

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Jaringan irigasi adalah satu kesatuan saluran dan bangunan yang diperlukan untuk pengaturan air irigasi, mulai dari penyediaan, pengambilan, pembagian, pemberian dan penggunaannya. Secara hirarki jaringan irigasi dibagi menjadi jaringan utama dan jaringan tersier. Jaringan utama meliputi bangunan, saluran primer dan saluran sekunder. Sedangkan jaringan tersier terdiri dari bangunan dan saluran yang berada dalam petak tersier. Suatu kesatuan wilayah yang mendapatkan air dari suatu jaringan irigasi disebut dengan Daerah Irigasi.

2.1.1 Klasifikasi Jaringan Irigasi

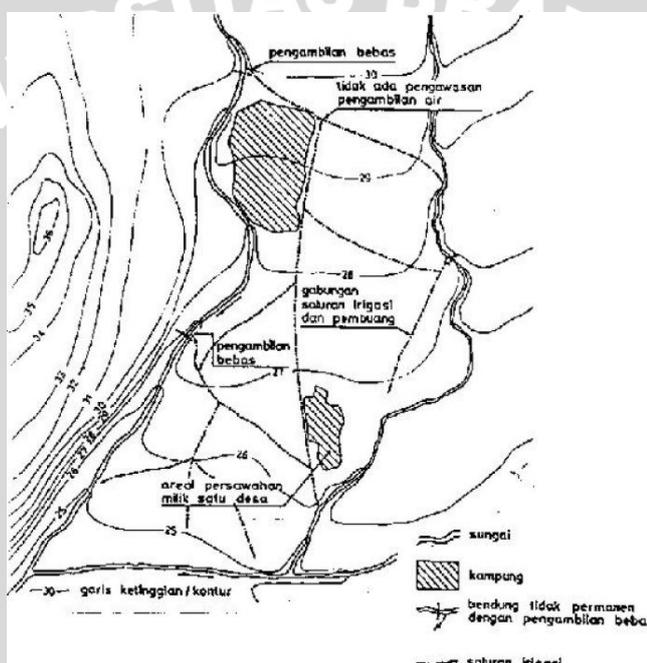
Berdasarkan cara pengaturan, pengukuran, serta kelengkapan fasilitas, jaringan irigasi dapat dikelompokkan menjadi 3 (tiga) jenis, yaitu (1) jaringan irigasi sederhana, (2) jaringan irigasi semi teknis dan (3) jaringan irigasi teknis. Karakteristik masing-masing jenis jaringan diperlihatkan pada Tabel 2. 1.

Tabel 2.1 Klasifikasi Jaringan Irigasi

Bangunan Utama	Klasifikasi Jaringan Irigasi		
	Teknis	Semi Teknis	Sederhana
Kemampuan dalam mengukur dan mengatur debit	Bangunan permanen	Bangunan permanen atau semi permanen	Bangunan sementara
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	Tak ada batasan	<2000 hektar	<500 hektar

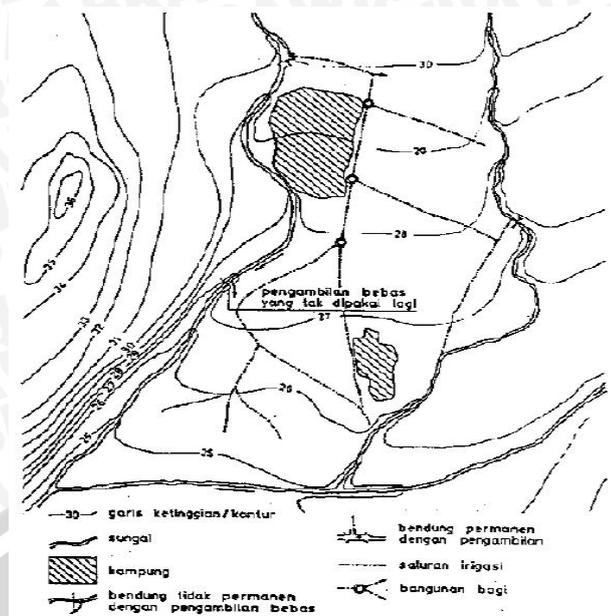
Sumber : Anonim, 1986

Jaringan irigasi sederhana biasanya diusahakan secara mandiri oleh suatu kelompok petani pemakai air, sehingga kelengkapan maupun kemampuan dalam mengukur dan mengatur masih sangat terbatas. Ketersediaan air biasanya melimpah dan mempunyai kemiringan yang sedang sampai curam, sehingga mudah untuk mengalirkan dan membagi air. Jaringan irigasi sederhana mudah diorganisasikan karena menyangkut pemakai air dari latar belakang sosial yang sama. Namun jaringan ini masih memiliki beberapa kelemahan antara lain, (1) terjadi pemborosan air karena banyak air yang terbuang, (2) air yang terbuang tidak selalu mencapai lahan di sebelah bawah yang lebih subur, dan (3) bangunan penyadap bersifat sementara, sehingga tidak mampu bertahan lama. Gambar 2.1 memberikan ilustrasi jaringan irigasi sederhana.



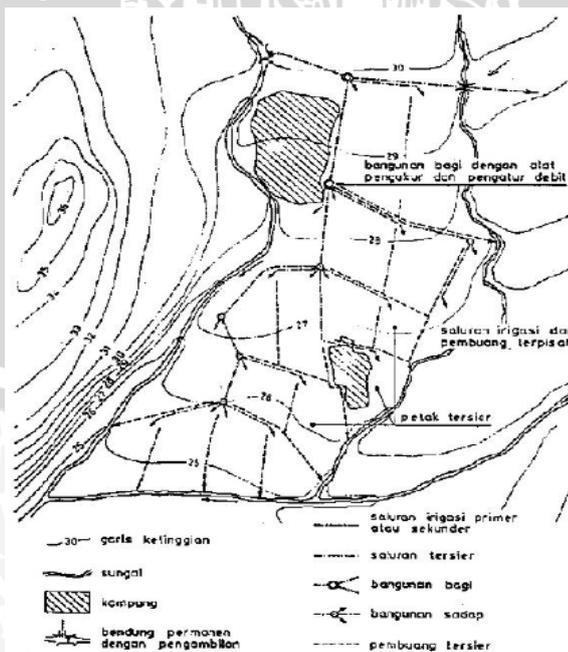
Gambar 2.1 Skematis Contoh Jaringan Irigasi Sederhana
 Sumber : Anonim, 1986

Jaringan irigasi semi teknis memiliki bangunan sadap yang permanen ataupun semi permanen. Bangunan sadap pada umumnya sudah dilengkapi dengan bangunan pengambil dan pengukur. Jaringan saluran sudah terdapat beberapa bangunan permanen, namun sistem pembagiannya belum sepenuhnya mampu mengatur dan mengukur. Karena belum mampu mengatur dan mengukur dengan baik, sistem pengorganisasian biasanya lebih rumit. Gambar 2.2 memberikan ilustrasi jaringan irigasi semi teknis sebagai bentuk pengembangan dari jaringan irigasi sederhana.



Gambar 2.2 Skematis Contoh Jaringan Irigasi Semi Teknis
 Sumber : Anonim, 1986

Jaringan irigasi teknis mempunyai bangunan sadap yang permanen. Bangunan sadap serta bangunan bagi mampu mengatur dan mengukur. Disamping itu terdapat pemisahan antara saluran pemberi dan pembuang. Pengaturan dan pengukuran dilakukan dari bangunan penyadap sampai ke petak tersier. Untuk memudahkan sistem pelayanan irigasi kepada lahan pertanian, disusun suatu organisasi petak yang terdiri dari petak primer, petak sekunder, petak tersier, petak kuartier dan petak sawah sebagai satuan terkecil. Gambar 2.3 memberikan ilustrasi jaringan irigasi teknis sebagai pengembangan dari jaringan irigasi semi teknis.



Gambar 2.3 Skematis Contoh Jaringan Irigasi Teknis
 Sumber : Anonim, 1986

2.2 Debit di Intake

Pengamatan debit di pintu pengambilan (*intake*) dalam hubungannya dengan estimasi adalah besarnya debit air yang harus dipenuhi untuk kebutuhan air irigasi, dihitung berdasarkan kebutuhan air di tiap hektarnya dengan didasarkan pada pola dan waktu tanam serta jenis komoditas yang direncanakan.

Debit air pada intake yang diukur berdasarkan kebutuhan total air irigasi pada pintu pengambilan dalam satu periode adalah hasil kali kebutuhan air di sawah dengan faktor efisien dan jumlah hari dalam satu periode penanaman atau dapat juga dihitung menggunakan alat ukur yang ada pada intake (Standar Perencanaan Irigasi KP-01, 1986:157).

Rumus yang digunakan:

$$DR = NFR \times \frac{1}{eff} \quad (2-1)$$

dengan:

DR = Kebutuhan air irigasi pada pintu pengambilan atau *intake* (mm/hari)

NFR = Kebutuhan air di sawah (mm/hari)

Eff = Efisiensi irigasi (%)

Perhitungan kebutuhan air irigasi pada daerah persawahan diperoleh dengan persamaan berikut:

a. Untuk tanaman padi

$$NFR = ET + WLR + IR + P - Re \quad (2-2)$$

b. Untuk tanaman palawija

$$NFR = ET + P - Re \quad (2-3)$$

dengan:

NFR = Kebutuhan air di sawah (1mm/hari x 10.000/24x60x60= 1) (lt/dt/ha)

ET = Kebutuhan air tanaman (mm/hari)

WLR = Kebutuhan air untuk pengolahan tanah (mm/hari)

IR = Kebutuhan air untuk pembibitan (mm/hari)

P = Perkolasi (mm/hari)

Re = Curah hujan efektif (mm/hari)

2.3 Debit di Outlet

Pengamatan debit di outlet dilakukan untuk mengetahui apakah debit yang tersedia di lapangan sudah mencukupi kebutuhan air yang diperlukan sampai jaringan irigasi yang dituju. Untuk mengetahui debit air yang keluar pada bangunan irigasi dapat

dilakukan dengan cara debit air pada pintu pengambilan dikurangi dengan banyaknya kebutuhan air yang diperlukan pada saat melewati saluran sebelum bangunan outlet, sehingga dapat mengetahui debit air yang tersisa. Selain itu pengamatan debit dapat juga menggunakan alat ukur yang ada jaringan irigasi tersebut.

2.4 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%). Debit andalan ditentukan untuk periode tengah – ulanan. Debit minimum sungai diantalisir atas dasar data debit harian sungai. Agar analisisnya cukup tepat dan andal, catatan data yang diperlukan harus meliputi jangka waktu paling sedikit 20 tahun. Jika persyaratan ini tidak bisa dipenuhi, maka metode hidrologi analitis dan empiris bisa dipakai. Dalam menghitung debit andalan, kita harus mempertimbangkan air yang diperlukan dari sungai di hilir pengambilan. Dalam praktek ternyata debit andalan dari waktu ke waktu mengalami penurunan seiring dengan penurunan fungsi daerah tangkapan air. Penurunan debit andalan dapat menyebabkan kinerja irigasi berkurang yang mengakibatkan pengurangan areal persawahan. Antisipasi keadaan ini perlu dilakukan dengan memasukkan faktor koreksi besaran 80% - 90% untuk debit andalan. Faktor koreksi tersebut tergantung pada kondisi perubahan DAS. (Anonim:1986)

$$Keandalan (\%) = \frac{m}{n + 1} \tag{2-4}$$

dengan : m = nomor urut data
 n = Jumlah data

Tabel 2.2 Debit Andalan

Catatan Debit		Metode	Parameter Perencanaan
1a	Data cukup (5 tahun atau lebih)	Analisis frekuensi distribusi frekuensi normal	Debit rata-rata tengah bulan dengan kemungkinan tak terpenuhi 20%

Lanjutan Tabel 2.2

Catatan Debit		Metode	Parameter Perencanaan
1b	Data terbatas	Analisis frekuensi Rangkaian debit dihubungkan dengan rangkaian curah hujan yang mencakup waktu lebih lama	Seperti pada 1a dengan ketelitian kurang dari itu
2	Data minimal atau tidak ada	a. Model simulasi pertimbangan air dari Dr. Mock atau metode Enreca dan yang serupa lainnya curah hujan di daerah aliran sungai, evapotranspirasi, vegetasi tanah dan karakteristik geologis daerah aliran sebagai data masukan b. Perbandingan dengan daerah aliran sungai di dekatnya	Seperti pada 1b dengan ketelitian kurang dari itu
3	Data tidak ada	Metode kapasitas saluran aliran rendah dihitung dari muka air rendah, potongan melintang sungai dan kemiringan yang sudah diketahui. Metode tidak tepat hanya sebagai cek.	Seperti pada 1b dengan ketelitian kurang dari itu

Sumber : KP-01 Perencanaan Irigasi

2.5 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kebutuhan Air Irigasi

Menurut Anonim/KP-01 (1986) menghitung besarnya kebutuhan air irigasi padi ditentukan oleh faktor-faktor pengolahan tanah, penggunaan konsumtif tanaman, perkolasi, pergantian lapisan air dan hujan efektif. Dalam menentukan kebutuhan bersih air di sawah (*Net Field Water Requirement*) harus memperhitungkan faktor kebutuhan konsumtif tanaman dan hujan efektif. Kebutuhan total air di sawah (*Gross Field Water Requirement*) harus memperhitungkan tingkat efisiensi irigasi. Kebutuhan air di sawah dinyatakan dalam mm/hari atau liter/detik/ha.

Kebutuhan air tanaman adalah banyaknya air yang dibutuhkan tanaman untuk membentuk jaringan tanaman, diupkan, perkolasi dan pengolahan tanah. Kebutuhan air

efektif untuk irigasi adalah kebutuhan air tanaman dikurangi hujan efektif. Hujan efektif adalah bagian dari hujan total yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman, setelah beberapa hilang akibat intersepsi, limpasan dan perkolasi. Gray (1961) dalam Seyhan (1990) menyatakan intersepsi adalah bagian dari presipitasi yang tetap berada pada permukaan vegetasi, sebagian air yang diintersepsi ini menguap dan sebagian mencapai tanah langsung

2.6 Kebutuhan Air Irigasi

2.6.1 Metode Standart Perencanaan Irigasi

Kebutuhan air disawah untuk tanaman padi ditentukan oleh beberapa faktor antara lain (Anonim, 1986):

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

Kebutuhan air di sawah pada umumnya dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$\text{NFR} = \text{ETc} + \text{P} - \text{R}_{\text{eff}} + \text{WLR} \quad (2-10)$$

dimana :

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

ETc = Evapotranspirasi potensial (mm/hari)

P = Kehilangan air akibat perkolasi (mm/hari)

R_{eff} = Curah hujan efektif (mm/hari)

WLR = Pergantian lapisan air (mm/hari)

2.6.1.1 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 (Anonim, 1986):

$$\text{IRp} = \text{M ek} / (\text{ek} - 1) \quad (2-11)$$

dimana :

IRp = 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

$$M = E_o + P \quad (2-12)$$

E_o = Evaporasi air terbuka yang diambil 1,1x E_{To} selama penyiapan lahan (mm/ hari)

P = Perkolasi

$k = M.T/S$

T = jangka waktu penyiapan lahan, hari

S = Kebutuhan air, untuk penjenjuran ditambah dengan lapisan air 50 mm.

2.6.1.2 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 (Anonim, 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.

2.6.1.3 Penggunaan konsumtif

Penggunaan konsumtif dihitung dengan rumus berikut (Anonim, 1986):

$$ET_c = K_c \times E_{T_o} \quad (2-13)$$

dimana

E_{T_c} = evapotranspirasi tanaman, mm/ hari

K_c = Koefisien tanaman

E_{T_o} = evapotranspirasi tanaman acuan, mm/ hari

2.6.1.4 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.

2.6.1.5 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 (Anonim, 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).

2.6.1.6 Analisa 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.

2.6.1.7 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. Data masukan untuk perhitungan dalam studi ini menggunakan tahun dasar perencanaan R_{80} (*Metode Basic Year*). Hal tersebut berarti curah hujan yang terjadi sama atau lebih besar dari R_{80} yaitu 80%. Bentuk persamaannya adalah sebagai berikut:

$$R_{80} \text{ adalah urutan ke } \frac{n}{5} + 1 \quad (2-14)$$

dimana :

n = banyaknya tahun pengamatan curah hujan

2.6.1.8 Curah Hujan Efektif (R_e)

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.

1. Curah hujan efektif untuk 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:

$$R_{eff} = R_{80} \times 70\% \quad (2-15)$$

dengan:

R_{eff} = Curah Hujan efektif (mm)

R_{80} = Curah Hujan dalam 80% (mm)

2. Curah hujan efektif untuk 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:

$$R_{eff} = R_{50} \quad (2-16)$$

Kebutuhan air untuk palawija per hektarnya lebih sedikit dibandingkan dengan padi, perbedaan ini disebabkan karena kebutuhan tersebut hanya untuk memenuhi kebutuhan konsumtif palawija. Perhitungan konsumtif untuk palawija sama dengan perhitungan untuk tanaman padi, perbedaannya hanya pada besar angka koefisien tanaman. Untuk harga koefisien tanaman palawija dapat dilihat pada berikut ini:

Tabel 2.3 Harga-Harga Koefisien Tanaman Palawija (Jagung Umur 80 – 90 hari)

Bulan	Nedesco/Prosida	FAO
0,5	0,58	0,50
1,0	0,68	0,75
1,5	1,10	1,0
2,0	1,21	1,0

Lanjutan Tabel 2.3

Bulan	Nedesco/Prosida	FAO
2,5	1,17	0,82
3,0	1,09	0,45

Sumber: Dirjen Pengairan, Bina Marga PSDA 010, 1985

2.6.2 Kebutuhan Air Irigasi Metode FPR-LPR

2.6.2.1 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.

$$FPR = \frac{Q}{LPR} \quad (2-17)$$

dengan : FPR = Faktor Palawija Relatif (l/det/ha.pol)

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

LPR = Luas Palawija Relatif (ha.pol)

Tabel 2.4 Nilai FPR Berdasarkan Berat 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: DPU Tingkat I Jawa Timur, 1997 dalam Amrina, 2013

2.6.2.2 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 (Huda, 2012: 14). Koefisien Pembanding ditunjukkan pada Tabel 2.5

Tabel 2.5 Koefisien Pembanding LPR

Jenis Tanaman	Koefisien Pembanding
Palawija	1
Padi Rendeng	
a. Persemaian / pembibitan	20
b. Garap / pengolahan tanah	6
c. Pertumbuhan / pemeliharaan	4
Padi Gadu ijin	Sama dengan padi rendeng
Padi Gadu tidak ijin	1
Tebu	
a. Bibit/muda	1,5
b. Tua	0
Tembakau/Rosela	1
Pengisian Tambak (Tambak Sawah)	3

Sumber : DPU Tingkat I Jawa Timur, 1997 dalam Amrina,2013

2.6.3 Konsep Pasten

Konsep *Pasten* menunjukkan hubungan antara kebutuhan air yang tersedia di inlet dan outlet, serta kebutuhan air untuk tanaman pada tiap tahap pertumbuhan yang berbeda (Donald C. Taylor dan Thomas H. Wickham, 1976 : 48 dalam Budyastiti, 2011 : 24).

Tabel 2.6 Nilai RIR (The Relative Irrigation Requirements)

Crop Production Stage	RIR index
<i>Paddy rice</i>	
- Seedbed	20
- Land Preparation	6
- Growth	4
<i>Sugarcane</i>	1,5
<i>Secondary crops</i>	1
<i>Unauthorized rice</i>	1

Sumber : Donald C. Taylor dan Thomas H. Wickham, 1976 : 48 dalam Budyastiti, 2011 : 24

Rumus sederhana untuk memahami konsep *Pasten* ini adalah sebagai berikut :

$$P = \frac{Q}{A} \quad (2-18)$$

dengan :

P = nilai *Pasten* (liter/detik/ha.pal)

Q = debit air yang tersedia (liter/detik)

A = luas sawah yang diairi, dengan asumsi tanaman yang ditanam adalah tanaman palawija (ha.pal)

Sedangkan untuk rumus *Pasten* yang lebih detail adalah sebagai berikut :

$$P = \frac{Q}{RIR(A)} = \frac{Q}{(RIRiAi)} \quad (2-19)$$

$$P = \frac{Q}{1Apl + 1,5Asc + 20Ar sb + 6Ar lp + 4Ar tr + 1Arun} \quad (2-20)$$

dengan :

Q = debit air yang tersedia (liter/detik)

Apl = luas tanam palawija

Asc = luas tanam tebu

$Ar sb$ = luas tanam padi (pada masa pembibitan)

$Ar lp$ = luas tanam padi (pada masa penggarapan lahan)

$Ar tr$ = luas tanam padi (pada masa tanam)

$Arun$ = luas tanam padi (pada musim tanam Gadu Tak Ijin)

Tabel 2.7 Nilai *Pasten*

<i>Pasten</i> (lt/dt/ha.pal)	Keterangan
< 0,10	sangat kekurangan air
0,10 - 0,15	kurang air
0,15 - 0,20	masih cukup
0,20 - 0,25	memadai
> 0,25	sangat memadai

Sumber : Modul Metoda Menghitung Pemberian Air Irigasi dalam Perencanaan Pola Tanam dalam Budyastiti, 2011 : 24

2.7 Jenis Tanah

Jenis – jenis tanah di Indonesia :

1. Tanah Andosol

Tanah ini kaya akan unsur hara dan bahan organik, tapi kurang tahan terhadap erosi, struktur batuananya terdiri dari lempung sedang. Jenis tanah ini baik untuk tanaman padi, tebu, ladang rumput maupun buah-buahan.

2. Mediteran dan Grumusol

Jenis tanah ini pada umumnya berwarna coklat kemerahan, bahan induknya adalah batuan vulkan intermediary dengan kandungan kimianya mempunyai zat organik yang sangat rendah, begitu juga dengan endapan mineralnya. Sifat tanah ini umumnya

kurang subur, tekstur tanahnya liat yang berat, struktur tanahnya menggumpal dan konsistensinya teguh, umumnya mengandung jenis kapur. Sifat fisiknya mempunyai kemampuan drainase yang sangat lambat demikian juga permeabilitasnya. Jenis tanaman yang cocok adalah tumbuhan hutan dan tanaman tegalan, tapi lebih sesuai untuk penggunaan perkebunan.

3. Regosol dan Latosol

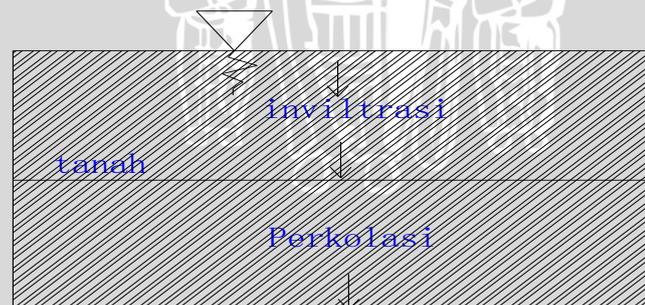
Lapisan tanah ini ada yang tipis, kadang-kadang tebal warna kelabu hingga kuning, tekstur kasar sejenis pasir, lempung berpasir atau lempung liat. Sifatnya kurang tahan terhadap air. Dalam keadaan basah atau kering mudah dikerjakan, tanah ini cocok untuk persawahan, perkebunan dan tegalan.

Kondisi tanah pada daerah studi termasuk tanah latosol.

2.8 Infiltrasi dan Perkolasi

Infiltrasi merupakan suatu proses masuknya air dari atas ke dalam tanah. Daya infiltrasi adalah laju infiltrasi maksimum yang memungkinkan, yang besarnya ditentukan oleh kondisi permukaan termasuk lapisan permukaan tanah (Wirosoedarmo, 1985: 93).

Daya infiltrasi sangat berpengaruh terhadap besarnya air yang dapat diserap ke dalam tanah baik air hujan maupun air dari sumber lain. Setelah ruang pori pada permukaan tanah terisi oleh air seluruhnya sehingga menjadi jenuh, maka air tersebut akan terus bergerak ke bawah dan disebut perkolasi. Gambar 2.4 menunjukkan arah aliran infiltrasi dan perkolasi.



Gambar 2.4 Aliran Infiltrasi dan Perkolasi

Sumber: <http://surososipil.files.wordpress.com/2008/09/irigasi1-bab-2-jaringan-irigasi.pdf>

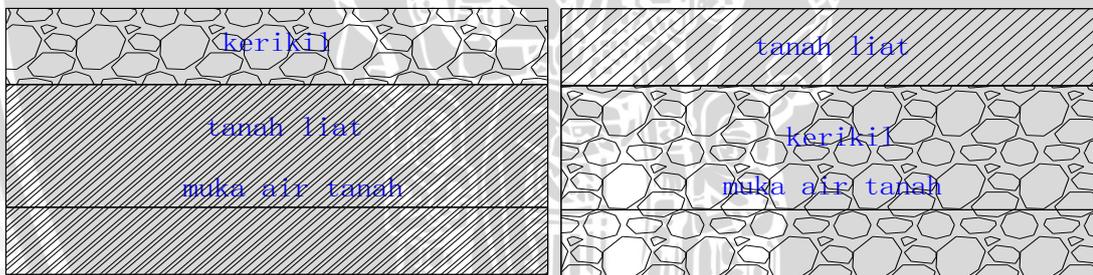
Air dapat masuk ke dalam tanah melalui permukaan tanah secara merata seperti jika terjadi genangan air atau hujan dan masuk jalur atau rekahan tanah ke bawah permukaan. Jika air dalam tanah gerakannya ke arah horisontal maka disebut rembesan lateral, disebabkan oleh adanya permeabilitas tanah yang tidak seragam.

Kehilangan air pada petak sawah karena rembesan dapat berupa rembesan ke samping atau *lateral seepage* dan perkolasi ke bawah atau *deep percolation*. Kehilangan dalam bentuk ini terjadi juga pada saluran-saluran irigasi, hal ini sangat mempengaruhi efisiensi irigasi.

Daya Perkolasi (P_p) adalah laju perkolasi maksimum yang dimungkinkan dan besarnya dipengaruhi kondisi tanah dan muka air tanah. Perkolasi terjadi saat daerah tak jenuh mencapai daya medan (*field capacity*).

Perkolasi tidak tergantung pada kondisi alam karena strategi dalam perkolasi akibat adanya lapisan-lapisan semi kedap air yang menyebabkan *extra storage* sementara daerah tak jenuh. Beberapa saat setelah air meresap ke tanah, air yang diinfiltrasi akan berkurang, yaitu mengisi rongga-rongga tanah yang akan terperkolasi. Jika daya perkolasi kecil, timbul muka air tanah yang membentuk lapisan semi kedap air.

Dalam *recharge* buatan, perkolasi mempunyai arti penting, dimana infiltrasi terjadi terus-menerus karena alasan teknis. Untuk memperjelas daya perkolasi (f_p) dan daya infiltrasi (P_p) diperlihatkan pada Gambar 2.5 dan Gambar 2.6 dibawah ini :



Gambar 2.5 Infiltrasi > Perkolasi

Gambar 2.6 Infiltrasi < Perkolasi

Sumber: <http://surososipil.files.wordpress.com/2008/09/irigasi1-bab-2-jaringan-irigasi.pdf>

Gambar 2.5 akan menghasilkan daya infiltrasi yang besar tetapi daya perkolasinya kecil, karena lapisan atasnya terdiri dari lapisan kerikil yang mempunyai permeabilitas tinggi dan lapisan bawahnya terdiri atas lapisan tanah liat yang relative kedap air. Gambar 2.6 menghasilkan daya infiltrasi yang kecil, tetapi daya perkolasinya tinggi, karena lapisan atasnya terdiri atas lapisan kedap air dan lapisan bawahnya kritis.

Laju infiltrasi sebenarnya f . Laju infiltrasi akan sama dengan intensitas hujan, jika laju infiltrasi tersebut lebih kecil dari daya infiltrasinya. Jadi $f \leq f_p$ dan $f \leq i$.

Laju perkolasi sebenarnya p : Analog dengan f didapat $p \leq Pp$ dan $p \leq f$ (karena pengisian kembali kadar air dalam tanah).

Kehilangan air pada petak sawah yang terbesar terjadinya adalah melalui rembesan yang dipengaruhi oleh beberapa hal, antara lain :

1. Tinggi air tergenang, semakin tinggi air tergenang semakin tinggi pula rembesannya.
2. Keadaan pematang sawah (galengan) yang meliputi pori-pori dan lubang pada galengan serta padat atau gemburnya tanah yang membentuk galengan tersebut.
3. Rasio parameter terhadap ruas areal, semakin tinggi rasionya semakin besar rembesan per satuan luas.
4. Tebal tipisnya galengan, semakin tebal galengan maka rembesan yang terjadi akan semakin kecil.

Faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya perkolasi antara lain :

1. Tekstur tanah

Tekstur tanah yang halus daya perkolasinya kecil dan sebaliknya, tekstur tanah yang kasar daya perkolasinya besar.

2. Permeabilitas tanah

Tanah yang mempunyai permeabilitas besar, daya perkolasinya besar dan sebaliknya, tanah yang mempunyai permeabilitas kecil, daya perkolasinya kecil.

3. Tebal lapisan tanah bagian atas

Semakin tipis lapisan tanah bagian atas, semakin besar daya perkolasinya.

4. Tanaman penutup

Lindungan tumbuh-tumbuhan yang padat menyebabkan daya infiltrasinya semakin besar dan daya perkolasinya semakin besar pula.

Tabel 2.8 Harga perkolasi dari berbagai jenis tanah

No	Macam Tanah	Perkolasi Vertikal (mm/hari)
1.	Sandy Loam	3 – 6
2.	Loam	2 – 3
3.	Clay	1 - 2

Sumber : Fukuda dan Hikaru Tsutsui, Rice Irrigation In Japan, 1973 : 22 dalam Amrina, 2013

2.9 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 (Anonim, 1977:155):

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

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

dengan :

Q_1 = Kebutuhan harian air di lapangan/petak sawah (m^3/hr)

Q_2 = Kebutuhan harian air pada pintu pemasukan (m^3/det)

H = Tinggi genangan (m)

A = Luas area sawah (ha)

T = interval pemberian air (hari)

L = Kehilangan air di lapangan/petak sawah dan saluran

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 (Anonim, 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 dipraktekkan di Indonesia. Cara ini dipraktekkan 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.

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

Tanaman diberi air dan dibiarkan tergenang mulai beberapa hari setelah tanam hingga beberapa hari menjelang panen. Cara ini dipraktekkan dengan pertimbangan:

2.9.1 Sistem Genangan Terus Menerus (*Stagnant Constant Head*)

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 (Anonim, 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.

2.9.2 Sistem Terputus-Putus (*Intermittent Flow System*)

Intermittent flow adalah salah satu cara pemberian ke petak sawah yang didasarkan pada interval waktu tertentu dengan debit dan luas area yang sudah ditetapkan terlebih dahulu sehingga diperoleh hasil yang optimal.

- Irigasi Hemat air pada Budidaya Padi dengan Pola SRI (*System Rice of Intensification*)

Irigasi hemat air pada budidaya padi dengan metode SRI 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 kontinu)

- Pola Pemberian Air Irigasi pada Budidaya Padi Metode SRI (*Sistem of Rice Intensification*)

Pada budidaya SRI, kondisi ketersediaan air di lahan diatur agar lahan cukup kering namun tetap mencukupi kebutuhan air tanaman. Pola pemberian air yang dilakukan pada setiap lokasi penerapan umumnya berbeda-beda tergantung kondisi agroekologi dan ketersediaan air irigasi. Di Jawa Barat pola pemberian air irigasi yang dilakukan adalah seperti pada Gambar 2.8 dengan penjelasan sebagai berikut (Balai Irigasi, 2007 dalam Hanhan A. Sofiyuddin, 2010):

1. Kondisi air macak-macak dibiarkan sampai retak rambut, kemudian diairi lagi sampai macak-macak. Kondisi ini dilakukan selama periode vegetatif dan pertumbuhan anakan (sampai dengan $\pm 45 - 50$ hari setelah tanam). Pengeringan lahan pada periode vegetatif bertujuan untuk menciptakan aerasi yang baik di daerah perakaran sehingga merangsang pertumbuhan anakan.
2. Apabila jumlah anakan terlalu banyak, dari aspek pengairan umumnya ada dua cara untuk mengurangi jumlah anakan yakni:
 - a. Digenangi sampai 3 cm selama beberapa hari (disawah tadah hujan), atau
 - b. Dikeringkan sampai tanahnya retak beberapa hari (di lahan beririgasi)
3. Pada saat penyiangan, air irigasi diberikan genangan 2 cm untuk memudahkan operasi alat penyiangan. Setelah penyiangan selesai biasanya sawah dibiarkan menjadi macak-macak dengan sendirinya.
4. 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.
5. Pada fase pematangan bulir sampai panen ($\pm 95-105$ HST), sawah dikeringkan. Pengeringan pada periode pematangan bertujuan untuk mempercepat dan meyeragamkan proses pematangan bulir padi.



Gambar 2.8 Skema Pemberian Air Metode SRI
Sumber : Amrina,2013

2.10 Pola Tanam

Bambang Guritno (2011:2) menjelaskan bahwa pola tanam atau yang dikenal dengan *Cropping systems* yaitu suatu usaha penanaman pada sebidang lahan dengan mengatur pola pertanaman (*cropping pattern*) yang berinteraksi dengan sumber daya lahan serta teknologi budidaya tanaman yang dilakukan. Sedangkan pola pertanaman (*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 Bambang Guritno, 2011:2). Pola tata tanam adalah pola mengenai rencana tata 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 (Anonim, 2009:II-5).

2.11 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 (Anonim, 1986 : 108) :

1. Luas daerah irigasi dikurangi, pada bagian-bagian tertentu dari daerah yang bisa diairi tidak akan diairi.
2. Melakukan modifikasi dalam pola tata tanam yaitu dengan mengadakan perubahan dalam pemilihan tanaman atau tanggal tanam untuk mengurangi kebutuhan air irigasi di sawah dan agar ada kemungkinan mengairi areal yang lebih luas dengan debit yang tersedia.
3. Rotasi teknis atau golongan

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.

2.12 Sistem Golongan

Dirjen Pengairan Departemen PU. KP. 01 (1986:108), menyatakan bahwa pemberian air dengan golongan atau dapat diistilahkan rotasi teknis berguna untuk mengurangi kebutuhan puncak air irigasi. Tetapi metode ini akan menyebabkan eksploitasi yang lebih kompleks. Beberapa hal yang tidak menguntungkan dari metode ini adalah:

1. Timbulnya komplikasi sosial
2. Eksploitasi lebih rumit
3. Kehilangan air akibat eksploitasi sedikit lebih tinggi
4. Jangka waktu irigasi untuk tanaman pertama lebih lama, akibatnya lebih sedikit waktu tersedia untuk tanaman kedua
5. Daur/siklus gangguan serangga

2.13 Sistem Giliran

Sistem Giliran adalah cara pemberian air di saluran tersier atau saluran utama dengan interval waktu tertentu bila debit yang tersedia kurang dari faktor K . Jika persediaan air cukup maka faktor $K = 1$ sedangkan pada persediaan air kurang maka faktor $K < 1$. Rumus untuk menghitung faktor K (Kunaifi, A.A. 2010:15):

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

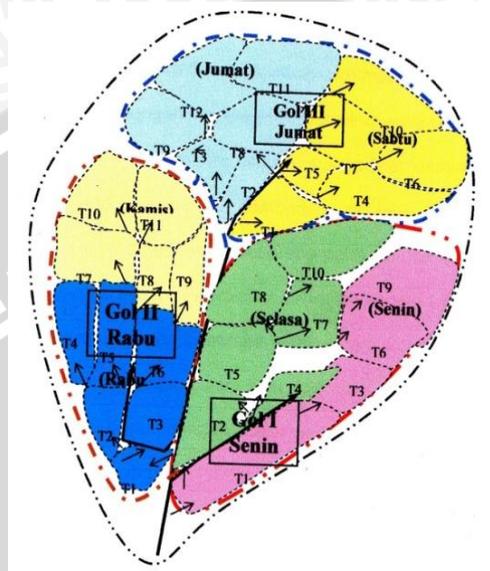
Pada kondisi air cukup (faktor $K = 1$), pembagian dan pemberian air adalah sama dengan rencana pembagian dan pemberian air. Pada saat terjadi kekurangan air ($K < 1$), pembagian dan pemberian air disesuaikan dengan nilai faktor K yang sudah dihitung. Sistem giliran dapat dilakukan pada tingkat kwarter,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

Tabel 2.9 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 2.9 Pembagian Giliran Pemberian Air
Sumber : Huda, 2012

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

- 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.
- 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.
- 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. Svehlik (1987) dalam Fatchan Nurrochmad (1997) memberikan rumus kebutuhan air irigasi untuk sistem rotasi seperti pada persamaan berikut :

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

dengan : 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 perjadual rotasi pada periode ke-I (l/det/ha).

2.14 Operasi pintu

Pembukaan dan penutupan pintu pengambilan dan pintu pembilas yang terkoordinir akan menyebabkan debit air dapat dialirkan sesuai dengan kebutuhan. Pada saat banjir atau pada saat kandungan endapan di sungai tinggi, pintu pengambilan ditutup. Tinggi muka air di hulu bendung tidak boleh malampaui puncak tanggul banjir atau elevasi yang ditetapkan. Endapan di hulu bendung sewaktu-waktu harus dibilas. Elevasi muka air di hulu bendung dicatat dua kali sehari atau tiap jam di musim banjir. (Anonim, 2013: 9)

Debit yang masuk ke saluran dicatat setiap kali terjadi perubahan. Bangunan pengambilan dilengkapi pintu dengan tujuan sebagai berikut :

- Untuk mengatur air yang masuk ke dalam saluran
- Untuk mencegah endapan yang masuk ke dalam saluran
- Untuk mencegah air banjir masuk ke dalam saluran.

Apabila pintu pengambilan lebih dari satu buah maka selama operasi berlangsung tinggi bukaan pintu harus sama besar, kecuali ada salah satu pintu yang diperbaiki. Pada waktu banjir atau kandungan endapan di sungai terlalu besar, pintu bangunan pengambilan harus ditutup dan pengaliran air di saluran dihentikan. Kalau di depan pintu pengambilan dipasang saringan sampah, pembersihan sampah dilakukan setelah pintu pengambilan ditutup.

2.14.1 Perencanaan Hidrolis Pintu Sorong

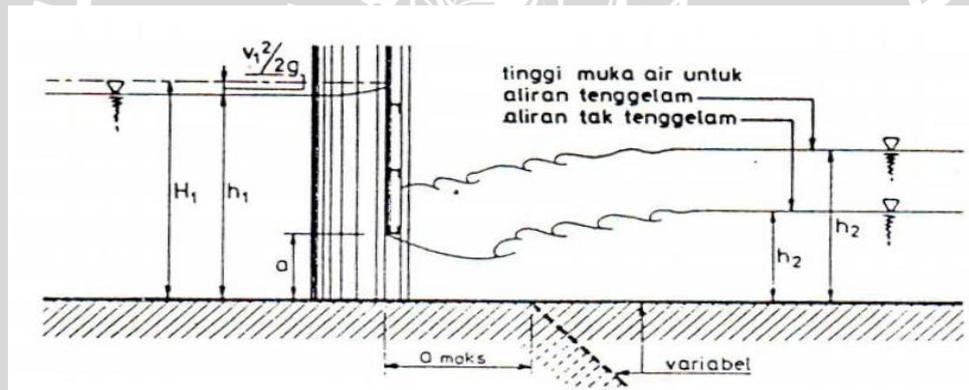
Rumus debit yang dapat dipakai untuk pintu sorong adalah :

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

dimana :

- Q = debit (m^3/dt)
- K = faktor aliran tenggelam (Gambar 2.11)
- μ = koefisien debit (Gambar 2.12)
- a = bukaan pintu, m
- b = lebar pintu, m
- g = percepatan gravitasi, m/dt^2
- h_1 = kedalaman air di depan pintu di atas ambang, m

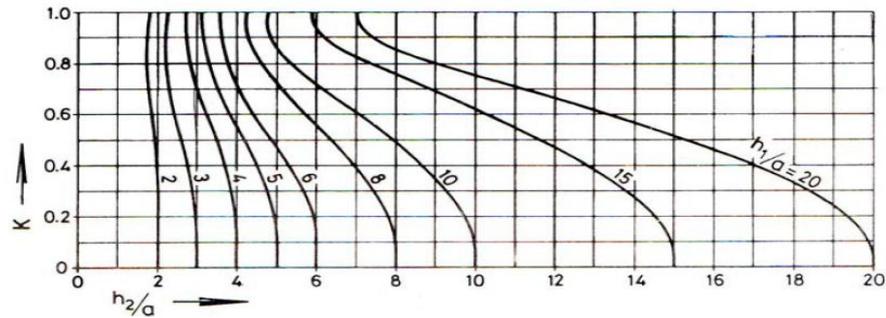
Lebar standar untuk pintu pembilas bawah (*undersluice*) adalah 0,50 ; 0,75 ; 1,00 ; 1,25 dan 1,50 m. Kedua ukuran yang terakhir memerlukan dua stang pengangkat.



Gambar 2.10 Aliran di Bawah Pintu Sorong dengan Dasar Horizontal
Sumber : KP-04 Bangunan Irigasi

Kelebihan-kelebihan yang dimiliki pintu pembilas bawah :

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

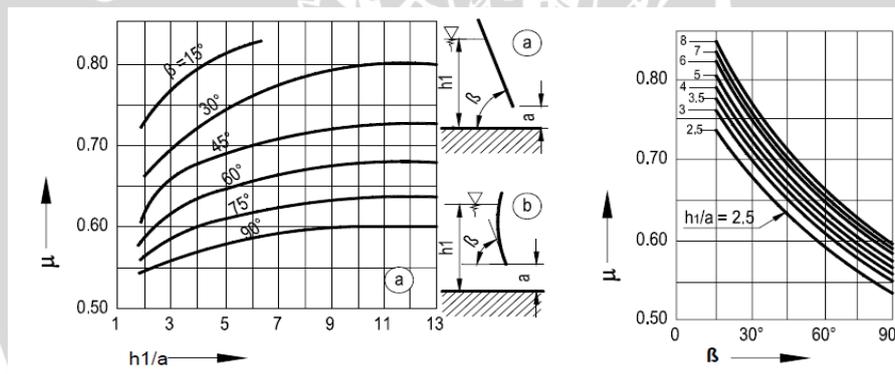


Gambar 2.11 Koefisien K untuk Debit Tenggelam (dari Schimdt)
 Sumber : KP-04 Bangunan Irigasi

Kelemahan-kelemahannya :

- Kebanyakan benda-benda hanyut bisa tersangkut di pintu
- Kecepatan aliran dan muka air hulu dapat dikontrol dengan baik jika aliran modular

Pintu khusus dari pintu sorong adalah pintu radial. Pintu ini dapat dihitung dengan persamaan (2-25)



Gambar 2.12 Koefisien Debit μ Masuk Permukaan Pintu Datar atau Lengkung
 Sumber : KP-04 Bangunan Irigasi

Kelebihan-kelebihan yang dimiliki pintu radial

- Hampir tidak ada gesekan pada pintu
- Alat pengangkatnya ringan dan mudah dieksploitasi
- Bangunan dapat dipasang di saluran yang lebar

Kelemahan-kelemahan yang dimiliki pintu radial

- Bangunan tidak kedap air
- Biaya pembuatan bangunan mahal
- Paksi (pivot) pintu memberi tekanan horisontal besar jauh di atas pondasi