

## POLA TANAM DAERAH IRIGASI KANAN BENDUNG BENANAIN DI KABUPATEN MALAKA

Hironimus A. K. Siarai<sup>1</sup> ([agungsiarai@gmail.com](mailto:agungsiarai@gmail.com))

I Made Udiana<sup>2</sup> ([imadeudiana10@gmail.com](mailto:imadeudiana10@gmail.com))

Wilhelmus Bunganaen<sup>3</sup> ([wilembunganaen@yahoo.co.id](mailto:wilembunganaen@yahoo.co.id))

### ABSTRAK

Malaka adalah salah satu kabupaten di Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) yang terletak di Bagian Selatan Pulau Timor. Secara keseluruhan wilayahnya terbentang seluas 1.160,63 km<sup>2</sup>, dengan kepadatan penduduk mencapai 170 Km<sup>2</sup>/jiwa (Badan Pusat Statistik, Malaka dalam angka 2018). Pertumbuhan penduduk yang besar dan curah hujan rata-rata/bulan yang sedikit yaitu 113,94 mm (BMKG, Lasiana 2019) menyebabkan munculnya masalah kebutuhan pangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pola tanam pada Daerah Irigasi Benanain yang efisien sesuai dengan keseimbangan air yang terjadi antara debit andalan dan kebutuhan air irigasi. Perhitungan evapotranspirasi potensial menggunakan Metode Penman-Monteith sedangkan besar debit andalan dihitung berdasarkan Metode DR F.J. Mock sesuai kondisi tahun basah (R<sub>20</sub>), tahun normal (R<sub>50</sub>), tahun kering (R<sub>80</sub>). Besar kebutuhan air irigasi dihitung menggunakan metode yang tersedia pada Kriteria Perencanaan Irigasi (Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, 2010) sesuai dengan pola tanam yang direncanakan dan luas areal yang dapat diairi. Besar neraca air dihitung berdasarkan selisih antara debit andalan dengan kebutuhan air irigasi.

**Kata kunci: Benanain, Curah Hujan, Evapotranspirasi, Debit Andalan, Neraca Air, Pola Tanam**

### ABSTRACT

*Malaka is a district in the Province of Nusa Tenggara Timur (NTT), located in the southern part of Timor Island. Overall, the area spans 1,160.63 km<sup>2</sup>, with a population density of 170 km<sup>2</sup> / person (Central Statistics Agency, Malacca in step 2018). The large population growth and the low average / month rainfall of 113.94 mm (BMKG, Lasiana 2019) have caused problems in the need for food. This study aims to determine the cropping pattern in the Benanain Irrigation Area which is efficient in accordance with the water balance that occurs between the mainstay discharge and the need for irrigation water. The calculation of potential evapotranspiration uses the Penman-Monteith method while the reliable discharge size is calculated based on the DR F.J. Mock according to conditions of wet year (R<sub>20</sub>), normal year (R<sub>50</sub>), dry year (R<sub>80</sub>). The amount of irrigation water demand is calculated using the methods available in the Irrigation Planning Criteria (Directorate General of Water Resources, 2010) according to the planned cropping pattern and the area that can be irrigated. The water balance is calculated based on the difference between reliable discharge and irrigation water needs.*

**Keywords: Benanain, Rainfall, Evapotranspiration, Mainstay Discharge, Water Balance, Planting Pattern**

## PENDAHULUAN

Malaka adalah sebuah kabupaten di Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) yang terletak di bagian Selatan Pulau Timor. Kabupaten Malaka merupakan hasil pemekaran dari Kabupaten Belu. Hasil pemekaran tersebut mencakup 12 kecamatan. Penduduk Malaka tahun 2016

---

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Sipil, FST Undana;

<sup>2</sup> Program Studi Teknik Sipil, FST Undana;

<sup>3</sup> Program Studi Teknik Sipil, FST Undana.

kepadatan di Kabupaten Malaka mencapai 170 Km<sup>2</sup>/jiwa (Badan Pusat Statistik, Malaka dalam angka 2018). Pertumbuhan penduduk yang besar dan curah hujan rata-rata/bulan yang sedikit yaitu 113,94 mm. menyebabkan munculnya masalah kebutuhan pangan. Untuk itu pemerintah pusat melalui membangun sebuah daerah irigasi di Kabupaten Malaka sebagai upaya dalam memaksimalkan potensi sumber daya air yang ada, sehingga dapat memenuhi kebutuhan pangan masyarakat. Salah satu daerah irigasi yang ada di Kabupaten Malaka adalah Daerah Irigasi Benanain. Daerah Irigasi Benanain memiliki memiliki saluran irigasi sepanjang 180 Km. yang mampu mengairi 15.000 Ha lahan produktif di wilayah tersebut, dimana 10.000 Ha adalah lahan basah. Hingga saat ini penerapan pola tanam dalam memanfaatkan potensi sumber daya air Bendung Benanain yang tersedia belum efisien karena di Wilayah Kecamatan Malaka Tengah dan 6 kecamatan lainnya, sampai tahun 2010 setelah Daerah Irigasi Benanain dibangun masih termasuk dalam kawasan prioritas rawan pangan nomor satu menurut Food Security and Vulnerability Atlas. Untuk itu perlu diteliti lagi pola tanam yang efisien pada Daerah Irigasi Benanain, ditinjau dari pemanfaatan debit andalan dengan kebutuhan air irigasi sawah.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Curah Hujan

#### Defenisi Curah Hujan

Curah hujan merupakan jumlah air yang jatuh di permukaan tanah datar selama periode tertentu yang diukur dengan satuan di atas permukaan horizontal bila tidak terjadi evaporasi, run off dan infiltrasi (Mangostina, 2010).

#### Analisis Curah Hujan Wilayah

Pada perhitungan hidrologi untuk suatu DAS digunakan perhitungan hujan rata-rata yang terjadi pada DAS tersebut, dengan perhitungan hujan rata-rata maka hujan yang terjadi terdistribusi merata pada suatu DAS. Perhitungan hujan rata-rata pada DAS dapat menggunakan beberapa metode perhitungan sebagai berikut:

##### 1. Metode Rata-Rata Aritmatik (Aljabar)

Perhitungan hujan rata-rata metode aritmatik dengan membagi rata jumlah dari hasil pencatatan Pos Hujan yang ada pada daerah aliran sungai sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$P = 1/n (P_1 + P_2 + \dots + P_n) \quad (1)$$

Dimana

P : Rata-rata curah hujan wilayah

n : Jumlah pos hujan pengamat

P<sub>1</sub>,P<sub>2</sub>,,..,P<sub>n</sub> : Curah hujan pada pos hujan.

##### 2. Metode Poligon Thiessen

Pada perhitungan Metode Poligon Thiessen dengan cara memperhitungkan bobot dari masing-masing pos hujan yang mewakili luasan disekitarnya. Suatu luasan yang berada didalam DAS dianggap hujan merupakan sama dengan huajn yang terjadi pada pos hujan yang terdekat, sehingga hujan yang tercatat mewakili luasan tersebut.

$$P = \frac{A_1 P_1 + A_2 P_2 + \dots + A_n P_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (2)$$

Dimana

P = Rata-rata curah hujan wilayah

A<sub>1</sub>,A<sub>2</sub>,,..,A<sub>n</sub> = Luas pengaruh pada pos hujan

P<sub>1</sub>,P<sub>2</sub>,,..,P<sub>n</sub> = Curah hujan pada pos hujan

### 3. Metode Isohyet

Isohyet merupakan garis kontur yang menghubungkan tempat-tempat yang mempunyai jumlah hujan yang sama. Pada metode Isohyet, dianggap bahwa hujan pada suatu daerah di antara dua garis Isohyet adalah merata dan sama dengan nilai rata-rata dari kedua garis Isohyet tersebut, maka perhitungan pada Metode Isohyet dirumuskan sebagai berikut:

$$d = \frac{A_1 \left( \frac{d_1+d_2}{2} \right) + A_2 \left( \frac{d_1+d_2}{2} \right) + \dots + A_n \left( \frac{d_1+d_2}{2} \right)}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (3)$$

Dimana:

- d = Rata-rata curah hujan
- A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, .. A<sub>n</sub> = Luas pengaruh pada pos hujan
- d<sub>1</sub>, d<sub>2</sub>, .. d<sub>n</sub> = Curah hujan pada pos hujan

### Hujan Andalan

Curah hujan andalan adalah curah hujan rerata daerah minimum dengan kemungkinan terpenuhi yang sudah ditentukan dan dapat dipakai untuk keperluan manajemen irigasi, PLTA, dll. tiga variasi curah hujan Tahun Basah, Tahun Normal, dan Tahun Kering (Sosrodarsono, Hidrologi Untuk Pengairan, 1976) .

Dalam penentuan 3 variasi curah hujan andalan menggunakan langkah-langkah perhitungan probabilitas sebagai berikut (Radja, 2018)

1. Tabulasikan data curah hujan bulanan yang ada
2. Atur data curah hujan bulanan dalam urutan nilai yang menurun
3. Hitung peluang kejadian setiap curah hujan bulanan dengan Persamaan Weibull:

$$P = \frac{m}{N + 1} \times 100 \quad (4)$$

Dimana:

- P = Peluang kejadian
- m = Nomor urut
- N = Jumlah data

Interpolasi untuk mendapatkan nilai curah hujan tahunan terlampaui 20%, 50%, dan 80%

### Hujan Efektif

Hujan efektif adalah curah hujan yang jatuh selama masa tumbuh tanaman, yang dapat digunakan untuk memenuhi air konsumtif tanaman, dan diharapkan terjadi selama satu musim tanam berlangsung (Sosrodarsono, 1983) . Besarnya curah hujan efektif untuk tanaman padi ditentukan dengan 70% dari curah hujan rerata bulanan dengan kemungkinan kegagalan 20% atau curah hujan R<sub>80</sub>, kemungkinan kegagalan 50% atau curah hujan R<sub>50</sub>, dan kemungkinan kegagalan 80% atau curah hujan R<sub>20</sub> Curah hujan efektif diperoleh dari 70% nilai R<sub>n</sub> per periode waktu pengamatan dengan persamaan (Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, 2010) berikut:

$$Re_{padi} = R_n \times 0,7 \quad (5)$$

Dimana:

- Re<sub>padi</sub> = Curah hujan untuk tanaman padi (mm/hri)
- R<sub>n</sub> = Tingkat hujan yang terjadi dengan tingkat kepercayaan n% (mm)

Besarnya curah hujan efektif untuk tanaman palawija ditentukan dengan 50% dari curah hujan rerata bulanan

$$Re = R_n \times 0,5 \quad (6)$$

Dimana:

Re = Curah hujan untuk tanaman palawija (mm/hri)

Rn = Tingkat hujan yang terjadi dengan tingkat kepercayaan n% (mm)

### Evapotranspirasi Potensial

Evapotranspirasi merupakan gabungan dari proses evaporasi dan transpirasi. Evaporasi adalah penguapan air dari permukaan air, tanah dan bentuk permukaan bukan vegetasi lainnya oleh proses fisika (Asdak, 2014) sedangkan transpirasi adalah penguapan air dari daun dan cabang tanaman melalui pori-pori daun oleh proses fisiologi (Asdak, 2014). Evapotranspirasi potensial merupakan proses evapotranspirasi yang terjadi pada kondisi dimana hanya dipengaruhi oleh kondisi iklim dan tidak dipengaruhi oleh keadaan yang sebenarnya. Rumus yang menjelaskan evapotranspirasi acuan secara teliti adalah rumus Penman-Monteith, yang pada tahun 1965 oleh FAO (Hadisusanto, 2011) yang diuraikan sebagai berikut:

$$ET_o = \frac{0.408\Delta R_n + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)} \quad (7)$$

Dimana:

ET<sub>o</sub> = Evapotranspirasi acuan (mm/hari),

Δ = Kurva kemiringan tekanan uap (kPa/oC),

R<sub>n</sub> = Radiasi netto pada permukaan tanaman (MJ/m<sup>2</sup>/hari),

γ = Konstanta psychrometric (kPa/oC),

T = Temperatur harian rata-rata pada ketinggian 2 m (oC),

u<sub>2</sub> = Kecepatan angin pada ketinggian 2 m (m/s),

e<sub>s</sub> = Tekanan uap jenuh (kPa),

e<sub>a</sub> = Tekanan uap aktual (kPa),

### Evapotranspirasi terbatas (aktual)

Evapotranspirasi terbatas adalah evapotranspirasi yang mempertimbangkan kondisi vegetasi dan permukaan tanah serta kondisi iklim atau keadaan nyata di lapangan (Hadisusanto, 2011). Untuk menghitung evapotranspirasi terbatas ini diperlukan data:

1. Curah hujan bulanan (P)
2. Jumlah hari hujan bulanan (n)
3. Singkapan lahan, exposed surface (m %)

Nilai m diperoleh dari peta tata guna lahan, atau diasumsi:

m = 0 - 10 % untuk lahan dengan hutan lebat

m = 10 % - 40 % untuk lahan yang tererosi

m = 30 % - 50 % untuk lahan pertanian yang diolah

Secara matematis evapotranspirasi terbatas dirumuskan sebagai berikut:

$$E = ET_o \times \left( \frac{m}{20} \right) \times (18 - n) \quad (8)$$

$$ET = ET_o - E \quad (9)$$

Dimana:

E = Evapotranspirasi aktual (mm/hari)

ET<sub>o</sub> = Evapotranspirasi potensial (mm/hari)

m = Singkapan lahan, exposed surface (%)

n = Jumlah hari hujan dalam sebulan

ET = Evapotranspirasi terbatas (mm/hari)

## Keseimbangan air di permukaan tanah

### 1. Air Hujan ( $\Delta S$ )

Air hujan yang mencapai permukaan tanah dihitung dengan persamaan:

$$\Delta S = P - ET \quad (10)$$

Dimana:

$\Delta S$  = Keseimbangan air di permukaan tanah (mm)

$P$  = Curah hujan bulanan (mm/hari)

$ET$  = Evapotranspirasi terbatas (mm/hari)

### 2. Perubahan Kandungan Air Tanah

Perubahan kandungan air tanah  $SS$  (soil storage) tergantung dari harga air hujan efektif ( $\Delta S$ ). Bila harga  $\Delta S$  negatif maka kapasitas kelembaban tanah akan berkurang dan bila  $\Delta S$  positif akan menambah kekurangan kapasitas kelembaban tanah bulan sebelumnya.

### 3. Kapasitas Kelembaban Tanah (Soil Moisture Capacity)

Kapasitas kelembaban tanah adalah kapasitas kandungan air pada lapisan tanah permukaan (surface soil) per meter persegi.

$$SMC(n) = SMC(n-1) + IS(n) \quad (11)$$

Dimana:

$SMC(n)$  = Kelembaban tanah bulan ke  $n$  (mm/bulan)

$SMC(n-1)$  = Kelembaban tanah bulan ke  $n - 1$

$S$  = Tampung awal (initial storage) (mm)

### 4. Kelebihan Air (Water Surplus)

Kelebihan air adalah volume air yang akan masuk ke permukaan tanah. Persamaan yang digunakan untuk menghitung besarnya kelebihan air adalah:

$$WS = SS - SMC \quad (12)$$

Dimana:

$WS$  = Kelebihan air (mm/bln)

$SS$  = Kandungan air tanah (mm/bln)

$SMC$  = Kapasitas kelembaban tanah (mm/bln)

## Aliran dan penyimpanan air tanah

Nilai aliran dan penyimpanan air tanah tergantung dari keseimbangan air dan kondisi tanahnya. Data-data yang diperlukan untuk menentukan besarnya aliran air tanah adalah sebagai berikut:

### 1. Infiltrasi

Infiltrasi adalah gerakan vertikal air hujan ke dalam tanah melalui permukaan tanah (Hadisusanto, 2011). Gerakan air ini disebabkan oleh berat sendiri, rekahan tanah (celah tanah) dan tingkat kejenuhan dari tanah. Persamaan yang digunakan untuk perhitungan infiltrasi adalah:

$$i = WS \times k \quad (13)$$

Dimana:

$i$  = Infiltrasi (mm)

$WS$  = Water surplus (mm)

$k$  = Koefisien infiltrasi

Besar koefisien infiltrasi ditentukan berdasarkan asumsi kondisi porositas tanah dan kemiringan daerah pengaliran sungai dari 0,20 – 0,50.

### 2. Faktor Resesi Aliran Tanah ( $K$ )

Faktor resesi adalah perbandingan antara air tanah pada bulan ke-n dengan aliran air tanah pada awal bulan tersebut. Faktor resesi aliran tanah dipengaruhi oleh sifat geologi DPS (Daerah Pengaliran Sungai). Dalam perhitungan ketersediaan air dengan Metode F. J. Mock, besar nilai k didapat dengan cara coba-coba dari 0,40 – 0,70 sehingga dapat dihasilkan aliran seperti yang diharapkan.

### 3. Initial Storage (IS)

Initial storage atau tampungan awal adalah perkiraan besarnya volume air pada awal perhitungan.

### 4. Penyimpanan Air Tanah (*Ground Water Storage*)

Penyimpanan air tanah besarnya tergantung dari kondisi geologi setempat dan waktu. Persamaan yang dipergunakan dalam perhitungan penyimpanan air tanah adalah sebagai berikut:

$$V_n = k \times V_{(n-1)} - 0,5 (1 + k) \times i \quad (14)$$

$$\Delta V_n = V_n - V_{(n-1)} \quad (15)$$

Dimana:

K = Faktor resensi aliran tanah

qt = Aliran air tanah pada bulan ke t

qo = Aliran air tanah pada awal bulan

Vn = Volume air tanah bulan ke-n (mm/bln)

V(n-1) = Volume air tanah bulan sebelumnya

i = Infiltrasi (mm/bln)

$\Delta V_n$  = Perubahan volume aliran air tanah (mm/bln)

## Aliran Sungai

### 1. Aliran Dasar (*Base Flow*)

Aliran dasar menjadi salah satu komponen penting dalam hidrograf. Aliran dasar terjadi ketika air hujan meresap ke dalam tanah sampai mencapai ambang batas jenuh dan waktu yang diperlukan air bawah tanah (groundwater) untuk melepas air ke sungai. (Indarto, 2010)

$$BF = i - \Delta V \quad (16)$$

Dimana:

BF= Aliran Dasar (mm / dtk)

i = Infiltrasi (mm)

$\Delta V$ = Perubahan volume aliran air dalam tanah (mm)

### 2. Aliran Permukaan langsung (*Direct Run Off*)

Aliran permukaan langsung merupakan total dari ketiga komponen aliran sungai yaitu curah hujan yang langsung tersalur aliran ke sungai di atas permukaan tanah (*overland flow, surface runoff*), dan aliran cepat di bawah permukaan tanah (*sub surface storm flow, inter flow*) yang umumnya dipergunakan untuk mencirikan banjir akibat karakteristik DAS.

$$DRO = V_{ws} - i \quad (17)$$

Dimana:

DRO = Aliran permukaan (mm/dtk)

Vws = Volume air lebih (water surplus) (mm)

I = Infiltrasi

### 3. Limpasan (*Run Off*)

Limpasan atau permukaan Aliran permukaan merupakan bagian dari hujan yang tidak terserap tanah oleh infiltrasi. Limpasan permukaan hanya terjadi apabila intensitas hujan lebih tinggi dari laju infiltrasi, apabila intensitas hujan lebih kecil dibandingkan dengan laju infiltrasi maka tidak akan terjadi limpasan permukaan. (Sosrodarsono, Hirdologi untuk Pengairan, 1983)

$$RO = DRO - BF \tag{18}$$

Dimana:

RO = Limpasan (*run off*) (mm/bulan)

DRO = Aliran permukaan langsung (*direct run off*) (mm/bulan)

BF = Aliran dasar (*base flow*) (mm/bulan)

### Debit Andalan

Debit andalan adalah debit yang diharapkan selalu tersedia sepanjang tahun dengan resiko kegagalan yang diperhitungkan sekecil mungkin.

Debit andalan (Qn) dapat dihitung dengan persamaan:

$$Q_n = \frac{A \times RO}{86400 \times h} \tag{19}$$

Dimana:

Qn = Debit andalan (m<sup>3</sup>/dt)

A = Luas DAS (m<sup>2</sup>)

RO = Run off (mm/dt)

86.400 = Jumlah detik dalam 1 hari (dtk)

h = Jumlah hari dalam 1 bulan (n)

### Kebutuhan Air Di Sawah Untuk Tanaman Padi

Menurut (Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, 2010), kebutuhan air untuk penanaman padi di sawah ditentukan oleh faktor-faktor sebagai berikut:

#### Penyiapan Lahan untuk Padi

Faktor-faktor penting yang menentukan besarnya kebutuhan air untuk penyiapan lahan adalah:

- a. Lamanya waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan penyiapan lahan
- b. Jumlah air yang diperlukan untuk penyiapan lahan

Dalam penentuan jumlah air yang dibutuhkan untuk penyiapan lahan, terdapat beberapa faktor yang diperhatikan antara lain: porositas tanah, evaporasi dan lamanya pengolahan tanah. Dalam metode ini, persamaan untuk menghitung kebutuhan air irigasi selama penyiapan lahan yaitu sebagai berikut:

$$LP = \frac{(M \times e^k)}{(e^k - 1)} \tag{20}$$

Dimana:

LP = Kebutuhan air irigasi di tingkat persawahan (mm/hari)

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

$$M = E_o + P \tag{21}$$

Dimana:

E<sub>o</sub> = Evaporasi air terbuka yaitu sebesar 1,1 ETo selama penyiapan lahan (mm/hari)

P = Perkolasi

$$k = \frac{M \times T}{S}$$

(22)

Dimana:

T = Jangka waktu penyiapan lahan (hari)

S = Kebutuhan air, untuk penjenjuran ditambah dengan lapisan air 50 mm

E = Bilangan eksponensial (2,71828)

c. Penggunaan Konsumtif Tanaman

Penggunaan konsumtif tanaman dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$ET_c = K_c \times ET_o \tag{23}$$

Dimana:

$ET_c$  = Evapotranspirasi tanaman (mm/hari)

$K_c$  = Koefisien tanaman

$ET_o$  = Evapotranspirasi potensial yang diperoleh dengan Metode Penman modifikasi (mm/hari)

Nilai koefisien pertumbuhan tanaman tergantung pada jenis tanaman yang ditanam.

Pada tabel koefisien tanaman menurut Nedeco/Prosida dan FAO yang telah dimodifikasi yang dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini.

*Tabel 1 Koefisien Tanaman Padi*

Umur (bulan)	Padi (Nedeco/Prosida)		Padi (FAO)	
	Lokal	Unggul	Lokal	Unggul
0,5	1,20	1,20	1,10	1,10
1,0	1,20	1,27	1,10	1,10
1,5	1,32	1,33	1,10	1,05
2,0	1,40	1,30	1,10	1,05
2,5	1,35	1,15	1,05	0,95
3,0	1,24	0,00	1,05	0,00
3,5	1,12		0,95	
4,0	0,00		0,00	

d. Perkolasi

Laju perkolasi dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain: tekstur tanah, permeabilitas tanah, tebal lapisan tanah bagian atas dan letak permukaan air tanah. Besar perkolasi dari berbagai jenis tanah dapat dilihat pada Tabel 2 dibawah ini.

*Tabel 2 Besar Perkolasi Dari Berbagai Jenis Tanah*

No	Tekstur Tanah	Perkolasi (mm/hari)
1	Lempung berpasir	3 – 6
2	Lempung	2 – 3
3	Lempung liat	1 – 2

e. Efisiensi Irigasi

Efisiensi irigasi dipengaruhi oleh besarnya jumlah air yang hilang selama pengalirannya dari saluran primer, sekunder hingga tersier. Pada perencanaan jaringan irigasi, tingkat efisiensi ditentukan menurut kriteria standar perencanaan (Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, 2010) yaitu sebagai berikut:

Kehilangan air pada saluran primer adalah 7,5–12,5 %, diambil 10%. Sehingga efisiensi irigasi sebesar 90%

Kehilangan air pada saluran sekunder adalah 7,5 – 15,5 %, diambil 10%. Sehingga efisiensi irigasi sebesar 90%

Kehilangan air pada saluran tersier diambil 20%. Sehingga efisiensi irigasi sebesar 80%

Maka, efisiensi irigasi total adalah sebesar 90% x 90% x 80% = 65%



### Kebutuhan Air di Sawah

Untuk menghitung kebutuhan air di sawah dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan (Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, 2010)

$$NFR = ETc + P - Reff + WLR \quad (24)$$

Dimana:

NFR = Netto field water requirement, kebutuhan bersih air disawah (mm/hari)

ETc = Evapotranspirasi tanaman (mm/hari)

P = Perkolasi (mm/hari)

Reff = Curah hujan efektif (mm/hari)

WLR = Pergantian lapisan air (mm/hari)

### Kebutuhan Air Irigasi Untuk Tanaman Padi

Persamaan yang dapat digunakan dalam menghitung kebutuhan air irigasi untuk tanaman padi yaitu sebagai berikut:

$$Ir \text{ (padi)} = \frac{NFR}{eff} \quad (25)$$

Dimana:

Ir (padi) = Kebutuhan air untuk tanaman padi (mm/hari)

NFR = Netto field water requirement, kebutuhan bersih air disawah (mm/hari)

eff = Efisiensi irigasi

### Kebutuhan Air Irigasi Untuk Tanaman Palawija

$$Ir \text{ (palawija)} = \frac{ETc - Re}{eff} \quad (26)$$

Dimana:

Ir = Kebutuhan air untuk palawija

ETc = Evapotranspirasi tanaman (mm/hari)

Re = Curah hujan efektif (mm/hari)

eff = Efisiensi irigasi

Selain itu, dapat dihitung pula besar pengambilan air pada sumbernya. Untuk memperoleh besarnya kebutuhan pengambilan air digunakan persamaan sebagai berikut:

$$DR = \frac{Ir}{8,64} \quad (27)$$

Dimana:

Ir = Kebutuhan air irigasi tanaman

DR = Kebutuhan pengambilan air pada sumbernya (lt/dt/ha)

1/8,64 = Angka konversi satuan dari mm/hari ke lt/dt/ha

Setelah diperoleh besar kebutuhan pengambilan air, dapat dihitung besarnya kebutuhan air irigasi sesuai luas areal yang akan dialiri dengan rumus:

$$Q = \frac{(DR \times A)}{Et} \times \frac{1}{1000} \quad (28)$$

Dimana:

Q = Debit rencana (m<sup>3</sup>/det)

DR = Kebutuhan pengambilan air per hektar pada sumbernya (lt/dt/ha)

A = Luas daerah yang dialiri (ha)

Eff = Efisiensi irigasi (%)

1/1000 = Angka konversi satuan dari l/det ke m<sup>3</sup>/det

## Pola Tanam

Simulasi pola tanam merupakan suatu urutan tanam pada sebidang lahan dalam satu tahun, termasuk didalamnya masa pengolahan tanah. Pola tanam ini diterapkan dengan tujuan memanfaatkan sumber daya air secara optimal dan untuk menghindari resiko kegagalan.

## Neraca Air (Water Balance)

Menurut kriteria perencanaan irigasi (Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, 2010) neraca air adalah besarnya keseimbangan air, dengan membandingkan air yang ada, air hilang dan air yang dimanfaatkan.

## METODE PENELITIAN

### Lokasi Penelitian dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Daerah Irigasi Benanain di Kabupaten Malaka yang terletak pada 9° 34' 8.53" Lintang Selatan dan 124° 50' 30.91" Bujur Timur dan dilakukan kurang lebih selama 1 tahun, yaitu dari bulan November 2018 sampai November 2019.

### Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan antara lain Teknik wawancara, Teknik dokumentasi dan Studi pustaka

### Teknik Analisa Data

Berdasarkan data yang didapat berupa data primer dan data sekunder maka akan dilakukan analisa data dengan menggunakan formula yang ada pada bab II. Analisa data dalam penelitian ini melalui tahapan Perhitungan Evapotranspirasi tetapan, Pengolahan Data Hujan, Analisis besar debit andalan, Analisis besar kebutuhan air, Analisis neraca air (Water Balance), dan Analisis pola tanam

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Perhitungan Evapotranspirasi Tetapan

Dalam perhitungan evapotranspirasi tetapan dengan Metode Penman-Monteith menggunakan data klimatologi yang diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Lasiana yaitu data iklim 20 tahun terakhir (1998-2017).

*Tabel 3 Rekapitulasi Evapotranspirasi Bulanan Rata-rata*

Bulan	ET <sub>o</sub> (mm/hari)	Jumlah (hari)	ET <sub>o</sub> (mm/bulan)
Januari	5,26	31	163,08
Februari	5,36	28	150,1
Maret	5,26	31	163,06
April	4,89	30	146,78
Mei	5,21	31	161,61
Juni	5,2	30	155,87
Juli	5,7	31	176,56
Agustus	7,14	31	221,49
September	8	30	240,06
Oktober	8,33	31	258,37
November	7,59	30	227,6
Desember	5,79	31	179,63

**Perhitungan data hujan metode poligon thiessen**

DAS Benanain terdapat 11 Stasiun hujan yang berpengaruh yaitu Pos hujan Fatumnasi, Pos hujan Kefamenanu, Pos hujan Manufui, Pos huan Polen, Pos hujan Nifukani, Pos hujan Noelnoni, Pos hujan Oeoh, Pos hujan Kakaniuk, Pos hujan Baurasi, Pos hujan Uabau dan Pos hujan Boas.

*Tabel 4 Rekapitulasi Tinggi Curah Hujan Metode Poligon Thiessen (mm)*

No	Tahun	Bulan											
		Jan (mm)	Feb (mm)	Mar (mm)	Apr (mm)	Mei (mm)	Jun (mm)	Jul (mm)	Agust (mm)	Sep (mm)	Okt (mm)	Nop (mm)	Des (mm)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	2009	379,01	587,89	604,30	38,69	373,81	34,83	66,24	11,74	13,12	3,38	101,55	206,38
2	2010	127,53	187,66	105,44	236,13	189,52	78,83	150,68	68,88	68,93	191,17	122,80	191,43
3	2011	294,14	189,05	294,88	247,27	84,77	4,43	17,00	2,17	2,82	47,90	106,10	268,68
4	2012	303,25	243,01	531,23	324,31	353,41	48,48	7,49	0,25	9,93	3,51	41,40	137,64
5	2013	400,66	298,12	164,66	79,72	145,34	216,25	53,85	1,96	3,60	26,30	152,62	340,44
6	2014	327,14	432,67	301,62	107,21	56,01	37,41	29,73	2,33	0,00	0,00	14,68	473,35
7	2015	502,36	267,18	433,89	196,49	75,91	89,12	13,34	6,04	1,20	0,00	34,83	378,45
8	2016	428,88	555,45	429,46	31,40	395,99	161,34	176,06	21,05	115,31	63,49	192,69	479,05
9	2017	400,75	641,31	582,27	428,26	65,36	203,84	103,27	5,01	1,08	49,17	419,70	532,88
10	2018	465,64	271,75	298,72	56,08	93,54	68,80	97,13	34,52	0,49	44,06	407,75	526,98
Rata-rata		362,93	367,41	374,65	174,56	183,37	94,33	71,48	15,39	21,65	42,90	159,41	353,53

**Perhitungan curah hujan andalan**

Perhitungan curah hujan andalan bertujuan untuk mencari besar nilai curah hujan bulanan untuk 3 kondisi curah hujan yang dipakai. Curah hujan andalan yang dipakai adalah curah hujan kemungkinan terlampaui 20% (R<sub>20</sub>), terlampaui 50% (R<sub>50</sub>) dan terlampaui 80% (R<sub>80</sub>). Dalam menentukan curah hujan andalan data yang dipakai adalah data curah hujan pos hujan Kakaniuk.

*Tabel 5 Perhitungan curah hujan Pos hujan Kakaniuk dengan keandalan 20%, 50%, dan 80%*

Curah hujan peringkat	Probabilitas	Bulan											
		Jan (mm)	Feb (mm)	Mar (mm)	Apr (mm)	Mei (mm)	Jun (mm)	Jul (mm)	Agust (mm)	Sep (mm)	Okt (mm)	Nop (mm)	Des (mm)
1	9,09%	290,20	328,60	385,30	208,30	323,00	434,10	323,00	110,00	141,20	138,00	208,60	342,00
2	18,18%	278,00	308,80	323,40	188,50	229,20	149,60	259,70	38,30	26,90	42,50	105,20	311,40
3	27,27%	272,30	217,10	262,50	151,20	197,80	136,80	103,90	33,40	26,90	38,60	63,00	225,60
4	36,36%	245,20	178,70	249,50	143,00	156,50	123,30	89,10	32,40	8,70	34,00	56,90	210,00
5	45,45%	243,30	149,00	237,50	133,40	153,30	109,00	72,10	17,30	1,60	8,70	39,00	178,40
6	54,55%	227,00	121,00	223,10	73,30	106,00	105,80	64,37	12,00	1,00	8,30	28,70	171,50
7	63,64%	122,00	94,80	175,10	68,50	94,90	72,10	42,40	11,20	0,00	3,50	19,60	135,90
8	72,73%	100,00	77,00	175,00	66,40	94,30	19,00	21,00	10,00	0,00	0,00	15,30	133,30
9	81,82%	72,50	56,00	133,20	59,90	93,20	18,00	17,00	3,50	0,00	0,00	2,50	115,80
10	90,91%	25,90	41,70	0,00	41,00	90,00	0,00	11,00	2,00	0,00	0,00	0,00	104,00
R <sub>80</sub>		78,00	60,20	141,56	61,20	93,42	18,20	17,80	4,80	0,00	0,00	5,06	119,30
R <sub>50</sub>		235,15	135,00	230,30	103,35	129,65	107,40	68,24	14,65	1,30	8,50	33,85	174,95
R <sub>20</sub>		276,86	290,46	311,22	181,04	222,92	147,04	228,54	37,32	26,90	41,72	96,76	294,24

**Analisa Debit Andalan**

Dalam perhitungan besar debit andalan digunakan pendekatan dari Metode DR. F. J. Mock. Perhitungan debit andalan dengan Metode DR. F. J. Mock adalah sebagai berikut:

Tabel 10 Perhitungan Debit Andalan ( $Q_{20}$ ), ( $Q_{50}$ ), dan ( $Q_{80}$ ) Bendung Benanain

Debit andalan peringkat ke-	Probabilitas	Bulan (m <sup>3</sup> /det)											
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agust	Sep	Okt	Nop	Des
1	9,09%	309,33	518,58	550,46	386,12	266,16	125,44	55,34	32,24	19,99	11,61	179,58	325,00
2	18,18%	277,44	468,13	478,73	241,73	261,84	88,50	53,73	29,72	18,43	10,70	165,09	259,80
3	27,27%	252,12	441,24	326,37	138,91	240,68	85,31	49,54	29,69	18,41	10,69	6,63	246,78
4	36,36%	228,75	312,74	298,29	135,76	124,99	79,69	46,27	27,76	17,21	9,99	6,63	222,60
5	45,45%	223,14	196,85	291,33	132,56	56,95	69,22	20,50	12,30	7,63	4,43	6,20	207,19
6	54,55%	212,12	188,97	191,85	105,50	47,53	35,31	17,63	10,58	6,56	3,81	2,75	175,29
7	63,64%	166,96	185,88	175,10	91,57	39,04	24,20	14,05	8,43	5,23	3,04	2,36	96,48
8	72,73%	142,67	129,17	163,42	67,23	33,93	21,04	12,22	7,33	4,54	2,64	1,88	32,69
9	81,82%	135,21	89,24	59,78	58,44	23,57	17,98	10,44	6,26	3,88	2,26	1,40	13,95
10	90,91%	24,69	55,75	15,58	35,01	20,33	14,61	8,48	5,09	3,16	1,83	1,14	3,60
Debit Andalan $Q_{20}$		272,37	462,75	448,26	221,16	257,61	87,87	52,89	29,71	18,42	10,70	133,40	257,20
Debit Andalan $Q_{50}$		217,63	192,91	241,59	119,03	52,24	52,27	19,07	11,44	7,09	4,12	4,47	191,24
Debit Andalan $Q_{80}$		136,70	97,23	80,51	60,19	25,64	18,59	10,80	6,48	4,02	2,33	1,49	17,69

### Analisis Kebutuhan Air Irigasi

Analisis kebutuhan air irigasi pada umumnya melakukan prediksi kebutuhan air. Dalam studi ini kebutuhan air yang akan dipenuhi adalah kebutuhan air untuk tanaman padi dan palawija.

### Neraca Air

Perhitungan neraca air antara debit andalan Bendung Benanain dan kebutuhan air irigasi. Besar kebutuhan Vair irigasi sangat bergantung terhadap luas areal yang akan diairi. Oleh karena itu luas areal merupakan faktor yang menentukan keseimbangan air maka perlu untuk mempergunakan luasan areal semaksimal mungkin dengan memperhatikan keseimbangan air. Luas areal yang diperkirakan maksimum 4.856 Ha, sesuai skema Jaringan Daerah Irigasi Benanain sebesar 4.856 Ha.

### Pembahasan

Berdasarkan uraian di atas maka diketahui:

#### Besar debit andalan

Besar debit andalan untuk Bendung Benanain adalah sebagai berikut:

1. Tahun basah, Besar debit andalan maksimum sebesar 462,75 m<sup>3</sup>/det dan besar debit andalan minimum 10,70 m<sup>3</sup>/det.
2. Tahun normal, Besar debit andalan maksimum sebesar 241,59 m<sup>3</sup>/det dan besar debit andalan minimum 4,12 m<sup>3</sup>/det.
3. Tahun kering, Besar debit andalan maksimum sebesar 136,70 m<sup>3</sup>/det dan besar debit andalan minimum 1,49 m<sup>3</sup>/det.

#### Besar kebutuhan air irigasi

Besar kebutuhan air pada areal potensial sesuai simulasi pola tanam yang direncanakan adalah sebagai berikut :

1. Tahun Basah (R20), Besar kebutuhan air irigasi untuk kondisi tahun basah maksimum sebesar 9,46 m<sup>3</sup>/det dan nilai minimum sebesar 0 m<sup>3</sup>/det.

2. Tahun Normal (R50), Besar kebutuhan air irigasi untuk kondisi tahun normal maksimum sebesar  $9,98 \text{ m}^3/\text{det}$  dan nilai minimum sebesar  $0 \text{ m}^3/\text{det}$ .
3. Tahun Kering (R80), Besar kebutuhan air irigasi untuk kondisi tahun kering maksimum sebesar  $7,32 \text{ m}^3/\text{det}$  dan nilai minimum sebesar  $0 \text{ m}^3/\text{det}$ .

### Kondisi pola tanam

1. Tahun basah, Simulasi 1 Padi - Padi – Padi, Simulasi 2, Padi - Padi – Palawija, Simulasi 3 Padi - Palawija - Palawija
2. Tahun normal, Simulasi 1 Padi - Padi – Padi, Simulasi 2 Padi - Padi – Palawija, Simulasi 3 Padi - Padi – Palawija, Simulasi 4 Padi - Padi - Palawija
3. Tahun kering, Simulasi 1 Padi - Padi – Palawija, Simulasi 2 Padi - Palawija – Palawija, Simulasi 3 Padi - Palawija – Palawija

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa :

1. Besar debit andalan untuk bendung Benanain pada tahun basah, besar debit andalan maksimum sebesar  $462,75 \text{ m}^3/\text{det}$  dan minimum sebesar  $10,70 \text{ m}^3/\text{det}$ . Pada tahun normal, besar debit andalan maksimum sebesar  $241,59 \text{ m}^3/\text{det}$  dan minimum sebesar  $4,12 \text{ m}^3/\text{det}$ . Pada tahun kering, besar debit andalan maksimum sebesar  $136,70 \text{ m}^3/\text{det}$  dan minimum sebesar  $1,49 \text{ m}^3/\text{det}$ .
2. Besar kebutuhan air irigasi pada areal potensial sesuai simulasi pola tanam yang direncanakan adalah sebagai berikut: a.) Tahun Basah, Kebutuhan air irigasi untuk tanaman padi pada bulan Januari hingga Desember berkisar antara  $0,00 - 9,46 \text{ m}^3/\text{det}$  dan untuk tanaman Palawija berkisar antara  $0,00 - 6,73 \text{ m}^3/\text{det}$ . b.) Tahun Normal, Kebutuhan air irigasi untuk tanaman padi pada bulan Januari hingga Desember berkisar antara  $0,00 - 9,98 \text{ m}^3/\text{det}$  dan untuk tanaman Palawija berkisar antara  $1,10 - 7,19 \text{ m}^3/\text{det}$ . c.) Tahun Kering, Kebutuhan air irigasi untuk tanaman padi pada bulan Januari hingga Desember berkisar antara  $0,00 - 7,08 \text{ m}^3/\text{det}$  dan untuk tanaman Palawija berkisar antara  $0,91 - 7,32 \text{ m}^3/\text{det}$ .
3. Keseimbangan air yang terjadi antara debit andalan dengan kebutuhan air irigasi di Daerah Irigasi Benanain sesuai dengan pola tanam yang direncanakan adalah sebagai berikut: a.) Tahun Basah, Untuk simulasi 1 dengan pola tanam padi-padi-padi pada bulan Januari hingga Desember berkisar antara  $4,25 - 462,75 \text{ m}^3/\text{det}$ , untuk simulasi 2 dengan pola tanam padi-padi-palawija pada bulan Januari hingga Desember berkisar antara  $3,97 - 461,62 \text{ m}^3/\text{det}$ , untuk simulasi 3 dengan pola tanam padi-padi-palawija pada bulan Januari hingga Desember berkisar antara  $4,01 - 461,93 \text{ m}^3/\text{det}$ . b.) Tahun Normal, Untuk simulasi 1 dengan pola tanam padi-padi-padi pada bulan Januari hingga Desember berkisar antara  $-3,00 - 241,59 \text{ m}^3/\text{det}$ , untuk simulasi 2 dengan pola tanam padi-padi-palawija pada bulan Januari hingga Desember berkisar antara  $-3,08 - 241,59 \text{ m}^3/\text{det}$ , untuk simulasi 3 dengan pola tanam padi-padi-palawija pada bulan Januari hingga Desember berkisar antara  $-2,05 - 240,35 \text{ m}^3/\text{det}$ , untuk simulasi 4 dengan pola tanam padi-padi-palawija pada bulan Januari hingga Desember berkisar antara  $-0,75 - 240,05 \text{ m}^3/\text{det}$ . c.) Tahun Kering, Untuk simulasi 1 dengan pola tanam padi-padi-palawija pada bulan Januari hingga Desember berkisar antara  $-4,99 - 131,51 \text{ m}^3/\text{det}$ , untuk simulasi 2 dengan pola tanam padi-padi-palawija-palawija pada bulan Januari hingga Desember berkisar antara  $-4,99 - 131,51 \text{ m}^3/\text{det}$ , untuk simulasi 3 dengan pola tanam padi-padi-palawija-palawija pada bulan Januari hingga Desember berkisar antara  $-5,09 - 136,70 \text{ m}^3/\text{det}$ .
4. Pola tanam yang sesuai dengan kondisi di Daerah Irigasi Benanain
  - a. Untuk tahun basah adalah simulasi 1 padi-padi-padi
  - b. Untuk tahun normal adalah simulasi 4 adalah padi-padi-palawija
  - c. Untuk tahun kering adalah simulasi 2 padi-palawija-palawija

## Saran

Dari hasil penelitian penulis ingin memberikan saran

1. Perlu dilakukan perbaikan pola tanam yang sesuai dengan debit andalan yang tersedia sehingga dapat mendukung kebutuhan pangan dan dapat meningkatkan ekonomi masyarakat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C. (2014). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Direktorat Jenderal Sumber Daya Air. (2010). *Kriteria Perencanaan Irigasi*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Hadisusanto, N. (2011). *Aplikasi Hidrologi*. Malang: Jogja Mediautama.
- Indarto. (2010). *Hidrologi*. Jember: Bumi Aksara.
- Mangostina, C. (2010). *Curah Hujan*. <http://bidinagtuns.blogspot.com/2010/11/curah-hujan.html>.
- Radja, D. (2018). *Simulasi Pola Tanam Daerah Irigasi Kopopehapo Di Kabupaten Sabu Raijua*. Kupang: Universitas Nusa Cendana.
- Sosrodarsono, S. (1976). *Hidrologi Untuk Pengairan*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Sosrodarsono, S. (1983). *Hidrologi untuk Pengairan*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.