

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian Irigasi**

Irigasi adalah pemberian air kepada tanah untuk menunjang curah hujan yang tidak cukup agar tersedia lengas bagi pertumbuhan tanaman. (*Linsley dan Franzini, 1991*)

Secara umum pengertian irigasi adalah pemberian air kepada tanah dengan maksud untuk memasok lengas esensial bagi pertumbuhan tanaman. (*Hansen, 1990*)

Dalam Peraturan Pemerintah (PP) No. 23/1982 Ps. 1, pengertian irigasi, bangunan irigasi, dan petak irigasi telah dibakukan yaitu sebagai berikut :

1. Irigasi adalah usaha penyediaan dan pengaturan air untuk menunjang pertanian.
2. Jaringan irigasi adalah saluran dan bangunan yang merupakan satu kesatuan dan diperlukan untuk pengaturan air irigasi mulai dari penyediaan, pengambilan, pembagian, pemberian dan penggunaannya.
3. Daerah irigasi adalah kesatuan wilayah yang mendapat air dari satu jaringan irigasi.
4. Petak irigasi adalah petak tanah yang memperoleh air irigasi.

Dari butir-butir pengertian tentang irigasi dan jaringan irigasi tersebut diatas kemudian dapat disusun rumusan pengertian irigasi sebagai berikut: Irigasi merupakan bentuk kegiatan penyediaan, pengambilan, pembagian, pemberian dan penggunaan air untuk pertanian dengan menggunakan satu kesatuan saluran dan bangunan berupa jaringan irigasi.

#### **2.2 Jenis-Jenis Irigasi**

Pemilihan sistem irigasi untuk suatu daerah tergantung dari keadaan topografi, biaya, dan teknologi yang tersedia.

Berikut ini terdapat empat jenis sistem irigasi:

1. Irigasi Gravitasi (*Open Gravitation Irrigation*)

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.

2. Irigasi Siraman (*Close Gravitation Irrigation*)

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.

3. Irigasi Bawah Permukaan (*Sub-Surface Irrigation*)

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 dapat terpenuhi.

4. Irigasi Tetesan (*Trickle Irrigation*)

Air dialirkan melalui jaringan pipa dan diteteskan 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). (*Standar Perencanaan Irigasi KP-01, 1986*)

## 2.3 Klasifikasi Jaringan Irigasi

Berdasarkan cara pengaturan pengukuran aliran air dan lengkapnya fasilitas, jaringan irigasi dapat dibedakan ke dalam tiga tingkatan lihat Tabel 2.1 yakni:

### 2.3.1 Jaringan Irigasi Non Teknis (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. (*Standar Perencanaan Irigasi KP-01, 1986*)

### **2.3.2 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, dalam hal ini Departemen Pekerjaan Umum. (*Standar Perencanaan Irigasi KP-01, 1986*)

### **2.3.3 Jaringan Irigasi Teknis**

Salah satu prinsip dalam perencanaan jaringan teknis adalah pemisahan antara jaringan irigasi dan jaringan pembuang / pematas. 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.

Petak tersier menduduki fungsi sentral dalam jaringan irigasi teknis. Sebuah petak tersier terdiri dari sejumlah sawah dengan luas keseluruhan yang idealnya maksimum 50 ha, tetapi dalam keadaan tertentu masih bisa ditolerir sampai seluas 75 ha. Perlunya batasan luas petak tersier yang ideal hingga maksimum adalah

agar pembagian air di saluran tersier lebih efektif dan efisien hingga mencapai lokasi sawah terjauh. (*Standar Perencanaan Irigasi KP-01, 1986*)

#### **2.3.3.1 Petak Tersier**

Petak tersier menerima air irigasi yang dialirkan dan diukur pada bangunan sadap (*off take*) tersier yang menjadi tanggung jawab Dinas Pengairan. 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 jumlah petani dalam satu petak, 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 di bawah 500 m, tetapi prakteknya kadang-kadang sampai 800 m. (*Standar Perencanaan Irigasi KP-01, 1986*)

#### **2.3.3.2 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 direncanakan sebagai saluran garis tinggi yang mengairi lereng-lereng medan yang lebih rendah saja. (*Standar Perencanaan Irigasi KP-01, 1986*)

### 2.3.3.3 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. (*Standar Perencanaan Irigasi KP-01, 1986*)

Tabel 2.1. Klasifikasi Jaringan Irigasi

		Klasifikasi jaringan irigasi		
		Teknis	Semi Teknis	Sederhana
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	Saluran irigasi dan pembuang terpisah	Saluran irigasi dan pembuang tidak sepenuhnya terpisah	Saluran 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	Tak ada Batasan	Sampai 2.000 Ha	Tak lebih dari 500 ha
7	Jalan Usaha Tani	Ada ke seluruh Areal	Hanya sebagian Areal	Cenderung tidak ada
8	Kondisi O & P	- Ada instansi yang menangani - Dilaksanakan Teratur	Belum teratur	Tidak ada O & P

(Sumber: Standar Perencanaan Irigasi KP-01, 1986)

Dalam konteks Standarisasi Irigasi ini, hanya irigasi teknis saja yang ditinjau. Bentuk irigasi yang lebih maju ini cocok untuk dipraktekkan di sebagian besar pembangunan irigasi di Indonesia.

Dalam suatu jaringan irigasi dapat dibedakan adanya empat unsur fungsional pokok, yaitu:

1. Bangunan-bangunan utama (*headworks*) di mana air diambil dari sumbernya, umumnya sungai atau waduk.
2. Jaringan pembawa berupa saluran yang mengalirkan air irigasi ke petak-petak tersier.
3. Petak-petak tersier dengan sistem pembagian air dan sistem pembuangan kolektif, air irigasi dibagi-bagi dan dialirkan kesawah-sawah dan kelebihan air ditampung di dalam suatu sistem pembuangan di dalam petak tersier.

Sistem pembuang berupa saluran dan bangunan bertujuan untuk membuang kelebihan air dari sawah ke sungai atau saluran-saluran alamiah. (*Standar Perencanaan Irigasi KP-01, 1986*)

## **2.4 Bangunan Irigasi**

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

### **2.4.1 Bangunan Utama**

Bangunan utama (*head works*) dapat didefinisikan sebagai kompleks bangunan yang direncanakan di sepanjang sungai atau aliran air untuk membelokkan air ke dalam jaringan saluran agar dapat dipakai 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 olak dan (jika diperlukan) kantong lumpur, tanggul banjir pekerjaan sungai dan bangunan-bangunan pelengkap.

Bangunan utama dapat diklasifikasi ke dalam sejumlah kategori, bergantung kepada perencanaannya. Berikut ini terdapat beberapa kategori antara lain:

1. Bendung atau bendung gerak.
2. Bendung karet.
3. Pengambilan bebas.
4. Pengambilan dari waduk.
5. Stasiun pompa

(*Standar Perencanaan Irigasi KP-01, 1986*)

### **2.4.2 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. Untuk itu diperlukan bangunan peredam). 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. Sipon.
- d. Jembatan sipon.
- e. Flum (*flume*).
- f. Saluran tertutup.
- g. Terowongan.

(*Standar Perencanaan Irigasi KP-01, 1986*)

### 2.4.3 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-boks bagi di saluran tersier membagi aliran untuk dua saluran atau lebih (tersier, subtersier dan atau kuarter). (*Standar Perencanaan Irigasi KP-01, 1986*)

#### 2.4.4 Bangunan Pengatur Dan Pengukur

Aliran akan diukur 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 (*freeoverflow*) dan bangunan ukur aliran bawah (*underflow*). Beberapa dari bangunan pengukur dapat juga dipakai untuk mengatur aliran air.

Tabel 2.2 Alat-Alat Ukur

Tipe	Mengukur dengan	Mengatur
Bangunan Ukur Ambang Lebar	Aliran Atas	Tidak
Bangunan Ukur Parshall	Aliran Atas	Tidak
Bangunan Ukur Cipoletti	Aliran Atas	Tidak
Bangunan Ukur Crump-De Gruyter	Aliran Atas	Ya
Bangunan Ukur Romijn	Aliran Bawah	Ya
Bangunan Sadap Pipa Sederhana	Aliran Bawah	Ya
Constant-Head Orifice (Cho)	Aliran Bawah	Ya
Cut Throat Flume	Aliran Atas	Tidak

(Sumber: *Standar Perencanaan Irigasi KP-01, 1986*)

Berdasarkan KP-04, 1986, Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan Irigasi memberikan uraian terinci mengenai peralatan ukur dan penggunaannya.

Peralatan berikut dianjurkan pemakaiannya :

1. Di hulu saluran primer

Untuk aliran besar alat ukur ambang lebar dipakai untuk pengukuran dan pintu sorong atau radial untuk pengatur.

## 2. 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.

## 3. 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. (*Standar Perencanaan Irigasi KP-01, 1986*)

### 1. Alat Ukur Romijn

Alat ukur ambang lebar yang bisa digerakkan (naik/turun) untuk mengatur dan mengukur debit di dalam jaringan saluran irigasi. Terbuat dari pelat baja.

Alat ukur Romijn ini digunakan di depan bangunan intake saluran. Dilihat penyempitan lingkaran tunggal adalah serupa dengan alat ukur ambang lebar, maka persamaan antara tinggi dan debitnya adalah:

$$Q = 1,71 b h^{3/2}$$

Keterangan:

Q = Debit air (m<sup>3</sup>/det)

b = Lebar pintu

h = Kedalaman air hulu terhadap ambang bangunan ukur

Tabel 2.3 Tipe Pintu Romijn

	Tipe Romijn Standar					
	I	II	III	IV	V	VI
Lebar b (m)	0,50	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50
Kedalaman maks, aliran pada muka air rencana $H_1$ (m)	0,33	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Debit maks, muka air rencana Q (l/det)	160	300	450	600	750	900
Kehilangan energi z (m)	0,08	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
Elevasi dasar di bawah muka air rencana	0,48+V	0,65+V	0,65+V	0,65+V	0,65+V	0,65+V
$V = \text{Varian} = 0,18 \times H_{\text{maks}}$						

(Sumber: Desain Hidraulik Bangunan Irigasi, Prof. R. Drs. Erman Mawardi, Dipl. AIT, 2010)

Kelebihan:

1. Bangunan bisa mengukur dan mengatur.
2. Dapat membilas sedimen halus.
3. Ketelitiannya cukup baik.

Kekurangan:

1. Pembuatannya rumit dan mahal.
2. Bangunan ini membutuhkan muka air yang tinggi di saluran.
3. Biaya pemeliharannya relatif mahal.

2. Pintu Sorong

Pintu sorong merupakan pintu dengan pengaliran bawah

Persamaan debit yang dipakai untuk pintu sorong:

$$Q = \mu \cdot a \cdot b (2 \cdot g \cdot z)^{1/2}$$

Dimana:

Q = Debit (m<sup>3</sup>/det)

$\mu$  = Koefisien debit ( $\pm 0,60$ )

a = Bukaannya pintu (m)

$b$  = Lebar pintu (m)

$g$  = Gravitasi (m) ( $\pm 0,981$ )

$z$  = Diambil 0,1 m

Keuntungan:

1. Tinggi muka air di hulu dapat di control dengan cepat.
2. Pintu bilas kuat dan sederhana.

Kelemahan:

1. Benda-benda hanyut dapat tersangkut di pintu.
2. Kecepatan aliran dan muka air di hulu dapat di kontrol dengan baik jika aliran modular.

Pintu sorong ini memiliki pintu khusus yang disebut Pintu Radial.

Kelebihan yang dimiliki Pintu Radial:

1. Hampir tidak ada gesekan pada pintu.
2. Alat pengangkatnya ringan dan mudah di ekplotasi.
3. Bangunan dapat dipasang di saluran yang lebar.

Kelemahan yang dimiliki Pintu Radial:

1. Bangunan tidak kedap air.
2. Biaya pembuatan bangunan mahal.
3. Paksi (*pivot*) pintu member tekanan horizontal besar jauh diatas pondasi.

### 3. Alat Ukur Parshall Flume

Alat ukur tipe ini ditentukan oleh lebar dari bagian penyempitan, yang artinya debit air diukur berdasarkan mengalirnya air melalui bagian yang menyempit (tenggorokan) dengan bagian dasar yang direndahkan.

### 4. Bangunan Ukur Cipoletti

Prinsip kerja bangunan ukur Cipoletti di saluran terbuka adalah menciptakan aliran kritis. Pada aliran kritis, energi spesifik pada nilai minimum sehingga ada hubungan tunggal antara head dengan debit. Dengan kata lain  $Q$  hanya merupakan fungsi  $H$  saja. Pada umumnya hubungan  $H$  dengan  $Q$  dapat dinyatakan dengan:

$$Q = k \cdot H \cdot n$$

Keterangan:

$Q$  = Debit air ( $m^3/det$ )

H = Head

k dan n = Konstanta

Besarnya konstanta k dan n ditentukan dari turunan pertama persamaan energi pada penampang saluran yang bersangkutan. Pada praktikum ini besarnya konstanta k dan n ditentukan dengan membuat serangkaian hubungan H dengan Q yang apabila diplotkan pada grafik akan diperoleh garis hubungan H – Q yang paling sesuai untuk masing – masing jenis bangunan ukur.

Dalam pelaksanaan pengukuran-pengukuran debit air, secara langsung, dengan pintu ukur romijin, sekat ukur tipe Cipoletti dan sekat ukur tipe Thompson biasanya lebih mudah karena untuk itu dapat memperhatikan daftar debit air yang tersedia. (*Desain Hidraulik Bangunan Irigasi, Prof. R. Drs. Erman Mawardi, Dipl. AIT, 2010*)

#### **2.4.5 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.

(*Standar Perencanaan Irigasi KP-01, 1986*)

#### **2.4.6 Bangunan Pelengkap**

Tanggul-tanggul diperlukan untuk melindungi daerah irigasi terhadap banjir yang berasal dari sungai atau saluran pembuang yang besar. Pada

umumnya tanggul diperlukan di sepanjang sungai di sebelah hulu bendung atau di sepanjang saluran primer. (*Standar Perencanaan Irigasi KP-01, 1986*)

## **2.5 Standar Tata Nama**

Nama-nama yang diberikan untuk saluran-saluran irigasi dan pembuang, bangunan-bangunan dan daerah irigasi harus jelas dan logis. Nama yang diberikan harus pendek dan tidak mempunyai tafsiran ganda (ambigu). Nama-nama harus dipilih dan dibuat sedemikian sehingga jika dibuat bangunan baru kita tidak perlu mengubah semua nama yang sudah ada.

### **2.5.1 Daerah Irigasi**

Daerah irigasi dapat diberi nama sesuai dengan nama daerah setempat, atau desa penting di daerah itu, yang biasanya terletak dekat dengan jaringan bangunan utama atau sungai yang airnya diambil untuk keperluan irigasi. (*Standar Perencanaan Irigasi KP-01, 1986*)

### **2.5.2 Jaringan Irigasi Primer**

Saluran irigasi primer sebaiknya diberi nama sesuai dengan daerah irigasi yang dilayani. Saluran sekunder sering diberi nama sesuai dengan nama desa yang terletak di petak sekunder. Petak sekunder akan diberi nama sesuai dengan nama saluran sekundernya.

Saluran dibagi menjadi ruas-ruas yang berkapasitas sama. Bangunan pengelak atau bagi adalah bangunan terakhir di suatu ruas. Bangunan-bangunan yang ada di antara bangunan-bangunan bagi sadap (gorong-gorong, jembatan, talang bangunan terjun, dan sebagainya) diberi nama sesuai dengan nama ruas di mana bangunan tersebut terletak juga mulai dengan huruf B (Bangunan) lalu diikuti dengan huruf kecil sedemikian sehingga bangunan yang terletak di ujung hilir mulai dengan "a" dan bangunan-bangunan yang berada lebih jauh di hilir memakai huruf b, c, dan seterusnya. (*Standar Perencanaan Irigasi KP-01, 1986*)

### 2.5.3 Jaringan Irigasi Tersier

Petak tersier diberi nama seperti bangunan sadap tersier dari jaringan utama.

1. Ruas-ruas saluran tersier diberi nama sesuai dengan nama boks yang terletak di antara kedua boks. Misalnya (T1 - T2), (T3 - K1).
2. Boks Tersier diberi kode T, diikuti dengan nomor urut menurut arah jarum jam, mulai dari boks pertama di hilir bangunan sadap tersier: T1, T2 dan sebagainya.
3. Petak kuarter diberi nama sesuai dengan petak rotasi, diikuti dengan nomor urut menurut arah jarum jam. Petak rotasi diberi kode A, B, C dan seterusnya menurut arah jarum jam.
4. Boks kuarter diberi kode K, diikuti dengan nomor urut menurut arah jarum jam, mulai dari boks kuarter pertama di hilir boks tersier dengan nomor urut tertinggi: K1, K2 dan seterusnya.
5. Saluran irigasi kuarter diberi nama sesuai dengan petak kuarter yang dilayani tetapi dengan huruf kecil, misalnya a1,a2 dan seterusnya.
6. Saluran pembuang kuarter diberi nama sesuai dengan petak kuarter yang dibuang airnya, menggunakan huruf kecil diawali dengan dk, misalnya dka1, dka2 dan seterusnya.

Saluran pembuang tersier, diberi kode dt1, dt2 juga menurut arah Jarum jam. (*Standar Perencanaan Irigasi KP-01, 1986*)

### 2.6 Keadaan Topografi Daerah Aliran Sungai

Data-data yang diperlukan dalam tahap perencanaan adalah yang berhubungan dengan informasi mengenai hidrologi, peta topografi dengan skala 1:25.000 s.d 1:100.000 untuk keperluan penentuan DAS dan skala 1:1000 sampai dengan 1:5000 yang digunakan dalam perencanaan teknis serta data geologi teknik.

Didalam studi Daerah Aliran Sungai (DAS) memerlukan topografi agar mengetahui hujan yang akan jatuh didaerah aliran sungai pada daerah tertentu. Selain itu, penempatan posisi stasiun pengamat juga penting dan harus teliti agar

mendapatkan hasil yang baik, hendaknya posisi stasiun pengamat dekat DAS. (*Standar Perencanaan Irigasi KP-01, 1986*)

## **2.7 Parameter Hidrologi**

Parameter-parameter hidrologi akan dikumpulkan, dianalisis dan dievaluasi di dalam proyek. Pada tahap perencanaan, hasil evaluasi hidrologi akan ditinjau kembali dan mungkin harus dikerjakan dengan lebih mendetail berdasarkan data-data tambahan dari lapangan dan hasil-hasil studi perbandingan.

Adapun data-data klimatologi yang dimaksud, yaitu sebagai berikut:

1. Temperatur udara bulanan rata-rata.
2. Kecepatan angin rata-rata yang tercatat.
3. Kelembaban udara relatif bulanan rata-rata.
4. Besarnya penyinaran matahari bulanan rata-rata.

Dengan adanya data-data tersebut diatas maka dapat diperoleh besaran-besaran perencanaan yang meliputi:

1. Curah hujan efektif.
2. Debit andalan.
3. Evapotranspirasi.
4. Pola tanam.
5. Kebutuhan air irigasi.

Dengan adanya data-data hidrologi tersebut dapat dilakukan perhitungan besaran nilai curah hujan maksimum, debit andalan, evapotranspirasi dan pola tanam. Selain itu juga dapat menghitung jumlah kebutuhan air irigasi agar tercukupi.

### **2.7.1 Curah Hujan**

Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air dan rancangan pengendalian banjir adalah curah hujan rata-rata diseluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu. (*Ir. Suyono Sosrodarsono, 1999*)

Untuk keperluan analisis hujan daerah diperlukan data yang lengkap dari masing-masing stasiun. Seringkali pada suatu daerah (DAS) ada pencatatan data hujan yang tidak lengkap atau hilangnya data. Jika ini terjadi, maka data hujan yang hilang tersebut harus dilengkapi lebih dahulu. Adapun cara melengkapi data hujan tersebut dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

#### 1. Metode Perbandingan Normal

Apabila Standar Deviasi < 10% dapat diambil dari rata-rata data pada bulan dan tahun yang sama pada stasiun yang mengelilinginya, jika Standar Deviasi > 10% hitung berdasarkan perbandingan biasa:

$$dx = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n di \frac{Anx}{Ani}$$

Dimana:

n = Banyak pos penakar hujan disekitar X

Anx = Tinggi hujan rata-rata tahunan di X (mm)

Ani = Tinggi hujan rata-rata tahunan di pos-pos penakar hujan yang dipakai untuk mencari data X yang hilang (mm)

di = Curah hujan di pos penakar hujan yang dipakai untuk mencari data X yang hilang (mm)

(Lily Montarcih Limantara, 2010)

#### 2.7.2 Curah Hujan Efektif

Yang dimaksud dengan curah hujan efektif adalah bagian dari curah hujan yang efektif untuk suatu proses hidrologi yang dimanfaatkan, datanya diambil dari data curah hujan dengan jumlah pengamatan tertentu (minimal 10 tahun) yang telah dilengkapi dan disusun sesuai urutan ranking dan mempunyai resiko kegagalan tertentu misalnya 20% maksimum, persentase keberhasilannya menjadi 80%. Cara penentuannya dipakai persamaan:

$$m = \frac{n}{5} + 1$$

Dimana:

m = Urutan CH Efektif dari yang terendah

$n$  = Jumlah tahun pengamatan

Pada perhitungan curah hujan rata-rata suatu DAS digunakan beberapa metode antara lain:

#### 1. Metode Rerata Aritmatik

Metode ini adalah yang paling sederhana untuk menghitung hujan rerata pada suatu daerah. Pengukuran yang dilakukan di beberapa stasiun dalam waktu yang bersamaan dijumlahkan dan kemudian dibagi dengan jumlah stasiun. Metode rerata aljabar memberikan hasil yang baik apabila: stasiun hujan tersebar secara merata di DAS dan distribusi hujan relative merata pada seluruh DAS.

$$P = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{n}$$

Dimana:

$p$  = Hujan rerata kawasan

$p_1, p_2, \dots, p_n$  = Hujan di stasiun 1, 2, 3 ..., n

$n$  = Jumlah stasiun

(*Hidrologi Terapan, Bambang Triadmodjo, 2008*)

#### 2. Metode Poligon Thiessen

Metode ini memperhitungkan bobot dari masing-masing stasiun yang mewakili luasan di sekitarnya. Pada suatu luasan di dalam DAS dianggap bahwa hujan adalah sama dengan yang tercatat pada suatu stasiun mewakili luasan tersebut. Metode ini digunakan apabila penyebaran stasiun hujan di daerah yang ditinjau tidak merata. Hitungan curah hujan rerata dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh dari tiap stasiun.

$$\bar{p} = \frac{A_1 p_1 + A_2 p_2 + \dots + A_n p_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_3}$$

Dengan:

$\bar{p}$  = Hujan rerata kawasan

$p_1, p_2, \dots, p_n$  = Hujan pada stasiun 1, 2, 3, ..., n

$A_1, A_2, \dots, A_3$  = Luas daerah yang mewakili stasiun 1, 2, 3, ..., n

Metode Poligon Thiessen banyak digunakan untuk menghitung hujan rerata kawasan. Polygon Thiessen adalah tetap untuk suatu jaringan stasiun hujan tertentu. Apabila terdapat perubahan jaringan stasiun hujan, seperti pemindahan

atau penambahan stasiun, maka harus dibuat lagi polygon yang baru. (*Hidrologi Terapan, Bambang Triadmodjo, 2008*)

### 3. Metode Isohiet

Isohiet adalah garis yang menghubungkan titik-titik dengan kedalaman hujan yang sama. Pada metode isohiet, dianggap bahwa hujan pada suatu daerah di antara dua garis isohiet adalah merata dan sama dengan nilai rerata dari kedua garis isohiet tersebut.

$$\bar{p} = \frac{A_1 \frac{I_1+I_2}{2} + A_2 \frac{I_2+I_3}{2} + A_n \frac{I_n+I_{n+1}}{2}}{A_1+A_2+A_n}$$

Atau

$$\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{I_i+I_{i+1}}{2}}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

Dengan:

$\bar{p}$  = Hujan rerata kawasan

$I_1, I_2, \dots, I_n$  = Garis isohiet ke 1, 2, 3, ..., n, n + 1

$A_1, A_2, \dots, A_n$  = Luas daerah yang dibatasi oleh garis isohiet ke 1 dan 2, 2 dan 3, ..., n dan n + 1

(*Hidrologi Terapan, Bambang Triadmodjo, 2008*)

Dari beberapa metode yang telah ada diatas, pada Perencanaan Saluran Irigasi Daerah Irigasi Air Gegas Kanan di Kabupaten Musi Rawas Provinsi Sumatera Selatan kami menggunakan metode Rerata Aritmatik untuk menghitung hujan rerata.

### 2.7.3 Debit Andalan

Debit andalan adalah debit yang berasal dari satu sumber air yang diharapkan dapat disadap dengan resiko kegagalan tertentu, umumnya dengan resiko tak terpenuhi 20%. Untuk penentuan debit andalan ada tiga metode analisis yang dapat dipakai yaitu:

1. Analisis frekuensi data debit.
2. Pengamatan lapangan.
3. Neraca air.

Untuk penentuan dengan analisis frekuensi, sebaiknya tersedia data debit 20 tahun atau lebih, dengan kemungkinan tak terpenuhinya 20%.

Dengan menggunakan rumus Rasional dapat menghitung Debit Andalan yaitu:

$$Q = 0,278 C . I . A$$

Dimana:

Q = Debit (m<sup>3</sup>/det)

C = Koefisien aliran

I = Intensitas curah hujan bulanan rata-rata (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran sungai (km<sup>2</sup>) (*Lily Montarcih, 2010*)

Tabel 2.4 Koefisien Pengaliran (Dr. Mononobe)

Kondisi Daerah Pengaliran dan Sungai	Koefisien Pengaliran
Daerah Pegunungan Yang Curam	0.75 – 0.90
Daerah Pegunungan Tesier	0.70 – 0.80
Tanah Bergelombang Dan Hutan	0.50 – 0.75
Tanah Dataran Yang Ditanami	0.45 – 0.60
Persawahan Yang Dialiri	0.70 – 0.80
Sungai Di Daerah Pegunungan	0.75 – 0.80
Sungai Kecil Di Daratan	0.45 – 0.75
Sungai Besar Yang Lebih Besar 0.5 Daerah Pengaliran Terdiri Dari Daratan	0.50 – 0.57

(Sumber: *Suyono Sosrodarsono, 1999*)

Perhitungan tersebut dengan mengambil data Re eff bulanan rata-rata DAS yang bersangkutan. Berdasarkan data curah hujan tiap bulan kita cari terlebih dahulu intensitas curah hujan yang terjadi pada bulan yang bersangkutan.

$$I = \frac{\text{Re eff}}{\text{Jumlah hari pada tiap bulan} \times 24 \text{ jam}}$$

Dimana :

I = Intensitas curah hujan efektif rata-rata ( mm/jam )

Re eff = Besarnya curah hujan efektif rata-rata ( mm/jam )

Dengan diketahuinya debit andalan maka data tersebut sekaligus dibuat sebagai kontrol kemampuan pengaliran terhadap daerah irigasi dari sebuah sungai.

#### 2.7.4 Evapotranspirasi

Evapotranspirasi adalah gabungan dari peristiwa evaporasi dan transpirasi. Evaporasi adalah peristiwa berubahnya air menjadi uap dan bergerak dari permukaan tanah dan permukaan air ke udara. Sedangkan transpirasi adalah peristiwa penguapan dari tanaman. Jadi, evapotranspirasi adalah peristiwa naiknya air dalam tanah ke udara melalui tumbuh-tumbuhan. (*Lily Montarcih, 1977*)

Untuk menghitung besarnya evapotranspirasi terdapat beberapa metode, yaitu:

##### 1. Metode Penman

Dalam penyelesaiannya dengan metode Penman menggunakan persamaan:

$$E = \frac{(\Delta H + 0,27 Ea)}{(\Delta + 0,27)}$$

Dimana:

E = Energi yang ada untuk penguapan

H =  $Ra (1 - r) (0,18 + 0,55 n/N) - \sigma Ta^4 (-,56 - 0,92 \sqrt{e_d}) (0,10 + 0,90 n/N)$

Ra = Radiasi extra terensial bulanan rata-rata dalam mm/hari

r = Koefisien refleksi pada permukaan dalam %

n/N = Prosentase penyinaran matahari dalam %

$\sigma$  = Konstanta Boltzman dalam mm air/hari/°K

$\sigma Ta^4$  = Koefisien bergantung dari temperature dalam mm/hari

$e_d$  = Tekanan uap udara dalam keadaan jenuh dan yang diamati/sebenarnya dalam mm/Hg

Ea = Evaporasi dalam mm/hari

$e_a$  = Tekanan uap udara pada temperatur udara rata-rata dalam mmHg

## 2. Metode Blaney – Criddle

Rumus Blaney – Criddle yang telah diubah oleh Proyek Irigasi dengan bantuan IDA (PROSIDA) khususnya untuk keperluan tanaman padi di Indonesia, yaitu:

$$U = \frac{k \cdot p (45,7 t + 813)}{100}$$

Dimana:

U = Transpirasi Bulanan (mm)

k =  $K_t + K_c$

$$K_t = 0,0311 t + 0,240$$

t = Suhu rata-rata bulanan (°F)

K<sub>c</sub> = Koefisien tanaman bulanan (0,55 – 1,30 => Padi)

P = Persentasi lamanya penyinaran matahari dalam setahun

## 3. Rumus Thornthwaite

Rumus Thornthwaite memberikan evapotranspirasi potensial untuk vegetasi yang pendek dan padat dengan pasokan air permukaan bebas.

$$E_{vt} = 1.6 \left(10 \cdot \frac{t}{7}\right)^a$$

Dimana:

E<sub>t</sub> = Evapotranspirasi potensial bulanan (cm/bulan)

t = Suhu udara rata-rata bulanan (°C)

a = Koefisien yang tergantung dari tempat

I = Indeks panas tahunan

Dari beberapa metode yang telah ada diatas, pada Perencanaan Saluran Irigasi Daerah Irigasi Air Gegas Kanan di Kabupaten Musi Rawas Provinsi Sumatera Selatan kami menggunakan metode Penman untuk menghitung Evapotranspirasi.

Tabel 2.5 Nilai  $R_a$  (Radiasi Ekstra Teresential  
Bulanan Rata-Rata Dalam mm/hari)

Bulan	10 ° Lintang Utara	0 °	10 ° Lintang Selatan
Januari	12.80	14.50	15.80
Februari	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

(Sumber: Hidrologi Terapan, Bambang Triadmodjo, 2008)

Tabel 2.6 Nilai  $\sigma T_a^4$  Sesuai Dengan Temperatur

Temperatur (° C)	Temperatur (° K)	$\sigma T_a^4$ mm air/hari
0	273	11.22
5	278	12.06
10	283	12.96
15	288	13.89
20	293	14.88
25	298	15.92
30	303	17.02
35	308	18.17
40	313	19.38

(Sumber: Hidrologi Terapan, Bambang Triadmodjo, 2008)

Tabel 2.7 Nilai  $\Delta/\gamma$  Untuk Suhu-Suhu Yang Berlainan ( $^{\circ}C$ )

T	$\Delta/\gamma$	T	$\Delta/\gamma$	T	$\Delta/\gamma$
10	1.23	20	2.14	30	3.57
11	1.3	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

(Sumber: Hidrologi Terapan, Bambang Triadmodjo, 2008)

Tabel 2.8 Nilai  $\beta = \Delta/\gamma$  Fungsi Temperatur

Temperatur T ( $^{\circ}C$ )	$\beta = \Delta/\gamma$
0	0,68
5	0,93
10	1,25
15	1,66
20	2,19
25	2,86
30	3,09
35	4,73

(Sumber: Hidrologi Terapan, Bambang Triadmodjo, 2008)

Tabel 2.9 Tekanan Uap Jenuh e Dalam mmHg

Temperatur (° C)	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
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	18.43	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	20.66	20.19	20.31	20.43	20.58	20.69	20.80	20.93
23	21.05	21.19	21.33	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	24.29	24.64	24.79	24.94	25.08
26	25.31	25.45	25.60	25.74	25.84	26.03	26.18	26.32	26.46	26.60
27	26.74	26.90	27.05	27.21	27.73	27.53	27.69	27.85	28.00	28.16
28	28.32	28.49	28.66	28.83	29.00	29.17	29.34	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

(Sumber: C.D Soemarto, 1999)

Tabel 2.10 Hubungan Temperatur Rata-Rata  
Dengan Parameter Evapotranspirasi A, B, e<sub>a</sub>

T (° C)	A (mmHg/°F)	B (mmH <sub>2</sub> O/hari)	e <sub>a</sub>
8	0,304	12,60	8,05
10	0,342	12,90	9,21
12	0,385	13,30	10,50
14	0,432	13,70	12,00
16	0,484	14,80	13,60
18	0,541	14,50	15,50
20	0,603	14,90	17,50

22	0,671	15,40	19,80
24	0,746	15,80	22,40
26	0,828	16,20	25,20
28	0,917	16,70	28,30
30	1,013	17,10	31,80

(Sumber: F.J.Mock, 1973)

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi evapotranspirasi, yaitu sebagai berikut:

1. Lamanya penyinaran matahari (S).
2. Kecepatan angin bulan rata-rata (W1).
3. Kelembaban udara bulanan rata-rata (Rh).
4. Temperatur udara rata-rata (Tc).

Tabel 2.11 Faktor Koreksi Penyinaran / N  
(Lamanya Matahari Bersinar) Sebelah Utara

Utara	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sept	Okt	Nov	Des
0	1.04	0.94	1.04	1.01	1.04	1.01	1.04	1.04	1.01	1.04	1.01	1.04
5	1.02	0.93	1.03	1.02	1.06	1.03	1.06	1.05	1.01	1.03	0.99	1.02
10	1.09	0.91	1.03	1.03	1.08	1.06	1.08	1.07	1.02	1.02	0.98	0.99
15	0.97	0.91	1.03	1.04	1.11	1.08	1.12	1.08	1.02	1.01	0.99	0.97
20	0.95	0.90	1.03	1.05	1.12	1.11	1.14	1.11	1.02	1.00	1.93	0.94

(Sumber: Hidrologi Terapan, Bambang Triadmodjo, 2008)

Tabel 2.12 Faktor Koreksi Penyinaran / N  
(Lamanya Matahari Bersinar) Sebelah Selatan

Utara	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sept	Okt	Nov	Des
0	1.04	0.94	1.04	1.01	1.04	1.01	1.04	1.04	1.01	1.04	1.01	1.04
5	1.06	0.95	1.04	1.00	1.02	0.99	1.06	1.05	1.01	1.03	1.03	1.06
10	1.08	0.97	1.05	0.99	1.01	0.96	1.08	1.07	1.02	1.02	1.05	1.10
15	1.12	0.98	1.05	0.98	0.98	0.94	1.12	1.08	1.02	1.01	1.07	1.12

20	1.14	1.00	1.05	0.97	0.96	0.91	1.14	1.11	1.02	1.00	1.09	1.15
----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

(Sumber: *Hidrologi Terapan, Bambang Triadmodjo, 2008*)

Adapun data-data yang digunakan dalam perhitungan evapotranspirasi ini adalah sebagai berikut:

1. Data temperatur bulanan rata-rata.
2. Data kelembaban udara rata-rata.
3. Data kecepatan angin rata-rata.
4. Data penyinaran angin rata-rata.

## 2.8 Pola Tanam

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

1. Jika ketersediaan air banyak maka dapat dilakukan pola tanam Padi-Padi.
2. Jika dipakai padi dengan varietas unggul (umur < 140 hari) maka masih dimungkinkan menanam palawija sehingga pola tanamnya menjadi: Padi-Padi-Palawija.
3. Jika persediaan air dimusim kemarau terbatas, maka bagi sawah-sawah yang mendapat kesulitan air dimusim kemarau akan menerapkan pola tanam: Padi-Palawija-Palawija.
4. Kalau disuatu daerah diwajibkan menanam tebu maka harus dilaksanakan glebagan, karena umur tanaman tebu lebih dari 1 tahun (yaitu  $\pm 15$  bulan).

Pada pola tanam untuk menanam padi dalam, yang masa tanamannya 165 hari (5,5 bulan) dari pembibitan hingga masa panen. Untuk mendapatkan pola tanam ada beberapa aspek yang perlu kita pertimbangkan antara lain:

1. Curah hujan efektif bulanan rata-rata.
2. Perkolasi tanaman di daerah tersebut.
3. Faktor-faktor yang mempengaruhi perkolasi antara lain :
  - a. Permeabilitas tanah.
  - b. Kondisi topografi pada daerah irigasi.

c. Jenis tanah.

d. Jenis tanam.

Untuk perencanaan dibuat alternatif pola tanam sebanyak 12 bulan.

Tabel 2.13 Alternatif Pola Tanam

Alternatif	Pemulaian Pembibitan	Bulan panen
I	Januari	Juni
II	Februari	Juli
III	Maret	Agustus
IV	April	September
V	Mei	Oktober
VI	Juni	November
VII	Juli	Desember
VIII	Agustus	Januari
IX	September	Februari
X	Oktober	Maret
XI	November	April
XII	Desember	Mei

(Sumber: Irigasi I, PEDC Bandung)

Tabel 2.14 Perkolasi Harian Padi

Bulan Ke	Aktifitas	Perlokasi (mm/hr)
1	Pembibitan	0
2	Pengelolaan	6
3	Penanaman	5
4	Pemeliharaan	4
5	Pemeliharaan	2
6	Panen	0

(Sumber: Irigasi I, PEDC Bandung)

Tabel 2.15 Perkolasi Bulanan

Perlokasi (mm/hari)	28 Hari	29 Hari	31 Hari
0	0	0	0
6	168	180	186
5	140	150	155
4	112	120	124
2	56	60	62
0	0	0	0

(Sumber: Irigasi I, PEDC Bandung)

Tabel 2.16 Koefisien Tanaman Bulanan

Periode Tengah Bulan	Padi ( nedeco / prosida )		FAO	
	Varites Biasa	Varites unggul	Varites Biasa	Varites Unggul
1	1,20	1,20	1,10	1,10
2	1,20	1,27	1,10	1,10
3	1,32	1,33	1,10	1,05
4	1,40	1,30	1,10	1,05
5	1,35	1,30	1,10	0,97
6	1,24	0	1,05	0
7	1,12	-	0,97	-
8	0	-	0	-

(Sumber: Dirjen Pengairan, Bina Program PSA, 1985)

Tabel 2.17 Koefisien Tanaman Berdasarkan % Pertumbuhan

% Pertumbuhan	Koefisien Tanaman
10	1.08
20	1.18
30	1.27
40	1.37

50	1.4
60	1.33
70	1.23
80	1.13
90	1.02
100	0.92

(Sumber: Bina Program PSA, 1985)

## 2.9 Dimensi Saluran

Setelah debit air masing-masing diketahui maka dapat dihitung dimensi saluran. Pada umumnya jaringan irigasi menggunakan saluran berbentuk trapesium, untuk menentukan dimensi saluran ini menggunakan tabel yang dikeluarkan oleh Direktorat Irigasi Pekerjaan Umum yang telah tercantum ukuran perbandingan dimensi, kemiringan talud, dan lain-lain yang disesuaikan dengan debit yang dibutuhkan.

Untuk menentukan dimensi saluran primer terlebih dahulu harus diketahui elevasi saluran primer, di mana elevasi air di saluran primer ditentukan sebagai berikut :

1. Elevasi sawah terjauh dan tertinggi yang akan diairi.
2. Tinggi genangan air di sawah.
3. Jumlah kehilangan energi:
  - a. Dari saluran tersier ke sawah.
  - b. Dari saluran sekunder ke tersier.
  - c. Dari saluran primer ke sekunder.
  - d. Akibat kemiringan saluran.
  - e. Kehilangan energi di saluran pengambilan atau sadap.

Adapun langkah-langkah menentukan dimensi saluran, yaitu:

1. Menentukan debit air sawah (Q), m<sup>3</sup>/det

$$Q = A \times a$$

2. Menentukan luas penampang saluran (F), m<sup>2</sup>

$$F = \frac{Q}{V}$$

3. Menentukan tinggi (h) dan lebar dasar saluran (b), m

$$F = (m + (b:h)) h^2$$

4. Menentukan luasan trapesium efektif (Fd), m<sup>2</sup>

$$F_{\text{desain}} (Fd) = (bd + m \cdot hd) hd$$

5. Kecepatan design (Vd), m/det

$$Vd = \frac{Q}{Fd}$$

6. Menentukan keliling basah (O), m

$$O = bd + 2 \cdot hd \sqrt{1 + m^2}$$

7. Menentukan jari-jari hidrolis (R), m

$$R = \frac{Fd}{O}$$

8. Kemiringan saluran (I)

$$\text{Stickler: } V = K \cdot R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}}$$

Dimana:

Q = Debit rencana / Kapasitas saluran (m<sup>3</sup>/det)

A = Luas daerah (Ha)

a = Kebutuhan air pada sumbernya yang paling tinggi (didapat dari perhitungan pola tanam) (l/det/Ha)

F = Luas penampang saluran (m<sup>2</sup>)

m = Kemiringan talud saluran (lihat Tabel 2.19)

b:h = Kedalaman air (m) : Lebar dasar saluran (m) (lihat Tabel 2.20)

Fd = Luasan trapesium efektif (m<sup>2</sup>)

Vd = Kecepatan design (m/det)

O = Keliling basah (m)

R = Jari-jari hidrolis (m)

I = Kemiringan saluran

K = Koefisien kekasaran Strickler (lihat Tabel 2.18)

V = Kecepatan aliran (m/det) (*Kriteria Perencanaan Irigasi KP-03, 1986*)

Tabel 2.18 Koefisien Kekasaran Strickler K (  $m^{1/3}/dt$  )

Uraian	Koefisien Kekasaran
	K ( $m^{1/3}/dt$ )
Pasangan Batu	60
Pasangan Beton	70
Pasangan Tanah	35-45
Ferrocemen	70

(Sumber: Kriteria Perencanaan Irigasi KP-03, 1986 )

Tabel 2.19 Harga Kemiringan Talud Untuk Saluran Pasangan

Jenis Tanah	$h < 0,75$ m	$0,75$ m $< h < 1,5$ m
Lempung Pasiran	-	-
Tanah Pasiran Kohesif	1	1
Tanah Pasiran, Lepas	1	1,25
Geluh Pasiran, Lempung Berpori	1	1,5
Tanah Gambut Lunak	1,25	1,5

(Sumber: Kriteria Perencanaan Irigasi KP-03, 1986 )

## 2.10 Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran pada suatu saluran perlu kita perhitungkan terutama apabila kita ingin mendapatkan kekuatan maksimal pada dasar saluran sehingga penentuan kecepatan perlu kita sesuaikan dengan jenis tanah yang dilalui oleh saluran tersebut.

Pada umumnya tanah didaerah pertanian berupa tanah lempung, maka untuk pedoman dalam perencanaan dapat digunakan tabel dibawah ini.

Tabel 2.20 Pedoman Dalam Perencanaan

Debit (Q) (m <sup>3</sup> /det)	b : h	Kec air (V) untuk tanah lempung biasa (m/det)	Serong talud untuk tanah lempung biasa 1 : m	Keterangan
0.00 – 0.05	---	Min 0.25	1 : 1	
0.05 – 0.15	1	0.25 – 0.30	1 : 1	
0.15 – 0.30	1	0.30 – 0.35	1 : 1	
0.30 – 0.40	1.5	0.35 – 0.40	1 : 1	
0.40 – 0.50	1.5	0.40 – 0.45	1 : 1	
0.50 – 0.75	2	0.45 – 0.50	1 : 1	b min 0.30 cm
0.75 – 1.50	2	0.50 – 0.55	1 : 1	
1.50 – 3.00	2.5	0.55 – 0.60	1 : 1.5	
3.00 – 4.50	3	0.60 – 0.65	1 : 1.5	
4.50 – 6.00	3.5	0.65 – 0.70	1 : 1.5	
6.00 – 7.50	4	0.70	1 : 1.5	
7.50 – 9.00	4.5	0.70	1 : 1.5	
9.00 – 11.00	5	0.70	1 : 1.5	
11.00 – 15.00	6	0.70	1 : 1.5	
15.00 – 25.00	8	0.70	1 : 2	

(Sumber: *Kriteria Perencanaan Irigasi KP-03, 1986*)

### 2.11 Jagaan (Walking)

Jagaan pada suatu saluran adalah jarak vertical dari puncak saluran ke permukaan air pada kondisi rencana muka air, disediakan untuk mencegah gelombang atau kenaikan tinggi muka air yang melimpah.

Dibawah ini menyajikan beberapa type jagaan berdasarkan jenis saluran dan debit air yang mengalir.

Tabel 2.21 Jagaan Berdasarkan Jenis Saluran dan Debit Air yang Mengalir

Jenis Saluran	Debit Air (m <sup>3</sup> /det)	b : h	Jagaan (m)	Lebar Tanggul	
				Tanpa Jalan Inspeksi	Dengan Jalan Inspeksi
Tersier	< 0.5	1	0.3	0.75	...
Sekunder	< 0.5	1 – 2	0.4	1.5	4.5
Saluran Utama dan Sekunder	0.5 – 1	2.0 – 2.5	0.5	1.50 – 2.0	5.50
	1 – 2	2.5 – 3.0	0.6	1.50 – 2.0	5.50
	2 – 3	3.0 – 3.5	0.6	1.50 – 2.0	5.50
	3 – 4	3.5 – 4.0	0.6	1.50 – 2.0	5.50
	4 – 5	4.0 – 4.5	0.6	1.50 – 2.0	5.50
	5 – 10	4.5 – 5.0	0.6	2.0	5.50
	10 - 25	6.0 – 7.0	0.75 - 10	2.0	5.50

(Sumber: Kriteria Perencanaan Irigasi KP-03, 1986 )

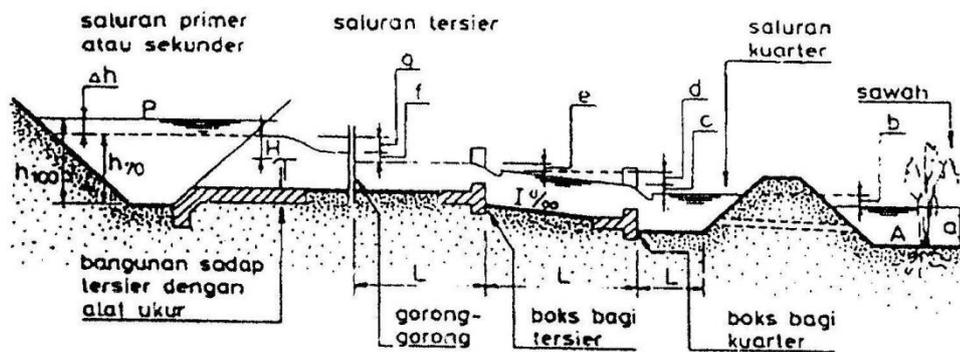
## 2.12 Elevasi Muka Air Pada Saluran

Dalam menentukan elevasi muka air pada saluran ditentukan dari tinggi muka tanah tertinggi pada suatu jaringan irigasi. Untuk menentukan elevasi muka air dekat pintu ukur sebelah hilir yaitu elevasi kontur pada sawah tertinggi ditambah 0,15 m ditambah selisih elevasi akibat kemiringan saluran.

Beberapa faktor yang harus dipertimbangkan dalam menentukan ketinggian (elevasi) muka air pada saluran diantaranya:

1. Muka air rencana pada saluran diupayakan berada dibawah atau sama dengan elevasi muka tanah asli sekitarnya, hal ini dilakukan supaya dapat mempersulit pencurian air atau penyadapan liar.
2. Mengupayakan pekerjaan galian dan timbunan seimbang, agar biaya pelaksanaan bisa dibuat seminimal mungkin.
3. Muka air direncanakan cukup tinggi agar dapat mengairi sawah-sawah yang letaknya paling tinggi pada petak tersier.

Tinggi muka air pada bangunan sadap pada saluran sekunder atau primer, dihitung berdasarkan kehilangan-kehilangan tekanan yang ada pada saluran tersebut.



Gambar 2.1 Elevasi Muka Air Pada Saluran

$$P = A + a + b + c + d + e + f + g + \Delta h + Z$$

Dimana:

- P = Elevasi muka air di saluran primer/sekunder
- A = Elevasi muka tanah tertinggi di sawah
- a = Tinggi genangan air di sawah
- b = Kehilangan tinggi energi di saluran kwarter ke sawah = 5 cm
- c = Kehilangan tinggi energi di boks bagi kwarter = 5 cm/boks
- d = Kehilangan energi selama pengaliran di saluran irigasi
- e = Kehilangan energi di boks bagi = 5 cm/boks
- f = Kehilangan energi di gorong-gorong = 5cm/bangunan
- g = Kehilangan tinggi energi di bangunan sadap
- $\Delta h$  = Variasi tinggi muka air 0,18 h (kedalaman rencana)
- Z = Kehilangan energi di bangunan-bangunan lain (missal jembatan, pelimpah samping, dan lain-lain).

(Kriteria Perencanaan Irigasi KP-03, 1986 )

## **2.13 Rencana Anggaran Biaya**

### **2.13.1 Pengertian Rencana Anggaran Biaya**

Secara umum pengertian Rencana Anggaran Biaya (RAB) Proyek, adalah nilai estimasi biaya yang harus disediakan untuk pelaksanaan sebuah kegiatan proyek. Namun beberapa praktisi mendefinisikannya secara lebih detail, seperti :

1. Menurut Sugeng Djojowiriono, 1984, Rencana Anggaran Biaya (RAB) Proyek merupakan perkiraan biaya yang diperlukan untuk setiap pekerjaan dalam suatu proyek konstruksi sehingga akan diperoleh biaya total yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek.

2. Menurut Ir. A. Soedradjat Sastraatmadja, 1984, dalam bukunya "Analisa Anggaran Pelaksanaan", bahwa Rencana Anggaran Biaya (RAB) dibagi menjadi dua, yaitu rencana anggaran terperinci dan rencana anggaran biaya kasar.

#### **a. Rencana anggaran biaya kasar**

Merupakan rencana anggaran biaya sementara dimana pekerjaan dihitung tiap ukuran luas. Pengalaman kerja sangat mempengaruhi penafsiran biaya secara kasar, hasil dari penafsiran ini apabila dibandingkan dengan rencana anggaran yang dihitung secara teliti didapat sedikit selisih.

#### **b. Rencana anggaran biaya terperinci**

Dilaksanakan dengan menghitung volume dan harga dari seluruh pekerjaan yang dilaksanakan agar pekerjaan dapat diselesaikan secara memuaskan. Cara perhitungan pertama adalah dengan harga satuan, dimana semua harga satuan dan volume tiap jenis pekerjaan dihitung. Yang kedua adalah dengan harga seluruhnya, kemudian dikalikan dengan harga serta dijumlahkan seluruhnya.

3. J. A. Mukomoko, dalam bukunya Dasar Penyusunan Anggaran Biaya Bangunan, 1987 Rencana Anggaran Biaya (RAB) Proyek adalah perkiraan nilai uang dari suatu kegiatan (proyek) yang telah memperhitungkan gambar-gambar bestek serta rencana kerja, daftar upah, daftar harga bahan, buku analisis, daftar susunan rencana biaya, serta daftar jumlah tiap jenis pekerjaan.

4. John W. Niron dalam bukunya Pedoman Praktis Anggaran dan Borongan Rencana Anggaran Biaya Bangunan, 1992, Rencana Anggaran Biaya (RAB) Proyek mempunyai pengertian sebagai berikut:

- a. Rencana: Himpunan planning termasuk detail dan tata cara pelaksanaan pembuatan sebuah bangunan.
  - b. Anggaran: Perhitungan biaya berdasarkan gambar bestek (gambar rencana) pada suatu bangunan.
  - c. Biaya: Besarnya pengeluaran yang ada hubungannya dengan borongan yang tercantum dalam persyaratan yang ada.
5. Bachtiar Ibrahim dalam bukunya Rencana dan Estimate Real of Cost, 1993, yang dimaksud Rencana Anggaran Biaya (RAB) Proyek adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek tersebut.

### **2.13.2 Kegunaan Rencana Anggaran Biaya**

Sebuah 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 standar harga patokan sebuah proyek yang dibuat oleh stakes holder dalam bentuk *owner estimate* (OE).
3. Sebagai bahan pembanding harga bagi stakes holder dalam menilai tingkat kewajaran *owner estimate* yang dibuatnya dalam bentuk *engineering estimate* yang dibuatnya dalam bentuk *engineering estimate* (EE) yang dibuat oleh pihak konsultan.
4. Sebagai rincian item harga penawaran yang dibuat kontraktor dalam menawar pekerjaan proyek.
5. Sebagai dasar penentuan kelayakan ekonomi teknik sebuah investasi proyek sebelum dilaksanakan pembangunannya.

### **2.13.3 Komponen Penyusun Rencana Anggaran Biaya**

Seperti yang telah disinggung pada bagian diatas, maka jila dirumuskan secara umum Rencana Anggaran Biaya (RAB) Proyek merupakan total

penjumlahan dari hasil perkalian antara volume suatu item pekerjaan dengan harga satuannya. Bahasa matematis yang dapat dituliskan adalah sebagai berikut:

$$RAB = \sum [(Volume) \times \text{Harga Satuan Pekerjaan}]$$

Jika merujuk pada sebuah item pekerjaan, maka pada dasarnya untuk melaksanakan sebuah item pekerjaan membutuhkan upah, material, peralatan yang digunakan (sebagai biaya langsung) dan *overhead*, *profit* dan *tax* (sebagai biaya tidak langsung).

Adapun penjelasan secara rinci mengenai komponen-komponen penyusun dari Rencana Anggaran Biaya (RAB) Proyek adalah sebagai berikut:

#### 1. Komponen biaya langsung (direct cost)

Biaya langsung atau direct cost merupakan seluruh biaya permanen yang melekat pada hasil akhir konstruksi sebuah proyek. Biaya langsung terdiri dari :

##### a. Biaya vahan / material

Merupakan harga bahan atau material yang digunakan untuk proses pelaksanaan konstruksi, yang sudah memasukan biaya angkutan, biaya loading dan unloading, biaya pengepakan, penyimpanan sementara di gudang, pemeriksaan kualitas dan asuransi.

##### b. Upah tenaga kerja

Biaya yang dibayarkan kepada pekerja/buruh dalam menyelesaikan suatu jenis pekerjaan sesuai dengan keterampilan dan keahliannya.

##### c. Biaya peralatan

Biaya yang diperlukan untuk kegiatan sewa, pengangkutan, pemasangan alat, memindahkan, membongkar dan biaya operasi, juga dapat dimasukkan upah dari operator mesin dan pembantunya.

#### 2. Komponen biaya tidak langsung (*indirect cost*)

Biaya tidak langsung atau indirect cost adalah biaya yang tidak melekat pada hasil akhir konstruksi sebuah proyek tapi merupakan nilai yang dipungut karena proses pelaksanaan konstruksi proyek. Biaya tidak langsung terdiri dari:

##### 1. Overhead umum

Overhead umum biasanya tidak dapat segera dimasukkan ke suatu jenis pekerjaan dalam proyek itu, misalnya sewa kantor, peralatan kantor dan alat tulis

menulis, air, listrik, telepon, asuransi, pajak, bunga uang, biaya-biaya notaris, biaya perjalanan dan pembelian berbagai macam barang-barang kecil.

#### 2. Overhead proyek

Overhead proyek ialah biaya yang dapat dibebankan kepada proyek tetapi tidak dapat dibebankan kepada biaya bahan-bahan, upah tenaga kerja atau biaya alat-alat seperti misalnya; asuransi, telepon yang dipasang di proyek, pembelian tambahan dokumen kontrak pekerjaan, pengukuran (survey), surat-surat ijin dan lain sebagainya. Jumlah overhead dapat berkisar antara 12 sampai 30 %.

#### 3. Profit

Merupakan keuntungan yang didapat oleh pelaksana kegiatan proyek (kontraktor) sebagai nilai imbal jasa dalam proses pengadaan proyek yang sudah dikerjakan. Secara umum keuntungan yang diset oleh kontraktor dalam penawarannya berkisar antara 10 % sampai 12 % atau bahkan lebih, tergantung dari keinginan kontraktor.

#### 4. Pajak

Berbagai macam pajak seperti PPN, PPh dan lainnya atas hasil operasi perusahaan.

##### **2.13.3.1 Sumber Analisa Harga Satuan**

Harga analisa satuan bahan dan upah bisa didapat dengan 3 cara, yaitu:

1. Menggunakan analisa SNI berdasarkan Badan Standarisasi Nasional (BSN).
2. Menggunakan analisa kita sendiri berdasarkan pengalaman di lapangan, dengan cara melakukan analisa dan perhitungan sendiri.
3. Menggunakan analisa dari sumber lain.

##### **2.13.3.2 Menghitung Volume Pekerjaan**

Yang dimaksud dengan menghitung volume pekerjaan adalah menghitung banyaknya volume pekerjaan dalam satu satuan pekerjaan. Satuan pekerjaan ini bukanlah satu satuan yang utuh akan tetapi merupakan gabungan dari beberapa bagian satuan pekerjaan.

Contohnya pada perhitungan satuan pekerjaan pasangan dinding bata merah yang disatukan dalam bentuk meter persegi ( $m^2$ ), didalamnya terkandung

beberapa volume satuan dari pekerjaan lain dalam 1 meter persegi pasangan dinding, diantaranya:

1. Volume bata merah dengan satuan buah (bh).
2. Volume pasir pasang dengan satuan meter kubik ( $m^3$ ).
3. Volume semen / PC dengan satuan Kg atau sak.
4. Volume alat bantu dengan satuan lump sum (ls).
5. Volume Pekerja (mandor, kepala tukang, tukang batu dan pekerja).

Cara menghitung volume pekerjaan, yaitu sebagai berikut:

1. Menghitung volume dengan satuan kubik ( $m^3$ ), misalkan satuan pekerjaan pasangan pondasi batu kali. Volume dihitung berdasarkan perkalian antara luas penampang pondasi dengan panjang pondasi keseluruhan.
2. Menghitung volume dengan satuan luas ( $m^2$ ), misalkan satuan pekerjaan pengecatan. Volume dihitung berdasarkan perkalian lebar / panjang permukaan yang akan dicat dengan tinggi permukaan tersebut.
3. Menghitung volume dengan satuan meter (m), misalkan satuan pekerjaan list plafond. Volume dihitung berdasarkan panjang keseluruhan list plafond atau keliling ruangan yang dipasang list plafond.
4. Menghitung volume dengan satuan buah (bh), misalkan volume pemasangan stop kontak. Volume dihitung berdasarkan jumlah keseluruhan stop kontak yang dipasang.

Begitu seterusnya sesuai dengan satuan pekerjaan yang telah kita tetapkan secara rinci sebelumnya. Untuk membantu mempermudah dalam perhitungan volume ini, sangat diwajibkan kita mengetahui rumus-rumus bangun datar dan bangun ruang.

## **2.14 Manajemen Proyek**

### **2.14.1 Rencana Kerja dan Syarat-Syarat**

Rencana Kerja dan Syarat atau yang sering disebut RKS merupakan dokumen yang berisi sekumpulan persyaratan baik persyaratan administratif maupun persyaratan teknis yang diberlakukan pada perencanaan bangunan tertentu.

Pada umumnya RKS terdiri atas RKS administrasi dan RKS teknis. RKS Administratif terdiri dari persyaratan administrasi dan umum. Sedangkan RKS Teknis terdiri dari RKS Arsitektural, RKS Struktural, dan RKS Mekanikal Elektrikal (ME). Susunan daftar isi dalam sebuah dokumen RKS pada umumnya terdiri atas pasal-pasal. Setiap pasal menjelaskan tentang definisi maupun kriteria tertentu. Pada setiap pasal dalam RKS Teknis, berisi tentang:

1. Lingkup pekerjaan.
2. Persyaratan bahan.
3. Pedoman pelaksanaan.
4. Syarat-syarat pelaksanaan standar yang dipakai.
5. Pengujian.

#### **2.14.2 Net Work Planning (NWP)**

Menurut Soetomo Kajatmo (1977: 26) adalah: “*Network planning* merupakan sebuah alat manajemen yang memungkinkan dapat lebih luas dan lengkapnya perencanaan dan pengawasan suatu proyek”. Adapun definisi proyek itu sendiri adalah suatu rangkaian kegiatan-kegiatan (aktivitas) yang mempunyai saat permulaan dan yang harus dilaksanakan serta diselesaikan untuk mendapatkan tujuan tertentu.

Pengertian lainnya yang dikemukakan oleh Tubagus Haedar Ali (1995: 38) yaitu: “*Network planning* adalah salah satu model yang digunakan dalam penyelenggaraan proyek yang produknya adalah informasi mengenai kegiatan-kegiatan yang ada dalam network diagram proyek yang bersangkutan.

##### **1. Penggunaan**

*Network Planning* (NP) khususnya digunakan untuk menyelesaikan suatu proyek yang hanya dilakukan sekali saja, jadi harus dibuat NP baru untuk setiap proyek yang akan diselesaikan, misalnya: pendirian rumah baru, perencanaan perjalanan, *rescheduling* urutan proses produksi dan sebagainya. Jadi digunakan dalam tatalaksana proyek.

- a. Tatalaksana Proyek menyelesaikan hal khusus, hanya dilakukan sekali.  
Tatalaksana produksi menyelesaikan hal umum yang berulang-ulang, rutin.

- b. Fasilitas-fasilitas yang digunakan untuk tatalaksana proyek, sekali dipakai sudah selesai. Fasilitas-fasilitas Tatalaksana Produksi dapat digunakan untuk macam-macam tugas.
  - c. Bandingkan: Membuat pakaian khusus dengan membuat pakaian kodian.
2. Keuntungan Penggunaan *Network Planning* dalam Tatalaksana Proyek:
- a. Merencanakan scheduling dan mengawasi proyek secara logis.
  - b. Memikirkan secara menyeluruh, tetapi juga mendetail dari proyek.
  - c. Mendokumen dan mengkomunikasikan rencana *scheduling* (waktu) dan alternatif-alternatif lain penyelesaian proyek dengan tambahan biaya.
  - d. Mengawasi proyek dengan lebih efisien, sebab hanya jalur-jalur kritis (*Critical Path*) saja yang perlu konsentrasi pengawas ketat.
3. Analisa-analisa *Network* akan membantu:
- a. *Time schedule* urutan pekerjaan yang efisien.
  - b. Pembagian merata waktu, tenaga dan biaya.
  - c. *Reschedulling* bila ada kelambatan-kelambatan penyelesaian.
  - d. Menentukan *Trade-Off* / Pertukaran waktu dengan biaya yang efisien.
  - e. Membuka probabilitas / kemungkinan-kemungkinan yang lain menyelesaikan proyek.
  - f. Merencanakan proyek yang kompleks.
4. Data yang diperlukan untuk menyusun *Network*:
- a. Urutan pekerjaan yang logis:  
Harus disusun: pekerjaan apa yang harus diselesaikan lebih dahulu sebelum pekerjaan yang lain dimulai, dan pekerjaan apa yang kemudian mengikutinya.
  - b. Taksiran waktu penyelesaian setiap pekerjaan:  
Biasanya memakai waktu rata-rata berdasarkan pengalaman. Kalau proyek itu baru sama sekali biasanya diberi *slack* / kelonggaran waktu.
  - c. Biaya untuk mempercepat setiap pekerjaan:  
Ini berguna bila pekerjaan-pekerjaan yang ada di jalur kritis ingin dipercepat agar seluruh proyek lekas selesai. Misalnya: biaya-biaya lembur, biaya menambah tenaga dan sebagainya.

## d. Sumber-sumber:

Tenaga, *equipment* dan material yang diperlukan.

5. Simbol-simbol Diagram *Network*

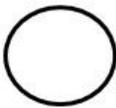
Pada perkembangannya yang terakhir dikenal dua simbol yaitu :

a. *Event on the node*\_ Peristiwa digambarkan dalam lingkaran.

b. *Activity on the node*\_Kegiatan digambarkan dalam Lingkaran

Karena *Event on the note* cara penggambarannya lebih mudah, sering dan umum dipakai, maka dalam buku ini bahasa / simbol yang dipakai adalah *event on the node*.

Tabel 2.22 Penggunaan Simbol-Simbol:

No	Simbol	Keterangan
1		<i>Arrow</i> , bentuknya merupakan anak panah yang artinya aktivitas/kegiatan : adalah suatu pekerjaan atau tugas dimana penyelesaiannya membutuhkan "duration" ( jangka Waktu Tertentu) dan "Resources" ( Tenaga, equipment, Material dan Baiaya ) tertentu.
2		<i>Node/event</i> , bentuknya merupakan lingkaran bulat yang artinya saat, peristiwa atau kejadian : adalah permulaan atau akhir dari satua atau lebih kegiatan-kegiatan.
3		<i>Double arrow</i> , Anak panah sejajar, merupakan kegiatan di Lintasan Kritis (Critical Path)
4		<i>Dummy</i> , Bentuknya merupakan anak panah terputus-putus yang artinya kegiatan semu atau aktivitas semu : adalah bukan kegiatan/aktivitas tetapi dianggap kegiatan/aktivitas, hanya saja tidak membutuhkan duration dan resource tertentu.

Sebelum menggambarkan diagram *Network Planning* perlu diingat:

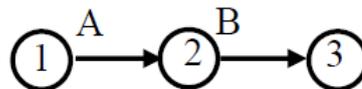
a. Panjang, pendek maupun kemiringan anak sama sekali tidak mempunyai arti, dalam pengertian letak pekerjaan, banyaknya *duration* maupun *resource* yang dibutuhkan.

- b. Aktivitas-aktivitas apa yang mendahului dan aktivitas-aktivitas apa yang mengikuti.
- c. Aktivitas-aktivitas apa yang dapat bersama-sama.
- d. Aktivitas-aktivitas itu dibatasi saat mulai dan saat selesai.
- e. Waktu, Biaya dan *resource* yang dibutuhkan dari aktivitas-aktivitas itu.
- f. Kepala anak panah menjadi pedoman arah dari tiap kegiatan.
- g. Besar kecilnya lingkaran juga tidak mempunyai arti, dalam pengertian penting tidaknya suatu peristiwa.

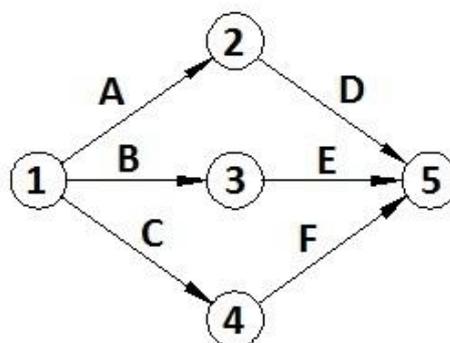
Anak panah selalu menghubungkan dua buah *nodes*, arah dari anak panah menunjukkan urutan-urutan waktu.

Contoh :

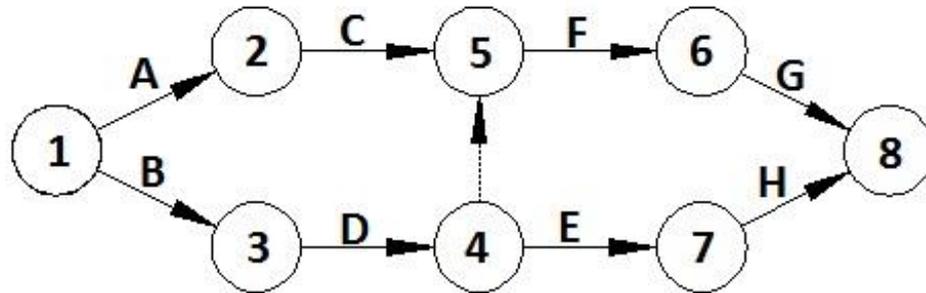
- a. Kegiatan A harus dilaksanakan sebelum kegiatan B demikian pula sebelum menyelesaikan kegiatan 3 maka kegiatan 1 dan 2 harus diselesaikan.



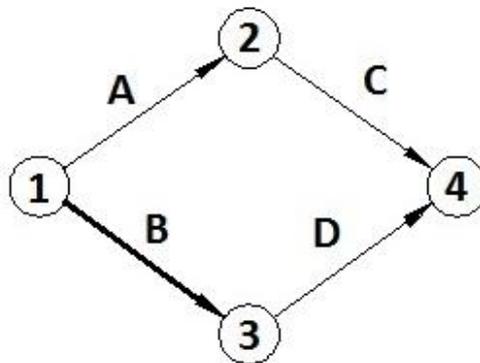
- b. Awal dari seluruh kegiatan adalah kegiatan 1 dan untuk menyelesaikan seluruh proyek maka setelah kegiatan 1 ada 3 kegiatan yang harus diselesaikan yaitu menyelesaikan kegiatan 2, 3 dan 4 kemudian melaksanakan kegiatan 5.



- c. Kegiatan A harus selesai sebelum kegiatan C, kegiatan B harus selesai sebelum kegiatan D Kegiatan C dan D harus selesai sebelum kegiatan F dimulai, tetapi kegiatan E sudah dapat dimulai walaupun hanya kegiatan D saja yang selesai dan seterusnya.



- d. Kegiatan B harus diselesaikan dalam jangka waktu yang pendek / kritis sedangkan kegiatan A, C, dan D harus diselesaikan dengan adanya kelonggaran waktu untuk terlambat (*float*).

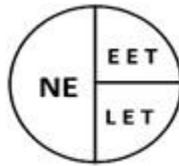


6. Guna Mengetahui Lintasan Kritis:
- Penundaan pekerjaan pada “Lintasan Kritis”, menyebabkan seluruh proyek tertunda penyelesaiannya.
  - Proyek dapat dipercepat penyelesaiannya, bila pekerjaan-pekerjaan yang ada di lintasan kritis dapat dipercepat.
  - Pengawasan / *Control* hanya “diketatkan” di lintasan Kritis saja. Maka pekerjaan-pekerjaan di jalur kritis:  
Perlu pengawasan ketat agar tidak tertunda.  
Kemungkinan di *Trade off* dengan *crash* program: dipersingkat waktunya dengan tambahan biaya (lembur).
  - Time slack* (kelonggaran waktu) terdapat pada pekerjaan-pekerjaan yang tidak dilalui Lintasan Kritis. Ini memungkinkan bagi manager untuk merealokasi / memindahkan tenaga kerja, alat-alat, dan biaya-biaya kepekerjaan-pekerjaan di lintasan kritis demi efisiensi.

## 7. Penggunaan EET dan LET pada *Network Planning*

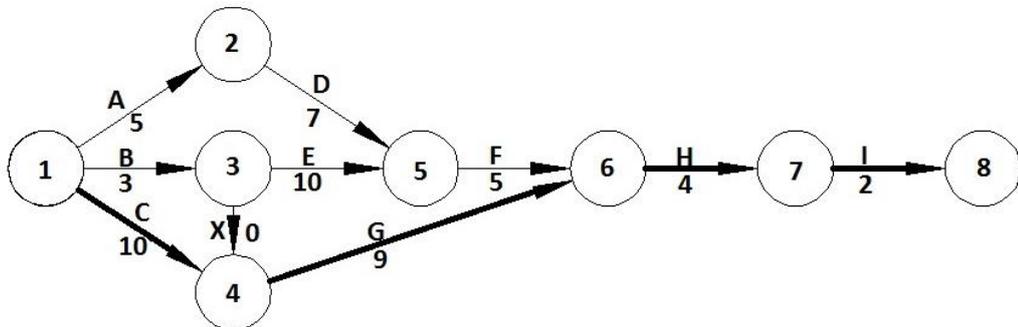
### a. Penggambaran NE, EET dan LET

Event dengan simbol lingkaran tadi, pertama-tama kita bagi menjadi 3 bagian, terlihat dalam gambar di bawah ini:



1. NE (*Number of Event*): adalah indeks untuk dari tiap peristiwa sejak mulai sampai dengan akhir dalam suatu diagram *Network*. Pembagian nomor *event* awal dapat dimulai dari angka 0 atau 1. Kemudian diikuti pemberian nomor *event* yang lain, pada dasarnya sejalan dengan arah anak panah yang dimulai angka terkecil ke angka lebih besar dan diakhiri nomor terbesar untuk *event* akhir. Sehingga tidak ada nomor *event* yang sama, misalnya:

Contoh:



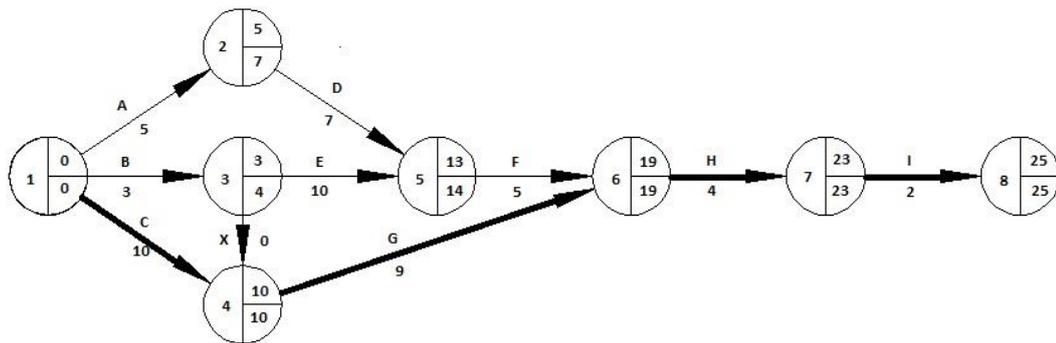
Disamping itu pula nomor *event* dapat menunjukkan dan membedakan masing-masing kegiatan. Hal ini sangat bermanfaat sekali jika menggunakan komputer.

a. *Earliest Event Time* (EET): Waktu paling awal peristiwa itu dapat dikerjakan.

Cara mencarinya dengan menggunakan metode algoritma :

1. Mulai dari *Event* awal bergerak ke *Event* akhir dengan jalan menjumlahkan, yaitu antara EET ditambah duration.
2. Bila pada suatu *Event*, bertemu 2 atau lebih kegiatan EET yang dipakai waktu yang terbesar.

Contoh: *Event* No. 4, 5 , 6 (Lihat Pada Gambar Dibawah)



b. *Lates Event Time* (LET): Waktu Paling Akhir peristiwa itu harus dikerjakan.

Cara mencarinya dengan menggunakan metode algoritma

1. Mulai dari *Event* akhir bergerak mundur ke *Event* No. 1 dengan jalan mengurangi, yaitu antara LET dikurangi *duration*. Bila pada suatu *Event*, berasal 2 atau lebih kegiatan, LET yang dipakai waktu yang terkecil.

### 2.14.3 Barchart Dan Kurva S

Barchart merupakan deskripsi grafis atas sekumpulan tugas-tugas atau aktivitas yang ditandai awal dan akhirnya. Suatu aktivitas adalah suatu tugas berkontribusi pada keseluruhan penyelesaian akhir proyek.

Kurva S merupakan suatu plot dari kemajuan kumulatif proyek sebagai sumbu vertical terhadap waktu sebagai sumbu horizontal. Kemajuan tersebut bisa dinyatakan dalam *term* biaya, kuantitas pekerjaan yang dilaksanakan, jumlah jam kerja atau cara pengukuran lain. Jika uang merupakan cara pengukuran kemajuan tersebut, maka hal ini lazimnya dinyatakan dalam bentuk *cash-flow*, yakni plot dua grafik yang masing-masing menyatakan biaya yang dikeluarkan (*expenditures*) dan pendapatan. (*Pengantar Manajemen Proyek, V. Christianto dan I Made Wiryana, 2002*)