

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, Franzini, 1992)

Secara umum pengertian irigasi adalah penggunaan air pada tanah untuk keperluan penyediaan cairan yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman. (Hansen, dkk, 1990)

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

- a. **Irigasi** adalah usaha penyediaan dan penyediaan dan pengaturan air untuk menunjang pertanian.
- b. **Jaringan irigasi** adalah saluran dan bangunan yang merupakan satu kesatuan dan diperlukan untuk pengaturan air irigasi mulai dari penyediaan, pengambilan, pembagian pemberian dan penggunaannya.
- c. **Daerah irigasi** adalah kesatuan wilayah yang mendapat air dari satu jaringan irigasi.
- d. **Petak irigasi** adalah petak tanah yang memperoleh air irigasi.

2.1.1 Jenis-jenis Irigasi

Seperti yang telah dijelaskan diatas irigasi adalah suatu tindakan memindahkan air dari sumbernya ke lahan-lahan pertanian, adapun pemberiannya dapat dilakukan secara gravitasi atau dengan bantuan pompa air.

Pada prakteknya ada 4 jenis irigasi ditinjau dari cara pemberian airnya :

- a. Irigasi gravitasi (*Gravitational Irrigation*)
- b. Irigasi bawah tanah (*Sub Surface Irrigation*)
- c. Irigasi siraman (*Sprinkler Irrigation*)
- d. Irigasi tetesan (*Trickler Irrigation*)

a. Irigasi gravitasi (*Gravitational Irrigation*)

Irigasi gravitasi adalah irigasi yang memanfaatkan gaya tarik gravitasi untuk mengalirkan air dari sumber ke tempat yang membutuhkan, pada umumnya irigasi ini banyak digunakan di Indonesia, dan dapat dibagi menjadi: irigasi genangan liar, irigasi genangan dari saluran, irigasi alur dan gelombang.

b. Irigasi bawah tanah (*Sub Surface Irrigation*)

Irigasi bawah tanah adalah irigasi yang menyuplai air langsung ke daerah akar tanaman yang membutuhkannya melalui aliran air tanah. Dengan demikian tanaman yang diberi air lewat permukaan tetapi dari bawah permukaan dengan mengatur muka air tanah.

c. Irigasi siraman (*Sprinkler Irrigation*)

Irigasi siraman adalah irigasi yang dilakukan dengan cara meniru air hujan dimana penyiramannya dilakukan dengan cara pengaliran air lewat pipa dengan tekanan (4 –6 Atm) sehingga dapat membasahi areal yang cukup luas.

Pemberian air dengan cara ini dapat menghemat dalam segi pengelolaan tanah karena dengan pengairan ini tidak diperlukan permukaan tanah yang rata, juga dengan pengairan ini dapat mengurangi kehilangan air disaluran karena air dikirim melalui saluran tertutup.

d. Irigasi tetesan (*Trickler Irrigation*)

Irigasi tetesan adalah irigasi yang prinsipnya mirip dengan irigasi siraman tetapi pipa tersiernya dibuat melalui jalur pohon dan tekanannya lebih kecil karena hanya menetes saja. Keuntungan sistem ini yaitu tidak ada aliran permukaan.

2.2 Klasifikasi Jaringan Irigasi

Berdasarkan cara pengaturan, pengukuran aliran air dan lengkapnya fasilitas, jaringan irigasi dapat dibedakan kedalam tiga jenis yaitu:

1. Irigasi sederhana (Non Teknis)
2. Irigasi semi teknis
3. Irigasi teknis

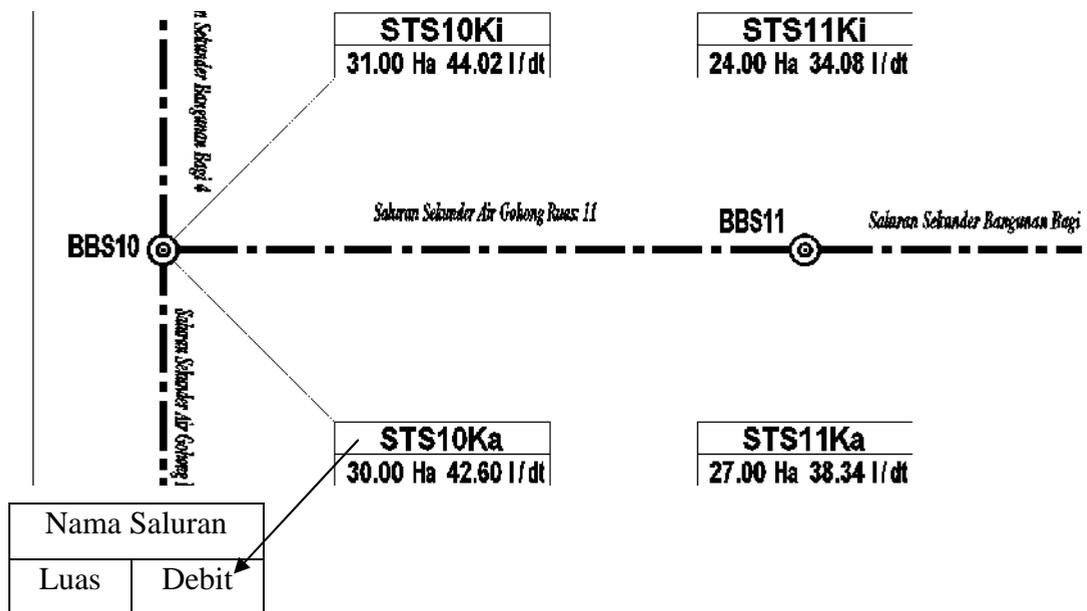
Dalam suatu jaringan irigasi yang dapat dibedakan adanya empat unsur fungsional pokok yaitu :

1. Bangunan-bangunan utama (*headworks*) dimana 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 ke sawah-sawah dan kelebihan air ditampung di dalam suatu system pembuangan di dalam petak tersier.
4. Sistem pembuangan yang ada di luar daerah irigasi untuk membuang kelebihan air lebih ke sungai atau saluran-saluran alamiah.

Tabel 2.1 Klasifikasi Jaringan Irigasi

		Klasifikasi Jaringan Irigasi		
		Teknis	Semi Teknis	Sederhana
1	Bangunan Utama	Bangunan permanen	Bangunan permanen atau semi permanen	Bangunan sederhana
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 seluruhnya	Belum dikembangkan atau densitas bangunan tersier jarang	Belum ada jaringan terpisah yang dikembangkan
5	Efisiensi secara keseluruhan	50 – 60 %	40 – 50 %	< 40 %
6	Ukuran	Tak ada batasan	Sampai 2000 ha	< 500 ha

(Standar Perencanaan Irigasi KP-01, Dept. PU Dirjen Pengairan, 1986)



Gambar 2.1 Sket Jaringan Irigasi

Keterangan :

BBS = Bangunan Bagi Sekunder

STS = Saluran Tersier

2.2.1 Irigasi Non Teknis (Sederhana)

Jaringan irigasi sederhana biasanya diusahakan secara mandiri oleh suatu kelompok petani pemakai air, sehingga kelengkapan maupun kemampuan dalam mengukur dan mengatur masih sangat terbatas. Ketersediaan air biasanya melimpah dan mempunyai kemiringan yang sedang sampai curam, sehingga mudah untuk mengalirkan dan membagi air.

Jaringan irigasi sederhana mudah diorganisasikan karena menyangkut pemakai air dari latar belakang sosial yang sama. Namun jaringan ini masih memiliki beberapa kelemahan antara lain, terjadi pemborosan air karena banyak air yang terbuang, air yang terbuang tidak selalu mencapai lahan di sebelah bawah yang lebih subur, dan bangunan penyadap bersifat sementara, sehingga tidak mampu bertahan lama.

2.2.2 Irigasi Semi Teknis

Jaringan irigasi semi teknis memiliki bangunan sadap yang permanen ataupun semi permanen. Bangunan sadap pada umumnya sudah dilengkapi dengan bangunan pengambil dan pengukur. Jaringan saluran sudah terdapat beberapa bangunan permanen, namun sistem pembagiannya belum sepenuhnya mampu mengatur dan mengukur. Karena belum mampu mengatur dan mengukur dengan baik, sistem pengorganisasian biasanya lebih rumit. Sistem pembagian airnya sama dengan jaringan sederhana, bahwa pengambilan dipakai untuk mengairi daerah yang lebih luas daripada daerah layanan jaringan sederhana.

2.2.3 Irigasi teknis

Jaringan irigasi teknis mempunyai bangunan sadap yang permanen. Bangunan sadap serta bangunan bagi mampu mengatur dan mengukur. Disamping itu terdapat pemisahan antara saluran pemberi dan pembuang. Pengaturan dan pengukuran dilakukan dari bangunan penyadap sampai ke petak tersier.

Petak tersier menduduki fungsi sentral dalam jaringan irigasi teknis. Sebuah petak tersier terdiri dari sejumlah sawah dengan luas keseluruhan yang umumnya berkisar antara 50 – 100 ha, kadang-kadang sampai 150 ha.

Petak tersier menerima air di suatu tempat dalam jumlah yang sudah diukur dari suatu jaringan pembawa yang diatur oleh Dinas Pengairan. Untuk memudahkan sistem pelayanan irigasi kepada lahan pertanian, disusun suatu organisasi petak yang terdiri dari petak primer, petak sekunder, petak tersier, petak kuartier dan petak sawah sebagai satuan terkecil.

a. Petak Tersier

Petak tersier menerima air irigasi yang dialirkan dan diukur pada bangunan sadap (*offtake*) 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 lainnya adalah jumlah petani dalam satu petak, jenis tanaman dan topografi.

Di daerah- daerah yang ditanami padi, luas petak yang ideal antara 50-100 ha, kadang-kadang sampai 150 ha. (*Standar Perencanaan Irigasi Bagian 2, 2002*)

Petak tersier terdiri dari beberapa petak kuartier masing-masing seluas kurang\lebih 8-15 hektar. Petak tersier sebaiknya mempunyai batas-batas yang jelas, misalnya jalan, parit, batas desa dan batas-batas lainnya. Ukuran petaktersier berpengaruh terhadap efisiensi pemberian air. Apabila kondisi topografi memungkinkan, petak tersier sebaiknya berbentuk bujur sangkar atau segi empat. Hal ini akan memudahkan dalam pengaturantata letak dan perabagian air yang efisien.

Petak tersier sebaiknya berbatasan langsung dengan saluran sekunder atau saluran primer. Sedapat mungkin dihindari petak tersier yang terletak tidak secara langsung di sepanjang jaringan saluran irigasi utama, karena akan memerlukan saluran muka tersier yang mebatasi petak- petak tersier lainnya. Panjang saluran tersier sebaiknya kurang dari 1500 m tetapi dalam kenyataan kadang-kadang panjang saluran ini mencapai 2500 m. (*Standar Perencanaan Irigasi Bagian 2, 2002*)

b. 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 topografi yang jelas misalnya saluran drainase. Luas petak sekunder dapat berbeda-beda tergantung pada kondisi topografi daerah yang bersangkutan.

Saluran sekunder pada umumnya terletak pada punggung mengairi daerah di sisi kanan dan kiri saluran tersebut sampai saluran drainase yang membatasinya. Saluran sekunder juga dapat direncanakan sebagai saluran garis tinggi yang mengairi lereng-lereng medan yang lebih rendah.

c. Petak Primer

Petak primer terdiri dari beberapa petak sekunder yang mengambil langsung air dari saluran primer. Petak primer dilayani oleh satu saluran primer yang mengambil airnya langsung dari sumber air biasanya sungai.

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.



Gambar 2.2 Sket Saluran Sekunder

2.3 Bangunan Irigasi

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

2.3.1 Bangunan utama

Bangunan utama 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 terdiri dari bangunan-bangunan pengelak dengan peredam energi, satu atau dua pengambilan utama, pintu bilas, kolam olak, dan kantong lumpur, tanggul banjir pekerjaan sungai dan bangunan-bangunan pelengkap.

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

a. Bendung atau bendung gerak

Bendung (*weir*) atau bendung gerak (*barrage*) dipakai untuk meninggikan muka air di sungai sampai pada ketinggian yang diperlukan agar air dapat dialirkan ke saluran irigasi dan petak tersier. Ketinggian itu akan menentukan luas daerah yang di iri (*command area*). Bendung gerak adalah bangunan yang dilengkapi pintu yang dapat dibuka untuk mengalirkan air pada waktu terjadi banjir besar dan ditutup apabila air kecil. Di Indonesia, bendung adalah bangunan yang paling umum dipakai untuk membelokkan air sungai untuk keperluan irigasi.

b. Pengambilan bebas

Pengambilan bebas adalah bangunan yang dibuat ditepi sungai yang mengalirkan air sungai ke dalam jaringan irigasi tanpa mengatur tinggi muka air sungai. Dalam keadaan demikian, jelas bahwa muka air disungai harus lebih tinggi dari daerah yang diairi dan jumlah air yang dibelokkan harus dapat dijamin cukup.

c. Pengambilan dari waduk

Waduk (*reservoir*) digunakan untuk menampung air irigasi pada waktu terjadi surplus air disungai agar dapat dipakai sewaktu-waktu terjadi kekurangan air. Jadi, fungsi utama waduk adalah untuk mengatur aliran sungai. Waduk yang berukuran besar sering mempunyai banyak fungsi seperti untuk keperluan irigasi, tenaga air pembangkit listrik, pengendali banjir, perikanan dan sebagainya. Waduk yang berukuran kecil dipakai untuk irigasi saja.

d. Stasiun pompa

Irigasi dengan pompa bisa dipertimbangkan apabila pengambilan secara gravitasi ternyata tidak layak dilihat dari segi teknis maupun ekonomis. Pada mulanya irigasi pompa hanya memerlukan modal kecil, tetapi biaya eksploitasnya mahal.

2.3.2 Bangunan pembawa

Bangunan pembawa mempunyai fungsi membawa / mengalirkan air dari sumbernya menuju petak irigasi. Bangunan pembawa meliputi saluran primer, saluran sekunder, saluran tersier dan saluran kwarter. Termasuk dalam bangunan

pembawa adalah talang, gorong-gorong, siphon, dan got miring. Saluran primer biasanya dinamakan sesuai dengan daerah irigasi yang dilayaninya.

a. Talang

Talang dipakai untuk mengalirkan air irigasi lewat di atas saluran lainnya, saluran pembuang ilmiah atau cekungan dan lembah-lembah. Aliran di dalam talang adalah aliran bebas. Talang dapat terbuat dari pasangan, beton, baja atau kayu.

b. Gorong-gorong

Bangunan yang digunakan untuk membawa aliran air (saluran irigasi atau pembuang) melewati bawah jalan air lainnya (biasanya saluran), di bawah jalan, atau jalan kereta api.

c. Siphon

Untuk mengalirkan air irigasi dengan menggunakan gravitasi di bawah saluran pembuang, cekungan, anak sungai atau sungai. Siphon juga dipakai untuk melewatkan air di bawah jalan, jalan kereta api, atau bangunan-bangunan yang lain.

d. Got miring

Di buat apabila trase saluran melewati ruas medan dengan kemiringan yang tajam dengan jumlah perbedaan tinggi energi yang besar. Got miring berupa potongan saluran yang diberi pasangan (*lining*) dengan aliran superkritis, dan umumnya mengikuti kemiringan medan alamiah.

Sedangkan saluran sekunder sering dinamakan sesuai dengan nama desa yang terletak pada petak sekunder tersebut. Berikut ini penjelasan berbagai saluran yang ada dalam suatu sistem irigasi.

1. Saluran primer membawa air dari bangunan sadap menuju saluran sekunder dan ke petak-petak tersier yang diairi. Batas ujung saluran primer adalah pada bangunan bagi yang terakhir.
2. Saluran sekunder membawa air dari bangunan yang menyadap dari saluran primer menuju petak-petak tersier yang dilayani oleh saluran sekunder tersebut. Batas akhir dari saluran sekunder adalah bangunan sadap terakhir.

3. Saluran tersier membawa air dari bangunan yang menyadap dari saluran sekunder menuju petak-petak kuarter yang dilayani oleh saluran sekunder tersebut. batas akhir dari saluran sekunder adalah bangunan boks tersier terakhir.
4. Saluran kuarter mernbawa air dari bangunan yang menyadap dari boks tersier menuju petak-petak sawah yang dilayani oleh saluran sekunder tersebut. Batas akhir dari saluran sekunder adalah bangunan boks kuarter terakhir.

2.3.3 Bangunan Terjun

Bangunan terjun atau got miring diperlukan jika kemiringan permukaan tanah lebih curam daripada kemiringan maksimum saluran yang diizinkan. Bangunan semacam ini mempunyai empat bagian fungsional, masing- masing memiliki sifat-sifat perencanaan yang khas.

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

2.3.4 Bangunan bagi dan sadap

1. Bangunan bagi terletak disaluran primer dan sekunder pada suatu titik cabang dan berfungsi untuk membagi aliran antara dua saluran atau lebih.
2. Bangunan sadap tersier mengalirkan air dari saluran primer atau sekunder ke saluran tersier penerima
3. Bangunan bagi dan sadap digabungkan menjadi satu rangkaian bangunan
4. Boks-boks bagi disaluran tersier membagi aliran untuk dua saluran atau lebih (tersier, subtersier, kuarter)

2.3.5 Bangunan pengatur dan pengukur

Agar pemberian air irigasi sesuai dengan yang direncanakan, perlu dilakukan pengaturan dan pengukuran aliran di bangunan sadap (awal saluran

primer), cabang saluran jaringan primer serta bangunan sadap primer dan sekunder. Bangunan pengatur muka air dimaksudkan untuk dapat mengatur muka air sampai batas-batas yang diperlukan untuk dapat memberikan debit yang konstan dan sesuai dengan yang dibutuhkan. Sedangkan bangunan pengukur dimaksudkan untuk dapat memberi informasi mengenai besar aliran yang dialirkan. Kadangkala, bangunan pengukur dapat juga berfungsi sebagai bangunan pengatur. Peralatan ukur dapat dibedakan menjadi alat ukur aliran-atas bebas (free overflow) dan alat ukur aliran bawah (underflow). Beberapa dari alat pengukur dapat juga dipakai untuk mengatur aliran air.

Parameter dalam menentukan pemilihan alat ukur debit adalah sebagai berikut :

1. Kecocokan bangunan untuk keperluan pengukuran debit
2. Ketelitian pengukuran di lapangan
3. Bangunan yang kokoh, sederhana dan ekonomis
4. Rumus debit sederhana dan teliti
5. Eksploitasi dan pembacaan mudah
6. Pemeliharaan mudah dan murah
7. Cocok dengan kondisi setempat dan dapat diterima oleh para petani

Tabel 2.2 Beberapa jenis alat ukur debit

No	Tipe Alat Ukur	Mengukur Dengan Aliran	Kemampuan Mengatur
1	Ambang Lebar	Atas	Tidak
2	Parshall	Atas	Tidak
3	Cipoletti	Atas	Tidak
4	Romijn	Atas	Ya
5	Crump de Gruyter	Bawah	Ya
6	Pipa Sederhana	Bawah	Ya
7	Constant – Head Orifice	Bawah	Ya

(Standar Perencanaan Irigasi KP-01, Dept. PU Dirjen Pengairan, 1986)

Peralatan diatas dianjurkan pemakaiannya :

- Di hulu saluran primer, untuk aliran besar alat ambang lebar dipakai untuk pengukuran dan pintu sorong atau radial untuk mengaturnya.
- Di bangunan bagi/bangunan sadap sekunder, pintu Romijn dan pintu Crump de Gruyter dipakai untuk mengukur dan mengatur airan. Bila debit besar , maka alat ukur ambang lebar dengan pintu sorong atau radial bias dipakai seperti saluran primer.
- 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.

a. Alat Ukur Romiyn

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

Alat ukur Romiyn ini digunakan di depan bangunan *intake* saluran. Dilihat dari segi hidrolis, pintu Romiyn dengan mercu horizontal dan peralihan penyempitan lingkaran tunggal adalah serupa dengan alat ukur ambang lebar, maka persamaan antara tinggi dan debitnya adalah :

$$Q=1,71 m.b.h^{3/2} \quad (2.1)$$

Dimana :

Q = debit (m³/det)

m = Koefisien pengaliran, untuk ambang datar (L= 3 x h₁, nilai m= 0,97 – 0,98. Bila L=h₁, nilai m=0,98-1,01.

(h₁ adalah tinggi energi hulu, m)

(L adalah panjang mercu, m)

b = lebar pintu

g = percepatan gravitasi, (m/det²) (± 9,81)

h = kedalaman air hulu terhadap ambang bangunan ukur (m)

Tabel 2.3 Tipe Pintu Romiyn

	Tipe Romiyn 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 = Varian = $0,18 \times H_{maks}$						

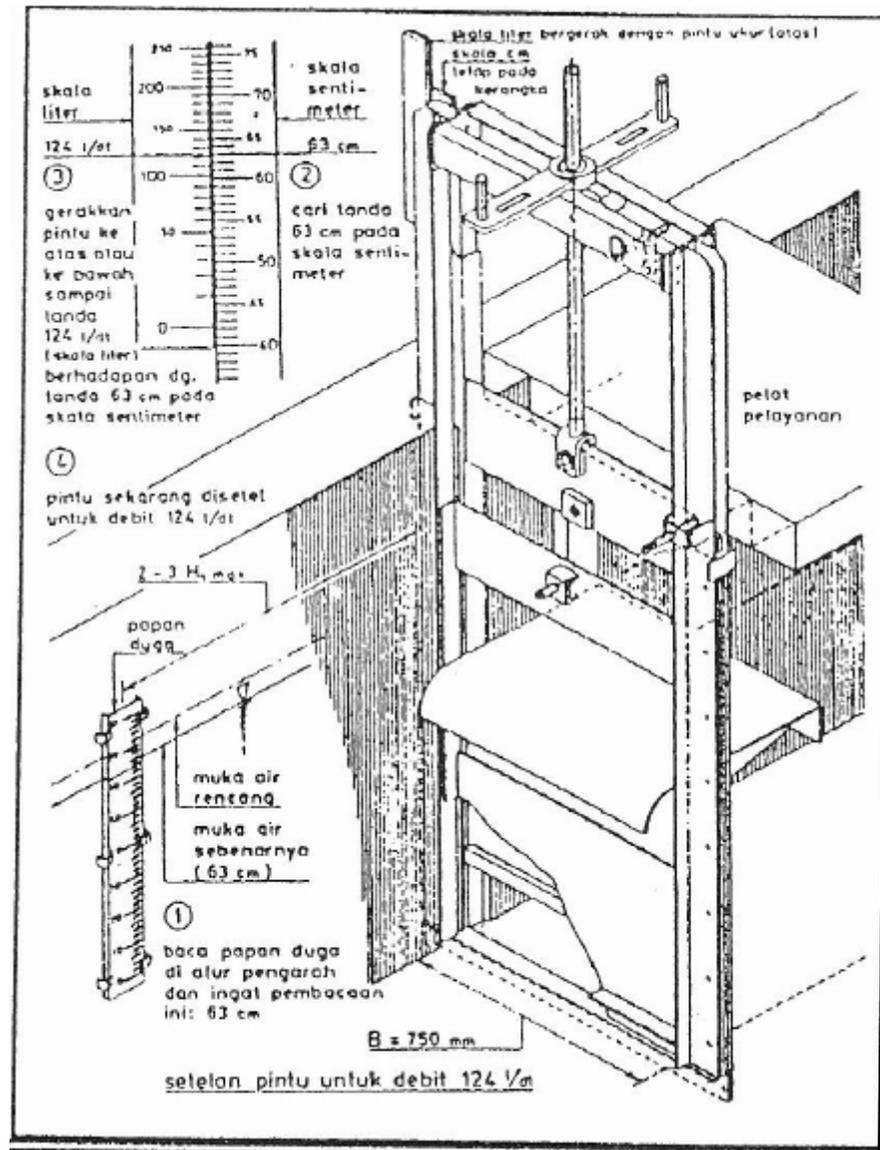
Sumber : Erman Mawardi, 2007

Kelebihan :

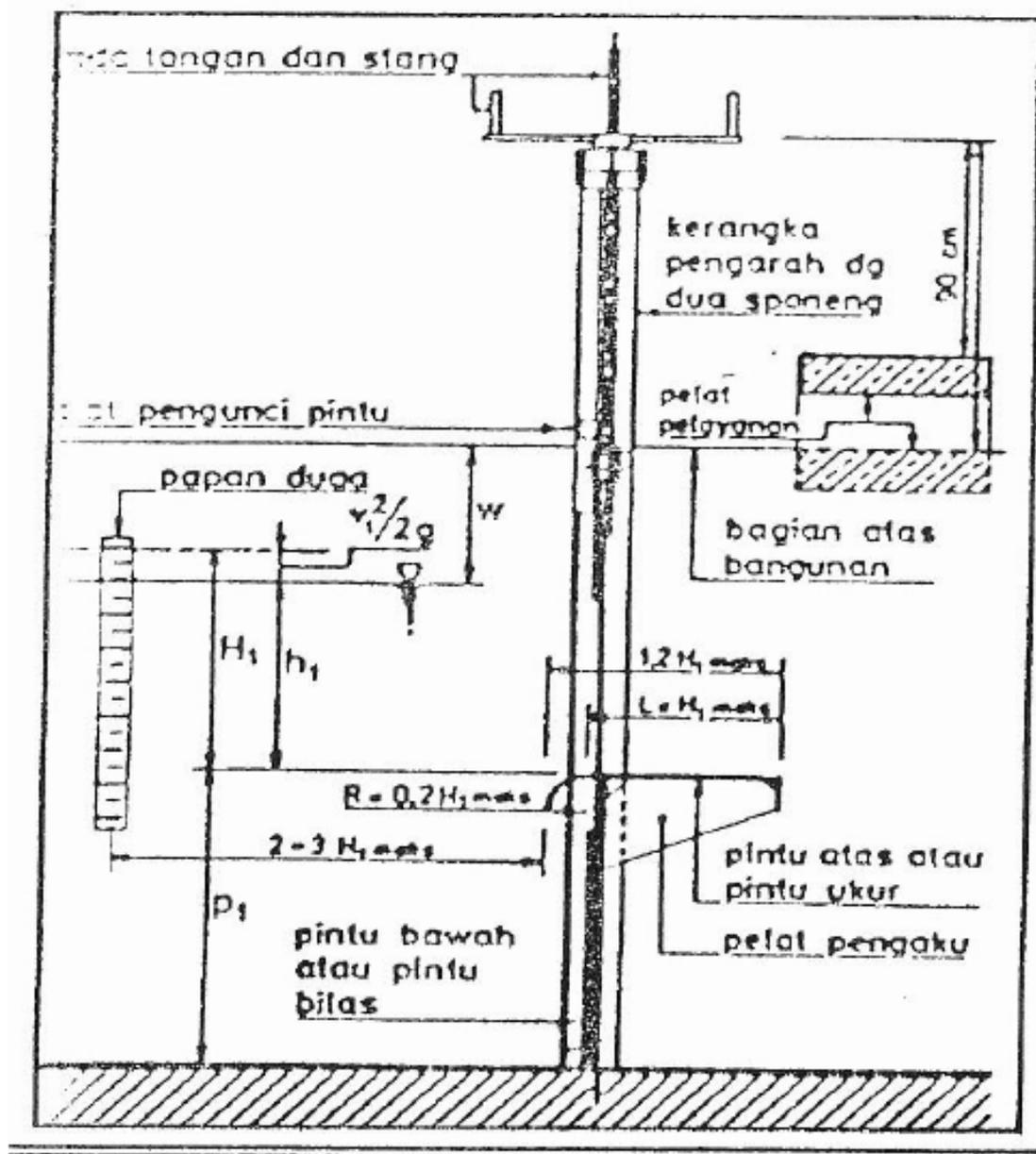
1. Bangunan bisa mengukur dan mengatur
2. Dapat membilas sedimen halus
3. Ketelitiannya cukup baik

Kekurangan :

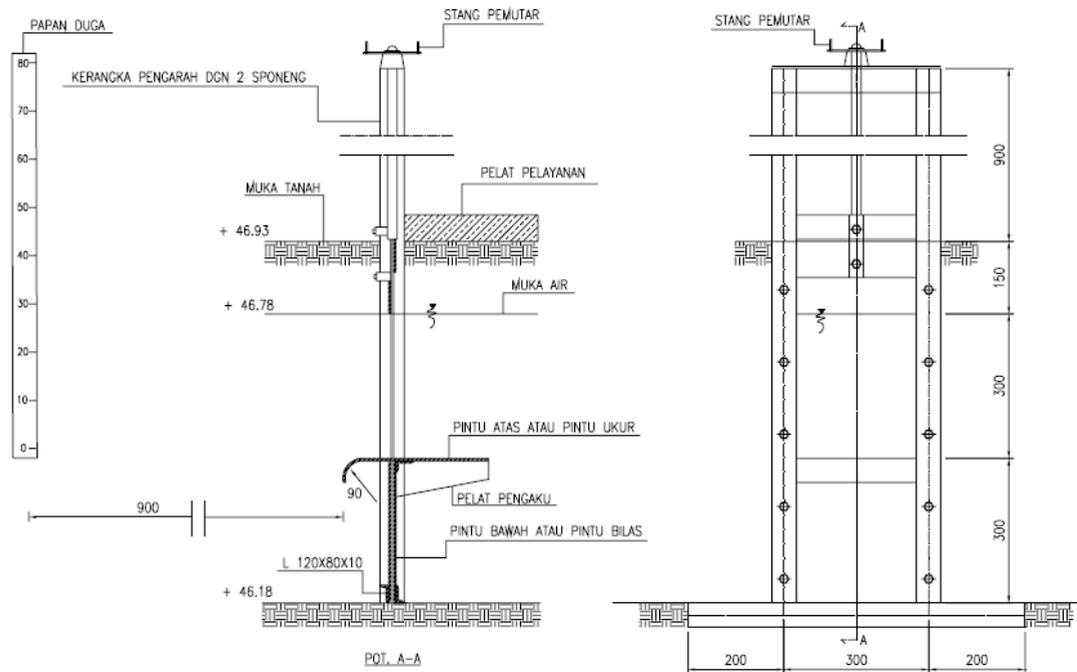
1. Pembuatannya rumit dan mahal
2. Bangunan ini membutuhkan muka air yang tinggi di saluran
3. Biaya pemeliharaannya relatif mahal



Gambar 2.3 Sketsa Isometris Alat Ukur Romiyn



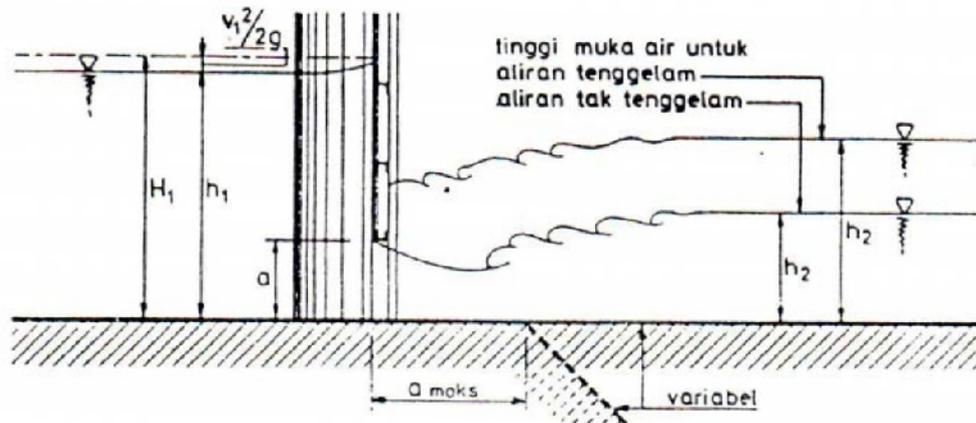
Gambar 2.4 Dimensi Alat Ukur Romiyn dengan Pintu Bawah



Gambar 2.5 Alat Pintu Romiyn

b. Pintu Sorong

Pintu sorong merupakan pintu air dengan pengaliran bawah.



Gambar 2.6 Aliran di Bawah Pintu Sorong dengan Dasar Horizontal

Persamaan debit yang dipakai untuk pintu sorong :

$$Q = \mu \cdot a \cdot b (2 \cdot g \cdot z)^{1/2} \quad (2.2)$$

Dimana :

$$Q = \text{debit, m}^3/\text{det}$$

- μ = koefisien debit ($\pm 0,60$)
 a = bukaan pintu, m
 b = lebar pintu, m
 g = gravitasi (m) ($\pm 9,81$)
 z = diambil 0,1 m

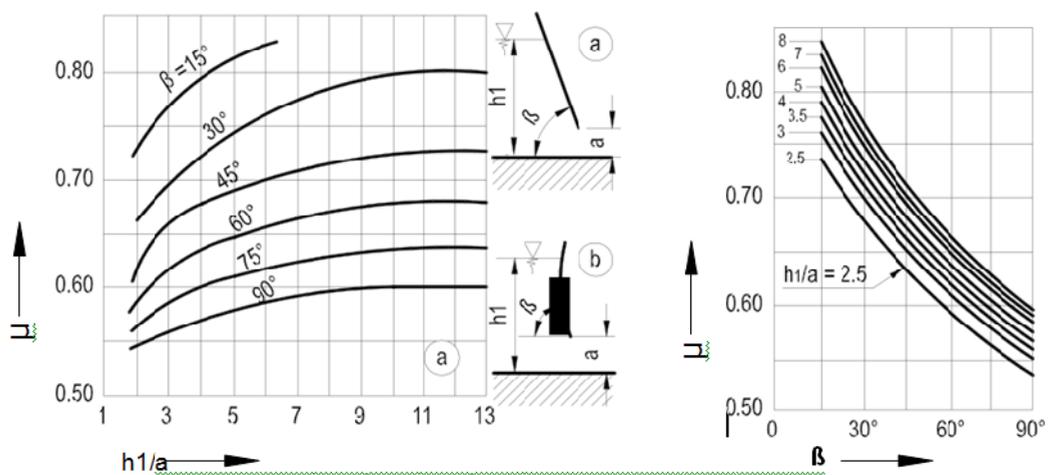
Keuntungan :

1. Tinggi muka air di hulu dapat dikontrol 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 dikontrol dengan baik jika aliran modular.

Pintu sorong ini memiliki pintu khusus yang disebut Pintu Radial, harga koefisiennya diberikan pada gambar berikut :



Gambar 2.7 Koefisien debit μ masuk permukaan pintu datar atau lengkung

Kelebihan - Kelebihan – kelebihan yang dimiliki pintu radial

- Hampir tidak ada gesekan pada pintu
- Alat pengangkatnya ringan dan mudah diekplotasi
- Bangunan dapat dipasang di saluran yang lebar

Kelemahan – kelemahan yang dimiliki pintu radial

- Bangunan tidak kedap air
- Biaya pembuatan bangunan mahal
- Paksi (pivot) pintu memberi tekanan horisontal besar jauh di atas pondasi

2.3.6 Bangunan Pembuang dan Penguras

Gorong-gorong adalah bangunan pembuang silang yang paling umum digunakan sebagai lindungan-luar. Siphon dipakai jika saluran irigasi kecil melintas saluran pembuang yang besar. Dalam hal ini, biasanya lebih aman dan ekonomis untuk membawa air irigasi dengan siphon lewat dibawah saluran pembuang tersebut. Bangunan penguras, biasanya dengan pintu yang dioperasikan dengan tangan, dipakai untuk mengosongkan seluruh ruas saluran bila diperlukan. Untuk mengurangi tingginya biaya, bangunan ini dapat digabung dengan bangunan pelimpah.

2.3.7 Bangunan Pelengkap

Sebagaimana namanya, bangunan pelengkap berfungsi sebagai pelengkap bangunan-bangunan irigasi yang telah disebutkan sebelumnya. Bangunan pelengkap berfungsi sebagai untuk memperlancar para petugas dalam eksploitasi dan pemeliharaan. Bangunan pelengkap dapat juga dimanfaatkan untuk pelayanan umum. Jenis-jenis bangunan pelengkap antara lain jalan inspeksi, tanggul, jembatan penyebrangan, tangga mandi manusia, sarana mandi hewan, serta bangunan lainnya.

2.4 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 perlu mengubah semua nama yang sudah ada.

2.4.1 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.

2.4.2 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 diantara 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.

2.4.3 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.
7. Saluran pembuang tersier, diberi kode dt1, dt2 juga menurut arah jarum jam.

2.4.4 Jaringan Pembuang

1. 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.
2. Pembuang sekunder pada umumnya berupa sungai atau anak sungai yang lebih kecil. Beberapa di antaranya sudah mempunyai nama yang tetap bisa dipakai, jika tidak sungai/anak sungai tersebut akan ditunjukkan dengan sebuah huruf bersama-sama dengan nomor seri Nama-nama ini akan diawali dengan huruf d (d = drainase).
3. 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.

2.5 Pengertian Daerah-Daerah Irigasi

1. Daerah Studi adalah Daerah Proyek ditambah dengan seluruh daerah aliran sungai (DAS) dan tempat-tempat pengambilan air ditambah dengan daerah-daerah lain yang ada hubungannya dengan daerah studi.
2. Daerah Proyek adalah daerah dimana pelaksanaan pekerjaan dipertimbangkan atau diusulkan dan daerah tersebut akan mengambil manfaat langsung dari proyek tersebut.
3. Daerah Irigasi Total/brutto adalah daerah proyek dikurangi dengan perkampungan dan tanah-tanah yang dipakai untuk mendirikan bangunan daerah yang tidak diairi, jalan utama, rawa-rawa dan daerah-daerah yang tidak akan dikembangkan untuk irigasi dibawah proyek yang bersangkutan.

4. Daerah Irigasi Netto/Bersih adalah tanah yang ditanami (padi) dan ini adalah daerah total yang bisa diairi dikurangi dengan saluran-saluran irigasi dan pembuang (primer, sekunder, tersier dan kuarter) jalan inspeksi, jalan setapak dan tanggul sawah. Daerah ini dijadikan dasar perhitungan. kebutuhan air, panen dan manfaat/keuntungan yang dapat diperoleh dari proyek yang bersangkutan. Sebagai angka standar, luas netto daerah yang dapat diairi diambil 0,9 kali luas total daerah-daerah yang dapat diairi.
5. Daerah Potensial adalah daerah yang mempunyai kemungkinan baik untuk dikembangkan. Luas daerah ini sama dengan Daerah Irigasi Netto tetapi biasanya belum sepenuhnya dikembangkan akibat terdapatnya hambatan-hambatan nonteknis.
6. Daerah Fungsional adalah bagian dari Daerah Potensial yang telah memiliki jaringan irigasi yang telah dikembangkan. Daerah fungsional luasnya sama atau lebih kecil dari Daerah Potensial.

2.6 Keadaan Topografi Daerah Aliran Sungai

Data-data yang diperlukan dalam tahap perencanaan adalah 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 s.d 1 : 5000 yang digunakan dalam perencanaan teknis serta data geologi teknik. (*Standar Perencanaan Irigasi Bagian 2, 2002*)

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 di dekat DAS.

2.7 Parameter Hidrologi

Parameter hidrologi merupakan parameter yang tidak dapat dipisahkan dalam tahap perencanaan irigasi. Data hidrologi suatu daerah kemudian dikumpulkan, dianalisis, dan dievaluasi di dalam proyek. Perhitungan data – data

hidrologi dilakukan secara mendetail untuk mendesain suatu irigasi yang baik dan efisien. Data – data hidrologi di dapat dari hasil lapangan dan pengamatan.

Adapun data-data klimatologi untuk daerah irigasi Air Gohong adalah :

1. Temperatur udara bulanan rata-rata berkisar antara 26,43°C s/d 27,77°C
2. Kecepatan angin rata-rata yang tercatat berkisar 2,75 Knots s/d 3,64 Knots
3. Kelembaban udara relatif bulanan rata-rata berkisar antara 78,60 % s/d 86,87 %
4. Besarnya penyinaran matahari bulanan rata-rata berkisar 40,43% s/d 68,83%
5. Nilai rata-rata curah hujan bulanan berkisar antara 64,92 mm s/d 280,17 mm
6. Nilai rata-rata jumlah hari hujan bulanan antara 6 hari s/d 20 hari

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

1. Nilai evapotranspirasi bulanan
2. Curah hujan efektif
3. Curah hujan rencana
4. Debit andalan
5. Kebutuhan air irigasi
6. Debit banjir rencana

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.

2.7.1 Curah Hujan

Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air dan rancangan pengendalian banjir adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu.

(Sumber : Ir. Suyono Sosrodarsono, 1999)

Data curah hujan yang ada pada daerah tertentu kemudian diolah untuk menentukan curah hujan efektif dan curah hujan rencana.

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 dipakai untuk menghitung kebutuhan pembuangan/drainase dan debit (banjir).

2.7.2 Melengkapi Data Curah Hujan

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 :

a. Metoda 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 :

$$dx = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n di \frac{Anx}{Ani} \quad (2.3)$$

Dimana :

n = banyak pos penakar hujan di sekitar 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)

Sumber : (Lily Montarcih Limantara, 2010)

2.7.3 Curah Hujan Efektif

Curah hujan efektif adalah curah hujan andalan yang jatuh di suatu daerah dan digunakan tanaman untuk pertumbuhan. Curah hujan tersebut merupakan curah hujan wilayah yang harus diperkirakan dari titik pengamatan yang dinyatakan dalam milimeter (mm) (Sosrodarsono, 1983). Penentuan curah hujan efektif didasarkan atas curah hujan bulanan, yaitu menggunakan R_{80} yang berarti kemungkinan tidak terjadinya 20%.

R_{80} didapat dari urutan data dengan rumus Harza :

$$m = \frac{n}{5} + 1 \quad (2.4)$$

Dimana :

m = rangking curah hujan dari urutan yang terkecil

n = jumlah tahun pengamatan

Sumber : (Bambang Triadmodjo, 2008)

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

a. Metode Rerata Aritmatik (Aljabar)

Metoda 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. Metoda rerata aljabar meberikan hasil yang baik apabila : stasiun hujan tersebar secara merata di DAS dan distribusi hujan relatif merata pada seluruh DAS.

Rumus rerata aljabar :

$$P = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{n} \quad (2.5)$$

Dimana :

P = Tinggi curah hujan rata-rata (mm)

P₁, P₂, P₃, P_n = Tinggi curah hujan tiap pos hujan yang diamati (mm)

n = Jumlah pos pengamat atau pos hujan

Sumber : (Bambang Triatmodjo, 2008)

2.7.4 Kandungan Air

Ketersediaan air adalah jumlah air (debit) yang diperkirakan terus menerus ada di suatu lokasi (bendung atau bangunan air lainnya) di sungai dengan jumlah tertentu dan dalam jangka waktu (periode) tertentu (*Direktorat Irigasi, 1980*).

Untuk pemanfaatan air, perlu diketahui informasi ketersediaan air andalan (debit, hujan). Debit andalan adalah debit minimum sungai dengan besaran tertentu yang mempunyai kemungkinan terpenuhi yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan. Untuk keperluan irigasi, debit minimum sungai untuk kemungkinan terpenuhi ditetapkan 80%. Misalnya debit andalan 80% adalah 3 m³/dt, artinya kemungkinan terjadinya debit sebesar 3 m³/dt atau lebih adalah 80% dari waktu pencatatan data; atau dengan kata lain 20% kejadian debit adalah

kurang dari 3 m³/dt (Bambang Triadmodjo, 2008). Dengan menggunakan rumus Rasional dapat menghitung Debit Andalan yaitu :

$$Q = 0,278 C \cdot I \cdot A \quad (\text{satuan A dalam Km}^2) \quad (2.6)$$

$$Q = 0,00278 C \cdot I \cdot A \quad (\text{satuan A dalam Ha})$$

Dimana :

Q = debit (m³/det)

C = koefisien aliran

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

I = tinggi hujan (mm)/lama hujan (jam)

A = luas daerah pengaliran sungai (Ha atau Km²)

Sumber : (Lily Montarcih, 2010)

Tabel 2.4 Koefisien Pengaliran (oleh Dr. Mononobe)

Kondisi Daerah Pengaliran dan Sungai	Koefisien Pengaliran
Daerah pegunungan yang curam	0.75 – 0.90
Daerah pegunungan tersier	0.70 – 0.80
Tanah bergelombang dan hutan	0.50 – 0.75
Tanah dataran yang ditanami	0.45 – 0.60
Persawahan yang diairi	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)

2.7.5 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 ada beberapa metode, yaitu :

a. Penman

Dalam penyelesaiannya metode Penman dengan menggunakan persamaan :

$$E = \frac{(H + 0,27E_a)}{(0,27)} \quad (2.7)$$

Dimana :

E = energi yang ada untuk penguapan, mm/hari

H = $R_a(1-r)(0,18 + 0,55 n/N) - T_a^4(0,56 - 0,92 e_d)(0,10 + 0,90 n/N)$

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

R = Koefisien refleksi (penyerapan oleh tanaman) pada permukaan dalam %

n/N = Presentase penyinaran matahari dalam %

= Konstanta Boltzman dalam mm air/hari/°K

T_a⁴ = Koefisien bergantung dari temperatur dalam mm/hari

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

E_a = Evaporasi dalam mm/hari

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

Tabel 2.5 Nilai Radiasi Ekstra Terensial Bulanan Rata-rata / Ra (mm/hari)

Bulan	Lintang Utara									0°	Lintang Selatan								
	90°	80°	70°	60°	50°	40°	30°	20°	10°		10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
Januari	-	-	-	1,3	3,6	6,0	8,5	10,8	12,8	14,5	15,8	16,8	17,3	17,3	17,1	16,6	16,5	17,3	17,6
Februari	-	-	1,1	3,5	5,9	8,3	10,5	12,3	13,9	15	15,7	16	15,8	15,2	14,1	12,7	11,2	10,5	10,7
Maret	-	1,8	4,3	6,8	9,1	11,0	12,7	13,9	14,4	15,2	15,1	14,6	13,6	12,2	10,5	8,4	6,1	3,6	1,9
April	7,9	7,8	7,9	7,8	9,1	11,1	12,7	15,2	15,2	14,7	13,8	12,5	10,8	8,8	6,6	4,3	1,9	-	-
Mei	14,9	14,6	13,6	14,6	15,4	15,9	16,0	15,7	15	13,9	12,4	10,7	8,7	6,4	4,1	1,9	0,1	-	-
Juni	18,1	17,8	17,0	16,5	16,7	16,7	16,5	15,8	14,8	13,4	11,06	9,6	7,4	5,1	2,8	2,8	-	-	-
Juli	16,8	16,5	15,8	15,7	16,1	16,3	16,2	15,7	14,8	13,5	11,9	10,0	7,8	5,6	3,3	1,2	-	-	-
Agustus	11,2	10,6	10,6	11,4	12,7	13,9	14,8	15,3	15	14,2	13,0	11,5	9,6	7,5	5,2	2,9	0,8	-	-
September	2,6	4,0	6,8	8,5	10,5	12,2	13,5	14,4	14,9	14,9	14,4	13,5	12,1	10,5	8,5	6,2	3,8	1,3	-
Oktober	-	0,2	2,4	4,7	7,1	9,3	11,3	12,9	14,1	15,0	15,3	15,3	14,8	13,8	12,5	10,7	8,8	7,1	7,0
November	-	-	0,1	1,9	4,3	6,7	9,1	11,2	13,1	14,6	15,7	16,4	16,7	16,5	16,0	15,2	14,5	15,0	15,3
Desember	-	-	-	0,9	3,0	5,5	7,9	10,3	12,4	14,3	15,8	16,9	17,6	17,8	17,8	17,5	18,1	18,9	19,3

Sumber : (Bambang Triatmodjo,2008)

Tabel 2.6 Nilai Konstanta Stefan – Boltzman / T_a^4 sesuai dengan temperatur

Temperatur (°C)	Temperatur (°K)	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 : (Irigasi I, Moch. Absor, 2004)

Tabel 2.7 Nilai f / untuk suhu yang berlainan (°C)

T	f	T	f	T	f
10	1.23	20	2.14	30	3.57
11	1.30	21	2.26	31	3.75
12	1.38	22	2.38	32	3.93
13	1.46	23	2.51	33	4.12
14	1.55	24	2.63	34	4.32
15	1.64	25	2.78	35	4.53
16	1.73	26	2.92	36	4.75
17	1.82	27	3.08	37	4.97
18	2.93	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 : (Irigasi I, Moch Absor, 2004)

Tabel 2.8 Nilai f = / fungsi temperatur

Temperatur T (°C)	f = /
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 : (Bambang Triatmodjo, 2008)

Keterangan : $f = 0.49$

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	13.2	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_a

T (°C)	A (mmHg/°F)	B (mm H ₂ O/hari)	e_a
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 : (Mock, 1983)

Faktor-faktor yang mempengaruhi evapotranspirasi :

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 : (Bambang Triatmodjo, 2008)

Tabel 2.12 Faktor Koreksi Penyinaran / N (lamanya matahari bersinar)

Sebelah Selatan

Selatan	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 : (Bambang Triatmodjo, 2008)

Tabel 2.13 Kecepatan Angin

m/det	Knot	Km/jam	ft/det	Mil/hari
1	1.944	3.6	3.281	2.237
0.514	1	1.852	1.688	1.151
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 : (Irigasi I, Moch Absor, 2004)

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

2.7.6 Alternatif 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 varitas unggul (umur < 140 hari) maka masih dimungkinkan menanam palawija sehingga pola tanamnya menjadi : Padi-Padi- Palawija
3. Jika persediaan air di musim kemarau terbatas, maka bagi sawah-sawah yang mendapat kesulitan air di musim kemarau akan menerapkan pola tanam : Padi-Palawija-Palawija
4. Kalau di suatu daerah diwajibkan menanam tebu lebih dari 1 tahun (yaitu ± 15 bulan)

2.7.7 Kebutuhan Air Irigasi

Kebutuhan air irigasi sebagian besar dicukupi dari air permukaan. Kebutuhan air irigasi dipengaruhi berbagai faktor seperti klimatologi, kondisi tanah, koefisien tanaman, pola tanam, pasokan air yang diberikan, luas daerah irigasi, efisiensi irigasi, penggunaan kembali air drainase untuk irigasi, sistem golongan, jadwal tanam dan lain-lain. Berbagai kondisi lapangan yang berhubungan dengan kebutuhan air untuk pertanian bervariasi terhadap waktu dan ruang seperti dinyatakan dalam faktor-faktor berikut ini :

1. Jenis dan varitas tanaman yang ditanam petani.
2. Variasi koefisien tanaman, tergantung pada jenis dan tahap pertumbuhan dari tanaman.
3. Kapan dimulainya persiapan pengolahan lahan (golongan).
4. Jadwal tanam yang dipakai oleh petani, termasuk di dalamnya pasok air sehubungan dengan persiapan lahan, pembibitan dan pemupukan.
5. Status sistem irigasi dan efisiensi irigasinya.
6. Jenis tanah dan faktor agro-klimatologi.

Kebutuhan air irigasi dihitung dengan persamaan :

$$KAI = \frac{Etc + IR + WLR + P - Re}{IE} \times A \quad (2.8)$$

Dimana :

KAI = kebutuhan air irigasi (l/dt)

Etc = kebutuhan air konsumtif (mm/hari)

IR = kebutuhan air irigasi ditingkat persawahan, (mm/hari)

WLR = kebutuhan air untuk mengganti lapisan air, (mm/hari)

P = perkolasi, (mm/hari)

Re = hujan efektif, (mm/hari)

IE = efisiensi irigasi, (%)

A = luas areal irigasi, (ha)

Sumber : (Bambang Triadmodjo, 2008)

a. Kebutuhan air konsumtif

Kebutuhan air untuk tanaman di lahan diartikan sebagai kebutuhan air konsumtif dengan memasukkan faktor koefisien tanaman (kc). Persamaan umum yang digunakan adalah :

$$Etc = Eto \times Kc \quad (2.9)$$

Dimana :

Etc = kebutuhan air konsumtif, (mm/hari)

Eto = evapotranspirasi (mm/hari)

Kc = koefisien tanaman

b. Estimasi koefisien tanaman bulanan

Dalam menganalisa kebutuhan air normal kita tidak akan lepas dari kemampuan tanaman berevapotranspirasi, maka dari itu dibuat suatu estimasi koefisien tanaman bulanan dimana pertumbuhan tanaman didasarkan kepada jenis tanaman padi serta umurnya saat itu bertitik tolak dari kebutuhan tersebut, maka kebutuhan paling tinggi pada saat tanaman tersebut telah mencapai umur pertengahan dari keseluruhan umur produksi. Di lain pihak kebutuhan air untuk pertumbuhan tanaman ini sangat dipengaruhi oleh evapotranspirasi pada tanaman tersebut, akhirnya dengan menggabungkan kedua kejadian diatas maka dibuatlah angka koefisien tanaman bulanan yang bervariasi terhadap kondisi iklim.

Selanjutnya kebutuhan air normal ini tidak diadakannya observasi ke arah itu, maka diambil sebagai dasar perencanaan kebutuhan air tersebut dari angka- angka koefisien

Tabel 2.14 Koefisien Tanaman Bulanan

Bulan ke :	Padi (Nedeco/Prosida)		FAO	
	Varitas Biasa	Varitas Unggul	Varitas Biasa	Varitas Unggul
0.5	1.08	1.2	1.1	1.1
1.0	1.07	1.27	1.1	1.1
1.5	1.02	1.33	1.1	1.05
2.0	0.67	1.3	1.1	1.05
2.5	0.32	1.3	1.1	0.95
3.0	0	0	1.05	0
3.5	0	0	0.95	0
4	0	0	0	0

Sumber : (Irigasi I, Moch Absor, 2004)

c. Kebutuhan air untuk penyiapan lahan

Kebutuhan air pada waktu persiapan lahan dipengaruhi oleh faktor-faktor antara lain waktu yang diperlukan untuk penyiapan lahan (T) dan lapisan air yang dibutuhkan untuk persiapan lahan (S).

Perhitungan kebutuhan air selama penyiapan lahan, digunakan metode yang dikembangkan oleh Van de Goor dan Zijlstra (*Standar Perencanaan Irigasi KP-01, 1986*), yaitu persamaan sebagai berikut :

$$IR = M \left(\frac{e^k}{e^k - 1} \right) \quad (2.10)$$

Dimana :

IR = kebutuhan air irigasi di tingkat persawahan, (mm/hari)

M = kebutuhan air untuk mengganti kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi di sawah yang telah dijenuhkan.

$$= E_o + P \text{ (mm/hari)}$$

P = Perkolasi (mm/hari)

E_o = Evaporasi air terbuka (= 1,1 x E_{to}) (mm/hari)

k = M (T/S)

e = koefisien

d. Perkolasi

Perkolasi adalah proses penjuanan tanah permukaan selama masa pertumbuhan tanaman sampai masa sebelum panen. Banyak faktor yang mempengaruhi perkolasi antara lain : kondisi topografi dari suatu daerah irigasi, jenis tanaman, jenis tanah dan permeabilitas tanah. Laju perkolasi sangat tergantung pada sifat-sifat tanah dan sifat tanah umumnya tergantung pada kegiatan pemanfaatan lahan atau pengolahan tanah berkisar antara 1 – 3 mm/hari. Apabila padi sudah ditanam di daerah proyek, maka pengukuran laju perkolasi dapat langsung dilakukan di sawah.

e. Kebutuhan air untuk mengganti lapisan air (WLR)

Kebutuhan air untuk lapisan air ditetapkan berdasarkan Standar Perencanaan Irigasi 1986, KP-01. Besar kebutuhan air untuk penggantian lapisan air adalah 50 mm/bulan (atau 3,3 mm/hari selama ½ bulan) selama sebulan dan dua bulan setelah transplantasi.

f. Efisiensi irigasi

Efisiensi irigasi sangat diperlukan dalam proses irigasi. Selama proses pengaliran air akan terjadi kehilangan air yang diakibatkan oleh penguapan, peresapan, operasional.

Menghitung besaran efisiensi sangat diperlukan agar jumlah air yang diharapkan disawah terpenuhi, yaitu :

1. Kehilangan air di saluran primer diperhitungkan 10 %
2. Kehilangan air disalurkan sekunder sebesar 20 % sehingga efisiensi seluruh menjadi :

$$\frac{90.80}{100} \% = 72\% = 0,72$$

2.8 Menentukan Dimensi Saluran

Setelah debit air masing-masing diketahui maka dapat dihitung dimensi saluran 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 :

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

$$Q = A \cdot v \quad (2.11)$$

2. Mencari Luas Penampang Saluran (A), m²

$$A = Q / v \quad (2.12)$$

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

$$A = (b + m \cdot h) h \quad (2.13)$$

4. Kecepatan design (Vd)

$$Vd = Q / Ad \quad (2.14)$$

5. Kemiringan Saluran (I)

$$\text{Stickler : } V = K \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}} \quad (2.15)$$

6. Jari-Jari Hidrolis (R)

$$R = A / P \quad (2.16)$$

Dimana :

Q = Debit rencana / Kapasitas saluran (m³/det)

R = Jari-jari hidrolis

$$= A / P \quad P = b + 2 h$$

A = Luas Penampang basah (m²)

P = Keliling basah (m)

V = Kecepatan aliran (m/det)

Tabel 2.15 Pedoman Menentukan Dimensi

Debit (m ³ /det)	b:h	Kecepatan air untuk tanah lempung biasa (v) (m/det)	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 $Q > 5\text{m}^3/\text{det}$ - 42.5 untuk saluran tersier - 60 untuk saluran pasangan - 35 untuk saluran sekunder - 30 untuk saluran tersier
0.05 – 0.15	...	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	
11.00 – 15.00	6	0.70	1 : 1.5	
15.00 – 25.00	8	0.70	1 : 1.5	
25.00 – 40.00	10	0.75	1 : 2	
40.00 – 80.00	12	0.80	1 : 2	

Sumber: (Irigasi I, Moch Absor, 2004)

Tabel 2.16 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 diplester	50
Beton licin atau dinding kayu	90

Sumber : Standar Perencanaan Irigasi 1986

2.8.1 Jagaan (Waking)

Jagaan pada suatu saluran adalah jarak vertikal 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 2.17 Tipe 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	1.5	4.50
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 – 0.7	0.75 - 10	2.0	5.50

Sumber : (Irigasi I, Moch Absor, 2004)

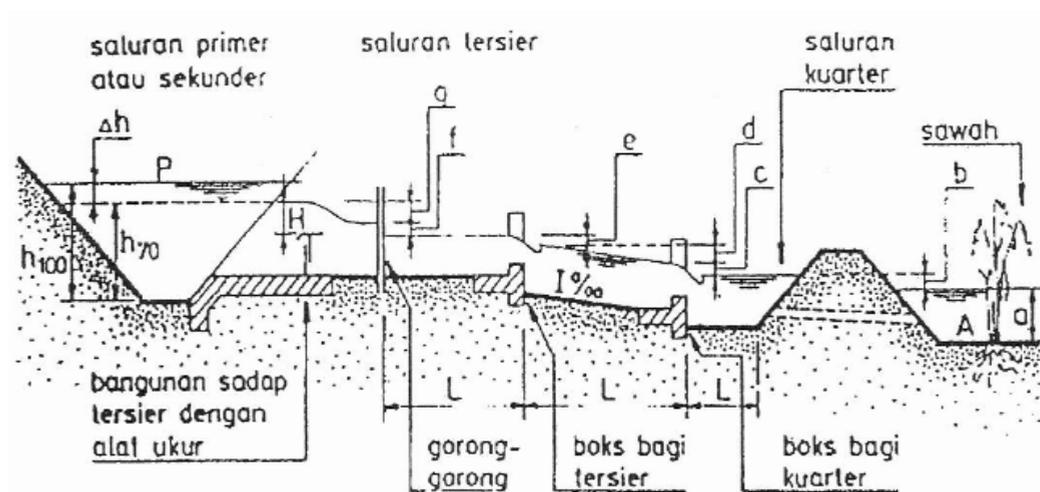
2.9 Menentukan Elevasi Muka Air Dalam Saluran

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 0,15m 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 aslinya sekitarnya, hal ini dilakukan supaya dapat mempersulit pencurian air atau penyadapan liar.
2. Mengupayakan pekerjaan galian dan timbunan seimbang, agar biaya pelaksanaan bias dibuat seminimal mungkin.
3. Muka air direncanakan cukup tinggi agardapat 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 2.8 Elevasi Muka Air Di Saluran Primer/Sekunder

$$P = A + a + b + c + d + e + f + g + h + Z \quad (2.17)$$

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 kwarte

r	=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
h	=variasi tinggi muka air, 0.18 h (kedalaman rencana)
Z	=kehilangan energi di bangunan-bangunan lain (misal jembatan pelimpah samping, dll).

2.10 Pengelolaan Proyek

2.10.1 Rencana Kerja dan Syarat-syarat

Rencana kerja dan syarat-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 administratif dan RKS teknis. RKS administratif terdiri dari persyaratan administrasi dan umum. Sedangkan RKS teknis terdiri 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.

2.10.2 Perhitungan Kuantitas Pekerjaan

Sebelum dapat memperkirakan suatu harga pekerjaan baik struktur maupun finishing bangunan, biasanya kita menghitung volume tiap-tiap pekerjaan terlebih dahulu. Untuk menghitung volume bisa menggunakan rumus matematika untuk satuan luas atau isi, dan menghitung langsung untuk satuan jumlah.

2.10.3 Network Planning

Network Planning diperkenalkan pada tahun 50-an oleh tim perusahaan *Dupont dan Rand Corporation* untuk mengembangkan sistem control manajemen metode ini dikembangkan untuk menendalikan sejumlah besar kegiatan yang memiliki ketergantungan yang kompleks. Metode ini relatif lebih sulit, hubungan

antar kegiatan jelas, dan memperlihatkan kegiatan kritis. Dari informasi *Network Planning*-lah monitoring serta tindakan koreksi kemudian dapat dilakukan, yakni dengan memperbarui jadwal. Akan tetapi, metode ini perlu dikombinasikan dengan metode lain.

Tahap penyusunan *Network Planning* :

1. Menginventarisasikan kegiatan-kegiatan dari paket terakhir WBS berdasar item pekerjaan, lalu diberi kode kegiatan untuk memudahkan indentifikasi.
2. Memperkirakan durasi setiap kegiatan dengan mempertimbangkan jenis pekerjaan, volume pekerjaan, jumlah sumber daya, lingkungan kerja, serta produktivitas pekerjaan.
3. Penentuan logika ketrgantungan antar kegiatan dilakukan dengan tiga kemungkinan hubungan yaitu kegiatan yang mendahului (*prodecessor*), kegiatan yang didahului (*successor*) serta bebas.
4. Perhitungan analisis waktu serta alokasi sumber daya; dilakukan setelah langkah-langkah diatas dilakukan dengan akurat dan teliti.

Manfaat penerapan *Network Planning* :

1. Penggambaran logika hubungan antar kegiatan, membuat perencanaan proyek menjadi lebih rinci dan detail.
2. Dengan memperhitungkan dan mengetahui waktu terjadinya setiap kegiatan yang ditimbulkan oleh satu atau beberapa kegiatan, kesukaran-kesukaran yang bakal timbul dapat diketahui jauh sebelum terjadi sehingga tindakan pencegahanyang diperlukan dapat dilakukan.
3. Dalam *network* dapat terlihat jelas waktu penyelesaian yang dapat ditunda atau ditepati.
4. Membantu mengomunikasikan hasil *network* yang ditampilkan.
5. Memungkinkan dicapainya hasil proyek yang lebih ekonomis dari segi biaya langsung (*direct cost*) serta penggunaan sumber daya.
6. Berguna untuk menyelesaikan legal *claim* yang diakibatkan oleh keterlambatan dalam menentukan pembayaran kemajuan pekerjaan, *cashflow* dan pengendalian biaya.

7. Menyediakan kemampuan analisis untuk mencoba mengubah sebagian dari proses, lalu mengamati efek terhadap proyek secara keseluruhan.
8. Terdiri atas metode *Activity on Arrow* dan *Activity on Node Precedence Diagram Method*.

2.10.4 Kurva S

Kurva S adalah sebuah grafis yang dikembangkan oleh Warren T Hanumm atas dasar pengamatan terhadap sejumlah besar proyek sejak awal hingga akhir proyek. Kurva S dapat menunjukkan kemajuan proyek berdasarkan kegiatan, waktu dan bobot pekerjaan yang diinterpretasikan sebagai presentase kumulatif dari seluruh kegiatan proyek. Visualisasi kurva S dapat memberikan informasi mengenai kemajuan proyek dengan membandingkan terhadap jadwal rencana. Dari sinilah diketahui apakah keterlambatan atau percepatan jadwal proyek.