

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Irigasi

Irigasi berasal dari istilah *irrigatie* dalam bahasa Belanda atau *irrigation* dalam bahasa Inggris. Irigasi dapat diartikan sebagai suatu usaha yang dilakukan untuk mendatangkan air dari sumbernya guna keperluan pertanian, mengalirkan dan membagikan air secara teratur dan setelah digunakan dapat pula dibuang kembali. Istilah pengairan yang sering pula didengar dapat diartikan sebagai usaha pemanfaatan air pada umumnya, berarti irigasi termasuk didalamnya.

Maksud irigasi, yaitu untuk mencukupi kebutuhan air di musim hujan bagi keperluan pertanian, seperti membasahi tanah, merabuk, mengatur suhu tanah, menghindarkan gangguan hama dalam tanah dan sebagainya. (Sumber: *Desain Hidraulik Bendung Tetap untuk Irigasi Teknis*, Erwan Mawardi, 2006)

2.2 Jenis-jenis Irigasi

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

2.2.1 Irigasi gravitasi (*gravitational irrigation*)

Irigasi gravitasi adalah irigasi yang memanfaatkan gaya tarik gravitasi untuk mengalirkan air dari sumber ketempat yang membutuhkan.

2.2.2 Irigasi bawah tanah (*sub surface irrigation*)

Irigasi bawah tanah adalah irigasi yang men-*supply* air langsung ke daerah akar tanaman yang membutuhkannya melalui aliran air tanah.

Dengan demikian tanaman diberi air tidak lewat permukaan, tetapi dari bawah permukaan dengan mengatur muka air tanah.

2.2.3 Irigasi siraman (*sprinkler irrigation*)

Pemberian air dengan cara menyiram atau dengan meniru hujan (*sprinkling*), dimana pada praktiknya penyiraman ini dilakukan dengan cara pengaliran air lewat pipa dengan tekanan tertentu (4 – 6 atm), sehingga dapat membasahi areal yang cukup luas.

2.2.4 Irigasi tetesan (*driple irrigation*)

Irigasi ini prinsipnya mirip dengan irigasi siraman, hanya pipa tersiernya dibuat melalui jalur pohon dan tekanannya lebih kecil karena hanya untuk menetes saja.

2.3 Tingkatan Jaringan Irigasi

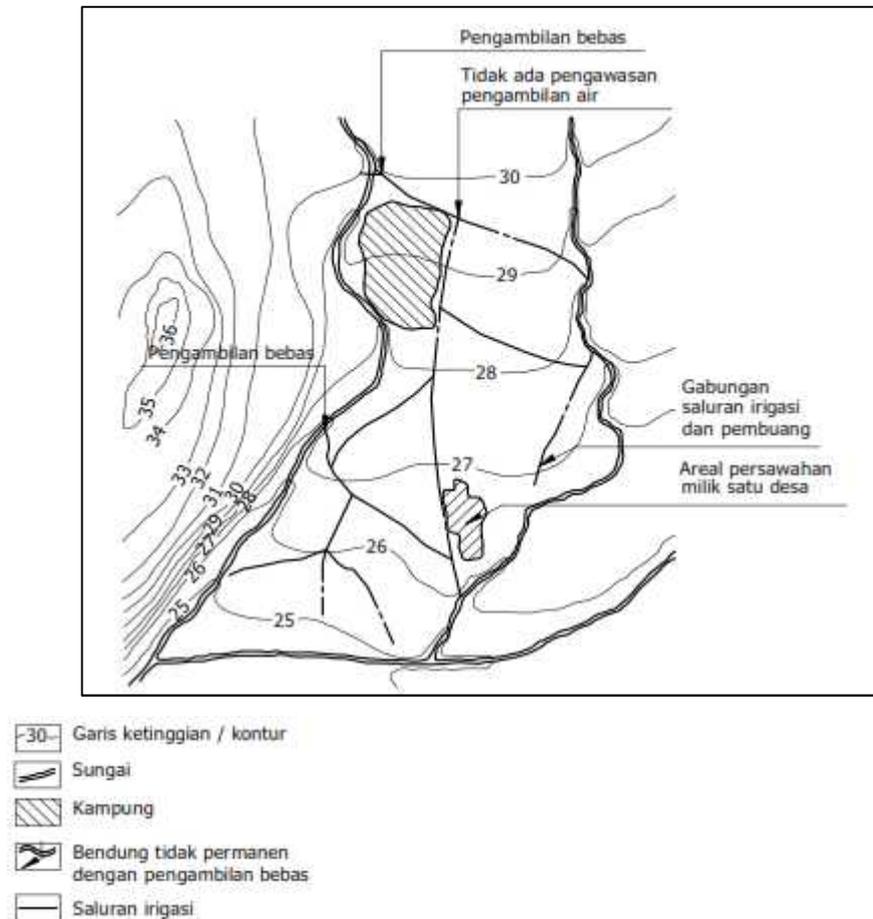
Berdasarkan cara pengaturan, pengukuran aliran air, dan kelengkapan fasilitas, jaringan irigasi dapat dibedakan dalam tiga tingkatan, yaitu:

2.3.1 Jaringan irigasi sederhana

Pembagian air pada jaringan irigasi sederhana tidak diukur atau diatur, air lebih akan mengalir ke saluran pembuang. Para petani pemakai air tersebut tergabung dalam satu kelompok jaringan irigasi yang sama, sehingga tidak memerlukan keterlibatan pemerintah 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. Adanya pemborosan air dan dikarenakan pada umumnya jaringan ini terletak di daerah yang tinggi, air yang terbuang tidak selalu dapat mencapai daerah rendah yang lebih subur. Selain itu, terdapat banyak penyadapan yang memerlukan lebih banyak

biaya dari penduduk karena setiap desa membuat jaringan dan pengambilan sendiri-sendiri. Karena bangunan pengelaknya bukan bangunan tetap atau permanen, maka umurnya mungkin pendek.



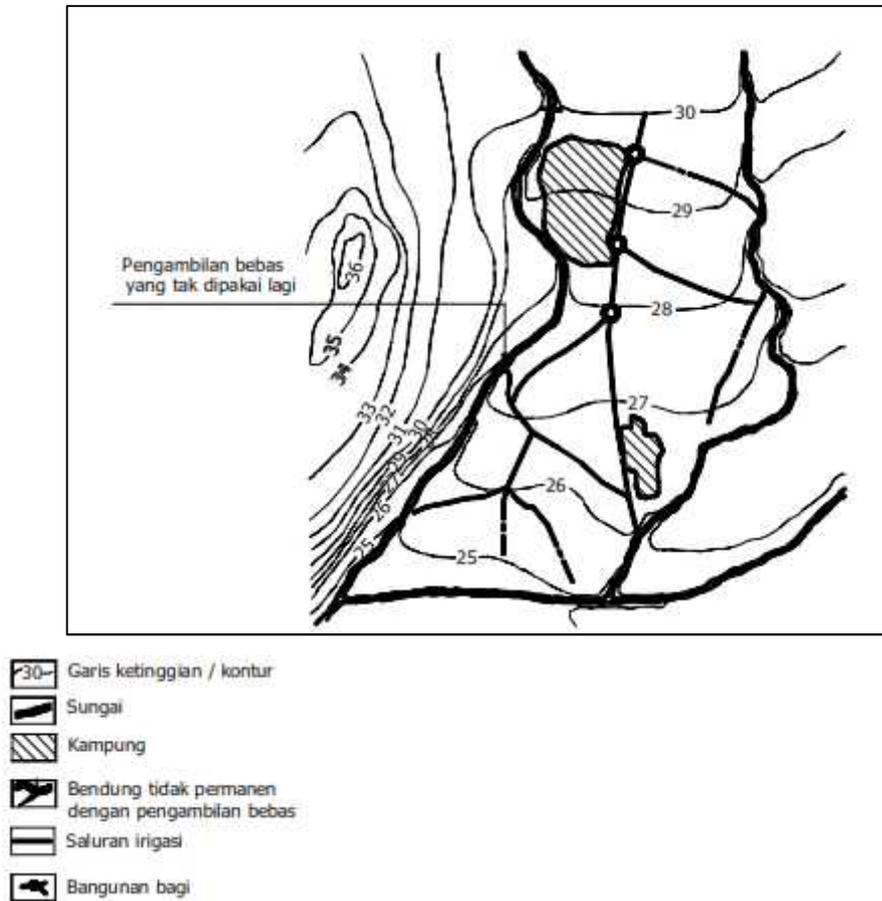
Gambar 2.1 Jaringan Irigasi Sederhana

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

2.3.2 Jaringan irigasi semi teknis

Jaringan irigasi semi teknis bendungnya terletak di sungai lengkap dengan bangunan pengambilan dan bangunan pengukur dibagian hilirnya. Sistem pembagian air biasanya serupa dengan jaringan sederhana. Pengambilan dipakai untuk melayani atau 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)

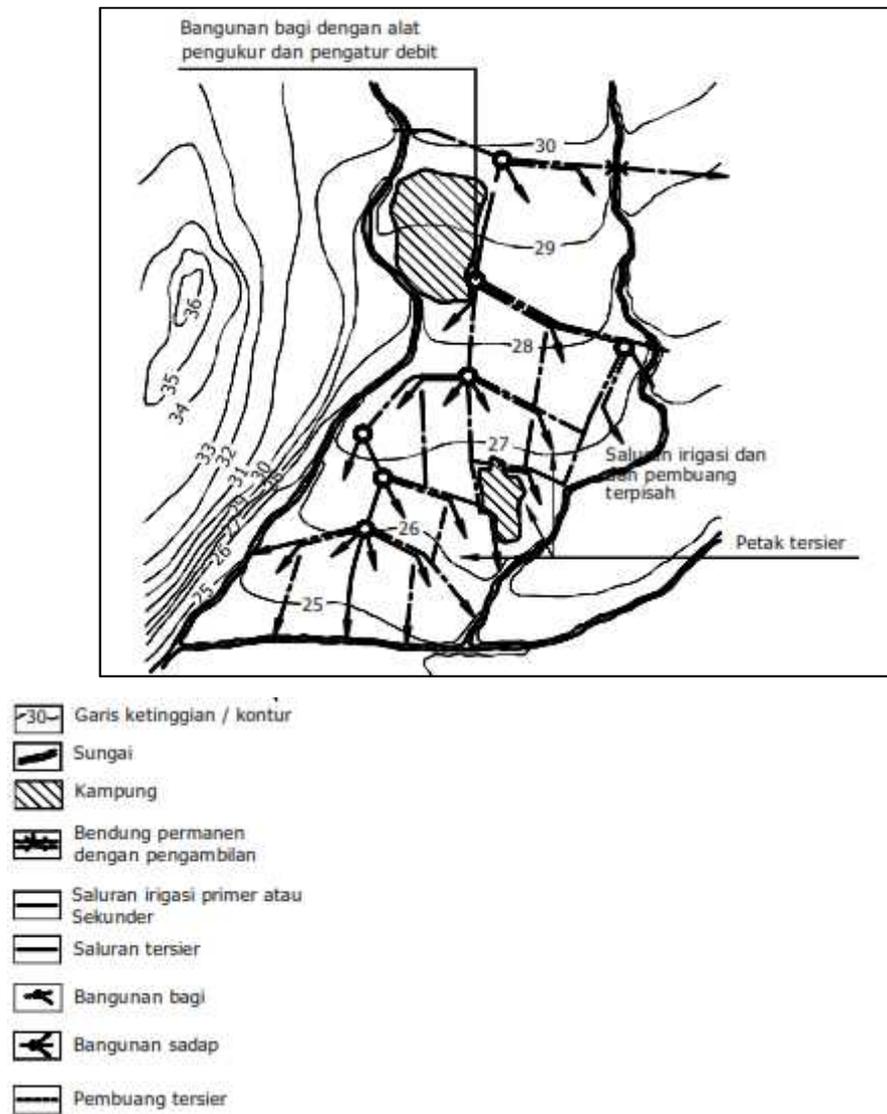
2.3.3 Jaringan irigasi teknis

Salah satu prinsip dalam perencanaan jaringan teknis adalah pemisahan antara jaringan irigasi dan jaringan pembuang. Hal ini berarti bahwa baik saluran irigasi maupun pembuang tetap bekerja sesuai dengan fungsinya masing-masing, yaitu 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 umumnya berkisar antara 50 – 100 Ha.

Jaringan saluran tersier dan kuarter mengalirkan air ke sawah. Kelebihan air ditampung dalam suatu jaringan saluran pembuang tersier dan kuarter yang kemudian dialirkan ke jaringan pembuang sekunder dan kuarter.

Jaringan irigasi teknis yang didasarkan pada prinsip-prinsip diatas adalah cara pembagian air yang paling efisien dengan mempertimbangkan waktu-waktu merosotnya persediaan air serta kebutuhan petani. 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 utama, hal ini akan memerlukan jumlah bangunan yang lebih sedikit di saluran primer, eksploitasi yang lebih baik, dan pemeliharaan yang lebih murah. 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 Ikhtisar

Peta ikhtisar adalah menunjukkan hubungan dari berbagai bagian dari suatu jaringan irigasi yang saling berhubungan satu sama lainnya. Peta ikhtisar tersebut dapat disajikan pada peta tata letak.

2.4.1 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 dibawah bimbingan pemerintah. Ini juga menentukan ukuran petak tersier. Petak yang terlalu 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, tetapi dalam keadaan tertentu dapat ditolelir hingga 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: kalau petak-petak tersier tidak secara langsung terletak di sepanjang jaringan saluran irigasi utama yang dengan demikian, memerlukan saluran tersier yang membatasi petak-petak tersier lainnya, hal ini harus dihindari. Panjang saluran tersier sebaiknya kurang dari 1.500 m, tetapi dalam kenyataan kadang-kadang panjang saluran ini mencapai 2.500 m. Panjang saluran kuarter lebih baik dibawah 500 m, tetapi prakteknya kadang-kadang sampai 800 m.

2.4.2 Petak sekunder

Petak sekunder terdiri dari beberapa petak tersier yang semuanya 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 dipinggung medan mengairi kedua sisi saluran hingga saluran pembuang yang membatasinya. Saluran sekunder boleh juga direncana sebagai saluran garis tinggi yang mengairi lereng-lereng medan yang lebih rendah saja.

2.4.3 Petak primer

Petak primer terdiri dari beberapa petak sekunder yang mengambil air langsung dari saluran primer. Petak primer dilayani oleh satu saluran primer yang mengambil airnya langsung dari sumber air, biasanya sungai. Proyek-proyek irigasi tertentu mempunyai dua saluran primer. Ini menghasilkan dua petak primer. Daerah disepanjang 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 bangunan-bangunan pelengkap.

Bendung berdasarkan fungsinya dapat diklasifikasikan menjadi:

- a. Bendung penyadap; digunakan sebagai penyadap aliran sungai untuk berbagai keperluan seperti untuk irigasi, air baku dan sebagainya.
- b. Bendung pembagi banjir; dibangun dipercabangan sungai untuk mengatur muka air sungai, sehingga terjadi pemisahan antara debit banjir dan debit rendah sesuai dengan kapasitasnya.
- c. Bendung penahan pasang; dibangun di bagian sungai yang dipengaruhi pasang surut air laut antara lain untuk mencegah masuknya air asin. (*Sumber: Desain Hidraulik Bendung Tetap untuk Irigasi Teknis, Erman Mawardi, 2006*)

Berdasarkan tipe strukturnya bendung dapat dibedakan atas:

- a. 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

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 m³/dt. Ada empat tipe bangunan yang dapat dipakai untuk bangunan sadap sekunder, yaitu:

- 1) Alat ukur *Romijn*
- 2) Alat ukur *Crump-de Gruyter*
- 3) Pintu aliran bawah dengan alat ukur ambang lebar
- 4) 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 diizinkan.

Untuk kehilangan tinggi energi kecil, alat ukur *Romijn* dipakai hingga debit sebesar 2 m³/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 m³/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_{maks} atau Q_{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, dimana pembuatan bangunan pengatur akan sangat mahal dan muka air yang diperlukan di petak tersier rendah dibanding elevasi air selama debit rendah disaluran, 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 sistem 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, hal tersebut diatasi dengan sebuah pemikiran untuk menerapkan pembagian air secara proporsional. Sistem proporsional ini tidak memerlukan pintu pengatur, pembagi, dan pengukur. Sistem ini memerlukan persyaratan khusus, yaitu:

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

Syarat aplikasi sistem ini adalah :

- 1) melayani tanaman yang sama jenisnya (monokultur)
- 2) jadwal tanam serentak
- 3) 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:

- 1) Berdasarkan elevasi sawah tertinggi dari lokasi bangunan-bangunan sadap tersebut ditentukan elevasi muka air di hulu pintu sadap.
- 2) 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

Bangunan pengatur akan mengatur muka air saluran di tempat-tempat dimana terletak bangunan sadap dan bagi. Khususnya di saluran-saluran yang kehilangan tinggi energinya harus kecil (misal dikebanyakan saluran garis tinggi), bangunan pengatur harus direncana sedemikian rupa sehingga tidak banyak rintangan sewaktu terjadi debit rencana. Misalnya pintu sorong harus dapat diangkat sepenuhnya dari dalam air selama terjadi debit rencana, kehilangan energi harus kecil pada pintu skot balok jika semua balok dipindahkan. (*Sumber: Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan KP – 04, 2010*)

Aliran akan diukur di hulu saluran primer, dicabang saluran jaringan primer, dan dibangun 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.

Tabel 2.1
Alat-alat Ukur

Tipe	Mengukur dengan	Mengatur
Bangunan ukur ambang lebar	Aliran atas	Tidak
Bangunan ukur Parshall	Aliran atas	Tidak
Bangunan ukur Cipoletti	Aliran atas	Tidak
Bangunan ukur Romijn	Aliran atas	Ya
Bangunan ukur Crump-de-Gruyter	Aliran Bawah	Ya
Bangunan sadap pipa sederhana	Aliran Bawah	Ya
<i>Constant-Head Orifice</i>	Aliran Bawah	Ya
<i>Cut Throat Flume</i>	Aliran atas	Tidak

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

Untuk menyederhanakan operasi dan pemeliharaan, bangunan ukur yang dipakai disebuah jaringan irigasi hendaknya tidak terlalu banyak dan diharapkan pula pemakaian alat ukur tersebut bisa benar-benar mengatasi permasalahan yang dihadapi para petani.

2.5.4 Bangunan pengatur muka air

Bangunan-bangunan pengatur muka air mengatur atau 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 disetel atau tetap. Untuk bangunan-bangunan pengatur yang dapat disetel dianjurkan untuk menggunakan pintu (sorong) radial atau lainnya.

Bangunan-bangunan pengatur diperlukan di tempat-tempat dimana tinggi muka air disaluran dipengaruhi oleh bangunan terjun atau got miring (*chute*). Untuk mencegah meninggi atau menurunnya muka air disaluran 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 dimana 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 dimana saluran lewat dibawah bangunan (jalan, rel kereta api) atau apabila pembuang lewat dibawah 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 dibawah saluran pembuang, cekungan, anak sungai atau sungai. Sipon juga dipakai untuk melewati air dibawah 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 diatas lembah yang dalam.

5) Flum (*flume*)

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

- a) Flum tumpu (*bench flume*), untuk mengalirkan air disepanjang lereng bukit yang curam.
- b) Flum elevasi (*elevated flume*), untuk menyeberangkan air irigasi lewat diatas saluran pembuang atau jalan air lainnya.
- c) Flum, dipakai apabila 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 dimana 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 didalam saluran tertutup adalah aliran bebas.

7) Terowongan

Terowongan dibangun apabila keadaan ekonomi atau 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.

1) 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 dibawah saluran pembuang tersebut. *Overchute* akan direncana jika elevasi dasar saluran pembuang disebelah hulu saluran irigasi lebih besar daripada permukaan air normal di saluran.

2) 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.

3) 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.

4) 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.

5) Saluran pembuang samping

Aliran buangan biasanya ditampung disaluran pembuang terbuka yang mengalir paralel disebelah 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.

6) 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 disepanjang ruas saluran tersebut. Biasanya jalan inspeksi terletak disepanjang sisi saluran irigasi. Jembatan dibangun untuk saling menghubungkan jalan-jalan inspeksi diseborang 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 disepanjang sungai disebelah hulu bending atau disepanjang 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:

- a. Pagar, rel pengaman, dan sebagainya, guna memberikan pengaman sewaktu terjadi keadaan-keadaan gawat;
- b. Tempat-tempat cuci, tempat mandi ternak dan sebagainya, untuk memberikan sarana untuk mencapai air disaluran tanpa merusak lereng;
- c. Kisi-kisi penyaring untuk mencegah tersumbatnya bangunan (sipon dan gorong-gorong panjang) oleh benda-benda yang hanyut;
- d. Jembatan-jembatan untuk keperluan penyeberangan bagi penduduk;
- e. 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 disetiap bangunan sadap atau *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.

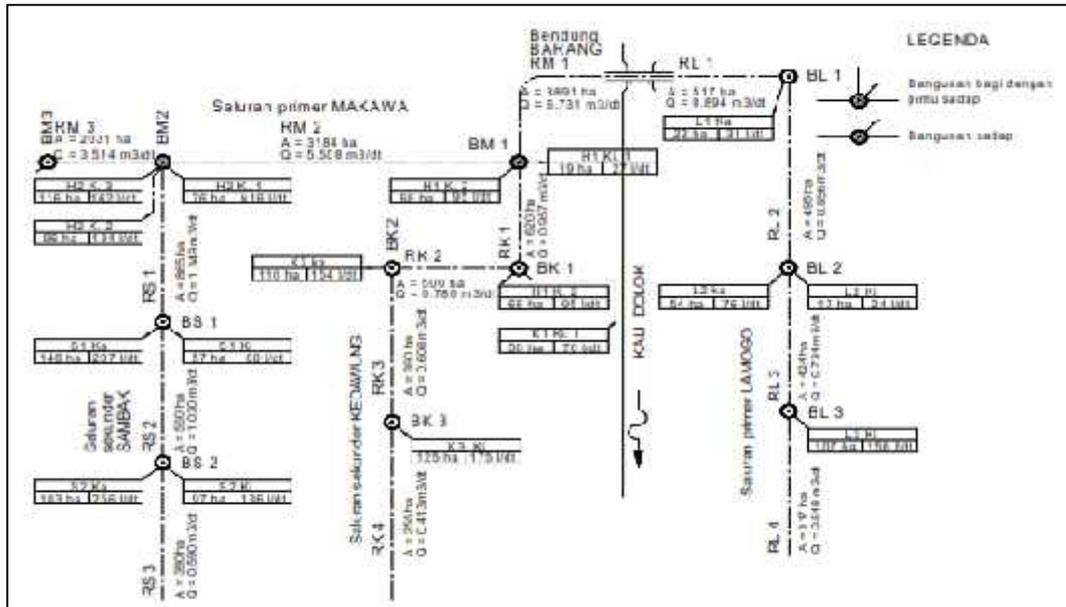
2.6.1 Daerah irigasi

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. Contohnya adalah Daerah Irigasi Jatiluhur atau D.I. Cikoncang, apabila ada dua pengambilan atau lebih, maka daerah irigasi tersebut sebaiknya diberi nama sesuai dengan desa-desa terkenal di daerah-daerah layanan setempat. Untuk pemberian nama-nama bangunan utama berlaku peraturan yang sama seperti untuk daerah irigasi, misalnya bendung elak Cikoncang melayani D.I Cikoncang.

2.6.2 Jaringan irigasi primer

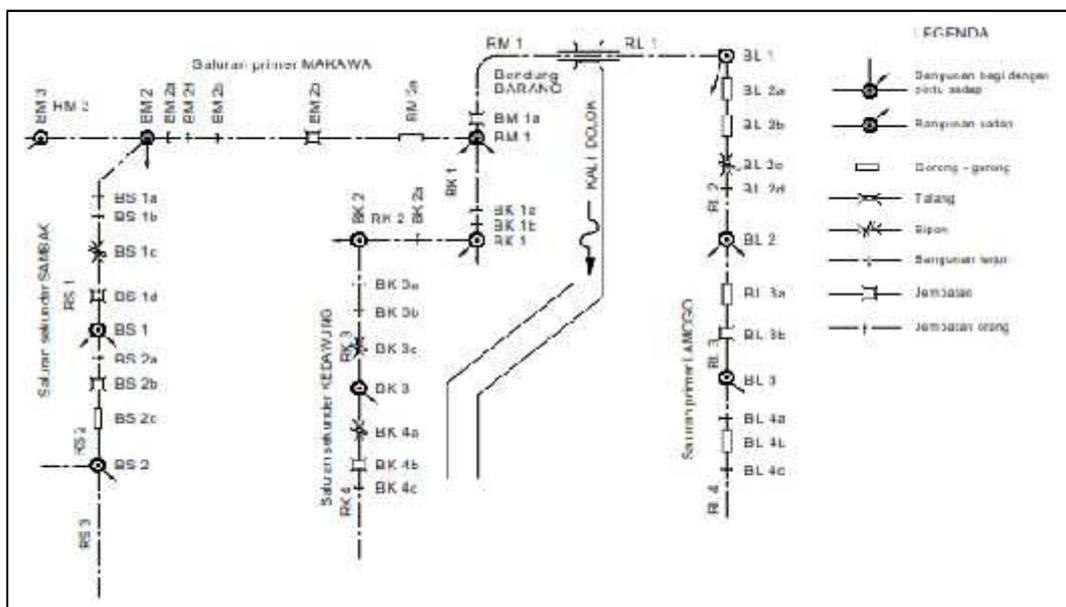
Saluran irigasi primer sebaiknya diberi nama sesuai dengan daerah irigasi yang dilayani, contoh: saluran primer Makawa.

Saluran sekunder sering diberi nama sesuai dengan nama desa yang terletak dipetak sekunder. Petak sekunder akan diberi nama sesuai dengan nama saluran sekundernya. Sebagai contoh saluran sekunder Sambak mengambil nama desa Sambak yang terletak di petak sekunder Sambak.



Gambar 2.4 Standar Sistem Tata Nama untuk Skema 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)

Saluran dibagi menjadi ruas-ruas yang berkapasitas sama. Misalnya, RS 2 adalah Ruas saluran sekunder Sambak (S) antara bangunan sadap BS 1 dan BS 2.

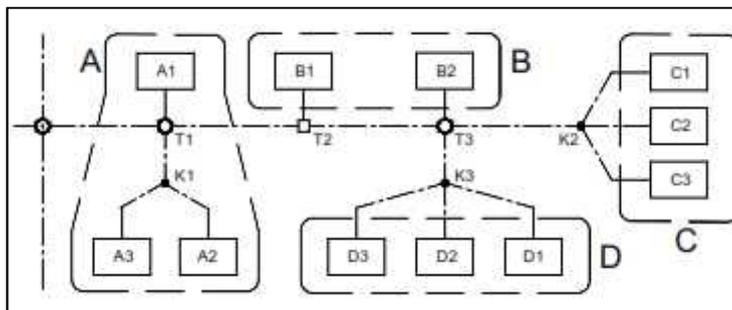
Bangunan pengelak atau bagi adalah bangunan terakhir di suatu ruas. Bangunan itu diberi nama sesuai dengan ruas hulu tetapi huruf R (Ruas) diubah menjadi B (Bangunan). Misalnya BS 2 adalah bangunan pengelak di ujung ruas RS 2.

Bangunan-bangunan yang ada di antara bangunan-bangunan bagi sadap (gorong-gorong, jembatan, talang bangunan terjun, dan sebagainya) diberi nama sesuai dengan nama ruas dimana bangunan tersebut terletak juga mulai dengan huruf B (Bangunan) lalu diikuti dengan huruf kecil sedemikian sehingga bangunan yang terletak diujung hilir mulai dengan "a" dan bangunan-bangunan yang berada lebih jauh dihilir memakai huruf b, c, dan seterusnya. Sebagai contoh BS2b adalah bangunan kedua pada ruas RS2 disaluran Sambak terletak antara bangunan-bangunan bagi BS 1 dan BS 2.

2.6.3 Jaringan irigasi tersier

Petak tersier diberi nama seperti bangunan sadap tersier dari jaringan utama. Misalnya petak tersier S1 ki mendapat air dari pintu kiri bangunan bagi BS 1 yang terletak di saluran Sambak.

- a. Ruas-ruas saluran tersier diberi nama sesuai dengan nama boks yang terletak diantara kedua boks, misalnya (T1 - T2), (T3 - K1).
- b. 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.
- c. 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.
- d. Boks kuarter diberi kode K, diikuti dengan nomor urut menurut arah jarum jam, mulai dari boks kuarter pertama dihilir boks tersier dengan nomor urut tertinggi: K1, K2 dan seterusnya.



Gambar 2.6 Sistem Tata Nama Petak Rotasi dan Kuarter

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

- e. Saluran irigasi kuarter diberi nama sesuai dengan petak kuarter yang dilayani tetapi dengan huruf kecil, misalnya a1, a2 dan seterusnya.
- f. Saluran pembuang kuarter diberi nama sesuai dengan petak kuarter yang dibuang airnya, menggunakan huruf kecil diawali dengan dk, misalnya dka1, dka2 dan seterusnya.
- g. Saluran pembuang tersier, diberi kode dt1, dt2 juga menurut arah jarum jam.

2.6.3 Jaringan pembuang

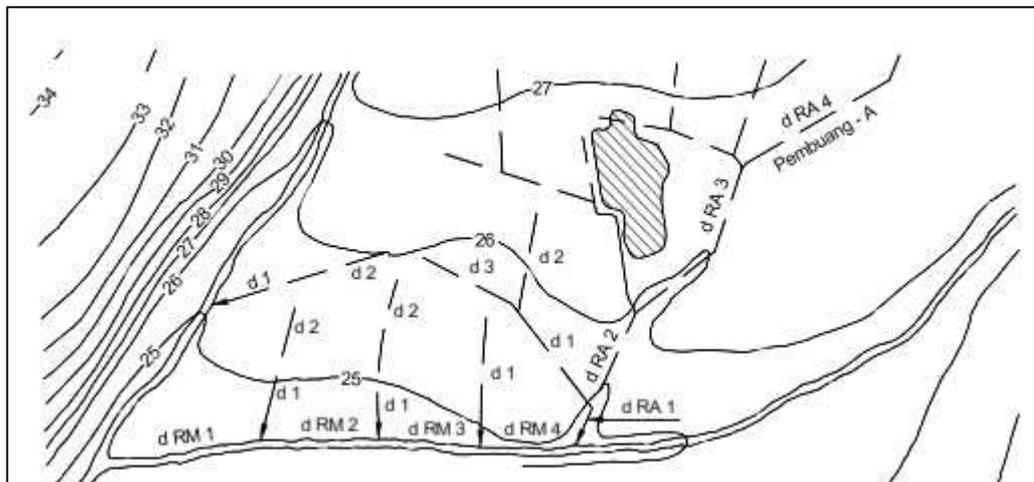
Setiap pembangunan jaringan irigasi dilengkapi dengan pembangunan jaringan drainase yang merupakan satu kesatuan dengan jaringan irigasi yang bersangkutan. (PP 20 pasal 46 ayat I)

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 diantaranya 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.



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:

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

- h. 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 Definisi Mengenai 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 dimana pelaksanaan pekerjaan dipertimbangkan dan/atau diusulkan dan daerah tersebut akan mengambil manfaat langsung dari proyek tersebut.
- c. Daerah irigasi total atau bruto adalah daerah proyek dikurangi dengan perkampungan dan tanah-tanah yang dipakai untuk mendirikan bangunan daerah yang tidak diairi, jalan utama, rawa-rawa, dan daerah-daerah yang tidak akan dikembangkan untuk irigasi dibawah proyek yang bersangkutan.
- d. Daerah irigasi netto atau 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 atau 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

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 D.I. Air Gegas Kiri seluas 2.300 Ha Kabupaten Musi Rawas Provinsi Sumatera Selatan ini, perencana menggunakan metode rerata Aljabar untuk mendapatkan data curah hujan efektif, yaitu dengan persamaan:

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

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 menghitung debit andalan menggunakan persamaan rasional:

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

Dimana :

Q = Debit penyediaan air (m³/det)

0.278 = Konversi satuan

C = Koefisien pengaliran

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

A = Luas Daerah Aliran Sungai (km²)

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 diairi	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 perpaduan dua proses, yaitu evaporasi dan transpirasi. Evaporasi adalah proses penguapan atau hilangnya air dari tanah dan badan-badan air (abiotik), sedangkan transpirasi adalah proses keluarnya air dari tanaman (boitik) akibat proses respirasi dan fotosintesis. Kombinasi dua proses yang saling terpisah dimana kehilangan air dari

permukaan tanah melalui proses evaporasi dan kehilangan air dari tanaman melalui proses transpirasi disebut sebagai evapotranspirasi (ET). Proses hilangnya air akibat evapotranspirasi merupakan salah satu komponen penting dalam hidrologi karena proses tersebut dapat mengurangi simpanan air dalam badan-badan air, tanah, dan tanaman. Untuk kepentingan sumber daya air, data ini untuk menghitung kesetimbangan air dan lebih khusus untuk keperluan penentuan kebutuhan air bagi tanaman (pertanian) dalam periode pertumbuhan atau periode produksi. Oleh karena itu, data evapotranspirasi sangat dibutuhkan untuk tujuan irigasi atau pemberian air, perencanaan irigasi atau untuk konservasi air. Evapotranspirasi ditentukan oleh banyak faktor, antara lain:

- 1) Radiasi surya (R_d): komponen sumber energi dalam memanaskan badan-badan air, tanah dan tanaman. Radiasi potensial sangat ditentukan oleh posisi geografis lokasi.
- 2) Kecepatan angin (v): angin merupakan faktor yang menyebabkan terdistribusinya air yang telah diuapkan ke atmosfer, sehingga proses penguapan dapat berlangsung terus sebelum terjadinya kejenuhan kandungan uap di udara.
- 3) Kelembaban relatif (RH): parameter iklim ini memegang peranan karena udara memiliki kemampuan untuk menyerap air sesuai kondisinya termasuk temperatur udara dan tekanan udara atmosfer.
- 4) Temperatur: suhu merupakan komponen tak terpisah dari RH dan Radiasi. Suhu ini dapat berupa suhu badan air, tanah, dan tanaman ataupun juga suhu atmosfer. Proses terjadinya evaporasi dan transpirasi pada dasarnya akibat adanya energi yang disuplai oleh matahari baik yang diterima oleh air, tanah, dan tanaman.

Besarnya evapotranspirasi dihitung dengan menggunakan metoda Pen Man yang dimodifikasi oleh Nedeco atau Prosida seperti diuraikan dalam PSA-010. Evapotranspirasi dihitung dengan menggunakan rumus-rumus teoritis empiris dengan memperhatikan faktor-faktor meteorologi yang

terkait, seperti suhu udara, kelembaban, kecepatan angina, dan penyinaran matahari.

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

Dimana:

- E = Energi yang ada untuk penguapan
H = $Ra(1 - r) \left(0,18 + 0,55 \frac{n}{N}\right) - \sigma Ta^4(0,56 - 0,92\sqrt{e.d}) \left(0,10 + 0,90 \frac{n}{N}\right)$
Ra = Radiasi extraterensial bulanan rata-rata (mm/hari)
r = Koefisien refleksi pada permukaan (%)
n/N = Persentase penyinaran matahari
 σ = Konstanta Boltzman (mm air/hari/ $^{\circ}$ k)
 σTa^4 = Koefisien bergantung dari temperatur (mm/hari)
ed = Tekanan uap udara dalam keadaan jenuh dan yang diamati/sebenarnya (mm/Hg)
Ea = Evaporasi (mm/hari)
ea = Tekanan uap udara pada temperatur udara rata-rata (mmHg)
U2 = Kecepatan angin rata-rata pada ketinggian 2 m diatas permukaan tanah (mil/hari)
N = Faktor koreksi lamanya penyinaran matahari disesuaikan dengan letak lintang dari daerah yang sedang diamati.

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

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

Dimana :

- U2 = Kecepatan angin dalam mil/hari pada ketinggian h (*feet*)
h = Ketinggian alat ukur kecepatan yang ada (*feet*)

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

Bulan	10 ° Lintang Utara	0 °	10 ° Lintang Selatan
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
Nopember	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	Jan	Feb	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	1.02	0.93	1.03	1.02	1.06	1.03	1.06	1.05	1.01	1.03	0.99	1.02
10	1.00	0.91	1.03	1.03	1.08	1.06	1.08	1.07	1.02	1.02	0.98	0.99
15	0.97	0.91	1.03	1.04	1.11	1.08	1.12	1.08	1.02	1.01	0.95	0.97
20	0.95	0.90	1.03	1.05	1.12	1.11	1.14	1.11	1.02	1.00	0.93	0.94

Sumber : Irigasi I, 2014

Tabel 2.5
Faktor Koreksi Penyinaran / N di Selatan

Selatan	Jan	Feb	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	1.00	1.02	0.99	1.02	1.03	1.00	1.05	1.03	1.06
10	1.08	0.97	1.05	0.99	1.01	0.96	1.00	1.01	1.00	1.06	1.05	1.10
15	1.12	0.98	1.05	0.98	0.98	0.94	0.97	1.00	1.00	1.07	1.07	1.12
20	1.14	1.00	1.05	0.97	0.97	0.91	0.95	0.99	1.00	1.08	1.09	1.15

Sumber : Irigasi I, 2014

Tabel 2.6
Konstanta Boltzman / $\sigma T \alpha^4$

Temperatur (° C)	Temperatur (° K)	$\frac{\alpha^4}{\sigma T \alpha^4 (n_{ur})}$ n/hari)
0	273	11,22
5	278	12,06
10	283	12,96
15	288	13,89
20	293	14,88
25	298	15,92
30	303	17,02
35	308	18,17
40	313	19,38

Sumber : Irigasi I, 2014

Tabel 2.7
Nilai Δ/γ Untuk Suhu-Suhu yang Berlainan

T	/	T	/	T	/
10	1.23	20	2.14	30	3.57
11	1.3	21	2.26	31	3.75
12	1.38	22	2.38	32	3.93
13	1.46	23	2.51	33	4.12
14	1.55	24	2.63	34	4.32
15	1.64	25	2.78	35	4.53
16	1.73	26	2.92	36	4.75
17	1.82	27	3.08	37	4.97
18	1.93	28	3.23	38	5.20
19	2.03	29	3.40	39	5.45
20	2.14	30	3.57	40	5.75

Sumber : Irigasi I, 2014

Tabel 2.8
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	9,20	9,26	9,33	9,36	9,46	9,52	9,58	9,65	9,71	9,77
11	9,84	9,90	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	11,30	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	22,50	22,63	22,76	22,91	23,05	23,19	23,31	23,45	23,6
25	23,73	23,90	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	26,90	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	30,20	30,38	30,56	30,74	30,92	31,1	31,28	31,46	31,64
30	31,82	32,00	32,19	32,38	32,57	32,76	33,95	33,14	33,33	33,52
31	33,70	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	39,90	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 2.9
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	1.467	1

Sumber : Irigasi 1, 2014

2.8.4 Pola tanam

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

- a. Curah hujan efektif rata-rata
- b. Kebutuhan air irigasi
- c. Perkolasi tanah di daerah tersebut
- d. 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 diperklukan dalam perncanaan dan pengelolaan sistem irigasi. Kebutuhan air tanaman didefinisikan sebagai jumlah air yang dibutuhkan oleh tanaman pada suatuperiode 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 disawah dari pintu pengambilan. Efisiensi timbul karena kehilangan air yang disebabkan rembesan, bocoran, eksploitasi, dan lain-lain.

Tabel 2.10
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	0.80 x 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:

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

Dimana:

NFR = Kebutuhan air di sawah (mm)

Etc = Penggunaan konsumtif (mm)

P = Perkolasi (mm/hari)

Re = Curah hujan efektif (mm/hari)

WLR = Pengganti lapisan air (mm/hari)

Sedangkan kebutuhan air disaluran dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$DR = NFR / e$$

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:

$$IR = M \cdot \frac{e^k}{e^k - 1}$$

$$M = E_0 + P$$

$$K = \frac{M \cdot T}{S}$$

Dimana:

- IR = Kebutuhan air untuk pengolahan lahan (mm/hari)
- M = Kebutuhan air untuk mengganti kehilangan air dan perkolasi disawah yang sudah dijenuhkan (mm/hari)
- E₀ = 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:

$$E_{tc} = K_c \times E_{to}$$

Dimana:

- E_{tc} = Kebutuhan konsumtif tanaman (mm/hari)
- K_c = Koefisien tanaman
- E_{to} = 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 ½ 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 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. Sedangkan rembesan terjadi akibat meresapnya air melalui tanggul sawah.

Tabel 2.11
Perkolasi Bulanan

No.	Tipe Tanah	Perkolasi (mm/hari)
1	Sedang (<i>medium</i>)	4,0
2	Ringan (<i>light</i>)	5,0
3	Sedang sampai berat (<i>medium-heavy</i>)	2,0 – 3,0
4	Berat (<i>heavy</i>)	2,0

Sumber: Laporan PU Pengairan Provinsi Sumatera Selatan, 2015

6) Koefisien tanaman

Harga-harga koefisien tanaman dinyatakan pada tabel sebagai berikut:

Tabel 2.12
Harga Koefisien Tanaman

Periode Setengah Bulanan	Padi (Nedeco/Prosida)		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	0.95	0.95
7	1.12	-	0.95	0	-
8	0	-	0	-	-

Sumber : Standar Perencanaan Irigasi KP-01, 2010

2.8.5 Dimensi saluran

Setelah debit air masing-masing diketahui, maka dimensi saluran dapat dihitung. Pada umumnya jaringan irigasi menggunakan saluran berbentuk trapesium, untuk menentukan dimensi saluran ini, digunakan tabel yang dikeluarkan oleh Direktorat Irigasi Pekerjaan Umum yang telah tercantum ukuran perbandingan dimensi, kemiringan talud, dan lain-lain yang disesuaikan dengan debit yang dibutuhkan. Adapun langkah-langkah menentukan dimensi saluran kemiringan saluran adalah sebagai berikut:

- a. Perhitungan debit saluran

$$Q = \frac{Axa}{1000}$$

Dimana:

Q = Debit saluran (m³/det)

A = Luas daerah yang akan diairi (Ha)

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

- b. Menentukan luas penampang saluran

$$F = \frac{Q}{V}$$

Dimana:

F = Luas penampang basah (m²)

Q = Debit saluran (m³/det)

V = Kecepatan aliran (m/det)

- c. Menentukan tinggi saluran

$$h = \left(\frac{F}{(b+mxh) \times h} \right)^{0.5}$$

$$b = h \times (b : h)$$

Dimana:

h = Tinggi saluran (m)

b = Lebar saluran (m)

F = Luas penampang basah (m²)

m = Kemiringan talud/dinding

- d. Menentukan keliling basah

$$O = bd + 2hd\sqrt{1 + m^2}$$

Dimana:

O = Keliling basah (m)

bd = Lebar desain saluran (m)

hd = Tinggi desain saluran (m)

m = Kemiringan talud/dinding

- e. Menentukan luas penampang desain

$$F_d = (bd + (m \times hd)) hd$$

Dimana:

F_d = Luas penampang desain (m^2)

bd = Lebar desain saluran (m)

hd = Tinggi desain saluran (m)

m = Kemiringan talud/dinding

- f. Menentukan kecepatan aliran desain

$$V_d = \frac{Q}{F_d}$$

Dimana:

V_d = Kecepatan aliran desain (m/det)

Q = Debit saluran (m^3 /det)

F_d = Luas penampang desain (m^2)

- g. Menentukan jari-jari hidrolis

$$R = \frac{F_d}{O}$$

Dimana:

R = Jari-jari hidrolis (m)

F_d = Luas penampang desain (m^2)

O = Keliling basah (m)

- h. Menentukan kemiringan saluran

$$I = \left(\frac{V_d}{K R^{2/3}} \right)^2$$

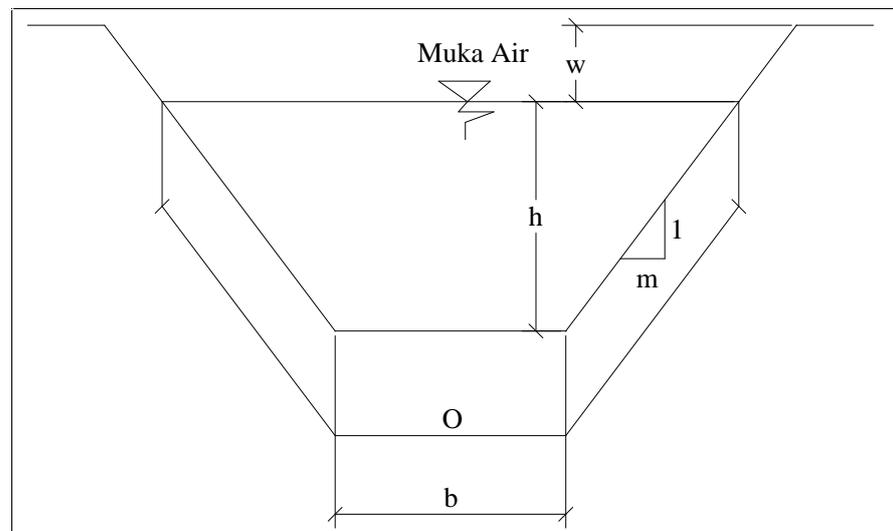
Dimana:

I = Kemiringan saluran

V_d = Kecepatan aliran desain (m/det)

K = Koefisien Kekasaran Strikler ($m^{1/3}$ /det)

R = Jari-jari hidrolis (m)



Gambar 2.8 Parameter Potongan Melintang
(Sumber: Standar Perencanaan Irigasi KP-03, 2010)

Tabel 2.13
Tinggi Jagaan (Waking)

Q (m ³ /det)	Tinggi Jagaan (m)
< 0,5	0,40
0,5 - 1,5	0,50
1,5 - 5,0	0,60
5,0 - 10,0	0,75
10,0 - 15,0	0,85
> 15,0	1,00

Sumber: Standar Perencanaan Irigasi KP-03, 2010

Tabel 2.14
Lebar Minimum Tanggul

Debit Rencana (m ³ /det)	T.J. Inspeksi (m)	D.J. Inspeksi (m)
$Q \leq 1$	1,00	3,00
$1 < Q < 5$	1,50	5,00
$5 < Q \leq 10$	2,00	5,00
$10 < Q \leq 15$	3,50	5,00
$Q > 15$	3,50	$\approx 5,00$

Sumber: Standar Perencanaan Irigasi KP-03, 2010

Tabel 2.15
Koefisien Kekasaran Stickler, K

Debit Rencana	K
m ³ /det	m ^{1/3} /det
Q > 10	45
5 < Q < 10	42,5
1 < Q < 5	40
Q < 1 dan Saluran Tersier	35

Sumber : Standar Perencanaan Irigasi KP-03, 2010

Tabel 2.16
Pedoman Menentukan Dimensi Saluran

Debit (m ³ /det)	b : h	Kec. Air untuk tanah lempung biasa	Serong untuk tanah lempung biasa 1 : m	Ket.
0.00 - 0.05	-	Min 0.25	1 : 1	
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	Min 30 cm
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 : Standar Perencanaan Irigasi KP-03, 2010

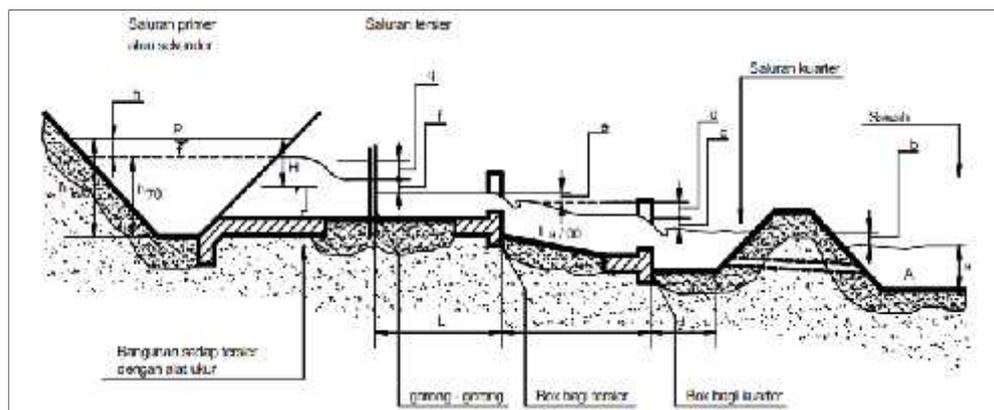
2.8.6 Elevasi muka air

Dalam menentukan elevasi muka air pada saluran ditentukan dari tinggi muka tanah tertinggi pada suatu jaringan irigasi. Untuk menentukan elevasi muka air 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:

- Muka air rencana pada saluran diupayakan berada dibawah atau sama dengan elevasi muka tanah aslinya sekitarnya, hal ini dilakukan supaya dapat mempersulit pencurian air atau penyadapan liar.
- Mengupayakan pekerjaan galian dan timbunan seimbang, agar biaya pelaksanaan bisa dibuat seminimal mungkin.
- Muka air direncanakan cukup tinggi agar dapat mengairi sawah-sawah yang letaknya paling tinggi pada petak tersier.

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



Gambar 2.9 Elevasi Muka Air Di Saluran Primer/Sekunder

(Sumber: *Standar Perencanaan Irigasi KP-03, 2010*)

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

Dimana :

- P = Elevasi muka air di saluran primer/sekunder
- A = Elevasi muka tanah tertinggi di sawah
- a = Tinggi genangan air di sawah
- b = kehilangan tinggi energi di saluran kwarter ke sawah = 5 cm
- c = kehilangan tinggi energi di boks bagi kwarter = 5 cm/boks
- d = kehilangan energi selama pengaliran di saluran irigasi
- e = kehilangan energi di boks bagi = 5 cm/boks
- f = kehilangan energi di gorong-gorong = 5 cm/bangunan
- g = kehilangan tinggi energi di bangunan sadap
- h = variasi tinggi muka air, 0.18 h (kedalaman rencana)
- Z = kehilangan energi di bangunan-bangunan lain
(misalnya: jembatan, pelimpah samping, dll)

2.9 Bangunan Ukur Debit Tipe Romijn

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

Bangunan ukur tipe ini merupakan bendung bermercu lebar yang mempunyai sifat, yaitu pada pengaliran sempurna terjadi keadaan aliran kritis diatas mercu.

Bangunan ukur ini terdiri atas:

- a. Dua plat baja (atas dan bawah) yang ditempatkan dalam sponing. Kedua plat ini sebagai batasan gerakan ke atas dan ke bawah.
- b. Plat ambang dapat digerakkan ke atas dan ke bawah sehubungan dengan stang pengangkat.
- c. Plat bawah diikatkan ke dasar dalam kedudukan dimana sisi atasnya merupakan batas paling pendek dari gerakan ambang.

- d. Plat bawah dihubungkan dengan plat atas didalam sponing dan bertindak sebagai batas atas dari gerakan ambang. Ukuran ambang atas diambil sedemikian sehingga panjang ambang sama dengan dua kali tinggi muka air diudik ambang, dimana setengah adalah lurus dan setengah lagi berbentuk lengkung dengan dua macam jari-jari.

2.10 Manajemen Proyek

2.10.1 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

2.10.2 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

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 lantai. Rencana anggaran biaya kasar dipakai sebagai pedoman terhadap rencana anggaran biaya yang dihitung secara teliti. Walaupun rencana anggaran biaya 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

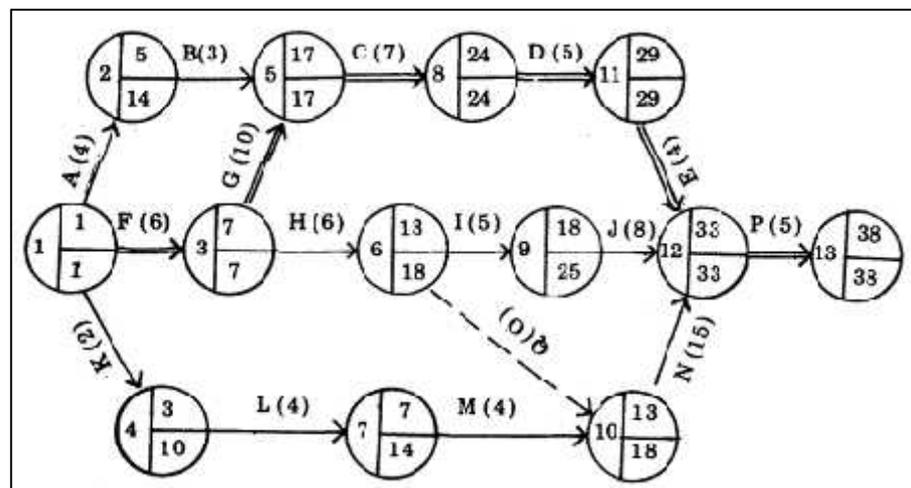
2.10.3 Rencana kerja (*time schedule*)

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 adalah sebagai berikut:

a. Network Planning (NWP)

Hubungan ketergantungan antara bagian-bagian pekerjaan (*variables*) yang digambarkan atau divisualisasikan 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 tergesa-gesa sehingga alat dan orang dapat digeser ke tempat lain demi efisiensi.



Gambar 2.10 Network Planning (NWP)

Sumber: *Dasar-dasar Network Planning*, 1991

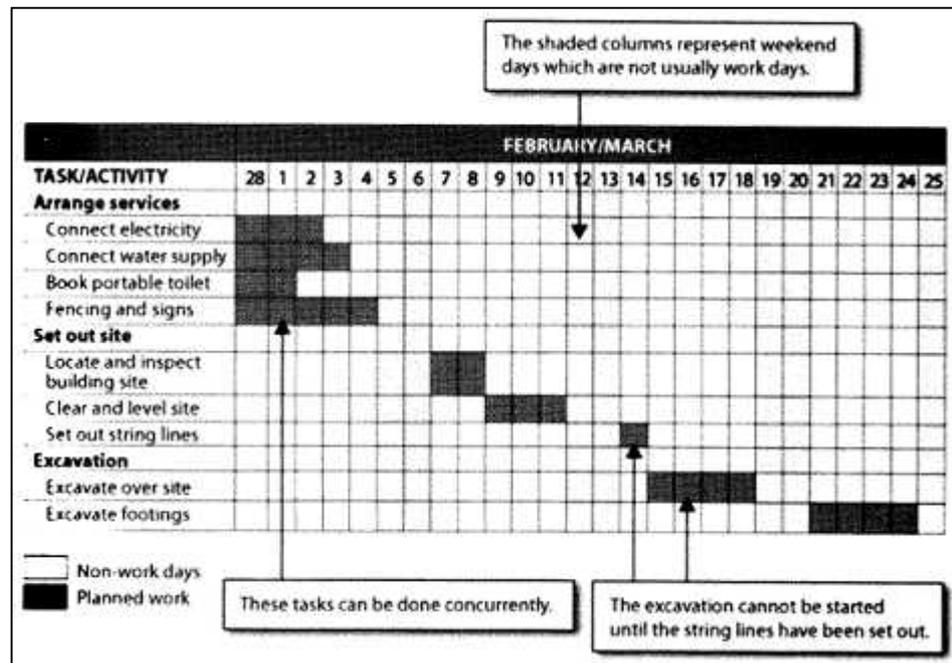
b. Critical Path Method (CPM)

Pada metode jaringan kerja dikenal 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): 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): waktu paling akhir sebuah kegiatan dapat diselesaikan tanpa memperlambat penyelesaian jadwal dimulai.
- *Early Finish* (EF): 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): 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

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.

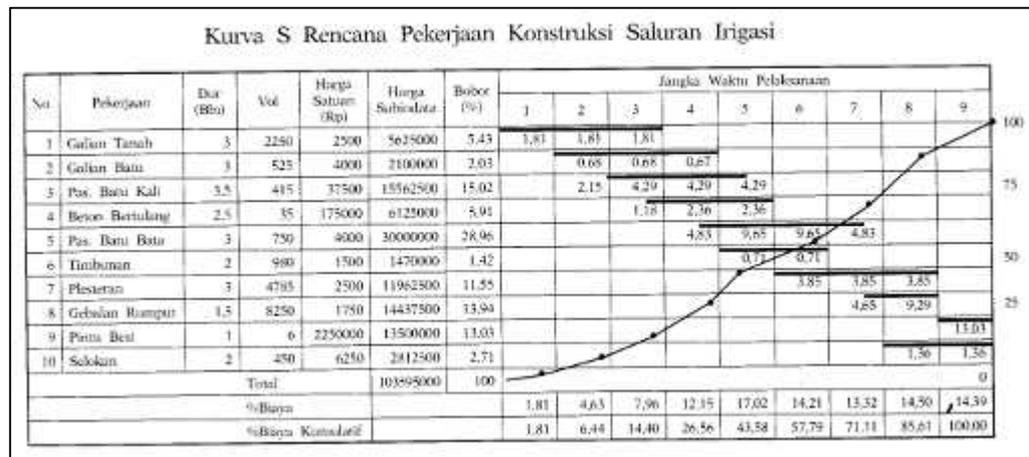


Gambar 2.11 *Barchart* / Bagan Balok

Sumber: *Manajemen Konstruksi*, 2013

d. Kurva S

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).



Gambar 2.12 Kurva S

Sumber: Manajemen Konstruksi, 2013