

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Pengertian Rawa**

Rawa adalah lahan daratan basah yang terjadi secara alami atau buatan bersifat permanen atau sementara, dengan air yang statis atau mengalir berupa campuran dari gambut dan mineral yang selalu tergenang dan biasanya relatif subur. (Arifin Fahmi, 2018)

##### **2.1.1 Ciri-ciri Rawa**

1. Banyak terdapat di daerah pedalaman daratan, terdapat juga di dekat pantai.
2. Memiliki air yang payau berwarna coklat hingga hitam.
3. Pada dasar lahan rawa umumnya tertutup gambut yang tebal.
4. Tanah yang relatif subur yang dapat diolah menjadi lahan pertanian.
5. Rawa yang berada di tepi pantai banyak ditumbuhi pohon bakau, sedangkan rawa yang berada di pedalaman banyak ditumbuhi oleh pohon palem atau nipah.

##### **2.1.2 Jenis-jenis Rawa**

1. Rawa Pantai  
Merupakan rawa yang terbentuk karena pasang surut air laut. Rawa ini biasanya terletak di pinggir pantai. Biasanya ditumbuhi oleh banyak tumbuhan bakau.
2. Rawa Sungai  
Merupakan rawa yang terbentuk karena adanya bagian sisi sungai yang lebih rendah atau dangkal dari permukaan sungai sehingga sedikit demi sedikit permukaan yang lebih rendah akan tergenang air ketika air sungai itu meluap.
3. Rawa Abadi

Merupakan rawa yang terbentuk karena adanya cekungan pada permukaan bumi. Cekungan tersebut terpengaruhi oleh dari tenaga endogen. Rawa jenis ini selalu digenangi air sehingga disebut rawa abadi.

4. Rawa Danau

Merupakan rawa yang terjadi karena aktivitas danau. Biasanya terjadi ketika air danau meluap karena musim hujan, air yang meluap tersebut menjadi genangan air pada pinggiran daratan danau yaitu disebut rawa danau.

5. Rawa Payau

Merupakan rawa yang terdapat di muara sungai yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Air dari rawa payau berasal dari luapan air sungai yang bergabung dengan air pasang surut laut. Pada rawa payau banyak ditumbuhi rerumputan dan tumbuhan air.

## 2.2 Pengertian Irigasi

Irigasi didefinisikan secara teknis menyalurkan air melalui saluran-saluran pembawa ke tanah pertanian dan setelah air tersebut diambil manfaat sebesar besarnya menyalurkannya ke saluran-saluran pembuangan terus ke sungai. (Mawardi,2010)

Irigasi bertujuan untuk membantu para petani dalam mengelolah lahan pertaniannya, terutama bagi para petani di pedesaan yang sering kekurangan atau kesulitan untuk mendapatkan air.

- a. Meningkatkan produksi pangan terutama beras
- b. Meningkatkan efisiensi dan efektifitas pemanfaatan air irigasi
- c. Meningkatkan dan memberdayakan masyarakat desa dalam pembangunan jaringan irigasi di pedesaan
- d. Meningkatkan intensitas tanam buah, sayuran, dan palawija

## **2.3 Jenis-jenis Irigasi**

### **2.3.1 Irigasi Gravitasi**

Sistem irigasi ini memanfaatkan gaya gravitasi bumi untuk pengaliran airnya. Dengan prinsip air mengalir dari tempat yang tinggi menuju tempat yang rendah karena ada gravitasi. Jenis irigasi yang menggunakan sistem irigasi seperti ini adalah : irigasi genangan liar, irigasi genangan dari saluran, irigasi alur dan gelombang. (Irigasi 1, 2017)

### **2.3.2 Irigasi Siraman**

Pada sistem irigasi ini air dialirkan melalui jaringan pipa dan disemprotkan ke permukaan tanah dengan kekuatan mesin pompa air. Sistem ini biasanya digunakan apabila topografi daerah irigasi tidak memungkinkan untuk penggunaan irigasi gravitasi. Ada dua macam sistem irigasi saluran, yaitu: pipa tetap dan pipa bergerak.

### **2.3.3 Irigasi Bawah Permukaan**

Pada sistem ini air dialirkan dibawah permukaan melalui saluran-saluran yang ada di sisi-sisi petak sawah. Adanya air ini mengakibatkan muka air tanah pada petak sawah naik. Kemudian air tanah akan mencapai daerah penakaran secara kapiler sehingga kebutuhan air akan dapat terpenuhi.

### **2.3.4 Irigasi Tetesan**

Air dialirkan melalui jaringan pipa dan ditetaskan tepat di daerah penakaran tanaman dengan menggunakan mesin pompa sebagai tenaga penggerak. Perbedaan jenis sistem irigasi ini dengan sistem irigasi siraman adalah pipa tersier jalurnya melalui pohon, tekanan yang dibutuhkan kecil (1 atm).

## **2.4 Klasifikasi Jaringan Irigasi**

Berdasarkan cara pengaturan pengukuran aliran air dan lengkapnya fasilitas, jaringan irigasi dapat dibedakan ke dalam tiga tingkatan yakni:

### **2.4.1 Jaringan irigasi sederhana**

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

### **2.4.2 Jaringan irigasi semi teknis**

Dalam banyak hal, perbedaan satu-satunya antara jaringan irigasi sederhana dan jaringan semi teknis adalah bahwa jaringan semi teknis ini bendungnya terletak di sungai lengkap dengan bangunan 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 dari daerah layanan pada jaringan sederhana. Oleh karena itu biayanya ditanggung oleh lebih banyak daerah layanan. Organisasinya akan lebih rumit jika bangunan tetapnya berupa bangunan pengambilan dari sungai, karena diperlukan lebih banyak keterlibatan dari pemerintah.

### **2.4.3 Jaringan irigasi teknis**

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

saluran pembuang mengalirkan air lebih dari sawah-sawah ke saluran pembuang alamiah yang kemudian akan diteruskan ke laut.

**Tabel 2. 1 Klasifikasi Irigasi**

No	Parameter	Jaringan Irigasi		
		Sederhana	Semi Teknis	Teknis
1	Konstruksi Bangunan	Sederhana	Semi Permanen/Permanen	Permanen
2	Pengukuran Debit	Tidak Ada	Ada	Ada
3	Pengaturan Debit	Tidak Ada	Tidak Ada	Ada
4	Fungsi Saluran	Saluran Pembawa berfungsi ganda sebagai saluran pembuangan	Saluran pembawa dan saluran pembuang tidak sepenuhnya terpisah	Saluran pembawa dan saluran pembuang terpisah

(Irigasi 1, 2017)

## 2.5 Petak Irigasi

### 2.5.1 Petak tersier

Petak tersier menerima air irigasi yang dialirkan dan diukur pada bangunan sadap (*off take*) tersier. Bangunan sadap tersier mengalirkan airnya ke saluran tersier. Petak tersier yang kelewat besar akan mengakibatkan pembagian air menjadi tidak efisien. Faktor-faktor penting lainnya adalah jenis tanaman dan topografi. Di daerah-daerah yang ditanami padi luas petak tersier idealnya maksimum 50 ha, tapi dalam keadaan tertentu dapat ditolelir sampai seluas 75 ha, disesuaikan dengan kondisi topografi dan kemudahan eksploitasi dengan tujuan agar pelaksanaan Operasi dan Pemeliharaan lebih mudah. Petak tersier harus mempunyai batas-batas yang jelas

seperti misalnya parit, jalan, batas desa dan batas perubahan bentuk medan (*terrain fault*).

Petak tersier dibagi menjadi petak-petak kuarter, masing-masing seluas kurang lebih 8 - 15 ha. Apabila keadaan topografi memungkinkan, bentuk petak tersier sebaiknya bujur sangkar atau segi empat untuk mempermudah pengaturan tata letak dan memungkinkan pembagian air secara efisien. Petak tersier harus terletak langsung berbatasan dengan saluran sekunder atau saluran primer. Perkecualian kalau petak-petak tersier tidak secara langsung terletak di sepanjang jaringan saluran irigasi utama yang dengan demikian, memerlukan saluran tersier yang membatasi petak-petak tersier lainnya, hal ini harus dihindari. Panjang saluran tersier sebaiknya kurang dari 1.500 m, tetapi dalam kenyataan kadang-kadang panjang saluran ini mencapai 2.500 m. Panjang saluran kuarter lebih baik dibawah 500m, tetapi prakteknya kadang-kadang sampai 800m.

### **2.5.2 Petak sekunder**

Petak sekunder terdiri dari beberapa petak tersier yang kesemuanya dilayani oleh satu saluran sekunder. Biasanya petak sekunder menerima air dari bangunan bagi yang terletak di saluran primer atau sekunder. Batas-batas petak sekunder pada umumnya berupa tanda-tanda topografi yang jelas, seperti misalnya saluran pembuang. Luas petak sekunder bisa berbeda-beda, tergantung pada situasi daerah. Saluran sekunder sering terletak di punggung medan mengairi kedua sisi saluran hingga saluran pembuang yang membatasinya. Saluran sekunder boleh juga direncana sebagai saluran garis tinggi yang mengairi lereng-lereng medan yang lebih rendah saja.

### **2.5.3 Petak primer**

Petak primer terdiri dari beberapa petak sekunder, yang mengambil air langsung dari saluran primer. Petak primer dilayani oleh satu saluran primer yang mengambil

airnya langsung dari sumber air, biasanya sungai. Proyek-proyek irigasi tertentu mempunyai dua saluran primer. Ini menghasilkan dua petak primer.

Daerah di sepanjang saluran primer sering tidak dapat dilayani dengan mudah dengan cara menyadap air dari saluran sekunder. Apabila saluran primer melewati sepanjang garis tinggi, daerah saluran primer yang berdekatan harus dilayani langsung dari saluran primer.

## **2.6 Bangunan Irigasi**

Bangunan irigasi digunakan untuk keperluan dalam menunjang pengambilan dan pengaturan air irigasi, sehingga air dapat mengalir dengan baik ke areal persawahan.

### **2.6.1 Bangunan utama**

Bangunan utama (*head works*) dapat didefinisikan sebagai kompleks bangunan yang direncanakan dan disepanjang sungai atau aliran air untuk membelokkan air ke dalam jaringan saluran agar dapat di pakai untuk keperluan irigasi. Bangunan utama bisa mengurangi kandungan sedimen yang berlebihan, serta mengukur banyaknya air yang masuk. Bangunan utama terdiri dari bendung dengan peredam energi, satu atau dua pengambilan utama pintu bilas kolam olah dan (jika diperlukan) kantong lumpur, tanggul banjir pekerjaan sungai dan bangunan-bangunan pelengkap.

### **2.6.2 Bangunan Pembawa**

Bangunan-bangunan pembawa membawa air dari ruas hulu ke ruas hilir saluran. Aliran yang melalui bangunan ini bisa superkritis atau subkritis.

#### **1. Bangunan pembawa dengan aliran superkritis**

Bangunan pembawa dengan aliran tempat di mana lereng medannya maksimum saluran. Superkritis diperlukan di tempat lebih curam daripada kemiringan maksimal saluran. (Jika di tempat dimana kemiringan medannya lebih curam daripada kemiringan dasar saluran, maka bisa terjadi aliran superkritis yang akan dapat merusak saluran.

Macam-macam bangunan pembawa dengan aliran superkritis:

##### **a. Bangunan Terjun**

b. Got Miring

2. Bangunan pembawa dengan aliran subkritis (Bangunan silang) Macam – macam bangunan pembawa dengan aliran subkritis (bangunan silang):

- a. Gorong-gorong
- b. Talang
- c. Sipun
- d. Jembatan sipon
- e. Flum (*flume*)
- f. Saluran tertutup
- g. Terowongan

### **2.6.3 Bangunan bagi.dan sadap**

Bangunan bagi dan sadap pada irigasi teknis dilengkapi dengan pintu dan alat pengukur debit untuk memenuhi kebutuhan air irigasi sesuai jumlah dan pada waktu tertentu.

Untuk itu kriteria ini menetapkan agar diterapkan tetap memakai pintu dan alat ukur debit dengan memenuhi tiga syarat proporsional.

- a. Bangunan bagi terletak di saluran primer dan sekunder pada suatu titik cabang dan berfungsi untuk membagi aliran antara dua saluran atau lebih.
- b. Bangunan sadap tersier mengalirkan air dari saluran primer atau sekunder ke saluran tersier penerima.
- c. Bangunan bagi dan sadap mungkin digabung menjadi satu rangkaian bangunan. Boks bagi di saluran tersier membagi aliran untuk dua saluran atau lebih (tersier, subtersier dan atau kuarter).

#### 2.6.4 Bangunan pengatur dan pengukur

Aliran akan di ukur di hulu (udik) saluran primer, di cabang saluran jaringan primer dan di bangunan sadap sekunder maupun tersier. Bangunan ukur dapat dibedakan menjadi bangunan ukur aliran atas bebas (*free overflow*) dan bangunan ukur aliran bawah (*underflow*). Beberapa dari bangunan pengukur dapat juga dipakai untuk mengatur aliran air.

Berdasarkan KP-01 Bangunan memberikan uraian terinci mengenai peralatan ukur dan penggunaannya.

Peralatan berikut dianjurkan pemakaiannya :

- a. Di hulu saluran primer
- b. Untuk aliran besar alat ukur ambang lebar dipakai untuk pengukuran dan pintu sorong atau radial untuk pengatur.
- c. Di bangunan bagi bangunan sadap sekunder  
Pintu romijn dan pintu *crump-de gruyter* dipakai untuk mengukur dan mengatur aliran. Bila debit terlalu besar, maka alat ukur ambang lebar dengan pintu sorong atau radial bisa dipakai seperti untuk saluran primer.
- d. Di bangunan sadap tersier

Untuk mengatur dan mengukur aliran dipakai alat ukur romijn atau jika fluktuasi di saluran besar dapat dipakai alat ukur *crump-de gruyter*. Di petak- petak tersier kecil di sepanjang saluran primer dengan tinggi muka air yang bervariasi dapat dipertimbangkan untuk memakai bangunan sadap pipa sederhana, di lokasi yang petani tidak bisa menerima bentuk ambang sebaiknya dipasang alat ukur parshall atau *cut throat flume*.

Alat ukur *parshall* memerlukan ruangan yang panjang, presisi yang tinggi dan sulit pembacaannya, alat ukur *cut throat flume* lebih pendek dan mudah pembacaannya.

#### 2.6.5 Bangunan lindung

Diperlukan untuk melindungi saluran baik dari dalam maupun dari luar. Dari luar bangunan itu memberikan perlindungan terhadap limpasan air buangan yang

berlebihan dan dari dalam terhadap aliran saluran yang berlebihan akibat kesalahan eksploitasi atau akibat masuknya air dan luar saluran. Bangunan lindung terdiri dari:

- a. Bangunan pembuang silang
- b. Pelimpah (*spillway*)
- c. Bangunan penggelontor sedimen (*sediment excluder*)
- d. Bangunan penguras (*wasteway*)
- e. Saluran pembuang samping
- f. Saluran gendong

## 2.6.6 Bangunan Pelengkap

### A. Gorong-gorong

Gorong-gorong adalah bangunan yang dipakai untuk membawa aliran air melewati bawah jalan lainnya (jalan, sungai, saluran). Karena alasan pelaksanaan, maka gorong-gorong dibedakan antara gorong-gorong jalan dan gorong-gorong pembuang.

Kecepatan yang dipakai di dalam perencanaan gorong-gorong bergantung pada jumlah kehilangan energi yang ada dan geometri lubang masuk dan keluar. Untuk tujuan perencanaan, kecepatan diambil 1,50 m/dt untuk saluran irigasi dan 3,0 m/dt untuk gorong-gorong di saluran pembuang.

Kehilangan tinggi energi yang diperhitungkan untuk bangunan gorong-gorong yang mengalir penuh dengan panjang < 20 m digunakan persamaan sebagai berikut (Sipilpedia, 2016) :

$$Q = \mu \times A \sqrt{2 \times g \times z}$$

Dimana :

- Q = debit, m<sup>3</sup>/det  
μ = koefisien debit  
A = luas penampang, m<sup>2</sup>  
g = percepatan gravitasi, m/dt<sup>2</sup>

z = kehilangan tinggi energi yang terjadi, m

**Tabel 2. 2 Harga q Dalam Gorong gorong Pendek**

Tinggi Dasar di Bangunan Sama Dengan di Saluran		Tinggi Dasar di Bangunan Lebih Tinggi Dari Pada di Saluran		
Sisi	$\mu$	Ambang	Sisi	$\mu$
Segi empat	0,80	Segi empat	Segi empat	0,72
Bulat	0,90	Bulat	Segi empat	0,76
		Bulat	Segi empat	0,85

Untuk gorong-gorong yang lebih panjang dari 20 m atau ditempat yang memerlukan perhitungan yang lebih teliti, kehilangan tinggi energi yang terjadi dapat diperhitungkan dengan persamaan berikut (Sipilpedia, 2016):

- Kehilangan masuk

$$\Delta H_{masuk} = \xi_{masuk} \frac{(V_a - V)^2}{2g}$$

- Kehilangan keluar

$$\Delta H_{keluar} = \xi_{keluar} \frac{(V_a - V)^2}{2g}$$

- Kehilangan akibat gesekan

$$\Delta H_f = C_f \frac{V^2}{2g} = \frac{V^2 \times L}{C^2 \times R}$$

Dimana :

- C =  $K R^{1/6}$ , K adalah koefisien kekasaran Strickler
- R = Jari-jari hidrolis, m
- L = Panjang pipa, m
- V = Kecepatan aliran dalam saluran, m/dt

## B. Bangunan Terjun

Bangunan terjun diperlukan jika kemiringan permukaan tanah lebih curam dari pada kemiringan maksimum saluran yang diijinkan, bangunan terdiri dari empat bagian fungsional yang masing-masing mempunyai sifat perencanaan sebagai berikut :

1. Bagian hulu pengontrol, yaitu bagian dimana aliran menjadi super kritis
2. Bagian dimana air dialirkan ke elevasi yang lebih rendah
3. Bagian tepat di sebelah hilir yaitu tempat di mana energi diredam
4. Bagian peralihan saluran memerlukan lindungan untuk mencegah erosi

Bangunan terjun sendiri terdiri atas 2 tipe, yaitu :

1. Terjun tegak untuk elevasi (Z)  $\Rightarrow 0,0 < Z < 1,00$  m
2. Terjun miring untuk elevasi (Z)  $\Rightarrow 1,0 < Z < 4,50$  m
3. Got Miring (Z)  $\Rightarrow > 4,50$  m

### 1. Bangunan Terjun tegak

Perhitungan Hidrolis Bangunan Terjun Tegak sebagai berikut (Sipilpedia, 2016) :

a. Lebar bukaan efektif

$$B = \frac{Q}{1,71 m x H^{3/2}} \Rightarrow H = h_1 + \frac{V_1}{2g}$$

Keterangan :

- B = lebar efektif (m)
- Q = debit rencana (m<sup>3</sup>/det)
- m = koefisien (=1,00)
- H = tinggi energi dihilu saluran (m)
- h<sub>1</sub> = kedalaman air dihilu saluran (m)

$V_1$  = kecepatan aliran di hulu saluran (m/det)

$g$  = gravitasi  $\approx 9,80$

b. Tinggi ambang ujung

$$a = 0,50 d_c$$

Keterangan :

$$d_c = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{g \cdot B^2}}$$

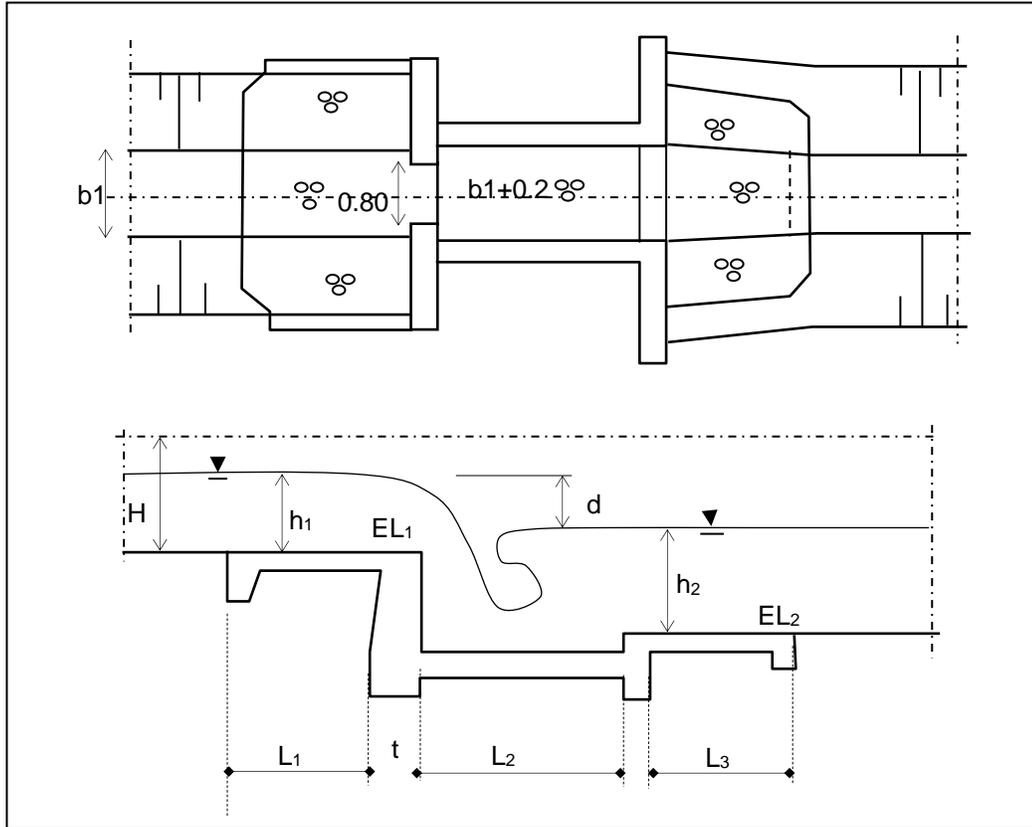
$a$  = tinggi ambang ujung (m)

$d_c$  = Kedalaman kritis bukaan

$Q$  = debit rencana

$B$  = lebar bukaan

Bentuk bangunan terjun tegak disajikan seperti dalam Gambar berikut:



**Gambar 2. 1 Tipe bangunan terjun tegak**

c. Panjang Kolam Olak

$$L = C_1 \sqrt{z dc + 0.25}$$

$$C_1 = 2.50 + 1.1 \frac{dc}{z} + 0.7 \left[ \frac{dc}{z} \right]^3$$

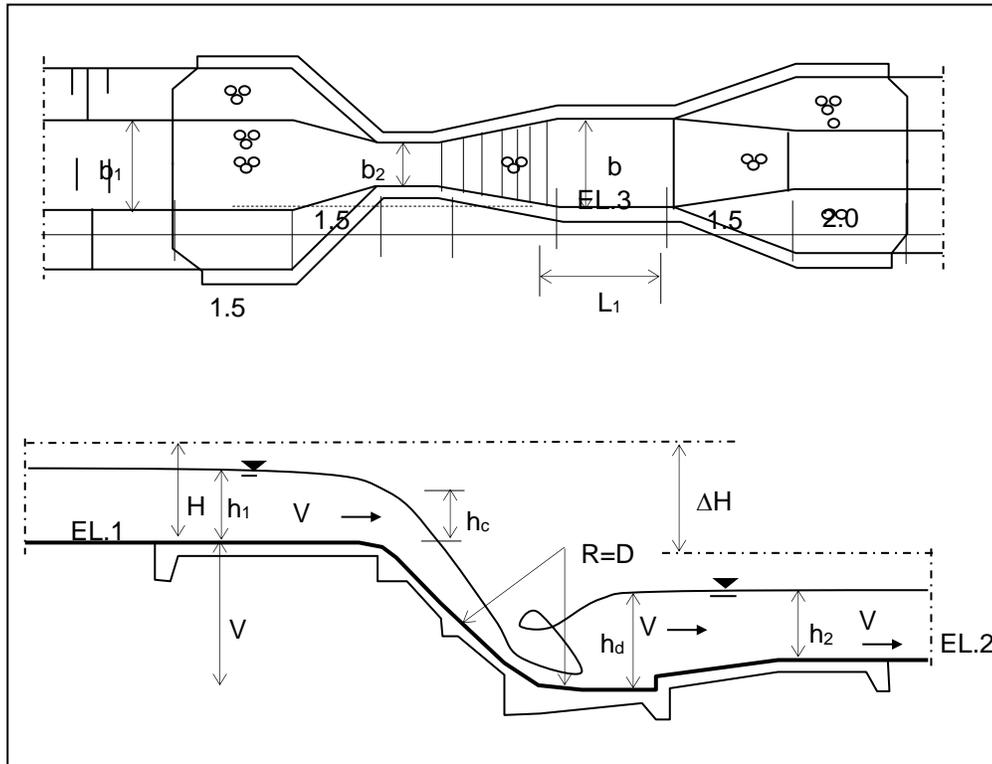
Keterangan :

L = Panjang kolam olak

z = tinggi terjunan

## 2. Bangunan Terjun Miring

Perhitungan hidrolis Bangunan Terjun Miring adalah sebagai berikut (Sipilpedia, 2016):



**Gambar 2. 2 Tipe Bangunan Terjun Miring**

Dimensi saluran hulu :

$$A_1 = (b_1 + h_1) \times h_1$$

$$V_1 = Q/A_1$$

Dimensi saluran hilir :

$$A_2 = (b_2 + h_2) \times h_2$$

$$V_2 = Q/A_2$$

Lebar bukaan :

$$b_c = 0,80 \times b_1$$

Perubahan tinggi energi :

$$\Delta H = \left[ h_1 + \frac{V_1^2}{2g} + (EL.1 - EL.2) \right] - \left[ h_2 + \frac{V_2^2}{2g} \right]$$

$$h_c = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{gb_c^2}}$$

Kedalaman Kritis :

Jika Kedalaman air diujung hulu kolam Nilai  $h_u$ , dicari dengan metoda iterasi sampai

$$0,50 < \frac{\Delta H}{h_c} \leq 2,00 \rightarrow h_d = 2,4 h_c + 0,40 \Delta H$$

$$H_u = 2.h_d / \left[ \sqrt{1 + 8 \left( \frac{Q}{b_c} . h_u \right)^2 / g . h_u} - 1 \right]$$

diperoleh nilai yang sama dari kedua ruas persamaan diatas.

Tinggi Ambang ujung :

$$d = 0,28 h_c \sqrt{\frac{h_c}{\Delta H}}$$

$$2,00 < \frac{\Delta H}{h_c} \leq 15,00, \rightarrow h_d = 3,00 h_c + 0,40 \Delta H$$

Kolam Olak :

- a. Lebar Kolam :  $b = bc + 0,30$
- b. Panjang Kolam :  $L_j = R = \Delta Z$  atau  $L_j = 4,50 h_d$  (diambil (nilai yang terbesar))
- c. Elevasi Kolam olak :  $Elv.3 = Elv.1 - \Delta Z$

$$\Delta Z = \left[ \Delta H + h_d + \frac{v_d^2}{2g} \right] - \left[ h_1 + \frac{v_1^2}{2g} \right]$$

### C. Talang

Talang atau flum adalah penampang saluran buatan dimana air mengalir dengan permukaan bebas, yang dibuat melintasi cekungan, saluran, sungai jalan atau sepanjang lereng bukit. Bangunan ini dapat didukung dengan pilar atau konstruksi lain.

Konstruksi talang yang umum dapat terbuat dari kayu, beton bertulang, besi atau baja (Sipilpedia, 2016). Talang dilengkapi dengan peralihan masuk atau keluar.

Batas kecepatan air dalam talang :

- a. Talang kayu atau beton  $V = (1,50 - 2,00)$  m/dt.
- b. Besi / baja  $V = (2,50 - 3,00)$  m/dt.

Dasar talang harus cukup tinggi dari muka air maksimum sungai atau saluran pembuang, karena adanya benda kasar yang hanyut pada sungai atau saluran pembuang, contoh batang-batang kayu.

Kehilangan energi keluar dan masuk dihitung dengan rumus :

$$\Delta H_{masuk} = \frac{(V_a - V)^2}{2g}$$
$$\Delta H_{keluar} = \frac{(V_a - V)^2}{2g}$$

Dimana :

- $\Delta H_{masuk}$  = kehilangan energi masuk talang (m)  
 $\Delta H_{keluar}$  = kehilangan energi keluar talang (m)

Kehilangan energi karena gesekan :

$$\Delta H_f = I.L$$
$$I = \frac{V^2}{K^2 . R^{4/3}}$$

Dimana :

- $\Delta H_f$  = kehilangan energi akibat gesekan talang (m)  
 $V$  = kecepatan aliran sebelum masuk dan setelah keluar talang/pipa (m/dt)  
 $V_a$  = kecepatan aliran dalam talang (m/dt)  
 $g$  = gravitasi  
 $L$  = panjang talang (m)  
 $I$  = kemiringan hidrolis talang/pipa.  
 $K$  = koefisien kekasaran

$R = \text{Jari-jari hidrolis.}$

Untuk pipa diameter  $D$ , maka  $R = \frac{1}{4} D$ .

Harga  $K$  diambil : a. untuk kayu = 60  
b. untuk beton = 70  
c. untuk besi = 80

Tergantung pada kehilangan tinggi energi tersedia serta biaya pelaksanaan, potongan talang direncanakan dengan luas yang sama dengan saluran, seyogyanya dimensinya dibuat sekecil mungkin. Kadang-kadang pada talang bila melintasi saluran pembuang dibuatkan pelimpah kecil guna mengatur muka air di hilir talang, bangunan dapat dibuat dari beton bertulang atau pipa besi/baja.

## **2.7 Standar Nama**

Nama yang digunakan untuk saluran irigasi, bangunan dan daerah irigasi harus jelas dan logis. Nama yang digunakan harus singkat dan tidak mengubah nama yang sudah ada.

### **2.7.1 Daerah Irigasi**

Daerah irigasi dapat diberi nama sesuai daerah dengan nama wilayah setempat atau nama desa yang terletak dekat jaringan utama atau sungai yang airnya mengairi untuk keperluan irigasi.

### **2.7.2 Jaringan Irigasi Primer**

Jaringan irigasi primer adalah bagian dari jaringan irigasi yang terdiri dari bangunan utama, saluran induk/ primer, saluran pembuangannya, bangunan bagi, bangunan bagisadap, bangunan sadap, dan bangunan pelengkap. Saluran irigasi primer dapat diberi nama sesuai dengan daerah irigasi aliri.

### **2.7.3 Jaringan Irigasi Sekunder**

Jaringan irigasi primer adalah bagian dari jaringan irigasi yang terdiri dari bangunan utama, saluran induk/ primer, saluran pembuangannya, bangunan bagi, bangunan bagisadap, bangunan sadap, dan bangunan pelengkapannya. Saluran sekunder sering diberi nama sesuai dengan nama saluran sekundernya.

### **2.7.4 Jaringan Irigasi Tersier**

Jaringan irigasi tersier adalah jaringan irigasi yang berfungsi sebagai prasarana pelayanan air irigasi dalam petak tersier yang terdiri dari saluran tersier, saluran kuarter dan saluran pembuang, boks tersier, boks kuarter, serta bangunan pelengkapannya.

### **2.7.5 Jaringan Pembuang**

Setiap pembangunan jaringan irigasi dilengkapi dengan pembangunan jaringan drainase yang merupakan satu kesatuan dengan jaringan irigasi yang bersangkutan (PP 20 pasal 46 ayat 1).

Jaringan pembuang primer pada umumnya adalah sungai alami, yang keseluruhannya akan diberi nama, apabila ada saluran pembuangan primer baru yang akan dibuat, maka saluran itu harus diberi nama tersendiri, jika saluran pembuang dibagi menjadi beberapa ruas, maka masing-masing ruas akan diberi nama mulai dari ujung hilir.

Sedangkan pembuang sekunder berupa sungai atau anak sungai yang lebih kecil beberapa diantaranya sudah mempunyai nama yang tetap bisa dipakai jika tidak anak sungai atau sungai tersebut diberikan dengan sebuah huruf dengan nomor seri dengan diawali huruf d (*drainase*).

Pembuangan tersier adalah pembuangan kategori terkecil dan akan dibagi ruas-ruas dengan debit seragam masing-masing akan diberi nomor.

## **2.8 Definisi Daerah-Daerah Irigasi**

Adapun dalam perencanaan irigasi harus di bedakan antara macam daerah irigasi sesuai dengan fungsi setiap daerahnya seperti:

1. Daerah Studi adalah Daerah Proyek ditambah dengan seluruh Daerah Aliran Sungai (DAS) dan tempat-tempat pengambilan air ditambah dengan daerahdaerah lain yang ada hubungannya dengan daerah studi.
2. Daerah Proyek adalah daerah dimana pelaksanaan pekerjaan dipertimbangkan dan diusulkan dan daerah tersebut akan mengambil manfaat langsung dari proyek tersebut.
3. Daerah Irigasi Total/Brutto adalah, daerah proyek dikurangi dengan perkampungan dan tanah-tanah yang dipakai untuk mendirikan bangunan daerah yang tidak diairi, jalan utama, rawa-rawa dan daerah-daerah yang tidak akan dikembangkan untuk irigasi dibawah proyek yang bersangkutan.
4. Daerah Irigasi Netto/Bersih adalah tanah yang ditanami (padi) dan ini adalah daerah total yang bisa diairi dikurangi dengan saluran-saluran irigasi dan pembuang primer, sekunder, tersier dan kuarter, jalan inspeksi, jalan setapak dan tanggul sawah. Daerah ini dijadikan dasar perhitungan kebutuhan air, panen dan manfaat/keuntungan yang dapat diperoleh dari proyek yang bersangkutan. Sebagai angka standar luas netto daerah yang dapat diairi diambil 0,9 kali luas total daerah-daerah yang dapat diairi.
5. Daerah Potensial adalah daerah yang mempunyai kemungkinan baik untuk dikembangkan. Luas daerah ini sama dengan Daerah Irigasi Netto tetapi biasanya belum sepenuhnya dikembangkan akibat terdapatnya hambatan-hambatan nonteknis.
6. Daerah Fungsional adalah bagian dari Daerah Potensial yang telah memiliki jaringan irigasi yang telah dikembangkan. Daerah fungsional luasnya sama atau lebih kecil dari daerah potensial. (Standar Perencanaan Irigasi KP-01, 2013).

## **2.9 Analisa Hidrologi**

### **2.9.1 Curah Hujan**

Data curah yang digunakan dalam suatu analisis hidrologi harus data yang mengandung suatu kesalahan yang sekecil mungkin, karena menghilangkan sama sekali kesalahan merupakan hal yang tidak mungkin dapat dilakukan. Data hujan biasanya dikumpulkan oleh para petugas maupun pengamat yang bekerja di Badan Stasiun Meteorologi. Pembacaan data curah hujan ini dilakukan secara manual maupun alat yang mendukung tak luput dari kesalahan, kesalahan yang terjadi biasanya mengakibatkan hilangnya suatu data curah hujan yang berpengaruh pada suatu analisis hidrologi, (Hidrologi Teknik , 2003).

### **2.9.2 Curah Hujan Wilayah**

Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan rancangan pemanfaatan air adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan. Stasiun-stasiun pengamat hujan yang tersebar pada suatu daerah aliran dapat dianggap sebagai titik (point). Tujuan mencari hujan rata-rata adalah mengubah hujan titik (point rainfall) menjadi hujan wilayah (regional rainfall) atau mencari suatu nilai yang dapat mewakili pada suatu daerah aliran, yaitu:

#### **a) Cara Rata-rata Aljabar**

Cara ini merupakan perhitungan rata-rata hujan secara aljabar biasa, dengan cara menjumlahkan sesuai data yang ada dari sejumlah stasiun hujan untuk waktu tertentu kemudian dibagi dengan jumlah stasiun hujan tadi. Lebih jelasnya diformulasikan di bawah ini.

$$R = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_N}{N}$$

Dimana :

R<sub>i</sub> = besarnya curah hujan (mm), dan

N = jumlah pos pengamatan.

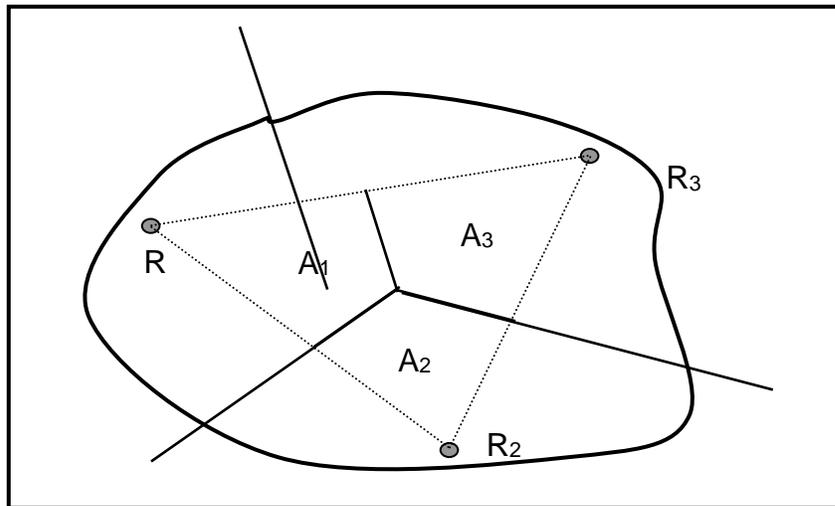
**b) Cara Poligon Thiessen**

Jika titik-titik di daerah pengamatan di dalam daerah itu tidak tersebar merata, maka cara perhitungan curah hujan dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh tiap pengamatan. (Hidrologi Teknik , 2003)

$$\bar{R} = \frac{A_1R_1 + A_2R_2 + A_3R_4 + \dots + A_NR_N}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_N}$$

Dimana :

A<sub>i</sub> adalah luas pengaruh dari stasiun i. Cara Thiessen ini memberikan hasil yang lebih teliti dari cara aljabar. Akan tetapi penentuan titik pengamatan akan mempengaruhi ketelitian hasil yang didapat.



**Gambar 2. 3 Penentuan Curah Hujan Representatif Cara Polygon**

**c. Cara Isohyet**

Peta Isohyet (tempat kedudukan yang mempunyai tinggi hujan sama) digambar pada peta tofografi dengan perbedaan 10 mm sampai 20 mm berdasarkan data curah hujan pada titik-titik pengamatan yang dimaksud. Luas bagian daerah antara 2 garis isohyet yang berdekatan diukur dengan planimetri. Curah hujan daerah itu dapat dihitung menurut persamaan sebagai berikut :

$$\bar{R} = \frac{A_1R_1 + A_2R_2 + A_3R_3 + \dots + A_NR_N}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_N}$$

dimana :

$\bar{R}$  = Curah hujan rata-rata Regional

### 2.9.3 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 sampai bulanan. Debit minimum sungai dianalisis atas dasar data debit harian sungai agar analisis cukup tepat dan andal, catatan yang diperlukan harus meliputi waktu sedikit 10 tahun. Jika persyaratan ini tidak bias dipenuhi maka metode hidrologi analitis dan empiris bisa dipakai. Dalam menghitung debit andalan kita harus pertimbangkan air yang diperlukan dari sungai hilir pengambilan.

**Tabel 2. 3 Koefisien Pengaliran (C)**

Kondisi daerah pengaliran dan sungai	Koefisien pengaliran
Daerah pegunungan yang curam	0.75-0.90
Daerah pengunungan tersier	0.70-0.80
Tanah bergelombang dan hutan	0.50-0.75
Tanah dataran yang ditanami	0.45-0.60
Persawahan yang dialiri	0.60-0.70
Sungai di daerah pegunungan	0.75-0.80
Sungai kecil di daratan	0.45-0.57

Sungai besar dari setengah daerah	0.50-0.57
Pengaliran terdiri dari dataran	-

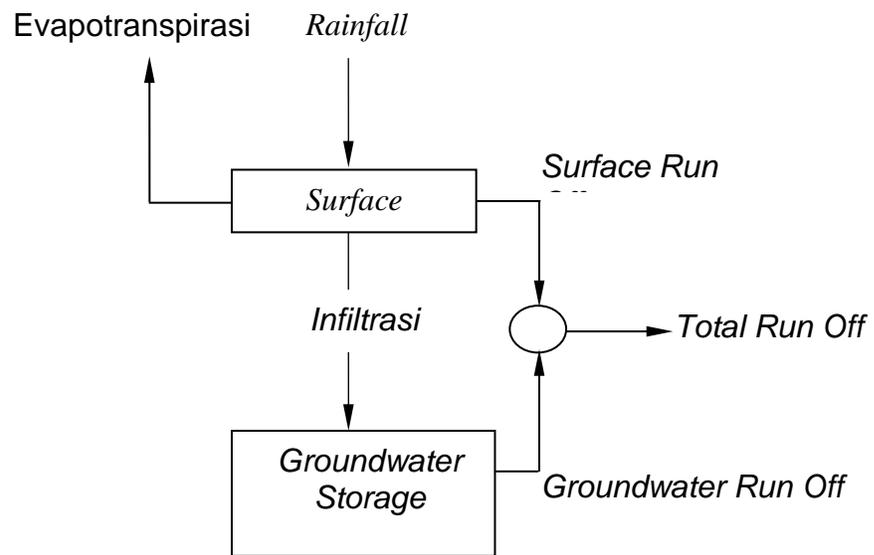
(Irigasi 1 , 2017)

#### **2.9.4 Curah Hujan Efektif**

Untuk menghitung ketersediaan air/debit andalan harus digunakan curah hujan efektif yaitu curah hujan yang turun dikurangi besarnya evapotranspirasi.

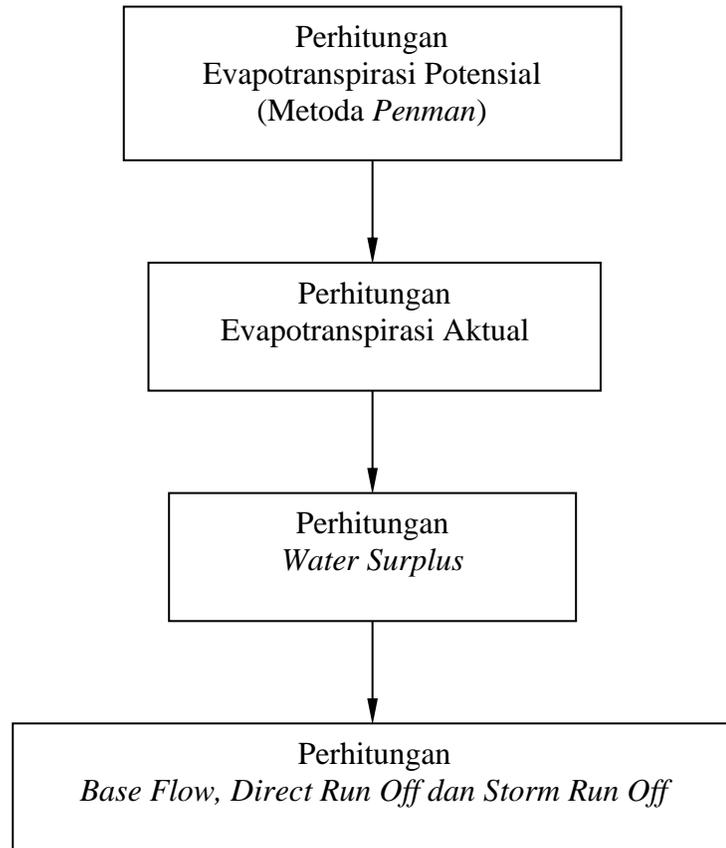
Debit ketersediaan air dapat diperkirakan dengan menggunakan Metoda Mock. Metoda Mock dikembangkan oleh Dr. F. J. Mock (Mock 1973) berdasarkan atas daur hidrologi. Metoda Mock merupakan salah satu dari sekian banyak metoda yang menjelaskan hubungan *rainfall-runoff*. Secara garis besar model *rainfall-runoff* bisa dilihat pada Gambar 2.4 berikut ini.

Metoda Mock dikembangkan untuk menghitung debit rata-rata. Metoda ini lebih jauh lagi bisa memprediksi besarnya debit. Data-data yang dibutuhkan dalam perhitungan debit dengan Metoda Mock ini adalah data klimatologi, luas dan penggunaan lahan dari *catchment* area.



**Gambar 2. 4 Bagan Alir Model Rainfall-Runoff**

Proses perhitungan yang dilakukan dalam Metoda Mock dijelaskan sebagai berikut:



**Gambar 2. 5 Bagan Alir Perhitungan Debit dalam Metoda Mock**

Pada prinsipnya, Metoda Mock memperhitungkan volume air yang masuk, keluar, dan yang disimpan dalam tanah (*soil storage*). Volume air yang masuk adalah hujan. Air yang keluar adalah infiltrasi, perkolasi dan yang dominan adalah akibat evapotranspirasi. Perhitungan evapotranspirasi menggunakan metoda Penmann. Sementara *soil storage* adalah volume air yang disimpan dalam pori-pori tanah, hingga kondisi tanah menjadi jenuh.

Secara keseluruhan perhitungan debit dengan Metoda *Mock* ini mengacu pada *water balance*, dimana kondisi-kondisi yang menjadi syarat batas yang harus dipenuhi. Bagian berikut ini akan lebih menjelaskan hal-hal yang disebutkan diatas.

### 2.9.5 Evapotranspirasi Potensial

Evapotranspirasi adalah gabungan dari peristiwa evaporasi dan transpirasi. Evapotranspirasi adalah air yang menguap dari tanah yang berdekatan permukaan air atau dari permukaan daun-daun tanaman, sedangkan transpirasi adalah air yang memasuki daerah akar tanaman dan digunakan untuk membentuk jaringan tanaman. Faktor-faktor dominan yang mempengaruhi evapotranspirasi adalah radiasi panas matahari dan suhu, kelembaban dan kecepatan angin bertambah besar, untuk menghitung besarnya evapotranspirasi dengan menggunakan metode penman, (Hidrologi Teknik, 2003). Dalam perhitungan evapotranspirasi dilakukan dengan program *Cropwat* yang menggunakan dasar teori *Penman*.

$$E_t = \frac{(\Delta \times H + 0,27 + E_a)}{(\Delta + 0,27)}$$

dimana :

$$E_a = 0,35 (e_a - e_d)(k + 0,01 U^2)$$

$$H = R_a(1-r)(0,18 + 0,55 n/d) - \sigma T_a^4(0,56 - 0,092 V_e d) * (0,10 + 0,90n/d)$$

Keterangan :

$E_t$  : Evapotranspirasi potensial (*consumptive use factor*) dinyatakan dalam mm H<sub>2</sub>O per hari.

$\Delta$  : Slope pada lengkung tekanan uap pada temperatur udara rata-rata dalam mmHg.

$\sigma T_a^4$  : *Black body radiation* pada temperatur udara rata-rata dalam mm H<sub>2</sub>O per hari.

$e_a$  : Tekanan uap jenuh pada temperatur udara rata-rata dalam mm H<sub>2</sub>O per hari.

$e_d$  : Tekanan uap aktual dalam mmHg = h x  $e_a$ .

h : *Relative humidity* dalam %

$e_a$  : Evaporasi dinyatakan dalam mm H<sub>2</sub>O per hari

$R_a$  : *Solar radiation* dinyatakan dalam mm H<sub>2</sub>O per hari

- $r$  : *reflection coefficient of surface*
- $(1-r)$  : Penyerapan radiasi
- $k$  : *Coeffisien roughness of evaporating surface*
- $n/d$  : *Ratio of actual to possible hours of bright sunshine* dinyatakan dalam %.
- $U_2$  : Kecepatan angin pada ketinggian 2 m. di atas muka tanah dinyatakan dalam mil/hari
- $T$  : Temperatur udara rata-rata dinyatakan dalam  $^{\circ}\text{C}$

**Tabel 2. 4 Nilai Intensitas Radiasi Matahari Rata-rata/ $R_a$  (mm/hari)**

Bulan	10° lintang utara	0°	10°
Januari	12.80	14.50	15.80
Febuari	13.90	15.00	15.70
Maret	14.80	15.20	15.10
April	15.20	14.70	13.80
Mei	15.00	13.90	12.40
Juni	14.80	13.40	11.60
Juli	14.80	13.50	11.90
Agustus	15.00	14.20	13.00
September	14.90	14.90	14.40
Oktober	14.10	15.00	15.30
November	13.10	14.60	15.70
Desember	12.40	14.30	15.80

(Irigasi 1 , 2017)

**Tabel 2. 5 Faktor Koreksi Penyinaran**

Utara	0°	5°	10°	15°	20°
Januari	1.04	1.02	1.00	0.97	0,95
Febuari	0.94	0.93	0,91	0.91	0.90
Maret	1.04	1.03	1.03	1.03	1.03
April	1.01	1.02	1.03	1.04	1.05
Mei	1.04	1.06	1.08	1.11	1.12
Juni	1.01	1.03	1.06	1.08	1.11
Juli	1.04	1.06	1.08	1.12	1.14
Agustus	1.04	1.05	1.07	1.08	1.11
September	1.01	1.01	1.02	1.02	1.02
Oktober	1.04	1.03	1.02	1.01	1.00
November	1.01	0.99	0.98	0.95	0.93
Desember	1.04	1.02	0.99	0.97	0.94

(Irigasi 1 , 2017)

**Tabel 2. 6 Nilai r (Koefisien Refleksi)**

Air Terbuka	0.06-0.15	Rerumputan	0.10-0.33
Batuan	0.12-0.15	Hutan(daun yang hijau)	0.05-0.20
Tanah Kering	0.14	Rerumputan yang kering	0.15-0.25
Tanah Basah	0.08-0.9	Salju basah	0.10
Pasir	0.10-0.20	Vegetasi	0.20

(Irigasi 1 ,2017)

**Tabel 2. 7 Konstanta Boltzman / $\sigma T_a^4$** 

Temperatur (°C)	Temperatur (°K)	$\sigma T_a^4$ (mm/hari)
0	273	11.22
5	278	12.06
10	283	12.96
15	288	13.89
20	293	14.83
25	298	15.92
30	303	17.02
35	308	18.17
40	313	19.38

(Irigasi 1 ,2017)

**Tabel 2. 8 Nilai  $\Delta/\gamma$  untuk Suhu (oC)**

Tc	$\Delta/\gamma$	Tc	$\Delta/\gamma$	Tc	$\Delta/\gamma$
10	1.23	20	2.14	30	3.57
11	1.30	21	2.26	31	3.75
12	1.38	22	2.38	32	3.93
13	1.46	23	2.51	33	4.12
14	1.55	24	2.63	34	4.32
15	1.64	25	2.78	35	4.53
16	1.73	26	2.92	36	4.75
17	1.82	27	3.08	37	4.97
18	1.93	28	3.23	38	5.20
19	2.03	29	3.40	39	5.45
20	2.14	30	3.57	40	5.70

(Irigasi 1 ,2017)

**Tabel 2. 9 Tekanan Uap Udara dalam Keadaan Jenuh/ea (mmHg)**

Temp (°C)	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
10	9.2	9.26	9.33	9.46	9.52	9.58	9.52	9.65	9.71	9.77
11	9.84	9.90	9.97	10.03	10.01	10.17	10.24	10.31	10.38	10.45
12	10.52	10.58	10.66	10.72	10.79	10.86	10.93	11.00	11.08	11.15
13	11.23	11.30	11.38	11.45	11.53	11.60	11.68	11.76	11.83	11.91
14	11.98	12.06	12.14	12.22	12.30	12.38	12.46	12.54	12.62	12.70
15	12.78	12.86	12.95	13.03	13.11	13.20	13.28	13.37	13.45	13.54
16	13.63	13.71	13.80	13.90	13.99	14.08	14.17	14.26	14.35	14.44
17	14.53	14.62	14.71	14.80	14.90	14.99	15.09	15.17	15.27	15.38
18	15.46	15.56	15.66	15.76	15.86	15.96	16.09	16.16	16.26	16.36
19	16.46	16.57	16.68	16.79	16.90	17.00	17.10	17.21	17.32	17.43
20	17.53	17.64	17.75	17.86	17.97	18.08	18.20	18.31	18.41	18.54
21	18.65	18.77	18.88	19.00	19.11	19.23	19.35	19.46	19.58	19.70

22	19.82	19.94	20.06	20.19	20.31	20.43	20.58	20.69	20.80	20.93
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	23.73	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	28.03	26.18	26.32	26.46	26.60
27	26.74	26.90	27.05	27.21	27.37	27.53	2.69	27.85	28.00	28.16
28	28.32	28.49	28.66	28.83	29.00	29.17	2934	29.51	29.68	29.85
29	30.03	30.20	30.38	30.56	30.74	30.92	31.10	31.28	31.46	31.64
30	31.82	32.00	32.19	32.38	32.57	32.76	32.95	33.14	33.33	33.52
31	33.70	33.89	34.08	34.28	34.47	34.66	34.86	35.06	35.26	35.46
32	35.66	35.86	36.07	36.27	36.48	36.68	36.89	37.10	37.31	37.52
33	47.33	37.94	38.16	38.37	38.58	38.80	39.02	39.24	39.46	39.46
34	39.90	40.12	40.34	40.57	40.80	41.20	41.25	41.48	41.71	31.94
35	42.18	42.41	42.64	42.88	43.12	43.36	43.60	43.84	44.08	44.32

(Irigasi 1 ,2017)

**Tabel 2. 10 Kecepatan Angin**

m/det	Knot	Km/jam	Ft/sec	Mil/hr
1	1.944	3.6	3.281	2.237
0.514	1	1.852	1.688	1.1P51
0.278	0.54	1	0.911	0.621
0.305	0.529	1.097	1	0.682

0.445	0.869	1.609	1.467	1
-------	-------	-------	-------	---

(Irigasi 1 ,2017)

**Tabel 2. 11 Tekanan Atmosfir**

mb	mmHg	inchHg
1	0.75006	0.02953
1.33322	1	0.3937
33.864	25,4	1

(Irigasi 1 ,2017)

## **2.9.6 Curah Hujan Rencana**

### **Analisis Frekuensi**

Tujuan dari analisis frekuensi curah hujan ini adalah untuk memperoleh curah hujan dengan beberapa periode ulang. Pada analisis ini digunakan beberapa metode untuk memperkirakan curah hujan dengan periode ulang tertentu yaitu (Hidrologi Teknik , 2003) :

- a. Metode Distribusi Normal
- b. Metode Distribusi Log Normal
- c. Metode Distribusi Gumbel
- d. Metode Distribusi *Log Pearson Type III*

Metode yang dipakai nantinya harus ditentukan dengan melihat karakteristik distribusi hujan daerah setempat. Periode ulang yang akan dihitung pada masing-masing metode adalah untuk periode ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun.

**a. Metode Distribusi Normal**

Metode distribusi normal merupakan fungsi densitas peluang normal (*PDF=probability density function*) atau dikenal dengan *distribusi Gauss*. Distribusi normal dapat dituliskan dalam bentuk rata-rata dan simpangan bakunya seperti pada persamaan 1.1.

$$P(X) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right] \quad -\infty \leq x \leq \infty \quad (1.1)$$

- Dengan
- P(X) : fungsi densitas peluang normal
  - X : variabel acak kontinyu
  - $\mu$  : rata-rata nilai X
  - $\sigma$  : simpangan baku dari nilai X

$$X_T = \bar{X} + K_{Tr}S \quad (1.2)$$

- Dengan
- $X_T$  : perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan priode ulang T-tahun
  - $\bar{X}$  : Nilai rata-rata hitung variat
  - S : deviasi standar nilai variat
  - $K_{Tr}$  : Faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang

**b. Metode Distribusi Log Normal**

Metode distribusi log normal dapat dituliskan seperti pada persamaan 1.3.

$$P(X) = \frac{1}{\xi x \sqrt{2\pi}} \exp \left[ -\frac{(\ln X - \lambda)^2}{\xi^2} \right] \quad (1.3)$$

Dengan  $P(X)$  : fungsi densitas peluang log normal  
 $\lambda$  :  $E \ln X$   
 $\xi$  :  $\sqrt{Var. \ln X}$

$$\text{Log } X_T = \log \bar{X} + K_{Tr} S_{\log X} \quad (1.4)$$

$$CV = \frac{S_{\log X}}{\log \bar{X}} \quad (1.5)$$

$$S_{\log X} = \sqrt{\frac{\sum (\log X - \log X_i)^2}{(n-1)}} \quad (1.6)$$

Dengan  $X_T$  : perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T-tahun  
 $\text{Log } \bar{X}$  : Nilai rata-rata dalam harga logaritmik  
 $S_{\log X}$  : deviasi standar dalam harga logaritmik  
 $K_{Tr}$  : Faktor frekuensi dari log normal 2 parameter, merupakan fungsi dari koefisien variasi Cv dan periode ulang  
Cv : variasi dari log normal w parameter

**c. Metode Distribusi Log Pearson Type III**

Fungsi kerapatan distribusi Log Pearson Type III mempunyai persamaan sebagai berikut :

$$\text{Log } X_T = \log \bar{X} + K_{Tr} S \quad (1.7)$$

$$\log \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n} \quad (1.8)$$

$$S = \left[ \frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})}{n-1} \right]^{0.5} \quad (1.9)$$

#### d. Metode Distribusi Gumbel Type I

Fungsi kerapatan distribusi Gumbel type I mempunyai persamaan sebagai berikut :

$$X_T = \bar{X} + K_{Tr} S \quad (1.10)$$

$$K_{Tr} = \frac{(y_t - y_n)}{S_n} \quad (1.11)$$

$$y_t = - \left( 0,834 + 2,303 \frac{(\log T)}{(T-1)} \right) \quad (1.12)$$

Dengan  $X_T$  : perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan priode ulang T-tahun

$S_n, Y_n$  : faktor pengurangan deviasi standar rata-rata sebagai fungsi dari jumlah data

#### 2.9.7 Pola Tanam

Pola tanam merupakan bentuk-bentuk jadwal tanam secara umum yang menyatakan kapan mulai tanam Padi, Palawija, Tebu, dsb. Adapun bentuk pola yang akan diterapkan sangat bergantung pada kondisi daerah dan ketersediaan air di Daerah Irigasi tersebut, contohnya:

1. Jika ketersediaan air banyak maka dapat dilakukan pola tanam : Padi - Padi.
2. Jika dipakai bibit dengan varietas unggul (umur tanam <140 hari) maka masih

dimungkinkan menanam palawija sehingga pola tanamnya menjadi Padi - Padi - Palawija.

**Tabel 2. 12 Perlokasi bulanan**

No	Tipe tanah	Perlokasi (mm/hari)
1	Sedang ( <i>medium</i> )	4.0
2	Ringan ( <i>light</i> )	5.0
3	Sedang-Berat ( <i>medium-heavy</i> )	2.0-3.0
4	Berat ( <i>heavy</i> )	2.0

(Kp Irigasi 01, 1986)

**Tabel 2. 13 Harga Koefisien Tanaman**

periode setengah bulan	padi ( <i>nedoco</i> )		padi (FAO)		FAO Palawija
	Varietas biasa	Varietas unggul	Varietas biasa	Varietas unggul	
1	1.20	1.20	1.10	1.10	0.50
2	1.20	1.27	1.10	1.10	0.59
3	1.32	1.33	1.10	1.05	0.96
4	1.40	1.30	1.10	1.05	1.05
5	1.35	1.30	1.10	1.05	1.02
6	1.25	0	1.05	1.05	0.95
7	1.12	-	0.95	0	-
8	0	-	0	-	-

(Kp Irigasi 01, 1986)

## **2.10 Perencanaan Saluran**

### **2.10.1 Debit Rencana Saluran**

Untuk mendapatkan dimensi saluran yang direncanakan maka perlu diketahui debit rencananya. Debit rencana saluran dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut (Sipilpedia, 2016) :

$$Q = \frac{c \times NFR \times A}{e}$$

Dimana :

- $Q_{ren}$  = Debit rencana saluran ( l/det )
- $NFR$  = Kebutuhan air bersih di sawah, (l/det.ha)
- $A$  = luas bersih daerah irigasi di hilir ruas saluran tersebut, (ha)
- $c$  = Koefisien rotasi
- $e$  = Efisiensi

### **2.10.2 Efisiensi Irigasi**

Untuk tujuan perencanaan, dianggap bahwa seperempat sampai sepertiga dari jumlah air yang diambil akan hilang sebelum air itu sampai di sawah. Kehilangan ini

disebabkan oleh kegiatan eksploitasi, evapotranspirasi dan perembesan. Pada umumnya kehilangan air di jaringan irigasi dapat dibagi sebagai berikut :

- a) 15 - 22,5 % di petak teriser, antara bangunan sadap tersier dan sawah
- b) 7,5 - 12,5 % di saluran sekunder
- c) 7,5 - 12,5 % di saluran prime

### 2.10.3 Rumus Aliran

Untuk perencanaan saluran, aliran dianggap sebagai aliran tetap dan untuk itu dipakai rumus *Strickler* (Sipilpedia, 2016) :

dimana :

Q= Debit rencana saluran, m<sup>3</sup>/det

V= Kecepatan aliran, m/dt

A= Potongan melintang saluran, m<sup>2</sup>

R= Jari-jari hidrolis, m

P = Keliling basah, m

b = Lebar dasar saluran, m

h = Tinggi air, m

K= Koefisien kekasaran *Strickler* (m<sup>1/3</sup>/det)

I = Kemiringan rencana

m= Kemiringan talud

n = b/h

### 2.10.4 Kemiringan Talud Saluran

Untuk menekan biaya pembebasan tanah dan penggalian talud, saluran direncana securam mungkin, bahan tanah, kedalaman saluran dan terjadinya rembesan akan menentukan kemiringan maksimum untuk talud yang stabil.

Untuk menentukan kemiringan talud saluran dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 2. 14 Penentuan Kemiringan Talud Saluran**

Bahan Tanah	Simbol	Batas Kemiringan Talud
Batu		< 0,25
Gambut kenyal	Pt	1 - 2
Lembupng kenyal		1 - 1,5
Tanah halus	CL, CH, MH	1 - 2
Lempung pasiran, tanah pasiran		1 - 1,5
Kohesif	SC, SM	1,5 - 2,5
Pasir lanauan	SM	2 - 3
Gambut lunak	Pt	3

(Kp Irigasi 01, 1986)

### **2.10.5 Lengkung Saluran**

Lengkung saluran yang diijinkan bergantung kepada :

- Ukuran dan kapasitas saluran
- Jenis pasangan
- Kecepatan aliran
- Jari-jari minimum lengkung saluran seperti diukur pada as saluran harus diambil sekurangnya 8 kali lebar atas pada lebar permukaan air rencana untuk saluran tanah.

Jika saluran diberi pasangan, maka jari-jari minimumnya dapat dikurangi. Jari-jari minimum lengkung saluran yang diberi pasangan harus seperti berikut :

- 3 kali lebar permukaan air untuk saluran-saluran kecil ( $< 0,60 \text{ m}^3/\text{dt}$ )
- 7 kali lebar permukaan air untuk saluran yang besar ( $> 10 \text{ m}^3/\text{dt}$ ).

### 2.10.6 Tinggi Jagaan

Tinggi jagaan berguna untuk :

- Menaikkan muka air di atas tinggi muka air maksimum
- mencegah kerusakan tanggul saluran
- Tinggi jagaan minimum yang diberikan pada saluran primer dan sekunder dikaitkan dengan debit rencana saluran dapat dilihat pada tabel berikut

**Tabel 2. 15 Tinggi Jagaan Minimum yang Disyaratkan**

Q ( $\text{m}^3/\text{dt}$ )	Tinggi Jagaan ( m )
$< 0,50$	0,40
0,5 -1,5	0,50
1,5 -5,0	0,60
5,0-10,0	0,75
10,0-15,0	0,85
$> 15,0$	1,00

(Kp Irigasi 01, 1986)

### 2.10.7 Lebar Tanggul

Untuk tujuan eksploitasi, pemeliharaan dan inspeksi akan diperlukan tanggul sepanjang saluran dengan lebar minimum seperti pada tabel berikut :

**Tabel 2. 16 Lebar Minimum Tanggul**

Q ( $\text{m}^3/\text{dt}$ )	Tanpa Jalan Inspeksi ( m )	Tinggi Jagaan ( m )
$Q < 1$	1,00	3,00

1 < Q < 5	1,50	5,00
5 < Q < 10	2,00	5,00
10 < Q < 15	3,50	5,00
Q > 15	3,50	5,00

(Kp Irigasi 01, 1986)

Jalan inspeksi diletakkan di tepi saluran sebelah sisi yang akan diiri agar bangunan sadap dapat dicapai secara langsung dan usaha penyadapan liar akan sulit dilakukan.

### 2.10.8 Kemiringan Dasar Saluran Rencana

Kemiringan yang ada ( $I_o$ ) untuk masing-masing ruas dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Sipilpedia, 2016) :

$$I_o = \frac{RWL_u - RWL_d - \Delta H_o}{L}$$

Dimana :

$RWL_u$  = Muka air yang dibutuhkan di bangunan sadap hulu

$RWL_d$  = Muka air yang dibutuhkan di bangunan sadap hilir

$AH$  = Jumlah perkiraan kehilangan tinggi energi di bangunan di ruas saluran yang bersangkutan.

Kecepatan maksimum aliran yang diijinkan ditentukan sesuai dengan karakteristik tanah yang ada. Untuk memperkecil sedimentasi kemiringan saluran harus dibuat sedemikian rupa sehingga faktor  $1/\sqrt{R}$  sama atau makin besar ke arah hilir. Untuk memperoleh hal ini digunakan grafik untuk perencanaan kemiringan saluran. Grafik ini menunjukkan garis-garis  $1/\sqrt{R}$  yang sama dan garis-garis untuk kecepatan dasar rencana. Di sepanjang sumbu grafik tersebut diberikan harga debit  $Q$  dan kemiringan dasar saluran  $i$ .

### 2.10.9 Muka Air Rencana

Muka air rencana disaluran pada  $Q$  70 % dari debit rencana harus sama atau lebih tinggi dari muka air yang diperlukan. Muka air rencana adalah muka air pada

Q70 % ditambah dengan variannya ( $0,80 \times h^{100} \%$ ) atau lebih tinggi. Untuk menghitung lebar dasar saluran (b) dan kedalaman air (h) digunakan cara coba-coba dan harga m, n dan k yang dipakai dapat dilihat dalam tabel berikut :

**Tabel 2. 17 Karakteristik Salurano**

Q (m <sup>3</sup> /det)	m	n = b/h	K
0,15-0,30	1,0	1,0	35
0,30-0,50	1,0	1,0-1,2	35
0,50-0,75	1,0	1,2-1,3	35
0,75-1,00	1,0	1,3-1,5	35
1,00-1,50	1,0	1,5-1,8	40
1,50-3,00	1,5	1,8- 2,3	40
3,00-4,50	1,5	2,3-2,7	40
4,50-5,00	1,5	2,7-2,9	40
5,00-6,00	1,5	2,9-3,1	42,5
6,00-7,50	1,5	3,1-3,5	42,5
7,50-9,00	1,5	3,5-3,,7	42,5
9,00-10,00	1,5	3,7-3,9	42,5
10,00 - 11,00	2,0	3,9-4,2	45
11,00 - 15,00	2,0	4,2-4,9	45
15,00 - 25,00	2,0	4,9-6,5	45
25,00 - 40,00	2,0	6,5-9,0	45

(Kp Irigasi 01, 1986)

### 2.11 Pintu Air

Pintu air berfungsi sebagai pengatur aliran air yang berfungsi untuk mengendalikan debit, muka air dan monitoring debit (Yulistiyanto B., 2020). Aliran air yang mengalir melalui pintu dapat dalam kondisi aliran bebas maupun aliran terendam yang tergantung dari kedalaman *tailwater*. Pintu air berfungsi sebagai pengatur aliran air yang berfungsi untuk mengendalikan debit, muka air dan monitoring debit (Padma Laksitaningtyas A., 2020).

Aliran air yang mengalir melalui pintu dapat dalam kondisi aliran bebas maupun aliran terendam yang tergantung dari kedalaman *tailwater*. Karakteristik aliran yang mengalir melalui pintu air berdasarkan persamaan keseimbangan energi dan momentum, yang tergantung dari tekanan, kecepatan dan kedalaman air yang berada di hulu /hilir pintu air.

### **2.11.1 Pintu Air Klep Fiber**

Pintu air *fiber* merupakan pintu klep terbuat dari bahan dasar *fiber*, berfungsi sebagai bangunan pintu air buka tutup atau klep otomatis sesuai dengan pergerakan tekanan air, sebagai akibat dari aliran pasang surut air, hal ini dimaksudkan pada saat kondisi pasang pintu air akan menutup oleh gerakan air pasang dan pada saat kondisi air surut pintu akan terbuka akibat gerakan air dalam blok (*outlet*).

Pintu klep adalah salah satu pintu air yang pengoperasiannya dilakukan secara otomatis dengan membuka dan menutupnya pintu pada setiap perubahan muka air baik diudik/hulu maupun dihilir. Fungsi dan manfaat pintu klep, antara lain:

1. Menahan intrusi salinitas
2. Mampu bekerja pada tinggi muka air (head) yang rendah
3. Menunjang sistem tata air satu arah
4. Pembuatan dan kontrol mutu (pabrikasi, pemasangan, operasional, dan pemeliharaan yang praktis/efisien).

Adapun kelebihan dan kekurangan pintu klep, antara lain:

- A. Kelebihan Pintu Klep
  - a. Bobot pintu (berat jenis yang relatif lebih kecil dibandingkan dari bahan lain)
  - b. Lebih tahan terhadap keretakan (*fracture*) dibandingkan dengan bahan kayu
  - c. Pembuatan dan kontrol mutu (pabrikasi) lebih terjamin
  - d. Mobilisasi dan transportasi relatif lebih rendah
  - e. Pemasangan dan pengoperasian lebih muda
  - f. Kebocoran yang terjadi lebih kecil, sehingga mengurangi biaya pemeliharaan (*maintenance*)

- g. Telah didukung oleh pengujian di laboratorium dengan uji model fisik dan kekuatan bahan.

#### B. Kekurangan Pintu Klep

- a. Dari segi kekuatan tekan (*durability*), pintu dari bahan beton/*ferrocement* lebih kuat dibandingkan dengan pintu dari bahan fiber resin.
- b. Dari segi harga pabrikasi, bahan fiber resin lebih mahal dari pada bahan kayu ataupun beton/*ferrocement*, terutama untuk produksi jumlah sedikit. Keunggulan pintu klep dengan membandingkan kelebihan dan kekurangan antara pintu fiber terhadap pintu beton dan pintu kayu melalui parameter uji, maka diketahui bahwa secara keseluruhan pintu fiber lebih unggul dari pintu kayu, atau pintu beton dengan perbandingan 1,5 x (150%) lebih unggul secara efisiensi.

#### 2.11.2 Prinsip Kerja Pintu Klep

Prinsip kerja dari pintu klep tersebut pada dasarnya pada perioda AB dapat membuka dan menutup secara otomatis, karena MA di udik/hulu pintu lebih tinggi dari muka air di hilir pintu, tetapi hal ini tidak akan terjadi tepat pada titik A, disebabkan adanya gesekan pada pintu dan besarnya komponen berat sendiri dari pintu. Pintu klep akan menutup secara otomatis pada titik B, pada saat air di hilir pintu lebih tinggi dari muka air di udik pintu.

Pengoperasian pintu ini dilakukan secara otomatis dengan memanfaatkan tinggi tekan yang ada. Beda tekan yang ada dibagian hulu dan hilir pintu atau menggerakkan pintu, sehingga terjadi aliran air melalui pintu. Apabila tinggi muka air di muara lebih tinggi, sehingga tinggi tekan dihilir pintu akan menyebabkan pintu akan tertutup sehingga air dibagian hilir tidak akan mengalir, demikian pula sebaliknya. Apabila tinggi MA di bagian hulu pintu lebih tinggi, sehingga tinggi tekan di bagian hulu pintu akan lebih tinggi daripada dibagian hilir pintu yang menyebabkan pintumakan terbuka dan air dari bagian hulu pintu akan mengalir keluar. Pengoperasian pintu tersebut dilakukan dengan menggunakan/tanpa alat bantu untuk mengatur keseimbangan pintu

dengan fluktuasi muka air udik/hulu dan hilir. Adapun alat Bantu yang dipakai yaitu berupa bandul, engsel, tabung air dan sebagainya.

## **2.12 Manajemen Proyek**

Manajemen proyek adalah suatu perencanaan, pelaksanaan, pengendalian, suatu proyek dari awal hingga berakhirnya proyek untuk menjamin pelaksanaan proyek secara tepat waktu, tepat biaya, dan tepat mutu. Berikut beberapa hal yang perlu diperhatikan di dalam suatu manajemen proyek, (Pengantar Manajemen Proyek, 2002).

### **2.12.1 Rencana Kerja Dan Syarat-Syarat**

Rencana Kerja dan Syarat-syarat (RKS) adalah dokumen yang berisikan nama proyek, besar, dan mutu lokasinya, tata cara pelaksanaan, syarat-syarat pekerjaan, dan keterangan-keterangan lain yang dijelaskan dalam bentuk tulisan. RKS biasanya diberikan bersamaan dengan gambar yang menjelaskan mengenai proyek yang akan dilaksanakan. Terdapat beberapa syarat di dalam RKS diantaranya:

- a. Syarat-syarat Umum, meliputi:
  1. Keterangan pemberian tugas
  2. Keterangan mengenai perencanaan
  3. Syarat-syarat peserta lelang
  4. Bentuk surat penawaran dan cara penyimpanan
- b. Syarat-syarat Administrasi, meliputi:
  1. Syarat pembayaran
  2. Tanggal penyerahan pekerjaan atau barang
  3. Denda atas keterlambatan
  4. Besaran jaminan penawaran
  5. Besaran jaminan pelaksanaan
- c. Syarat-syarat Teknis, meliputi :
  1. Uraian pekerjaan
  2. Jenis dan mutu bahan
  3. Gambar rencana dan detail

### **2.12.2 Rencana Anggaran Biaya (RAB)**

Rencana anggaran biaya pada suatu proyek adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan, dan upah, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek tersebut. Penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB) proyek mempunyai beberapa kegunaan, antara lain:

1. Sebagai bahan dasar usulan pengajuan proposal agar didapatkannya sejumlah alihan dana bagi sebuah pelaksanaan proyek dari pemerintah pusat ke daerah pada instansi-instansi tertentu.
2. Sebagai bahan pembanding harga bagi stakeholder dalam menilai tingkat kewajaran *owner estimate* yang dibuatnya dalam bentuk *engineering estimate* (EE) yang dibuat oleh pihak konsultan.
3. Sebagai standar harga patokan sebuah proyek yang dibuat oleh stakes holder dalam bentuk *owner estimate* (OE).
4. Sebagai dasar penentuan kelayakan ekonomi teknik sebuah investasi proyek sebelum dilaksanakan pembangunannya.
5. Sebagai rincian item harga penawaran yang dibuat kontraktor dalam menawar pekerjaan proyek.

### **2.12.3 Networking Planning**

*Networking Planning* (NWP) adalah salah satu model yang digunakan dalam penyelenggaraan proyek yang merupakan informasi mengenai kegiatan-kegiatan yang ada dalam network diagram proyek yang bersangkutan. (Tubagus Haedar Ali, 1995).

Keuntungan penggunaan NWP dalam tata pelaksanaan proyek, yaitu:

1. Merencanakan scheduling dan mengawasi proyek secara logis.
2. Memikirkan secara menyeluruh, tetapi juga mendetail dari proyek.
3. Mendokumen, mengkomunikasikan rencana *scheduling* (waktu), dan alternatif-alternatif lain penyelesaian proyek dengan tambahan biaya.

4. Mengawasi proyek dengan lebih efisien, sebab hanya jalur kritis (*critical path*) saja yang perlu konsentrasi pengawas ketat.

#### **2.12.4 Barchart dan Kurva S**

*Barchart* adalah diagram alur pelaksanaan pekerjaan yang dibuat untuk menentukan waktu penyelesaian pekerjaan yang dibutuhkan. Untuk dapat memajemen proyek dengan baik perlu diketahui sebelumnya dimana posisi waktu tiap item pekerjaan, sehingga disitulah pekerjaan proyek harus benar-benar dipantau agar tidak terjadi keterlambatan penyelesaian proyek, Hal-hal yang ditampilkan dalam *barchart* adalah:

1. Jenis pekerjaan
2. Durasi waktu pelaksanaan pekerjaan
3. Alur pekerjaan

Kurva S adalah penggambaran kemajuan kerja (bobot %) kumulatif pada sumbu vertikal terhadap waktu pada sumbu horizontal. Kemajuan kegiatan biasanya diukur terhadap jumlah uang yang telah dikeluarkan oleh proyek. Perbandingan Kurva S rencana dengan kurva pelaksanaan memungkinkan dapat diketahuinya kemajuan pelaksanaan proyek apakah sesuai, lambat, ataupun lebih dari yang direncanakan Bobot kegiatan adalah nilai presentase proyek dimana penggunaanya dipakai untuk mengetahui kemajuan proyek tersebut.

Bobot Kegiatan -  $(\text{Biaya Pekerjaan} / \text{Jumlah Biaya Pekerjaan}) \times 100\%$

WAKTU PELAKSANAAN (TIME SCHEDULE)																					
PROYEK PEMBANGUNAN <a href="http://insinyurgoblog.com">insinyurgoblog.com</a>																					
NO	URAIAN PEKERJAAN	JUMLAH HARGA (RP.)	BOBOT (%)	WAKTU PELAKSANAAN																KET	
				JANUARI				FEBRUARI				MARET				APRIL					
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
1	Pekerjaan Pendahuluan	25.697.028,00	6,91	3,5	3,5																
2	pekerjaan Pondasi	64.896.432,00	17,45			5,8	5,8	5,8													
3	Pekerjaan Struktur	120.000.000,00	32,27					8,1	8,1	8,1	8,1										
4	Pekerjaan Dinding Bata	4.300.000,00	1,16					0,3	0,3	0,3	0,3										
5	Pekerjaan Pintu, Kusen, dan Jendela	26.000.000,00	6,99					1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2								
6	Pekerjaan Instalasi Listrik	13.000.000,00	3,50							0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5				
7	Pekerjaan Sanitasi	18.000.000,00	4,84							0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6			
8	Pekerjaan Atap	75.000.000,00	20,17									4	4	4	4	4					
9	Perkerjaan finishing	25.000.000,00	6,72													1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	
Jumlah		371.893.460,00	100,00																		
RENCANA PROGRES MINGGUAN (%)				3,5	3,5	5,8	5,8	14	9,5	9,5	11	6,6	6,30	6,30	6,5	6,5	2,4	1,9	1,3		
KOMULATIF PROGRES MINGGUAN (%)				3,5	6,9	13	19	32	42	51	62	69	75,0	81	88	94	97	99	100		

Gambar 2. 6 Contoh Barchart dan Kurva