

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Irigasi

PP No. 20 tahun 2006 irigasi adalah usaha penyediaan, pengaturan dan pengembangan air irigasi untuk menunjang pertanian yang jenisnya meliputi irigasi permukaan, irigasi rawa, irigasi air bawah tanah, irigasi pompa dan irigasi tambak. Sistem irigasi meliputi prasarana irigasi, air irigasi, manajemen irigasi, kelembagaan pengelolaan irigasi, dan sumber daya manusia. Penyediaan air irigasi adalah penentuan volume air per satuan waktu yang dialokasikan dari suatu sumber air untuk suatu daerah irigasi yang didasarkan waktu, jumlah, dan mutu sesuai dengan kebutuhan untuk menunjang pertanian dan keperluan lainnya.

Irigasi berarti mengalirkan air secara buatan dari sumber air yang tersedia kepada sebidang lahan untuk memenuhi kebutuhan tanaman. Dengan demikian tujuan irigasi adalah mengalirkan air secara teratur sesuai kebutuhan tanaman pada saat persediaan lengas tanah tidak mencukupi untuk mendukung pertumbuhan tanaman, sehingga tanaman bisa tumbuh secara normal.

2.1.1 Jenis Jenis Irigasi

Ditinjau dari cara pemberian airnya, irigasi dibagi menjadi 4 (empat) jenis (Dept. PU Dirjen Sumber Daya Air, 2010):

a. Irigasi gravitasi (*gravitational 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.

b. Irigasi bawah tanah (*sub surface irrigation*)

Irigasi ini mensuplai air langsung ke daerah akar tanaman yang membutuhkannya melalui aliran tanah. Dengan demikian tanaman diberi air lewat permukaan tetapi dari bawah tanah permukaan tanah dengan muka air tanah.

c. Irigasi siraman (*sprinkler irrigation*)

Pemberian air dengan cara menyiram atau dengan meniru air hujan (*sprinkling*) dimana pada prakteknya penyiraman ini dilakukan dengan cara pengaliran air melalui pipa dengan tekanan tertentu, sehingga dapat membasahi area yang cukup luas.

d. Irigasi tetesan (*trickler 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).

2.1.2 Klasifikasi Jaringan Irigasi

Berdasarkan cara pengaturan pengukuran aliran air dan lengkapnya fasilitas, jaringan irigasi dapat dibedakan ke dalam tiga tingkatan yaitu (*Dept. PU Dirjen Sumber Daya Air, 2010*):

1) Jaringan irigasi sederhana

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

2) Jaringan irigasi semi teknis

Dalam banyak hal, perbedaannya 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 bahwa mungkin 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.

3) Jaringan irigasi teknis

Salah satu prinsip dalam perencanaan jaringan teknis adalah pemisahan antara jaringan irigasi dan jaringan pembuang/pematus. Hal ini berarti bahwa baik saluran irigasi maupun pembuang tetap bekerja sesuai 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.

2.1.3 Petak Irigasi

Petak irigasi dibagi menjadi tiga yaitu petak tersier, petak sekunder, dan petak primer (*Dept. PU Dirjen Sumber Daya Air, 2010*).

1) Petak tersier

Petak tersier menerima air irigasi yang dialirkan dan diukur pada bangunan sadap (*off take*) tersier. Bangunan sadap tersier mengalirkan airnya ke saluran tersier. Petak yang kelewatan 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 ditanamai 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 88-15 ha. Apabila keadaan topografi memungkinkan, bentuk tersier sebaiknya bujur sangkar atau segi empat untuk mempermudah pengaturan tata letak dan memungkinkan pembagian air secara efisien. Petak tersier harus terletak langsung berbatasan dengan saluran sekunder atau saluran primer. Perkecualian kalau petak-petak tersier tidak secara langsung terletak di sepanjang jaringan saluran irigasi utama yang dengan demikian, memerlukan saluran tersier yang membatasi petak-petak tersier lainnya, hal ini harus dihindari. Panjang saluran tersier sebaiknya kurang dari 1.500 m, tetapi dalam kenyataan kadang-kadang panjang saluran ini mencapai 2.500 m. panjang saluran kuarter lebih baik dibawah 500 m, tetapi prakteknya kadang-kadang sampai 800 m.

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 bias 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.

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

2.1.4 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 tafsir ganda (ambigu). Nama-nama harus dipilih dan dibuat sedemikian sehingga jika dibuat bangunan baru kita tidak perlu mengubah semua nama yang sudah ada, (*Dept. PU Dirjen Sumber Daya Air, 2010*).

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. Contohnya adalah Daerah Irigasi Jati luhur. Apabila ada dua pengambilan atau lebih, maka daerah irigasi tersebut sebaiknya diberi nama sesuai dengan desa-desa terkenal di daerah-daerah layanan setempat.

2) Saluran irigasi

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 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.

3) Jaringan pembuang

Pada umumnya pembuang primer berupa sungai-sungai alamiah, yang kesemuanya akan diberi nama. Apabila ada saluran-saluran pembuang primer baru yang akan dibuat, maka saluran-saluran itu harus diberi nama tersendiri. Jika saluran pembuang dibagi menjadi ruas-ruas, maka masing-masing ruas akan diberi nama, mulai dari ujung hilir.

Pembuang tersier adalah pembuang kategori terkecil dan akan dibagi-bagi menjadi ruas-ruas dengan debit seragam, masing-masing diberi nomor. Masing-masing petak tersier akan mempunyai nomor seri sendiri-sendiri.

2.2 Analisa Hidrologi

Parameter-parameter hidrometeorologi yang penting dalam perencanaan jaringan irigasi antara lain: curah hujan, temperatur udara, kelembapan udara, penyinaran matahari, kecepatan angin, dan evapotranspirasi.

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

2.2.1 Analisa Curah Hujan

Analisis curah hujan dilakukan dengan maksud untuk menentukan :

1. Curah hujan efektif untuk menghitung kebutuhan irigasi. Curah hujan efektif atau andalan adalah bagian dari keseluruhan curah hujan yang secara efektif tersedia untuk kebutuhan air tanaman.
2. Curah hujan lebih (*excess rainfall*) dipakai untuk menghitung kebutuhan pembuangan/drainase dan debit (banjir).

Data curah hujan yang hilang dapat disebabkan oleh beberapa kemungkinan, diantaranya yaitu rusaknya alat penakar curah hujan atau kelalaian petugas dalam mencatatnya. Untuk melengkapi data curah hujan yang hilang tersebut kita dapat mencarinya dengan memperkirakan data curah hujan yang hilang. Dimana kita dapat menggunakan data dari stasiun pengamat yang berdekatan dan mengelilingi tempat daerah pengamat yang curah hujannya hilang sebagai dasar perkiraan tersebut. Kemudian mengolahnya dengan menggunakan cara tertentu, salah satu diantaranya adalah dengan menggunakan metode perbandingan normal.

Ada dua batasan yang harus dipenuhi sebelum melakukan perhitungan curah hujan yang hilang dengan menggunakan metode perbandingan normal. Dua batasan tersebut yaitu:

- 1) Bila $S/R \geq 10\%$

Maka akan menggunakan persamaan :

$$Rx = \frac{1}{n-1} \left(\frac{Rx}{RA} \times ra + \frac{Rx}{RB} \times rb + \frac{Rx}{RC} \times rc + \dots + \frac{Rx}{Rn} \times rn \right) \dots \dots \dots (2.1)$$

- 2) Bila $S/R \leq 10\%$

Maka akan menggunakan persamaan:

$$Rx = \frac{1}{n-1} (ra + rb + rc + \dots + rn) \dots \dots \dots (2.2)$$

Adapun persamaan yang digunakan untuk menghitung standar deviasi curah hujan (S) yaitu:

$$S = \sqrt{\frac{(RA-\hat{R})+(RB-\hat{R})+(RC-\hat{R})+\dots+(Rn-\hat{R})}{m-1}} \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana:

R	= Curah hujan rerata setahun ditempat pengamatan
r	= Data curah hujan yang hilang atau yang akan dicari
ra, rb, rc	= Curah hujan pada masing-masing stasiun pengamat pada bulan dan tahun yang sama
RA, RB, RC	= Curah hujan rerata selama setahun pada masing-masing stasiun pengamat
n	= Jumlah stasiun pengamat yang dipakai
m	= Jumlah tahun pengamatan
S	= Standar deviasi curah hujan

2.2.2 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 rangking dan mempunyai resiko kegagalan tertentu misalnya 20% maksimum, persentase keberhasilannya menjadi 80%.

Untuk penentuannya digunakan metode harza dengan persamaan sebagai berikut :

$$M = \frac{n}{5} + 1 \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana :

M	= Urutan CH efektif yang terendah
n	= jumlah tahun pengamatan

Untuk menghitung curah hujan rerata pada suatu areal tertentu digunakan metode perhitungan sebagai berikut:

- Metode Aritmatika (rata-rata aljabar)

Metode yang paling sederhana adalah dengan melakukan perhitungan rata-rata aritmatik (aljabar) dari rerata presipitasi yang diperoleh dari seluruh alat penakar hujan yang digunakan. Metode ini akan memberikan hasil yang dapat

dipercaya jika pos-pos penakarnya ditempatkan secara merata di areal tersebut dan hasil penakaran masing-masing pos penakar tidak menyimpang jauh.

Adapun persamaannya sebagai berikut

$$R = \frac{1}{n} \times (R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n) \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana :

R = Curah hujan rerata tahunan (mm)

r = Jumlah stasiun yang digunakan

R1,R2,R3,Rn = Curah hujan rerata tahunan di tiap titik pengamatan (mm)

- Metode Polygon Thiessen

Metode ini berusaha untuk mengimbangi tidak meratanya distribusi alat ukur dengan menyediakan suatu faktor bobot bagi masing-masing stasiun. Stasiun-stasiunnya diplot pada suatu peta dan tarik garis yang menghubungkan stasiun-stasiun tersebut

Adapun persamaannya sebagai berikut

$$R = \frac{(Ra1 \times A1) + (Rb2 \times A2) + (Rc3 \times A3) + \dots + (Rn \times An)}{A1 + A2 + A3 + \dots + An} \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana :

R = Tinggi curah hujan rata-rata

R1,R2,Rn = Tinggi curah hujan di setiap stasiun pengamat

A1,A2,An = Luas pengaruh daerah masing-masing stasiun.

2.2.3 Debit Andalan

Debit andalan adalah debit yang berasal dari suatu sumber air yang diharapkan dapat disadap dengan resiko kegagalan tertentu, umumnya dengan resiko

Debit andalan dapat dihitung dengan rumus :

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

$$I = \frac{R \text{ efektif}}{\text{jumlah hari dalam 1 bulan} \times 24}$$

Dimana :

Q = debit (m^3/det)

C = Koefisien aliran

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

A = luas daerah pengaliran sungai (km^2)

Table 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 daratan yang di tanami	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 mononobe	0.50 – 0.57

(Sumber: Suyono, 2003:145)

2.2.4 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 dapat digunakan metode Pen Man yaitu (C.D. Soemarto, 1999):

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

Dimana :

- E = Energi yang ada untuk penguapan
- H = $Ra (1 - r) (0,18 + 0,55 n/N) - \sigma Ta^4 (0,56 - 0,92 \sqrt{e \cdot d}) (0,10 + 0,90 n/N)$
- Ra = Radiasi ekstra terensial bulanan rata-rata dalam mm/hari
- r = Koefisien refleksi pada permukaan dalam %
- n/N = Persentase penyinaran matahari dalam %
- σ = Konstanta Boltzman dalam mm air/hari/ ° K
- σTa^4 = Koefisien bergantung dari temperatur dalam mm/hari
- ed = Tekanan uap udara dalam keadaan jenuh dan yang diamati / sebenarnya dalam mm/Hg
- Ea = Evaporasi dalam mm/hari
- ea = Tekanan uap udara pada temperatur udara rata-rata dalam mm/Hg
- N = Faktor koreksi lamanya penyinaran matahari disesuaikan dengan letak lintang dari daerah yang sedang diamati

Tabel 2.2 Nilai radiasi ekstra terensial bulanan rata-rata/ra (mm/hari)

Bulan	Lintang Utara		0°	Lintang Selatan	
	20°	10°		10°	20°
Januari	10,8	12,8	14,5	15,8	16,8
Februari	12,3	13,9	15	15,7	16
Maret	13,9	14,8	15,2	15,1	14,6
April	15,2	15,2	14,7	13,88	12,5
Mei	15,7	15	13,9	12,4	10,7
Juni	15,8	14,8	13,4	11,06	9
Juli	15,7	14,8	13,5	11,9	10
Agustus	15,3	15	14,2	13	11,5
September	14,4	14,9	14,9	14,4	13,5
Oktober	12,9	14,1	15	15,3	15,3
November	11,2	13,1	14,6	15,7	16,4
Desember	10,3	12,4	14,3	15,8	16,9

(Sumber: Bambang, 2008)

Tabel 2.3 Nilai Konstanta Stefan-Boltzman/ 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: Subarkah, 1980)

Tabel 2.4 Nilai Δ/γ Untuk Suhu Yang Berlainan ($^{\circ}\text{C}$)

T	Δ/\square	T	Δ/\square	T	Δ/\square
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	2,93	28	3,23	38	5,2
19	2,03	29	3,4	39	5,45
20	2,14	30	3,57	40	5,7

(Sumber: Subarkah, 1980)

Tabel 2.5 Kecepatan Angin

mm/det	Knot	Km/jam	ft/det	Mil/hari
1	1,944	3,6	3,281	2,237
0,514	1	1,852	1,688	11,151
0,278	0,54	1	0,911	0,621
0,305	0,592	1,097	1	0,682
0	0,869	1,609	1,467	1

(Sumber: Subarkah, 1980)

Faktor-faktor yang mempengaruhi evapotranspirasi:

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

Tabel 2.6 Tekanan Uap Jenuh dalam mmHg

Temp °C	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
10	9.2	9.26	9.33	9.36	9.46	9.52	9.58	9.65	9.71	9.77
11	9.84	9.9	9.97	10.03	10.1	10.17	10.24	10.31	10.38	10.45
12	10.52	10.58	10.66	10.72	10.79	10.86	10.93	11	11.08	11.15
13	11.23	11.3	11.38	11.45	11.53	11.6	11.68	11.76	11.83	11.91
14	11.98	12.06	12.14	12.22	12.3	12.38	12.46	1212.54	12.62	12.7
15	12.78	12.86	12.95	13.03	13.11	13.2	13.28	13.37	13.45	13.54
16	13.63	13.71	13.8	13.9	13.99	14.08	14.17	14.26	14.35	14.44
17	14.53	14.62	14.71	14.8	14.9	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	16.68	16.68	16.79	16.9	17	17.1	17.21	17.32	17.43
20	17.53	17.75	17.75	17.86	17.97	18.08	18.2	18.31	18.43	18.54
21	18.65	18.77	18..88	19	19.11	19.23	19.35	19..46	19.58	19.7
22	19.82	19.94	20.06	20.19	20.31	20.43	20.43	20.69	20.8	20.93
23	21.05	21.19	21.32	21.45	21.58	21.71	21.71	21.97	22.1	22.23
24	22.27	22.5	22.63	22.76	22.91	23.05	23.19	23.31	23.45	23.6
25	23.73	23.9	24.03	24.2	24.35	24.49	24.64	24.79	24.94	25.08
26	25.31	25.45	25.6	25.74	25.84	26.03	26.18	26.32	26.46	26.6
27	26.74	26.9	27.05	27.21	27.37	27.03	27.69	27.85	28	28.1
28	28.32	26.49	28.66	28.83	29	29.17	29.34	29.51	29.68	29.85
29	30.03	30.2	30.38	30.56	30.74	30.92	31.1	31.2	31.46	31.64
30	31.82	32	32.19	32.38	32.57	32.76	23.95	33.14	33.33	33.52
31	33.7	33.69	34	34.2	34.47	34.66	34.86	35.06	35.26	36.46
32	35.66	35.86	36.07	36.27	36.48	36.68	36.89	37.1	37.31	37.52

(Sumber: Soemarto, 1999)

Tabel 2.7 Faktor koreksi Penyinaran/N (lamanya matahari bersinar) Sebelah Utara

Utara (°)	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agust	Sep	Okt	Nop	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	0.9	1.03	1.05	1.12	1.11	1.14	1.11	1.02	1	1.93	0.94

(Sumber: Bambang, 2008)

Tabel 2.8 Faktor Koreksi Penyinaran/N (lamanya matahari bersinar) Sebelah Selatan

Selatan (°)	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agust	Sep	Okt	Nop	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	1.02	0.99	1.02	1.03	1	1.05	1.03	1.06
10	1.08	0.97	1.05	0.99	1.01	0.96	1	1.01	1	1.06	1.05	1.1
15	1.12	0.98	1.05	0.98	0.98	0.94	0.97	1	1	1.07	1.07	1.12
20	1.14	1	1.05	0.97	0.96	0.91	0.95	0.99	1	1.08	1.09	1.15

(Sumber: Bambang, 2008)

2.2.5 Alternatif pola tanam

Pola tanam adalah bentuk-bentuk jadwal tanam secara umum yang menyatakan kapan mulai tanam padi, palawija, tebu, dan sebagainya. Adapun bentuk-bentuk pola yang akan diterapkan sangat bergantung pada 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 varitas unggul (umur \leq 140 hari) maka masih dimungkinkan menanam palawija sehingga pola tanamnya menjadi : padi-padi-palawija.
- 3) Jika ketersediaan air dimusim kemarau terbatas, maka bagi sawah-sawah yang mendapatkan kesulitan air dimusim kemarau akan menerapkan pola tanam : padi-palawija-palawija.
- 4) Kalau disuatu daerah diwajibkan menanam tebu benih dari 1 tahun (yaitu \pm 15 bulan).

2.2.6 Kebutuhan Air Untuk Pengolahan Tanah Sawah

Masa pra-irigasi diperlukan guna menggarap lahan untuk ditanami dan untuk menciptakan kondisi lembab yang memadai untuk persemaian yang baru tumbuh. Untuk menghitung kebutuhan air normal dalam mengelola tanah sawah biasanya dipengaruhi tekstur dan struktur tanah sawah, pengaruh akibat pemakaian tanah tersebut sebelumnya, proses pengolahan tanah.

Perkiraan kebutuhan air irigasi dibuat sebagai berikut:

1. Kebutuhan bersih air sawah untuk padi

$$NFR = Etc + P - Re + WLR$$

2. Kebutuhan air irigasi untuk padi

$$IR = (2.10) \frac{NFR}{e}$$

Dimana :

Etc = Penggunaan konsumtif (mm)

Etc = $Kc \cdot Eto$

Kc = Koefisien tanaman

Eto = Evaporasi potensial (mm/hari)

P = Kehilangan air akibat perkolasi (mm/hari)

R_e = Curah hujan efektif (mm/hari)

E = Efisiensi irigasi secara keseluruhan

WLR = Pergantian lapisan air

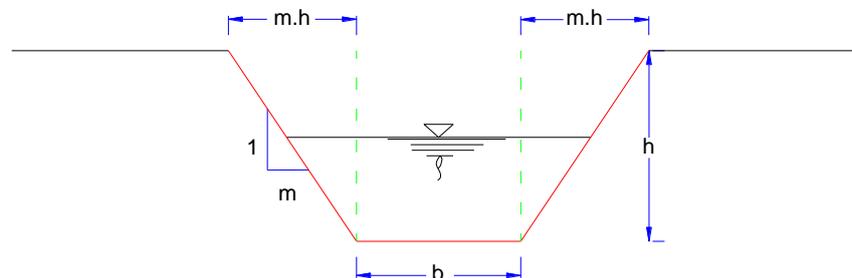
2.2.7 Kebutuhan air

Kebutuhan air meliputi masalah persediaan air, baik air permukaan maupun air bawah tanah. Untuk mengetahui banyaknya air yang dibutuhkan/harus disediakan maka perlu kiranya mengetahui terlebih dahulu fungsi dan sifat-sifat air dalam proses tumbuhan. Apabila kebutuhan air suatu tanaman diketahui, kebutuhan air untuk unit yang lebih besar dapat dihitung.

Kebutuhan air disawah sangat bergantung pada penyiapan lahan (pengolahan), penguapan yang terjadi (evapotranspirasi), perkolasi dan rembesan, pergantian lapisan air, curah hujan efektif, genangan air sawah.

2.2.8 Menentukan 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. Adapun langkah-langkah menentukan dimensi saluran kemiringan saluran, yaitu:



Gambar 2.1 Penampang Trapesium

1. Menentukan debit air sawah (Q), m³/det

$$Q = A \cdot a$$
2. Menentukan luas penampang saluran (F), m²

$$F = Q/V$$
3. Menentukan tinggi (h) dan lebar dasar saluran (b)

$$Fd = (b + m \cdot h)$$
4. Kecepatan design (Vd)

$$Vd = \frac{Q}{Fd}$$
5. Menentukan keliling basah

$$O = bd + 2 \cdot hd \sqrt{1 + m^2}$$
6. Jari-jari hidrolis (R)

$$R = Fd/O$$
7. Kemiringan saluran (I)
 Stickler: $V = K \cdot R \cdot I$

Dimana :

K = Koefisien saluran	m = Serong talud untuk tanah
A = Luas area	lempung biasa
a = Kebutuhan air pada sumbernya	I = Kemiringan saluran
F = Luas penampang saluran (m ²)	R = Jari-jari hidrolis (m)
P = Keliling basah (m)	O = Keliling basah
V = Kecepatan aliran (m/det)	b = lebar dasar saluran (m)
Vd = Kecepatan desain	h = tinggi saluran (m)

Tabel 2.9 Lebar Minimum Tanggul

Debit Rencana m ³ /det	Tanpa jalan inspeksi (m)	Dengan jalan inspeksi (m)
Q ≤ 1	1	3
1 < Q < 5	1,5	5
5 < Q ≤ 10	2	5
10 < Q ≤ 15	3,5	5
Q > 15	3,5	≈ 5

(Sumber: Kriteria Perencanaan-03,2010)

Tabel 2.10 Koefisien Kekasaran Saluran

Uraian	Koefisien Kekasaran (K)
Saluran dengan dinding teratur	36
Saluran dengan dinding tidak teratur	38
Saluran tersier dengan tanggul baru	40
Saluran baru tidak bertanggul	43.5
Saluran primer dan sekunder dengan debit < 7.5 m ³ /det	45-47.5
Saluran dengan pemasangan batu belah dan plesteran	50
Bak atau beton yang tidak di plester	50
Beton licin atau dinding kayu	90

(Sumber: Dept. PU Dirjen Sumber Daya Air, 2010)

Tabel 2.11 Koefisien Tanaman Bulanan

Periode tengah Bulanan	Padi (Nedeco/Prosida)		FAO		FAO Palawija
	Varietas Biasa	Varietas Unggul	Varietas Biasa	Varietas Unggul	
1	1.2	1.2	1.1	1.1	0.5
2	1.2	1.27	1.1	1.1	0.59
3	1.32	1.33	1.1	1.05	0.96
4	1.4	1.3	1.1	1.05	1.05
5	1.35	1.3	1.1	1.05	1.02
6	1.24	0	1.05	0,95	0.95
7	1.12	-	0.95	0	-
8	0	-	0	-	-

(Sumber: Dept. PU Dirjen Sumber Daya Air, 2010)

Tabel 2.12 Type Jagaan Berdasarkan Jenis Saluran dan Debit Air yang Mengalir

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	1.0	3.0
Saluran utama dan Sekunder	0.5-1	2.0-2.5	0.5	1.0-2.0	3.0-5.50
	1-2	2.5-3.0	0.6	1.5-2.0	5.50
	2-3	3.0-3.5	0.6	1.5-2.0	5.50
	3-4	3.5-4.0	0.6	1.5-2.0	5.50
	4-5	4.0-4.5	0.6	1.5-2.0	5.50
	5-10	4.5-5.0	0.6	2.0	5.50
	10-25	6.0-7.0	0.75-1.0	2.0	5.50

(Sumber: Kriteria Perencanaan-03,2010)

Tabel 2.13 Pedoman Menentukan Dimensi Saluran

Debit (m ³ /dt)	b:h	Kecepatan air untuk tanah Lempung biasa (V) (m/dt)	Serong untuk tanah lempung Biasa 1 : m	Keterangan
0.00-0.05	Min 0.25	1:1	1. Desain untuk tanah lempung biasa 2. Lebar saluran minimum 0.30 m 3. K bernilai - 45 bila Q > 5 m ³ /det - 42.5 untuk saluran muka - 40 untuk saluran tersier - 60 untuk saluran pasangan - 35 untuk saluran sekunder -30 untuk saluran tersier
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	
0.75-1.50	2	0.50-0.55	1:1.5	
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	
1.00-15.00	6	0.70	1:1.5	
15.00-25.00	8	0.70	1:2	
25.00-40.00	10	0.75	1:2	
40.00-60.00	12	0.80	1:2	

(Sumber: Sidharta, hal: 65)

2.2.9 Menentukan Elevasi Muka Air Dalam 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 dan primer dihitung berdasarkan kehilangan-kehilangan tekanan yang ada pada saluran tersebut.

Rumus untuk menghitung elevasi muka air (Diktat Kuliah 1, 2016) :

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

Dimana :

- P = Elevasi muka air di saluran primer/sekunder
- A = Elevasi muka tanah tertinggi disawah
- a = Tinggi genangan air disawah
- b = Kehilangan tinggi energi di saluran kuarter ke sawah = 5 cm
- c = Kehilangan tinggi energi di boks bagi kuarter = 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 = 5 cm/bangunan
- g = Kehilangan tinggi energi di bangunan sadap

Δh = Variasi tinggi muka air, 0,18 h (kedalaman rencana)

Z = Kehilangan energi di bangunan-bangunan lain

2.3 Manajemen Proyek

2.3.1 Rencana Kerja dan Syarat-Syarat (RKS)

Rencana kerja dan syarat atau yang sering disebut RKS merupakan dokumen yang berisi sekumpulan persyaratan baik persyaratan administrative maupun persyaratan teknis yang diberlakukan pada perencanaan bangunan tertentu.

Pada umumnya RKS terdiri atas RKS administrasi dan RKS teknis. RKS administrasi terdiri dari persyaratan administrasi dan umum. Sedangkan RKS teknis terdiri dari RKS arsitektural, RKS struktural, dan RKS mekanikal elektrik (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

2.3.2 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Secara umum pengertian rencana anggaran biaya (RAB) proyek, adalah nilai estimasi biaya yang harus disediakan untuk pelaksanaan sebuah kegiatan proyek. 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.

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* (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.

2.3.3 *Network planning s*

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 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 alternative-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.

2.3.4 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 vertikal 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 pengajuan tersebut, maka hal ini lazimnya dinyatakan dalam bentuk *cash-flow*, yakni plot dua grafik yang masing-masing menyatakan biaya yang dikeluarkan (*expenditures*) dan penapatan (*Christianto dan Wiryana, 2002*).