

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1. TINJAUAN UMUM**

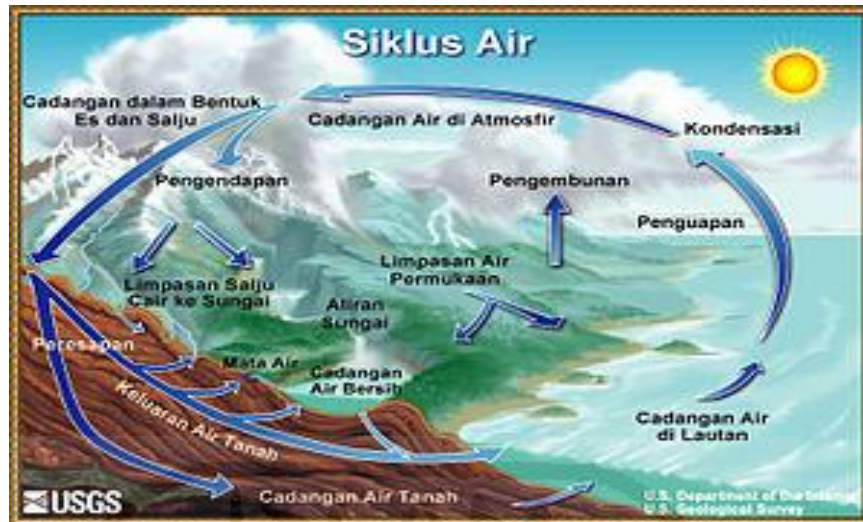
Irigasi adalah pemberian air secara buatan untuk memenuhi kebutuhan pertanian, air minum, industri dan kebutuhan rumah tangga. Sumber air yang digunakan untuk pengairan berasal dari air yang mengalir di sungai sepanjang tahun ditambah dengan air hujan yang masuk ke sungai. Menurut Suharjono (1997), irigasi adalah sejumlah air yang pada umumnya diambil dari sungai atau bendung yang dialirkan melalui sistem jaringan irigasi untuk menjaga keseimbangan jumlah air didalam tanah. Irigasi mempunyai ruang lingkup mulai dari pengembangan sumber air, penyediaannya, penyalurannya dari sumber air ke daerah pertanian, pembagian dan penjatahan air pada areal pertanian, serta penyaluran kelebihan air irigasi secara teratur (Partowijiyo, 1984).

#### **3.2. ASPEK HIDROLOGI**

##### **3.2.1 Siklus Hidrologi**

Siklus Hidrologi adalah sirkulasi air yang tidak pernah berhenti dari atmosfer ke bumi dan kembali ke atmosfer melalui kondensasi, presipitasi, evaporasi dan transpirasi. Pemanasan air laut oleh sinar matahari merupakan kunci proses siklus hidrologi tersebut dapat berjalan secara kontinu. Air berevaporasi, kemudian jatuh sebagai presipitasi dalam bentuk hujan, salju, hujan batu, hujan es atau kabut. Setelah mencapai tanah, siklus hidrologi terus bergerak secara kontinu dalam tiga cara yang berbeda yakni: evaporasi, infiltrasi dan air permukaan

Proses perjalanan air di daratan itu terjadi dalam komponen-komponen siklus hidrologi yang membentuk sistem Daerah Aliran Sungai (DAS), Untuk mengetahui siklus hidrologi dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Siklus Hidrologi

(Sumber: [www.usgs.gov](http://www.usgs.gov)).

### 3.2.2 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan. Sub DAS adalah bagian dari DAS yang menerima air hujan dan mengalirkannya melalui anak sungai ke sungai utama. Setiap DAS terbagi habis ke dalam sub DAS-sub DAS (*UU No. 7 Tahun 2004 tentang SDA DAS*).

Air hujan yang jatuh di dalam suatu wilayah akan mengalir menuju sungai utama, suatu wilayah tersebut merupakan DAS, Air pada DAS merupakan aliran air yang mengalami siklus hidrologi secara alamiah, selama berlangsungnya siklus hidrologi ini yaitu perjalanan air dari permukaan laut ke atmosfer kemudian ke permukaan tanah dan kembali lagi ke laut yang tidak pernah berhenti, air tersebut akan tertahan (sementara) di sungai, danau/waduk, dan dalam tanah sehingga akan dimanfaatkan oleh manusia atau makhluk hidup.

### 3.2.3 Hujan Wilayah

Hujan adalah peristiwa turunnya butir-butir air dari langit ke permukaan bumi. Air tersebut akan naik ke atmosfer hingga mendingin dan terjadi kondensasi menjadi butir-butir air dan kristal-kristal es yang akhirnya jatuh sebagai hujan.

Hujan merupakan sumber dari semua air yang mengalir ke sungai dan di dalam tampungan baik diatas maupun di bawah permukaan tanah. Jumlah dan variasi debit sungai tergantung pada jumlah, intensitas dan distribusi hujan. Terdapat hubungan antara debit sungai dan curah hujan yang jatuh di DAS yang bersangkutan. Apabila data pencatatan debit tidak ada, data pencatat hujan dapat digunakan untuk memperkirakan debit aliran (Bambang Triatmodjo, 2008).

Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air dan rancangan pengendalian banjir adalah curah hujan rata - rata di seluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu. Curah hujan ini disebut curah wilayah dan dinyatakan dalam mm. Untuk memperoleh data curah hujan, maka diperlukan alat untuk mengukurnya yaitu penakar hujan dan pencatat hujan. Data hujan yang diperoleh dari alat ukur curah hujan adalah data curah hujan lokal yang kemudian diolah terlebih dahulu menjadi data curah hujan daerah / wilayah aliran sungai untuk perhitungan dalam perencanaan.

Dalam perencanaan analisis ketersediaan dan kebutuhan air irigasi ini data curah hujan diperoleh dari stasiun - stasiun sekitar lokasi DAS Sungai Elo. Pengamatan curah hujan dilakukan pada stasiun - stasiun penakar yang terletak di dalam atau di sekitar Daerah Aliran Sungai (DAS) untuk mendapatkan curah hujan maksimum harian ( $R_{24}$ ). Penentuan curah hujan maksimum harian ( $R_{24}$ ) rata - rata wilayah DAS dari beberapa stasiun penakar tersebut dapat dihitung dengan beberapa metode antara lain:

#### 1. Metode Rata – Rata Aljabar

Metode perhitungan rata – rata aljabar (*arithmetic mean*) adalah cara yang paling sederhana. Metode ini biasanya digunakan untuk daerah yang datar, dengan jumlah pos curah hujan yang cukup banyak dan dengan anggapan bahwa curah hujan didaerah tersebut cenderung bersifat seragam (*uniform distribution*).

$$d = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + \dots + d_n}{n} = \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{n} \quad (3.1)$$

dimana:

d : Tinggi curah hujan rata-rata (mm)

n : Jumlah stasiun pengukuran hujan

$d_1-d_n$  : Besarnya curah hujan yang tercatat pada stasiun (mm)

(Sumber: Soemarto, 1993)

## 2. Metode Poligon Thiessen

Metode ini menganggap bahwa setiap stasiun hujan dalam suatu daerah mempunyai luas pengaruh tertentu dan luas tersebut merupakan faktor koreksi bagi hujan stasiun menjadi hujan daerah yang bersangkutan. Caranya adalah dengan memplot letak stasiun-stasiun curah hujan ke dalam gambar DAS yang bersangkutan. Kemudian dibuat garis penghubung di antara masing-masing stasiun dan ditarik garis sumbu tegak lurus. Cara ini merupakan cara terbaik dan paling banyak digunakan walau masih memiliki kekurangan karena tidak memasukkan pengaruh topografi. Metode ini dapat digunakan apabila pos hujan tidak banyak. Curah hujan daerah metode poligon Thiessen dihitung dengan Persamaan 3.2 berikut.

$$d = \frac{A_1 d_1 + A_2 d_2 + A_3 d_3 + \dots + A_n d_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n} = \sum_{i=1}^n \frac{A_i \cdot d_i}{A_i} \quad (3.2)$$

dimana:

$d$  : Curah hujan daerah (mm)

$A_1-A_n$  : Luas daerah pengaruh tiap-tiap stasiun ( $\text{km}^2$ )

$d_1-d_n$  : Curah hujan yang tercatat di stasiun (mm)

(Sumber: Soemarto, 1993)

## 3. Metode Isohyet

Isohyet adalah garis lengkung yang menghubungkan tempat-tempat kedudukan yang mempunyai curah hujan yang sama. Isohyet diperoleh dengan cara menggambar kontur tinggi hujan yang sama, lalu luas area antara garis isohyet yang berdekatan diukur dan dihitung nilai rata-ratanya. Curah hujan daerah metode Isohyet dihitung dengan Persamaan 3.3 atau Persamaan 3.4.

$$d = \frac{\frac{d_0 + d_1}{2} A_1 + \frac{d_1 + d_2}{2} A_2 + \dots + \frac{d_{n-1} + d_n}{2} A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (3.3)$$

$$d = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{d_{i-1} + d_i}{2} A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{d_{i-1} + d_i}{2} A_i}{A} \quad (3.4)$$

dimana:

$d$  : Curah hujan rata-rata areal (mm)

$A_1-A_n$  : Luas daerah untuk ketinggian curah hujan Isohyet yang berdekatan( $\text{km}^2$ )

$d_1-d_n$  : Curah hujan di garis Isohyet (mm)

A : Luas total ( $A_1+A_2+\dots+A_n$ )

(Sumber: Soemarto, 1993)

Metode yang akan digunakan dalam perhitungan curah hujan rerata berkaitan dengan perencanaan pengendalian banjir ini adalah dengan menggunakan metode Polygon Thiessen. Cara ini memperhitungkan luas daerah yang diwakili oleh stasiun yang bersangkutan, untuk digunakan sebagai faktor dalam menghitung hujan rata-rata. Poligon didapat dengan cara menarik garis hubung antara masing-masing stasiun, kemudian menarik garis-garis sumbunya.

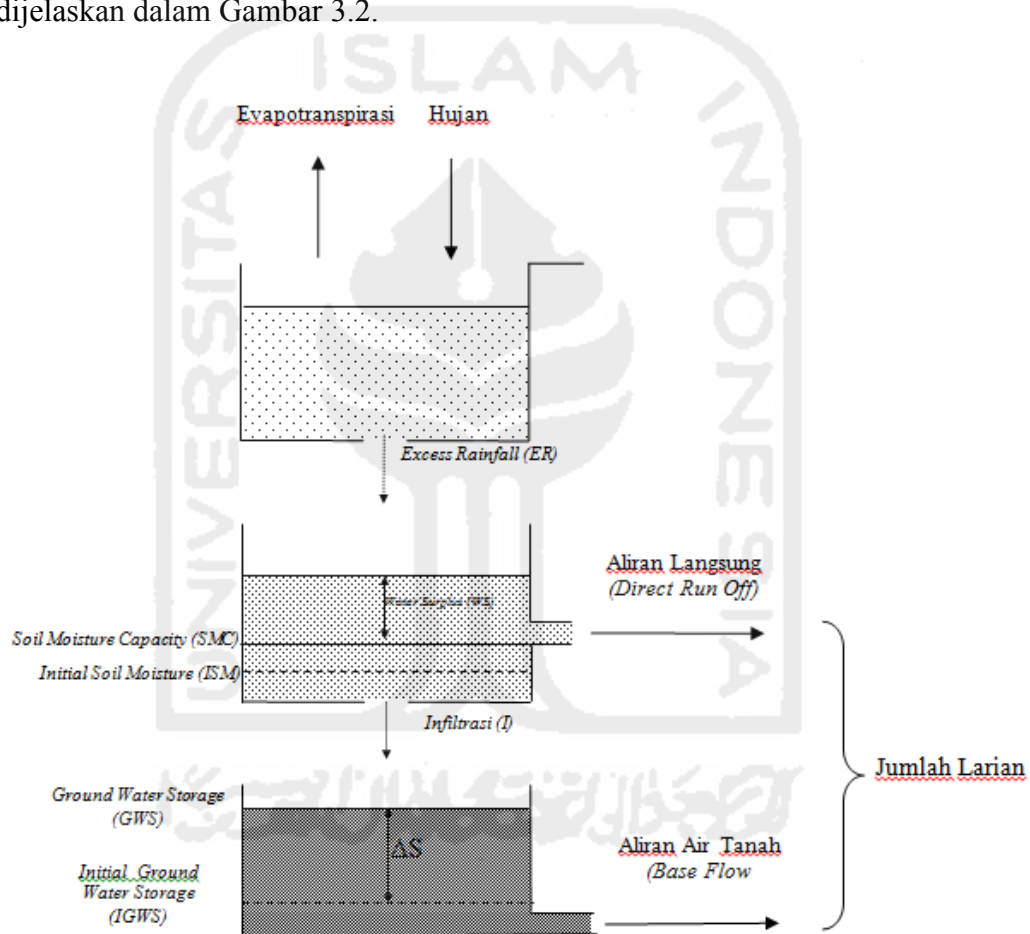
### 3.3. ANALISIS KETERSEDIAAN AIR IRIGASI

Ketersediaan air pada dasarnya berasal dari air hujan (atmosferik), air permukaan dan air tanah. Hujan yang jatuh di atas permukaan pada suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) sebagian akan mengalir melalui permukaan dan masuk ke dalam saluran, sungai, atau danau, sebagian akan menguap kembali sesuai dengan proses iklimnya dan sebagian akan meresap jatuh ke tanah sebagai pengisi atau kandungan air tanah yang ada. Ketersediaan air adalah jumlah air yang diperkirakan terus menerus ada disuatu lokasi dengan jumlah tertentu dan dalam jangka waktu tertentu (Direktorat Irigasi, 1980).

Ketersediaan air di sungai dapat dihitung dengan menggunakan metode perhitungan ketersediaan air, dalam studi ini digunakan metode F.J Mock dari data runtut seri hujan dapat diketahui debit andalan pada lokasi studi. Dalam menghitung debit andalan harus mempertimbangkan data catatan debit tersedia, untuk keperluan analisis frekuensi akan sangat baik jika data yang tersedia mencakup jangka waktu 20 tahun atau lebih. Dalam prakteknya hal ini sulit terpenuhi. Jika data yang tersedia terbatas, maka analisis frekuensi dapat dilakukan dengan menilai frekuensi relatif masing-masing harga tengah-bulanan musim kering.

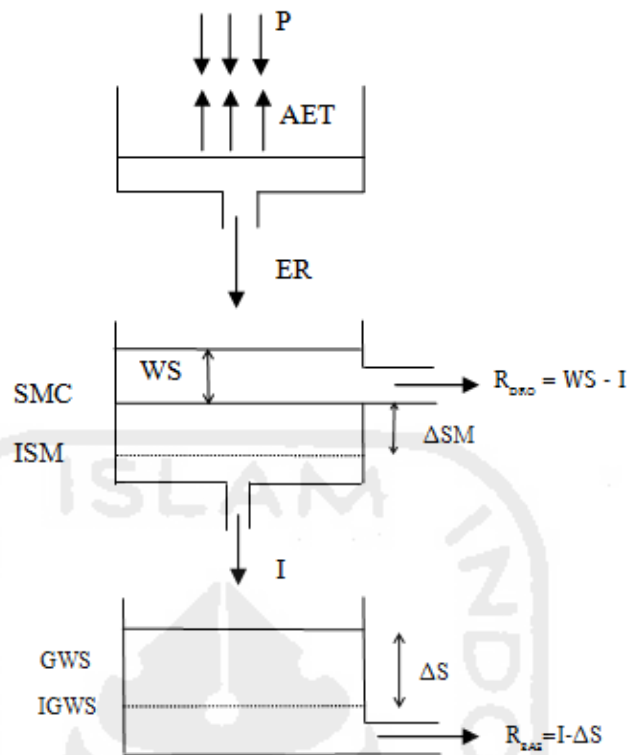
### 3.3.1 Analisis Debit Andalan (F.J Mock)

Analisis perhitungan debit tersedia menggunakan cara *water balance* dari F.J. Mock. Metode ini memberikan cara penghitungan yang relatif sederhana berdasarkan hasil riset daerah aliran sungai di seluruh Indonesia. Perhitungan debit andalan meliputi perhitungan data curah hujan, evapotranspirasi metode penman, keseimbangan air pada permukaan tanah, limpasan (*run off*) dan tampungan air tanah (*ground water storage*) aliran sungai. Proses perhitungan yang dilakukan dengan metode F.J Mock menjelaskan hubungan *rain fall-run off* dijelaskan dalam Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Bagan alir model *rain fall – run off*

Analisis neraca air model Mock sesuai dengan konsep dari F.J Mock tahun 1973 dibagi menjadi 3 bagian yaitu evapotranspirasi dan hujan, keseimbangan air di permukaan dan tampungan air tanah. Berikut ini diberikan beberapa rumus yang digunakan di dalam menganalisis model MOCK (Abdillah, 2006) :



Gambar 3.3 Skema Rumus Model Mock

keterangan :

AET	=	evapotranspirasi aktual (mm/bln),
P	=	hujan (mm/bln),
ER	=	<i>excess rainfall</i> (mm/bln),
$\Delta SM$	=	perubahan lengas tanah (mm/bln),
SMC	=	<i>soil moisture capacity</i> (mm/bln),
ISM	=	<i>initial soil moisture</i> (mm/bln),
WS	=	kelebihan air (mm/bln),
I	=	infiltrasi (mm/bln),
GWS	=	<i>ground water storage</i> (mm/bln),
$\Delta S$	=	perubahan tampungan (mm/bln),
$R_{BAS}$	=	aliran dasar (mm/bln),
$R_{DRO}$	=	aliran langsung (mm/bln),
$R_{TOT}$	=	total aliran (mm/bln),
A	=	luas DAS (km <sup>2</sup> ),
QRO	=	debit aliran (m <sup>3</sup> /det).

### 1. Data Curah Hujan

Perhitungan debit andalan menggunakan data curah hujan setengah bulanan rata-rata 20 % tidak terpenuhi pada data ke-m di mana.

$$m = (0,2 \times n) + 1 \quad (3.5)$$

m = Tahun yang digunakan sebagai acuan perhitungan debit.

N = Jumlah Data

### 2. Evapotranspirasi

Evapotranspirasi potensial dihitung dengan metode Penman dan Thornthwaite dan evapotranspirasi aktual dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$AET = CF \times ETo \quad (3.6)$$

dengan :

AET = evapotranspirasi aktual (mm/bln)

ETo = evapotranspirasi potensial (mm/bln)

CF = koefisien tanaman

### 3. Aliran Permukaan

a. Kelebihan air hujan (*excess rainfall*) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$ER = P - AET \quad (3.7)$$

dengan :

ER = *excess rainfall* (mm/bln)

P = hujan (mm/bln)

b. Kelebihan air (*water surplus*) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$WS = ER - SM \quad (3.8)$$

dengan :

WS = kelebihan air (mm/bln),

SM = kelembaban tanah bulan pertama (mm/bln).

c. Aliran langsung

Aliran langsung dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$R_{DRO} = WS - I \quad (3.9)$$

dengan :

$R_{DRO}$  = *direct runoff* / aliran langsung (mm/bln)



d. Infiltrasi dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

1). Infiltrasi pada musim kemarau :

$$I = DIC \times WS \quad (3.10)$$

dengan :

$I$  = infiltrasi (mm/bln)

$DIC$  = koefisien infiltrasi pada musim kemarau

2). Infiltrasi pada musim hujan :

$$I = WIC \times WS \quad (3.11)$$

dengan :

$I$  = infiltrasi (mm/bln)

$WIC$  = koefisien infiltrasi pada musim hujan

#### 4. Aliran Dasar

a. Tampung air tanah

Tampung air tanah dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$GWS = 0,5 \times (1+k) \times I + k \times IGWS \quad (3.12)$$

dengan :

$GWS$  = *ground water storage* (mm/bln),

$IGWS$  = *initial ground water storage* (mm/bln),

$K$  = koefisien resesi air tanah.

b. Aliran dasar

Aliran dasar dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$R_{BAS} = I - (GWS - IGWS) \quad (3.13)$$

dengan :

$R_{BAS}$  = *base flow/ aliran dasar* (mm/bln).

c. Aliran total

Aliran total dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$R_{TOT} = DRO + BSF \quad (3.14)$$

dengan :

$R_{TOT}$  = *total runoff/ aliran langsung* (mm/bln).

## 5. Debit Limpasan Terhitung

Debit limpasan langsung dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$Q_{\text{CAL}} = \frac{A.R_{\text{TOT}} \cdot 1000}{H \cdot 24 \cdot 3600} \quad (3.15)$$

dengan :

$Q_{\text{cal}}$  = debit limpasan terhitung ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

$R_{\text{TOT}}$  = total *runoff* / aliran total (mm/bln)

A = luas area ( $\text{km}^2$ )

H = jumlah hari dalam satu bulan perhitungan

### 3.3.2 Kalibrasi Model F.J Mock

#### 1. Parameter Model

Mock menyajikan sebuah model yang sederhana untuk menaksirkan tersedianya air di sungai dari angka curah hujan, evapotranspirasi, kelembaban tanah dan cadangan air tanah. Proses pengalihragaman hujan menjadi aliran memperhitungkan 6 parameter yang merupakan karakteristik DAS tersebut, yaitu:

- a. Koefisien infiltrasi musim basah (WIC)
- b. Koefisien infiltrasi musim kemarau (DIC)
- c. *Initial Soil Moisture* (ISM), yaitu kelembaban tanah pada kondisi awal
- d. *Soil Moisture Capacity* (SMC), yaitu kapasitas kelembaban tanah yang digunakan pada daerah pengaliran.
- e. *Initial Groundwater Storage* (IGWS), yaitu tampungan air tanah pada kondisi awal
- f. *Groundwater Recession Constanta* (K), faktor resensi aliran tanah

#### 2. Evaluasi Ketelitian Model F.J Mock

Evaluasi ketelitian model dilakukan dengan cara membandingkan antara debit hasil simulasi dengan debit terukur yang tersedia, dengan memperhitungkan koefisien korelasi, selisih volume dan koefisien efisiensi.

### 3.4. ANALISIS KEBUTUHAN AIR IRIGASI

#### 3.4.1 Definisi Umum

Air irigasi adalah sejumlah air yang umumnya diambil dari sungai atau waduk dan dialirkan melalui sistem jaringan irigasi, guna menjaga keseimbangan jumlah air di lahan pertanian (suharjono,1994). Kebutuhan air irigasi adalah jumlah air total yang diberikan pada jaringan irigasi, kebutuhan air irigasi dianalisis berdasarkan kebutuhan air tanam dan kebutuhan air pada bangunan pengambilan. Kebutuhan total air disawah (GWR) dan kebutuhan netto (NFR) dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{GWR} = (\text{LP atau } ET_c) + P + \text{WLR} \quad (3.16)$$

$$\text{NFR} = \text{GWR} - R_e \quad (3.17)$$

Dengan :

GWR = *Gross field water requirement*

NFR = *Net field water requirement*

LP = *Land Preparation*

$ET_c$  = *Evapotranspiration Crops*

P = Perkolasi

WLR = Pergantian lapisan air

Analisis kebutuhan air irigasi dipengaruhi oleh beberapa faktor berikut:

#### 1. **Penyiapan lahan (LP)**

Kebutuhan air untuk penyiapan lahan dapat ditentukan secara empiris sebesar 250 mm, meliputi kebutuhan untuk penyiapan lahan dan untuk lapisan air awal setelah transplantasi selesai. Untuk lahan yang sudah lama tidak ditanami (bero) kebutuhan air untuk penyiapan lahan dapat ditentukan sebesar 300 mm (Kriteria Perencanaan Irigasi KP 01).

Analisis kebutuhan air selama pengolahan lahan dapat menggunakan metode seperti diusulkan oleh Van de Goor dan Zijlstra (1968) sebagai berikut:

$$\text{IR} = M \frac{e^k}{(e^k - 1)} \quad (3.18)$$

$$M = E_0 + P \quad (3.19)$$

$$K = \frac{M T}{S} \quad (3.20)$$

Dengan,

IR = Kebutuhan air untuk pengolahan lahan (mm/hari)

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

$E_o$  = Evaporasi potensial (mm/hari)

P = Perkolasi (mm/jam)

K = Konstanta

S = Kebutuhan air untuk penjenuhan (mm)

E = Bilangan eksponen (2,7182)

## 2. Kebutuhan air tanaman ( $E_{tc}$ )

Penggunaan air untuk kebutuhan tanaman dipengaruhi oleh faktor jenis tanaman, umur tanaman, dan klimatologi. Penggunaan air tanaman dapat dihitung dengan rumus:

$$E_{tc} = C_r \times E_{to} \quad (3.21)$$

Dimana:

$E_{to}$  = Evaporasi acuan (mm/hari)

$C_r$  = Koefisien tanaman rata-rata

Nilai koefisien pertumbuhan tanaman ini tergantung jenis tanaman yang ditanam berdasarkan Nedeco/ Prosida dan FAO pada Tabel 3.5

Tabel 3.1 Harga Koefisien Tanaman Padi

Periode 15 hari ke	Nedeco/Prosida		FAO	
	Varitas Biasa	Varitas Unggul	Varitas Biasa	Varitas Unggul
1	1,20	1,20	1,10	1,10
2	1,20	1,27	1,10	1,10
3	1,32	1,33	1,10	1,05
4	1,40	1,30	1,10	1,05
5	1,35	1,30	1,10	1,05
6	1,25	0	1,05	0,95
7	1,12	-	0,95	0
8	0	-	0	-

(Sumber : Standar Perencanaan Irigasi, Perencanaan Jaringan Irigasi KP-01)

Tabel 3.2 Harga Koefisien Tanaman Palawija

Periode 15 hari ke	Tanaman				
	Kedelai	Jagung	Kacang tanah	bawang	buncis
1	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
2	0.75	0.59	0.51	0.51	0.64
3	1.00	0.96	0.66	0.69	0.89
4	1.00	1.05	0.85	0.90	0.95
5	0.82	1.02	0.95	0.95	0.88
6	0.45	0.95	0.95	-	-
7	-	-	0.95	-	-
8	-	-	0.55	-	-

(Sumber : Standar Perencanaan Irigasi, Perencanaan Jaringan Irigasi KP-01)

### 3. Perkolasi (P)

Laju perkolasi sangat tergantung pada sifat-sifat tanah, dan sifat tanah umumnya tergantung pada kegiatan pemanfaatan lahan atau pengolahan tanah berkisar antara 1-3 mm/hari (Bambang Triatmojo, 2014).

### 4. Penggantian lapisan air (WLR)

Penggantian lapisan air perlu dilakukan setelah pemupukan, pemberian air dilakukan selama 55 hari pada tanaman padi. Menurut sukamto, 1983. Rincian pemberian air untuk pergantian lapisan air adalah:

- a. Padi umur 0-14 hari setelah tanam diberikan air setinggi 7-10 cm.
- b. Pada umur 15-30 hari setelah tanaman sawah digenangi air setinggi 3-5 cm.
- c. Pada umur 35-50 hari digenangi 5-10 cm diasumsikan 15 hari pertama 5 cm dan 15 hari kedua 10 cm.
- d. Pada 55 hari sampai 10 hari sebelum panen sawah digenangi terus 10 cm.

### 5. Curah Hujan Efektif

Curah hujan efektif merupakan curah hujan andalan yang jatuh di suatu daerah dan digunakan tanaman untuk pertumbuhan. Curah hujan tersebut merupakan curah hujan wilayah yang harus diperkirakan dari titik pengamatan yang dinyatakan dalam milimeter (sosrodarsono,1980). Penentuan curah hujan efektif didasarkan atas curah hujan bulanan dengan menggunakan  $R_{80}$  yang berarti kemungkinan tidak terjadi 20%. Besarnya

curah hujan efektif untuk tanaman padi diambil 70% dari curah hujan minimum tengah bulanan dengan periode 5 tahunan (Perencanaan Jaringan Irigasi, KP-01), dengan persamaan sebagai berikut:

$$R_e = 0,7 \times (R_{80}) \quad (3.22)$$

Dengan:

$R_e$  = Curah hujan efektif, dalam mm/hari

$R_{80}$  = Curah hujan yang kemungkinan tidak terpenuhi sebesar 20% (mm)

$R_{80}$  didapat dari urutan data dengan rumus harza :

$$m = \frac{n}{5} + 1 \quad (3.23)$$

Dengan :

$m$  = Rangking dari urutan terkecil

$n$  = Jumlah tahun pengamatan

### 3.4.2 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kebutuhan Air Tanaman

Menurut tim dosen PTS (Perguruan Tinggi Swasta) dalam bukunya Irigasi dan Bangunan air, ada 4 (empat) faktor-faktor yang mempengaruhi kebutuhan air tanaman yaitu:

#### 1. Topografi

Keadaan topografi mempengaruhi kebutuhan air tanaman. Untuk lahan yang miring membutuhkan air yang lebih banyak dari pada lahan yang datar, karena air akan lebih cepat mengalir menjadi aliran permukaan dan hanya sedikit yang mengalami infiltrasi, dengan kata lain kehilangan air dilahan miring akan lebih besar.

#### 2. Hidrologi

Jumlah contoh hujan mempengaruhi kebutuhan air makin banyak curah hujannya, maka makin sedikit kebutuhan air tanaman, hal ini di karenakan hujan efektif akan menjadi besar.

#### 3. Klimatologi

Keadaan cuaca adalah salah satu syarat yang penting untuk pengelolaan pertanian. Tanaman tidak dapat bertahan daam keadaan cuaca buruk. Dengan memperhatikan cuaca dan cara pemanfaatannya, maka dapat dilaksanakan penanaman tanaman yang tepat untuk periode yang tepat dan sesuai dengan keadaan tanah. Cuaca dapat digunakan untuk rasionalisasi

penentuan laju evaporasi dan evapotranspirasi, hal ini sangat bergantung pada jumlah jam penyinaran matahari dan radiasi matahari.

Untuk penentuan tahun/periode dasar bagi rancangan irigasi harus dikumpulkan data curah hujan dengan jangka waktu yang sepanjang mungkin. Disamping data curah hujan diperlukan juga penyelidikan evapotranspirasi, kecepatan angin, arah angin, suhu udara, jumlah jam penyinaran matahari, dan kelembaban.

#### 4. Tekstur Tanah

Selain membutuhkan air, tanaman juga membutuhkan tempat untuk tumbuh, yang dalam teknik irigasi dinamakan tanah. Tanah yang baik untuk usaha pertanian ialah tanah yang mudah dikerjakan dan bersifat produktif serta subur. Tanah yang baik tersebut memberi kesempatan pada akar tanaman untuk tumbuh dengan mudah, menjamin sirkulasi air dan udara serta baik pada zona perakaran dan serta relatif memiliki persediaan hara dan kelembaban tanah yang cukup.

#### 3.4.3 Kebutuhan Air Tanaman

Kebutuhan air tanaman dipengaruhi oleh evaporasi dan transpirasi yang kemudian dihitung sebagai evapotranspirasi, evapotranspirasi merupakan jumlah evaporasi dan transpirasi. Dalam penentuan evapotranspirasi ada 4 (empat) metode yang sering digunakan yaitu: Metode Penman, Metode Radiasi, Metode Blaney Criddle dan Metode Panci Evaporasi.

Faktor yang mempengaruhi evapotranspirasi antara lain kecepatan angin, kelembaban udara, tekanan udara, sinar matahari, kelembaban tanah dan suhu udara. Kebutuhan data-data klimatologi berdasarkan metode yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.7.

Tabel 3.3 Data Klimatologi Berdasarkan Metode yang Digunakan

Metode	Suhu	Kelembaban	Angin	Sinar Matahari	Radiasi	Penguapan
Blaney Criddle	*	0	0	0		
Radiasi	*	0	0	*	(*)	
Penman	*	*	*	*	(*)	
Panci Evaporasi		0	0			*

\* = Data diukur, 0 = Data diperkirakan, (\*) = Data tidak harus ada

(Sumber : Sujarwadi, 1979)

Dalam penelitian ini digunakan metode Penman dalam perhitungan evapotranspirasi. Metode ini memperhitungkan faktor-faktor alam (klimatologi) yang lebih unggul dibandingkan dengan metode yang lain karena memiliki akurasi data yang lebih tinggi. Berikut penjelasan faktor faktor kebutuhan air.

### 1. Evaporasi

Evaporasi adalah suatu peristiwa perubahan air menjadi uap. Dalam proses penguapan air berubah menjadi uap dengan adanya energi panas matahari. Laju evaporasi dipengaruhi oleh: Lama penyinaran, Angin, Kelembaban udara dan lain lain.

Metode perhitungan yang digunakan untuk menghitung besarnya evaporasi berdasarkan metode penman dirumuskan sebagai berikut.

$$E_o = 0,35 (P_a - P_u) (1 + U_2/100) \quad (3.24)$$

Dengan:

$E_o$  = Penguapan (mm/hari)

$P_a$  = Tekanan uap jenuh pada suhu rata harian (mmHg)

$P_u$  = Tekanan uap sebenarnya (mmHg)

$U_2$  = Kecepatan angin (mile/hari)

### 2. Transpirasi

Transpirasi merupakan suatu proses menguapnya air pada tubuh tanaman dan memasuki atmosfer. Faktor iklim yang mempengaruhi laju transpirasi



adalah: intensitas penyinaran, tekanan uap air di udara, suhu, dan kecepatan angin.

### 3. Evapotranspirasi

Evapotranspirasi merupakan gabungan antara proses evaporasi dan transpirasi, sehingga sering disebut sebagai kebutuhan konsumtif tanaman.

#### 3.4.4 Efisiensi Irigasi (EI)

Efisiensi irigasi didasarkan asumsi bahwa sebagian dari jumlah air yang diambil akan hilang baik disalurkan maupun di petak sawah. Kehilangan ini disebabkan oleh kegiatan eksploitasi, evaporasi dan rembesan. Kehilangan air akibat evaporasi dan rembesan pada umumnya relatif kecil jika dibandingkan dengan kehilangan air akibat eksploitasi, sehingga pemberian air di bangunan pengambilan harus lebih besar dari kebutuhan air sawah (Bambang Triatmojo, 2014).

Efisiensi irigasi menunjukkan angka daya guna pemakaian air yaitu merupakan perbandingan antara jumlah air yang digunakan dengan jumlah air yang diberikan yang dinyatakan dalam persen (%).

$$\text{Efisiensi} = \frac{\text{Debit air yang masuk}}{\text{Debit air yang keluar}} \times 100 \% \quad (3.25)$$

Bila angka kehilangan air naik maka efisiensi akan turun dan begitu pula sebaliknya. Efisiensi diperlukan karena adanya pengaruh kehilangan air yang disebabkan oleh evaporasi, perkolasi, infiltrasi, kebocoran dan rembesan. Perkiraan efisiensi irigasi ditetapkan sebagai berikut (Kriteria Perancangan-01) :

1. Jaringan tersier = 80 %
2. Jaringan sekunder = 90 %
3. Jaringan primer = 90 %

Sedangkan faktor efisiensi irigasi secara keseluruhan adalah perkalian dari 80 % x 90 % x 90 % = 65 %

#### 3.4.5 Pola Tata Tanam dan Sistem Golongan

##### 1. Pola Tanam

Pola tanam merupakan suatu urutan tanam pada suatu area lahan dalam kurung waktu tertentu. Untuk memenuhi kebutuhan air bagi tanaman, penentuan pola tanam merupakan hal yang perlu dipertimbangkan dengan tujuan memanfaatkan sumber daya secara optimal dan menghindari resiko

kegagalan. Berdasarkan tujuan adanya pola tanam diatas ada beberapa faktor yang digunakan untuk merencanakan pola tata tanam, yaitu:

a. Awal Tanam

Awal tanam merupakan hal penting dalam perencanaan pola tata tanam dengan mempertimbangkan musim yang sedang terjadi. Wilayah indonesia memiliki 2 (dua) musim yaitu musim kemarau dan musim hujan. Untuk menghindari kekurangan air pada saat musim kemarau maka urutan tata tanam harus diatur sebaik-baiknya.

b. Jenis Tanaman

Jenis tanaman memiliki tingkat kebutuhan air yang berbeda-beda. Berdasarkan hal tersebut jenis tanaman yang akan digunakan harus mempertimbangkan iklim dan ketersediaan debit. Kebutuhan air berdasarkan jenis tanaman dapat dilihat pada Tabel 3.9.

c. Luas Areal

Kebutuhan air irigasi akan semakin banyak apabila luas areal yang diairi semakin luas. Pengaturan luas areal tanaman akan membatasi besarnya kebutuhan air yang dibutuhkan. Pengaturan ini hanya dilakukan pada daerah yang ketersediaan airnya terbatas.

d. Debit Tersedia

Debit tersedia merupakan faktor paling penting dalam penentuan pola tata tanam. Apabila debit yang tersedia cukup besar, semua jenis tanaman dapat dipenuhi kebutuhannya. Jenis pola tanam suatu daerah irigasi dapat digolongkan sesuai dengan ketersediaan air, dapat dilihat pada Tabel 3.8

Tabel 3.4 Pola Tanam Dalam Satu Tahun

Ketersediaan air untuk jaringan irigasi	Pola tanam dalam satu tahun
Tersedia air cukup banyak	Padi-Padi-Palawija
Tersedia air dalam jumlah cukup	Padi-Padi-Bera Padi-Padi-Palawija
Daerah cenderung kekurangan air	Padi- Palawija -Bera Palawija -Padi- Bera

(Sumber : Tim Dosen PTS, 1997)

Tabel 3.5 Kebutuhan Air Untuk Padi, Tebu dan Palawija

Jenis Tanaman	Lama (Bulan)	Angka perbandingan terhadap palawija	Kebutuhan Air (Liter/det/Ha)
Palawija			
1. Yang perlu banyak air	± 3	1,0	0,250
2. Yang perlu sedikit air	± 3	0,5	0,125
Tebu			
1. Pengolahan tanah	± 1	3,0	0,750
2. Tebu muda	± 4	2,0	0,500
3. Tebu tua	± 10	0,5	0,125
Padi			
1. Pengolahan tanah	± 1,5	4,5	1,125
2. Pertumbuhan	± 2,5	4,0	1,000
3. Pemasakan	± 1,5	2,5	0,625

(Sumber : Bambang Sulistiono, 2013)

## 2. Sistem Golongan

Untuk mendapatkan tanaman mencapai produktifitas yang tinggi, maka penanaman harus memperhatikan pembagian air secara merata ke semua petak dalam jaringan irigasi. Pada saat dimana air tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan air tanaman dengan pengaliran menerus, maka pemberian air dilakukan secara bergiliran.

Dalam sistem pemberian air secara bergiliran ini, permulaan tanam tidak serentak namun bergiliran sesuai dengan perencanaan tata tanam yang ditentukan dengan maksud agar penggunaan air lebih efisien. Sistem golongan yang direncanakan memiliki keuntungan maupun kekurangannya, berikut keuntungan yang dapat diperoleh dari sistem giliran adalah:

- a. Berkurangnya kebutuhan pengambilan puncak.
- b. Kebutuhan pengambilan bertambah secara berangsur-angsur pada awal waktu pemberian air irigasi.

Sedangkan hal-hal yang tidak menguntungkan adalah:

- a. Timbulnya komplikasi sosial.
- b. Eksploitasi lebih rumit.
- c. Kehilangan air akibat eksploitasi lebih tinggi.

- d. Jangka waktu irigasi untuk tanaman pertama lebih lama, akibatnya lebih sedikit waktu tersedia untuk tanaman kedua.
- e. Daur/siklus gangguan serangga, pemakaian insektisida.

