

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Irigasi

Irigasi adalah pemberian air pada tanaman untuk memenuhi kebutuhan air bagi pertumbuhannya. (*Basri, 1987*)

Irigasi merupakan kegiatan penyediaan dan pengaturan air untuk memenuhi kepentingan pertanian dengan memanfaatkan air yang berasal dari air permukaan dan tanah. (*Karta Saputro, 1994*)

Irigasi adalah sejumlah air yang pada umumnya diambil dari sungai atau bendung yang dialirkan melalui system jaringan irigasi untuk menjaga keseimbangan jumlah air didalam tanah. (*Suharjono, 1994*)

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 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 di atas 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 Maksud dan Tujuan Irigasi

Maksud irigasi adalah suatu sistem pemberian air ketanah-tanah pertanian guna mencukupi kebutuhan tanaman agar tanaman tersebut tumbuh dengan baik.

Adapun tujuan dari irigasi antara lain :

a) Membasahi tanaman

Membasahi tanah dengan menggunakan air irigasi bertujuan memenuhi kekurangan air di daerah pertanian pada saat air hujan kurang atau tidak ada. Hal ini penting sekali karena kekurangan air yang diperlukan untuk tumbuh dapat mempengaruhi hasil panen tanaman tersebut.

b) Merabuk

Merabuk adalah pemberian air yang tujuannya selain membasahi juga member zat-zat yang berguna bagi tanaman itu sendiri

c) Mengatur suhu

Tanaman dapat tumbuh dengan baik pada suhu yang tidak terlalu tinggi dan tidak terlalu rendah, sesuai dengan jenis tanamannya.

d) Membersihkan tanah / memberantas hama

Maksud irigasi juga bertujuan untuk membasmi hama-hama yang berada dan bersarang dalam tanah dan membahayakan bagi tanaman sehingga pada musim kemarau sebaiknya sawah diberikan air agar sifat garamnya hilang.

e) Kolmatase

Kolmatase adalah pengairan dengan maksud memperbaiki atau meninggikan permukaan tanah.

f) Menambah persediaan air tanah

Tujuan bermaksud menambah persediaan air tanah untuk keperluan sehari-hari. Biasanya dilakukan dengan cara menahan air disuatu tempat, sehingga memberikan kesempatan pada air tersebut untuk meresap kedalam tanah yang pada akhirnya dimanfaatkan oleh yang memerlukan.

(Sumber: Standar perencanaan irigasi KP-01)

2.3 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:

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.

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.

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.

(Sumber: Standar perencanaan irigasi KP-01)

2.4 Petak Irigasi

Petak irigasi dibagi menjadi tiga yaitu petak tersier, petak sekunder, dan petak primer.

2.4.1 Petak tersier

Petak tersier menerima air irigasi yang dialirkan dan diukur pada bangunan sadap (*off take*) tersier. Di daerah-daerah yang ditanami padi luas petak tersier idealnya maksimum 50 ha, tapi dalam keadaan tertentu dapat ditolelir sampai seluas 75 ha. 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. 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.

2.4.2 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.

2.4.3 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.

(Sumber: Standar perencanaan irigasi KP-01)

2.5 Bangunan Irigasi

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

2.5.1 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.

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

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

2.5.2 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. Sipun
- d. Flum (*flume*)
- e. Saluran tertutup
- f. Terowongan

2.5.3 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.

2.5.4 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.

Bangunan 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*.

2.5.5 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

2.5.6 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.

(Sumber: Standar perencanaan irigasi KP-01)

2.6 Analisa Hidrologi

2.6.1 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 rangking dan mempunyai resiko kegagalan tertentu misalnya 20% maksimum, persentase keberhasilannya menjadi 80%. Cara penentuannya dipakai persamaan:

$$m = \frac{n}{5} + \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana:

m = Urutan CH Efektif dari yang terendah

n = Jumlah tahun pengamatan

Pada perhitungan curah hujan rata-rata suatu DAS digunakan beberapa metode rerata aritmatik (aljabar). 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 relatif merata pada seluruh DAS.

$$P = \frac{P_1+P_2+P_3+\dots+P_n}{n} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana:

p = Hujan rerata kawasan

p₁, p₂,...p_n = Hujan di stasiun 1, 2, 3 ..., n

n = Jumlah stasiun

(Sumber: Hidrologi terapan, Bambang Triadmodjo, 2008)

2.6.2 Debit andalan

Debit andalan adalah debit yang berasal dari suatu 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:

$$Q = 0,278 C \cdot I \cdot A \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana:

Q = Debit (m³/det)

C = Koefisien aliran

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

A = Luas daerah pengaliran sungai (km²)

(Sumber: Lily Montarcih, 2010)

Tabel 2.1 Koefisien pengaliran

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)

2.6.3 Evapotranspirasi

Evapotranspirasi adalah gabungan dari peristiwa evaporasi dan transpirasi. Evaporasi adalah berubahnya air menjadi uap dan bergerak dari permukaan tanah dan permukaan air ke udara. Sedangkan transpirasi adalah 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:

$$E = \frac{(\Delta H + 0,27 Ea)}{(\Delta + 0,27)} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana:

E = Energi yang ada untuk penguapan

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

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

r = Koefisien refleksi pada permukaan dalam %

n/N = Prosentase penyinaran matahari dalam %

σ = Konstanta Boltzman dalam mm air/hari/°K

σTa^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

(Sumber: *Perencanaan teknik irigasi, 1-11 Bandung 2002*)

Tabel 2.2 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 perencanaan bangunan air, 1980)

Tabel 2.3 Nilai σT_a^4 sesuai dengan temperatur

Temperatur (° C)	Temperatur (° K)	σT_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 bangunan air, 1980)

Tabel 2.4 Nilai Δ/γ untuk suhu-suhu yang berlainan ($^{\circ}\text{C}$)

T	Δ/γ	T	Δ/γ	T	Δ/γ
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 perencanaan bangunan air, 1980)

Tabel 2.5 Nilai $\beta = \Delta/\gamma$ fungsi temperatur

Temperatur T ($^{\circ}\text{C}$)	$\beta = \Delta/\gamma$
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 2.6 Tekanan uap jenuh e dalam mmHg

Temp (° 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: Hidrologi teknik, C.D Soemarto, 1995 Erlangga Jakarta)

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 2.7 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	1.00	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 2.8 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	1.02	1.03	1.00	1.05	1.03	1.06
10	1.08	0.97	1.05	0.99	1.01	0.96	1.00	1.01	1.00	1.06	1.05	1.10
15	1.12	0.98	1.05	0.98	0.98	0.94	0.97	1.00	1.00	1.07	1.07	1.12
20	1.14	1.00	1.05	0.97	0.96	0.91	0.95	0.99	1.00	1.08	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.

2.6.4 Pola tanam

Pola tanam adalah bentuk-bentuk jadwal tanam secara umum yang menyatakan kapan mulai tanam padi, palawija, tebu dan sebagainya. Untuk mendapatkan polat tanam dari beberapa pola tanam yang diperkirakan ada beberapa aspek yang harus kita perhatikan antara lain :

1. Curah hujan efektif bulanan rata-rata
2. Perkolasi tanah daerah itu
3. Kebutuhan air irigasi
4. Koefisien tanaman

Karakter tanaman dalam masa tumbuhnya dari bulan ke bulan tidak sama sehingga menyebabkan nilai besaran evapotranspirasinya berbeda. Oleh karena itu, dalam pemakaian air konsumtif bulanan atau tengah bulanan akan ada perubahan nilai karena koefisien bulanannya tidak sama (tergantung pada pertumbuhannya).

Tabel 2.9 Koefisien tanaman padi

Periode tengah bulan	Padi		Kedelai	
	Varietas biasa	Varietas unggul	Varietas biasa	Varietas 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	0,95
6	1,24	0	1,05	0
7	1,12	-	0,95	-
8	0	-	0	-

(Sumber: Standar perencanaan irigasi, direktorak jendral pengairan PU)

2.6.5 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), m³/det

$$Q = A \cdot v \dots \dots \dots (2.5)$$

2. Menentukan luas penampang saluran (F), m²

$$F = Q/v \dots \dots \dots (2.6)$$

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

$$Fd = (b + m \cdot h) h \dots \dots \dots (2.7)$$

4. Kecepatan design (Vd)

$$Vd = \frac{Q}{Fd} \dots \dots \dots (2.8)$$

5. Menentukan keliling basah

$$O = bd + 2.hd \sqrt{1 + m^2} \dots\dots\dots(2.9)$$

6. Jari-jari hidrolis (R)

$$R = Fd/O \dots\dots\dots(2.10)$$

7. Kemiringan saluran (I)

$$I = \left(\frac{Vd}{K \cdot R^3} \right)^2 \dots\dots\dots(2.11)$$

Dimana :

K = Koefisien saluran

A = Luas area

a = Kebutuhan air pada sumbernya

F = Luas penampang saluran (m²)

P = Keliling basah (m)

V = Kecepatan aliran (m/det)

Vd = Kecepatan design

m = Serong talud untuk tanah lempung biasa

I = Kemiringan saluran

R = Jari-jari hidrolis (m)

O = Keliling basah

b = Lebar dasar saluran (m)

h = Tinggi saluran (m)

(Sumber: Kriteria perencanaan irigasi KP-03, 1986)

Tabel 2.10 Pedoman Dalam Perencanaan

Debit (Q) (m ³ /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	Min
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	15	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	
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)

Tabel 2.11 Harga-harga kekasaran koefisien Strickler (S) untuk saluran irigasi tanah

Debit rencana (m ³ /det)	K m ^{1/3} /det
Q > 10	45
5 < Q < 10	42,5
1 < Q < 5	40
Q < 1 dan saluran tersier	35

(Sumber: Kriteria perencanaan irigasi KP-03, 1986)

Tabel 2.12 Harga-harga jagaan untuk irigasi

Jenis saluran	Debit air (m ³ /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	1.50	4.5
Saluran utama	0.5 - 1	2.0 - 2.5	0.50	1.50 - 2.0	5.50
dan	1 - 2	2.5 - 3.0	0.60	1.50 - 2.0	5.50
sekunder	2 - 3	3.0 - 3.5	0.60	1.50 - 2.0	5.50
	3 - 4	3.5 - 4.0	0.60	1.50 - 2.0	5.50
	4 - 5	4.0 - 4.5	0.60	1.50 - 2.0	5.50
	5 - 10	4.5 - 5.0	0.60	2.0	5.50
	10 - 25	6.0 - 7.0	0.75 - 1.0	2.0	5.0

(Sumber: *Kriteria perencanaan irigasi KP-03, 1986*)

2.6.6 Elevasi muka air pada saluran

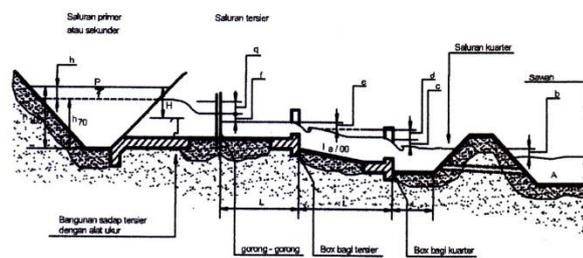
Dalam menentukan elevasi muka air pada saluran ditentukan dari tinggi muka tanah tertinggi pada suatu jaringan irigasi. Untuk menentukan elevasi muka air dekat pintu ukur sebelah hilir yaitu elevasi kontur pada sawah tertinggi ditambah 0,15 m ditambah selisih elevasi akibat kemiringan saluran.

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

$$P = A + a + b + c + d + e + f + g + \Delta h + Z \dots \dots \dots (2.12)$$

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
- Δh = Variasi tinggi muka air 0,18 h (kedalaman rencana)
- Z = Kehilangan energi dibangunan-bangunan lain (missal jembatan, pelimpah samping, dan lain-lain).

(Sumber: kriteria perencanaan irigasi KP-03, 1986)

2.7 Bangunan Pelengkap

2.7.1 Pintu air tipe romijn

Bangunan ukur debit tipe romijn adalah suatu alat pengukur debit berambang lebar yang dapat digerakkan naik – turun untuk mengatur taraf muka air. Agar dapat bergerak mercunya dibuat dari plat baja yang dihubungkan dengan alat pengangkat.

Dapat dilayani oleh seorang operator, kehilangan tinggi tekan relatif kecil dan eksploitasinya mudah. Tetapi biaya pemeliharaan cukup tinggi, mudah dioperasikan oleh orang yang tidak berwenang dan sebagainya. Bangunan ini terdiri atas enam tipe yaitu tipe I sampai dengan tipe VI dengan debit dari 160 l/det sampai dengan 900 l/det.

Tabel 2.13 Lebar standar pintu air romijn

Tipe	Lebar	Tinggi Energi	Debit Max	Tinggi Meja
	(m)	(m)	(l/det)	(m)
I	0.5	0.33	160	0.48+V
II	0.5	0.5	300	0.65+V
III	0.75	0.5	450	0.65+V
IV	1	0.5	600	0.65+V
V	1.25	0.5	750	0.65+V
VI	1.5	0.5	900	0.65+V

(Sumber: Desain hidraulik bangunan irigasi, Prof. R. Drs.Erman Mawardi, Dipl. AIT)

Rumus pengalirannya adalah :

$$Q = m.b.2/3.h \sqrt{2.g.1/3.h} \dots\dots\dots(2.13)$$

Atau :

$$Q = 1,71 . m . b . h^{3/2} \dots\dots\dots(2.14)$$

(Sumber: Desain hidraulik bangunan irigasi, Prof. R. Drs.Erman Mawardi, Dipl. AIT)

2.8 Rencana Anggaran Biaya

2.8.1 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) di bagi 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 di hitung secara teliti di dapat 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. 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.

2.8.2 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 *stakeholder* dalam bentuk *owner estimate* (OE).
3. Sebagai bahan pembandingan harga bagi *stakeholder* dalam menilai tingkat kewajaran *owner 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.

2.8.3 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:

$$RAB = \sum [(Volume) \times \text{Harga Satuan Pekerjaan}] \dots\dots\dots(2.15)$$

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 bahan/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 :

a. *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.

b. 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 %.

c. 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.

d. Pajak

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

2.9 Manajemen Proyek

2.9.1 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.

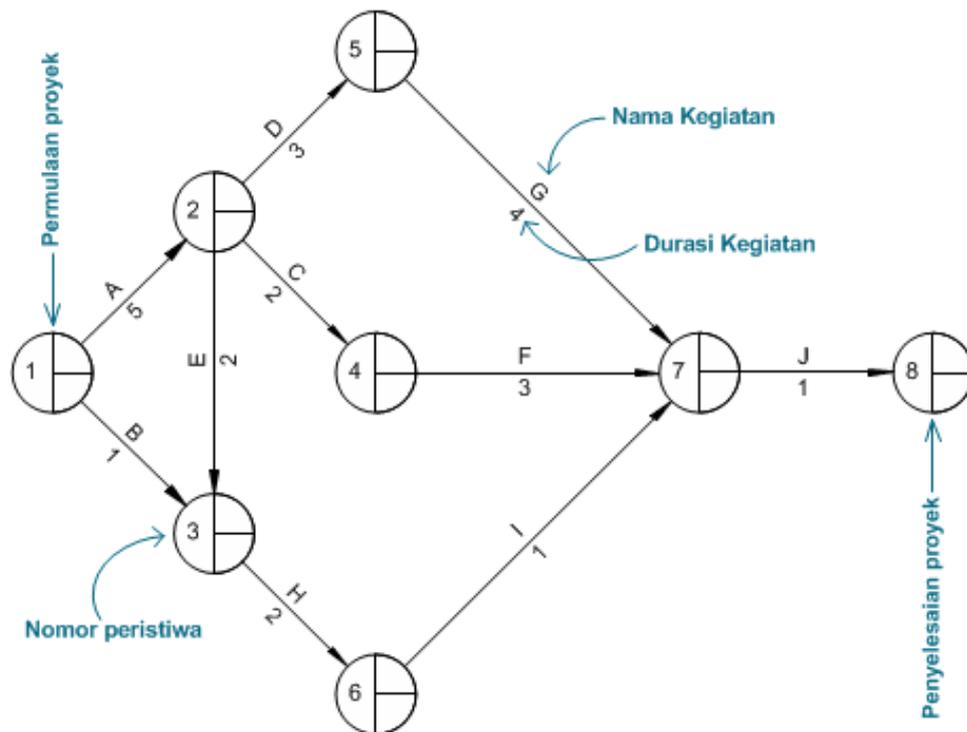
2.9.2 *Network planning*

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.

Keuntungan Penggunaan *network planning* dalam Tata pelaksanaan Proyek, yaitu:

1. Merencanakan *scheduling* dan mengawasi proyek secara logis.
2. Memikirkan secara menyeluruh, tetapi juga mendetail dari proyek.
3. Mendokumen dan mengkomunikasikan rencana *scheduling* (waktu) dan alternatif-alternatif lain penyelesaian proyek dengan tambahan biaya.
4. Mengawasi proyek dengan lebih efisien, sebab hanya jalur-jalur kritis (*Critical Path*) saja yang perlu konsentrasi pengawas ketat.



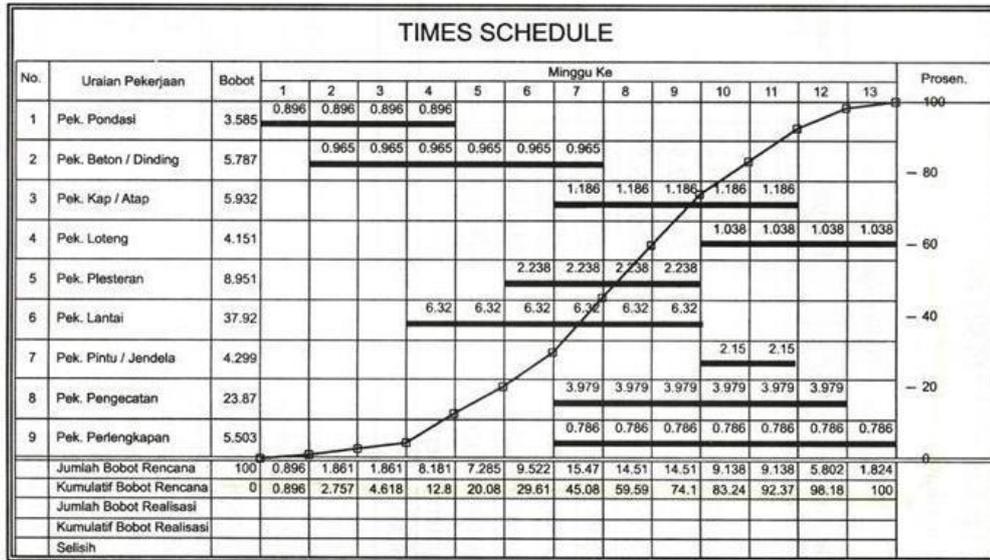
Gambar 2.2 Network Planning

2.9.3 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 bias 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.

(Sumber: Pengantar manajemen proyek, V. Christianto dan I Made Wiryana, 2002)



Gambar 2.3 Barchart dan Kurva S