1.000	12.157	0	13.157	1.523
	Juli II	0.000	1.000	12.157	0	13.157	1.523
	Agustus I	6.584	1.000	0.000	1.667	9.251	1.071
	Agustus II	6.584	1.000	0.000	1.667	9.251	1.071
	September I	8.216	1.000	0.000	1.667	10.883	1.260
	September II	8.402	1.000	0.000	1.667	11.069	1.281
	Oktober I	7.999	1.000	0.000	1.667	10.666	1.235
	Oktober II	7.741	1.000	0.000	1.667	10.408	1.205
MT III	November I	0.000	1.000	12.590	0	13.590	1.573
	November II	0.000	1.000	12.590	0	13.590	1.573
	Desember I	6.543	1.000	0.000	1.667	9.210	1.066
	Desember II	6.543	1.000	0.000	1.667	9.210	1.066
	Januari I	7.764	1.000	0.000	1.667	10.431	1.207
	Januari II	7.940	1.000	0.000	1.667	10.607	1.228
	Pebruari I	7.570	1.000	0.000	1.667	10.237	1.185
	Pebruari II	7.326	1.000	0.000	1.667	9.993	1.157

KEBUTUHAN AIR PENGAMBILAN

Setelah Kebutuhan Air Disawah Diketahui, Maka Kebutuhan Air Pengambilan Dapat Diperoleh Dengan Mempergunakan Persamaan 11 sebagai berikut:

$$DR = \frac{NFR}{8,64 \times ef}$$

Perhitungan kebutuhan air pengambilan untuk bulan Maret I

$$R = \frac{13,608}{8,64 \times 0,65} = 2,423 \frac{lt}{dt/ha}$$

Selanjutnya perhitungan kebutuhan air pengambilan untuk bulan berikutnya sampai Selesai dapat dilihat pada Tabel 8 di bawah ini:

Tabel 8 Kebutuhan Air Pengambilan

Masa Tanam	Periode	NFR (mm/hari)	1 hari = 86400 dt	ef	DR (lt/dt/Ha)
MT I	Maret I	13.608	86.400	0.65	2.423
	Maret II	13.608	86.400	0.65	2.423
	April I	9.670	86.400	0.65	1.722
	April II	9.670	86.400	0.65	1.722
	Mei I	10.153	86.400	0.65	1.808
	Mei II	10.323	86.400	0.65	1.838
MT II	Juni I	9.195	86.400	0.65	1.637
	Juni II	8.985	86.400	0.65	1.600
	Juli I	13.157	86.400	0.65	2.343
	Juli II	13.157	86.400	0.65	2.343
	Agustus I	9.251	86.400	0.65	1.647
	Agustus II	9.251	86.400	0.65	1.647
MT III	September I	10.883	86.400	0.65	1.938
	September II	11.069	86.400	0.65	1.971
	Oktober I	10.666	86.400	0.65	1.899
	Oktober II	10.408	86.400	0.65	1.853
	November I	13.590	86.400	0.65	2.420
	November II	13.590	86.400	0.65	2.420
MT III	Desember I	9.210	86.400	0.65	1.640
	Desember II	9.210	86.400	0.65	1.640
	Januari I	10.431	86.400	0.65	1.857
	Januari II	10.607	86.400	0.65	1.889
MT III	Pebruari I	10.237	86.400	0.65	1.823
	Pebruari II	9.993	86.400	0.65	1.779

Analisis Neraca Air

Berikut perhitungan analisis imbalan air saat dilakukan pola pembagian air secara bergilir dengan persamaan 2.5 di bawah ini:

$$Q_{sisa} = Q_a - Q_k$$

Perhitungan neraca air untuk bulan Januari Periode I

$$Q_{sisa} = 503,20 - 178,93 = 324,27 \text{ lt/dt}$$

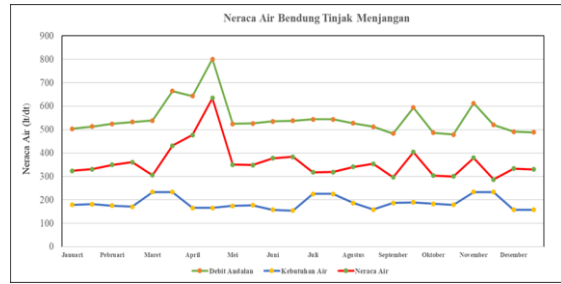
Perhitungan neraca air untuk bulan Januari Periode II

$$Q_{sisa} = 513,40 - 181,95 = 331,45 \text{ lt/dt}$$

Selanjutnya perhitungan neraca air untuk bulan berikutnya sampai selesai dapat dilihat pada 9 di bawah ini:

Tabel 9 Neraca Air Daerah Irigasi Tindak Menjangkan Dengan Pola Pemberian Air Secara Bergilir

Bulan	Periode	Debit Andalan lt/dt	Kebutuhan Air lt/dt	Neraca Air lt/dt
Januari	I	503.20	178.93	324.27
	II	513.40	181.95	331.45
Pebruari	I	524.99	175.60	349.39
	II	532.19	171.41	360.78
Maret	I	538.80	233.43	305.37
	II	664.79	233.43	431.36
April	I	643	165.87	477.38
	II	800.57	165.87	634.70
Mei	I	524.19	174.16	350.03
	II	525.99	177.07	348.92
Juni	I	535.39	157.73	377.66
	II	538.19	154.12	384.07
Juli	I	543.60	225.69	317.91
	II	544.20	225.69	318.51
Agustus	I	527.60	186.68	340.92
	II	512.60	158.69	353.91
September	I	483.20	186.68	296.52
	II	594	189.87	404.13
Oktober	I	486.60	182.96	303.64
	II	478.80	178.53	300.27
November	I	612.19	233.11	379.08
	II	520.20	233.11	287.09
Desember	I	491.39	157.98	333.41
	II	488.39	157.98	330.41



Gambar 1 Grafik Neraca Air Daerah Irigasi Tindak Menjangkan Dengan Pola Pemberian Air Secara Bergilir

Kemudian perhitungan analisis imbalan air saat dilakukan pola pemberian air secara serentak dapat dihitung seperti perhitungan di pola pemberian air secara bergilir dengan persamaan 1 di bawah ini:

$$Q_{sisa} = Q_a - Q_k$$

Perhitungan neraca air untuk bulan Januari Periode I

$$Q_{sisa} = 503,20 - 605,88 = -102,68 \text{ lt/dt}$$

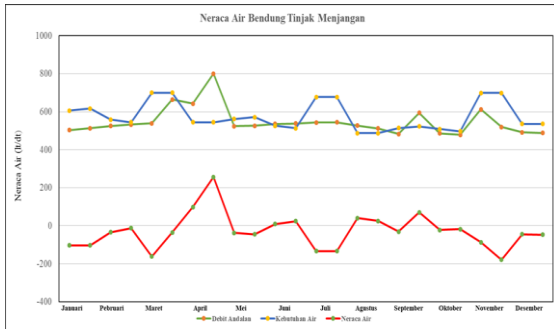
Perhitungan neraca air untuk bulan Januari Periode II

$$Q_{sisa} = 513,40 - 616,53 = -103,13 \text{ lt/dt}$$

Selanjutnya perhitungan neraca air untuk bulan berikutnya sampai selesai dapat dilihat pada tabel 10 di bawah ini:

Tabel 10 Neraca Air Daerah Irigasi Tindak Menjangkan Dengan Pola Pemberian Air Secara Serentak

Bulan	Periode	Debit Andalan lt/dt	Kebutuhan Air lt/dt	Neraca Air lt/dt
Januari	I	503.20	605.88	-102.68
	II	513.40	616.53	-103.13
Pebruari	I	524.99	558.61	-33.62
	II	532.19	545.02	-12.83
Maret	I	538.80	700.29	-161.49
	II	664.79	700.29	-35.50
April	I	643.3	544.18	99.07
	II	800.57	544.18	256.39
Mei	I	524.19	561.55	-37.36
	II	525.99	571.20	-45.21
Juni	I	535.39	526.31	9.08
	II	538.19	513.76	24.43
Juli	I	543.60	677.07	-133.47
	II	544.20	677.07	-132.87
Agustus	I	527.60	487.70	39.90
	II	512.60	487.70	24.90
September	I	483.20	514.37	-31.17
	II	594	522.94	71.06
Oktober	I	486.60	509.15	-22.55
	II	478.80	497.15	-18.35
November	I	612.19	699.33	-87.14
	II	520.20	699.33	-179.13
Desember	I	491.39	535.73	-44.34
	II	488.39	535.73	-47.34



Gambar 2 Grafik Neraca Air Daerah Irigasi Tinjak Menjangan Dengan Pola Pemberian Air Secara Serentak

SIMPULAN

Dari hasil perhitungan neraca air pada Bendung Tinjak Menjangan mengalami surplus setiap bulan, surplus terbesar pada bulan April periode II (kedua) sebesar 634,70 lt/dt. Hal ini terjadi bila dilakukan pola pembagian air secara bergilir. Apabila dilakukannya pola pembagian secara serentak, hasil perhitungan neraca air pada Bendung Tinjak Menjangan mengalami defisit. Sesuai analisa, defisit terbesar pada bulan November periode II (kedua) sebesar -179,13 lt/dt.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen PU. 2013. *Standar Perencanaan Irigasi (KP-01, Dept. PU Dirjen Pengairan, 2013)*. Kriteria Perencanaan Bagian Perencanaan Jaringan Irigasi. Jakarta. 16-27, 163-164
- Fitriati, Ulfa dkk. 2015. *Studi Imbangan Air pada Ddaerah Irigasi Pitap*. Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat Vol. 4, No. 1, Oktober 2015 Hal. 27.
- Firmansyah, M Anang. 2010. *Teori dan Praktik Analisis Neraca Air untuk Menunjang Tugas Penyuluh Pertanian di Kalimantan Tengah*. Hal.2. Website; <http://kalteng.litbang.pertanian.go.id/ind/index.php/publikasi-mainmenu-47-47/teknologi/156-neraca-air-bakorluh> (diakses 07/05/2020 jam 22: 05)
- Nyanyu Fatimah Zahroh. 2012. *Pengertian Evapotranspirasi*. Website: <https://nyayufatimahzahroh.wordpress.com/2012/11/08/evapotranspirasi/> (diakses 15/03/2021 jam 15:25)