

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

	Klasifikasi Jaringan Irigasi		
	Teknis	Semi Teknis	Sederhana
Bangunan Utama	Bangunan permanen	Bangunan permanen atau semi permanen	Bangunan sermentara
Kemampuan dalam mengukur & mengatur debit	Baik	Sedang	Tidak mampu mengatur/mengukur
Jaringan saluran	Saluran pernberi dan Pembuang terpisah	Saluran pemberi dan Pembuang tidak sepenuhnya terpisah	Saluran pernberi 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	Tak ada batasan	< 2000 hektar	< 500 hektar

Sumber : Ditjen Pengairan² (1986:6)

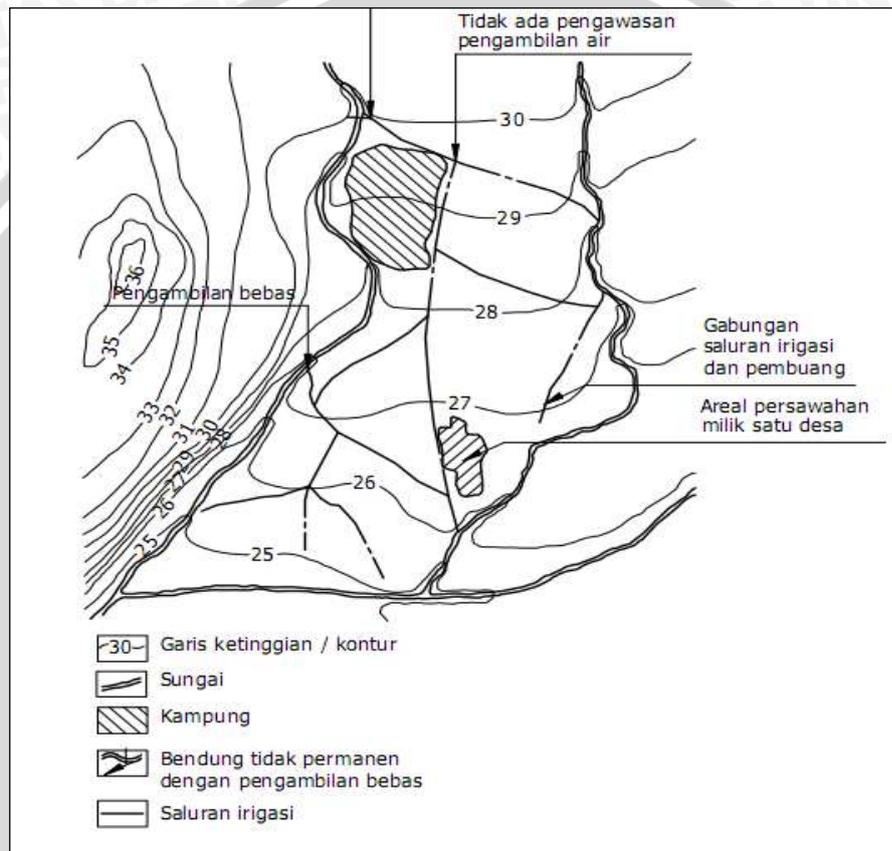
1. Irigasi Sederhana

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.

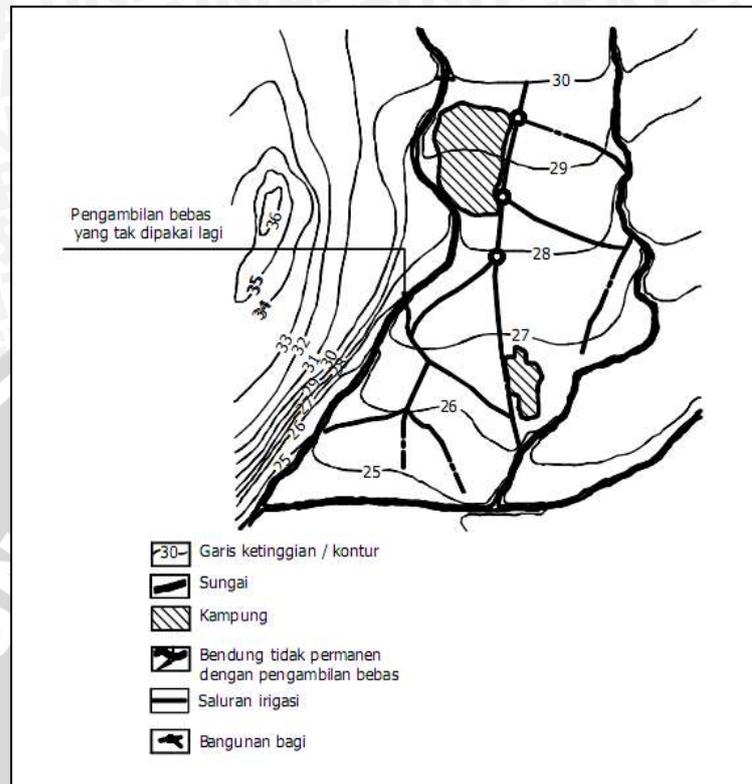


Gambar 2.1. Skema Jaringan Irigasi Sederhana
Sumber : Ditjen Pengairan² (1986:8)

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 pengambilan 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 Pengairan² (1986:10)

3. Irigasi Teknis

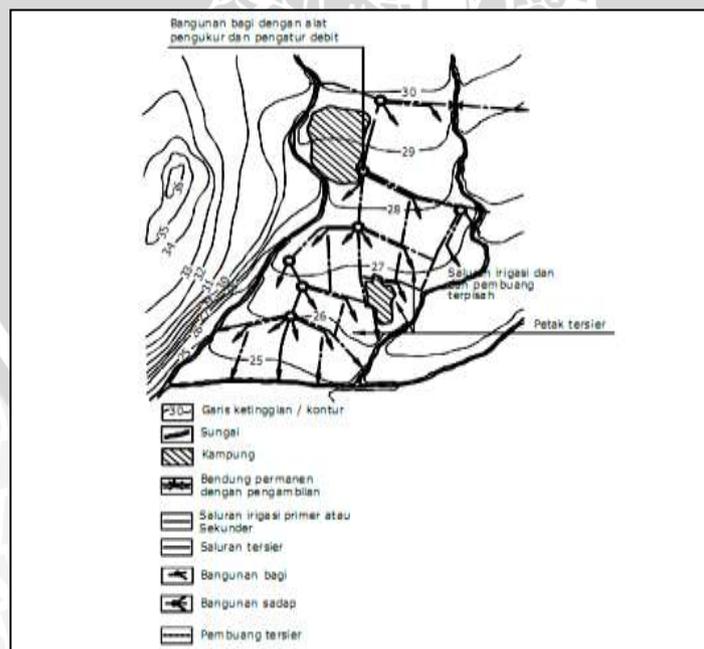
Salah satu teknis prinsip dalam perencanaan jaringan teknis adalah pemisahan antara jaringan irigasi dan jaringan pembuang/pematus. Hal ini berarti bahwa baik saluran irigasi maupun pembuang tetap bekerja sesuai dengan fungsinya masing-masing, dari pangkal hingga ujung. Saluran irigasi mengalirkan air 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 Pengairan² (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.

Debit andalan untuk satu bulan adalah debit dengan kemungkinan terpenuhi atau tidak terpenuhi 20% dari waktu bulan itu. Untuk menentukan kemungkinan terpenuhi atau tidak terpenuhi, debit debit yang sudah diamati disusun dengan urutan kecil kebesar. Catatan mencakup N tahun sehingga nomor tingkatan m debit dengan kemungkinan tak terpenuhi 20% dapat dihitung dengan rumus (Ditjen Pengairan⁴, 1986:17):

$$m = 0,20 \times N \quad (2-1)$$

Dimana :

m = Nomor urut data

N = Jumlah data

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):

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

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.

2.2.2.3.1. 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:

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

2.2.2.3.2. 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:

$$R_{eff} = R_{50} \quad (2-5)$$

2.3. Kebutuhan Air Irigasi

Kebutuhan air disawah untuk tanaman padi ditentukan oleh beberapa faktor antara lain (Ditjen Pengairan², 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 Pengairan⁴, 1986:5):

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

Dimana :

- NFR = Kebutuhan air bersih di sawah (mm/hari)
- ETc = Penggunaan Konsumtif (mm/hari)
- P = Kehilangan air akibat perkolasi (mm/hari)
- R_{eff} = Curah hujan efektif (mm/hari)
- WLR = Pergantian lapisan air (mm/hari)

2.3.1.1. 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 1/dt selama periode penyiapan lahan dan menghasilkan rumus berikut (Ditjen Pengairan², 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_o = Evaporasi air terbuka yang diambil 1,1x E_T 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.

2.3.1.2. 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/m² 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 ditanamkan 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.

2.3.1.3. Penggunaan Konsumtif

Penggunaan konsumtif dihitung dengan rumus berikut (Ditjen Pengairan⁴, 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)

2.3.1.3.1. 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 Requirments*) 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):

$$E_{To} = c [W \cdot R_n + (1-W) \cdot f(U) \cdot (e_s - e_a)] \quad (2-10)$$

dimana:

E_{To} = 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 deficit* (mbar)

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

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

$t(^{\circ}\text{C})$	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

$$1 \text{ mm Hg} = 1,333 \text{ mbar}$$

Sumber: Hadisusanto, 2011:284 (diolah)

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

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

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	($^{\circ}\text{C}$)	22,0	24,0	26,0	28,0
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 (diolah)

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

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	14,9	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 (diolah)

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

dimana:

α = 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 (diolah)

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

$$f(ea) = 0,34 - 0,044 \sqrt{ea} \quad (2-15)$$

dimana:

ea = tekanan udara (mbar)

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

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

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

$$R_n = R_{ns} - R_{nl}$$

(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 (diolah)

2.3.1.3.2. 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 Pengairan², 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	0,75	1,0	1,0	0,82	0,45*								
Jagung	80		0,5	0,59	0,96	1,05	1,02	0,95*											
Kacang tanah	130		0,5	0,51	0,66	0,85	0,95	0,95	0,95	0,55	0,55*								
Bawang	70		0,5	0,51	0,69	0,90	0,95*												
Buncis	75		0,5	0,64	0,89	0,95	0,88												
Kapas	195		0,5	0,5	0,58	0,75	0,91	1,04	1,05	1,05	1,05	0,78	0,65	0,65	0,65				

Sumber: Ditjen Pengairan², 1986: Lampiran II,43

Tabel 2.10. Harga-harga Koefisien Tanaman Tebu

Umur Tanaman		Tahap Pertumbuhan	Rh _{min} < 70%		Rh _{min} < 20%	
12 bulan	24 bulan		angin kecil sampai sedang	angin kencang	angin kecil sampai sedang	angin kencang
0 - 1	0 - 2,5	saat tanam sampai 0,25 rimbun	0,55	0,6	0,4	0,45
1 - 2	2,5 - 3,5	0,25 - 0,5 rimbun	0,8	0,85	0,75	0,8
2 - 2,5	3,5 - 4,5	0,5 - 0,75 rimbun	0,9	0,95	0,95	1,0
2,5 - 4	4,5 - 6	0,75 sampai rimbun	1,0	1,1	1,1	1,2
4 - 10	6 - 17	penggunaan air puncak	1,05	1,15	1,25	1,3
10 - 11	17 - 22	awal berbunga	0,8	0,85	0,95	1,05
11 - 12	22 - 24	menjadi masak	0,6	0,65	0,7	0,75

Sumber: Ditjen Pengairan², 1986: Lampiran II,44

2.3.1.4. 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 Pengairan², 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.

2.3.1.5. 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 Pengairan², 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 sebesar 50 mm).

2.3.2. Kebutuhan Air Irigasi Metode FPR-LPR

2.3.2.1. Metode FPR (Faktor Palawija Relatif)

Faktor Palawija Relatif merupakan metode perhitungan kebutuhan air irigasi yang berkembang di Jawa Timur. Dalam situasi menipisnya sumber daya air di Jawa Timur khususnya, perencanaan kebutuhan air merupakan faktor yang mempengaruhi pengambilan keputusan dalam pengelolaan air yang tersedia. Faktor Palawija Relatif merupakan debit air yang dibutuhkan di bangunan sadap tersier oleh tanaman palawija seluas satu hektar yang dihitung berdasarkan (Ditjen Pengairan⁵, 1997):

$$FPR = \frac{Q}{LPR} \quad (2-19)$$

Dengan : FPR = Faktor Palawija Relatif (ltr/det/ha.pol)

Q = Debit yang mengalir di sungai (ltr/det)

LPR = Luas Palawija Relatif (ha.pol)

Tabel 2.11. Nilai FPR Berdasarkan Jenis Tanah

Jenis Tanah	FPR (l/det) ha. palawija		
	Air kurang	Air cukup	Air memadai
Alluvial	0.18	0.18 - 0.36	0.36
Latosol	0.12	0.12 - 0.23	0.23
Grumosol	0.06	0.06 - 0.12	0.12
Giliran	Perlu	Mungkin	Tidak

Sumber: Ditjen Pengairan⁵, 1997

2.3.2.2. Metode Nilai LPR (Luas Palawija Relatif)

Pada dasarnya nilai LPR adalah perbandingan kebutuhan air antara jenis tanaman satu dengan jenis tanaman lainnya. Tanaman pembanding yang digunakan adalah palawija yang mempunyai nilai 1 (satu). Semua kebutuhan tanaman yang akan dicari terlebih dahulu dikonversikan dengan kebutuhan air palawija yang akhirnya didapatkan satu angka sebagai faktor konversi untuk setiap jenis tanaman. Luas Palawija Relatif merupakan hasil kali luas tanaman suatu jenis tanaman dikalikan dengan suatu nilai perbandingan antara kebutuhan air tanaman tersebut terhadap kebutuhan air oleh palawija.

$$LPR = \text{Luas Tanam} \times \text{Angka Pembanding LPR Tanam} \quad (2-20)$$

Tabel 2.12. Angka Pemanding LPR Tanaman

No	Jenis Tanaman	Koefisien Pemanding
1	Palawija	1
2	Padi musim penghujan (rendeng)	
	a. Penggarapan lahan untuk pembibitan	20
	b. Penggarapan lahan untuk tanaman padi	6
	c. Pertumbuhan /pemeliharaan	4
3	Padi musim kemarau (gadu ijin)	Sama dengan padi rendeng
4	Padi Gadu tidak ijin	1
5	Tebu	
	a. Bibit / muda	1,5
	b. Tua	0
6	Tembakau / Rosela	1
7	Pengisian tambak (sawah tambak)	3

Sumber : Ditjen Pengairan⁵, 1997

2.4. Sistem Pemberian Air Irigasi

Mengingat pentingnya fungsi air bagi penanaman padi di sawah, maka pengaturan pemberian air perlu disesuaikan dengan kebutuhannya. Air yang masuk ke petakan sawah akan merembes ke bawah (infiltrasi) dan perembesan diteruskan ke lapisan tanah yang lebih bawah yang disebut perkolasi. Kebutuhan air di sawah dan debit yang diperlukan pada pintu pengambilan dihitung dengan menggunakan persamaan di bawah ini (Departemen Pertanian, 1977:155):

$$Q_1 = \frac{H \times A}{T} \times 10.000 \quad (2-21)$$

$$Q_2 = \frac{Q_1}{86400} \times \frac{1}{(1-L)} \quad (2-22)$$

Dimana : Q1 = Kebutuhan harian air di lapangan/petak sawah (m³/hr)

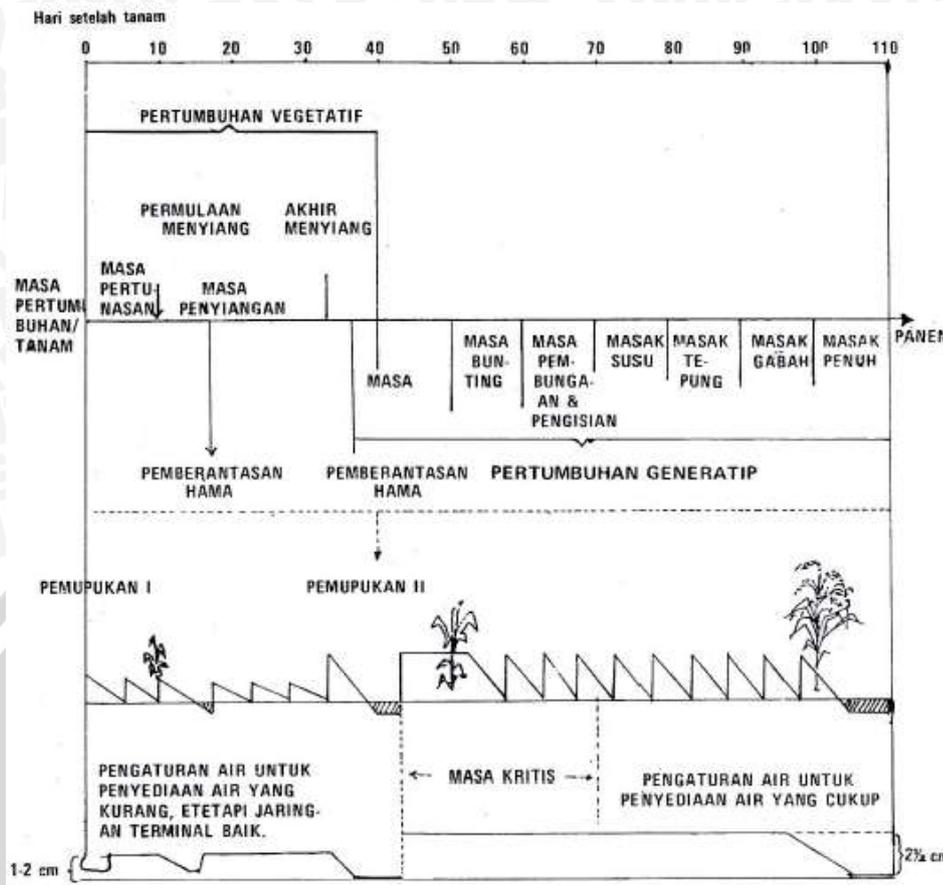
Q2 = Kebutuhan harian air pada pintu pemasukan (m³/det)

H = Tinggi genangan (m)

A = Luas area sawah (ha)

T = interval pemberian air (hari)

L = Kehilangan air di lapangan/petak sawah dan saluran



Gambar 2.4. Pengaturan Air Tiap Masa Pertumbuhan Tanaman Padi
Sumber : Departemen Pertanian, 1997 : 159

Pemberian air untuk tanaman padi berbeda-beda, tergantung dengan iklim, tanah, debit air, kebutuhan tanaman dan kebiasaan petani. Menurut cara pemberiaannya, pemberian air untuk tanaman padi sebagai berikut (Departemen Pertanian, 1977 :157):

a) Mengalir terus-menerus (*continous flowing*)

Air diberikan secara terus-menerus dari saluran ke petakan sawah atau dari petakan sawah yang satu ke petakan sawah yang lain. Cara ini merupakan cara yang terbanyak dipraktikkan di Indonesia. Cara ini dinilai boros air serta pemakaian pupuk maupun pestisida tidak efisien (hemat). Cara ini dipraktikkan dengan pertimbangan:

1. Air cukup banyak tersedia.
2. Menghilangkan kandungan H_2S atau senyawa lain yang berbahaya akibat drainase yang kurang baik sebelumnya.
3. Mempertahankan temperatur tanah dari keadaan yang terlalu tinggi atau terlalu rendah.
4. Menghemat tenaga untuk mengelola air.

5. Menekan tumbuhnya gulma.



Gambar 2.5. Pemberian air irigasi dengan pengaliran terus menerus
Sumber : Departemen Pekerjaan Umum (2006:6)

b) Penggenangan terus-menerus (*continous submergence*)

Tanaman diberi air dan dibiarkan tergenang mulai beberapa hari setelah tanam hingga beberapa hari menjelang panen. Keadaan ini dapat dilakukan apabila jumlah air yang tersedia dalam kondisi cukup. Dengan ketinggian genangan kurang dari 5cm, maka diperoleh produksi yang tinggi dan air lebih efisien (hemat). Cara ini dipraktikkan dengan pertimbangan:

1. Penggenangan terus-menerus dengan diselingi saat pemupukan memberi respon yang baik.
2. Menekan atau mengurangi pertumbuhan gulma.
3. Menghemat tenaga untuk pengelolaan tanah.



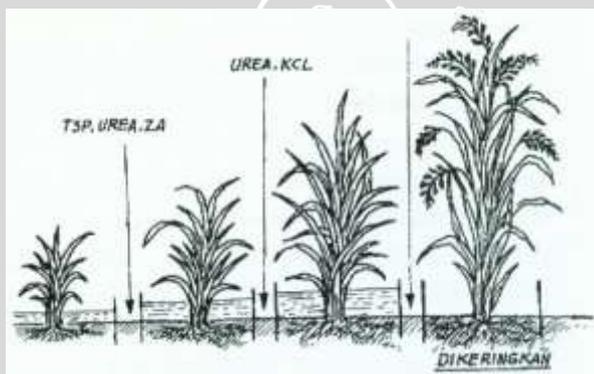
Gambar 2.6. Pemberian air irigasi dengan penggenangan terus menerus
Sumber : Departemen Pekerjaan Umum (2006:6)

c) Terputus-putus (*intermittent*)

Tanaman diberikan air sampai pada ketinggian tertentu, kemudian diselingi dengan pengeringan, setelah beberapa hari baru diberi air lagi. Pemberian air secara terputus-putus ini disebut juga pemberian air dengan rotasi (*rotational irrigation*).

Cara ini baik dipraktekkan pada daerah-daerah yang kekurangan air. Faktor yang harus dipertimbangkan dalam praktek ini ialah mengetahui periode-periode kritis dari pertumbuhan tanaman. Keuntungan dan kerugian menggunakan cara pemberian air terputus-putus ialah:

1. Menghemat air sehingga menjamin kestabilan penyediaan air.
2. Kelebihan air akibat penggunaan yang hemat dapat digunakan untuk perluasan area atau penggunaan untuk industri
3. Memperbaiki aerasi (kandungan udara) tanah sehingga menghindarkan tanaman dari keracunan.
4. Dapat memutus siklus perkembang biakan malaria.
5. Memerlukan tambahan modal investasi untuk penyempurnaan fasilitas jaringan.
6. Mempercepat pertumbuhan gulma.
7. Memerlukan tenaga yang lebih banyak dan lebih trampil.



Gambar 2.7. Pemberian air irigasi dengan pengaliran air terputus-putus
Sumber : Departemen Pekerjaan Umum (2006:7)

2.4.1. Penggenangan Terus-menerus

Air irigasi yang dialirkan ke petak sawah secara terus menerus di seluruh area irigasi. Yang perlu diperhatikan adalah ketersediaan air harus betul-betul terjamin dan masalah drainase harus berfungsi dengan baik untuk membuang kelebihan air terutama dimusim hujan. Kerugian yang timbul adalah air yang diberikan cukup besar, air banyak yang terbuang percuma sehingga efisiensinya kecil. Berikut pelaksanaan pemberian air di petakan sawah (Departemen Pertanian. 1977:160)

1. Setelah pemupukan I, kemudian bibit di tanam dan setelah itu selama 3 hari sawah tidak diairi tapi dibiarkan dalam keadaan macak-macak.
2. Selama 10 hari mulai dari umur 4 hari sampai 14 hari setelah tanam, diberi air setinggi 7 cm sampai 10 cm.

3. Selama 14 hari dari umur 15 sampai 30 hari setelah tanam, sawah digenangi air setinggi 3 cm sampai 5 cm.
4. Setelah itu air dikeluarkan selama 5 hari dan keadaan tanah dibiarkan macak-macak. Pada saat ini dilakukan pemupukan ke II dan menyangi ke I.
5. Dari umur 35 hari sampai 50 hari setelah tanam, sawah digenangi lagi selama 14 hari sedalam 5 cm sampai 10 cm.
6. Pada umur 50 hari setelah tanam, petakan sawah dikeringkan selama 5 hari dan dibiarkan kering sampai macak-macak. Pada saat ini dilakukan pemupukan ke II dan menyangi ke II.
7. Pada umur 55 hari, diadakan penggenangan terus menerus sedalam 10 cm sampai masa berbunga serempak dan gabah berisi penuh.
8. Pada waktu 7 hari sampai 10 hari sebelum panen, petakan dikeringkan.

2.4.2. Sistem Pengairan Terputus-putus

Di Indonesia lebih dikenal dengan sistem gilir giring yaitu pemberian air dengan sistem golongan terputus-putus yang umumnya dilaksanakan pada saat air irigasi yang tersedia tidak/kurang memadai. Penggiliran air irigasi dilakukan pada tingkat petak sawah dalam periode waktu tertentu (Huda, 2012: 19).

- Yang dimaksud dengan Gilir adalah pemberian air dalam interval waktu tertentu tergantung pada kondisi tanaman, air dan tanah.
- Yang dimaksud dengan Giring adalah penggiringan air irigasi mulai dari hilir (ujung sekunder) menuju bangunan bagi/saluran tersier dan akhirnya kepetak sawah yang mendapat giliran diberikan air.

Pemberian air secara terputus-putus adalah cara memberikan dengan penggenangan yang diselingi dengan pengeringan (pengaturan) pada jangka waktu tertentu, yaitu saat pemupukan dan penyangian. Cara ini disarankan karena dapat meningkatkan produksi dan menghemat penggunaan air (*Integrated Irrigation Sector Project*, 2001). Pemberian air secara terputus-putus ini, dijelaskan pada budidaya padi dengan metode tanam padi sebatang, dan SRI (Purba, 2011: 150).

Pemberian Air Pada Cara Bercocok Tanam Padi Sebatang Bercocok Tanam Padi Sebatang, penggenangan airnya sangat terbatas dan terputus-putus (*intermittent*) sebagaimana dijelaskan berikut ini.

Tabel 2.13. Pemberian Air Pada Cara Bercocok Tanam Padi Sebatang

No	Pengaturan Air	Hari Setelah Tanam (hst)
1	Dikeringkan	0 - 3 hst
2	Diairi Macak-macak (tinggi air 0-2cm)	4 - 13 hst
3	Dikeringkan	14 - 16 hst
4	Diairi Macak-macak (tinggi air 0-2cm)	17 - 26 hst
5	Dikeringkan	27 - 29 hst
6	Diairi Macak-macak (tinggi air 0-2cm)	30 - 39 hst
7	Dikeringkan	40 - 42 hst
8	Diairi Macak-macak (tinggi air 0-2cm)	43 - 52 hst
9	Dikeringkan	53 - 55 hst
10	Diairi Macak-macak (tinggi air 0-2cm)	56 - 65 hst
11	Dikeringkan	66 - 68 hst
12	Diairi Macak-macak (tinggi air 0-2cm)	69 - 78 hst
13	Dikeringkan	79 - 81 hst
14	Diairi Macak-macak (tinggi air 0-2cm)	82 - 91 hst
15	Dikeringkan Sampai Panen	92 – 105* hst

*Tergantung umur varietas padi
Sumber: (Purba, 2011: 150).

Metode SRI (*System of Rice Intensification*) pada budidaya padi dilakukan dengan memberikan air irigasi secara terputus (*intermittent*) berdasarkan alternasi antara periode basah (genangan dangkal) dan kering. Metode irigasi ini disertai metode pengelolaan tanaman yang baik dapat meningkatkan produktivitas tanaman padi hingga 30-100% bila dibandingkan dengan menggunakan metode irigasi konvensional (tergenang kontinyu).

Metode irigasi ini awalnya dikembangkan untuk metode budidaya padi SRI yang memiliki ciri khas sebagai berikut:

1. Irigasi terputus macak-macak atau genangan dangkal (± 2 cm) sampai retak rambut
2. Tanam benih muda (10 hari setelah semai) dan satu lubang satu
3. Jarak tanam lebar 30 cm x 30 cm, 40 cm x 40 cm
4. Penggunaan pupuk organik (kompos)
5. Penyiangan minimal empat kali pada umur tanaman 10, 20, 30 dan 40 Hari Setelah Tanam (HST)
6. Pengendalian hama terpadu.

Irigasi diberikan pada saat tanah cukup kering (batas bawah) sampai genangan dangkal (batas atas). Setelah batas atas tercapai irigasi dihentikan dan genangan air di

lahan dibiarkan berkurang hingga batas bawah kembali tercapai. Batas bawah dan batas atas bervariasi tergantung jenis tanah dan karakteristik agroekologi setempat.

Sebagai acuan awal, pada tanah dengan tingkat perkolasi sedang atau rendah batas atas dan batas bawah irigasi mengacu pada metode yang biasa dilakukan petani di Tasikmalaya, Jawa Barat. Batas atas irigasi adalah macak-macak (pada fase vegetatif) atau genangan 2 cm (pada fase generatif). Batas bawah irigasi adalah saat kondisi air di lahan terlihat retak rambut. Secara skematis pemberian air tersebut tergambar dalam Gambar 2.8.



Gambar 2.8. Skema pemberian air pada tanah bertingkat perkolasi rendah atau sedang
Sumber: Puslitbang Sumber Daya Air, 2010

Di Jawa Barat, pola pengelolaan irigasi SRI di lahan adalah sebagai berikut (Purba, 2011: 150):

1. Kondisi air dari macak-macak dibiarkan sampai retak rambut, kemudian diairi lagi sampai macak-macak. Kondisi ini dilakukan selama periode vegetatif dan pertumbuhan anakan (sampai dengan $\pm 45 - 50$ hst). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Balai Irigasi, kondisi retak rambut tercapai saat kadar air tanah mencapai $\pm 80\%$ dari kadar air jenuh lapang (macak-macak).
2. Pada saat penyiang, air irigasi diberikan sampai genangan 2 cm untuk memudahkan operasi alat penyiang. Setelah penyiang selesai biasanya sawah dibiarkan menjadi macak-macak dengan sendirinya.
3. Pada waktu mulai fase pembungaan ($\pm 51 - 70$ hst) dan pengisian bulir sampai masak susu ($\pm 71 - 95$ hst), sawah diairi dan terus dipertahankan macak-macak. Fase ini tanaman padi sangat peka terhadap kekurangan air. Pemberian air secara intermitten juga dapat dilakukan dengan mengairi lahan sampai 2 cm dan lalu irigasi kembali diberikan saat retak rambut.

4. Pada fase pematangan bulir sampai panen ($\pm 96 - 105$ hst), sawah dikeringkan. Pengerangan pada periode pematangan bertujuan untuk mempercepat dan menyeragamkan proses pematangan bulir padi.

Pada dasarnya konsep dan prinsip metode SRI antara lain sebagai berikut:

1. Persemaian Benih

Persemaian dengan metode SRI dapat dilakukan dengan dua cara yaitu persemaian pada lahan dan persemaian dengan media tempat. Persemaian pada lahan adalah persemaian yang langsung dilakukan di lahan pertanian, seperti pada sistem konvensional. Sedangkan persemaian dengan media tempat yaitu persemaian yang menggunakan wadah berupa kotak/besek/wonca/pipiti yang ditempatkan di areal terbuka untuk mendapatkan sinar matahari. Pembuatan media persemaian dengan penggunaan wadah ini dimaksudkan untuk memudahkan pengangkutan dan penyeleksian benih. Untuk lahan seluas satu hektar dibutuhkan wadah persemaian dengan ukuran 20 cm x 20 cm sebanyak 400 – 500 buah. Kotak/besek/wonca/pipiti bisa juga diganti dengan wadah lain seperti pelepah pisang atau belahan buluh bambu. Pembuatan media persemaian dengan menggunakan wadah dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- Mencampur tanah dengan pupuk organik dengan perbandingan 1 : 1
- Kebutuhan benih ialah 4,9 – 7 kg per ha.
- Sebelum wadah tempat pembibitan diisi dengan tanah yang sudah dicampur dengan pupuk organik, terlebih dahulu dilapisi dengan daun pisang atau plastik dengan tujuan untuk mempermudah pencabutan dan menjaga kelembaban tanah, kemudian tanah dimasukkan dan disiram dengan air sehingga tanah menjadi lembab.
- Tebarkan benih ke dalam wadah. Jumlah benih per wadah antara 300 – 350 biji.
- Setelah benih ditabur, kemudian tutup benih dengan arang sekam sampai rata menutupi benih.
- Persemaian dapat diletakkan pada tempat-tempat tertentu yang aman dari gangguan ayam atau binatang lain.
- Selama masa persemaian, lakukan penyiraman setiap pagi dan sore apabila tidak turun hujan agar media tetap lembab dan tanaman tetap segar.



Gambar 2.9. Pembibitan pada SRI (Gambar Kanan Bibit Usia 4 Hari)
Sumber: Puslitbang Sumber Daya Air, 2010

2. Penyiapan dan Pengolahan Lahan

- Tanah dibajak sedalam 25 – 30 cm
- Benamkan sisa-sisa tanaman dan rumput-rumputan
- Gemburkan dengan garu sampai terbentuk struktur lumpur yang sempurna, lalu diratakan sehingga saat diberikan air ketinggiannya di petakan sawah merata
- Sangat dianjurkan pada waktu pembajakan diberikan pupuk organik (pupuk kandang, pupuk kompos, pupuk hijau).

3. Penanaman

- Sebelum penanaman terlebih dahulu dilakukan penyaplakan dengan memakai caplak agar jarak tanam pada areal persawahan menjadi lurus dan rapi sehingga mudah untuk disiang. Variasi jarak tanam diantaranya: jarak tanam 25 x 25 cm, 30 x 30 cm, 35 x 35 cm, atau jarak tertentu lainnya. Penyaplakan dilakukan seeara memanjang dan melebar dimana setiap pertemuan garis dari hasil penggarisan dengan caplak adalah tempat untuk penanaman 1 bibit padi.
- Bibit ditanam pada umur muda yaitu berumur 7 – 12 hari setelah semai (hss) atau ketika bibit masih berdaun 2 helai.

4. Penyiangan

Penyiangan dilakukan minimal 3 kali. Penyiangan pertama dilakukan pada saat tanaman berumur 10 hari setelah tanam (HST) dan selanjutnya penyiangan kedua dilakukan pada saat tanaman berumur 20 HST. Penyiangan ketiga pada umur 30 HST dan penyiangan keempat pada umur 40 HST.

2.5. 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 (Ditjen Pengairan², 1986 : 110) :

1. Luas daerah irigasi dikurangi

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

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

3. Rotasi teknis atau golongan

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.

2.6. Sistem Golongan

Untuk memperoleh tanaman dengan pertumbuhan yang optimal guna mencapai produktivitas yang tinggi, maka penanaman harus memperhatikan pembagian air secara merata ke semua petak tersier dalam jaringan irigasi. Sumber air tidak selalu dapat menyediakan air irigasi yang dibutuhkan, sehingga harus dibuat rencana pembagian air yang baik. Pada saat-saat dimana air tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan air tanaman dengan pengaliran menerus, maka pemberian air tanaman dilakukan dalam sistem pemberian air secara bergilir, dengan maksud menggunakan air lebih efisien.

Sawah dibagi menjadi golongan-golongan saat permulaan pekerjaan sawah bergiliran menurut golongan masing-masing.

Sistem golongan adalah memisah-misahkan periode-periode pengolahan (penggarapan) dengan maksud menekan kebutuhan air maksimum. Beberapa keuntungan dan kelebihan yang terjadi pada sistem golongan :

1. berkurangnya kebutuhan pengambilan puncak.
2. kebutuhan pengambilan puncak bertambah secara berangsur-angsur pada awal waktu pemberian air irigasi (pada periode penyiapan lahan).
3. Timbulnya komplikasi sosial
4. Eksploitasi rumit
5. Kehilangan akibat eksploitasi sedikit lebih tinggi
6. Jangka waktu irigasi untuk tanaman pertama lebih lama, akibatnya lebih sedikit waktu yang tersedia untuk tanaman yang kedua
7. Daur/siklus gangguan serangga, pemakaian insektisida.

Pengaturan-pengaturan umum terhadap golongan-golongan adalah sebagai berikut:

- a. Tiap jaringan induk dibagi menjadi tiga golongan A,B,C. Tiap golongan dadakan sampai seluruh petak-petak tersier dengan cara menggolongkan baku-baku sawah yang seharusnya hampir sama menjadi masing-masing golongan.
- b. Tiap golongan A,B,C digilir.
- c. Untuk keperluan pengolahan tanahnya (garapan), masing-masing golongan menerima air selama dua periode sepuluh harian mulai dari golongan A.
- d. Tanaman padi gadu yang masih ada di sawah diberi air dengan cukup.

Tiap golongan harus diberi batas yang tetap. Tiap-tiap tahun pengaturan golongan digilir, sehingga keuntungan atau kerugian bagian dapat terbagi secara merata.

Sistem golongan dikerjakan sebagai berikut:

Tabel 2.14. Pengerjaan Sistem Golongan

Periode	Golongan A	Golongan B	Golongan C
s/d hari ke satu	Garapan tanah untuk pembibitan	-	-
hari ke 1-20	Bibit dan garap tanah untuk tanaman padi	Garap tanah untuk pembibitan	-
hari ke 21-40	Pemindahan tanaman	Bibit dan garap tanah untuk tanaman padi	Garap tanah untuk pembibitan

Periode	Golongan A	Golongan B	Golongan C
hari ke 41-60	Tanaman padi	Pemindahan tanaman	Bibit dan garap tanah untuk tanaman padi
hari ke 61-dst	Tidak ada pembagian air	Tanaman padi	Pemindahan tanaman

Sumber : Wawan, 2010

2.7. Sistem Giliran

Sistem Giliran adalah cara pemberian air disalurkan 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):

$$K = \frac{\text{Debit yang tersedia}}{\text{Debit yang dibutuhkan}} \quad (2-23)$$

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.

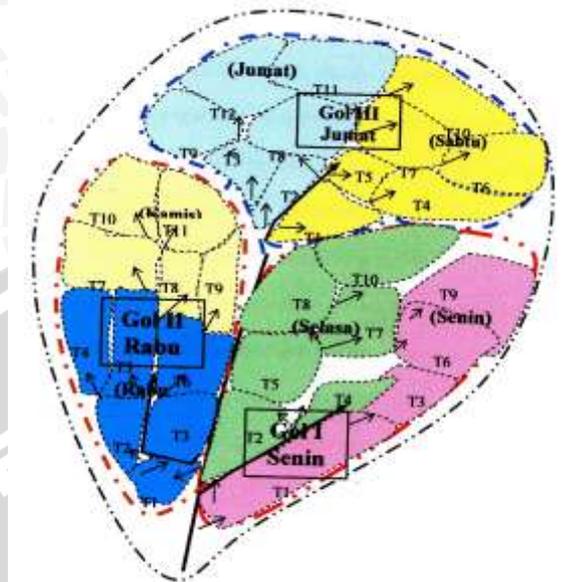
Tabel 2.15. Kriteria Pemberian Air dengan Faktor K

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 selama

pemberian 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 2.10. Pembagian Giliran Pemberian Air
Sumber : Huda, 2012

Dari gambar di atas cara pengaturan air dibagi menjadi 3 giliran yaitu:

- a. Giliran 1 : Yang mendapat air adalah Gol. I selama 3 hari yaitu hari Senin sampai Kamis yaitu dari hari Senin jam 17.00 s/d Kamis 17.00. Di Gol I air dibagi lagi menjadi 2 golongan dan masing-masing golongan mendapat air bergiliran selama 1 hari.
- b. Giliran 2 : Yang mendapat air adalah Gol. II selama 3 hari yaitu hari Kamis sampai Minggu yaitu dari hari Kamis jam 17.00 s/d Minggu 17.00. Di Gol II air dibagi lagi menjadi 3 golongan dan masing-masing golongan mendapat air bergiliran selama 1 hari.
- c. Giliran 3 : Yang mendapat air adalah Gol. III selama 4 hari yaitu hari Minggu sampai Kamis yaitu dari hari Minggu jam 17.00 s/d Kamis 17.00. Di Gol III air dibagi lagi menjadi 2 golongan dan masing-masing golongan mendapat air bergiliran selama 2 hari.

Demikian pula seterusnya untuk hari berikutnya kembali pada giliran 1.

Pada metode ini pemberian air lebih ditekankan pada pemenuhan kebutuhan air irigasi untuk beberapa petak karena keterbatasan ketersediaan air di bangunan sadap. Pemberian air irigasi seperti telah disebutkan didepan lebih dikhususkan kepada beberapa petak dalam satu golongan kemudian dirotasikan pada beberapa petak dalam

satu golongan lain sesuai dengan jadwal pemberian air yang dikaitkan dengan masa pertumbuhan tanaman. Rumus kebutuhan air irigasi untuk sistem rotasi seperti pada persamaan berikut :

$$Q_1 = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{q_1 x A_1}{\sum_{i=1}^{i=n} A_1} x T \quad (2-24)$$

Dimana : T_1 = periode pemberian air (jam)

A_1 = luas areal irigasi pada periode ke-I (ha)

Q_1 = debit air irigasi di pintu pengambilan pada periode ke-I (l/det)

q_1 = debit air irigasi persatuan luas perjadwal rotasi pada periode ke-I (l/det/ha).

2.8. Intensitas Tanam

Intensitas tanam adalah prosentase dari perbandingan antara luas pencapaian tanam pada suatu lahan dengan luas lahan yang bersangkutan dalam kurun waktu setahun. (Priyantoro, 1984:135)

Contoh: Padi-Padi-Palawija

MT I	MT II	MT III
Padi=100%	Padi=100%	Palawija=80%

Intensitas tanam (CI) padi dalam 1 tahun = 200%

Intensitas tanam (CI) palawija dalam 1 tahun = 80%

Intensitas tanam palawija 80% artinya, hanya 80% dari seluruh luas daerah irigasi mampu dicukupi kebutuhan air. Untuk meningkatkan intensitas tanam dalam rangka memaksimalkan hasil produksi pertanian harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

a. Menyusun pola tanam yang seimbang dengan air yang tersedia di sumbernya, agar tercapai :

- Intensitas tanam yang maksimal untuk padi maupun palawija.
- Pola tanam yang sesuai kebutuhan.
- Kontinuitas penyediaan pangan setempat.

b. Menetapkan jadwal tanam dan jadwal pemberian air yang tepat agar :

- Sesuai dengan ketersediaan air.
- Mengurangi resiko kekurangan atau kelebihan air.

c. Mengatur pembagian air yang adil dan merata melalui :

- Pola tanam yang adil antar areal di bagian hulu dan dibagian hilir.
- Pembagian air secara bergilir pada saat persiapan dan pengolahan tanah.
- Pengaturan pembagian air secara bergilir bila persediaan air dipintu berkurang.

2.9. Pola Tata Tanam

2.9.1. 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

1. Penggunaan air seefektif dan seefisien mungkin sehingga perlu pengaturan dalam pemberian air irigasi.
2. Menghindari ketidakseragaman tanaman.
3. Menetapkan jadwal waktu tanam agar memudahkan dalam proses penanaman dan pengelolaan air irigasi.
4. Peningkatan efisiensi irigasi.
5. Peningkatan produksi pertanian.

2.9.2. 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:

1. 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.

2. 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.

3. 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.

4. 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.

2.9.3. 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.

2.10. Pola Operasi Pintu Sorong pada Intake

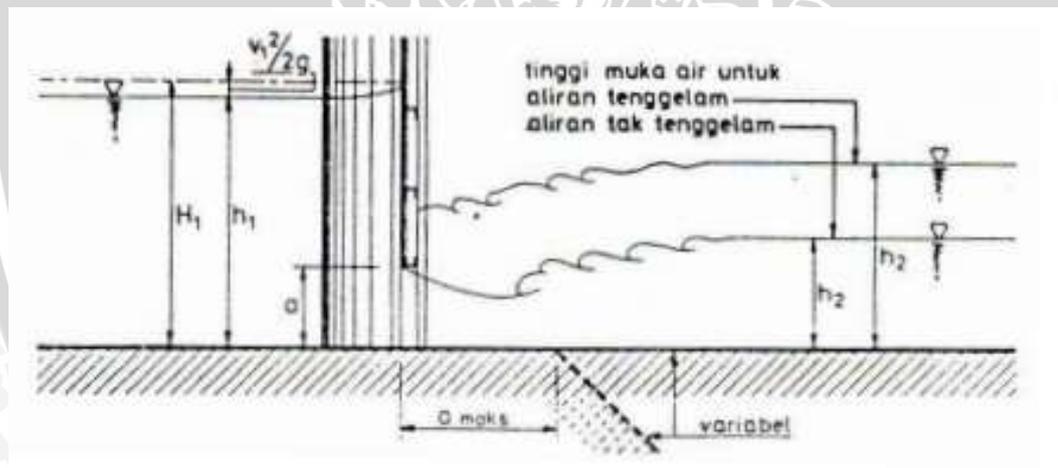
Pintu Sorong dapat digunakan untuk mengukur debit yang didasarkan pada pengukuran dari bukaan pintu. Terdapat dua kondisi pengaliran yang terjadi di pintu sorong yaitu kondisi tidak tenggelam dan kondisi tenggelam. Lebar standar untuk pintu pembilas bawah (*undersluice*) adalah 0,5 m; 0,75 m; 1 m; 1,25 m; dan 1,5m.

Kelebihan pintu sorong

- Tinggi muka air hulu dapat dikontrol dengan tepat
- Pintu bilas kuat dan sederhana
- Sedimen yang diangkut oleh saluran hulu dapat dilewati pintu bilas.

Kelemahan pintu sorong

- Kebanyakan benda-benda terhanyut bisa tersangkut dipintu.
- Kecepatan aliran dan muka air hulu dapat dikontrol dengan baik jika aliran modular.



Gambar 2.11. Aliran di bawah pintu sorong dengan dasar horisontal
Sumber: Ditjen Pengairan³, 1986

Perencanaan hidrolis untuk kondisi tenggelam (Ditjen Pengairan³, 1986 :55)

$$Q = K \mu a b \sqrt{2gh_1} \quad (2-25)$$

Dengan :

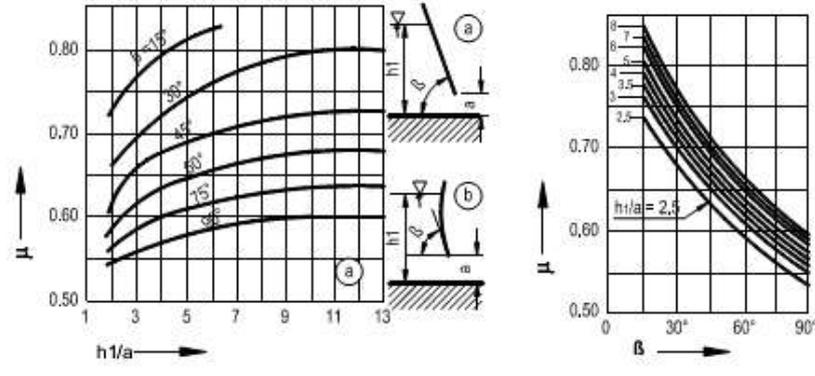
Q = debit (m³/detik)

K = faktor aliran tenggelam (Gambar 2.12)

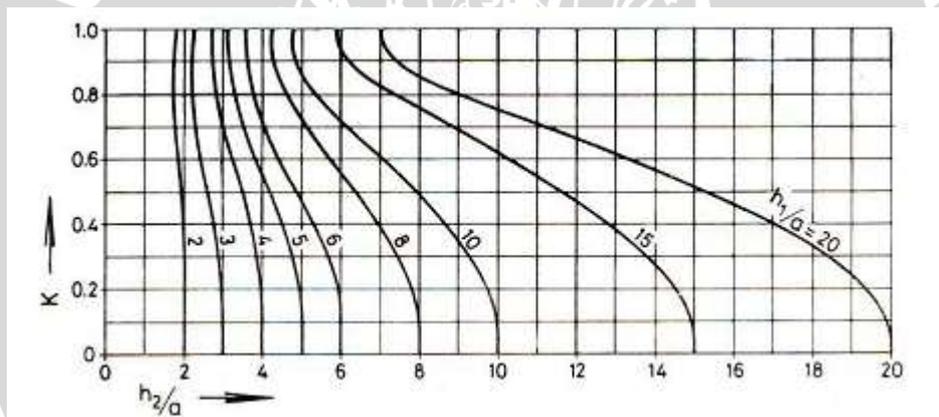
μ = koefisien debit (Gambar 2.13)

a = bukaan pintu (m)

- b = lebar pintu (m)
- g = percepatan gravitasi, $m^2/dt (\approx 9,8)$
- h_1 = kedalaman air didepan pintu diatas ambang (m)



Gambar 2.12. Koefisien K untuk debit tenggelam (dari Schmidt)
 Sumber: Ditjen Pengairan³. 1986



Gambar 2.13. Koefisien debit μ masuk permukaan pintu datar atau lengkung
 Sumber: Ditjen Pengairan³. 1986