

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian irigasi

Irigasi suatu usaha untuk memperoleh air yang menggunakan bangunan dan saluran buatan untuk keperluan penunjang produksi pertanian. Kata irigasi berasal dari kata irrigate dalam bahasa belanda dan irrigation dalam bahasa inggris.

Menurut Abdullah Angoedi dalam Sejarah Irigasi di Indonesia disebutkan bahwa dalam laporan Pemerintah Belanda irigasi di definisikan sebagai berikut:”secara teknis menyalurkan air melalui saluran-saluran pembawa ke tanah pertanian dan setelah air tersebut diambil manfaat sebesar-besarnya menyalurkannya ke saluran-saluran pembuang terus ke sungai”. (sumber: Desain Hidrolik Bangunan Irigasi, Prof. R.Drs. Erman Mawardi, Dipl. AIT, 2007)

2.2 Jenis-Jenis Irigasi

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

- 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 disalurkan 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.

2.3 Tingkatan Jaringan Irigasi

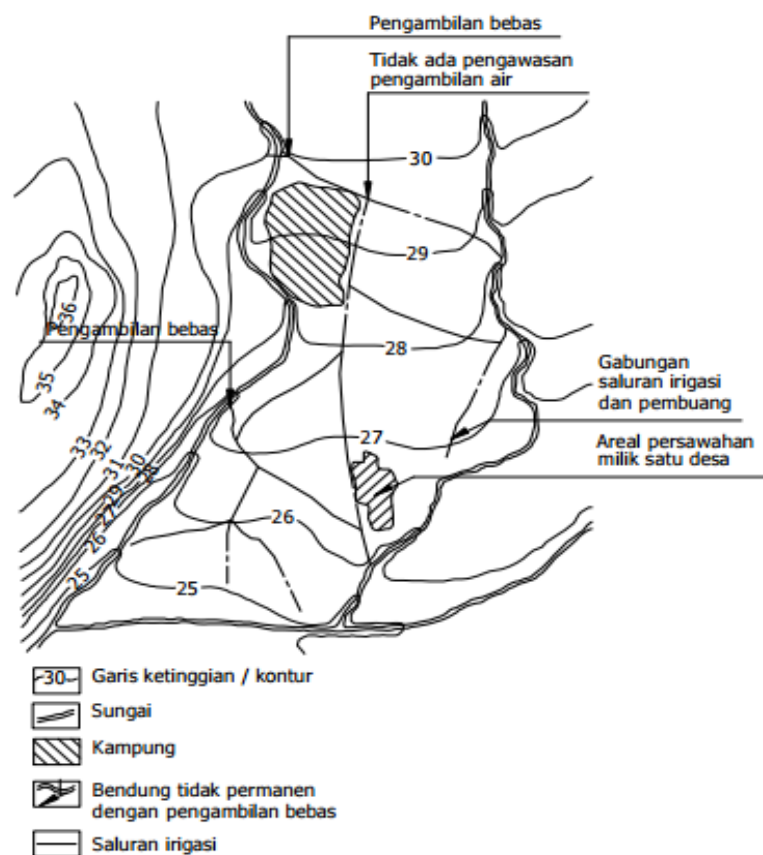
Berdasarkan cara pengaturan, pengukuran aliran air, dan kelengkapan fasilitas, jaringan irigasi dapat dibedakan dalam tiga tingkatan, yaitu:

2.3.1 Jaringan Irigasi Sederhana

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

Jaringan irigasi yang masih sederhana itu mudah diorganisasi tetapi memiliki kelemahan-kelemahan yang serius. Pertama-tama, ada pemborosan air dan, karena pada umumnya jaringan ini terletak di daerah yang tinggi, air yang terbuang itu tidak selalu dapat mencapai daerah rendah yang lebih

subur. Kedua, terdapat banyak penyadapan yang memerlukan lebih banyak biaya lagi dari penduduk karena setiap desa membuat jaringan dan pengambilan sendiri-sendiri. Karena bangunan pengelaknya bukan bangunan tetap/permanen, maka umurnya mungkin pendek Seperti gambar 2.1 berikut ini:

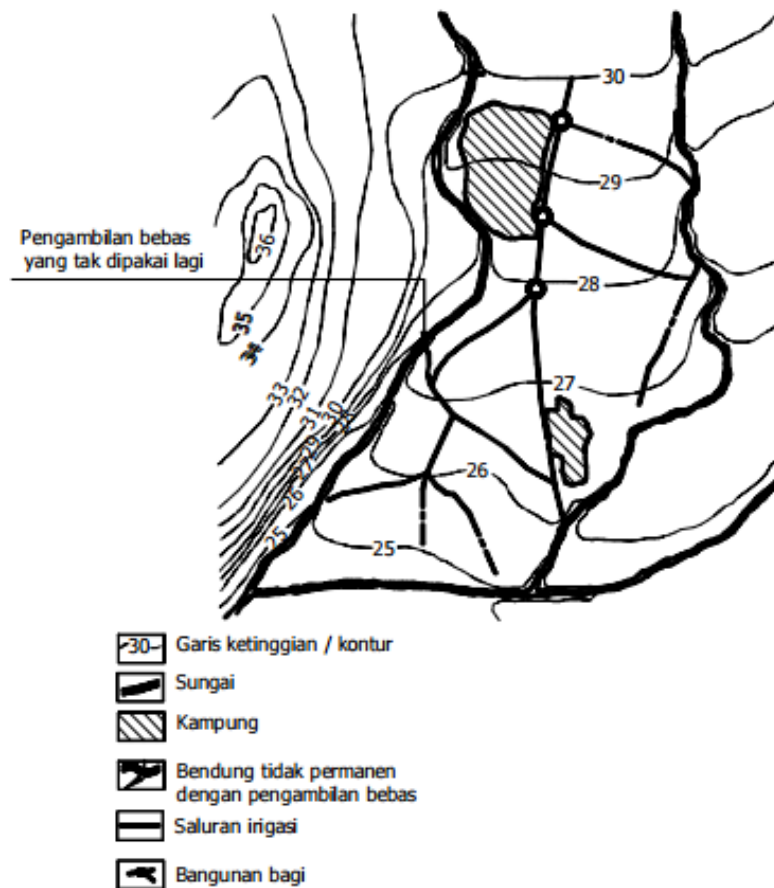


Gambar 2.1 jaringan irigasi sederhana
(Sumber: Kriteria Perencanaan Bagian Jaringan Irigasi KP – 01, 2010)

2.3.2 Jaringan Irigasi Semi Teknis

Dalam banyak hal, perbedaan satu-satunya antara jaringan irigasi sederhana dan jaringan semiteknis adalah bahwa jaringan semiteknis ini bendungnya terletak di sungai lengkap dengan bangunan pengambilan dan bangunan pengukur di bagian hilirnya. Mungkin juga dibangun beberapa

bangunan permanen di jaringan saluran. Sistem pembagian air biasanya serupa dengan jaringan sederhana seperti pada gambar 2.2. Adalah mungkin bahwa pengambilan dipakai untuk melayani/mengairi daerah yang lebih luas dari daerah layanan pada jaringan sederhana. Oleh karena itu biayanya ditanggung oleh lebih banyak daerah layanan. Organisasinya akan lebih rumit jika bangunan tetapnya berupa bangunan pengambilan dari sungai, karena diperlukan lebih banyak keterlibatan dari pemerintah, dalam hal ini Departemen Pekerjaan Umum.



Gambar 2.2 jaringan irigasi semi teknis
(Sumber: Kriteria Perencanaan Bagian Jaringan Irigasi KP – 01, 2010)

2.3.3 Jaringan Irigasi Teknis

Salah satu prinsip dalam perencanaan jaringan teknis adalah pemisahan antara jaringan irigasi dan jaringan pembuang/pematus. Hal ini berarti bahwa baik saluran irigasi maupun pembuang tetap bekerja sesuai dengan fungsinya masing-masing, dari pangkal hingga ujung. Saluran irigasi mengalirkan air irigasi ke sawah-sawah dan saluran pembuang mengalirkan air lebih dari sawah-sawah ke saluran pembuang alamiah yang kemudian akan diteruskan ke laut

Petak tersier menduduki fungsi sentral dalam jaringan irigasi teknis. Sebuah petak tersier terdiri dari sejumlah sawah dengan luas keseluruhan yang idealnya maksimum 50 ha, tetapi dalam keadaan tertentu masih bisa ditolerir sampai seluas 75 ha. Perlunya batasan luas petak tersier yang ideal hingga maksimum adalah agar pembagian air di saluran tersier lebih efektif dan efisien hingga mencapai lokasi sawah terjauh.

Permasalahan yang banyak dijumpai di lapangan untuk petak tersier dengan luasan lebih dari 75 ha antara lain:

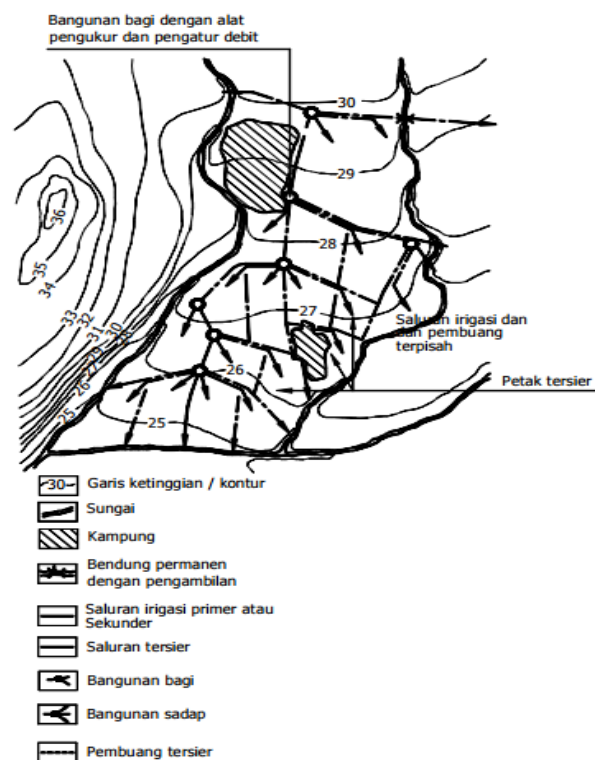
- dalam proses pemberian air irigasi untuk petak sawah terjauh sering tidak terpenuhi.
- kesulitan dalam mengendalikan proses pembagian air sehingga sering terjadi pencurian air
- banyak petak tersier yang rusak akibat organisasi petani setempat yang tidak terkelola dengan baik.

Semakin kecil luas petak dan luas kepemilikan maka semakin mudah organisasi setingkat P3A/GP3A untuk melaksanakan tugasnya dalam melaksanakan operasi dan pemeliharaan. Petak tersier menerima air di suatu tempat dalam jumlah yang sudah diukur dari suatu jaringan pembawa yang diatur oleh Institusi Pengelola Irigasi.

Pembagian air di dalam petak tersier diserahkan kepada para petani. Jaringan saluran tersier dan kuarter mengalirkan air ke sawah. Kelebihan air ditampung di dalam suatu jaringan saluran pembuang tersier dan kuarter dan selanjutnya dialirkan ke jaringan pembuang primer. Jaringan irigasi teknis

yang didasarkan pada prinsip-prinsip di atas adalah cara pembagian air yang paling efisien dengan mempertimbangkan waktu merosotnya persediaan air serta kebutuhan-kebutuhan pertanian. Pada gambar 2.3 Jaringan irigasi teknis memungkinkan dilakukannya pengukuran aliran, pembagian air irigasi dan pembuangan air lebih secara efisien.

Jika petak tersier hanya memperoleh air pada satu tempat saja dari jaringan (pembawa) utama, hal ini akan memerlukan jumlah bangunan yang lebih sedikit di saluran primer, eksploitasi yang lebih baik dan pemeliharaan yang lebih murah dibandingkan dengan apabila setiap petani diizinkan untuk mengambil sendiri air dari jaringan pembawa. Kesalahan dalam pengelolaan air di petak-petak tersier juga tidak akan mempengaruhi pembagian air di jaringan utama.



Gambar 2.3 jaringan irigasi teknis

(Sumber: Kriteria Perencanaan Bagian Jaringan Irigasi KP – 01, 2010)

2.4 Peta Iktisar

Peta ikhtisar adalah cara penggambaran berbagai macam bagian dari suatu jaringan irigasi yang saling berhubungan. Peta ikhtisar tersebut dapat dilihat pada peta tata letak.

2.4.1 Peta 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 kuartier, masing-masing seluas kurang lebih 8 - 15 ha. Apabila keadaan topografi memungkinkan, bentuk petak tersier sebaiknya bujur sangkar atau segi empat untuk mempermudah pengaturan tata letak dan memungkinkan pembagian air secara efisien.

Petak tersier harus terletak langsung berbatasan dengan saluran sekunder atau saluran primer. Perkecualian: kalau petak-petak tersier tidak secara langsung terletak di sepanjang jaringan saluran irigasi utama yang dengan demikian, memerlukan saluran tersier yang membatasi petak-petak tersier lainnya, hal ini harus dihindari. Panjang saluran tersier sebaiknya

kurang dari 1.500 m, tetapi dalam kenyataan kadang-kadang panjang saluran ini mencapai 2.500 m. Panjang saluran kuarter lebih baik di bawah 500 m, tetapi prakteknya kadang-kadang sampai 800 m.

2.4.2 Peta 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 lerenglereng medan yang lebih rendah saja.

2.4.3 Peta 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

2.5.1 Bangunan Utama

Bangunan utama (*head works*) dapat didefinisikan sebagai kompleks bangunan yang direncanakan di dan sepanjang sungai atau aliran air untuk membelokkan air ke dalam jaringan saluran agar dapat dipakai untuk

keperluan irigasi. Bangunan utama bisa mengurangi kandungan sedimen yang berlebihan, serta mengukur banyaknya air yang masuk.

Bangunan utama terdiri dari bendung dengan peredam energi, satu atau dua pengambilan utama pintu bilas kolam olak dan (jika diperlukan) kantong lumpur, tanggul banjir pekerjaan sungai dan bangunanbangunan pelengkap.

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

a. Bendung, 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 diairi (command area) Bendung gerak adalah bangunan yang dilengkapi dengan pintu yang dapat dibuka untuk mengalirkan air pada waktu terjadi banjir besar dan ditutup apabila aliran kecil. Di Indonesia, bendung adalah bangunan yang paling umum dipakai untuk membelokkan air sungai untuk keperluan irigasi.

b. Bendung karet

Bendung karet memiliki dua bagian pokok yaitu tubuh bendung yang terbuat dari karet dan pondasi beton berbentuk plat beton sebagai dudukan tabung karet serta dilengkapi satu ruang kontrol dengan beberapa perlengkapan (mesin) untuk mengontrol mengembang dan mengempisnya tabung karet. Bendung berfungsi meninggikan muka air dengan cara mengembungkan tubuh bendung dan menurunkan muka air dengan cara mengempiskan tubuh bendung yang terbuat dari tabung karet dapat diisi dengan udara atau air. Proses pengisian udara atau air dari pompa udara atau air dilengkapi dengan instrumen pengontrol udara atau air (manometer).

c. Pengambilan bebas

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

d. Pengambilan dari Waduk

Waduk (reservoir) digunakan untuk menampung air irigasi pada waktu terjadi surplus air di sungai 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 dsb. Waduk yang berukuran lebih kecil dipakai untuk keperluan irigasi saja.

e. 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 eksploitasinya mahal

2.5.2 Bangunan Sadap

Bangunan sadap adalah sebuah bangunan yang digunakan untuk menyadap/mengambil air dari saluran primer ke saluran sekunder/tersier dan atau dari saluran sekunder ke saluran tersier.

a. Bangunan Sadap Sekunder

Bangunan sadap sekunder akan memberi air ke saluran sekunder dan oleh sebab itu, melayani lebih dari satu petak tersier. Kapasitas bangunan – bangunan sadap ini secara umum lebih besar daripada $0,250 \text{ m}^3/\text{dt}$. Ada empat tipe bangunan yang dapat dipakai untuk bangunan sadap sekunder, yakni :

- Alat ukur *Romijn*
- Alat ukur *Crump-de Gruyter*
- Pintu aliran bawah dengan alat ukur ambang lebar
- Pintu aliran bawah dengan alat ukur Flume

Tipe mana yang akan dipilih bergantung pada ukuran saluran sekunder yang akan diberi air serta besarnya kehilangan tinggi energi yang di-izinkan.

Untuk kehilangan tinggi energi kecil, alat ukur *Romijn* dipakai hingga debit sebesar $2 \text{ m}^3/\text{dt}$; dalam hal ini dua atau tiga pintu *Romijn* dipasang bersebelahan. Untuk debit-debit yang lebih besar, harus dipilih pintu sorong yang dilengkapi dengan alat ukur yang terpisah, yakni alat ukur ambang lebar.

Bila tersedia kehilangan tinggi energi yang memadai, maka alat ukur *Crump-de Gruyter* merupakan bangunan yang bagus. Bangunan ini dapat direncana dengan pintu tunggal atau banyak pintu dengan debit sampai sebesar $0,9 \text{ m}^3/\text{dt}$ setiap pintu.

b. Bangunan Sadap Tersier

Bangunan sadap tersier akan memberi air kepada petak-petak tersier. Kapasitas bangunan sadap ini berkisar antara 50 l/dt sampai 250 l/dt . Bangunan sadap yang paling cocok adalah alat ukur *Romijn*, jika muka air hulu diatur dengan bangunan pengatur dan jika kehilangan tinggi energi merupakan masalah.

Bila kehilangan tinggi energi tidak begitu menjadi masalah dan muka air banyak mengalami fluktuasi, maka dapat dipilih alat ukur *Crump-de Gruyter*. Harga antara debit $Q_{\text{maks}}/Q_{\text{min}}$ untuk alat ukur *Crump-de Gruyter* lebih kecil daripada harga antara debit untuk pintu *Romijn*.

Di saluran irigasi yang harus tetap memberikan air selama debit sangat rendah, alat ukur *Crump-de Gruyter* lebih cocok karena elevasi

pengambilannya lebih rendah daripada elevasi pengambilan pintu Romijn.

Sebagai aturan umum, pemakaian beberapa tipe bangunan sadap tersier sekaligus di satu daerah irigasi tidak disarankan. Penggunaan satu tipe bangunan akan lebih mempermudah pengoperasiannya.

Untuk bangunan sadap tersier yang mengambil air dari saluran primer yang besar, di mana pembuatan bangunan pengatur akan sangat mahal dan muka air yang diperlukan di petak tersier rendah dibanding elevasi air selama debit rendah disalurkan, akan menguntungkan untuk memakai bangunan sadap pipa sederhana dengan pintu sorong sebagai bangunan penutup. Debit maksimum melalui pipa sebaiknya didasarkan pada muka air rencana di saluran primer dan petak tersier. Hal ini berarti bahwa walaupun mungkin debit terbatas sekali, petak tersier tetap bisa diairi bila tersedia air di saluran primer pada elevasi yang cukup tinggi untuk mengairi petak tersebut.

c. Bangunan Bagi dan Sadap Kombinasi System Proporsional

Pada daerah irigasi yang letaknya cukup terpencil, masalah pengoperasian pintu sadap bukan masalah yang sederhana, semakin sering jadwal pengoperasian semakin sering juga pintu tidak dioperasikan. Artinya penjaga pintu sering tidak mengoperasikan pintu sesuai jadwal yang seharusnya dilakukan. Menyadari keadaan seperti ini untuk mengatasi hal tersebut ada pemikiran menerapkan pembagian air secara proporsional. Sistem proporsional ini tidak memerlukan pintu pengatur, pembagi, dan pengukur.

Sistem ini memerlukan persyaratan khusus, yaitu :

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

Syarat aplikasi sistem ini adalah :

- melayani tanaman yang sama jenisnya (monokultur)

- jadwal tanam serentak
- ketersediaan air cukup memadai

Sehingga sistem proporsional tidak dapat diaplikasikan pada sistem irigasi di Indonesia pada umumnya, mengingat syarat-syarat tersebut di atas sulit terpenuhi.

Menyadari kelemahan-kelemahan dalam sistem proporsional dan sistem diatur (konvensional), maka dibuat alternatif bangunan bagi dan sadap dengan kombinasi kedua sistem tersebut yang kita sebut dengan sistem kombinasi.

Bangunan ini dapat berfungsi ganda yaitu melayani sistem konvensional maupun sistem proporsional. Dalam implementasi pembagian air diutamakan menerapkan sistem konvensional. Namun dalam kondisi tertentu yang tidak memungkinkan untuk mengoperasikan pintu-pintu tersebut, maka diterapkan sistem proporsional. Sistem kombinasi ini direncanakan dengan urutan sebagai berikut:

- Berdasarkan elevasi sawah tertinggi dari lokasi bangunan-bangunan sadap tersebut ditentukan elevasi muka air di hulu pintu sadap.
- Elevasi ambang setiap bangunan sadap adalah sama, yaitu sama dengan elevasi ambang dari petak tersier yang mempunyai elevasi sawah tertinggi.

Kebutuhan air (l/det/ha) setiap bangunan sadap harus sama, sehingga perbandingan luas petak tersier, debit dan lebar ambang pada setiap bangunan sadap adalah sama. (*Sumber: Kriteria Perencanaan Irigasi KP-04,2010*)

2.5.3 Bangunan Pengukur dan Pengatur

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 member informasi mengenai besar aliran yang dialirkan. Kadangkala, bangunan pengukur dapat juga berfungsi sebagai bangunan pangatur. Beberapa contoh bangunan pengukur debit diberikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Alat-Alat Ukur

Tipe	Mengukur dengan	Mengatur
Bagunan ukur ambang lebar	Aliran atas	Tidak
Bagunan ukur parshall	Aliran atas	Tidak
Bagunan ukur cipoletti	Aliran atas	Tidak
Bagunan ukur romijn	Aliran bawah	Ya
Bagunan ukur crump-de-gruyter	Aliran bawah	Ya
Bagunan sadap pipa sederhana	Aliran bawah	Ya
Constant-head orifice	Aliran bawah	Ya
Cut throat flume	Aliran atas	Tidak

(sumber:kriteria perencanaan bagian jaringan irigasi kp – 01, 2010)

2.5.4 Bangunan Pengatur Muka Air

Bangunan-bangunan pengatur muka air mengatur/mengontrol muka air di jaringan irigasi utama sampai batas-batas yang diperlukan untuk dapat memberikan debit yang konstan kepada bangunan sadap tersier.

Bangunan pengatur mempunyai potongan pengontrol aliran yang dapat distel atau tetap. Untuk bangunan-bangunan pengatur yang dapat disetel dianjurkan untuk menggunakan pintu (sorong) radial atau lainnya.

Bangunan-bangunan pengatur diperlukan di tempat-tempat di mana tinggi muka air di saluran dipengaruhi oleh bangunan terjun atau got miring (chute). Untuk mencegah meninggi atau menurunnya muka air di saluran dipakai mercu tetap atau celah kontrol trapesium (trapezoidal notch).

2.5.5 Bangunan Pembawa

Bangunan-bangunan pembawa membawa air dari ruas hulu ke ruas hilir saluran. Aliran yang melalui bangunan ini bisa superkritis atau subkritis.

a. bangunan pembawa dengan aliran superkritis

Bangunan pembawa dengan aliran tempat di mana lereng medannya maksimum saluran. Superkritis diperlukan di tempat lebih curam daripada kemiringan maksimal saluran. (Jika di tempat dimana kemiringan medannya lebih curam daripada kemiringan dasar saluran, maka bisa terjadi aliran superkritis yang akan dapat merusak saluran. Untuk itu diperlukan bangunan peredam).

1. 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.

2. 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 umurnya mengikuti kemiringan medan alamiah.

b. Bangunan pembawa dengan aliran subkritis (bangunan silang)

1. Gorong-gorong

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

2. Talang

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

3. 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.

4. Jembatan sipon

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

5. 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.

6. Saluran tertutup

Saluran tertutup dibuat apabila trase saluran terbuka melewati suatu daerah di mana potongan melintang harus dibuat pada galian yang dalam dengan lereng-lereng tinggi yang tidak stabil. Saluran tertutup

juga dibangun di daerah-daerah permukiman dan di daerah-daerah pinggiran sungai yang terkena luapan banjir. Bentuk potongan melintang saluran tertutup atau saluran gali dan timbun adalah segi empat atau bulat. Biasanya aliran di dalam saluran tertutup adalah aliran bebas.

7. Terowongan

Terowongan dibangun apabila keadaan ekonomi/anggaran memungkinkan untuk saluran tertutup guna mengalirkan air melewati bukit-bukit dan medan yang tinggi. Biasanya aliran di dalam terowongan adalah aliran bebas.

2.5.6 Bangunan Lindung

Diperlukan untuk melindungi saluran baik dari dalam maupun dari luar. Dari luar bangunan itu memberikan perlindungan terhadap limpasan air buangan yang berlebihan dan dari dalam terhadap aliran saluran yang berlebihan akibat kesalahan eksploitasi atau akibat masuknya air dan luar saluran.

a. Bangunan Pembuang Silang

Gorong-gorong adalah bangunan pembuang silang yang paling umum digunakan sebagai lindungan-luar; lihat juga pasal mengenai bangunan pembawa.

Sipon dipakai jika saluran irigasi kecil melintas saluran pembuang yang besar. Dalam hal ini, biasanya lebih aman dan ekonomis untuk membawa air irigasi dengan sipon lewat di bawah saluran pembuang tersebut.

Overchute akan direncana jika elevasi dasar saluran pembuang di sebelah hulu saluran irigasi lebih besar daripada permukaan air normal di saluran.

b. Pelimpah (Spillway)

Ada tiga tipe lindungan-dalam yang umum dipakai, yaitu saluran pelimpah, sipon pelimpah dan pintu pelimpah otomatis. Pengatur

pelimpah diperlukan tepat di hulu bangunan bagi, di ujung hilir saluran primer atau sekunder dan di tempat-tempat lain yang dianggap perlu demi keamanan jaringan. Bangunan pelimpah bekerja otomatis dengan naiknya muka air.

c. Bangunan Penggelontor Sedimen (Sediment Excluder)

Bangunan ini dimaksudkan untuk mengeluarkan endapan sedimen sepanjang saluran primer dan sekunder pada lokasi persilangan dengan sungai. Pada ruas saluran ini sedimen diijinkan mengendap dan dikuras melewati pintu secara periodik.

d. Bangunan Penguras (Wasteway)

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.

e. Saluran Pembuang Samping

Aliran buangan biasanya ditampung di saluran pembuang terbuka yang mengalir paralel di sebelah atas saluran irigasi. Saluran-saluran ini membawa air ke bangunan pembuang silang atau, jika debit relatif kecil dibanding aliran air irigasi, ke dalam saluran irigasi itu melalui lubang pembuang.

f. Saluran Gendong

Saluran gendong adalah saluran drainase yang sejajar dengan saluran irigasi, berfungsi mencegah aliran permukaan (run off) dari luar areal irigasi yang masuk ke dalam saluran irigasi. Air yang masuk saluran gendong dialirkan keluar ke saluran alam atau drainase yang terdekat.

2.5.7 Jalan 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-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 di seberang 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.

2.5.8 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 antara lain: 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:

- Pagar, rel pengaman dan sebagainya, guna memberikan pengaman sewaktu terjadi keadaan-keadaan gawat;
- Tempat-tempat cuci, tempat mandi ternak dan sebagainya, untuk memberikan sarana untuk mencapai air di saluran tanpa merusak lereng;

- Kisi-kisi penyaring untuk mencegah tersumbatnya bangunan (sipon dan gorong-gorong panjang) oleh benda-benda yang hanyut;
- 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

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

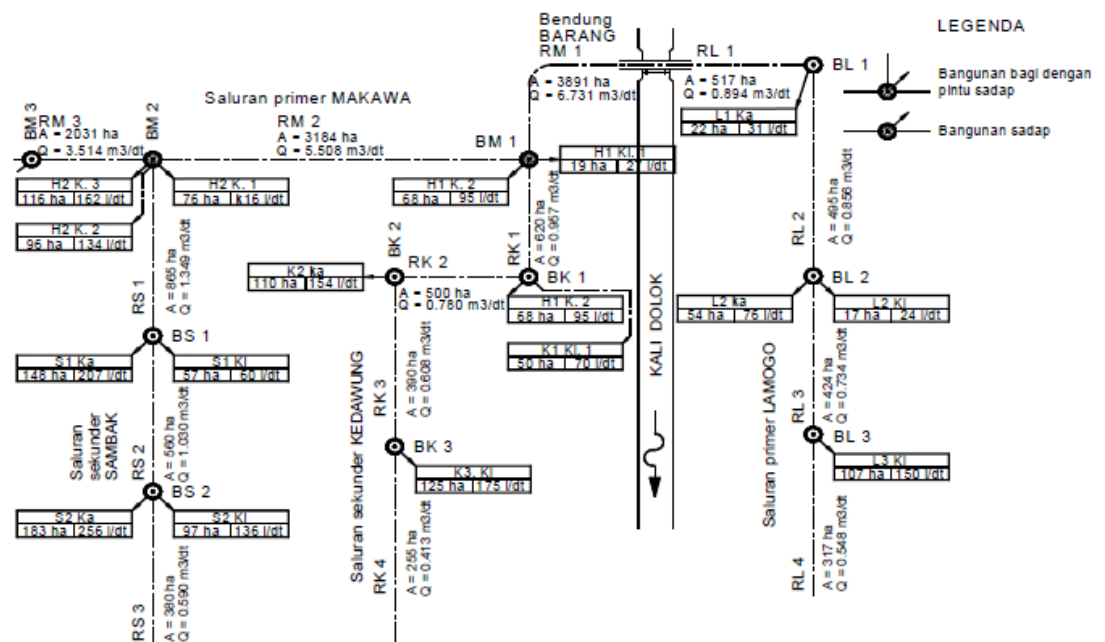
2.6.1 Daerah Irigasi

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. Untuk pemberian nama-nama pada bangunan utama berlaku peraturan yang sama seperti untuk daerah irigasi. (Lihat Gambar 2.5)

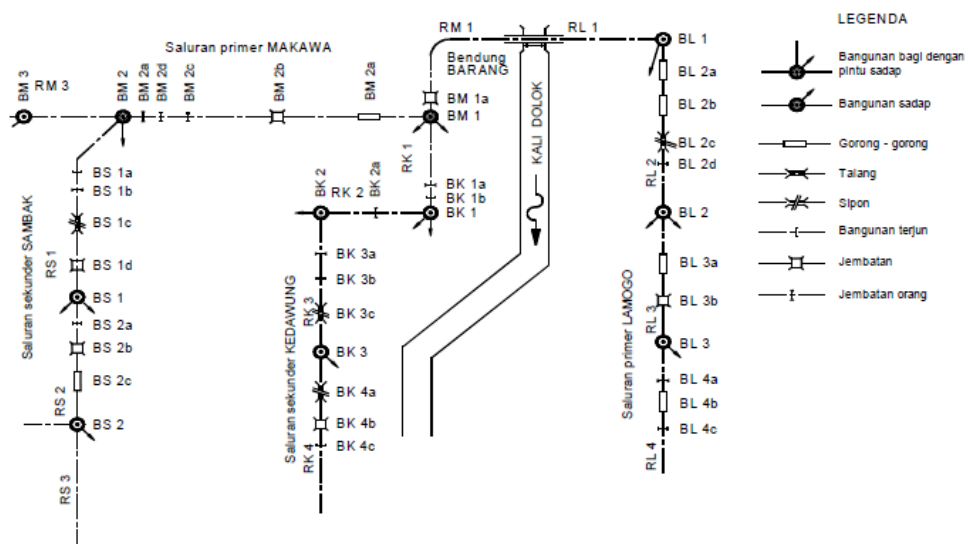
2.6.1 Jaringan Irigasi Primer

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 seperti pada gambar 2.4 berikut ini:



Gambar 2.4 standar sistem tata nama untuk sekema irigasi
(sumber: kriteria perencanaan bagian jaringan irigasi kp – 01, 2010)



Gambar 2.5 standar sistem tata nama untuk bangunan-bangunan irigasi
(sumber: kriteria perencanaan bagian jaringan irigasi kp – 01, 2010)

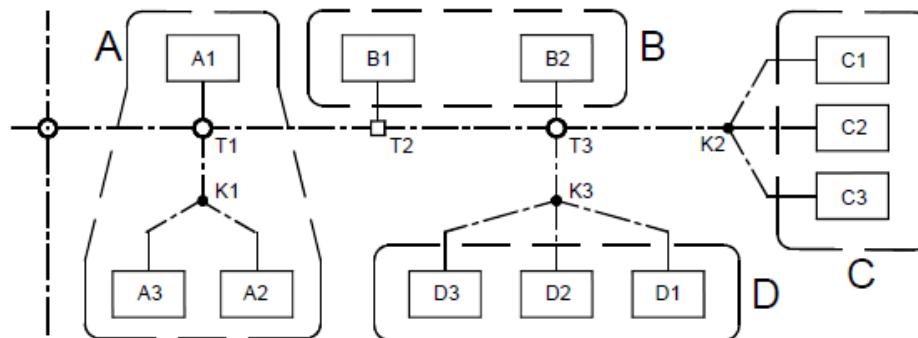
Bangunan pengelak atau bagi adalah bangunan terakhir di suatu ruas. Bangunan itu diberi nama sesuai dengan ruas hulu tetapi huruf R (Ruas) diubah menjadi B (Bangunan). Misalnya BS 2 adalah bangunan pengelak di ujung ruas RS 2.

Bangunan-bangunan yang ada di antara bangunan-bangunan bagi sadap (gorong-gorong, jembatan, talang bangunan terjun, dan sebagainya) diberi nama sesuai dengan nama ruas di mana bangunan tersebut terletak juga mulai dengan huruf B (Bangunan) lalu diikuti dengan huruf kecil sedemikian sehingga bangunan yang terletak di ujung hilir mulai dengan "a" dan bangunan-bangunan yang berada lebih jauh di hilir memakai huruf b, c, dan seterusnya.

2.6.3 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), (lihat Gambar 24).
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 seperti pada gambar 2.6 berikut ini:



Gambar 2.6 Sistem Tata Nama Petak Rotasi Dan Kuarter
(sumber: kriteria perencanaan bagian jaringan irigasi kp – 01, 2010)

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.

2.6.4 Jaringan Pembuang

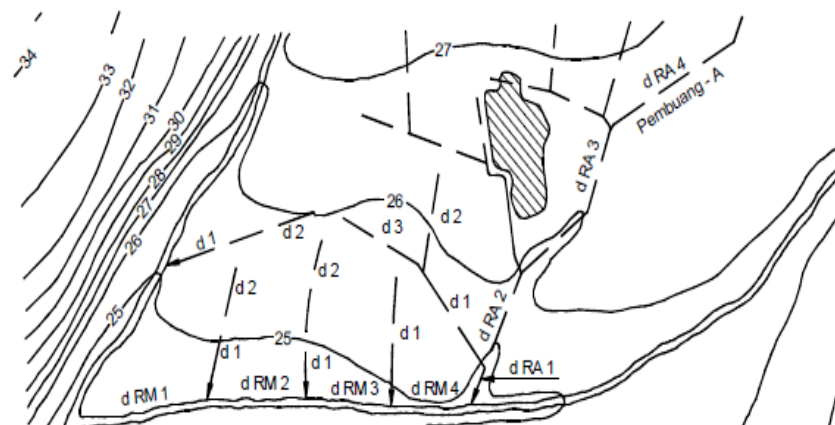
Setiap pembangunan jaringan irigasi dilengkapi dengan pembangunan jaringan drainase yang merupakan satu kesatuan dengan jaringan irigasi yang bersangkutan (PP 20 pasal 46 ayat I).

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

Pembuang 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).

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 seperti gambar 2.7 berikut ini.



Gambar 2.7 Sistem Tata Nama Jaringan Pembuang
(sumber: kriteria perencanaan bagian jaringan irigasi kp – 01, 2010)

2.6.4 Tata Warna Peta

Warna-warna standar akan digunakan untuk menunjukkan berbagai tampilan irigasi pada peta. Warna-warna yang dipakai adalah :

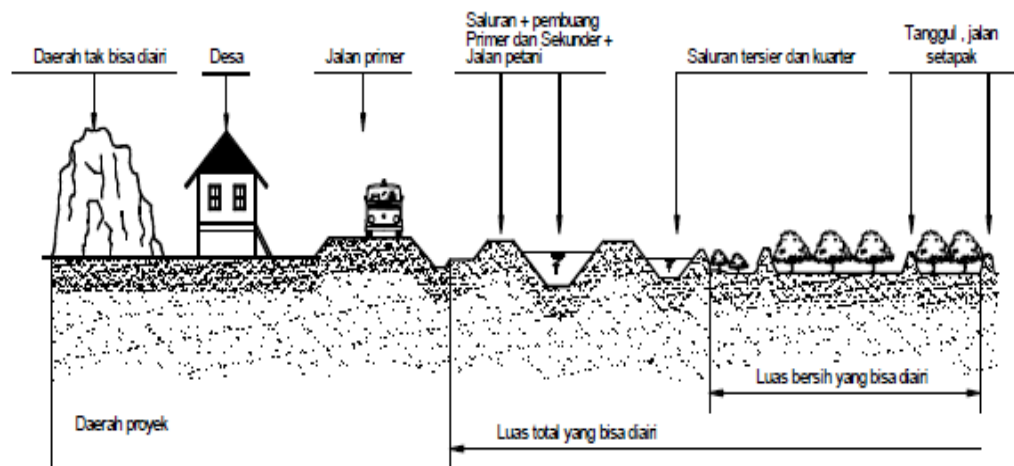
- Biru untuk jaringan irigasi, garis penuh untuk jaringan pembawa yang ada dan garis putus-putus untuk jaringan yang sedang direncanakan
- Merah untuk sungai dan jaringan pembuang garis penuh untuk jaringan yang sudah ada dan garis putus-putus (----- - ----- - -----) untuk jaringan yang sedang direncanakan;
- Coklat untuk jaringan jalan;
- Kuning untuk daerah yang tidak diairi (dataran tinggi, rawa-rawa);
- Hijau untuk perbatasan kabupaten, kecamatan desa dan kampung;
- Merah untuk tata nama bangunan;
- Hitam untuk jalan kereta api;

- Warna bayangan akan dipakai untuk batas-batas petak sekunder, batas-batas petak tersier akan diarsir dengan warna yang lebih muda dari warna yang sama (untuk petak sekunder) semua petak tersier yang diberi air langsung dari saluran primer akan mempunyai warna yang sama.

2.7 Pengertian Daerah-daerah Irigasi

- a. 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
- b. Daerah Proyek adalah daerah di mana pelaksanaan pekerjaan dipertimbangkan dan/atau diusulkan dan daerah tersebut akan mengambil manfaat langsung dari proyek tersebut.
- c. 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 di bawah proyek yang bersangkutan.
- d. 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.
- e. 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.

- f. 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 seperti pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Definisi daerah-daerah irigasi
(sumber: kriteria perencanaan bagian jaringan irigasi kp – 01, 2010)

2.8 Hidrometeorologi

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

2.8.1 Curah Hujan

Hujan merupakan komponen masukan yang penting dalam proses hidrologi, karena jumlah kedalaman hujan (*rainfall depth*) ini dialihragamkan menjadi aliran sungai baik melalui limpasan permukaan (*surface runoff*), aliran antara (*interflow, subsurface runoff*), maupun aliran sebagai aliran air tanah (*groundwater flow*). Untuk mendapatkan perkiraan aliran permukaan yang terjadi di suatu penampang sungai tertentu, maka kedalaman hujan yang terjadi harus diketahui. Dalam hal ini perlu diperhatikan bahwa yang diperlukan adalah besaran hujan yang terjadi. Untuk memperoleh besaran hujan, diperlukan sejumlah stasiun hujan yang dipasang sedemikian rupa sehingga dapat mewakili besaran hujan.

Data curah hujan merupakan data curah hujan harian maksimum satu tahun, dinyatakan dalam mm/hari. Kriteria perencanaan irigasi mengusulkan hitungan hujan efektif berdasarkan data pengukuran curah hujan di stasiun terdekat dengan panjang pengamatan selama 10 tahun.

Pada proyek pembuatan jaringan irigasi Siring Agung seluas 683,72 Ha Kabupaten Empat Lawang Provinsi Sumatera Selatan ini, perencanaan menggunakan metode rerata aljabar untuk mendapatkan curah hujan efektif, yaitu dengan persamaan:

$$R = \frac{1}{n} (R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n) \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana:

R = curah hujan (mm)

n = jumlah stasiun pengamatan hujan

R_1, R_2, R_3, R_n = curah hujan di stasiun 1,2,3, sampai ke-n

2.8.2 Debit Andalan

Untuk mengitung debit andalan menggunakan persamaan rasional:

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

Q = Debit Penyediaan Air (m^3/det)

0,278 = Konversi Satuan

C = Koefisien pengaliran (Tabel 2.2)

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

A = Luas Daerah Aliran Sungai (km^2)

Tabel 2.2 Koefisien Pengaliran, C

kondisi daerah pengaliran dan sungai	koefisien pengaliran (c)
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 dialiri	0.60-0.70
sungai di daerah pegunungan	0.75-0.80
sungai kecil di dataran	0.45-0.57
sungai besar dari setengah daerah	0.50-0.57
pengaliran terdiri dari dataran	

Sumber : irigasi I, 2014

2.8.3 Evapotranspirasi

Evapotranspirasi adalah gabungan dari peristiwa evaporasi dan transpirasi. Evapotranspirasi adalah air yang menguap dari tanah yang berdekatan, permukaan air atau dari permukaan daun-daun tanaman sedangkan transpirasi adalah air yang memasuki daerah akar tanam-tanaman dan dipergunakan untuk membentuk jaringan tanaman-tanaman. Untuk menghitung besarnya evapotranspirasi ada beberapa metode, yaitu:

1. Metode Penman

Dalam penyelesaiannya metode penman dengan menggunakan persamaan:

$$E = \frac{(\Delta H + 0.27 E_a)}{(\Delta + 0.27)} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana:

E = energi yang ada untuk penguapan (mm/hari)

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

R_a = Radiasi extra terensial bulanan rata-rata (mm/hari). (Tabel 2.3)

r = Koefisien refleksi (penyerapan oleh tanaman) pada permukaan (%)

n/N = presentase penyinaran matahari (%)

σ = Konstanta boltzman (mm air/hari/ $^{\circ}$ K). (Tabel 2.4)

σT_a^4 = Koefisien bergantung dari temperature (mm/hari)

e_d = Tekanan uap udara dalam keadaan jenuh dan yang diamati/sebenarnya (mm/Hg). (Tabel 2.5)

E_a = Evaporasi (mm/hari)

e_a = Tekanan uap udara pada temperatur udara rata-rata (mmHg)

Pengukuran kecepatan angin yang lebih dari 2 m diatas permukaan tanah dapat dikoreksi pada ketinggian 2 m, dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$U_2 = \frac{U_1 (\log 6,6)}{\log h} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana:

U_2 =Kecepatan angin dalam mil/hari pada ketinggian h (*feet*). (Tabel 2.6)

h = Ketinggian alat ukur kecepatan yang ada (*feet*)

Tabel 2.3 Radiasi Extra Terensial Bulanan Rata-Rata/ R_a (mm/hari)

Bulan	10° lintang	0°	10° lintang
Januari	12.8	14.5	15.8
Februari	13.9	15	15.7
maret	14.8	15.2	15.1
April	15.2	14.7	13.8
Mei	15	13.9	12.4
Juni	14.8	13.4	11.6
Juli	14.8	13.5	11.9
Agustus	15	14.2	13
September	14.9	14.9	14.4
Oktober	14.1	15	15.3
November	13.1	14.6	15.7
Desember	12.4	14.3	15.8

Sumber : irigasi I, 2014

Tabel 2.4 Faktor Koreksi Penyinaran/N di Utara

Utara	0	5	10	15	20
Januari	1.04	1.02	1.00	0.97	0.95
Februari	0.94	0.93	0.91	0.91	0.90
Maret	1.04	1.03	1.03	1.03	1.03
April	1.01	0.02	0.03	0.04	0.05
Mei	1.04	1.06	1.08	1.11	1.12
Juni	1.01	1.03	1.06	1.08	1.11
Juli	1.04	1.06	1.08	1.12	1.14
Agustus	1.04	1.04	1.07	1.08	1.11
September	1.01	1.01	1.02	1.02	1.02
Oktober	1.04	1.03	1.02	1.01	1.00
November	1.01	0.99	0.98	0.95	0.93
Deesember	1.04	1.02	0.99	0.97	0.94

Sumber: Irigasi. 2014

Tabel 2.5 Faktor Koreksi Penyinaran/N di Selatan

Selatan	0	5	10	15	20
Januari	1.04	1.06	1.08	1.12	1.14
Februari	0.94	0.95	0.97	0.98	1.00
Maret	1.04	1.04	1.05	1.05	1.05
April	1.01	1.00	0.99	0.98	0.97
Mei	1.04	1.02	1.01	0.98	0.97
Juni	1.01	0.99	0.96	0.94	0.91
Juli	1.04	1.02	1.00	0.97	0.95
Agustus	1.04	1.03	1.01	1.00	0.99
September	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00
Oktober	1.04	1.05	1.06	1.07	1.08
November	1.01	1.03	1.05	1.07	1.09
Deesember	1.04	1.06	1.10	1.12	1.15

Sumber: Irigasi. 2014

Tabel 2.6 Konstanta Boltzman/ σT_a^4

temperatur (°c)	temperatur(°k)	σT_a^4 (mm/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	19.8

Sumber : irigasi I, 2014

Tabel 2.7 Tekanan Uap Udara Dalam Keadaan Jenuh/ea (mmHg)

temp °C	0,0	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	11,06	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	12,12	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	13,38	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	17,23	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	24,35	24,49	26,46	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 : irigasi I, 2014

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	0.529	1,097	1	0.682
0.445	0.869	1,609	1,467	1

Sumber : irigasi I, 2014

2.9 Alternatif Pola Tanam

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

- Curah hujan efektif
- Kebutuhan air irigasi
- Perkolasi tanah di daerah tersebut
- Koefisien tanaman

Rencana tata tanam pada suatu daerah irigasi erat kaitannya 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 system irigasi. Kebutuhan air tanaman didefinisikan sebagai jumlah air yang dibutuhkan oleh tanaman pada satu periode untuk dapat tumbuh dan produksi secara normal. Kebutuhan air ternyata untuk areal pertanian meliputi evapotranspirasi (ET), sejumlah air yang dibutuhkan untuk pengoperasian secara khusus seperti penyiapan lahan dan penggantian air, serta kehilangan selama pemakaian.

Efisiensi irigasi adalah persentase jumlah air yang sampai di sawah dari pintu pengambilan (Lihat Tabel 2.7). Efisiensi timbul

karena kehilangan air yang disebabkan rembesan, bocoran, eksploitasi, dan lain-lain.

Tabel 2.9 Efisiensi irigasi, e

saluran	Efisiensi	efisiensi total
saluran tersier 0.8	0.80	0.8
saluran sekunder 0.9	0.80 x 0.90	0.72
saluran primer 0.9	0.80x 0.90 x 0.90	0.65

Sumber : PU pengairan sumatera selatan, 2009

Besarnya kebutuhan air ini ditetapkan dengan memperhitungkan besarnya kebutuhan air efektif, evporasi, perkolasi, pengolahan tanah, macam tanah, efisiensi irigasi dan sebagainya. Menurut Standar Perencanaan Irigasi KP-03 (2010), kebutuhan air di sawah dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$NFR = Etc + P - Re + WLR \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana:

NFR = Kebutuhan air di sawah

Etc = Penggunaan konsumtif

P = Perkolasi (mm/hari)

Re = Curah hujan efektif

WLR = Pengganti lapisan air (mm/hari)

Sedangkan kebutuhan air di saluran dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$DR = NFR / e \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana:

e = Efisiensi irigasi

2. Penyiapan Lahan

Analisis kebutuhan air selama pengolahan lahan dapat menggunakan metode seperti diusulkan oleh Van de Goor dan Zijlstra sebagai berikut:

$$IR = M \cdot \frac{e^k}{e^k - 1} \dots\dots\dots(2.7)$$

$$M = E_o + P \dots\dots\dots(2.8)$$

$$K = \frac{M \cdot T}{S} \dots\dots\dots(2.9)$$

Dimana:

IR = Kebutuhan air untuk pengolahan lahan (mm/hari)

M = kebutuhan air untuk mengganti kehilangan air dan perkolasi di sawah yang sudah dijenuhkan (mm/hari)

E_o = Evaporasi potensial (mm/hari)

P = Perkolasi (mm/hari)

K = Konstanta

T = Jangka waktu pengolahan

S = Kebutuhan air untuk penjenuhan (mm)

e = bilangan eksponen : 2,7182

3. Penggunaan Konsumtif

Menurut Standar Perencanaan Irigasi KP-01 (2010), penggunaan konsumtif air pada tanaman dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut:

$$Etc = Kc \times Eto \dots\dots\dots(2.10)$$

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 mm satu bulan dan dua bulan setelah transplantasi

(atau 3,3/hari selama $\frac{1}{2}$ bulan). Kebutuhan air untuk penyiapan lahan dapat ditentukan secara empiris sebesar 250 mm, meliputi kebutuhan untuk penyiapan lahan untuk lapisan air awal setelah transplantasi selesai (Kriteria Perencanaan Bangunan Jaringan Irigasi KP-01, 2010). Untuk lahan yang sudah lama tidak ditanami (bero), kebutuhan air untuk penyiapan lahan dapat ditentukan sebesar 300 mm.

5. Perkolasi

Perkolasi adalah masuknya air dari daerah tak jenuh kedalam daerah jenuh air, pada proses ini air tidak dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Laju perkolasi sangat bergantung pada sifat-sifat tanah. Data-data mengenai perlokasi akan diperoleh dari penelitian kemampuan tanah maka diperlukan penyelidikan kelulusan tanah. Pada tanah lempung berat dengan karakteristik pengolahan laju perlokasi dapat mencapai 1-3 mm/hari. Pada tanah-tanah yang lebih ringan, laju perlokasi bisa lebih tinggi. Untuk menentukan laju perlokasi, perlu diperhitungkan tinggi muka air tanahnya. Sedangkan rembesan terjadi akibat meresapnya air melalui tanggul sawah. (Lihat Tabel 2.8).

Tabel 2.10 Perlokasi Bulanan

No	tipe tanah	prlokasi (mm/hari)
1	sedang (medium)	4.0
2	ringan (light)	5.0
3	sedang sampai berat (medium-heavy)	2,0-3,0
4	berat (heavy)	2.0

Sumber :Laporan PU pengairan sumatera selatan, 2015

6. Koefisien Tanaman

Harga-harga keofisien tanaman dinyatakan pada tabel 2.9 sebagai berikut:

Tabel 2.11 Harga Koefisien Tanaman

periode setengah bulanan	padi (nedoco/prpsida)		padi (FAO)		FAO palawija
	varietas biasa	varietas unggul	varietas biasa	varietas unggul	
1	1.20	1.20	1.10	1.10	0.50
2	1.20	1.27	1.10	1.10	0.59
3	1.32	1.33	1.10	1.05	0.96
4	1.40	1.30	1.10	1.05	1.05
5	1.35	1.30	1.10	1.05	1.02
6	1.25	0	1.05	1.05	0.95
7	1.12	-	0.95	0	-
8	0	-	0	-	-

sumber:kriteria perencanaan bagian jaringan irigasi kp – 01, 2010

2.10 Dimensi Saluran

Setelah debit air masing-masing diketahui, maka dimensi saluran dapat dihitung. Pada umumnya jaringan irigasi menggunakan saluran berbentuk trapesium, karena penampang saluran diharapkan bisa mengalirkan debit tertentu dengan luas penampang basah yang sekecil-kecilnya (minimum), sehingga lebih ekonomis dan efisien, untuk menentukan dimensi saluran ini, digunakan tabel yang dikeluarkan oleh Direktorat Irigrasi Pekerjaan Umum yang telah tercantum ukuran perbandingan dimensi, kemiringan talud, Dan lain-lain yang disesuaikan dengan debit yang dibutuhkan (Lihat Tabel 2.10). Adapun langkah-langkah menentukan dimensi saluran kemiringan saluran adalah sebagai berikut:

a. Perhitungan debit saluran

$$Q = A \times a \dots\dots\dots(2.11)$$

Dimana:

Q = Debit saluran (lt/det)

A = Luas daerah yang akan diairi (Ha)

a = kebutuhan air normal (l/det/Ha)

- b. Menentukan luas penampang saluran

$$F = \frac{Q}{V} \dots\dots\dots(2.12)$$

Dimana:

F = Luas penampang basah (m^2)

Q = Debit saluran (m^3/det)

V = Kecepatan aliran (m/det)

- c. Menentukan tinggi saluran

$$h = \left(\frac{F}{(b+mxh)xh} \right)^{0,5} \dots\dots\dots(2.13)$$

Dimana:

h = Tinggi saluran (m)

b = Lebar saluran (m)

F = Luas penampang basah (m^2)

m = kemiringan talud/dinding

- d. Menentukan keliling basah

$$O = bd + 2hd\sqrt{1 + m^2} \dots\dots\dots(2.14)$$

Dimana:

O = Keliling basah (m)

bd = Lebar desain saluran (m)

hd = Tinggi desain saluran (m)

m = kemiringan talud/dinding

- e. Menentukan luas penampang desain

$$Fd = (bd + (m \times hd)) hd \dots\dots\dots(2.15)$$

Dimana:

Fd = Luas penampang desain (m^2)

bd = lebar desain saluran (m)

hd = Tinggi desain saluran (m)

m = kemiringan talud/dinding

- f. Menentukan kecepatan aliran desain

$$Vd = \frac{Q}{Fd} \dots\dots\dots(2.16)$$

Dimana:

Vd = kecepatan aliran desain (m/det)

Q = Debit saluran (m^3/det)

Fd = Luas penampang desain (m^2)

- g. Menentukan jari-jari hidrolis

$$R = \frac{Fd}{O} \dots\dots\dots(2.17)$$

Dimana:

R = Jari-jari hidrolis (m)

Fd = Luas penampang desain (m^2)

O = Keliling basah (m)

- h. Menentukan kemiringan saluran

$$I = \left(\frac{Vd}{K.R^{\frac{2}{3}}} \right)^2 \dots\dots\dots(2.18)$$

Dimana:

I = Kemiringan saluran

Vd = kecepatan aliran desain (m/det)

K = Koefisien kekasaran strikler ($m^{1/3}/det$)

R = Jari-jari hidrolis (m)

Tabel 2.12 Pedoman Menentukan Dimensi Saluran

debit (m ³ /det)	b:h	kec. Air untuk tanah lempung biasa	serong untuk tanah lempung biaa 1:m	Ket
0.00-0.05	-	min 0.25	1 : 1	min 30 cm
0.05-0.15	1	0.25-0.30	1 : 1	
0.15-0.30	1	0.30-0.35	1 : 1	
0.30-0.40	1.5	0.35-0.40	1 : 1	
0.40-0.50	1.5	0.40-0.45	1 : 1	
0.50-0.75	2	0.45-0.50	1 : 1	
0.75-1.50	2	0.50-0.55	1 : 1.5	
1.50-3.00	2.5	0.55-0.60	1 : 1.5	
3.00-4.50	3	0.60-0.65	1 : 1.5	
4.50-6.00	3.5	0.65-0.70	1 : 1.5	
6.00-7.50	4	0.70	1 : 1.5	
7.50-9.00	4.5	0.70	1 : 1.5	
9.00-11.00	5	0.70	1 : 1.5	
11.00-15.00	6	0.70	1 : 1.5	
15.00-25.00	8	0.70	1 : 2	
25.00-40.00	10	0.70	1 : 2	
40.00-80.00	12	0.70	1 : 2	

sumber:kriteria perencanaan bagian jaringan irigasi kp – 03, 2010

Tabel 2.13 Harga koefisien kekasaran Strickler

No	Debit rencana (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

(Sumber : Standar Perencanaan Irigasi KP 03, 37, 2010)

2.10.1 Jagaan (Waking)

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

Pada tabel 2.11 menyajikan beberapa tipe jagaan berdasarkan jenis saluran dan debit air yang mengalir.

Tabel 2.14 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 7.0	0.75 -1.0	2.0	5.50

sumber: *Irigasi I*, 2004

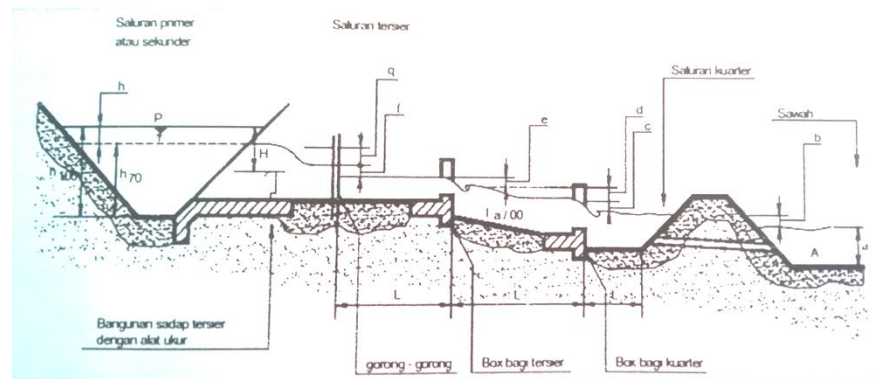
2.11 Elevasi Muka Air

Dalam menentukan elevasi muka air pada saluran ditentukan dari tinggi muka tanah tertinggi pada suatu jaringan irigasi. Untuk menentukan elevasi muka air dekatpintu 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 upaya dapat mempersulit pencurian air atau penyadapan liar.
2. Mengupayakan pekerjaan galian dan timbunan seimbang, agar biaya pelaksanaan bisa dibuat seminimal mungkin.
3. Muka air direncanakan cukup tinggi agar dapat mengairi sawah-sawah yang letaknya paling tinggi pada petak tersier.

Tinggi muka air pada bangunan sadap pada saluran sekunder atau primer dihitung berdasarkan kehilangan-kehilangan tekanan yang ada pada saluran tersebut seperti pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 elevasi muka air di saluran primer/sekunder
(Sumber: *irigasi II*, 2014)

$$P = A + a + b + c + d + e + f + g + \Delta h + Z \dots\dots\dots (2.19)$$

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 kesawah = 5 cm

c = Kehilangan tinggi energi di boks bagi kwarter = 5 cm/boks

d = Kehilangan energi selama pengaliran di saluran irigasi, cm

e = Kehilangan energi di boks bagi = 5 cm/boks

f = Kehilangan energi di gorong-gorong = 5 cm/bangunan

g = Kehilangan energi di bangunan sadap, cm

Δh = Variasi tinggi muka air, 0.18 h (dalam rencana)

Z = Kehilangan energi di bangunan-bangunan lain (misalnya: jembatan, pelimpah, samping, dll). (*irigasi II*, 2004), cm

2.12 Pintu Air Romijn

Pintu romijn merupakan 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.

Ada 3 bentuk mercu pintu romiyn, diantaranya :

- a. Bentuk mercu datar dan lingkaran gabungan untuk peralihan penyempitan hulu

- b. Bentuk mercu miring ke atas 1:25 dan lingkaran tunggal sebagai peralihan penyempitan
- c. Bentuk mercu datar dan lingkaran tunggal sebagai peralihan penyempitan.

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 :

$$Q = C_d \cdot C_v \frac{2}{3} \sqrt{\frac{2}{3}} g b_c h_1^{1,5} \dots\dots\dots(2.20)$$

Dimana :

Q = debit m^3/det

C_d = koefisien debit

$C_d = 0,93 + 0,10 H_1/L$

$H_1 = h_1 + V_1^2/2g$

C_v = koefisien kecepatan datang

g = percepatan gravitasi, m/det^2 ($\pm 9,8$)

b_c = lebar meja, m

h_1 = tinggi energi hulu diatas meja, m

lebar standar untuk alat ukur romiyn adalah 0,5 : 0,75 : 1,0 : 1,25 : dan 1,5 m

Tabel 2.15 Lebar standar pintu air romiyn

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

(Sumber : Departemen PU, Standar Perencanaan Irigasi KP 04,2010)

2.13 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 dimana air dialirkan ke elevasi yang lebih rendah
3. Bagian tempat dimana energy diredam
4. Bagian peralihan saluran memerlukan lindungan untuk mencegah erosi

a. Bangunan Terjun Tegak

Bangunan terjun tegak menjadi lebih besar apabila ketinggiannya ditambah. Juga kemampuan hidrolisnya dapat berkurang akibat variasi ditempat jatuhnya pancaran dilantai kolam jika terjadi perubahan debit. Bangunan terjun sebaiknya tidak dipakai apabila perubahan tinggi energi, diatas bangunan melebihi 1,50 m.

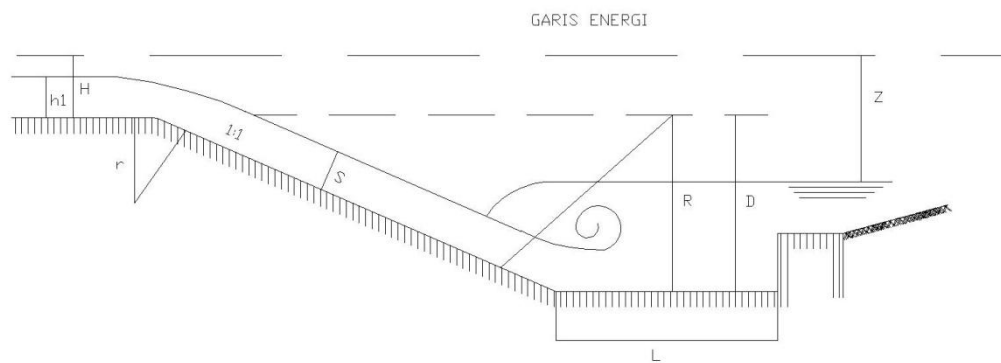
Menurut Perencanaan Teknis Direktorat Irigasi (1980) tinggi terjun tegak dibatasi sebagai berikut :

1. Tinggi terjun maksimum 1,50 meter untuk $Q < 2,50 \text{ m}^3/\text{dt}$
2. Tinggi terjun maksimum 0,75 meter untuk $Q > 2,50 \text{ m}^3/\text{dt}$

b. Bangunan Terjun Miring

Bangunan terjun miring pada saluran pembawa digunakan jika tinggi terjunan $1 < z < 2,5 \text{ m}$ umumnya ruang olah yang digunakan adalah tipe Vlughter. Jika dalam satu ruas saluran kondisi tanah dasarnya memiliki selisih tinggi lebih dari 2,5 m maka dalam ruas tersebut bisa direncanakan beberapa bangunan terjun.

(Sumber : Departemen PU, Standar Perencanaan Irigasi KP 04,136, 2010)



Gambar 2.9 Bangunan Terjun Miring

$$S = C \cdot H \sqrt{\frac{H}{z}} \dots\dots\dots(2.21)$$

$$H = h_1 + \frac{v^2}{2G}, C = \pm 0,40 \dots\dots\dots(2.22)$$

$$\text{untuk } \frac{1}{3} < \frac{z}{H} < \frac{4}{3}, \text{ maka } D = 0,60 H + 1,40 z \dots\dots\dots(2.23)$$

$$a = 0,20 H \sqrt{\frac{H}{z}} \dots\dots\dots(2.24)$$

$$\text{untuk } \frac{4}{3} < \frac{z}{H} < 10, \text{ maka } D = H + 1,10 Z \dots\dots\dots(2.25)$$

$$a = 0,15 H \sqrt{\frac{H}{z}} \dots\dots\dots(2.26)$$

$$r \geq \frac{1}{2} H \dots\dots\dots(2.27)$$

$$L = D = R \dots\dots\dots(2.28)$$

Dimana:

S = tebal aliran di kaki tubuh bending

C = koefisien pengaliran, $\pm 0,4$

H = tinggi energi

h1 = tinggi muka air di udik

z = selisih antara tinggi energi dan tinggi muka air hilir

L = panjang rantai olakan

D = tinggi rantai olakan

R = jari-jari rantai olakan

a = tinggi ambang akhir

$$V = \text{varint} = 0,18 \times h1$$

2.14 Manajemen proyek

Manajemen proyek adalah suatu perencanaan, pelaksanaan, pengendalian dan koordinasi suatu proyek dari awal hingga berakhirnya proyek untuk menjamin pelaksanaan proyek secara tepat waktu, tepat biaya dan tepat mutu.

1. Rencana Kerja dan Syarat-syarat (RKS)

Rencana kerja dan syarat-syarat (RKS) adalah dokumen yang berisikan nama proyek berikut penjelasan beberapa jenis, besar dan lokasinya, tata cara pelaksanaan, syarat-syarat pekerjaan, syarat mutu pekerjaan dan keterangan-keterangan lain yang hanya dapat dijelaskan dalam bentuk tulisan. RKS biasanya diberikan bersamaan dengan gambar yang menjelaskan mengenai proyek yang akan dilaksanakan.

a. Syarat-syarat umum, meliputi:

- 1) Keterangan pemberian tugas
- 2) Keterangan mengenai perencanaan
- 3) Syarat-syarat peserta lelang
- 4) Bentuk surat penawaran dan cara penyimpanan

b. Syarat-syarat administrasi, meliputi:

- 1) Syarat pembayaran
- 2) Tanggal penyerahan pekerjaan atau barang
- 3) Denda atas keterlambatan
- 4) Besaran jaminan penawaran
- 5) Besaran jaminan pelaksanaan

c. Syarat-syarat teknis, meliputi:

- 1) Uraian pekerjaan
- 2) Jenis dan mutu bahan
- 3) Gambar rencana dan detail

2. Produktivitas alat kerja

Dalam menentukan durasi suatu pekerjaan maka hal-hal yang perlu diketahui adalah volume pekerjaan dan produktivitas alat tersebut. Produktivitas adalah perbandingan antara hasil yang dicapai (*output*) dengan seluruh sumber daya yang digunakan (*input*). Produktivitas alat tergantung pada kapasitas dan waktu siklus alat. Rumus dasar untuk mencari produktivitas alat adalah:

$$\text{produktivitas} = \frac{\text{kapasitas}}{\text{CT}}$$

Umumnya waktu siklus alat ditetapkan dalam menit sedangkan produktivitas alat dihitung dalam produksi/jam sehingga perlu ada perubahan dari menit ke jam. Jika faktor efisiensi alat dimasukkan maka rumus diatas menjadi:

$$\text{produktivitas} = \text{kapasitas} \times \frac{60}{\text{CT}} \times \text{efisiensi}$$

Dimana :

CT = *cycle time*/waktu siklus

(sumber: alat berat untuk proyek konstruksi, Ir. Susy Fatena Rostianti, M.Sc.2008)

3. Analisa satuan harga pekerjaan

Yang dimaksud dengan analisa satuan harga adalah perhitungan biaya yang berhubungan dengan pekerjaan-pekerjaan yang ada dalam suatu proyek. Guna dari analisa satuan harga ini adalah agar kita dapat mengetahui harga dari tiap-tiap pekerjaan yang ada. Dari harga yang terdapat di dalam analisa satuan harga ini nantinya akan didapat harga keseluruhan dari pekerjaan-pekerjaan yang ada lalu digunakan sebagai dasar rencana pembuatan anggaran biaya.

4. Rencana anggaran biaya

Rencana anggaran biaya adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan, upah, dan biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek tersebut. Rencana anggaran biaya pada bangunan atau proyek yang sama akan berbeda-beda di masing-masing daerah, disebabkan karena perbedaan harga

bahan dan upah tenaga kerja. Dalam penyusunan rencana anggaran biaya dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu:

a. Rencana anggaran kasar (taksiran)

Sebagai pedoman dalam menyusun anggaran biaya kasar digunakan harga satuan tiap persegi (m^2) luas dua lantai. Rencana anggaran biaya kasar dipakai sebagai pedoman terhadap rencana anggaran biaya yang dihitung secara teliti. Walaupun rencana anggaran kasar, namun harga satuan tiap m^2 luas lantai tidak terlalu jauh berbeda dengan harga yang dihitung secara teliti.

b. Rencana anggaran biaya teliti

Rencana anggaran biaya teliti adalah anggaran biaya bangunan atau proyek yang dihitung dengan teliti dan cermat, sesuai dengan ketentuan dan syarat-syarat penyusunan anggaran biaya. Sedangkan penyusunan anggaran biaya yang dihitung dengan teliti didasarkan atau didukung oleh:

- 1) Rencana kerja dan syarat-syarat
- 2) Gambar
- 3) Harga

5. Rekapitulasi biaya

Rekapitulasi biaya adalah biaya total yang diperlukan setelah menghitung dan mengalikannya dengan harga satuan yang ada. Dalam rekapitulasi terlampir pokok-pokok pekerjaan beserta biayanya dan waktu pelaksanaannya. Disamping itu juga dapat menunjukkan lamanya pemakaian alat dan bahan-bahan yang diperlukan serta pengaturan hal-hal tersebut tidak saling mengganggu pelaksanaan pekerjaan.

6. Rencana Kerja (*Time Schedule*)

Rencana kerja (*time schedule*) adalah suatu pembagian waktu terperinci yang disediakan masing-masing bagian pekerjaan mulai dari

bagian-bagian pekerjaan permulaan sampai dengan bagian-bagian pekerjaan akhir. Adapun tujuan dari rencana kerja adalah sebagai evaluasi dan melihat batas waktu serta melihat pekerjaan apakah lebih cepat, lama, atau tepat waktu. Jenis-jenis rencana kerja adalah sebagai berikut:

a. *Network planning* (NWP)

Hubungan ketergantungan antara bagian-bagian pekerjaan (*variables*) yang digambarkan atau di visualisasikan dalam diagram *network*. Dengan demikian diketahui bagian-bagian pekerjaan mana yang harus didahulukan, bila perlu dilembur (tambah biaya), pekerjaan mana yang menunggu selesainya pekerjaan yang lain, pekerjaan mana yang tidak perlu tergesah-gesah sehingga alat dan orang dapat digeser ke tempat lain demi efisiensi.

b. *Critical Path Methode* (CPM)

Pada metode jaringan kerja dikenal dengan adanya jalur kritis, yaitu jalur yang memiliki rangkaian komponen-komponen kegiatan, dengan total jumlah waktu terlama dan menunjukkan kurun waktu penyelesaian proyek yang tercepat. Ada beberapa istilah yang terlibat sehubungan dengan perhitungan maju dan mundur metode ini, yaitu:

- *Early Start* (ES), yaitu waktu paling awal sebuah kegiatan dapat dimulai setelah kegiatan sebelumnya selesai. Bila waktu kegiatan dinyatakan atau berlangsung dalam jam, maka waktu ini adalah jam paling awal kegiatan dimulai
- *Late Start* (LS), yaitu waktu paling akhir sebuah kegiatan dapat diselesaikan tanpa memperlambat penyelesaian jadwal dimulai
- *Early Finish* (EF), yaitu waktu paling awal sebuah kegiatan dapat diselesaikan jika dimulai pada waktu paling awalnya dan diselesaikan sesuai dengan durasinya.

Bila hanya ada satu kegiatan terdahulu, maka EF suatu kegiatan terdahulu merupakan ES kegiatan berikutnya

- *Late Finish (LF)*, yaitu waktu paling akhir sebuah kegiatan dapat dimulai tanpa memperlambat penyelesaian proyek.
(Sumber: *Manajemen Konstruksi*, Ir. Irika Widiasanti, M.T. dan Lenggogeni, M.T., 2013)

c. *Barchart*/Bagan Balok dan kurva S

Barchart adalah sekumpulan aktivitas yang ditempatkan dalam kolom vertikal, sementara waktu ditempatkan dalam baris horizontal. Waktu mulai dan selesai setiap kegiatan beserta durasinya ditunjukkan dengan menempatkan balok horizontal di bagian sebelah kanan dari setiap aktivitas. Pekerjaan waktu mulai dan selesai dapat ditentukan dari skala waktu horizontal pada bagian atas bagan. Panjang dari balok menunjukkan durasi dari aktivitas dan biasanya aktivitas-aktivitasnya tersebut disusun berdasarkan kronologi pekerjaannya.

Kurva S adalah hasil plot dari *barchart*, bertujuan untuk mempermudah melihat kegiatan-kegiatan yang masuk dalam suatu jangka waktu pengamatan progress pelaksanaan proyek (Callahan, 1992). Definisi lain, kurva S adalah grafik yang dibuat dengan sumbu vertikal sebagai nilai kumulatif biaya atau penyelesaian (*progress*) kegiatan dan sumbu horizontal sebagai waktu (Soeharto, 1997).