

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Irigasi

Menurut Direktorat Jenderal Pengelolaan Lahan dan Air tahun 2009, irigasi adalah usaha penyediaan, pengaturan, dan pembuatan bangunan air untuk menunjang usaha pertanian, termasuk didalamnya tanaman pangan, hortikultura, perkebunan, dan peternakan.

Berdasarkan PP No. 20 tahun 2006 tentang irigasi, irigasi adalah usaha penyediaan, pengaturan dan pembuangan air irigasi untuk menunjang pertanian. Sedangkan jaringan irigasi adalah saluran, bangunan, dan bangunan pelengkap yang merupakan satu kesatuan yang diperlukan untuk penyediaan, pembagian, pemberian, penggunaan, dan pembuangan air irigasi.

2.2 Tujuan Irigasi

Adapun tujuan pemberian air irigasi diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Tujuan Irigasi Secara Langsung

Tujuan irigasi secara langsung adalah membasahi tanah, agar dicapai suatu kondisi tanah yang baik untuk pertumbuhan tanaman dalam hubungannya dengan presentase kandungan air dan udara diantara butir-butir tanah. Pemberian air dapat juga mempunyai tujuan sebagai pengangkut bahan-bahan pupuk untuk perbaikan tanah.

2. Tujuan Irigasi Secara Tidak langsung

Tujuan irigasi secara tidak langsung adalah pemberian air yang dapat menunjang usaha pertanian melalui berbagai cara antara lain :

- a. Mengatur suhu tanah, misalnya pada suatu daerah suhu tanah terlalu tinggi dan tidak sesuai untuk pertumbuhan tanaman maka suhu tanah dapat

disesuaikan dengan cara mengalirkan air yang bertujuan merendahkan suhu tanah.

- b. Membersihkan tanah, dilakukan pada tanah yang tidak subur akibat adanya unsur-unsur racun dalam tanah. salah satu usaha misalnya penggenangan air disawah untuk melarutkan unsure-unsur berbahaya tersebut kemudian air genangan dialirkan ketempat pembuangan.
- c. Memberantas hama sebagai contoh dengan penggenangan maka liang tikus bisa terendam sehingga tikus sebagai hama keluar dan lebih mudah untuk diburu.
- d. Mempertinggi permukaan air tanah, misalnya dengan perembesan melalui dinding saluran, permukaan air tanah dapat dipertinggi dan memungkinkan tanaman untuk mengambil air melalui akar-akar meskipun tanah tidak dibasahi.
- e. Kolmatasi yaitu menimbun tanah-tanah rendah dengan jalan mengalirkan air berlumpur dan akibat endapan lumpur tanah tersebut cukup tinggi sehingga genangan yang terjadi selanjutnya tidak terlampau dalam kemudian dimungkinkan adanya usaha pertanian.

2.3 Jenis-Jenis Irigasi

Irigasi merupakan kegiatan atau upaya yang dilakukan untuk mengairi lahan pertanian. Irigasi sudah dikenal sejak jaman peradaban manusia dulu seperti Mesir, Mesopotamia, Cina, dan lainnya. Pada dasarnya irigasi dilakukan dengan cara mengalirkan air dari sumbernya (danau/sungai) menuju lahan pertanian. Di era *modern* ini sudah berkembang berbagai macam jenis metode irigasi untuk lahan pertanian. Ada 4 jenis irigasi yang banyak ditemui saat ini yaitu:

1. Irigasi permukaan (*surface irrigation*)
2. Irigasi bawah permukaan (*sub surface irrigation*)
3. Irigasi pancaran (*sprinkle irrigation*)
4. Irigasi tetes (*drip irrigation*)

A. Irigasi Permukaan (*surface irrigation*)

Irigasi Permukaan adalah pengaliran air di atas permukaan dengan ketinggian air sekitar 10 - 15 cm di atas permukaan tanah. Irigasi permukaan merupakan sistem irigasi yang menyadap air langsung di sungai melalui bangunan bendung maupun melalui bangunan pengambilan bebas (*free intake*) kemudian air irigasi dialirkan secara gravitasi melalui saluran sampai ke lahan pertanian. Di sini dikenal saluran primer, sekunder, dan tersier. Pengaturan air ini dilakukan dengan pintu air. Prosesnya adalah gravitasi, tanah yang tinggi akan mendapat air lebih dulu.



Gambar 2.1 Irigasi Permukaan

B. Irigasi bawah permukaan (*sub surface irrigation*)

Irigasi bawah permukaan adalah irigasi yang dilakukan dengan cara meresapkan air ke dalam tanah dibawah zona perakaran tanaman melalui sistem saluran terbuka maupun dengan pipa bawah tanah. Pada sistem ini air dialirkan dibawah permukaan melalui saluran-saluran yang ada di sisi-sisi petak sawah. Adanya air ini mengakibatkan muka air tanah pada petak sawah naik. Kemudian air tanah akan mencapai daerah penakaran secara kapiler sehingga kebutuhan air akan dapat terpenuhi. Syarat untuk menggunakan jenis sistem irigasi seperti ini antara lain:

- a) Lapisan tanah atas mempunyai permeabilitas yang cukup tinggi.
- b) Lapisan tanah bawah cukup stabil dan kedap air berada pada kedalaman 1,5 meter – 3 meter.
- c) Permukaan tanah relatif sangat datar.
- d) Air berkualitas baik dan berkadar garam rendah.
- e) Organisasi pengaturan air berjalan dengan baik.



Gambar 2.2 Irigasi bawah permukaan

C. Irigasi pancaran (sprinkle irrigation)

Irigasi pancaran adalah irigasi modern yang menyalurkan air dengan tekanan sehingga menimbulkan tetesan air seperti hujan ke permukaan lahan pertanian. Air yang disemprot akan seperti kabut, sehingga tanaman mendapat air dari atas, daun akan basah lebih dahulu, kemudian menetes ke akar.



Gambar 2.3 Irigasi pancaran (sprinkle)

D. Irigasi Tetes

Irigasi tetes adalah sistem irigasi dengan menggunakan pipa atau selang berlubang dengan menggunakan tekanan tertentu yang nantinya air akan keluar dalam bentuk tetesan langsung pada zona tanaman.



Gambar 2.4 Irigasi tetes

2.4 Jaringan Irigasi

Berdasarkan cara pengatur, pengukur, serta kelengkapan fasilitas, menurut *Bustomi* (2000), jaringan irigasi dapat dikelompokkan menjadi 3 jenis.

1. Jaringan irigasi sederhana

Di dalam irigasi sederhana, pembagian air tidak diukur dan diatur sehingga kelebihan air yang ada pada suatu petak akan dialirkan ke saluran pembuang. Pada jaringan ini terdapat beberapa kelemahan antara lain adanya pemborosan air, sering terjadi pengendapan, dan pembuangan biaya akibat jaringan serta penyaluran yang harus dibuat oleh masing-masing desa.

2. Jaringan irigasi semi teknis

Di dalam irigasi jaringan semi teknis, bangunan bendungnya terletak di sungai lengkap dengan pintu pengambilan tanpa bangunan pengukur di bagian hilirnya. Beberapa bangunan permanen biasanya sudah dibangun di jaringan saluran. Bangunan pengaliran dipakai untuk melayani daerah yang lebih luas dibanding jaringan irigasi sederhana.

3. Jaringan irigasi teknis

Jaringan irigasi teknis mempunyai bangunan sadap yang permanen. Bangunan sadap serta bangunan bagi mampu mengatur dan mengukur dengan baik. Sebagian besar di Indonesia menggunakan jaringan irigasi teknis yaitu jaringan yang menggunakan bangunan permanen. Untuk memudahkan sistem pelayanan irigasi kepada lahan pertanian, disusun suatu organisasi petak yang terdiri dari beberapa petak-petak yaitu :

a. Petak tersier

Perencanaan dasar yang berkenaan dengan unit tanah adalah petak tersier. Petak ini menerima air irigasi yang dialirkan dan diukur pada bangunan sadap (off take) tersier yang menjadi tanggung jawab Dinas Pengairan. Bangunan sadap tersier mengalirkan airnya ke saluran tersier. Di petak tersier pembagian air, eksploitasi dan pemeliharaan menjadi tanggung jawab para petani yang bersangkutan, di bawah bimbingan pemerintah. Ini juga menentukan ukuran petak

tersier. Petak yang kelewat besar akan mengakibatkan pembagian air menjadi tidak efisien. Faktor-faktor penting lainnya adalah jumlah petani dalam satu petak, jenis tanaman dan topografi. Di daerah-daerah yang ditanami padi luas petak tersier idealnya maksimum 50 ha, tapi dalam keadaan tertentu dapat ditolelir sampai seluas 75 ha, disesuaikan dengan kondisi topografi dan kemudahan eksploitasi dengan tujuan agar pelaksanaan Operasi dan Pemeliharaan lebih mudah. Petak tersier harus mempunyai batas-batas yang jelas seperti misalnya parit, jalan, batas desa dan batas perubahan bentuk medan (terrain fault). Petak tersier dibagi menjadi petak-petak kuarter, masing-masing seluas kurang lebih 8 - 15 ha. Apabila keadaan topografi memungkinkan, bentuk petak tersier sebaiknya bujur sangkar atau segi empat untuk mempermudah pengaturan tata letak dan memungkinkan pembagian air secara efisien. Petak tersier harus terletak langsung berbatasan dengan saluran sekunder atau saluran primer. Perkecualian jika petak-petak tersier tidak secara langsung terletak di sepanjang jaringan saluran irigasi utama yang dengan demikian, memerlukan saluran tersier yang membatasi petak-petak tersier lainnya, hal ini harus dihindari. Panjang saluran tersier sebaiknya kurang dari 1.500 m, tetapi dalam kenyataan kadang-kadang panjang saluran ini mencapai 2.500 m. Panjang saluran kuarter lebih baik di bawah 500 m, tetapi prakteknya kadang-kadang sampai 800 m.

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-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.

c. Petak primer

Petak primer terdiri dari beberapa petak sekunder, yang mengambil air langsung dari saluran primer. Petak primer dilayani oleh satu saluran primer yang mengambil airnya langsung dari sumber air, biasanya sungai. Proyek-proyek irigasi tertentu mempunyai dua saluran primer. Ini menghasilkan dua petak primer. Daerah di sepanjang saluran primer sering tidak dapat dilayani dengan mudah dengan cara menyadap air dari saluran sekunder. Apabila saluran primer melewati sepanjang garis tinggi, daerah saluran primer yang berdekatan harus dilayani langsung dari saluran primer.

2.5 Bangunan Irigasi

Salah satu bangunan di jaringan irigasi yaitu bangunan distribusi yang berfungsi mendistribusikan air dari saluran yang satu ke saluran lainnya. Bangunan distribusi ini berfungsi pula sebagai bangunan untuk pengambilan, pengukur debit, dan pengontrol taraf muka air. Jenis bangunan distribusi antara lain adalah sebagai berikut :

1. 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. Namun dalam keadaan tertentu sering dijumpai kesulitan-kesulitan dalam operasi dan pemeliharaan sehingga muncul usulan sistem proporsional, yaitu bangunan bagi dan sadap tanpa pintu dan alat ukur tetapi dengan syarat-syarat sebagai berikut :

- a. Elevasi ambang ke semua arah harus sama
- b. Bentuk ambang harus sama agar koefisien debit sama.
- c. Lebar bukaan proporsional dengan luas sawah yang diairi.

Tetapi disadari bahwa sistem proporsional tidak bisa diterapkan dalam irigasi yang melayani lebih dari satu jenis tanaman dari penerapan system golongan 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.
- d. Boks-boks bagi di saluran tersier membagi aliran untuk dua saluran atau lebih (tersier, subtersier dan/atau kuarter) Jaringan Irigasi

2. Bangunan–bangunan Pengukur dan Pengatur

Aliran akan diukur di hulu (udik) saluran primer, di cabang saluran jaringan primer dan di bangunan sadap sekunder maupun tersier. Bangunan ukur dapat dibedakan menjadi bangunan ukur aliran atas bebas (free overflow) dan bangunan ukur aliran bawah (underflow). Beberapa dari bangunan pengukur dapat juga dipakai untuk mengatur aliran air. Bangunan ukur yang dapat dipakai ditunjukkan pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Alat-alat ukur

Tipe	Mengukur dengan	Mengatur
Ambang Lebar	aliran atas	tidak
Parshall	aliran atas	tidak
Cipolleti	aliran atas	tidak
Romijn	aliran atas	ya
Crump-de Giruyter	aliran bawah	ya
Pipa sederhana	aliran bawah	ya
constant-Head Orifice (CHO)	aliran bawah	ya
Cut Throat Flume	aliran atas	tidak

(Sumber: kriteria perencanaan bagian jaringan irigasi kp-01 (2010))

- a. Bangunan pintu sorong

Salah satu bangunan pengontrol taraf muka air yaitu pintu sorong dari besi. Bangunan ini dapat digunakan sebagai pengukur debit yang lewat dibawah pintu.

Tipe aliran yang melalui lubang/celah pintu sorong adalah aliran bawah (underflow).

Persamaan hidraulik :

$$Q = \mu \cdot a \cdot b \sqrt{2gz} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

- Q : Debit (m³/det)
- μ : Koefisien debit (± 0,60)
- a : Tinggi bukaan pintu
- b : Lebar bukaan pintu

Untuk menyederhanakan operasi dan pemeliharaan, bangunan ukur yang dipakai di sebuah jaringan irigasi hendaknya tidak terlalu banyak, dan diharapkan pula pemakaian alat ukur tersebut bisa benar-benar mengatasi permasalahan yang dihadapi para petani. KP-04 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) 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. Dipetak-petak tersier kecil di sepanjang saluran primer dengan tinggi muka air yang bervariasi dapat dipertimbangkan untuk memakai bangunan sadap pipa sederhana, di lokasi yang petani tidak bisa menerima bentuk ambang sebaiknya dipasang alat ukur parshall atau cut throat flume. Alat ukur parshall memerlukan ruangan yang panjang, presisi yang tinggi dan sulit pembacaannya, alat ukur cut throat flume lebih pendek dan mudah pembacaannya.

3. 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 dari pada kemiringan dasar saluran, maka bisa terjadi aliran superkritis yang akan dapat merusak saluran. Untuk itu diperlukan bangunan peredam).

a. Bangunan terjun

Dengan bangunan terjun, menurunnya muka air (dan tinggi energi) dipusatkan di satu tempat bangunan terjun bisa memiliki terjun tegak atau terjun miring. Jika perbedaan tinggi energi mencapai beberapa meter, maka konstruksi got miring perlu dipertimbangkan.

b. Got miring

Daerah got miring dibuat 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.

2. Bangunan pembawa dengan aliran subkritis (bangunan silang)

a. Gorong-gorong

Gorong-gorong dipasang di tempat-tempat di mana saluran lewat dibawah bangunan (jalan, rel kereta api) atau apabila pembuang lewat dibawah saluran. Aliran di dalam gorong-gorong umumnya aliran bebas.

b. Talang

Talang dipakai untuk mengalirkan air irigasi lewat di atas saluran lainnya, saluran pembuang alamiah atau cekungan dan lembah-lembah. Aliran didalam talang adalah aliran bebas.

c. Sipon

Sipon dipakai untuk mengalirkan air irigasi dengan menggunakan gravitasi di bawah saluran pembuang, cekungan, anak sungai atau sungai. Sipon juga dipakai untuk melewati air di bawah jalan, jalan kereta api, atau bangunan-bangunan yang lain. Sipon merupakan saluran tertutup yang direncanakan untuk mengalirkan air secara penuh dan sangat dipengaruhi oleh tinggi tekan.

d. Jembatan sipon

Jembatan sipon adalah saluran tertutup yang bekerja atas dasar tinggi tekan dan dipakai untuk mengurangi ketinggian bangunan pendukung diatas lembah yang dalam.

e. Flum (Flume)

Ada beberapa tipe flum yang dipakai untuk mengalirkan air irigasi melalui situasi-situasi medan tertentu, misalnya:

- flum tumpu (bench flume), untuk mengalirkan air di sepanjang lereng bukit yang curam
- flum elevasi (elevated flume), untuk menyeberangkan air irigasi lewat di atas saluran pembuang atau jalan air lainnya
- flum, dipakai apabila batas pembebasan tanah (right of way) terbatas atau jika bahan tanah tidak cocok untuk membuat potongan melintang saluran trapesium biasa. Flum mempunyai potongan melintang berbentuk segi empat atau setengah bulat. Aliran dalam flum adalah aliran bebas.

4. Jalan Inspeksi dan Jembatan

Jalan-jalan inspeksi diperlukan untuk inspeksi, eksploitasi dan pemeliharaan jaringan irigasi dan pembuang oleh Dinas Pengairan. Masyarakat boleh menggunakan jalan-jalan inspeksi ini untuk keperluan tertentu saja. Apabila saluran dibangun sejajar dengan jalan umum didekatnya, maka tidak diperlukan jalan inspeksi di sepanjang ruas saluran tersebut. Biasanya jalan inspeksi terletak di sepanjang sisi saluran irigasi. Jembatan dibangun untuk saling menghubungkan

jalan-jalan inspeksi diseberang saluran irigasi/pembuang atau untuk menghubungkan jalan inspeksi dengan jalan umum. Perlu dilengkapi jalan petani ditingkat jaringan tersier dan kuarter sepanjang itu memang diperlukan oleh petani setempat dan dengan persetujuan petani setempat pula, karena banyak ditemukan di lapangan jalan petani yang rusak atau tidak ada sama sekali sehingga akses petani dari dan ke sawah menjadi terhambat, terutama untuk petak sawah yang paling ujung.

5. 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. Fasilitas-fasilitas operasional diperlukan untuk operasi jaringan irigasi secara efektif dan aman.

Fasilitas-fasilitas tersebut antara lain meliputi: kantor-kantor di lapangan, bengkel, perumahan untuk staf irigasi, jaringan komunikasi, patok hektometer, papan eksploitasi, papan duga, dan sebagainya. Bangunan-bangunan pelengkap yang dibuat di dan sepanjang saluran meliputi:

1. Pagar, rel pengaman dan sebagainya, guna memberikan pengaman sewaktu terjadi keadaan-keadaan gawat;
2. Tempat-tempat cuci, tempat mandi ternak dan sebagainya, untuk memberikan sarana untuk mencapai air di saluran tanpa merusak lereng;
3. Kisi-kisi penyaring untuk mencegah tersumbatnya bangunan (sipon dan gorong-gorong panjang) oleh benda-benda yang hanyut;
4. Jembatan-jembatan untuk keperluan penyeberangan bagi penduduk. Sanggar tani sebagai sarana untuk interaksi antar petani, dan antara petani dan petugas irigasi dalam rangka memudahkan penyelesaian permasalahan yang terjadi di lapangan. Pembangunannya disesuaikan dengan kebutuhan dan kondisi petani setempat serta letaknya di setiap bangunan sadap/offtake.

2.6 Standar Tata Nama

Standar tata nama yang harus diberikan pada saluran irigasi harus jelas dan logis serta tidak mempunyai arti ganda.

a. Daerah irigasi

Daerah irigasi dapat diberi nama sesuai dengan nama daerah sekitarnya atau nama daerah yang dekat dengan jaringan bangunan utama dapat juga dari daerah yang sungainya diambil untuk keperluan irigasi.

b. Jaringan irigasi primer

Saluran irigasi primer sebaiknya diberi nama sesuai dengan daerah irigasi yang akan dilayani. Saluran sekunder sering diberi nama sesuai dengan nama desa yang terletak dipetak sekunder. Petak sekunder akan diberi nama sesuai dengan nama saluran sekundernya. Bangunan bagi diberi nama sesuai dengan ruas hulu, tetapi huruf R (ruas) diubah menjadi B (bangunan). Misalnya BS1 adalah bangunan bagi diujung ruas RS1. Bangunan-bangunan yang ada diantara bangunan bagi sadap (gorong-gorong, jembatan, talang, bangunan terjun, dan sebagainya) diberi nama sesuai dengan nama ruas dimana bangunan tersebut terletak, juga dimulai dengan huruf B (bangunan) lalu diikuti huruf kecil sedemikian hingga bangunan yang terletak dihilir mulai dengan "a" dan bangunan-bangunan yang berada lebih jauh dihilir memakai huruf b, c dan seterusnya.

2.7 Parameter Hidrologi

Parameter-parameter hidrometeorologi yang penting dalam perencanaan jaringan irigasi antara lain :

1. Curah hujan
2. Evapotranspirasi
3. Debit puncak dan debit harian
4. Angkutan sedimen

Parameter-parameter tersebut dikumpulkan, dianalisis dan di evaluasi didalam tahap studi dan pada tahap perencanaan hasil evaluasi hidrologi ditinjau kembali

dan dikerjakan lebih mendetail berdasarkan data-data tambahan dari lapangan dan hasil studi perbandingan.

2.7.1 Curah Hujan Efektif

Curah hujan efektif adalah bagian dari curah hujan yang digunakan dalam suatu proses hidrologi yang dimanfaatkan. 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. Data yang digunakan diambil dari data pengukuran hujan distasiun terdekat, dengan panjang pengamatan minimal 10 tahun yang telah dilengkapi dan disusun sesuai dengan urutan ranking dan mempunyai resiko kegagalan tertentu.

Adapun untuk penentuannya digunakan metode Harza dengan persamaan sebagai berikut :

$$M = \frac{n}{5} + 1 \dots\dots\dots (2)$$

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

1. Metode Rerata Aljabar

Metode yang paling sederhana adalah dengan melakukan perhitungan rata rata aritmatika (aljabar) dari rerata peroleh 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 tidak menyimpang jauh.

Adapun persamaannya sebagai berikut :

$$R = \frac{1}{n} (Ra + Rb + Rc + \dots + Rn) \dots\dots\dots (3)$$

Dimana :

R : Curah hujan rerata tahunan (mm)

n : jumlah stasiun yang digunakan

Ra,Rb,Rc,Rn : Curah hujan rerata tahunan ditiap titik pengamatan (mm)

2. Metode THIESSEN

Metode THIESSEN adalah metode yang ditentukan dengan cara membuat polygon antar stasiun pada suatu wilayah kemudian tinggi hujan rata-rata dihitung dari jumlah perkalian antara setiap luas polygon dan tinggi hujan dibagi dengan seluruh luas wilayah. Metode Thiessen biasanya digunakan untuk mengetahui tinggi hujan rata-rata serta apabila stasiun hujan tidak tersebar merata.

$$R = \frac{RaAa + RbAb + RcAc + \dots + RnAn}{Aa + Ab + Ac + \dots + An} \dots\dots\dots(4)$$

Dimana :

R : Curah hujan wilayah

Aa,Ab,Ac,An : Luas wilayah.

Ra,Rb,Rc,Rn : Curah hujan di pos

2.7.2 Debit Andalan

Debit andalan (dependable flow) adalah debit minimum sungai untuk kemungkinan terpenuhi yang sudah ditentukan yang dapat dipakai untuk irigasi. Kemungkinan terpenuhi ditetapkan 80% (kemungkinan bahwa debit sungai lebih rendah dari debit andalan adalah 20%). Debit andalan ditentukan untuk periode tengah – bulanan. Debit minimum sungai dianalisis atas dasar data debit harian sungai. Agar analisisnya cukup tepat dan andal, catatan data yang diperlukan harus meliputi jangka waktu paling sedikit 20 tahun. Jika persyaratan ini tidak bisa dipenuhi, maka metode hidrologi analitis dan empiris bisa dipakai. Dalam menghitung debit andalan, kita harus mempertimbangkan air yang diperlukan dari sungai di hilir pengambilan. Dalam praktek ternyata debit andalan dari waktu

kewaktu mengalami penurunan seiring dengan penurunan fungsi daerah tangkapan air. Penurunan debit andalan dapat menyebabkan kinerja irigasi berkurang yang mengakibatkan pengurangan areal persawahan. Antisipasi keadaan ini perlu dilakukan dengan memasukan faktor koreksi besaran 80%-90% untuk debit andalan. Faktor koreksi tersebut tergantung pada kondisi perubahan DAS. Menurut buku dasar-dasar hidrologi, debit andalan (water availability) dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A \quad \dots\dots\dots(5)$$

$$i = \frac{R \text{ efektif}}{\text{jumlah hari dalam 1 bulan} \times 24} \quad \dots\dots\dots(6)$$

Dimana :

Q : Debit aliran (m^3 /det)

0,278 : Konversi satuan

C : Koefisien pengaliran

I : Intensitas curah hujan (mm/jam)

A : Luas daerah aliran sungai (km^2)

Tabel 2.2 Koefisien pengaliran (metode mononobe)

Kondisi daerah pengaliran dan sungai	Harga dari <i>f</i>
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 di aliri	0.70 - 0.80
Sungai di daerah pegunungan	0.75 - 0.85
Sungai kecil di dataran	0.45 - 0.75
Sungai besar yang lebih dari setengah daerah pengaliran terdiri dari dataran	0.50- 0.75

(Sumber: Hidrologi untuk Pengairan, Suyono Sosrodarsono, Hal 145)

2.7.3 Evapotranspirasi

Evaporasi dan transpirasi merupakan faktor penting dalam study pengembangan sumberdaya. Evaporasi adalah proses fisik yang mengubah suatu

cairan atau bahan padat menjadi gas. Sedangkan tranpirasi adalah penguapan air yang terjadi melalui tumbuhan. Jika kedua proses tersebut saling berkaitan disebut dengan evapotranspirasi. Sehingga evapotranspirasi merupakan gabungan antara penguapan permukaan tanah bebas dan penguapan yang berasal dari daun tanaman. Besarnya nilai dipengaruhi oleh iklim serta umur tanaman. Analisis mengenai evaporasi diperlukan untuk menentukan besarnya evapotranspirasi tanaman yang kelak akan dipakai untuk menghitung kebutuhan air irigasi dan, kalau perlu untuk studi neraca air di daerah aliran sungai. Studi ini mungkin dilakukan bila tidak tersedia data aliran dalam jumlah yang cukup.

Data-data iklim yang diperlukan untuk perhitungan ini adalah yang berkenaan dengan :

1. Temperatur : harian maksimum, minimum dan rata-rata
2. Kelembaban udara relatif
3. Sinar matahari : lamanya dalam sehari
4. Angin : kecepatan dan arah
5. Evaporasi : catatan harian

Data-data klimatologi di atas adalah standar bagi stasiun-stasiun agrometeorologi. Jangka waktu pencatatan untuk keperluan analisis yang cukup tepat dan andal adalah sekitar sepuluh tahun. Dengan metode pendekatan dapat mengetahui besarnya evapotranspirasi, menggunakan metode PENMAN dimana rumus ini memberikan hasil yang baik bagi besarnya penguapan (evaporasi). Hasil perhitungan dengan rumus ini lebih dapat dipercaya dibanding dengan rumus lainnya dengan memasukan faktor-faktor energi. Rumus PENMAN sebagai berikut :

$$E = (\Delta H + 0.27 E_a) / (\Delta + 0.27) \dots\dots\dots(7)$$

Dimana :

E : Energi yang ada untuk penguapan

H : $R_a (1-r)(0,18+0,55 n/N) - \sigma T_a^4(0,56 - 0,92 \overline{e.d}) (0,10+0,90 n/N)$

R_a : radiasi extraterensial bulanan rata-rata (mm/hari)

r : koefisien refleksi pada permukaan (%)

- n/N : presentase penyinaran matahari
 σ : konstanta stefan-Boltzman (mm air/hari/'k)
 $\sigma T a^4$: koefisien tergantung dari temperatur (mm/hari)
 e_d : tekanan uap udara dalam keadaan jenuh dan yang diamati sebenarnya (mm/hg)
 e_a : tekanan uap udara pada temperatur udara rata-rata (mm/hg)
 E_a : evapotranspirasi dalam mm/hari

Tabel 2.3 Nilai Radiasi Ekstra Terensial 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
Nopember	13,10	14,60	15,70
Desember	12,40	14,30	15,80

(Sumber: Hidrologi Terapan, Bambang Triatmodjo, Hal: 80)

Tabel 2.4 Konstanta Stefan-Boltzman

Temperatur (°c)	Temperatur (°k)	$\sigma_{T a^4}$ (mm air/hari)
0	273	11.22
5	278	12.06
10	283	12.96
15	288	13.89
20	293	14.88
25	298	15.92
30	303	17.02
35	308	18.17
40	313	19.38

Tabel 2.5 Nilai Δ/γ untuk suhu-suhu yang berlainan

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	5.2
19	2.03	29	3.4	39	5.45
20	2.14	30	3.57	40	5.7

(sumber : Imam Subarkah, Hidrologi Perencanaan Bangunan Air, 1980)

Tabel 2.6 Faktor Koreksi penyinaran Matahari

Utara	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des
0	1.04	0.94	1.04	1.01	1.04	1.04	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	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	0.95	0.97
20	0.95	0.9	1.03	1.05	1.12	1.11	1.14	1.11	1.02	1	0.93	0.94

(Sumber: Hidrologi Terapan, Bambang Triatmodjo, Hal: 80)

Selatan	jan	fen	mar	apr	mei	jun	jul	agt	sep	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	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: Hidrologi Terapan, Bambang Triatmodjo, Hal: 81)

Tabel 2.7 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
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	12.54	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	16.57	16.68	16.79	16.9	17	17.1	17.21	17.32	17.43
20	17.53	17.64	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	20.58	20.69	20.8	20.93
23	21.05	21.19	21.32	21.45	21.58	21.71	21.84	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	24.36	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	27.53	27.69	27.85	28	28.16
28	28.32	28.49	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	31.28	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	33.89	34.08	34.28	34.47	34.66	34.86	35.06	35.26	35.46
32	35.66	35.86	36.07	36.27	36.48	36.68	36.89	37.1	37.31	37.52
33	37.33	37.94	38.16	38.37	38.58	38.8	39.02	39.24	39.46	39.46
34	39.9	40.12	40.34	40.57	40.8	41.02	41.25	41.48	41.71	41.94
35	42.18	42.41	42.64	42.88	43.12	43.36	43.6	43.84	44.08	44.32

(Sumber: Hidrologi Teknik, C.D.Soemarto, Hal: 23)

Tabel 2.8 Kecepatan angin

m/det	knot	Km/jam	Ft/sec	Mil/hr
1	1.944	3.6	3.281	2.237
0.514	1	1.852	1.688	1.151
0.278	0.54	1	0.911	0.621
0.305	0.592	1.097	1	0.682
0.445	0.869	1.609	1.46	1

(Sumber : Imam Subarkah, *Hidrologi Perencanaan Bangunan Air*, 1980)

2.7.4 Pola Tanam

Pola tanam adalah bentuk-bentuk jadwal tanam secara umum yang menyatakan kapan mulai tanam. Dari alternatif yang ada perlu pertimbangan sehingga dapat menghasilkan yang terbaik dalam pelaksanaannya. Adapun aspek yang perlu diperhatikan antara lain:

- a. Curah hujan efektif rata-rata
- b. Kebutuhan air irigasi
- c. Perkolasi tanah didaerah tersebut
- d. Koefisien tanaman-tanaman

Rencana tata tanam pada suatu daerah irigasi kaitanya dengan ketersediaan air pada saat itu yang minimal mencukupi untuk pengolahan tanah dan juga tergantung pada kebiasaan penduduk setempat.

1. Kebutuhan Air irigasi

Analisis kebutuhan air irigasi merupakan salah satu tahap penting yang diperlukan dalam perencanaan dan pengelolaan sistem irigasi. Kebutuhan air tanaman didefinisikan sebagai jumlah air yang dibutuhkan oleh tanaman pada suatu periode untuk tumbuh dan produksi secara normal. Kebutuhan air nyata untuk areal usaha pertanian meliputi evapotranspirasi, sejumlah air yang dibutuhkan untuk pengoperasian secara khusus seperti penyiapan lahan dan penggantian air serta kehilangan air yang disebabkan rembesan, kebocoran, eksploitasi, dan lain-lain.

Besarnya kebutuhan air ini ditetapkan dengan memperhitungkan besarnya kebutuhan air efektif, evaporasi, perkolasi, pengolahan tanah, macam tanah, efisiensi irigasi dan sebagainya.

2. Penyiapan Lahan

Analisa kebutuhan air selama pengolahan lahan dapat menggunakan metode seperti diusulkan oleh **Van de Goor** dan **Zilijstra** sebagai berikut :

$$\boxed{IR = M \cdot e^k / e^k - 1} \dots\dots\dots(8)$$

$$\boxed{M = E_o + P} \dots\dots\dots(9)$$

$$\boxed{K = (M \cdot T) / S} \dots\dots\dots(10)$$

Dimana :

- IR : Kebutuhan air untuk pengolahan lahan (mm/hari)
- M : Kebutuhan air untuk mengganti kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi serta perkolasi disawah yang sudah dijenuhkan (mm/hari)
- E_o : Evaporasi potensial (mm/hari)
- P : Perkolasi (mm/hari)
- K : Konstanta
- T : Jangka waktu pengolahan (hari)
- S : Kebutuhan air untuk penjenuhan (mm)
- e : Bilangan eksponen 2,7182

3. Penggunaan Konsumtif

Menurut standar kriteria perencanaan irigasi (KP irigasi), penggunaan konsumtif air pada tanaman dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut :

$$\boxed{Etc = Kc \cdot Eto} \dots\dots\dots(11)$$

Dimana :

- Etc : kebutuhan konsumtif tanaman (mm/hari)
- Kc : koefisien tanaman
- Eto : Evapotranspirasi (mm/hari)

4. Penggantian lapisan air

Setelah pemupukan perlu dijadwalkan dan mengganti lapisan air menurut kebutuhan. Penggantian diperkirakan sebanyak 2 kali masing-masing 50 m satu bulan dan dua bulan setelah tranplantasi atau 3,3 mm/hari selama setengah bulan. Kebutuhan air untuk penyiapan lahan dapat ditentukan secara empiris sebesar 250 mm, meliputi kebutuhan penyiapan lahan dan untuk lapisan air awal setelah tranplantasi selesai. Untuk lahan yang sudah tidak ditanami, kebutuhan air untuk penyiapan lahan dapat ditentukan sebesar 30 mm.

5. Perkolasi

Perkolasi adalah masuknya air dari daerah tak jenuh ke dalam daerah jenuh air, pada proses ini air tidak dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Laju perkolasi sangat tergantung pada sifat-sifat tanah. Data-data mengenai perkolasi akan diperoleh dari penelitian kemampuan tanah maka diperlukan penyelidikan kelulusan tanah. Pada tanah lempung berat dengan karakteristik pengolahan laju perkolasi dapat mencapai 1-3 mm/hari. Pada tanah-tanah yang lebih ringan, laju perkolasi bisa lebih tinggi. Untuk menentukan laju perkolasi, perlu diperhitungkan tinggi muka air tanahnya.

Tabel 2.9 Perkolasi per Bulan

Perkolasi (mm/hari)	28 hari	30 hari	31 hari
0	0	0	0
6	168	180	186
5	140	150	155
4	112	120	124
2	56	60	62
0	0	0	0

6. Koefisien Tanaman

Karakteristik tanaman dalam masa tumbuhnya dari bulan ke bulan tidak sama sehingga menyebabkan nilai besaran evapotranspirasinya berbeda. Oleh karena itu dalam pemakaian air konsumtif bulanan/tengah bulanan akan ada perbedaan nilai karena koefisien bulannya yang tidak sama (tergantung pada masa pertumbuhannya).

Tabel 2.10 Nilai koefisien tanaman untuk padi berumur 120 hari (menurut Nedeco/Prosida)

Periode tengah bulan	Padi		Kedelai	
	Varitas biasa	Varitas unggul	Varitas biasa	Varitas unggul
1	1.2	1.2	1.1	1.1
2	1.2	1.27	1.1	1.1
3	1.32	1.33	1.1	1.05
4	1.4	1.3	1.1	1.05
5	1.35	1.3	1.1	0.95
6	1.24	0	1.05	0
7	1.12	-	0.95	-
8	0	-	0	-

(Sumber: Kriteria Perencanaan- 01, 2010)

Tabel 2.11 Koefisien Tanaman berdasarkan % pertumbuhan

% pertumbuhan	koefisien tanaman
10	1.08
20	1.18
30	1.27
40	1.37
50	1.4
60	1.33
70	1.23
80	1.13
90	1.02
100	0.92

2.8 Tahapan Perencanaan

Dalam pelaksanaan proyek irigasi sering digunakan akronim SIDLACOM untuk mengidentifikasi berbagai tahapan pada proyek tersebut .

- S : Survey (pengukuran)
- I : Investigation (penyelidikan)
- D : Design (Perencanaan Teknis)
- La : Land Acquisition (Pembebasan Tanah)
- C : Contruction (Pelaksanaan)
- O : Operation (Eksploitasi)
- M : Maintenance (Pemeliharaan)

Dari tujuh tahapan pekerjaan diatas, selanjutnya yang akan dibahas dalam tulisan ini adalah sebagian dari tiga tahapan diatas yaitu tahap SID.

Secara umum tahap SID dalam proyek irigasi dibagi menjadi dalam dua tahapan yaitu

1. Tahap studi

Tahap studi merupakan tahap perumusan proyek dan penyimpulan akan dilaksanakannya suatu proyek, yang bersifat teknis dan non teknis.

- a. Studi awal merupakan gagasan untuk mengembangkan irigasi pertanian dengan perkiraan luas daerah irigasi berdasarkan potensi pengembangan sungai
- b. Studi identifikasi dengan menentukan nama dan luas garis besar skema irigasi serta pemberitahuan kepada pemerintah daerah dan pihak-pihak berwenang serta pihak-pihak lain yang akan dilibatkan dalam proyek irigasi tersebut.
- c. Studi pengenalan, mempelajari kelayakan teknis proyek tersebut.
 - Memberi penjelasan mengenai aspek-aspek yang belum terpecahkan dalam studi identifikasi.
 - Mengerjakan pekerjaan lapangan oleh tim yang terdiri dari orang-orang dari berbagai disiplin ilmu.
 - Membandingkan proyek alternative dilihat dari segi perkiraan biaya.

- Memilih alternative untuk dipelajari lebih lanjut
- Menentukan pengukuran dan penyelidikan yang diperlukan.

d. Studi kelayakan

- Menganalisa dari segi teknis dan ekonomis untuk proyek yang sedang dirumuskan
- Menentukan batasan proyek dan sekaligus menetapkan prasarana yang diperlukan
- Mengajukan program pelaksanaan
- Menentukan ketepatan yang disyaratkan untuk aspek-aspek teknis serupa dengan tingkat ketepatan yang disyaratkan untuk perencanaan pendahuluan
- Studi kelayakan membutuhkan pengukuran topografi, geoteknik, dan kualitas tanah secara ekstensif sebagaimana untuk perencanaan.

2. Tahap perencanaan

a. Perencanaan pendahuluan

- Foto udara pengukuran peta topografi penelitian pencocokan tanah terhadap rencana pertanian setempat.
- Menganalisa hidrologi proyek yang meliputi tersedianya air, kebutuhan air per hektar.
- Menentukan tata letak dan perencanaan pendahuluan bangunan utama, saluran dan bangunan pelengkap, neraca air.

b. Perencanaan detail

Pengukuran trase saluran beserta bangunan-bangunannya, penyelidikan detail geologi teknik, dan penyelidikan model hidraulis.

2.8.1 Dimensi Saluran

Setelah ditetapkan nya pola tanam disuatu daerah maka akan diketahui besarnya kapasitas kebutuhan air maksimum yang akan dialirkan pada suatu saluran untuk kemudian diberikan kepada areal sawah/kebun yang membutuhkan.

Berdasarkan kebutuhan air inilah maka saluran-saluran dan bangunan-bangunan yang terdapat pada jaringan irigasi kita dimensikan.

Persamaan yang dipergunakan untuk mendimensikan saluran menggunakan persamaan **Manning Gaukler Strikler**.

Dimana persamaan tersebut adalah :

$$V = K \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \dots\dots\dots(12)$$

$$Q = V \cdot A \dots\dots\dots(13)$$

Dimana :

Q : Debit Rencana/kapasitas saluran (m^3/det)

K : Koefisien kekasaran manning

A : Luas penampang basah (m^2)

: $h(b + m \cdot h)$

R : jari-jari hidraulis (m)

A/P dimana : $P = b + 2 h \sqrt{1 + m^2}$

I : kemiringan saluran

1. Kemiringan Saluran

Ada dua pengertian kemiringan dalam saluran yaitu kemiringan dasar saluran dan kemiringan sisi saluran yang bisa diberi notasi 1 : z, kedua komponen ini merupakan faktor yang menentukan dalam dimensi saluran. Kemiringan saluran ini adalah berbagai bahan saluran antara lain :

Tabel 2.12 Karakteristik tanah sebagai bahan saluran menggunakan persamaan Strikler

karakteristik tanah	h < 1m	h > 1m
Karang	1 : 0.25	1 : 0.5
tanah liat	1 : 1	1 : 0.5
tanah liat lempung dan tanah liat lumpur	1 : 1.5	1 : 2
tanah liat berpasir atau lumpur berpasir	1 : 2	1 : 3
pasir , lempung berpasir atau tanah lunak atau tanah organis	1: 3	1: 4

2. 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.

Berikut beberapa tipe jagaan berdasarkan jenis saluran dan debit air yang mengalir:

Tabel 2.13 Tipe jagaan berdasarkan jenis saluran dan debit air

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	4.5
saluran utama dan sekunder	0.50 - 1	2.0 – 2.5	0.5	1.5 - 2	5.5
	1 – 2	2.5 – 3.0	0.6	1.5 – 2	5.5
	2 – 3	3.0 – 3.5	0.6	1.5 – 2	5.5
	3 – 4	3.5 – 4.0	0.6	1.5 – 2	5.5
	4 – 5	4.0 – 4.5	0.6	1.5 – 2	5.5
	5 – 10	4.5 – 5.0	0.6	2	5.5
	10 – 25	6.0 – 7.0	0.75 - 1	2	5.5

(Sumber: *Kriteria Perencanaan-03, 2010*)

Tabel 2.14 Pedoman menentukan dimensi saluran

Q (m^3/dt)	N b/h	V (m/dt) (Untuk tanah biasa)	Kemiringan Talud tanah biasa	Keterangan (Nilai K)
0,000 – 0,150	1	0,25 – 0,30	1 : 1	60 = Saluran Pasangan
0,150 - 0,300	1	0,30 - 0,35	1 : 1	
0,300 - 0,400	1,5	0,35 - 0,40	1 : 1	50 = Saluran Terpelihara
0,400 - 0,500	1,5	0,40 - 0,45	1 : 1	
0,500 - 0,750	2	0,45 - 0,50	1 : 1	47,5 = Q > 10 m^3/dt atau Saluran Induk
0,750 - 1,500	2	0,50 - 0,55	1 : 1	

Sambungan Tabel 2.14

1,500 - 3,000	2,5	0,55 - 0,60	1 : 1,5	45 = Q = 5-10 m ³ /dt atau Saluran Sekunder
3,000 - 4,500	3	0,60 - 0,65	1 : 1,5	
4,500 - 6,000	3,5	0,65 - 0,70	1 : 1,5	
6,000 - 7,500	4	0,7	1 : 1,5	
7,500 - 9,000	4,5	0,7	1 : 1,5	
9,000 - 11,000	5	0,7	1 : 1,5	
11,000 - 15,000	6	0,7	1 : 1,5	
15,000 - 25,000	8	0,7	1 : 2	
25,000 - 40,000	10	0,7	1 : 2	
40,000 - 80,000	12	0,8	1 : 2	

(Sumber: Kriteria Perencanaan-02, 2010)

Tabel 2.15 Harga koefisien kekasaran strickler

No	Debit rencana ($\frac{m^3}{det}$)	koefisien strickler (k)
1	$Q > 10$	45
2	$5 < Q < 10$	42,5
3	$1 < Q < 5$	40
4	$Q < 1$	35

2.8.2 Menentukan Elevasi 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 air.

- 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. Dalam menghitung muka air yang diperlukan dapat dihitung menggunakan rumus:

$$P = A + a + b + c + d + e + f + g + \Delta h + z \dots\dots\dots(14)$$

dimana:

P = Elevasi muka air di saluran primer/sekunder.

A = Elevasi muka tanah tertinggi.

a = Tinggi genangan di sawah ± 10 cm.

b = Kehilangan tinggi energi pada saluran kuarter sampai sawah, ± 5 cm.

c = Kehilangan tinggi energi di boks kuarter, ± 5 cm/boks.

d = Kehilangan air pada bangunan pembawa di saluran irigasi, $I \times L$.

e = Kehilangan tinggi energi di boks bagi tersier, ± 5 cm.

f = Kehilangan tinggi energi di gorong-gorong, ± 5 cm.

g = Kehilangan tinggi energi di bangunan sadap tersier $1/3 H$ untuk alat ukur *Romijn*.

Δh = Variasi muka air = $0,18 h$ (sekitar $0,05 - 0,30$ cm).

z = Kehilangan tinggi energi di bangunan-bangunan lainnya (misalnya jembatan, dan pelimpah samping).