

# ANALISA KETERSEDIAAN DAN KEBUTUHAN AIR IRIGASI DI DAERAH IRIGASI TERDU

Leni Dwiwana<sup>1</sup>, Nurhayati<sup>2</sup>, Umar<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Teknik Sipil Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura

<sup>2,3</sup> Dosen Teknik Sipil Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura

E-mail : Lenidwiwana18@gmail.com

## ABSTRAK

*Daerah irigasi Terdu Anjongan terletak di Desa Anjongan dengan luas area pertanian sebesar 57 hektar yang mengambil sumber air dari Sungai Tangkit. Informasi ketersediaan dan kebutuhan air sangat penting dalam kegiatan irigasi. Faktor yang mempengaruhi cara penyediaan dan pemberian air adalah kondisi tanah pertanian, tanaman, iklim setempat termasuk kondisi hujan, topografi tanah, dan lain-lain. Data yang digunakan dalam penelitian ini ialah data sekunder dan data primer. Data sekunder berupa klimatologi dan peta topografi. Data primer meliputi posisi global daerah irigasi, dimensi saluran, dan kecepatan aliran. Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi perhitungan evapotranspirasi dengan metode Penman Modifikasi, ketersediaan air irigasi menggunakan metode Mock. Hasil analisa ketersediaan air menggunakan metode Mock didapat debit andalan 80% Sungai Tangkit sebesar 0,028 m<sup>3</sup>/detik atau 28 liter/detik. Analisa imbalan air dengan membandingkan debit ketersediaan dan debit dipintu pengambilan diperoleh hasil dari kedua pola tanam yang dianalisa menunjukkan ketersediaan air memungkinkan penanaman dengan pola padi-padi dan pola tanam padi-padi jagung.*

**Kata Kunci:** Kinerja jaringan irigasi, Terdu Anjongan

## ABSTRACT

*Anjongan Terdu irrigation area located in the village Anjongan with an area of 57 hectare farm that takes water from the River Tangkit. Information availability and water needs are very important in irrigation activities. Factors that affect the way the provision and delivery of water is the condition of agricultural land, crops, local weather including rain conditions, the topography of the land, and others. The data used in this research is secondary data and primary data. Secondary data are climatological and topographical maps. Primary data includes global positioning irrigation area, the dimensions of the channel, and the flow velocity. The method used in this study includes the calculation of evapotranspiration with Penman method of modification, the availability of irrigation water use Mock method. Results of analysis of water availability Mock obtained using 80% river discharge Tangkit mainstay of 0.028 m<sup>3</sup> / sec or 28 liters / sec. Analysis of water by comparing the balance of debit availability and the discharge door of retrieval result of the cropping pattern is analyzed to show the availability of water allows the planting pattern of the grain and rice-rice cropping corn.*

**Keywords:** Irrigation network performance, Terdu Anjongan

## I. PENDAHULUAN

Ketersediaan air merupakan faktor penting untuk keberlangsungan sistem pertanian, Sektor pertanian merupakan kegiatan yang berperan penting dalam perekonomian daerah sebagai sumber penghasilan atau penyediaan lapangan kerja serta penunjang dalam memenuhi kebutuhan hidup dimana peran serta masyarakat dan pemerintah sebagai pengelola dan pengembang usaha produksi pangan di Indonesia.

Adapun tujuan penulisan makalah ini adalah sebagai berikut :

- Menentukan besarnya ketersediaan air
- Menentukan besarnya kebutuhan air

Adapun pembatasan masalah penelitian ini antara lain :

Melalui pembangunan pengairan khususnya dibidang irigasi, program peningkatan produksi pertanian dengan sasaran utama swasembada beras dapat tercapai (Siskel dan Hutapea, 1995).

- Perhitungan debit air menggunakan metode Mock
- Lokasi penelitian adalah D.I. Terdu Anjongan

## II. METODOLOGI DAN PUSTAKA

### Pengertian Irigasi

Irigasi adalah usaha untuk memperoleh air yang menggunakan bangunan dan saluran buatan untuk keperluan penunjang produksi pertanian.

Irigasi didefinisikan secara teknis menyalurkan air melalui saluran-saluran pembawa ke tanah pertanian dan setelah air tersebut diambil manfaat sebesar-besarnya menyalurkannya ke saluran-saluran pembuangan terus ke sungai. (Mawardi,2010).

Air untuk menyediakan kelembaban tanah yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman bias didapatkan dari lima sumber yaitu presipitasi, air atmosfer, selain presipitasi, air banjir, air tanah, dan irigasi. Dimana salah satu tidak boleh diabaikan apabila kita memperkirakan kebutuhan air irigasi. (Hansen dkk,1992)

### Sistem Irigasi

Sistem irigasi yang baik akan memberikan hasil yang maksimal. Sistem irigasi jika ditinjau dari proses penyediaan, pemberian, pengelolaan, dan pengaturan air, sistem irigasi dapat dibagi menjadi empat kategori (Sudjarwadi,1987), yaitu :

- a. Irigasi permukaan, salah satu yang termasuk dalam sistem ini ialah penggenangan
- b. Irigasi bawah permukaan, salah satu pemberian air dengan cara resapan
- c. Irigasi dengan pemancaran, sistem ini dengan cara memancarkan air ke udara, kemudian air jatuh ke permukaan tanah
- d. Irigasi dengan tetesan, sistem ini menggunakan pipa-pipa dan tempat tertentu diberi lubang untuk jalan keluar air menetes pada tanah.

Sistem irigasi tergantung bantuan pemerintah (Mawardi dan Memed,2002), yaitu :

- a. Irigasi sederhana merupakan bangunan semi permanen dan tidak mempunyai alat pengukur dan pengontrol aliran
- b. Irigasi semi teknis memiliki sedikit bangunan permanen dan mempunyai satu alat pengukur aliran yang ditempatkan pada bangunan bendung.
- c. Irigasi teknis dimana bangunan bersifat permanen dan pemberian air dapat diukur, diatur, dan terkontrol di titik-titik tertentu

### Jaringan Irigasi

Jaringan irigasi adalah saluran, bangunan utama, dan bangunan pelengkap yang merupakan satu kesatuan dan diperlukan pengaturan air irigasi mulai dari penyediaan, pengambilan, pembagian, pemberian, penggunaan, dan pembuangan air irigasi. Satu kesatuan wilayah mendapatkan air dari suatu jaringan irigasi disebut dengan daerah irigasi. (Direktorat Jenderal Pengairan,1986)

Jaringan irigasi terdapat dua jaringan (Sidharta,1997), yaitu :

- a. Jaringan utama adalah jaringan yang berada dalam satu sistem irigasi, terdiri dari bangunan utama, saluran induk, saluran sekunder, bangunan sadap, serta bangunan pelengkap
- b. Jaringan tersier adalah jaringan yang berfungsi sebagai pelayanan air dalam petak tersier terdiri dari saluran tersier, saluran pembagi yang disebut saluran kuarter, dan saluran pembuangan

Tabel 1. Klasifikasi Jaringan Irigasi

	Klasifikasi Jaringan Irigasi		
	Teknis	Semi Teknis	Sederhana
Bangunan Utama	Bangunan Permanen	Bangunan permanen atau semi permanen	Bangunan sementara
Kemampuan mengukur dan mengatur debit	Baik	Sedang	Tidak mampu mengukur/mengatur
Jaringan Saluran	Saluran pemberi dan pembuang terpisah	Saluran pemberi dan pembuang tidak sepenuhnya terpisah	Saluran pemberi dan pembuang menjadi satu
Petak tersier	Dikembangkan sepenuhnya	Belum dikembangkan	Belum ada jaringan terpisah yang dikembangkan
Efisiensi secara keseluruhan	50 - 60 %	40 - 50 %	< 40 %
Ukuran	Tidak ada batasan	< 2000 Ha	< 500 Ha

Berdasarkan Standar Perencanaan Irigasi Bagian Jaringan Irigasi, saluran irigasi dapat didefinisikan (Mawardi dan Memed, 2002), seperti berikut :

- a. Saluran Kuarter adalah saluran yang membawa air dari box bagi kuarter melalui bangunan sadap tersier ke sawah-sawah
- b. Saluran Tersier adalah saluran yang membawa air dari bangunan sadap tersier di jaringan utama ke dalam petak tersier lalu ke saluran kuarter, saluran ini berakhir pada box kuarter yang terakhir
- c. Saluran Muka Tersier adalah saluran yang membawa air dari bangunan sadap tersier ke petak tersier yang terletak di sebrang petak tersier lainnya
- d. Saluran Sekunder adalah saluran yang membawa air dari saluran primer ke petak-petak tersier yang dilayani oleh saluran sekunder tersebut. Batas ujung saluran ini yaitu bangunan sadap terakhir
- e. Saluran Primer adalah saluran yang membawa air dari jaringan utama ke saluran sekunder dan petak-petak tersier yang diari. Saluran primer biasanya disebut saluran induk. Saluran ini berakhir pada bangunan bagi yang terakhir
- f. Saluran Pembuang adalah saluran yang digunakan sebagai pembuang kelebihan air yang sudah tidak digunakan dari petak-petak sawah ke jaringan saluran pembuang. Setelah air dipakai untuk penggarapan sawah, pertumbuhan padi dan sisa penguapan serta penggenangan maka

selanjutnya air itu dibuang. Pembuangan air kelebihan ini sama pentingnya dengan pemberian air irigasi

### Petak Irigasi

Petak irigasi terbagi dalam tiga kategori (Mawardi dan Memed,2002), yaitu :

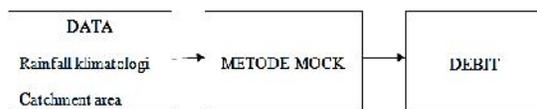
1. Petak tersier adalah petak sawah kecil berukuran 50-100 hektar. Berbatasan langsung dengan saluran sekunder atau primer
2. Petak sekunder adalah gabungan petak tersier yang tergantung dengan lahan, mempunyai batas saluran pembuangan dan sebagainya
3. Petak primer adalah hamparan pertanian yang pembagian air irigasi dilayani melalui saluran induk.

### Ketersediaan Air

Air merupakan faktor penting dalam bercocok tanam, selain jenis tanaman, kebutuhan air bagi suatu tanaman dipengaruhi oleh sifat jenis tanah, keadaan iklim, kesuburan tanah, cara bercocok tanam, luas areal pertanaman, topografi, periode tumbuh dan sebagainya. (Mawardi,2010)

Ketersediaan air untuk irigasi dibedakan menjadi dua, yaitu ketersediaan air di lahan dan ketersediaan air di bangunan pengambilan. Untuk mengetahui besarnya ketersediaan air dapat dilakukan dengan cara melakukan pengukuran dilapangan dan menghitung dengan rumus empiris. Perhitungan rumus empiris yang cocok di wilayah Indonesia ialah metode Mock untuk mendapatkan debit andalan dan menghitung ketersediaan air.

Dalam perhitungan tersebut digunakan data curah hujan, jumlah hari hujan, suhu, kelembaban relative, lamanya penyinaran matahari, kecepatan angin dan luasan catchment area



Gambar 1. Bagian alir perhitungan debit dengan menggunakan metode Mock

Secara umum proses metode Mock adalah sebagai berikut :

### Evapotranspirasi Potensial (Metode Penman)

Evapotranspirasi potensial merupakan evaportranspirasi yang terjadi pada kondisi berlebihan. Metode Mock merupakan rumus empiris dan penman yang dapat mengitung evaportranspirasi tanaman, sehingga didapat besarnya kebutuhan air tanaman.

Perhitungan evaportranspirasi memerlukan data curah hujan, suhu udara, penyinaran matahari, kelembapan nisbi dan kecepatan angin.

### Evapotranspirasi Aktual

Evapotranspirasi aktual merupakan evaportranspirasi terjadi pada kondisi air yang terbatas atau tidak berlebihan.

Evapotranspirasi aktual dipengaruhi oleh proporsi permukaan luar yang tidak tertutupi tumbuhan hijau (*exposed surface*) pada musim kemarau. Besarnya *exposed surface* (m) untuk tiap daerah berbeda-beda. Mock mengklarifikasi menjadi tiga daerah dengan nilai *exposed surface* (Mock, 1973).

Selain *exposed surface* evapotranspirasi terbatas juga dipengaruhi oleh jumlah hari hujan (n) dalam bulan bersangkutan. Jadi evapotranspirasi terbatas merupakan evapotranspirasi potensial dengan memperhitungkan faktor *exposed surface* dan jumlah hari dalam bulan yang bersangkutan. Sehingga evapotranspirasi terbatas adalah evapotranspirasi yang sebenarnya terjadi atau actual evapotranspiration

### Water Surplus

Dalam metode mock, *water surplus* merupakan bagian untuk memprediksi debit sungai dikarenakan *water surplus* berpengaruh pada infiltrasi dan total *run-off* yang merupakan komponen debit (Wurjanto dan Sudirman, 2002).

Water surplus didefinisikan sebagai air hujan (presipitasi) yang mengalami evaportranspirasi dan mengisi tampungan tanah (*soil storage*, disingkat SS). Tampungan kelembaban tanah (*soil moisture storage*, disingkat SMS) terdiri dari kapasitas kelembaban tanah (*soil moisture*, disingkat SMC). Zona infiltrasi, limpasan permukaan tanah dan tampungan tanah (*soil storage*, disingkat SS).

Selanjutnya WS ini akan mengalami infiltrasi dan melimpas dipermukaan (*run off*). Besarnya infiltrasi tergantung pada koefisien infiltrasi. Bagian ini akan menjelaskan infiltrasi, *run off* dan tampungan air tanah (*groundwater storage*).

### Limpasan Total

Air hujan yang mengalami evapotranspirasi dan tersimpan di tanah lembab akan melimpas di permukaan dan mengalami infiltrasi dan perkolasi, dimana infiltrasi akan terus terjadi sampai zona tampungan air tanah (*groundwater storage-GS-*).

Dengan demikian, didapat total *run off* (TRO) yang merupakan jumlah antara *base flow*, *direct runoff*, dan *strom run off*. Apabila nilai TRO dikalikan dengan luas Catchment Area maka dengan suatu angka konversi tertentu akan didapat besaran debit (*stream flow*) dalam m<sup>3</sup>/detik.

Pengambilan nilai awal *ground water storage* sebagai konstanta awal. Keseimbangan air dianggap sebagai siklus tertutup yang ditinjau selama satu tahun, maka nilai asumsi awal ini harus dibuat sama dengan nilai akhir tahun (seimbang).

### **Kebutuhan Air Irigasi**

Kebutuhan air irigasi adalah jumlah volume yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan evapotranspirasi, kehilangan air, kebutuhan air untuk tanaman dengan memperhatikan jumlah yang diberikan oleh alam dan hujan melalui kontribusi air tanah (Sidharta,1997)

Kebutuhan air irigasi berdasarkan kebutuhan air untuk tanaman (di lahan) dan kebutuhan air pada bangunan pengambilan (di bendung).

### **Kebutuhan Air untuk Tanaman**

Dalam perhitungan kebutuhan air irigasi terbagi atas beberapa tahap yaitu sebagai berikut:

#### **Kebutuhan air untuk penyiapan lahan**

Pengolahan lahan dilakukan pada awal musim tanam. Lamanya pengolahan lahan sangat tergantung dengan alat yang digunakan.

Metode didasarkan pada laju air konstan dalam liter/detik selama periode penyiapan lahan dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} IR &= M \cdot e^k / (e^k - 1) \\ M &= E_o + P \\ E_o &= 1,1 \cdot E_{to} \\ K &= (M \cdot T) / S \end{aligned}$$

Besarnya kebutuhan air irigasi (NFR) pada masa penyiapan lahan ini adalah :

$$NFR = IR - Re$$

#### **Kebutuhan air untuk pergantian air di sawah**

Pengeringan lahan sawah yang ditanami padi perlu dilakukan 3 kali, yaitu :

- ⊙ Pengeringan pertama dilakukan setelah tanaman telah berumur satu bulan terhitung dari tanggal pemindahan bibit dari persemaian (*transplantasi*).
- ⊙ Pengeringan kedua dilakukan pada waktu tanaman kira-kira berumur dua bulan.
- ⊙ Pengeringan ketiga dilakukan sekitar tiga minggu tanaman mulai berbunga.

#### **Kebutuhan air untuk untuk perkolasi dan pencucian**

Besarnya perkolasi menurut Rice Irrigation in Japan OTCA tahun 1973 adalah sebagai berikut:

- ⊙ *Sandy Loam* (geluh pasir) :3 – 6 mm/hari
- ⊙ *Loam* (geluh) :2 – 3 mm/hari

- ⊙ *Clay Loam* (geluh lempungan): 1 – 2 mm/hari

Sedangkan menurut Standar Perencanaan Irigasi, Direktorat Jenderal Pengairan Departemen PU, besarnya perkolasi pada tanah-tanah lempung berat dengan karakteristik pengilahan (*puddling*) yang baik, laju perkolasi dapat mencapai 1 sampai 3 mm/hari. Pada tanah yang lebih ringan, laju perkolasi bisa lebih tinggi.

### **Kebutuhan air setelah penyiapan lahan**

Pada tahap sesudah penyiapan lahan, besarnya kebutuhan air dihitung dengan rumus :

$$NFR = Etc + P - Re + WLR$$

### **Kebutuhan Air Bangunan Pengambilan**

Kebutuhan air di pintu pengambilan atau bangunan utama dipengaruhi oleh luas areal tanam, kebutuhan air untuk tanaman di lahan dan efisiensi, sebagaimana diperlihatkan dalam persamaan berikut ini :

$$D_R = \frac{(NFR)}{E_f}$$

Mengacu pada Direktorat Jenderal Pengairan tahun 1986 maka efisiensi irigasi secara keseluruhan diambil 90% dan tingkat tersier 80%. Angka efisiensi irigasi keseluruhan tersebut dihitung dengan cara mengkonversi efisiensi dimasing-masing tingkat yaitu  $0,9 \times 0,9 \times 0,8 = 0,648$  65%

### **Koefisien Tanaman**

Koefisien tanaman (*kc*) adalah perbandingan antara Evapotranspirasi suatu tanaman (*Etc*) terhadap Evapotranspirasi Acuan (*Eto*) pada lahan yang luas dan kondisi lingkungan yang optimum serta menghasilkan produksi yang maksimum. Kondisi optimum ini adalah bebas dari serangan penyakit, ketersediaan air yang optimum, pemupukan yang optimum (FAO, 1984).

Dengan cara lain koefisien tanaman dapat dinyatakan dalam rumus :

$$kc = E_{Tc} / E_{to}$$

### **Debit**

Debit Kapasitas

- ⊙ Debit kapasitas suatu penampang dihitung berdasarkan rumus :

$$Q = V \times A$$

Dimana :

Q = Debit Kapasitas (m<sup>3</sup>/dt)

V = Kecepatan Aliran (m/dt)

A = Luas penampang berbentuk trapesium (m<sup>2</sup>)

- ⌚ Kecepatan aliran dihitung dengan menggunakan rumus empiris (rumus strickler) dan pengukuran langsung di lapangan

### Debit Real

Debit di lapangan untuk dialirkan sebuah saluran irigasi dihitung berdasarkan rumus

$$Q = V \times A$$

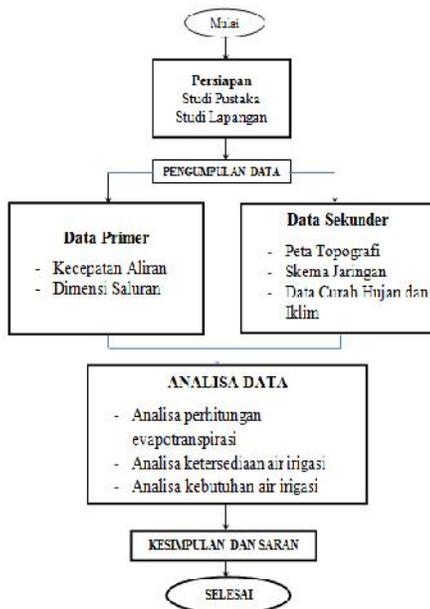
Dimana :

$$Q = \text{Debit Real (m}^3/\text{det)}$$

$$V = \text{Kecepatan Aliran (m/dt)}$$

$$A = \text{Luas Penampang Basah (m}^2\text{)}$$

### Metodologi Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

### Lokasi Penelitian

Daerah Irigasi Terdu Anjongan terletak di Desa Anjongan Dalam, Kecamatan Anjongan. Secara geografis Desa Anjongan Dalam terletak pada posisi diantara 0° 15' Lintang Utara dan 0°30' Lintang Selatan, serta diantara 109°00 dan 109°15' Bujur Timur'. Dengan luas Daerah Irigasi 57 hektar.

### Pengumpulan Data

#### Data Primer

Data primer merupakan data yang didapatkan langsung di lapangan dan merupakan sumber pertama, akan dilakukan suatu survey untuk memperoleh data mengenai :

- a. Kecepatan aliran saluran sekunder

Pengumpulan data kecepatan aliran rata-rata didapat dengan cara mengukur kecepatan aliran

dengan menggunakan barang yang dapat mengapung selama sepuluh kali pengukuran

- b. Dimensi saluran

Peralatan yang digunakan adalah meteran. Caranya seperti berikut:

- ⌚ Mengukur penampang atas dan bawah dengan membentangkan tali/meteran melintang dari ujung satu sisi ke sisi lainnya
- ⌚ Kemudian ukur kedalaman
- ⌚ Catat hasil pengukuran pada form survey

### Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diberikan oleh pihak lain berupa dokumen atau laporan hasil penelitian yang telah dilakukan. Data sekunder yang akan dipergunakan antara lain :

- a. Peta topografi daerah irigasi
- b. Skema jaringan irigasi
- c. Data hujan dan iklim

### Pengolahan dan Analisa Data

#### ⌚ Analisa Perhitungan Evapotranspirasi

Perhitungan evapotranspirasi melakukan analisa menggunakan metode Penman-FAO (1997), yang menggunakan data curah hujan serta data klimatologi dibuat dalam spreadsheet.

Untuk perhitungan evapotranspirasi dilakukan *spreadsheet* terpisah dengan metode Mock. Dalam melakukan analisa perhitungan evapotranspirasi penulis menggunakan metode Penman-FAO(1997).

Adapun langkah-langkah dalam perhitungan evapotranspirasi dibuat dalam baris perbaris dengan langkah sebagai berikut :

- a. Baris 1  
Jumlah curah hujan (mm/bulan)
- b. Baris 2  
Data klimatologi yaitu suhu udara rata-rata bulanan (Trata-rata, °C)
- c. Baris 3  
Data klimatologi yaitu kelembaban nisbi rata-rata (Rh, %)
- d. Baris 4  
Data klimatologi yaitu persentase penyinaran matahari bulanan (n, %)
- e. Baris 5  
Data klimatologi yaitu kecepatan angin rata-rata (U, Km/hari)
- f. Baris 6  
Perhitungan kecepatan angin pada tinggi 2m (U<sub>2</sub>, km/hari), dihitung dengan rumus :

$$U_2 = \frac{\log 100}{\left(\frac{\log 100 \times h}{2}\right)} \times U$$

h = tinggi elevasi

- g. Baris 7

Tekanan uap jenuh ( $e_s$ , kPa), dihitung dengan rumus :

$$e_s = 0,611 \exp \left[ \frac{17,27T}{T + 273,3} \right]$$

h. Baris 8

Tekanan uap aktual ( $e_a$ , kPa), dihitung dengan rumus :

$$e_a = e_s \times R_h$$

i. Baris 9

Kemiringan kurva tekanan uap terhadap temperatur ( $\delta$ ,  $kPa/^\circ C$ ), dihitung dari rumus :

$$\delta = \frac{4089 \times e_s}{(T + 237,3)^2}$$

j. Baris 10

Konstanta psikrometrik,  $\tau = 0,66 \text{ mb}/^\circ C = 0,066 \text{ kPa}/^\circ C$

kPa = 10 mb

k. Baris 11

Koefesien refleksi ( $\rho$ ), dihitung dengan rumus:

$$\rho = 0,29 + (\tau \sin 30 \times (1 + (0,0333 \times Hr) + 2,25))$$

Dimana : Hr = hari dalam 1 bulan

l. Baris 12

Radiasi matahari ( $R_a$ ) didapatkan berdasarkan lintang yang ditinjau. Besarnya  $R_a$  ini dicari dengan interpolasi harga-harga  $R_a$  yang disajikan pada tabel II.1. dan besarnya  $R_a$  ini berbeda-beda untuk tiap bulannya.

m. Baris 13

Durasi penyinaran matahari relative ( $n/N$ , %), dihitung dengan rumus :

$$n/N = 1 - 0,054 R^{0,42}$$

dimana : R = curah hujan (mm/bulan)

n. Baris 14

Radiasi global ( $R_s$ ), dihitung dengan rumus :

$$R_s = R_a (0,25 + 0,50 n/N)$$

o. Baris 15

Radiasi gelombang panjang ( $R_b$ ), dihitung dengan rumus :

$$R_b = 5 - 1,12 R^{0,20}$$

Dimana : R = curah hujan (mm/bulan)

p. Baris 16

Radiasi bersih ( $R_n$ ), dihitung dengan rumus :

$$R_n = (R_a (1 - \rho) (0,25 + 0,50 n/N)) - R_b$$

q. Baris 17

Perhitungan Evapotranspirasi ( $E_{to}$ ), dihitung dengan rumus :

$$E_{to} = \delta / (\delta + \tau) R_n + \tau / (\delta + \tau) [2,70(1,0 + 0,010U^2) (e_s - e_a)]$$

### Analisa Ketersediaan Air

Pengolahan data untuk ketersediaan air menggunakan metode Mock, yang menggunakan data curah hujan dan nilai hasil perhitungan avapotranspirasi sebelumnya dibuat dalam spreadsheet.

Langkah-langkah berikut ini adalah perhitungan untuk metode Mock :

① Baris 1

Rata-rata jumlah curah hujan harian dalam satu bulan ( $P$ ), (mm/bulan)

② Baris 2

Rata-rata jumlah hari hujan dalam satu bulan dari tiap stasiun ( $n$ )

③ Baris 3

Jumlah hari dalam satu bulan ( $Hr$ )

④ Baris 4

Nilai hasil perhitungan evapotranspirasi ( $E_p$ ) dalam mm/hari yang didapat dari perhitungan sebelumnya

⑤ Baris 5

Exposed Surface ( $m$ ), yaitu proporsi permukaan luar yang tidak tertutupi tumbuhan hijau pada musim kering. Nilai ini dapat dilihat pada Tabel 2.3

⑥ Baris 6

$$E/E_p; (\%) = (m/20) (18-N)$$

⑦ Baris 7

Selisih antara evapotranspirasi potensial ( $E_p$ ) dengan evapotranspirasi terbatas atau evapotranspirasi aktual ( $E_a$ ), dihitung sebagai berikut :

$$E = E_p \times (m/20)(n-12)$$

⑧ Baris 8

Evapotranspirasi aktual atau evapotranspirasi terbatas ( $E_a$ ), merupakan selisih antara evapotranspirasi rujukan ( $E_p$ ) dengan ( $E$ ) :

$$E_a = E_p - E$$

⑨ Baris 9

Selisih antara jumlah curah hujan bulanan ( $P$ ) dengan evapotranspirasi aktual ( $E_a$ ) :

$$P - E_a \text{ (mm/bulan)}$$

⑩ Baris 10

Penentuan nilai SMC dapat dipilih berdasarkan kapasitas kelembaban tanah (*soil moisture capacity*=SMC) = 150 mm/bulan. Ada dua keadaan untuk menentukan SMC ini, yaitu :

Jika  $P - E_a > 0$ , SMC = 200

Jika  $P - E_a < 0$ , SMC =  $P - E_a$  + nilai SMC bulan sebelumnya

⑪ Baris 11

ISMS adalah *initial soil moisture storage* (mm/bulan), merupakan nilai *soil moisture capacity* (SMC) bulan sebelumnya

⑫ Baris 12

Tampungan kelembaban tanah (*Soil Moisture Storage* = SMS) (mm)

$$SMS = ISMS + (P - E_a)$$

- ⌚ Baris 13  
Soil Storage (SS) (mm), yaitu kemampuan tanah untuk menyimpan air. Soil storage ditentukan sebagai berikut :  
Jika  $P - E_a > 0$  ,  $SS = 0$  ( artinya tidak tersimpan dalam tanah)  
Jika  $P - E_a < 0$  ,  $SS = P - E_a$
- ⌚ Baris 14  
Water Surplus (WS), yaitu presipitasi yang telah mengalami evapotranspirasi dan disimpan dalam tanah (mm).  
 $WS = ( P - E_a ) + SS$   
Water Surplus (WS) ditentukan sebagai berikut :  
Jika  $(P - E_a) > 0$  ,  $WS = (P - E_a) + SS$   
Jika  $(P - E_a) < 0$  ,  $WS = 0$
- ⌚ Baris 15  
Koefisien infiltrasi (if),  $if = 0,4$ . Diberi nilai maksimum adalah 1 dan minimum adalah 0,001. Nilai ini bervariasi tiap bulan.
- ⌚ Baris 16  
Besarnya infiltrasi (In), yaitu water surplus (WS) dikalikan koefisien infiltrasi  
 $In = WS \times If$
- ⌚ Baris 17  
Konstanta resesi aliran (K), adalah proporsi dari air tanah bulan lalu yang masih ada bulan sekarang.  $K = 0,6$ . Diberi nilai maksimum adalah 1 dan minimum adalah 0,001
- ⌚ Baris 18  
Percentage factor (PF), merupakan persentase hujan yang menjadi limpasan. Disarankan oleh Mock 5% - 10%, maksimal 37,3%. Jadi tiap bulan nilai PF berubah-ubah.
- ⌚ Baris 19  
Hitung  $0,5 \times (1+K) \times In$
- ⌚ Baris 20  
Gsom adalah ground water storage bulan sebelumnya, nilai ini diasumsikan sebagai data awal, dengan anggapan bahwa water balance merupakan siklus tertutup yang ditinjau selama 1 tahun, maka nilai asumsi awal harus dibuat sama dengan nilai akhir tahun.
- ⌚ Baris 21  
Groundwater storage (GS), dihitung dengan persamaan :  
 $GS = [ 0.5 \times (1+K) \times In ] + [ K \times Gsom ]$
- ⌚ Baris 22  
Perubahan ground water storage ( GS), yaitu nilai ground water storage bulan yang bersangkutan dikurangi nilai ground water storage bulan sebelumnya  
 $GS = GS - Gsom$
- ⌚ Baris 23  
Base flow (BF), merupakan besar infiltrasi (In) yang dikurangi perubahan storage volume ( $\Delta G_s$ )

$$BF = In - \Delta G_s$$

- ⌚ Baris 24  
Direct run off (DRO), merupakan water surplus yang telah mengalami infiltrasi.

$$DRO = WS - In$$

- ⌚ Baris 25  
Storm Run Off (SRO) ditentukan sebagai berikut :

$$\text{Jika } P \leq 200, SRO = 0$$

$$\text{Jika } P > 200, SRO = P \times PF$$

- ⌚ Baris 26  
Total Run Off (TRO), jumlah dari base flow (BF) + direct run off (DRO) + storm run off (SRO)

- ⌚ Baris 27  
Luas catchment area, yaitu luas daerah tangkapan air

- ⌚ Baris 28  
Stream flow atau aliran sungai, yaitu besarnya debit hasil perhitungan (calculated discharge), merupakan perkalian antara total run off dengan luas catchment area (m<sup>3</sup>/det).

$$\text{Calculated discharge} = \text{total run off} \times \text{catchment area}$$

- ⌚ Baris 29  
Debit hasil perhitungan (calculated discharge) dalam liter/detik

### Analisa Kebutuhan Air Irigasi

Dalam melakukan analisa kebutuhan berdasarkan kebutuhan air tanaman (di lahan) dan kebutuhan air pada bangunan pengambilan (di bendung) dengan menggunakan pola tanam padi-padi dan pola tanam padi-padi-jagung, dengan menggunakan data-data berupa evapotranspirasi potensial berdasarkan rumus empiris penman, data curah hujan efektif yang diperoleh dari tabel perhitungan debit Metode Mock.

## III HASIL DAN ANALISA DATA

### Perhitungan evapotranspirasi dengan metode Penman modifikasi FAO :

Tabel 2. Resume hasil perhitungan evapotranspirasi

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
2007	1,63	3,10	2,14	2,24	1,95	1,82	2,03	2,75	2,34	2,11	2,02	1,94
2008	2,25	3,90	2,44	2,49	2,32	2,16	2,20	2,65	2,25	1,88	2,01	1,93
2009	2,24	2,30	2,03	2,35	2,45	2,41	2,32	2,39	2,23	2,08	1,68	1,68
2010	1,94	2,15	2,36	2,37	2,89	2,56	2,65	2,74	2,24	2,42	2,28	2,03
2011	2,44	2,22	2,67	2,98	2,70	2,30	2,29	2,19	2,15	1,94	2,17	1,73
2012	1,77	2,04	2,29	2,33	2,13	2,48	2,26	2,57	2,41	1,75	1,92	1,63
2013	2,13	1,90	2,34	2,21	2,47	2,74	2,23	2,51	2,41	1,94	2,01	1,69
2014	2,74	2,34	2,81	2,05	2,08	3,03	2,45	2,50	2,31	2,38	2,11	1,86
2015	1,89	2,29	2,16	2,46	2,40	2,32	3,02	2,37	2,94	2,50	2,00	1,99
2016	1,79	1,91	2,12	2,07	2,22	2,44	2,33	2,03	2,66	2,11	1,60	1,69
Rata-Rata	2,08	2,41	2,34	2,36	2,36	2,43	2,38	2,47	2,39	2,11	1,98	1,82

## Analisa Ketersediaan Air

Setelah perhitungan evapotranspirasi selesai, selanjutnya hasil perhitungan dimasukkan kedalam perhitungan metode Mock untuk mendapatkan debit bulanan.

Tabel 3. Resume hasil metode Mock

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des
2007	0,057	0,036	0,034	0,040	0,053	0,056	0,051	0,026	0,041	0,051	0,102	0,104
2008	0,059	0,034	0,031	0,036	0,043	0,040	0,036	0,027	0,032	0,044	0,083	0,090
2009	0,048	0,048	0,041	0,034	0,037	0,041	0,030	0,033	0,032	0,047	0,108	0,094
2010	0,017	0,033	0,015	0,021	0,029	0,013	0,083	0,030	0,019	0,036	0,082	0,069
2011	0,042	0,033	0,016	0,014	0,022	0,011	0,020	0,016	0,006	0,050	0,072	0,076
2012	0,057	0,016	0,034	0,025	0,030	0,031	0,012	0,027	0,013	0,032	0,063	0,105
2013	0,023	0,043	0,017	0,031	0,046	0,028	0,077	0,037	0,025	0,033	0,048	0,088
2014	0,023	0,016	0,016	0,023	0,030	0,023	0,012	0,028	0,025	0,033	0,042	0,042
2015	0,042	0,032	0,032	0,027	0,032	0,032	0,038	0,013	0,009	0,015	0,053	0,047
2016	0,047	0,041	0,036	0,024	0,060	0,049	0,052	0,016	0,024	0,035	0,051	0,070
Jumlah	0,444	0,373	0,323	0,278	0,383	0,391	0,472	0,274	0,278	0,447	0,715	0,786
Rata-Rata	0,044	0,037	0,033	0,028	0,038	0,039	0,047	0,027	0,028	0,043	0,071	0,079
Max	0,058	0,033	0,031	0,010	0,060	0,036	0,083	0,030	0,019	0,081	0,108	0,105
Min	0,023	0,016	0,016	0,014	0,022	0,011	0,012	0,013	0,009	0,015	0,042	0,042

Tabel 4. Debit Andalan Probabilitas 80%

m	Tahun	$\frac{m}{(n+1)}$	Debit (m <sup>3</sup> /detik)
1	2008	0,09	0,059
2	2012	0,18	0,058
3	2007	0,27	0,057
4	2009	0,36	0,048
5	2016	0,45	0,047
6	2010	0,55	0,047
7	2011	0,64	0,043
8	2015	0,73	0,040
9	2013	0,82	0,029
10	2014	0,91	0,020
Debit Probabilitas 80%			0,029

## Analisa Kebutuhan Air Irigasi

Analisa perhitungan kebutuhan air di buat dalam kolom per kolom dengan langkah perhitungan sebagai berikut :

- ⌚ Kolom 1  
Pola tanam pada DI. Terdu Anjongan yaitu padi – padi
- ⌚ Kolom 2  
Bulan pemberian air, Karena perhitungan dilakukan secara tengah bulanan, maka setiap bulan menempati dua baris
- ⌚ Kolom 3  
Nilai Eto, yang didapat dari perhitungan evapotranspirasi sebelumnya, karena dalam perhitungan tersebut dilakukan berdasarkan data bulanan, maka besarnya Eto untuk kedua tengah bulanan dari setiap bulan diambil sama.
- ⌚ Kolom 4

Perkolasi ( P ) yang besarnya diambil sama yaitu 2 mm/hari.

- ⌚ Kolom 5  
Curah hujan efektif (Re) dibagi tengah bulan, jadi setiap tengah bulan nilai Re ya berbeda
- ⌚ Kolom 6  
WLR yang besarnya diambil penggantian air yang dilakukan setiap bulan, sehingga kebutuhan ini perhari diambil 2,2 mm/hr pada bulan pertama dan 1,1 mm/hr pada bulan kedua.
- ⌚ Kolom 6 sampai kolom 8  
Koeffisien tanaman setiap kelompok/golongan, dimana seluruh lahan dibagi menjadi 3 kelompok/ golongan dengan perbedaan permulaan tanam setengah bulan. Koeffisien tanaman masing-masing kelompok adalah c1, c2 dan c3. Jumlah kelompok ini harus sesuai dengan pembagian keompok pada perhitungan kebutuhan air untuk penggantian air.
- ⌚ Kolom 9  
Nilai rata-rata koeffisien tanaman dari koeffisien dari masing-masing kelompok/golongan
- ⌚ Kolom 10  
ETc, yang untuk masa penyiapan lahan ( PL ) besarnya dihitung :  
$$IR = M \cdot e^k / (e^k - 1)$$
  
Sedangkan diluar masa penyiapan lahan dihitung menurut rumus :  
$$ETc = ETo \times c$$
  
Nilai ETo dari kolom kedua dan c dari kolom 9
- ⌚ Kolom 11  
NFR = ETc – Re  
Dan diluar masa penyiapan lahan dihitung menurut rumus :  
$$NFR = ETc + P - Re.$$

Tabel 5. NFR Maksimum Pola Tanam Padi-Padi

No	Permulaan Tanaman	NFR maks	
		mm/hr	lt/dt
1	Januari	12,47	1,44
2	Februari	12,47	1,44
3	Maret	12,45	1,44
4	April	12,58	1,46
5	Mei	12,58	1,46
6	Juni	12,47	1,44
7	Juli	12,45	1,44
8	Agustus	12,45	1,44
9	September	12,58	1,46
10	Oktober	12,29	1,42
11	November	11,37	1,32
12	Desember	11,42	1,32

Tabel 6. NFR Maksimum Pola Tanam Padi-Padi-Jagung

No	Permulaan Tanaman	NFR maks	
		mm/hr	lt/dt/ha
1	Januari	12,61	1,46
2	Februari	12,61	1,46
3	Maret	12,81	1,48
4	April	12,58	1,46
5	Mei	12,59	1,46
6	Juni	12,59	1,46
7	Juli	12,81	1,48
8	Agustus	12,81	1,48
9	September	12,61	1,46
10	Oktober	12,40	1,44
11	November	12,45	1,44
12	Desember	12,45	1,44

Tabel 7. Hasil Analisa Imbangan Air Pola Tanam Padi-Padi

Bulan	NFR pola tanam padi - padi		Ketersediaan lapangan		Ketersediaan Mock
	mm/hr	lt/dt/ha	lt/dt	lt/dt	lt/dt
Januari	6.31	0.73	24.19		29.00
Februari	3.89	0.45	14.92		27.00
Maret	11.12	1.29	42.61		17.00
April	11.37	1.32	43.57	140	24.00
Mei	4.59	0.53	17.57		30.00
Juni	4.49	0.52	17.20		24.00
Juli	3.11	0.36	11.92		20.00
Agustus	0.00	0.00	0.00		16.00
September	0.00	0.00	0.00		15.00
Oktober	0.00	0.00	0.00		33.00
November	3.01	1.00	32.97		49.00
Desember	3.51	0.41	13.44		28.00

Tabel 8. Hasil Analisa Imbangan Air Pola Tanam Padi-Padi-Jagung

Bulan	NFR pola tanam padi - padi - jagung		Ketersediaan lapangan		Ketersediaan Mock
	mm/hr	lt/dt/ha	lt/dt	lt/dt	lt/dt
Januari	3.31	0.38	12.07		29.00
Februari	12.39	1.43	47.48		27.00
Maret	12.40	1.44	47.52		17.00
April	6.72	0.78	25.73	140	24.00
Mei	5.46	0.63	20.91		30.00
Juni	3.06	0.35	11.74		24.00
Juli	3.50	0.42	13.74		20.00
Agustus	2.51	0.29	9.62		16.00
September	3.54	0.41	13.55		15.00
Oktober	11.70	1.35	44.81		33.00
November	11.27	1.30	43.16		49.00
Desember	4.79	0.55	18.36		28.00

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### Kesimpulan

Dengan pola tanam tanam padi-padi, petak-petak sawah pada daerah Irigasi Terdu Anjongan (DI Terdu Anjongan) ada beberapa bulan yang mengalami kekurangan air. Ketersediaan air tertinggi pada bulan November 0,049 m<sup>3</sup>/detik dan ketersediaan air terendah pada bulan September sebesar 0,015 m<sup>3</sup>/detik. Sedangkan dilakukan pengukuran di lapangan pada bulan April sebesar 0,140 m<sup>3</sup>/detik.

##### Saran

Agar saluran dapat mengalirkan air dengan baik, tidak terjadi sedimentasi, dan agar saluran dapat bertahan lama maka dianjurkan kepada petani untuk melakukan kerja sama dengan dinas terkait dalam sistem pemeliharaan yang sifatnya rutin.

##### DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, Chay. 2007. *Hidrologi*. Yogyakarta: Gajah Mada Universitas Press
- Badan Pusat Statistik. 2007-2016. Kabupaten Mempawah
- Direktorat Jenderal Pengairan. 1986. Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan
- Hansen, V.E; Israelsen, O.W. dan Stringham, G.E. 1992. *Dasar-Dasar dan Praktek Irigasi*. Jakarta: Erlangga
- Mock, F.J. 1973. *Land Capability Appraisal Indonesia. Water Availability Appraisal, Report Prepared for the Land Capability Appraisal Project*. Indonesia: Bogor
- Mawardi, Erman dan Memed, Moch. 2002, *Desain Hidraulik Bendung Tetap*. Bandung: Alfabeta
- Mawardi, Erman. 2010. *Desain Hidraulik Bangunan Irigasi*. Bandung: Alfabeta
- Sudjarwadi. 1987. *Dasar-dasar Teknik Irigasi*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada
- Sugiyono. 2001. *Metode Penelitian Administrasi*. Bandung: Alfabeta
- Sidharta, S.K. 1997. *Irigasi dan Bangunan Air*. Jakarta: Gunadarma
- Suzanne E. Siskel dan S.R. Hutapea. 1995. *Irigasi di Indonesia : Peran Masyarakat dan Penelitian*. Jakarta: Pustaka LP3ES Indonesia
- Wurjanto, Andojo dan Diding, Sudirman. 2002. *Modul Perhitungan Debit Andalan Sungai*. Bandung: Institut Teknologi Bandung