BAB III
LANDASAN TEORI

A. Evapotranspirasi

Dalam kehidupan tanaman istilah kehilangan air juga dikenal sebagai evapotranspirasi, yang sebenarnya merupakan gabungan dari evaporasi dan transpirasi yang diartikan sebagai peristwa kehilangan air dari jaringan tanaman dan permukaan tanah yang dipakai sebagai tempat tumbuhnya tanaman (Hadisusanto, 2011 dalam Imron, 2012). Menghitung nilai evapotranspirasi potensial (Eto) dengan menggunakan metode Penman modifikasi dapat dilihat pada Persamaan 3.1.

$$Eto = c.\{W.Rn+(1-W).f(U).(es-ea)\} \quad (3.1)$$

dengan:

Eto = evapotranspirasi

c = faktor penyesuaian kondisi akibat cuaca siang dan malam

W = faktor yang mempengaruhi penyinaran matahari

f(U) = fungsi kecepatan angin

Rn = radiasi penyinaran matahari dalam perbandingan penguapan atau radiasi matahari bersih (mm/hari)

es = tekanan uap jenuh (mbar)

ea = tekanan uap nyata (mbar)

Pada gambaran variabel-variabel dan perhitungan evapotranspirasi potensial menurut Penman modifikasi terdapat uraian sebagai berikut :

1. Faktor penyesuaian/pengganti kondisi akibat cuaca siang dan malam (c)

   Karena iklim tidak selalu tetap maka Penman memberikan nilai koreksi (c) nilai dalam tabel penyesuaian yang dapat dilihat pada Lampiran 1.

2. Faktor yang mempengaruhi penyinaran matahari (W)

   Faktor berat yang mempengaruhi penyinaran matahari pada evapotranspirasi potensial. Mencari nilai faktor yang mempengaruhi

penyinaran matahari (W) adalah hubungan antara temperatur dengan ketinggian, selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 2.

3. Tekanan Uap Jenuh (es)

Nilai tekanan uap jenuh (es) dipengaruhi oleh temperatur, mencari nilainya menggunakan tabel pada lampiran 3.

4. TekananUapNyata (ea)

Menghitung tekanan uap nyata (ea) dapat diketahui dengan menggunakan persamaan 3.2.

ea = es x (RH/100) .....(3. 2)

dengan,

es = tekanan uap jenuh (mbar) (Lampiran 3).

ea = tekanan uap nyata (mbar).

RH = kelembaban udara (%)

5. Rn (*Net radiasi equivalen evaporasi*)

Radiasi penyinaran matahari dalam perbandingan penguapan atau radiasi matahari bersih (mm/hari). Menghitung Rn dapat dilihat pada Persamaan 3.3.

Rn = Rns-Rnl.....(3. 3)

dengan:

Rn = penyinaran radiasi matahari bersih (mm/hari)

Rns = Penyinaran matahari yang diserap oleh bumi (mm/hari)

Rnl = Radiasi yang dipancarkan oleh bumi (mm/hari)

a. Penyinaran matahari yang diserap oleh bumi (Rns)

Menghitung nilai penyinaran matahari yang diserap oleh bumi (Rns) dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.4, sedangkan untuk menghitung nilai (Rs) dapat diketahui dengan Persamaan 3.5.

Rns = (1-α) x Rs.....(3. 4)

Rs= {0,25+0,5(n/N)}x Ra.....(3. 5)

dengan :

Rs= penyinaran radiasi matahari yang jatuh ke bumi setelah dil...

Ra= penyinaran matahari teoritis yang tergantung pada garis lintang (mm/hari). (Lampiran 2)

n/N = *ratio sunshine* / intensitas penyinaran matahari (%)

n = lamanya penyinan matahari (jam/hari)

N = lamanya penyinaran matahri menurut astronomi dalam satu hari.

b. Radiasi yang dipancarkan oleh bumi (Rnl)

Menghitung nilai radiasi yang dipancarkan oleh bumi (Rnl) dapat dilihat pada Persamaan 3.6.

$Rnl = f(T) \times f(ea) \times f(n/N)$ .....(3. 6)

$f(ea) = (0{,}34 - 0{,}044 \times ea^{0{,}5})$ .....(3. 7)

$f(n/N) = \{0{,}1 + 0{,}9(n/N)\}$ .....(3. 8)

dengan :

f(T) = koreksi akibat temperatur (Lampiran 3).

f(ea) =koreksi akibat tekanan uap air.

f(n/N)=koreksi rasio penyinaran matahari.

es = tekanan uap jenuh (mbar)(Lampiran 3).

ea = tekanan uap nyata (mbar).

6. Fungsi kecepatan angin

$f(U) = 0{,}27(1 + U/100)$ .....(3. 9)

dengan:

f(U)= fungsi kecepatan angin

U = kecepatan angin pada ketinggian 2 meter, selama 24 jam (Km/jam)

B. Consumtive use (Etc)

Penggunaan konsumtif adalah jumlah air yang dipakai oleh tanaman untuk proses fotosintesis dari tanaman tersebut. Penggunaan konsumtif dihitung dengan rumus berikut :

$Etc = Kc.Eto$ .....(3. 10)

dengan :

Etc = evapotranspirasi tanaman (mm/hari)

Kc = koefisien tanaman

Eto = evapotranspirasi tanaman acuan (mm/hari)

1. Koefesien tanaman (Kc)

Koefisientanaman (kc) dapat berdasarkan Standar Perencanaan KP-01 (1986) dilihat pada Tabel 3.1, sedangkan koefisien harga tanaman berdasarkan Metode Perhitungan Evapotranspirasi Penman dapat dilihat padaTabel 3.2.

Tabel 3.1 Harga-Harga Koefisien Tanaman Padi

Bulan ke	Nedeco/Prosida		FAO	
	Variasi Biasa	Variasi Unggul	Variasi Biasa	Variasi Unggul
0,50	1,20	1,20	1,10	1,10
1,00	1,20	1,27	1,10	1,10
1,50	1,32	1,33	1,10	1,05
2,00	1,40	1,30	1,10	1,05
2,50	1,35	1,30	1,10	0,95
3,00	1,25	0,00	1,05	0,00
3,50	1,12	0,00	0,95	
4,00	0,00	0,00	0,00	

Sumber: Standar Perencanaan Irigasi KP-01, 1986

Tabel 3.2 Harga-Harga Koefisien Tanaman Untuk diterapkan dengan Metode Perhitungan Evapotranspirasi Penman

Setengah Bulanan Ke	Koefisien Tanaman					
	Kedelai	Jagung	Kacang Tanah	Bawang	Buncis	Kapas
1	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
2	0,75	0,59	0,51	0,51	0,64	0,50
3	1,00	0,96	0,66	0,59	0,89	0,58
4	1,00	1,05	0,85	0,90	0,95	0,75
5	0,82	1,02	0,95	0,95	0,88	0,91
6	0,45	0,95	0,95	-	-	1,04
7	-	-	0,55	-	-	1,05
8	-	-	0,55	-	-	1,05
9	-	-	-	-	-	1,05
10	-	-	-	-	-	0,78
11	-	-	-	-	-	0,65
12	-	-	-	-	-	0,65
13	-	-	-	-	-	0,65

Sumber: Standar Perencanaan Irigasi KP-01, 1986

C. Data curah hujan

1. Curah hujan rata-rata ($\bar{R}$)

Analisis curah hujan rata-rata pada daerah kajian menggunakan metode aljabar (*arithmatic mean method*) persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \ldots + R_n}{n} = \sum_{i=1}^{n} \frac{R_1}{n} \quad \text{.....(3.11)}$$

dengan

$\bar{R}$ = tinggi curah hujan rata-rata areal

$R_1, R_1, R_1, .. R_n$ = tinggi curah hujan pada stasiun penakar hujan

n = banyaknya stasiun penakar hujan

2. Curah hujan efektif (Re)

a. Curah hujan efektif tanaman Padi

Curah hujan efektif diambil 70% dari curah hujan minimum tengah bulanan dengan periode ulang 5 tahun.

$Re = 0{,}7 \,.\, 1/15 \,.\, R_{80}$ (setengah bulanan).....(3. 11)

dengan:

Re : curahhujanefektif

R_{80} : curahhujanefektif 80 %

b. Curah hujan efektif tanaman Palawija

Curah hujan efektif untuk tanaman selain Padi dihitung dengan metode yang diperkenalkan oleh *USDA Soil Conversation Service* selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 4.

D. Kebutuhan air

Faktor-faktor yang mempengaruhi kebutuhan air antara lain :

1. Perkolasi

Perkolasi adalah gerakan air ke bawah dari zona tidak jenuh (antara permukaan tanah sampai ke permukaan air tanah) kedalam daerah jenuh (daerah dibawah permukaan air tanah) (Soemarto, 1986). Daya perkolasi (Pp) adalah laju perkolasi maksimum yang dimungkinkan yang besarnya dipengaruhi oleh kondisi tanah dalam daerah (zona) tidak jenuh

diantara permukaan tanah dengan muka air tanah. Perkolasi tidak mungkin terjadi sebelum daerah tidak jenuh mencapai daya medan (*field capacity*). Istilah daya perkolasi kurang mempunyai arti penting pada kodisi alam (*natural condition*), karena adanya staknasi dalam perkolasi akibat adanya lapisan-lapisan semi kedap air yang menyebabkan tambahan tampungan (*ekstra storage*) sementara didaerah tidak jenuh. Setelah beberapa waktu kemudian, air yang terinfiltrasikan setelah dikurangi sejumlah air untuk mengisi rongga-rongga tanah akan mengalami perkolasi. Dimana daya perkolasi kecil, akan timbul muka air tanah yang terbentuk oleh adanyalapisan semi kedap air. Tetapi dalam *recharge* buatan, perkolasi mempunyai arti yang penting, dimana karena alasan teknis, dibutuhkan proses infiltrasi yang terus menerus.

Laju perkolasi sangat tergantung pada sifat-sifat tanah. Pada tanah lempung berat dengan karakteristik pengolahan yang baik, laju perkolasi dapat mencapai 1-3 mm/hari. Pada tanah-tanah yang lebih ringan, laju perkolasi bisa lebih tinggi. Dari hasil-hasil penyelidikan tanah pertanian dan penyelidikan kelulusan, besarnya laju perkolasi serta tingkat kecocokan tanah untuk pengolahan tanah dapat ditetapkan dan dianjurkan pemakaiannya guna menentukan laju perkolasi, tinggi muka air tanah juga harus diperhitungkan. Perembesan terjadi akibat meresapnya air melalui tanggul sawah. Pada tanaman ladang, perkolasi air kedalam lapisan tanah bawah hanya akan terjadi setelah pemberian air irigasi.

2. Faktor pengolahan tanah (IR)

Faktor pengolahan tanah (IR) dapa tdiketahui melalui Persamaan 3.13 (Vand der Goordan Zijlsha dalam Al-Fanny, 2012).

$IR = M.e^k/(e^k-1)$.....(3. 12)

dengan:

IR=kebutuhan air ditingkatpersawahan (mm/hari)

M=kebutuhan air untuk

Menentukan nilai M dan k adalah sebagai berikut atau dapat dilihat pada Persamaan 3.14 dan 3.15.

$M = Eo+P$ .....(3. 13)

dengan:

Eo = evaporasi air terbuka yang diambil 1,1 E_{to}selamapenyiapanlahan (mm/hari)

P = perkolasi (mm/hari)

$k = M . T/S$ .....(3. 14)

dengan:

T = jangka waktu penyiapan lahan (hari)

S = kebutuhan air, untuk penjenuhan ditambah lapisan air 50 mm.

3. Penggantian lapisan air (WLR)

Penggantian lapisan air dilakukan setelah pemupukan, usahakan untuk menjadwalkan dan mengganti lapisan air menurut kebutuhan. Jika tidak ada penjadwalan semacam itu, lakukan penggantian sebanyak 2 kali, masing-masing 50 mm (atau 3,3 mm/hari selama ½ bulan) selama sebulan dan 2 bulan setelah transplantasi.

4. Kebutuhan air di lahan (NFR)

Perkiraan banyaknya air untuk irigasi didasarkan pada faktor-faktor jenis tanaman, jenis tanah, cara pemberian airnya, cara pengolahan tanah, banyak turun curah hujan, waktu penanaman, iklim, pemeliharaan saluran, bangunan bending dan sebagainya. Banyaknya air untuk irigasi pada petak sawah dapat diketahui denganPersamaan 3.16 (Standar Perencanaan Irigasi KP-01, 1986).

$NFR = Etc+P+WLR - Re$ .....(3. 16)

dengan:

5. Efisiensi saluran untuk kebutuhan air di sumber

Efisiensi saluran untuk kebutuhan air di sumber dapat diperkirakan dengan Persamaan 3.17.

IR = NFR/Ef.....(3. 19)

dengan:

IR = kebutuhan air ditingkatpersawahan (mm/hari)

NFR= *netto field water requirement* atau kebutuhan bersih air di sawah (mm/hari)

Ef= Efisiensi yang terdiri dari efisiensi di saluran dan bangunan tersier, sekunder dan primer.

a. Efisiensi irigasi (Ef)

Umumnya di daerah irigasi digunakan efisiensi 65 % dengan rincian:

1) Efisiensi dari sadap tersier sampai petak 90 %
2) Efisiensi di saluran sekunder 90 %
3) Efisiensi di saluran primer 80 %

Sedangkan menurut buku yang diterbitkan oleh DPU (Departemen Pengerjaan Umum), pedoman dan standar perencanaan teknis cetakan tahun 1986 penaksiran harga-harga efisiensi adalah sebagai berikut:

1) Efisiensi di saluran dan bangunan pada saluran tersier = 0,9
2) Efisiensi di saluran dan bangunan pada saluran sekunder = 0,9
3) Efisiensi di saluran dan bangunan pada saluran primer = 0,8

E. Ketersediaan Air

Ketersediaan air dalam penelitian ini diperoleh dari data pencatatan debit di intake. Menurut pengamatan, besarnya andalan yang diambil untuk penyelesaian

Tabel 3.3 Peruntukkan penggunaan air pada jaringan irigasi

Peruntukkan Penggunaan Air	Probabilitas Keandalan
Untuk penyediaan air minum	99%
Untuk penyediaan air Industri	88-95%
Untuk penyediaan air irigasi:	
–daerah beriklim setengah lembab	70-85%
–daerah beriklim setengah terang	80-95%
Untuk pembangkit listrik tenaga air	85-90%

Sumber: Standar Perencanaan Irigasi KP-01, 1986

F. PolaTata Tanam Dan SistemGolongan

1. Polatatatanam

Memenuhi kebutuhan air bagi tanaman, penentuan pola tanam merupakan hal yang perlu dipertimbangkan. Pola tanam dapat dilihat pada Tabel 3.4 dibawah ini.

Tabel 3.4 Pola Tanam

Ketersedian Air Untuk Jaringan Irigasi	Pola Tanam Dalam Satu Tahun
Tersedia air cukup banyak	Padi – Padi – Palawija
Tersedia jumlah air dalam jumlah yang cukup	Padi – Padi – Bero Padi – Palawija – Palawija
Daerah yang cenderung kekurangan air	Padi – Palawija – Bero Palawija – Padi – Bero

Sumber : Standar Perencanaan Irigasi KP-01, 1986

2. Sistem golongan

Agar dapat memperoleh tanaman dengan pertumbuhan yang optimal untuk mencapai produktifitas yang tinggi, maka penanaman harus memperhatikan pembagian air secara merata kesemua petak tersier dalam jaringan irigasi. Sumber air tidak selalu dapat menyediakan air irigasi yang dibutuhkan, sehingga harus dibuat rencana pembagian air yang baik, agar air yang tersedia dapat digunakan secara merata dan seadil-adilnya. Kebutuhan air yang tertinggi untuk suatu petak tersier adalah Qmax, yang didapat sewaktu merencanakan seluruh sistim irigasi. Besarnya debit Q yang tersedia tidak tetap, bergantung pada sumber dan luas tanaman yang harus diairi. Pada saat-saat dimana air tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan air tanaman

dengan pengaliran menerus, maka pemberian air tanaman dilakukan secarabergilir. Dalam musim kemarau dimana keadaan air mengalami kritis,maka pemberian air tanaman akan diberikan/diprioritaskan kepada tanaman yang telah direncanakan. Dalam system pemberian air secara bergilir ini, permulaan tanam tidak serentak, tetapi bergiliran menurut jadwal yang ditentukan, dengan maksud penggunaan air lebih efisien. Sawah dibagi menjadigolongan-golongan dan saat permulaan perkerjaan sawah bergiliran menurut golongan masing-masing.

Keuntungan-keuntungan yang dapat diperoleh dari system giliran adalah :

a. Berkurangnya kebutuhan pengambilan puncak.
b. Kebutuhan pengambilan bertambah secara berangsur-angsur pada awa lwaktu pemberian air irigasi (pada periode penyiapan lahan).

Sedangkan hal-hal yang tidak menguntungkan adalah :

a. Timbulnya komplikasi sosial
b. Eksploitasi lebih rumit
c. kehilangan air akibat eksploitasi sedikit lebih tinggi
d. jangka waktu irigasi untuk tanaman pertama lebih lama, akibatnya lebih sedikit waktu tersedia untuk tanaman kedua
e. daur siklus terganggu akibat gangguan serangga, pemakaian insektisida