

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Unsur dan Tingkat Jaringan Irigasi

Berdasarkan cara pengaturan, pengukuran, serta kelengkapan fasilitas, jaringan irigasi dapat dikelompokkan menjadi tiga jenis, yaitu jaringan irigasi sederhana, jaringan irigasi semi teknis dan jaringan irigasi teknis. Karakteristik masing-masing jenis jaringan diperlihatkan pada Tabel 2.1

Tabel 2.1. Klasifikasi jaringan irigasi

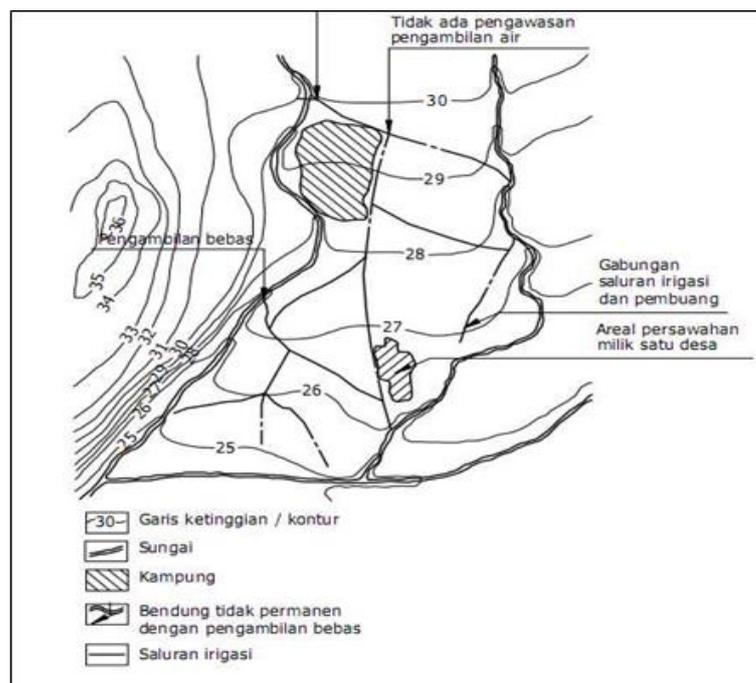
	Klaisifikasi Jaringan Irigasi		
	Teknis	Semi Teknis	Sederhana
Bangunan Utama	Bnagunan Permanen	Bangunan permanen atau semi permanen	Bangunan Sementara
Kemampuan dalam mengukur & mengatur debit	Baik	Sedang	Tidak mampu mengatur/mengukur
Jaringan saluran	Saluran pemberi dan Pembuang terpisah	Saluran pemberi dan Pembuang tidak sepenuhnya terpisah	Saluran pemberi dan Pembuang menjadi satu
Petak tersier	Dikembangkan sepenuhnya	Belum dikembangkan identitas bangunan tersier jarang	Belum ada jaringan terpisah yang dikembangkan
Efisiensi secara keseluruhan	50-60%	40-50%	<40%
Ukuran	Tidak ada batasan	< 2000 hektar	< 500 hektar

Sumber : Ditjen Pengairan (1986:6)

### 2.1.1. Irigasi Sederhana

Di dalam proyek sederhana, pembagian air tidak diukur atau diatur, air lebih akan mengalir ke selokan pembuang. Para pemakai air tergabung dalam satu kelompok sosial yang sama, dan tidak diperlukan keterlibatan pemerintah di dalam organisasi jaringan irigasi semacam ini. Persediaan air biasanya berlimpah dan kemiringan berkisar antara sedang sampai curam. Oleh karena itu hampir-hampir tidak diperlukan teknik yang sulit untuk pembagian air.

Jaringan irigasi yang masih sederhana itu mudah di organisasi tetapi memiliki kelemahan-kelemahan yang serius. Pertama-tama, ada pemborosan air dan karena pada umumnya jaringan ini terletak di daerah yang tinggi, air yang terbuang itu tidak selalu dapat mencapai daerah rendah yang lebih subur. Kedua, terdapat banyak penyadapan yang memerlukan lebih banyak biaya lagi dari penduduk karena setiap desa membuat jaringan dan pengambilan sendiri-sendiri. Karena bangunan pengelaknya bukan bangunan tetap/permanen, maka umurnya mungkin pendek. Namun jaringan ini masih memiliki beberapa kelemahan antara lain, terjadi pemborosan air karena banyak air yang terbuang, air yang terbuang tidak selalu mencapai lahan di sebelah bawah yang lebih subur, dan bangunan penyadap bersifat sementara, sehingga tidak mampu bertahan lama.

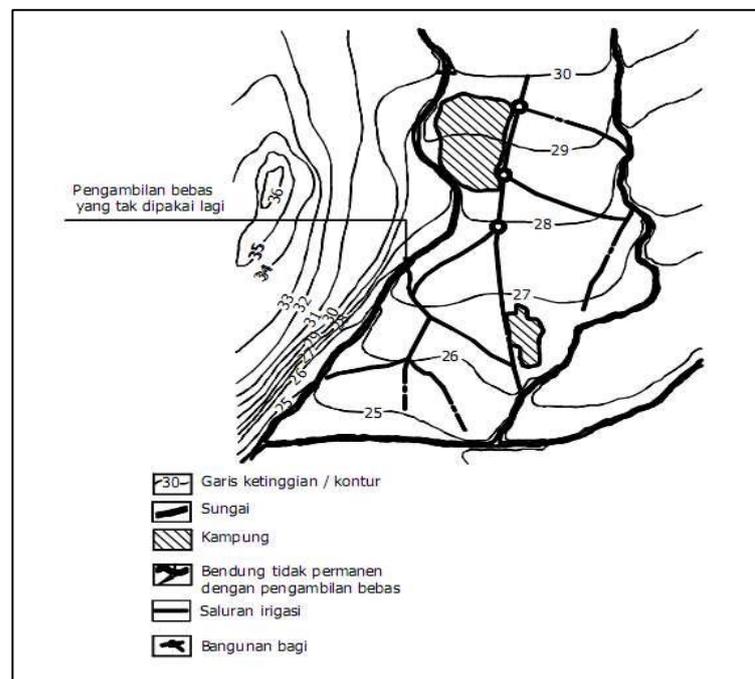


Gambar 2.1. Skema Jaringan Irigasi Sederhana

Sumber : Ditjen Pengairan (1986:8)

### 2.1.2. Irigasi Semi Teknis

Dalam kebanyakan hal, perbedaan satu-satunya antara jaringan irigasi sederhana dan jaringan semiteknis adalah bendung terletak di sungai lengkap dengan pengambilan dan bangunan pengukur di bagian hilirnya. Mungkin juga dibangun beberapa bangunan permanen di jaringan saluran. Sistem pembagian air biasanya serupa dengan jaringan sederhana. Adalah mungkin bahwa pengambilan dipakai untuk melayani/mengairi daerah yang lebih luas daripada daerah layanan jaringan sederhana. Oleh karena itu biayanya ditanggung oleh lebih banyak daerah layanan. Organisasinya lebih rumit dan jika bangunan tetapnya berupa bangunan penganbilen dari sungai, maka diperlukan lebih banyak keterlibatan dari pemerintah, dalam hal ini Kementerian Pekerjaan Umum. Gambar 2.2 memberikan ilustrasi jaringan irigasi semi teknis sebagai bentuk pengembangan dari jaringan irigasi sederhana.



Gambar 2.2. Skema Jaringan Irigasi Semi Teknis

Sumber : Ditjen Pengairan (1986:10)

### 2.1.3. Irigasi Teknis

Salah satu prinsip dalam perencanaan jaringan teknis adalah pemisahan antara jaringan irigasi dan jaringan pembuang/pematus. Hal ini berarti bahwa

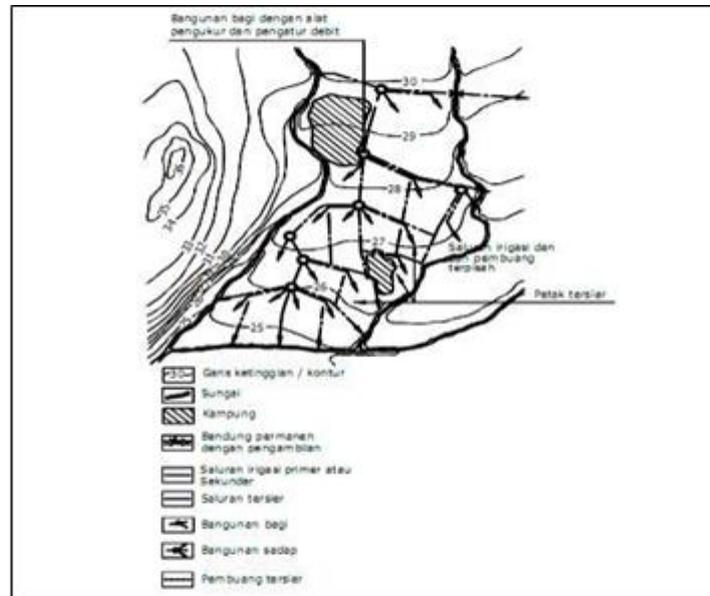
baik saluran irigasi maupun pembuang tetap bekerja sesuai dengan fungsinya masing-masing, dari pangkal hingga ujung. Saluran irigasi mengalirkan air irigasi ke sawah - sawah dan saluran pembuang mengalirkan air lebih dari sawah-sawah ke selokan- selokan pembuang alamiah yang kemudian akan membuangnya ke laut.

Petak tersier menduduki fungsi sentral dalam jaringan irigasi teknis. Sebuah petak tersier terdiri dari sejumlah sawah dengan luas keseluruhan yang umumnya berkisar antara 50-100 Ha, kadang-kadang sampai 150 Ha. Petak tersier menerima air di suatu tempat dalam jumlah yang sudah diukur dari suatu jaringan pembawa yang diatur oleh Dinas Pengairan. Pembagian air di dalam petak tersier diserahkan kepada para petani. Jaringan saluran tersier dan kuarter mengalirkan air ke sawah. Kelebihan air ditampung di dalam suatu jaringan saluran pembuang tersier dan kuarter dan selanjutnya dialirkan ke jaringan pembuang primer. Jaringan irigasi teknis yang didasarkan pada prinsip-prinsip di atas adalah cara pembagian air yang paling efisien dengan mempertimbangkan waktu-waktu merosotnya persediaan air serta kebutuhan- kebutuhan pertanian. Jaringan teknis memungkinkan dilakukannya pengukuran aliran, pembagian air irigasi dan pembuangan air lebih secara efisien.

Jika petak tersier hanya memperoleh air dari satu tempat saja yaitu jaringan (pembawa) utama, akan memerlukan jumlah bangunan yang lebih sedikit di saluran primer, eksploitasi yang lebih baik dan pemeliharaan yang lebih murah dibandingkan dengan apabila setiap petani diijinkan untuk mengambil sendiri air dari jaringan pembawa. Untuk menghindari kesalahan pengolahan air dalam hal-hal khusus, dibuat sistem gabungan (fungsi saluran irigasi dan pembuang digabung). Walaupun jaringan ini memiliki keuntungan-keuntungan tersendiri, kelemahan-kelemahannya juga amat serius sehingga sistem ini pada umumnya tidak akan diterapkan.

Keuntungan yang dapat diperoleh dari jaringan gabungan semacam ini adalah pemanfaatan air yang lebih ekonomis dan biaya pembuatan saluran lebih rendah, karena saluran pembawa dapat dibuat lebih pendek dengan kapasitas yang lebih kecil. Kelemahan-kelemahannya adalah bahwa jaringan semacam ini lebih sulit diatur dan dieksploitasi, lebih cepat rusak dan menampakkan pembagian air yang

tidak merata. Bangunan-bangunan tertentu di dalam jaringan tersebut akan memiliki sifat-sifat seperti bendung dan relatif mahal. Gambar 2.3. memberikan ilustrasi jaringan irigasi teknis sebagai pengembangan dari jaringan irigasi semi teknis.



Gambar 2.3. Skema Jaringan Irigasi Teknis

Sumber : Ditjen Pengairan (1986:13)

## 2.2 Ketersediaan Air

Ketersediaan air adalah jumlah air (debit yang diperlukan terus menerus ada di suatu lokasi (bendungan atau bangunan air lainnya) di sungai dengan jumlah tertentu dan dalam jangka waktu tertentu (Direktorat Irigasi, 1980). Air yang tersedia tersebut dapat dipergunakan untuk berbagai keperluan seperti air baku yang meliputi air domestik (air minum dan rumah tangga) dan non domestik (perdagangan, perkantoran) dan industri, pemeliharaan sungai, peternakan, perikanan, irigasi dan pembangkit listrik tenaga air (PLTA) (Triatmodjo, 2010:307).

### 2.2.1 Debit Andalan

Debit andalan (*dependable flow*) adalah debit minimum sungai untuk kemungkinan terpenuhi yang sudah ditentukan yang dapat dipakai untuk irigasi. Kemungkinan terpenuhi ditetapkan 80% (kemungkinan bahwa debit sungai lebih rendah dari debit andalan adalah 20%) (Ditjen Pengairan2, 1986 :82)

Menurut pengamatan, besarnya keandalan yang di ambil untuk penyelesaian optimum penggunaan air dibeberapa macam proyek adalah sebagai berikut (Soemarto, 1987:214)

Tabel 2.2. Besarnya keandalan untuk berbagai kegunaan

No	Kegunaan	Keandalan
1	Penyediaan air minum	99%
2	Penyediaan air industri	(95% - 98%)
3	Penyediaan air irigasi untuk :	
	• Daerah beriklim lembab	(70% - 85%)
	• Daerah beriklim kering	(80 - 95%)
4	PLTA	(80 - 90%)

Sumber: Soemarto (1987:214)

Dalam praktek untuk keperluan perencanaan penyediaan air irigasi umumnya digunakan debit andalan dengan tingkat keandalan 80%, dengan pertimbangan bahwa akan terjadi peluang disamai atau dilampaui debit-debit kering sebanyak 72 hari atau 2,5 bulan dalam setahun. Ini berarti bahwa pada musim tanam 3 (MT 3) jika terjadi kekeringan, tanaman masih mendapat air selama 1,5 bulan atau 0,5 dari masa tanamnya, dengan demikian diharapkan masih tidak membahayakan tanaman dari ancaman kematian.

Untuk mendapatkan ketersediaan air di suatu stasiun diperlukan debit aliran yang bersifat runtut (*time series*), misalnya data debit harian sepanjang tahun selama beberapa tahun. Susunan data dapat dinyatakan dalam bentuk gambar kurva massa atau dalam bentuk tabel.

Metode tahun dasar perencanaan merupakan metode untuk melakukan analisis debit andalan yang biasanya digunakan dalam perencanaan atau pengolahan irigasi. Umumnya di bidang irigasi dipakai debit dengan keandalan 80%, sehingga dengan rumus untuk menentukan tahun dasar perencanaan adalah sebagai berikut

$$R_{80} = \frac{n}{5} + 1 \quad (2-1)$$

dengan :

n : kala ulang pengamatan yang diinginkan

R<sub>80</sub> : debit yang terjadi <R<sub>80</sub> adalah 20% dan ≥ R<sub>80</sub>

angka 5 didapatkan dari  $\frac{100}{(100-80)} = 5$

Jadi, jika yang dicari  $R_{90}$  maka  $\frac{100}{(100-90)} = 10$

sehingga  $R_{90} = \frac{n}{10} + 1$

## 2.2.2 Curah Hujan

Curah hujan merupakan jumlah air yang jatuh di permukaan bumi selama satu periode tertentu yang bisa diukur dalam satuan mm. Apabila tidak terjadi penghilangan oleh evaporasi, pengaliran dan peresapan.

Tidak semua curah hujan yang jatuh di permukaan bumi dimanfaatkan tanaman untuk pertumbuhannya, ada sebagian yang menguap dan mengalir sebagai limpasan permukaan. Air hujan yang jatuh di atas permukaan dapat dibagi menjadi dua, yaitu curah hujan efektif dan curah hujan andalan.

### 2.2.2.1. Curah Hujan Rerata Daerah (*Average Basin Rainfall*)

Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air adalah curah hujan rata-rata diseluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan di suatu titik tertentu. Curah hujan ini disebut curah hujan wilayah atau daerah yang dinyatakan dalam milimeter (mm) (Sosrodarsono, 1978:27). Dengan melakukan penakaran pada suatu stasiun hujan hanya didapat curah hujan di suatu titik tertentu. Bila dalam suatu area terdapat penakar hujan, maka untuk mendapatkan harga curah hujan area adalah dengan mengambil harga rata-ratanya.

Salah satu cara dalam menentukan tinggi curah hujan rerata daerah yaitu Metode

Rerata Aljabar. Tinggi rata-rata curah hujan didapat dengan mengambil nilai rata-rata hitung (*arithmetic mean*) pengukuran hujan di pos-pos penakar hujan didalam areal tersebut. Cara ini akan memberikan hasil yang dapat dipercaya jika pos-pos penakar ditempatkan secara merata di areal tersebut, dan hasil penakaran masing-masing pos penakar tidak menyimpang jauh dari nilai rata-rata seluruh pos di seluruh areal.

Persamaan dari Metode Rerata Aljabar adalah (Sosrodarsono, 1978:27):

$$\mathcal{R} = \frac{1}{n} (R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n) \quad (2-2)$$

Dimana:

$\bar{R}$  = Curah hujan daerah (mm)

n = Jumlah titik-titik (pos-pos) pengamatan

$R_1 + R_2 + \dots + R_n$  = Curah hujan di setiap titik pengamatan (mm)

#### 2.2.2.2. Curah Hujan Andalan

Curah hujan andalan ini digunakan untuk memperoleh curah hujan yang diharapkan selalu datang dengan peluang kejadian tertentu dan digunakan sebagai data masukan. Hal tersebut berarti curah hujan yang terjadi sama atau lebih besar dari  $R_{80}$  yaitu 80%. Bentuk persamaannya adalah sebagai berikut:

$$R_{80} \text{ adalah urutan ke } \frac{n}{5} + 1 \quad (2-3)$$

dimana : n = banyaknya tahun pengamatan curah hujan

#### 2.2.2.3. Curah Hujan Efektif

Curah hujan efektif mempunyai arti sejumlah curah hujan yang jatuh pada suatu daerah atau petak sawah semasa pertumbuhan tanaman dan dapat digunakan secara langsung untuk memenuhi kebutuhan air tanaman. Untuk keperluan perencanaan persawahan, curah hujan efektif yang digunakan adalah curah hujan efektif untuk tanaman padi dan untuk tanaman palawija.

##### a. Curah Hujan Efektif Tanaman Padi

Besarnya curah hujan efektif untuk tanaman padi ditentukan dengan 70% dari curah hujan dengan kemungkinan kegagalan 20% atau curah hujan  $R_{80}$ . sedangkan besarnya  $R_{80}$  diperoleh dengan menggunakan metode Basic Year. Curah hujan efektif diperoleh dari  $70\% \times R_{80}$  per periode waktu pengamatan, sehingga persamaannya adalah sebagai berikut:

$$R_{eff} = R_{80} \times 70\% \quad (2-4)$$

##### b. Curah Hujan Efektif Tanaman Palawija

Besarnya curah hujan efektif untuk tanaman palawija dipengaruhi oleh besarnya tingkat evapotranspirasi dan curah hujan bulanan rerata dari daerah yang bersangkutan. Curah hujan efektif diperoleh dari  $R_{50}$  per periode waktu pengamatan, seperti persamaan dibawah ini:

$$R_{eff} = R_{50}$$

(2-5)

### 2.3 Kebutuhan Air Irigasi

Kebutuhan air disawah untuk tanaman padi ditentukan oleh beberapa faktor antara lain (Ditjen Pengairan, 1986:Lampiran II,28):

- a. Penyiapan lahan
- b. Penggunaan konsumtif
- c. Perkolasi dan rembesan
- d. Pergantian lapisan air
- e. Curah hujan efektif

Faktor-faktor yang mempengaruhi banyaknya pemakaian air irigasi adalah (Haliem, 2012):

- a. Jenis tanaman, beragamnya jenis tanaman yang menyebabkan perhitungan kebutuhan air menjadi banyak dan rumit, karena setiap tanaman kebutuhan airnya berbeda-beda.
- b. Pola tanam, pola tanam yang direncanakan untuk suatu daerah irigasi merupakan jadwal tanam yang disesuaikan dengan ketersediaan airnya dan memberikan gambaran tentang jenis dan luas tanaman yang akan diusahakan dalam satu tahun. Pola umum dimaksudkan untuk menghindari ketidakseragaman tanaman, melaksanakan waktu tanam sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan dan untuk menghemat air.
- c. Cara pemberian air, pemberian air secara serentak untuk semua daerah irigasi membutuhkan air yang relatif lebih banyak dibandingkan dengan pemberian secara golongan atau giliran. Jadi waktu tanam diatur berurutan, sehingga memudahkan pergiliran air.
- d. Jenis tanah dan cara pengelolaannya, keperluan air untuk pengolahan tanah diperlukan dalam satu periode yang singkat secara terkonsentrasi, sehingga keperluan air ini mempunyai pengaruh yang penting dalam pemakaian air irigasi.
- e. Iklim dan cuaca yang meliputi curah hujan, angin, letak lintang, kelembaban, suhu udara.
- f. Cara pengelolaan dan pemeliharaan saluran dan bangunan dengan memperhitungkan kehilangan air yang berkisar 30%-40%.

### 2.3.1. Kebutuhan Air Irigasi Metode *Water Balance*

Kebutuhan air di sawah pada umumnya dinyatakan dengan persamaan berikut (Ditjen Pengairan, 1986:5):

$$\text{NFR} = \text{ETc} + \text{P} - \text{Reff} + \text{WLR} \quad (2-6)$$

Dimana :

NFR = Kebutuhan air bersih di sawah (mm/hari)

Etc = Penggunaan Konsumtif (mm/hari)

P = Kehilangan air akibat perkolasi (mm/hari)

R<sub>eff</sub> = Curah hujan efektif (mm/hari)

WLR = Pergantian lapisan air (mm/hari)

- **Penyiapan Lahan**

Untuk perhitungan kebutuhan irigasi selama penyiapan lahan, digunakan metode yang dikembangkan oleh van de Goor dan Zijlstra (1968). Metode tersebut didasarkan pada laju air konstan dalam l/dt selama periode penyiapan lahan dan menghasilkan rumus berikut (Ditjen Pengairan, 1986: Lampiran II,31):

$$\text{IR} = M e^k / (e^k - 1) \quad (2-7)$$

Dimana:

IR = Kebutuhan air irigasi di tingkat persawahan, mm/hari

M = Kebutuhan air untuk mengganti/ mengkompensasi kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi di sawah yang sudah dijenuhkan.

$$M = E_o + P \quad (2-8)$$

E<sub>o</sub> = Evaporasi air terbuka yang diambil 1,1x E<sub>To</sub> selama penyiapan lahan (mm/ hari)

P = Perkolasi

k = M.T/S

T = jangka waktu penyiapan lahan, hari

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

- Persemaian (Pembibitan)

Persemaian harus sudah disiapkan antara 20-30 hari sebelum masa tanam padi di sawah. Luas lahan untuk persemaian berkisar antara 3-5% dari luas lahan seluruhnya yang akan ditanami padi (Departemen Pertanian, 1977: 135).

Sebelum benih disebar petak persemaian yang sudah dibuat airnya dikurangi hingga permukaan tanah bebas dari air lalu dipupuk dengan pupuk TSP sebanyak 10 gram/m<sup>2</sup> baru setelah itu benih ditabur dengan kerapatan dua genggam untuk setiap meter persegi. Pada jarak 10 cm dari tepi tidak boleh ditaburi benih. Selesai menabur maka benih dibenamkan ke dalam lumpur sampai tertutup tipis dengan lumpur.

Tanah untuk persemaian dibajak, digaru, kemudian dicangkul sampai menjadi lumpur. Pada umur 25 hari bibit siap untuk dipindah ke petak-petak sawah yang telah disediakan.

- Penggunaan Konsumtif

Penggunaan konsumtif dihitung dengan rumus berikut (Ditjen Pengairan, 1986:6):

$$ET_c = K_c \times ET_o \quad (2-9)$$

Dimana:

$ET_c$  = Penggunaan konsumtif (mm/ hari)

$K_c$  = Koefisien tanaman

$ET_o$  = Evapotranspirasi (Penman Modifikasi) (mm/ hari)

- Evapotranspirasi/Evaporasi Potensial (Penman Modifikasi)

Evapotranspirasi merupakan gabungan antara proses penguapan dari permukaan tanah bebas (evaporasi) dan penguapan yang berasal dari tanaman (transpirasi). *Food and Agriculture Organization of The United Nations* (FAO), pada Pedoman untuk Memprediksi Kebutuhan Air Untuk Tanaman (*Guidelines for Predicting Crop Water Requirements*) tahun 1997, telah sedikit memodifikasi persamaan Penman untuk perhitungan penetapan nilai evapotranspirasi ( $ET_o$ ), termasuk revisi bagian fungsi kecepatan angin. Metode ini membutuhkan data iklim rata-

rata iklim harian, kondisi cuaca sepanjang siang dan malam hari yang diperkirakan mempunyai pengaruh terhadap evapotranspirasi.

Prosedur untuk perhitungan evapotranspirasi Metode Penman Modifikasi termasuk kompleks, dikarenakan rumus persamaannya berisi komponen yang dibutuhkan untuk derivasi data pengukuran yang berhubungan dengan iklim. Namun demikian apabila tidak ada data pengukuran, dapat dilakukan langkah perhitungan dengan menggunakan variabel-variabel yang ada.

Perhitungan evapotranspirasi metode Penman Modifikasi dinyatakan dalam persamaan (Hadisusanto, 2011:92):

$$ET_o = c[W.R_n + (1-W).f(U).(e_s - e_a)] \quad (2-10)$$

dimana:

$ET_o$  = Evapotranspirasi (mm/hari)

$W$  = Temperatur yang berhubungan dengan faktor penimbang

$R_n$  = Net radiasi equivalen evaporasi (mm/hari)

$f(U)$  = fungsi kecepatan angin

$(e_s - e_a)$  = saturation defisit (mbar)

$c$  = faktor pendekatan untuk kompensasi efek kondisi cuaca siang dan malam hari

Tabel 2.3 Tekanan Uap Jenuh ( $e_s$ ) dalam mm Hg

$t$ (°C)	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
23	21,05	21,19	21,32	21,45	21,58	21,71	21,84	21,97	22,10	22,23
24	22,27	22,50	22,63	22,76	22,91	23,05	23,19	23,31	23,45	23,60
25	23,75	23,90	24,03	24,20	24,35	24,49	24,64	24,79	24,94	25,08
26	25,31	25,45	25,60	25,74	25,84	26,03	26,18	26,32	26,46	26,60

1 mm Hg = 1,333 mbar

Sumber: Hadisusanto, 2011:284

Nilai tekanan udara didapat dengan persamaan (Hadisusanto, 2011:94) :

$$e_a = e_s \times \frac{Rh}{100} \quad (2-11)$$

dimana:

$e_a$  = tekanan udara (mbar)

$e_s$  = tekanan uap jenuh (mbar)

$R_h$  = kelembapan relatif

Fungsi kecepatan angin pada evapotranspirasi telah ditetapkan untuk berbagai perbedaan iklim yang dirumuskan sebagai berikut (Hadisusanto, 2011:93):

$$f(U) = 0,27 \left(1 + \frac{U}{100}\right) \quad (2-12)$$

dimana:

$f(U)$  = fungsi kecepatan angin

$U$  = kecepatan angin pada ketinggian 2m, selama 24 jam (km/hari)

Nilai dari Faktor penimbang  $W$  untuk radiasi terhadap  $E_{to}$  pada perbedaan temperatur dan ketinggian dapat dilihat pada tabel 2.4:

Tabel 2.4 Nilai Faktor Penimbang ( $W$ ) untuk efek radiasi terhadap  $E_{to}$  pada perbedaan temperatur dan ketinggian

T	(°C)	22	24	26	28
W pada ketinggian	0 m	0,71	0,73	0,75	0,77
	391 m	0,718	0,738	0,758	0,778
	500 m	0,72	0,74	0,76	0,78

Sumber: Hadisusanto, 2011:285

$$R_s = R_a \left(0,25 + 0,5 \frac{n}{N}\right) \quad (2-13)$$

dimana:

$R_a$  = radiasi matahari (mm/hari)

$\frac{n}{N}$  = penyinaran matahari (%)

Tabel 2.5. *Extra Terrestrial Radiation (Ra) Expressed in equivalent evaporation mm/day (Indonesia)*

Lat	Northern Hemisphere				Southern Hemisphere				
	5	4	2	0	2	4	6	8	10
Jan	13	14,3	14,7	15	15,3	15,5	15,8	16,1	16,1
Feb	14	15	15,3	15,5	15,7	15,8	16	16,1	16
Mar	15	15,5	15,6	15,7	15,7	15,6	15,6	15,5	15,3
Apr	15,1	15,5	15,3	15,3	15,1	14,9	14,7	14,4	14
Mei	15,3	14,9	14,6	14,4	14,1	13,8	13,4	13,1	12,6
Jun	15	14,4	14,2	13,9	13,5	13,2	12,8	12,4	12,6
Jul	15,1	14,6	14,3	14,1	13,7	13,4	13,1	12,7	11,8
Agu	15,3	15,1	14,2	14,8	14,5	14,3	14	13,7	12,2
Sep	15,1	15,3	15,3	15,3	15,2	15,1	15	14,9	13,3
Okt	15,7	15,1	15,3	15,4	15,5	15,6	15,7	15,8	14,6
Nov	14,8	14,5	14,8	15,1	15,3	15,5	15,8	16	15,6
Des	14,6	14,1	14,4	14,8	15,1	15,4	15,7	16	16

Sumber: Hadisusanto, 2011:286

$$R_{ns} = (1-\alpha) R_s \quad (2-14)$$

dimana:

$\alpha$  = albedo 0,25 (rerumputan pendek)

Tabel 2.6. Pengaruh Temperatur Udara f(T) pada radiasi Gelombang Panjang (Rnl)

t(°C)	20	22	24	26	28	30
f(T)	14,6	15	15,4	15,9	16,3	16,7

Sumber: Hadisusanto, 2011:93

Untuk efek tekanan udara pada radiasi gelombang panjang, dapat ditetapkan persamaan berikut (Hadisusanto, 2011:93):

$$f(ea) = 0,34 - 0,44 \sqrt{ea} \quad (2-15)$$

dimana:

ea = tekanan udara (mbar)

Untuk efek  $\frac{n}{N}$  pada radiasi gelombang panjang, ditetapkan persamaan sebagai berikut (Hadisusanto, 2011:95)

$$f\left(\frac{n}{N}\right) = 0,1 + 0,9 \frac{n}{N} \quad (2-16)$$

$$R_{n1} = f(T) \times f(ea) \times f\left(\frac{n}{N}\right) \quad (2-17)$$

$$R_n = R_{ns} = R_{n1} \quad (2-18)$$

Tabel 2.7 *Adjustment Factor* (c) digunakan untuk Persamaan Penman

	Rhmax = 90%			
Ra (mm/day)	3	6	9	12
U day (m/sec)	U day/U night = 4			
0	1,02	1,06	1,10	1,10
3	0,99	1,10	1,27	1,32
6	0,94	1,10	1,26	1,33
9	0,88	1,01	1,16	1,27
	U day/U night = 3			
0	1,02	1,06	1,10	1,10
3	0,94	0,14	1,18	1,28
6	0,86	1,01	1,15	1,22
9	0,78	0,92	1,06	1,18
	U day/U night = 2			
0	1,02	1,06	1,10	1,10
3	0,89	0,98	1,10	1,14
6	0,79	0,92	1,05	1,12
9	0,71	0,81	0,96	1,06
	U day/U night = 1			
0	1,02	1,06	1,10	1,10
3	0,85	0,92	1,01	1,05
6	0,72	0,82	0,95	1,00
9	0,62	0,72	0,87	0,96

Sumber: Hadisusanto, 2011:288

- Koefisien Tanaman

Besarnya koefisien tanaman tergantung dari jenis tanaman dan fase pertumbuhan tanaman. Mengubah koefisien tanaman berarti mengubah jenis, varietas atau umur pertumbuhan tanaman. Contohnya memilih tanaman jagung sebagai pengganti padi atau mengubah saat tanam pada bulan-bulan tertentu.

Besarnya koefisien tanaman untuk setiap jenis tanaman akan berbeda-beda yang besarnya berubah setiap periode pertumbuhan tanaman itu sendiri. Koefisien tanaman merupakan angka pengali untuk menjadikan evapotranspirasi potensi menjadi kebutuhan air tanaman. Besarnya

koefisien tanaman sangat dipengaruhi oleh jenis tanaman, varietas tanaman dan umur tanaman.

Tabel 2.8 Harga-harga Koefisien Tanaman Padi

Bulan	Nedeco/Prosida		FAO	
	Varietas biasa	Varietas Unggul	Varietas Biasa	Varietas Unggul
0,5	1,20	1,20	1,10	1,10
1	1,20	1,27	1,10	1,10
1,5	1,32	1,33	1,10	1,05
2	1,40	1,30	1,10	1,05
2,5	1,35	1,30	1,10	0,95
3	1,24	0,00	1,05	0,00
3,5	1,12		0,95	
4	0,00		0,00	

Sumber: Ditjen Pengairan<sup>2</sup>, 1986: Lampiran II,35

Tabel 2.9. Harga-harga Koefisien Tanaman Palawija

Tanaman	Jangka tumbuh/hari	½ bulan No.	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13															
			Kedelai	85		0,5	0,8	1,0	1,0	0,8	0,45*							
Jagung	80		0,5	0,6	1	1,1	1	0,95*										
Kacang tanah	130		0,5	0,5	0,7	0,9	1	1	1	0,6	0,55*							
Bawang	70		0,5	0,5	0,7	0,90	0,95*											
Buncis	75		0,5	0,6	0,9	1	0,9											
Kapas	195		0,5	0,5	0,6	0,8	0,9	1	1,1	1,1	1,1	0,8	0,7	0,7	0,7			

Sumber: Ditjen Pengairan<sup>2</sup>, 1986: Lampiran II,43

- Perkolasi

Laju perkolasi sangat bergantung kepada sifat-sifat tanah. Pada tanah lempung berat dengan karakteristik pengelolaan (*puddling*) 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 ke dalam lapisan tanah bawah hanya akan terjadi setelah pemberian air irigasi. Dalam mempertimbangkan efisiensi irigasi, perkolasi hendaknya dipertimbangkan. (Ditjen Pengairan<sup>2</sup>, 1986)

Menurut Kartasapoetra dan Sutedjo (1994) perkolasi dapat berlangsung secara vertikal dan horizontal. Perkolasi yang berlangsung secara vertical merupakan kehilangan air kelapisan tanah yang lebih dalam, sedangkan yang berlangsung secara horizontal merupakan kehilangan air kearah samping. Perkolasi ini sangat dipengaruhi oleh sifat-sifat fisik tanah antara lain permeabilitas dan tekstur tanah. Pada tanah bertekstur liat laju perkolasi mencapai 13 mm/hari, pada tanah bertekstur pasir mencapai 26,9 mm/hari, pada tanah bertekstur lempung berpasir laju perkolasi mencapai 3-6 mm/hari, pada tanah bertekstur lempung laju perkolasi mencapai 2-3 mm/hari, pada tanah lempung berliat mencapai 1-2 mm/hari.

- Pergantian Lapisan Air

Pergantian lapisan air erat hubungannya dengan kesuburan tanah. Beberapa saat setelah penanaman, air yang digenangkan di permukaan sawah akan kotor dan mengandung zat-zat yang tidak lagi diperlukan tanaman. Air genangan ini perlu dibuang agar tidak merusak tanaman di lahan. Air genangan yang dibuang perlu diganti dengan air baru yang bersih.

Adapun ketentuan-ketentuan dalam penggantian lapisan air adalah sebagai berikut (Ditjen Pengairan<sup>2</sup>, 1986):

1. penggantian lapisan air diperlukan saat terjadi pemupukan maupun penyiangan, yaitu 1-2 bulan dari penanaman pertama.
2. penggantian lapisan air = 50 mm (diperlukan penggantian lapisan air, diasumsikan = 50 mm)

Jangka waktu penggantian lapisan air = 1,5 bulan (selama 1,5 bulan air digunakan untuk WLR (penggantian lapisan air) sebesar 50 mm atau 3,3 mm/hari selama setengah bulan).

## **2.4 Neraca Air**

Untuk mengetahui kebutuhan air irigasi untuk tanaman dan debit andalan yang tersedia di intake maka dibuat neraca air untuk satu daerah irigasi. Sehingga kekurangan dan kelebihan air dapat dipantau atau dievaluasi pada perencanaan selanjutnya.

Dalam perhitungan neraca air, kebutuhan pengambilan yang dihasilkannya untuk pola tata tanam yang dipakai akan dibandingkan dengan debit andalan. Apabila debit sungai melimpah, maka luas daerah irigasi akan terpenuhi kebutuhannya terhadap air. Bila debit sungai tidak berlimpah dan kadang – kadang terjadi kekurangan debit, maka ada 3 pilihan yang harus dipertimbangkan yaitu luas daerah irigasi dikurangi, melakukan modifikasi dalam pola tata tanam dan rotasi teknis atau golongan (Ditjen Pengairan<sup>2</sup>, 1986 : 110).

### **2.4.1. Luas daerah irigasi dikurangi**

Bagian-bagian tertentu dari daerah yang bisa diairi (luas maksimum daerah layanan) tidak akan diairi.

### **2.4.2. Melakukan modifikasi dalam pola tata tanam**

Dapat diadakan perubahan dalam pemilihan tanaman atau tanggal tanam untuk mengurangi kebutuhan air irigasi di sawah (l/dt/ha) agar ada kemungkinan untuk mengairi areal yang lebih luas dengan debit yang tersedia

### **2.4.3. Rotasi teknis atau golongan atau sistem giliran**

Untuk mengurangi kebutuhan puncak air irigasi. Rotasi teknis atau golongan mengakibatkan eksploitasi yang lebih kompleks dan dianjurkan hanya untuk proyek irigasi yang luasnya sekitar 10.000 ha atau lebih.

Parameter tinjauan neraca air ini adalah meliputi ketersediaan air yang masing- masing titik tinjau (*control point*) dan kebutuhan yang harus dilayani di titik tersebut dengan rangkaian sistem yang saling berhubungan mulai dari hulu- tengah- hilir. Dari neraca air ini akan diperoleh hasil berupa faktor kegagalan, yang merupakan perbandingan antara ketersediaan air dan kebutuhan air dimana

jika perbandingan tersebut kurang dari 0.70 (70%) maka sistem penyediaan air tersebut dianggap gagal.

Sistem Giliran adalah cara pemberian air disaluran tersier atau saluran utama dengan interval waktu tertentu bila debit yang tersedia kurang dari faktor K. Faktor K adalah perbandingan antara debit tersedia di bendung dengan debit yang dibutuhkan pada periode pembagian dan pemberian air 2 mingguan (awal bulan dan tengah bulan). Jika persediaan air cukup maka faktor  $K = 1$  sedangkan pada persediaan air kurang maka faktor  $K < 1$ . Rumus untuk menghitung faktor K (Kunaifi, 2010:15):

$$K = \frac{\text{debit yang tersedia}}{\text{debit yang dibutuhkan}}$$

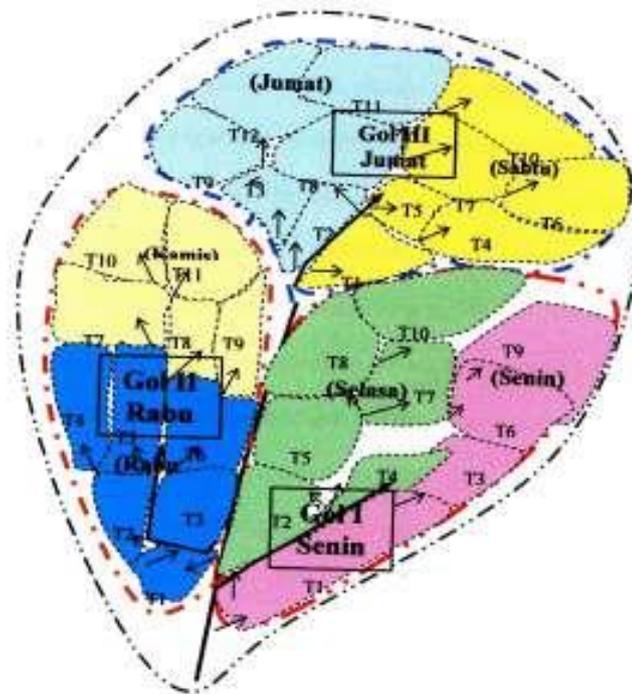
Pada kondisi air cukup (faktor  $K = 1$ ), pembagian dan pemberian air adalah sama dengan rencana pembagian dan pemberian air. Pada saat terjadi kekurangan air ( $K < 1$ ), pembagian dan pemberian air disesuaikan dengan nilai faktor K yang sudah dihitung. Sistem giliran dapat dilakukan pada tingkat kwarter, tersier dan sekunder. Sejumlah petak (kwarter, tersier) dapat digabungkan menjadi satu blok giliran atau satu golongan

Tabel 2.10 Kriteria Pemberian Air dengan Faktor K

1	Faktor K = 0,75 – 1,00	Terus menerus
2	Faktor K = 0,50 – 0,75	Giliran di saluran tersier
3	Faktor K = 0,25 – 0,50	Giliran di saluran sekunder
4	Faktor K < 0,25	Giliran di saluran primer

Sumber : Kunaifi, 2010

Yang penting diperhatikan didalam pengaturan sistem giliran adalah interval giliran. Perlu dikontrol agar debit yang terpusat pada sebagian saluran selamapemberian air tidak melebihi kapasitas saluran. Diusahakan agar setiap giliran luasnya hampir sama dan mendapatkan air dari saluran tersier/sekunder yang sama. Sebagai ilustrasi dapat dilihat pada bagan berikut ( Huda, 2012: 35):



Gambar 2.4. Pembagian Giliran Pemberian Air

Sumber : Huda, 2012

## 2.5 Pola Tata Tanam

### 2.5.1. Pola Tanam

Pola tanam adalah pola mengenai rencana tanam yang terdiri dari pengaturan jenis tanaman, waktu penanaman, tempat atau lokasi tanaman dan luas areal tanaman yang memperoleh hak atas air pada suatu daerah irigasi. Penetapan pola tanam ini diperlukan agar tanaman tidak kekurangan air dan agar unsur hara di dalam tanah yang diperlukan oleh tanaman tidak habis. Selain itu pengaturan pola tata tanam diperlukan untuk memudahkan pengelolaan air irigasi terutama pada musim kemarau, dimana air irigasi yang tersedia sangat sedikit sedangkan areal yang diairi luasnya relatif sama dengan musim penghujan.

Pola tanam memberikan gambaran tentang jenis dan luasan tanaman yang akan diusahakan dalam satu tahun dan diharapkan dapat menjamin kebutuhan air irigasi serta mendapatkan hasil panen yang besar. Tata tanam yang direncanakan merupakan jadwal tanam yang disesuaikan dengan ketersediaan airnya. Tujuan pola tanam adalah sebagai berikut :

- a. Penggunaan air seefektif dan seefisien mungkin sehingga perlu pengaturan dalam pemberian air irigasi
- b. Menghindari ketidakseragaman tanaman
- c. Menetapkan jadwal waktu tanam agar memudahkan dalam proses penanaman dan pengelolaan air irigasi
- d. Peningkatan efisiensi irigasi
- e. Peningkatan produksi pertanian

### **2.5.2. Tata Tanam**

Tata tanam (*cropping pattern*) adalah susunan tata letak dan tata urutan tanaman, pada sebidang lahan selama periode tertentu, termasuk didalamnya pengolahan tanah dan bera (Anderws & Kassam, 1976; Stelley, 1983; Vendermeer, 1989 dalam Guritno, 2011:2).

Berdasarkan pengertian tata tanam seperti di atas ada 4 faktor yang harus diatur yaitu :

#### a. Waktu

Pengaturan waktu dalam perencanaan tata tanam merupakan hal yang pokok. Sebagai contoh, bila hendak mengusahakan padi rendeng, pertama-tama adalah melakukan pengolahan tanah untuk pembibitan. Untuk menghindari hal-hal yang tidak diinginkan, maka waktu penggarapan dan urutan serta tata tanam diatur sebaik-baiknya.

#### b. Tempat

Pengaturan tempat masalahnya hampir sama dengan pengaturan waktu. Dengan dasar pemikiran bahwa tanaman membutuhkan air dan persediaan air yang ada dipergunakan bagi tanaman. Untuk dapat mencapai hal itu tanaman diatur tempat penanamannya agar pelayanan irigasi dapat lebih mudah

#### c. Pengaturan Jenis Tanaman

Tanaman yang diusahakan antara lain padi, palawija dan lain-lain. Tiap jenis tanaman mempunyai kebutuhan air yang berbeda. Berdasarkan hal tersebut, jenis tanaman yang diusahakan harus diatur sedemikian rupa sehingga kebutuhan air dapat terpenuhi. Misalnya jika persediaan air sedikit maka diusahakan penanaman tanaman yang

membutuhkan air sedikit. Sebagai contoh adalah penanaman padi, gandum, dan palawija di musim kemarau. Pada musim kemarau persediaan air sedikit, untuk menghindari terjadinya lahan yang tidak terpakai maka areal harus dibatasi luasnya dengan cara menggantinya dengan tanaman palawija. Berarti areal yang ditanami menjadi luas sehingga kemungkinan lahan yang tidak terpakai akan lebih kecil

d. Pengaturan Luas Tanaman

Pengaturan luas tanaman hampir sama dengan pengaturan jenis tanaman. Pengaturan jenis tanaman dapat berakibat pada pembatasan luas tanaman. Pengaturan luas tanaman akan membatasi besarnya kebutuhan air bagi tanaman yang bersangkutan. Pengaturan ini hanya terjadi pada daerah yang airnya terbatas, misalnya jika persediaan air irigasi yang sedikit maka petani hanya boleh menanam lahannya dengan palawija.

**2.5.3. Jadwal Tata Tanam**

Tujuan penyusunan jadwal tanam adalah agar air yang tersedia (dari sungai) dapat dimanfaatkan dengan efektif untuk irigasi, sesuai dengan jumlah yang dibutuhkan tiap lahan. Pada musim kemarau, kekurangan jumlah air dapat diatasi dengan mengatur pola tata tanam sesuai tempat, jenis tanaman dan luas lahan. Penentuan jadwal tata tanam harus disesuaikan dengan jadwal penanaman yang ditetapkan dalam periode musim hujan dan musim kemarau.