

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1. Pengertian Umum**

Irigasi merupakan usaha penyediaan air untuk mendukung kegiatan pertanian. Menurut Bunganaen, dkk (2007), irigasi adalah usaha untuk menyediakan dan mengatur air untuk mendukung kegiatan pertanian yang dalam pelaksanaannya memerlukan jaringan irigasi yang terdiri dari jaringan utama dan jaringan tersier. Air yang digunakan untuk kegiatan irigasi dapat berasal dari air permukaan seperti air sungai, maupun air dari bawah permukaan tanah (air tanah). Jaringan irigasi air tanah adalah jaringan irigasi yang memanfaatkan air tanah sebagai sumber air untuk irigasi. Menurut Purnama, dkk (2018), jaringan irigasi air tanah adalah usaha untuk memanfaatkan air dari bawah permukaan tanah dengan menggunakan bantuan pompa untuk kemudian digunakan untuk keperluan irigasi.

Pelaksanaan irigasi memerlukan bangunan-bangunan irigasi yang saling terhubung yang disebut jaringan irigasi yang dibangun untuk menunjang pengambilan dan pengaturan air irigasi, sehingga air dapat mengalir dengan baik ke areal persawahan. Menurut Direktorat Jenderal Sumber Daya Air (1986), bangunan irigasi dalam suatu jaringan irigasi dapat dibedakan menjadi empat unsur fungsional pokok yaitu bangunan utama, jaringan pembawa, petak tersier dan sistem pembuang. Jaringan irigasi terdiri atas beberapa tingkatan. Menurut Direktorat Jenderal Sumber Daya Air (1986), berdasarkan cara pengaturan pengukuran aliran air dan lengkapnya fasilitas suatu jaringan irigasi, jaringan irigasi dapat diklasifikasikan ke dalam tiga tingkatan yaitu jaringan irigasi sederhana, jaringan irigasi semiteknis dan jaringan irigasi teknis yang secara lebih lengkap dapat dilihat pada tabel 2.1.

Pembangunan ataupun pengembangan suatu jaringan irigasi memerlukan penggambaran dan perencanaan yang baik melalui peta ikhtisar. Menurut Direktorat Jenderal Sumber Daya Air (1986), peta ikhtisar adalah peta yang menggambarkan bagian-bagian dari suatu jaringan irigasi yang saling terhubung.

**Tabel 2.1** Klasifikasi Jaringan Irigasi

		<b>Klasifikasi Jaringan Irigasi</b>		
		<b>Teknis</b>	<b>Semiteknis</b>	<b>Sederhana</b>
1	Bangunan utama	Bangunan permanen	Bangunan permanen atau semi permanen	Bangunan sementara
2	Kemampuan bangunan dalam mengukur dan mengatur debit	Baik	Sedang	Jelek
3	Jaringan saluran	Jaringan irigasi dan pembuang terpisah	Jaringan irigasi dan pembuang tidak sepenuhnya terpisah	Jaringan irigasi dan pembuang jadi satu
4	Petak tersier	Dikembangkan sepenuhnya	Belum dikembangkan atau densitas bangunan tersier jarang	Belum ada jaringan terpisah yang dikembangkan
5	Efisiensi secara keseluruhan	Tinggi 50% – 60% (ancar – ancar)	Sedang 40% – 50% (ancar – ancar)	Kurang < 40% (ancar – ancar)
6	Ukuran	Tidak ada batasan	Sampai 2.000 ha	Tidak lebih dari 500 ha
7	Jalan usaha tani	Ada keseluruhan areal	Hanya sebagian areal	Cenderung tidak ada
8	Kondisi O & P	Ada instansi yang menangani dan dilaksanakan secara teratur	Belum teratur	Tidak ada O & P

*Sumber: Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, 1986*

Adapun bagian-bagian dari suatu jaringan irigasi yang digambarkan pada peta ikhtisar meliputi:

1. bangunan-bangunan utama,
2. jaringan dan trase saluran irigasi,
3. jaringan dan trase saluran pembuang,
4. petak primer, sekunder dan tersier,
5. lokasi bangunan, batas daerah irigasi,
6. jaringan dan trase jalan,

7. daerah-daerah yang tidak dialiri,
8. daerah-daerah yang tidak dapat dialiri.

## **2.2. Data Hujan**

Dalam perencanaan bangunan air termasuk jaringan irigasi, diperlukan data hujan harian yang kemudian dipergunakan untuk menentukan data hujan rata rata kawasan. Data hujan yang dipakai adalah data hujan yang diperoleh dari rekaman stasiun hujan. Stasiun hujan sendiri merupakan tempat untuk mencatat curah hujan harian yang biasanya dinyatakan dalam satuan panjang (mm). Format data yang dipergunakan terbagi dalam beberapa stasiun.

### **2.2.1. Validasi dan kompilasi data hujan harian**

Setelah diperoleh data hujan harian, langkah selanjutnya adalah dengan melakukan kompilasi dan validasi pada data tersebut. Kompilasi adalah penyusunan kembali data hujan sesuai dengan format yang diinginkan sehingga mempermudah untuk dianalisis. Sedangkan validasi data adalah pengecekan pada data curah hujan yang diperoleh dari setiap stasiun. Adapun fungsi dari validasi adalah untuk mencari kejanggalan dan kelengkapan pada data tersebut.

Langkah-langkah dalam proses validasi data curah hujan adalah sebagai berikut.

1. Pengecekan format penyajian data curah hujan.
2. Pengecekan kelogisan nilai masing-masing nilai curah hujan harian.
3. Pengecekan kelogisan nilai jumlah hujan harian dalam setahun (hujan tahunan).
4. Pengecekan format pengetikan / *input* data.
5. Pengecekan kelogisan nilai hujan harian di bulan-bulan basah dan bulan-bulan kering.
6. Pengecekan kelogisan nilai hujan antar stasiun pada waktu yang sama, baik harian, bulanan, maupun tahunan.
7. Pengecekan kelengkapan data dan identifikasi data hilang

### 2.2.2. Melengkapi data hujan

Permasalahan yang sering terjadi dalam penggunaan data hujan adalah tidak lengkapnya data hujan. Hal ini dapat terjadi karena alat pencatat hujan rusak, pengamat tidak mencatat data hujan, hilangnya data, atau kelainan dalam pencatatan data. Data hujan yang hilang dapat dilengkapi dengan mengacu pada data hujan dari beberapa stasiun hujan di sekitar. Menurut Triatmodjo (2008), ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk melengkapi data hujan salah satunya adalah Metode Resiprokal (*reciprocal method*). Metode ini cukup akurat karena selain menggunakan data hujan dari stasiun terdekat juga memperhitungkan jarak antar stasiun hujan. Melengkapi data hujan dengan menggunakan Metode Resiprokal dilakukan dengan persamaan 2.1.

$$P_x = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{P_i}{L_i^2}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{L_i^2}} \quad (2-1)$$

Keterangan:

- $P_x$  : hujan yang hilang pada stasiun x
- $L_i$  : jarak antara stasiun
- $n$  : jumlah stasiun hujan
- $P_i$  : data hujan di stasiun sekitar pada periode yang sama

### 2.2.3. Uji Konsistensi data hujan

Pemindahan lokasi stasiun, perbaikan stasiun, perubahan prosedur pencatatan, pengukuran ataupun penyebab lain dapat mempengaruhi jumlah hujan yang terukur. Agar tidak terjadi kesalahan, maka dilakukan uji konsistensi dari data hujan. Uji konsistensi data hujan juga dilakukan untuk mengetahui apakah data hujan yang sudah lengkap dan sudah benar atau belum. Menurut Menurut Triatmodjo (2008), uji konsistensi dapat dilakukan dengan Metode *Double Mass Curve*. Pada metode ini, data tidak konsisten diketahui dari ada tidaknya titik patah pada kurva. Data yang tidak konsisten dikoreksi dengan cara mengendalikan data hujan dengan perbandingan kemiringan kurva sesudah dan sebelum patah. Untuk mempermudah perhitungan dapat dilakukan perhitungan langsung dengan menggunakan program *microsoft excel*.

#### 2.2.4. Data hujan kawasan

Stasiun hujan hanya memberikan kedalaman hujan di titik di mana stasiun hujan tersebut berada. Selain itu, stasiun hujan tidak dapat ditemukan di setiap tempat. Sehingga hujan pada suatu kawasan harus diperkirakan dari titik stasiun hujan terdekat. Apabila pada suatu kawasan terdapat lebih dari satu stasiun hujan yang ditempatkan secara terpencar maka hujan yang tercatat di masing-masing stasiun tidak sama sehingga harus ditentukan nilai hujan baru dengan menggunakan data hujan dari stasiun-stasiun hujan tersebut. Sebaliknya jika pada suatu kawasan tidak terdapat stasiun penakar hujan maka data hujan pada kawasan tersebut dapat ditentukan dengan menggunakan data hujan dari stasiun-stasiun hujan terdekat.

Menurut Triatmodjo (2008), ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk menentukan hujan rerata suatu kawasan salah satunya adalah Metode Poligon Thiessen. Metode ini memperhitungkan bobot dari masing-masing stasiun yang mewakili luasan di sekitarnya dan digunakan apabila penyebaran stasiun hujan di daerah yang ditinjau tidak merata. Metode Poligon Thiessen cukup mudah digunakan dan memberikan hasil yang cukup akurat karena memperhitungkan cakupan wilayah masing-masing stasiun hujan. Menentukan hujan kawasan rata-rata dengan Metode Poligon Thiessen dilakukan menggunakan persamaan 2.2.

$$P_x = \frac{A_1 \times P_1 + A_2 \times P_2 + A_3 \times P_3 + \dots + A_n \times P_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n} \quad (2-2)$$

Keterangan:

- $P_x$  : hujan rerata kawasan  
 $n$  : jumlah stasiun hujan  
 $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$  : luas daerah yang mewakili masing-masing stasiun  
 $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$  : hujan pada masing-masing stasiun

#### 2.3. Kebutuhan Air Irigasi

Kebutuhan air irigasi adalah total kebutuhan air yang digunakan untuk kegiatan pertanian dari masa persiapan lahan, pembenihan tanaman, masa pertumbuhan tanaman, sampai tanaman siap untuk dipanen. Menurut Triatmodjo (2008), kebutuhan air irigasi sebagian besar dipenuhi oleh air permukaan dan dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti klimatologi, kondisi tanah, koefisien tanaman, pola tanam, pasokan air yang diberikan, luas daerah irigasi, efisiensi

irigasi, penggunaan kembali air drainase untuk irigasi, sistem golongan jadwal tanam dan lain-lainnya. Kebutuhan air irigasi dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$KAI = \frac{(Etc+IR+WLR+P+Re)}{IE} \times A \quad (2-3)$$

Keterangan:

KAI	: kebutuhan air irigasi, dalam liter/detik
Etc	: kebutuhan air konsumtif, dalam mm/hari
IR	: kebutuhan air irigasi di tingkat persawahan, dalam mm/hari
WLR	: kebutuhan air untuk mengganti lapisan air, dalam mm/hari
P	: perkolasi, dalam mm/hari
Re	: hujan efektif dalam mm/hari
IE	: efisiensi irigasi, dalam %
A	: luas areal irigasi dalam ha

### 2.3.1. Kebutuhan air konsumtif

Kebutuhan air konsumtif merupakan jumlah air yang dibutuhkan oleh tanaman selama masa pertumbuhan. Menurut Triatmodjo (2008), kebutuhan air konsumtif diartikan sebagai kebutuhan air untuk tanaman di lahan yang dipengaruhi oleh jenis tanaman dan evapotranspirasi. Kebutuhan air konsumtif ditentukan dengan memasukkan faktor koefisiensi tanaman (kc) dan evapotranspirasi dengan menggunakan persamaan umum 2.4.

$$Etc = Eto \times kc \quad (2-4)$$

Keterangan:

Etc	: kebutuhan air konsumtif, dalam mm/hari
Eto	: evapotranspirasi, dalam mm/hari
kc	: koefisien tanaman

Evapotranspirasi adalah penguapan (evaporasi) yang terjadi pada permukaan lahan yang ditumbuhi tanaman. Menurut Triatmodjo (2008), evapotranspirasi adalah penguapan yang terjadi di permukaan lahan yang meliputi permukaan lahan dan tanaman yang tumbuh di permukaan lahan tersebut yang biasa dinyatakan dalam mm/hari atau mm/bulan. Nilai evapotranspirasi dapat dihitung dengan beberapa metode salah satunya adalah dengan menggunakan Metoda Penman Modifikasi (FAO, Roma 1977) dengan menggunakan persamaan 2.5.

$$Eto=c \times [W \times Rn+(1-W) \times f(u) \times (ea-ed)] \quad (2-5)$$

Keterangan:

- Eto : evapotranspirasi tanaman acuan, mm/hari;  
 c : faktor yang menunjukkan pengaruh perbedaan kecepatan angin pada siang dengan malam hari;  
 W : faktor pembobot;  
 Rn : energi radiasi bersih yang menghasilkan evaporasi, mm/hari;  
 f(u) : fungsi kecepatan angin rata-rata yang diukur pada ketinggian 2 m dengan satuan kecepatan angin dalam km/hari;  
 (ea-ed) : perbedaan tekanan uap jenuh dengan tekanan uap aktual, mbar.

### 2.3.2. Kebutuhan air untuk penyiapan lahan

Kebutuhan air untuk penyiapan lahan merupakan jumlah air yang dibutuhkan selama masa persiapan lahan sebelum ditanami tanaman. Menurut Triatmodjo (2008), besarnya Kebutuhan air untuk penyiapan lahan dipengaruhi oleh waktu yang diperlukan (T) dan lapisan air yang diperlukan (S). Menurut Direktorat Jenderal Sumber Daya Air (1986), jangka waktu penyiapan lahan adalah 1,5 bulan, jika menggunakan mesin maka waktu satu bulan bisa diperhitungkan. Sedangkan tebal lapisan air yang diperlukan digunakan 200 mm Kebutuhan air selama penyiapan lahan dapat dihitung dengan persamaan 2.6.

$$IR = M \times \left( \frac{e^k}{e^k - 1} \right) \quad (2-6)$$

Keterangan:

- IR : kebutuhan air irigasi di tingkat persawahan, dalam mm/hari;  
 M : kebutuhan air untuk mengganti kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi di sawah yang telah dijenuhkan.  $M = Eo + P$  (mm/hari)  
 P : perkolasi, dalam mm/hari  
 Eo : evaporasi air terbuka.  $Eo = 1,1 \times Eto$  (mm/hari)  
 k :  $M (T/S)$   
 e : koefisien

### 2.3.3. Kebutuhan air untuk mengganti lapisan air (WLR)

Kebutuhan air untuk mengganti lapisan air atau yang sering dikenal dengan istilah WLR (*Water Layer Replacement*) merupakan penggantian air genangan di sawah dengan air irigasi yang baru dan segar yang biasa dilakukan setelah pemupukan tanaman. Nilai kebutuhan air untuk mengganti lapisan air ditetapkan berdasarkan Standar Perencanaan Irigasi 1986, KP-01. Besar kebutuhan air untuk

penggantian lapisan air adalah 50 mm/bulan (atau 3,3 mm/hari selama ½ bulan) selama sebulan dan dua bulan setelah transpalantasi.

#### 2.3.4. Perkolasi

Perkolasi atau rembesan dipengaruhi oleh tekstur tanah, permeabilitas tanah dan tebal lapisan tanah bagian atas. Menurut Direktorat Jenderal Sumber Daya Air (1986), laju perkolasi normal pada tanah lempung sesudah dilakukan penggenangan berkisar 1-3 mm/hari. Di daerah-daerah miring perembesan dari sawah ke sawah dapat mengakibatkan banyak kehilangan air. Di daerah-daerah dengan kemiringan di atas 5 persen, paling tidak akan terjadi kehilangan 5 mm/hari akibat perkolasi dan rembesan.

#### 2.3.5. Curah hujan efektif

Curah hujan efektif adalah curah hujan yang terjadi selama masa tumbuh tanaman yang dapat digunakan untuk mencukupi air konsumtif tanaman. Menurut Triatmodjo (2008), curah hujan efektif adalah curah hujan andalan yang jatuh di suatu daerah dan digunakan tanaman untuk pertumbuhan. Curah hujan efektif ditentukan berdasarkan curah hujan bulanan, yaitu menggunakan  $R_{80}$  yang berarti curah hujan yang memiliki kemungkinan untuk terjadi adalah 80%. Berdasarkan Perencanaan Jaringan Irigasi, KP-01, 1986, 165, besarnya curah hujan efektif untuk tanaman padi diambil 70% dari curah hujan minimum tengah bulan dengan periode ulang 5 tahunan. Curah hujan dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$Re = 0,7 \times \frac{1}{15} (R_{80}) \quad (2-7)$$

Keterangan:

Re : curah hujan efektif, dalam mm/hari  
 $R_{80}$  : curah hujan yang kemungkinan tidak terpenuhi sebesar 20%, dalam mm

$R_{80}$  adalah curah hujan dengan kemungkinan terpenuhi sebesar 80% yang didapat dari urutan kemungkinan terjadi setiap data hujan yang ada. Kemungkinan terjadi setiap data hujan dihitung dengan persamaan 2.8.

$$m = \frac{n}{\sum_{n+1}} \times 100 \% \quad (2-8)$$

Keterangan:

m : kemungkinan terjadinya data hujan (%)  
 n : ranking data hujan yang diurutkan dari data hujan terbesar  
 $\sum n$  : jumlah data hujan

### 2.3.6. Efisiensi Irigasi (EI)

Menurut Triatmodjo (2008), efisiensi irigasi merupakan faktor penentu utama dari unjuk kerja suatu sistem jaringan irigasi. Efisiensi irigasi terdiri atas efisiensi pengaliran yang pada umumnya terjadi di jaringan utama dan efisiensi di jaringan sekunder. Efisiensi irigasi didasari asumsi bahwa air yang diambil dari sumber pengambilan tidak sepenuhnya digunakan di petak sawah tetapi terjadi kehilangan air akibat penguapan, kegiatan eksploitasi dan rembesan. Pada umumnya kehilangan air akibat evaporasi dan rembesan lebih kecil dari eksploitasi sehingga volume air yang diambil di pengambilan harus lebih besar dari pada volume air yang dibutuhkan di petak sawah. Menurut Direktorat Jenderal Sumber Daya Air (1986), nilai efisiensi irigasi adalah 0,65-0,79 di mana kehilangan air yang terjadi di saluran primer dan sekunder adalah 5-10% serta di saluran tersier adalah 12,5-20%.

### 2.3.7. Luas areal irigasi

Luas areal irigasi merupakan luas areal persawahan yang akan dialiri. Data mengenai luas area irigasi dapat diperoleh dari Dinas Pengairan terdekat ataupun kelompok tani yang memanfaatkan air dari jaringan irigasi tersebut.

## 2.4. Ketersediaan Air

Ketersediaan air adalah jumlah air (debit) yang tersedia dan dapat digunakan untuk berbagai keperluan. Menurut Triatmodjo (2008), ketersediaan air merupakan debit air yang diperkirakan akan terus menerus ada di suatu lokasi dengan jumlah tertentu dan dalam jangka waktu (periode) tertentu. Air yang tersedia dapat digunakan untuk berbagai keperluan seperti air baku yang meliputi air domestik dan non domestik.

Untuk dapat memanfaatkan air di suatu lokasi, perlu diketahui informasi mengenai ketersediaan debit air andalan di lokasi tersebut. Menurut Triatmodjo (2008), debit andalan adalah debit minimum di suatu lokasi dengan besaran tertentu yang mempunyai kemungkinan terpenuhi yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan. Untuk keperluan irigasi, debit minimum sungai untuk kemungkinan terpenuhi ditetapkan 80%, sedangkan untuk keperluan air baku biasanya ditetapkan 90%. Untuk mendapatkan data mengenai debit andalan di suatu lokasi diperlukan data pendukung yang bisa berupa data debit, data hujan ataupun data debit bulanan.

#### **2.4.1. Debit andalan berdasar data debit**

Apabila data debit dalam jumlah dan waktu yang cukup panjang tersedia, maka data debit andalan dapat diperoleh dengan menganalisis data debit tersebut. Menurut Triatmodjo (2008), data ketersediaan air atau debit andalan dapat diperoleh dengan melakukan analisis frekuensi terhadap data tersebut. Data debit aliran yang tersedia harus bersifat runtut waktu (*time series*), misalnya data debit harian sepanjang tahun selama beberapa tahun. Data tersebut menjadi masukan utama dalam model model simulasi wilayah sungai, yang menggambarkan secara lengkap variabilitas data debit aliran.

#### **2.4.2. Debit andalan berdasar data hujan**

Data debit yang bersifat runtut waktu (*time series*) tidak dapat ditemukan di semua lokasi sungai sehingga apabila data debit tidak tersedia maka analisa debit andalan dapat dilakukan menggunakan data hujan. Menurut Triatmodjo (2008), analisis debit andalan dapat dilakukan dengan menggunakan model hujan aliran. Pada umumnya data hujan tersedia dalam jangka waktu yang panjang sementara data debit dalam waktu pendek. Untuk itu dibuat hubungan antara data debit dan data hujan dalam periode waktu yang sama, selanjutnya berdasarkan hubungan tersebut dibangkitkan data debit berdasar data hujan yang tersedia, sehingga akan diperoleh data debit dalam periode yang sama dengan data hujan. Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk mendapatkan hubungan antara data debit dan data hujan, di antaranya adalah model regresi, model Mock dan model tangki.

### **2.4.3. Debit andalan berdasar data debit bulanan**

Apabila data debit aliran yang bersifat runtut waktu (*time series*) yang berupa data debit harian sepanjang tahun selama beberapa tahun tidak tersedia, dan yang tersedia hanya berupa data debit bulanan dalam beberapa tahun, maka data debit andalan dapat diperoleh berdasarkan data debit bulanan tersebut. Menurut Triatmodjo (2008), debit andalan dapat dilakukan berdasarkan debit tahunan atau debit bulanan (atau 2 mingguan) dengan cara berdasarkan debit tahunan, dihitung debit tahunan dan selanjutnya debit andalan didasarkan pada debit tahunan tersebut. Sedangkan untuk debit andalan berdasarkan debit bulanan/2 mingguan, debit andalan dihitung berdasar data debit setiap bulan atau setiap dua mingguan.

### **2.5. Neraca Air**

Perhitungan neraca air adalah membandingkan kebutuhan air dalam kasus ini kebutuhan air untuk irigasi dengan air yang tersedia dan dapat diandalkan (debit andalan). Menurut Direktorat Jenderal Sumber Daya Air (1986), perhitungan neraca air adalah membandingkan antara besarnya debit pengambilan untuk pola tanam yang dipakai dengan debit andalan untuk tiap setengah bulan untuk luas daerah irigasi yang akan dialiri. Apabila debit sumber air melimpah, maka luas daerah irigasi yang akan dialiri adalah tetap karena sesuai dengan luas maksimum daerah layanan (*command area*) dan pola tanam yang dipakai pada proyek yang direncanakan. Apabila debit sumber air tidak berlimpah dan kadang-kadang terjadi kekurangan debit maka ada tiga pilihan yang bisa dipertimbangkan yakni dengan mengurangi luas daerah irigasi, melakukan modifikasi pola tanam atau melakukan rotasi golongan.

### **2.6. Tampungan**

Tampungan adalah salah satu bentuk solusi yang bisa dilakukan untuk mengatasi terjadinya defisit atau debit yang tersedia tidak mampu memenuhi kebutuhan air irigasi. Tampungan yang dibangun dapat digunakan untuk menampung air saat terjadi surplus untuk kemudian digunakan saat terjadi defisit.

Pada daerah irigasi yang sumber airnya berupa sungai, tampungan yang dibangun bisa berupa bendung, bendungan, maupun embung.

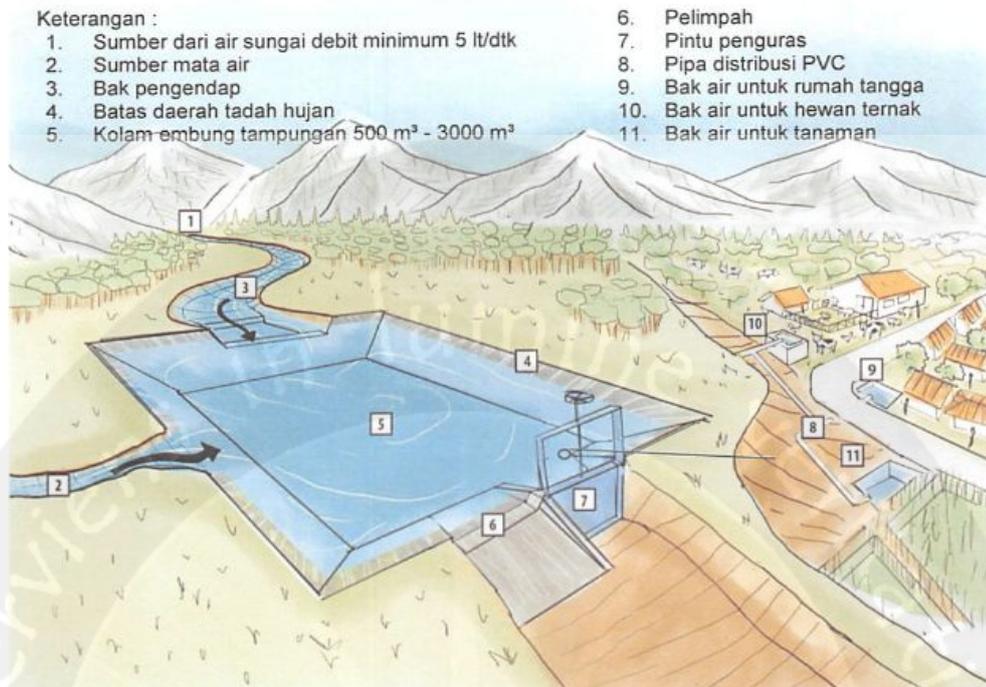
Menurut Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia (PUPR RI) (2018), salah satu bangunan air yang dapat dibangun untuk memenuhi kebutuhan air untuk pertanian di daerah pedesaan adalah embung kecil. Embung kecil adalah bangunan konservasi air berbentuk kolam atau cekungan yang digunakan untuk menampung air limpasan atau sumber air lainnya yang kemudian digunakan untuk memenuhi berbagai kebutuhan air. Volume tampungan embung kecil 500-3.000 m<sup>3</sup> dengan kedalaman dari dasar hingga puncak adalah 3 m. Embung kecil terdiri dari beberapa komponen yang secara garis besar dapat dilihat pada gambar 2.1

Menurut Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia (PUPR RI) (2018), volume tampungan embung kecil dapat ditentukan menggunakan gambar 2.2 dan tabel 2.2. Dari gambar dan tabel tersebut dapat dilihat bahwa volume tampungan dan luas lahan pertanian yang dapat diairi menggunakan embung kecil sangat terbatas di mana volume tampungan maksimal adalah 3.000 m<sup>3</sup> dan luas lahan yang dapat diairi dengan kebutuhan air irigasi 0,1 liter/detik ha adalah 38.000 m<sup>2</sup> atau 3,8 ha. Jika volume tampungan yang dibutuhkan dan luas lahan yang akan diairi lebih besar, maka cara yang dapat dilakukan adalah dengan membangun beberapa bangunan embung kecil di sekitar area pertanian tersebut.

**Tabel 2.2.** Luas Lahan yang Dapat Diairi dengan Beberapa Variasi Volume Tampungan Embung

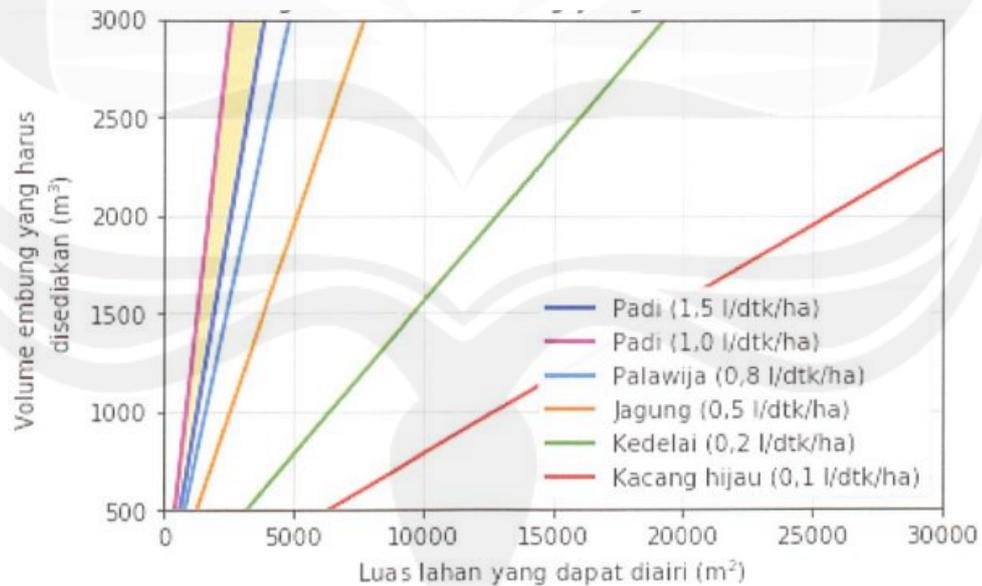
No	Volume Tampungan (m <sup>3</sup> )	Kebutuhan Air Irigasi (Liter/detik ha)					
		Padi (1,5)	Padi (1,0)	Palawija (0,8)	Jagung (0,5)	kedelai (0,2)	Kacang Hijau (0,1)
Luas Sawah yang dapat diairi (m <sup>2</sup> )							
1	500	400	600	750	1.300	3.000	6.000
2	1.000	900	1.300	1.600	2.600	6.500	13.000
3	1.500	1.300	1.900	2.400	3.900	9.500	19.000
4	2.000	1.700	2.600	3.200	5.100	13.000	26.000
5	2.500	2.200	3.200	4.000	6.400	16.000	32.000
6	3.000	2.600	3.800	4.400	7.700	19.000	38.000

Sumber: Menteri PUPR RI, 2018



Sumber: Menteri PUPR RI, 2018

**Gambar 2.1.** Embung Kecil dan Komponennya



Sumber: Menteri PUPR RI, 2018

**Gambar 2.2.** Grafik Hubungan antara Luas Sawah yang Dapat Diairi dengan Volume Tampungan Embung yang Harus Disediakan

## **2.7. Saluran Irigasi**

### **2.7.1. Jenis saluran irigasi**

Menurut Direktorat Jenderal Sumber Daya Air (1986), saluran irigasi dibedakan menjadi :

1. Jaringan irigasi utama yang kemudian dibedakan lagi menjadi :
  - a) Saluran primer membawa air dari bendung ke saluran sekunder dan ke petak-petak tersier yang diairi.
  - b) Saluran sekunder membawa air dari saluran primer ke petak-petak tersier yang dilayani oleh saluran sekunder tersebut.
  - c) Saluran pembawa membawa air irigasi dari sumber air lain (bukan sumber yang memberi air pada bangunan utama proyek) ke jaringan irigasi primer.
  - d) Saluran muka tersier membawa air dari bangunan sadap tersier ke petak tersier yang terletak di seberang petak tersier lainnya.
2. Jaringan saluran irigasi tersier kemudian dibedakan lagi menjadi :
  - a) Saluran tersier membawa air dari bangunan sadap tersier di jaringan utama ke dalam petak tersier lalu ke saluran kuarter.
  - b) Saluran kuarter membawa air dari boks bagi kuarter melalui bangunan sadap tersier atau parit sawah ke sawah-sawah
3. Garis sempadan saluran, dalam rangka pengamanan saluran dan bangunan maka perlu ditetapkan garis sempadan saluran dan bangunan irigasi yang jauhnya ditentukan dalam peraturan perundangan sempadan saluran.

### **2.7.2. Aliran melalui saluran terbuka**

Aliran terbuka adalah aliran yang di mana permukaan zat cair yang mengalir tidak tertutup dan langsung berhubung secara langsung dengan tekanan atmosfer. Menurut Raju (1986), aliran terbuka adalah aliran melalui suatu pipa di mana air yang sedang mengalir tidak sepenuhnya tertutup oleh batas yang kukuh, namun mempunyai permukaan bebas yang terbuka terhadap tekanan atmosfer. Aliran pipa berbeda dengan aliran saluran terbuka, karena tidak adanya permukaan bebas, yaitu aliran pipa terjadi di bawah tekanan.

Aliran saluran terbuka dapat diklasifikasikan ke dalam jenis-jenis yang berbeda berdasarkan kriteria yang berbeda pula. Berdasarkan nilai bilangan

Reynolds, aliran saluran terbuka dapat dibedakan menjadi aliran laminar dan aliran turbulen. Berdasarkan nilai bilangan Froude aliran saluran terbuka dapat dibedakan menjadi aliran sub kritis, aliran kritis dan aliran super kritis. Berdasarkan perbedaan kedalaman dan kecepatan rata-rata terhadap waktu, aliran saluran terbuka dapat dibedakan menjadi aliran tetap dan aliran tak tetap.

Analisis kecepatan dan debit aliran melalui saluran terbuka dapat dilakukan menggunakan persamaan berikut :

$$Q=A \times V \quad (2-9)$$

Keterangan:

- Q : debit aliran, dalam m<sup>3</sup>/d  
A : luas penampang saluran, dalam m<sup>2</sup>  
V : kecepatan aliran, dalam m/d