

## ANALISIS DEBIT ANDALAN UNTUK KEBUTAN AIR DAERAH IRIGASI AWO KABUPATEN WAJO

Fausiah Latif<sup>1</sup>, Muhammad Arifin<sup>2</sup>, Alfrida Sari<sup>3</sup>, Kasmawati<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Pengairan Unismuh Makassar

Email : [ipink.mccray@gmail.com](mailto:ipink.mccray@gmail.com)

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Pengairan Unismuh Makassar

Email : [alfridasari29@gmail.com](mailto:alfridasari29@gmail.com)

### Abstrak

Irigasi adalah usaha penyediaan dan pengaturan air untuk menunjang pertanian yang jenisnya meliputi irigasi permukaan, irigasi rawa, irigasi air bawah tanah, pembangunan saluran irigasi sangat diperlukan untuk menunjang penyediaan bahan pangan, sehingga ketersediaan air di Daerah Irigasi akan terpenuhi walaupun Daerah Irigasi tersebut berada jauh dari sumber air permukaan (sungai). Dalam perencanaan suatu sistem irigasi hal pertama yang perlu dikerjakan adalah analisis hidrologi termasuk mengenai kebutuhan air di sawah (GFR), Kebutuhan air pengambilan (DR), Kebutuhan bersih air disawah (NFR) juga faktor ketersediaan air, dimana jumlah kebutuhan air akan dapat menentukan terhadap perencanaan bangunan irigasi. Analisis hidrologi kebutuhan air di daerah irigasi Awo ini bertujuan untuk mengetahui ketersediaan air, apakah mencukupi untuk mengairi daerah irigasi Awo yang luasnya 3.350 ha. Dari hasil analisis perhitungan diketahui kebutuhan air untuk luas areal 3350 Ha, debit air yang ada pada musim tanam dimusim kemarau sebesar 0.745 m<sup>3</sup>/dtk, sedangkan kebutuhan air sebesar 2,823 m<sup>3</sup>/dtk. Debit tersedia dapat diketahui pada musim kemarau dimana air yang tersedia dibendung lebih kecil dari pada kebutuhan sedangkan curah hujan sangat kecil, Defisit air terjadi karena pada periode tersebut dilakukan pengolahan tanah sehingga kebutuhan irigasi cenderung tinggi. Penentuan pola tanam Padi-Palawija-Padi-Palawija. musim tanam I dimulai pada Oktober II dan musim tanam II dimulai pada April II. Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan air tidak terpenuhi, nilai debit andalan yang nilainya lebih kecil dibandingkan dengan kebutuhan air pada daerah irigasi Awo.

Kata kunci : Debit Andalan, Kebutuhan Air, Ketersediaan Air, Pola Tanam.

### Abstract

Irrigation is an effort to provide and manage water to support agriculture whose types include surface irrigation, swamp irrigation, underground water irrigation, the construction of irrigation channels are needed to support the provision of foodstuffs, so that the availability of water in the Irrigation Area will be met even though the Irrigation Area is far from the surface water source (river). In planning an irrigation system the first thing that needs to be done is hydrological analysis including about water needs in rice fields (GFR), Water retrieval needs (DR), Clean needs of rice fields (NFR) as well as water availability factors, where the amount of water needs will be able to determine the planning of irrigation buildings. Hydrological analysis of water needs in the Awo irrigation area aims to determine the availability of water, whether it is sufficient to irrigate the Awo irrigation area of 3,350 ha. From the analysis of the calculation known water needs for an area of 3350 ha, the discharge of water in the growing season in the dry season of 0.745 m<sup>3</sup> / s, while the water needs of 2,823 m<sup>3</sup> / s. Debit available can be known in the dry season where the available water is dammed smaller than the need while the rainfall is very small, Water deficit occurs because in that period is done soil processing so irrigation needs tend to be high. Determination of rice planting patterns - Palawija - Padi - Palawija. The first growing season begins in October II and the second growing season begins in April II. Based on the results of the calculation of water needs are not met, the value of the mainstay discharge is smaller than the water needs in the irrigation area of Awo.

Keywords: Flagship Discharge, Water Needs, Water Availability, Planting Pattern.

## PENDAHULUAN

Irigasi adalah usaha penyediaan dan pengaturan air untuk menunjang pertanian yang jenisnya meliputi irigasi permukaan, irigasi rawa, irigasi air bawah tanah, irigasi pompa, dan irigasi tambak. Irigasi dimaksudkan untuk mendukung produktivitas usaha tani guna meningkatkan produksi pertanian, khususnya petani yang diwujudkan melalui keberlanjutan sistem irigasi.

Daerah irigasi (D.I) Awo terletak di Kabupaten Wajo, yang saat ini telah berkembang sebagai daerah pertanian untuk berbagai komoditi pertanian yaitu berupa areal persawahan. Dalam memenuhi kebutuhan air khususnya untuk kebutuhan air di persawahan maka perlu pendistribusian air yang benar. Kebutuhan air di persawahan ini kemudian disebut dengan kebutuhan air irigasi. Tujuan irigasi adalah untuk memanfaatkan air irigasi yang tersedia secara benar yakni seefisien dan seefektif mungkin agar produktivitas pertanian dapat meningkat sesuai yang diharapkan. Salah satu usaha peningkatan produksi pangan khususnya padi

adalah tersedianya air irigasi di sawah sesuai dengan kebutuhan. 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. Besarnya kebutuhan air irigasi juga bergantung kepada cara pengolahan lahan. Design yang dibuat di era 1990 kebutuhan air maximum daerah irigasi Awo untuk mengairi areal 3.350 ha cukup besar, secara umum sistem golongan diperlukan pada musim kemarau dimana air yang tersedia dibendung lebih kecil daripada kebutuhan sedangkan curah hujan sangat kecil.

## LANDASAN TEORI

### Curah Hujan

Metode yang digunakan dalam perhitungan curah hujan rata-rata wilayah daerah aliran sungai (DAS) yaitu metode rata-rata aritmatik (aljabar).

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} = \sum_{i=1}^n \frac{X_i}{n} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

$\bar{X}$  = Tinggi curah hujan rata-rata (mm)

X1, X2, Xn = Tinggi curah hujan  
 pada pos penakar 1, 2, ....n (mm)

N = Banyaknya pos penakar

**Analisis Kebutuhan Air (Metode F  
 J. Mock)**

**Evapotranspirasi**

$$E_a = E_{To} - \Delta E \rightsquigarrow (E_a = E_t) \dots (4)$$

$$\Delta E = E_{To} \times (m/20) \times (18 - n)$$

$$\rightsquigarrow (E = \Delta E) \dots (5)$$

Dengan :

Ea: Evapotranspirasi aktual (mm/hari)

Et : Evapotranspirasi terbatas  
 (mm/hari)

ETo : Evaporasi Potensial metode  
 Penman (mm/hari)

M : Persentasi lahan yang tidak  
 tertutup tanaman, ditaksir dari peta  
 tata guna lahan.

**Keseimbangan air pada  
 permukaan tanah**

$$D_s = P - E_t \dots (8)$$

Dengan :

Ds : Air hujan yang mencapai  
 permukaan tanah (mm/hari)

P : Curah hujan (mm/hari)

Et : evapotranspirasi terbatas  
 (mm/hari)

**Limpasan (run off) dan tampungan  
 air tanah (ground water storage)**

$$V_{(n)} = k \cdot V_{(n-1)} + 0.5 \cdot (1k) \cdot I_{(n)} \dots (9)$$

$$DV_{(n)} = V_{(n)} - V_{(n-1)} \dots (10)$$

Dengan :

V<sub>(n)</sub> : Volume air tanah bulan ke-n  
 (mm)

V<sub>(n-1)</sub> : Volume air tanah bulan ke-  
 (n-1) (mm)

k : Faktor resesi aliran air tanah

In : Infiltrasi bulan ke n

DV<sub>(n)</sub> : Perubahan volume aliran air  
 tanah

**Debit Andalan**

$$P \% = \frac{m_2}{n_2+1} \times 100 \% \dots (12)$$

Dengan :

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

M : Nomor urut kejadian, dengan  
 urutan variasi dari besar ke kecil

N : Jumlah data

**Kebutuhan Air Bagi Tanaman**

$$NFR = E_t + P - R_e + WLR \dots (13)$$

Dengan :

NFR = Kebutuhan air untuk irigasi  
 (mm/hari)

Et = Evapotranspirasi (mm/hari)

WLR = Kebutuhan air untuk

pengolahan tanah (mm/hari)

P = Perkolasi (mm)

Re = Hujan efektif (mm)

### **Koefisien tanaman (Kc)**

Besarnya koefisien tanaman (Kc) tergantung dari jenis tanaman dan fase pertumbuhan. Pada perhitungan ini digunakan koefisien tanaman untuk padi FAO dengan varietas unggul.

### **Hujan Andalan dan Hujan Efektif (Re)**

$$R_e = 0,7 \frac{R_{80}}{15} \dots \dots \dots (14)$$

Curah hujan efektif tengah bulanan untuk palawija menurut KP-01, diambil terpenuhi 50% ( $R_{50}$ )

$$R_e = \frac{R_{50}}{15} \dots \dots \dots (13)$$

### **Neraca Air**

Ada tiga unsur pokok dalam perhitungan neraca air yaitu :

1. Kebutuhan air
2. Tersedianya air (debit andalan)

Neraca air

## **METODOLOGI PENELITIAN**

### **Waktu dan Lokasi Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di daerah irigasi Awo Kab. Wajo pada bulan November – Januari tahun 2020. Lokasi penelitian dilaksanakan

di Sungai Awo yang merupakan salah satu sungai di Kabupaten Wajo yang panjangnya kurang lebih 91 km, dengan daerah tangkapan (*Catchment Area*) seluas kurang lebih 240 km<sup>2</sup>

### **Jenis Penelitian**

Dalam rancangan penelitian ini penulis menggunakan analisis kuantitatif karena dalam penelitian ini data yang digunakan adalah data sekunder yang bersifat kuantitatif yang bergantung kepada kemampuan untuk menghitung data secara akurat.

### **Variabel Penelitian**

Variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu : curah hujan, debit rancangan , kebutuhan air daerah irigasi Awo.

### **Teknik Pengumpulan Data**

Adapun data-data yang didapat dan digunakan dalam perhitungan kebutuhan air irigasi pada daerah irigasi Awo antara lain :

1. Data curah hujan
2. Data klimatologi
3. Skema/ *Layout* jaringan irigasi.

### **Teknik Analisis Data**

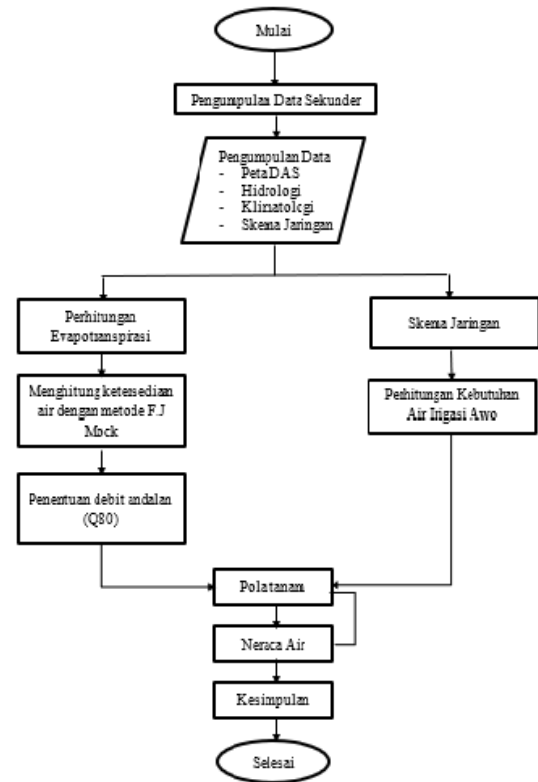
1. Analisa ketersediaan air dengan metode F.J Mock

- a. Perhitungan curah hujan rata-rata dengan menggunakan metode rerata aljabar, metode Poligon Thiessen dan Metode Isohyet
  - b. Perhitungan evapotranspirasi terbatas (Et)
  - c. Keseimbangan air pada permukaan tanah
  - d. Aliran dan penyimpanan air tanah (*Run Off* dan *Ground Water Storage*)
  - e. Perhitungan debit andalan
2. Kebutuhan Air
    - a. Persiapan lahan
    - b. Kebutuhan air pada tanaman
    - c. Kebutuhan air irigasi sawah
  3. Keseimbangan air ( Neraca air/ *Water Balance*)

**Prosedur Penelitian**

Data-data sekunder dikumpulkan kemudian data yang telah terkumpul diolah lalu hasilnya dibandingkan dengan hasil perhitungan rencana.

**Bagan Alir**



Gambar 3.2 Bagan Alir Analisis Debit Rancangan untuk Kebutuhan Air Daerah Irigasi Awo Kab Wajo

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Analisa Ketersediaan Air dengan Metode FJ. Mock**

**1. Perhitungan Curah Hujan Rata-rata**

Curah hujan rerata setengah bulanan metode Aljabar dapat dihitung dengan rumus 1 pada bab II Contoh perhitungan curah hujan rerata pada bulan Januari I tahun 2010

$$R = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_n}{n} = \frac{26,07 + 0 + 12}{3} = 12,69 \text{ mm}$$

**2. Perhitungan Evapotranspirasi Terbatas (Et)**

Evapotranspirasi terbatas ( $E_t$ ) dihitung dengan rumus 4 pada Bab II yaitu:

$$E_a = E_{To} - \Delta E \text{ dan } E_a = E_t$$

$$E_{to} = C \cdot ET^*$$

Pada rumus 2.5,  $ET^*$  dihitung dengan rumus berikut :

$$ET^* = w (0,75 R_s - R_{n1}) + (1-w) f(U) (\epsilon\gamma - \epsilon d).$$

Berikut contoh perhitungan  $E_{to}$  pada bulan januari I dengan melihat Lampiran diperoleh nilai  $w = 0.784$  mbrar,  $\epsilon\gamma = 39.535$  dan  $f(t) = 16.451$  selanjutnya menghitung nilai  $R_s$ .

$$R_s = (0,25 + 0,54 \frac{n}{N}) R\gamma$$

Berdasarkan lampiran diperoleh nilai  $C = 1.1$  pada bulan januari. Jadi,

$$E_{To} = 1.1 \times 0.784 (0,75 \times 4,314 - 0,219) + (1-0.784) 2,070 (39,535 - 32,539)$$

$$E_{To} = 6,019 \text{ mm/hari}$$

Setelah diperoleh besar Evaporasi Potensial ( $E_{To}$ ) kemudian menghitung nilai Evapotranspirasi Terbatas ( $E_t$ ) pada bulan Januari I di tahun 2010 dengan rumus 5 pada Bab II yaitu:

$$E_a = E_{To} - \Delta E \text{ dan } E_a = E_t$$

Dengan :

$$\begin{aligned} \Delta E &= E_{To} \times (m/20) \times (18 - n) \\ &= 6,019 \times (20/20) \times (18 - 3) \\ &= 0,903 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

$$\text{Jadi, } E_t = 6,019 - 0,903 = 5,116.$$

### **3. Keseimbangan Air di Permukaan Tanah**

$$\begin{aligned} D_s &= P - E_t \\ &= 13.00 - 5,116 = 7,575 \\ &\text{mm/hari} \end{aligned}$$

Menghitung kelebihan air tanah (*Water Surplus*)

$$WS = 7,575 - 0 \text{ (dianggap 0 karena pada musim kemarau tidak ada air)} = 7,575 \text{ mm/ hari}$$

### **4. Aliran dan Penyimpanan Air Tanah (*Run Off & Groundwater Storage*)**

$$\begin{aligned} \text{Infiltrasi (I)} &= WS \times i \\ &= 7,575 \times 0.20 \\ &\text{(diasumsikan)} \\ &= 1,515 \text{ mm/ hari} \end{aligned}$$

Volume penyimpanan ( $V_n$ ) berdasarkan rumus 9 pada Bab II yaitu :

$$\begin{aligned} V_{(n)} &= k \cdot V_{(n-1)} + 0.5 \cdot (1 - k) \cdot I_{(n)} \\ &= (0.3 \times 20) + (0.5 \times (1 + 0.3) \times 3,030 \\ &= 15,985 \text{ mm/ hari} \end{aligned}$$

Perubahan volume aliran air tanah ( $DV_n$ ) berdasarkan rumus 10 pada Bab II yaitu:

$$\begin{aligned} DV_{(n)} &= V_{(n)} - V_{(n-1)} \\ &= 15,985 - 20 \text{ mm} \\ &= -4,015 \text{ mm/hr karena} \\ &\text{kurang dari 0 jadi} \\ &\text{Perubahan volume aliran} \\ &\text{air tanah (DV}_n\text{) dianggap} \\ &0. \end{aligned}$$

Limpasan (*Run Off*)

$$\begin{aligned} \text{Aliran dasar} &= \text{Infiltrasi} - \\ &\text{perubahan volume} \\ &\text{air dalam tanah} \\ &= 1,515 - 0 \\ &= 1,515 \text{ mm/ hari} \end{aligned}$$

Limpasan Langsung = Kelebihan Air (*Water Surplus*) – Infiltrasi

$$\begin{aligned} &= 7,575 - 1,515. \\ &= 6,06 \text{ mm/ hari} \end{aligned}$$

Limpasan/Aliran (R) = Aliran dasar + limpasan langsung

$$\begin{aligned} &= 1,515 + 6,06 \\ &= 7,575 \text{ mm/ hari} \end{aligned}$$

Debit Aliran sungai

Berdasarkan rumus 11 pada bab II yaitu :

$$\begin{aligned} \text{Debit Aliran Sungai} &= \text{Luas} \\ &\text{Catchment Area} \times \text{Aliran (R)} \\ &= 24,00 \text{ m}^2 \times 7,575 \end{aligned}$$

Debit Aliran Sungai = 168 m<sup>3</sup>/hari  
 $\approx 0,701 \text{ m}^3/\text{dtk}$  (1 hari = 86400 detik).

## 5. Debit Andalan

$$P \% = \frac{m_2}{n_2+1} \times 100 \%$$

$$P \% = \frac{1}{9+1} \times 100 \%$$

$$P \% = 10$$

### A. Kebutuhan Air

#### Persiapan Lahan

Musim Tanam I dimulai pada Oktober I jadi dihitung

$$\begin{aligned} E_o = E_{T_o} &= 5,30 \times 1,1 = 5,83P \\ &= 2 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

$$M = E_o + P = 5,83 + 2 = 7,83$$

Pada penelitian ini digunakan persiapan lahan selama 30 hari jadi jumlah kebutuhan air yang digunakan adalah 250 mm.

#### Kebutuhan Air Pada Tanaman

Kebutuhan air di sawah pada periode Februari I = 3,530 mm/hari x

353000000 m<sup>2</sup>, dimana 1mm = 1x 10<sup>-3</sup> m, dan 1 hari = 86400 dtk (24x60x60) jadi, Kebutuhan air di sawah seluas 3.350 ha di periode Oktober II :

$$= 3,530 \times 10^{-3} \text{m} / 86400 \text{ dtk} \times 11 \times 10^6 \text{ m}^2 = 4,478 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

**Kebutuhan air irigasi sawah**

kebutuhan air di sawah tertinggi dibagi dengan efisiensi irigasi (0,8x0,9x0,9) :

$$\text{Yaitu} = \frac{4,647}{0,648} = 7,17 \text{ m}^3/\text{dtk},$$

adapun kebutuhan air di saluran tersier yang diasumsikan kehilangan air sebesar 20% sehingga efisiensi = 0,80 jadi kebutuhan air di saluran tersier :

$$\text{Yaitu} = \frac{7,17}{0,8} = 8,962 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

Selanjutnya kebutuhan air di saluran sekunder yang diasumsikan kehilangan air sebesar 10% sehingga efisiensi = 0,90 jadi kebutuhan air di saluran tersier :

$$\text{Yaitu} = \frac{7,17}{(0,9 \times 0,8)} = 9,958 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

**Keseimbangan Air (Neraca Air/Water balance)**

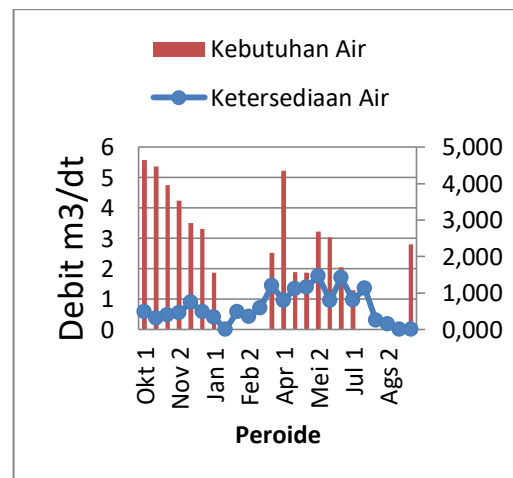
hasil perhitungan Perhitungan neraca air pada bulan Oktober I,

dimana diketahui Q80 = 0,579 m<sup>3</sup>/dtk dan kebutuhan air = 4,647 m<sup>3</sup>/dtk, Neraca Air = 0,579 – 4,647 = -4,07 yang artinya ketersediaan air tidak memenuhi kebutuhan air

Tabel 4.13 Hasil perhitungan neraca air (m<sup>3</sup>/dtk)

No.	Uraian	Bulan (m <sup>3</sup> /dt)											
		Oktober		November		Desember		Januari		Februari		Maret	
		I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
1	Ketersediaan air	0.579	0.372	0.469	0.542	0.895	0.581	0.408	0.001	0.576	0.429	0.696	1.443
2	Kebutuhan Air Irigasi	4.647	4.478	3.959	3.534	2.928	2.757	1.556	0.131	0.000	0.000	0.000	2.104
3	Neraca Air (NA) Status NA	-4.07	-4.106	-3.49	-2.99	-2.030	-2.18	-1.1	-0.13	0.6	0.43	0.70	-0.66
		D	D	D	D	D	D	D	D	S	S	S	D
No.	Uraian	Bulan (m <sup>3</sup> /dt)											
		April		Mei		Juni		Juli		Agustus		September	
		I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
1	Ketersediaan air	0.950	1.334	1.381	1.77	0.95	1.71	0.98	1.359	0.294	0.172	0.000	0.000
2	Kebutuhan Air Irigasi	4.360	1.573	1.57	2.691	2.519	1.70	1.08	0.00	0.00	0.000	0.00	2.329
3	Neraca Air (NA) Status NA	-3.41	-0.239	-0.18	-0.93	-1.57	0.00	-0.10	1.36	0.29	0.17	0.00	-2.33
		D	D	D	D	D	S	D	S	S	S	S	D

Sumber : Perhitungan



Gambar 4.1 grafik neraca air

Gambar 4.1 menunjukkan perbandingan antara debit tersedia dengan besarnya kebutuhan air irigasi pada daerah irigasi Awo. dapat dilihat gambar diatas terjadi kekurangan air pada banyak periode yang tidak memenuhi atau



ketersediaan air yang telah disimulasikan tidak dapat memenuhi kebutuhan air pada daerah irigasi Awo yaitu 4,07 m<sup>3</sup>/dt pada periode Oktober I dan yang tertinggi pada oktober II yaitu 4,10.

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

### **Kesimpulan**

1. Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan air tidak terpenuhi, nilai debit andalan yang nilainya lebih kecil dibandingkan dengan kebutuhan air pada daerah irigasi Awo.
2. Penentuan pola tanam Padi-Palawija-Padi-Palawija. musim tanam I dimulai pada Oktober II dan musim tanam II dimulai pada April II. Sehingga, banyak periode yang tidak memenuhi atau ketersediaan air yang telah disimulasikan tidak dapat memenuhi kebutuhan air pada daerah irigasi Awo.

### **Saran**

1. Berdasarkan hasil penelitian, direkomendasikan pola tanam padi-padi/palawija artinya apabila Awo II + III Golongan I tanam

palawija, maka Awo I Golongan II tanam padi secara bergantian.

2. Metode ini sebaiknya digunakan pada daerah irigasi yang tidak memiliki pos duga air (PDA).
3. disarankan untuk melakukan suplesi pengambilan air pada bendung/ daerah irigasi terdekat agar ketersediaan air dapat memenuhi kebutuhan air pada daerah irigasi Awo.
4. Perlu dilakukan studi dan survey lebih lanjut dari aspek topografi, geologi dan hidrologi untuk mengatasi penyediaan air pada daerah defisit.
5. Untuk mengatasi defisit air ini perlu bagi pemerintah daerah setempat untuk melakukan studi potensi air tanah guna memenuhi kebutuhan air dan menambah debit limpasan dengan membuat tampungan air (waduk).

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Arikunto, Suharsimi, 2010. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta : Rieneka Cipta
- Azwar, S. 2005. *Sikap Manusia : Teori dan Pengukurannya*. Yogyakarta : Pustaka Pelajar

***Jurnal Teknik Hidro***  
**Volume 14 Nomor 2, Agustus 2021**

- Bambang Triatmodjo, 2008, *Hidrologi Terapan*, Cetakan Kedua, Beta Offset, Yogyakarta.
- Chay Asdak, 2004, *Hidrologi dan Pengelolaan DAS*, Edisi III, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 2010. *Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan Bagian Jaringan Irigasi KP-01*. Bandung : CV Galang Persada
- Hadi, Sutrisno, 2007. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R & D*. Bandung : Alfabeta.
- Hardihardjaja dkk, 1997. *Bangunan Air*. Yogyakarta : Gunadarma.
- Harto Sri Br, 1993, *Analisis Hidrologi*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Iman Subarkah, 1980, *Hidrologi untuk Perencanaan Bangunan Air*. Bandung : Idea Dharma Bandung
- I Made Kamiana, 2010, *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Kusumastuti, Indriana Dyah. 2010. *Analisa Karakteristik Curah Hujan*, Jurnal Rekayasa, Bandar Lampung.
- Limantara, L. M. 2010. *Hidrologi Praktis*, Lubuk Agung, Bandung.
- Loebis, J. 2008. *Banjir Rencana Untuk Bangunan Air*, Yayasan Badan Penerbit Umum, Jakarta.
- Martha Joyce, Wanny, 1980. *Mengenal Dasar-Dasar Hidrologi*, Penerbit Nova, Bandung
- Priyonugroho, Anton, 2014. Analisis Kebutuhan Air Irigasi (Studi Kasus pada Daerah Irigasi Sungai Air Keban Daerah Kabupaten Empat Lawang). Jurnal Fakultas Teknik dan Lingkungan.
- Sudjarwadi, 1987, *Teknik Sumber Daya Air*, PAU Ilmu Teknik UGM, Yogyakarta.
- Sri Harto Br, 1993, *Analisis Hidrologi*, PT. Gramedia, Jakarta.
- Soedibyo. 1993. *Teknik Bendungan*. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Soemarno,C.D, 1999. *Hidrologi Teknik*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Soewarno., 1995, *Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data Hidrologi Jilid I*, Nova, Bandung.
- Sosrodarsono, S dan Takeda, 1977. *Hidrologi Untuk Pengairan*. Jakarta : Pradnya Paramita
- Trijayanti, Vicky, 2013. *Prediksi Neraca Air Pertanian dengan Metode Mock pada Daerah Aliran Sungai Keduang*. Surakarta : Universitas Sebelas Maret.