

SKRIPSI

**PERENCANAAN BANGUNAN SIPHON UNTUK SALURAN
IRIGASI D.I JALING**

Disusun dan diajukan oleh:

**RAHMAT RIADI
D011 19 1047**



**PROGRAM STUDI SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**PERENCANAAN BANGUNAN SIPHON UNTUK
SALURAN IRIGASI D.I JALING**

Disusun dan diajukan oleh

RAHMAT RIADI
D011 19 1047

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Pada tanggal 2 Mei 2024
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Prof. Dr.Eng. Ir. H. Farouk Maricar, MT
NIP: 196410201991031002

Pembimbing Pendamping,



Muhammad Farid Maricar, B.Eng, M.Eng
NIP: 199210312018015001

Ketua Program Studi,



Prof. Dr. H. M. Wihardi Tiaronge, ST, M.Eng
NIP. 196805292002121002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Rahmat Riadi
NIM : D011 19 1047
Program Studi : Teknik Sipil
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

{Perencanaan Bangunan Siphon Untuk Saluran Irigasi D.I Jaling}

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, Februari 2023

Yang Menyatakan


METERAL TEMPEL
10000
870ALX120198347
Rahmat Riadi

ABSTRAK

RAHMAT RIADI. Perencanaan Bangunan Siphon Untuk Saluran Irigasi D.I Jaling (dibimbing oleh Prof Dr. Eng. Ir. H. Farouk Maricar, M.T., dan Muhammad Farid Maricar, B. Eng. M. Eng)

Siphon adalah bangunan yang membawa air melewati bawah saluran lain (biasanya pembuang) atau jalan. Siphon dipakai untuk mengalirkan air irigasi dengan menggunakan saluran pembuang, cekungan, anak sungai atau sungai. Siphon merupakan saluran tertutup yang direncanakan untuk mengalirkan air secara penuh dan sangat dipengaruhi oleh tinggi tekan. Perencanaan hidrolis siphon harus mempertimbangkan kecepatan aliran, kehilangan pada peralihan masuk, kehilangan akibat gesekan, kehilangan pada bagian siku siphon serta kehilangan pada peralihan keluar. Karena siphon hanya memiliki sedikit fleksibilitas dalam mengangkut lebih banyak air daripada yang direncanakan, bangunan ini tidak akan dipakai dalam pembuang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis debit aliran dari saluran irigasi ke dalam bangunan siphon dan menganalisis dimensi bangunan siphon yang dapat mencapai keefektifan pada saluran irigasi. Dari hasil perhitungan kebutuhan air dari aliran air sungai jaling didapatkan kebutuhan bersih air di sawah (NFR) minum sebesar 0.18 lt/dt/ha dan kebutuhan bersih air di sawah (NFR) maksimum sebesar 1.31 lt/dt/ha sehingga pada perhitungan debit air saluran yang masuk pada bangunan siphon didapatkan nilai sebesar 2.66 m³/dt. Dari hasil perhitungan dimensi bangunan siphon dengan debit 2.66 m³/dt, maka diperolehlah dimensi bangunan siphon dimana lebar sebesar 1,2 m dan tinggi muka air bangunan sebesar 1,7 m.

Kata Kunci : Siphon, D.I Jaling, Debit

ABSTRACT

RAHMAT RIADI. Planning of Siphon Building for Irrigation Channel in Jaling River (supervised by Prof Dr. Eng. Ir. H. Farouk Maricar, M.T., and Muhammad Farid Maricar, B. Eng. M. Eng)

A siphon is a structure that carries water under another channel (usually a drain) or road. Siphons are used to channel irrigation water using drain channels, basins, tributaries or rivers. A siphon is a closed channel that is planned to drain water completely and is greatly influenced by the pressure height. Siphon hydraulic planning must consider flow velocity, loss at the inlet transition, loss due to friction, loss at the siphon elbow and loss at the outlet transition. Because siphons have little flexibility in transporting more water than intended, these structures will not be used in wasteful ways. The aim of this research is to analyze the flow discharge from the irrigation canal into the siphon building and analyze the dimensions of the siphon building which can achieve effectiveness in the irrigation canal. From the results of calculating water requirements from the Jaling River water flow, it was found that the net water requirement in rice fields (NFR) for drinking was 0.18 lt/sec/ha and the maximum clean water requirement in paddy fields (NFR) was 1.31 lt/sec/ha so that in the calculation of canal water discharge which entered the siphon building, a value of 2.66 m³/sec was obtained. From the results of calculating the dimensions of the siphon building with a discharge of 2.66 m³/s, the dimensions of the siphon building are obtained where the width is 1.2 m and the water level of the building is 1.7 m.

Keywords: Siphon, D.I Jaling , Discharge

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
KATA PENGANTAR	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Masalah	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Irigasi	6
2.2 Kebutuhan Air Irigasi	8
2.3 Evapotranspirasi.....	10
2.3.1 Evapotranspirasi Potensial.....	11
2.3.2 Evapotranspirasi Aktual.....	13
2.4 Siphon	15
2.4.1 Siphon Berbentuk Bulat atau Lingkaran.....	20
2.5 Jaringan pipa.....	22
BAB III	24
METODE PENELITIAN.....	24
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian	24
3.2 Rancangan Penelitian.....	25

3.2.1	Studi Literatur	25
3.2.2	Pengumpulan Data.....	25
3.3	Metode Penelitian	26
3.4	Analisis Data.....	26
3.5	Bagan Alir Penelitian.....	27
BAB IV		29
ANALISA DAN PEMBAHASAN.....		29
4.1	Hasil Penelitian	29
4.1.1	Data Curah hujan	29
4.1.2	Data Klimatologi.....	29
4.2	Analisis dan perhitungan	30
4.2.1	Analisa curah hujan rata-rata	30
4.2.2	Analisa Curah Hujan Efektif.....	31
4.2.3	Analisa Data Klimatologi	33
4.2.4	Analisis Kebutuhan Air Irigasi Sawah	36
4.2.5	Analisis Ketersediaan Air	38
4.2.6	Perhitungan Debit Rencana	40
4.2.7	Perhitungan Dimensi Saluran	41
4.2.7.1	Perhitungan pada saluran masuk (hulu).....	41
4.2.7.2	Perhitungan pada saluran keluar (hilir).....	43
4.2.7.3	Perhitungan pada siphon.....	45
BAB V.....		56
PENUTUP.....		56
5.1	Kesimpulan	56
5.2	Saran	56
DAFTAR PUSTAKA		57
LAMPIRAN.....		58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Evapotranspirometer	12
Gambar 2. Lisimeter Timbangan Sederhana.....	14
Gambar 3. Koefisien Kehilangan Tinggi Energi untuk Peralihan-Peralihan dari Bentuk Trapesium ke Segi Empat dengan Permukaan Air Bebas	18
Gambar 4. Koefisien Kehilangan Tinggi Energi untuk Peralihan-Peralihan dari Saluran Trapesium ke Pipa dan sebaliknya	19
Gambar 5. Peralihan Aliran pada Bagian Siku	20
Gambar 6. Siphon Berpenampang	21
Gambar 7. Siphon Berpenampang Trapesium	21
Gambar 8. Siphon Berpenampang Persegi.....	22
Gambar 9 Bagan Air Penelitian	26
Gambar 10 Peta Situasi	47
Gambar 11 Tampak Atas Siphon	48
Gambar 12 Potongan A-A Saluran Siphon	49
Gambar 13 Potongan B-B Saluran Siphon	50
Gambar 14 Potongan C-C Saluran Siphon	51
Gambar 15 Potongan D-D Saluran Siphon	52
Gambar 16 Tampak Atas A	53
Gambar 17 Tampak Atas B.....	54
Gambar 18 Tampak Atas C.....	55

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Harga-harga Harga Koefisien Kekasaran Strickler (k).....	17
Tabel 2. Perhitungan Data Curah Hujan Rata-Rata ½ Bulan.....	30
Tabel 3. Perhitungan Curah Hujan Efektif	32
Tabel 4. Perhitungan Evapotranspirasi Potensial	35
Tabel 5. Perhitungan kebutuhan air pola tanaman padi dan paliwijaya	37
Tabel 6. Data Debit Andalan 1/2 Bulanan Sungai jaling	39

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Klimatologi Stasiun Awanpone	58
Lampiran 2. Gambat Bagunan Siphon	60

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil‘aalamin, puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT karena atas nikmat, berkat, dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Perencanaan Bangunan Siphon Untuk Saluran Irigasi D.I Jaling” yang merupakan salah satu syarat dalam penyelesaian studi pada Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa banyak kendala yang dihadapi dalam penyusunan tugas akhir ini, namun berkat bantuan dari berbagai pihak, maka tugas akhir ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu, dengan segala ketulusan dan kerendahan hati , penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. **Bapak Prof Dr.Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, ST.,MT.,IPM., ASEAN.Eng. .**, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
2. **Bapak Prof. Dr. H. M Wihardi Tjaronge ST., M.Eng.**, selaku Ketua Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. **Bapak Porf Dr. Eng. Ir. Farouk Maricar, MT.**, selaku dosenpembimbing I yang telah meluangkan waktunya untuk memberikanbimbingan dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga selesainya penulisan ini.
4. **Muhammad Farid Maricar, B. Eng. M. Eng.**, selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk memberikanbimbingan dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga selesainya penulisan ini.
5. Seluruh dosen Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
6. Seluruh staf dan karyawan Departemen Teknik Sipil, staf dan karyawanFakultas Teknik serta staf Laboratorium dan asisten Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Yang teristimewa penulis pesembahkan kepada :

1. Kedua orang tua tercinta, yaitu ayahanda Bahdin, dan ibu Sunarti S,pd. atas doa, kasih sayang, dan segala dukungan yang telah diberikan, Serta kepada seluruh keluarga besar atas dorongan dan segala dukungan selama ini, baik spritual maupun materi.
2. Saudara-saudari tercinta yaitu Nabila Adani dan Muhammad Uwais yang selalu memberikan semangat dalam penyelesaian tugas akhir ini.
3. Keluarga besar DS Adrian, Adam, Aman, Davi, Fandi, Fazil, Hariz, Michael, Mustafa, Rama, Rifki, Putra, Taufik, Yayat. yang selalu ada untuk menemani, menyemangati, menghibur, dan mendorong dalam penyelesaian tugas akhir ini.
4. Teman-teman seperjuangan KKD Keairan 2019 yang senantiasa memberikan semangat dan dorongan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
5. Teman-teman KKNT Kopi Kahayya Posko 2 , terima kasih atas canda tawa, jalan- jalan dan pengalamannya.
6. Saudara-saudariku PORTLAND 2020, yang banyak memberi banyak warna dan kenangan selama perjalanan perkulihan saya.

Gowa, 7 Februari 2024

Penulis

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan faktor yang penting dalam bercocok tanam. Selain jenis tanaman, kebutuhan air bagi suatu tanaman juga dipengaruhi oleh sifat dan jenis tanah, keadaan iklim, kesuburan tanah, cara bercocok tanam, luas areal pertanaman, topografi, periode tumbuh dan sebagainya. Cara pemberian air irigasi pada tanaman padi, tergantung pada umur dan varietas padi yang ditanam (Mawardi, Eman, Prof., 2007).

Air untuk irigasi dipergunakan untuk tanaman padi, palawija termasuk tebu dan padi gadu, buah-buahan, dan rumput. Padi bukanlah tanaman air tapi untuk hidupnya ia memerlukan air. Padi gogo/huma ditanam di ladang dan berhasil kalau banyak turun hujan (Mawardi, Eman, 2007).

Cara pemakaian air tergantung dari keadaan irigasi, tanah, tanaman yang diiri dan sebagainya. Cara pemakaian air dapat dibedakan menjadi yaitu merendam tanah, merembeskan air, pengaliran dan pengeringan, pembasahan dalam tanah menyiram dan menyemprot. Merendam tanah dengan pembaruan air lazim digunakan dalam penanaman padi (Mawardi, Eman, 2007).

Dalam peningkatan produksi pangan, irigasi mempunyai peranan penting yaitu untuk menyediakan air untuk tanaman dan dapat digunakan untuk mengatur kelembaman tanah, membantu menyuburkan tanah melalui bahan-bahan kandungan sedimen yang dibawa oleh air, dapat menekan pertumbuhan gulma, dapat menekan perkembangan hama penyakit tertentu dan memudahkan pengolahan tanah (Mawardi, Eman, 2007).

Keandalan air irigasi dalam sebuah sistem irigasi dapat tercapai jika air irigasi tetap terjamin ketersediaannya. Oleh karena itu, air merupakan unsur terpenting dalam menjamin keberlanjutan sistem irigasi. Semakin meningkatnya kebutuhan air dalam rangka intensifikasi dan perluasan areal persawahan (ekstensifikasi), serta terbatasnya persediaan air untuk irigasi dan keperluan-keperluan lainnya, terutama pada musim kemarau, maka penyaluran dan pemakaian air irigasi harus dilaksanakan secara lebih efisien dan efektif (Sudirman,dkk. 2021).

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 20 Tahun 2006 penyediaan air irigasi adalah penentuan volume air per satuan waktu yang dialokasikan dari suatu sumber air untuk suatu daerah irigasi yang didasarkan waktu, jumlah, dan mutu sesuai dengan kebutuhan untuk menunjang pertanian dan keperluan lainnya. Air irigasi yang mengalir dalam dari saluran primer ke saluran sekunder dan tersier menuju ke sawah terjadi kehilangan air sehingga dalam perencanaan selalu dianggap bahwa seperempat sampai sepertiga dari jumlah air yang diambil akan hilang sebelum air itu sampai di sawah. Kehilangan air yang terjadi erat hubungannya dengan efisiensi (Sudirman,dkk. 2021).

Efisiensi pemanfaatan air irigasi menjadi hal utama pada daerah dengan ketersediaan air yang terbatas. Hal ini terkait dengan besarnya kehilangan air di jaringan irigasi yang disebabkan penguapan, pengambilan air untuk keperluan lain, atau kebocoran di sepanjang saluran. Berdasarkan Kriteria Perencanaan Irigasi Bagian Saluran (KP-03), besarnya kehilangan air di jaringan irigasi dapat diminimalkan dengan cara perbaikan sistem pengelolaan air dan perbaikan fisik prasarana irigasi. Besarnya kehilangan air di saluran menentukan nilai efisiensi saluran irigasi dan nilai efisiensi saluran irigasi menentukan pula efisiensi sistem irigasi (Sudirman,dkk. 2021).

Dalam sistem irigasi di Indonesia yang umumnya bergantung kepada cara pengambilan air sungai dan dimaksudkan untuk mengairi persawahan dapat dibedakan menjadi irigasi pedesaan dan irigasi pemerintah. Perbedaan itu berdasarkan pengelolalaannya. Sistem irigasi desa bersifat komunal dan tidak menerima bantuan dari pemerintah pusat. Pembangunan dan pengelolalaannya seluruh jaringan irigasi dilakukan sepenuhnya oleh masyarakat. Sedangkan sistem irigasi yang tergantung pada bantuan pemerintah dibagi kedalam tiga kategori, yaitu irigasi teknis, irigasi semi teknis dan irigasi sederhana. Beberapa jenis bangunan irigasi yang sering dijumpai dalam praktek irigasi antara lain Bangunan Utama, Bangunan Pembawa, Bangunan Bagi, Bangunan Sadap, Bangunan Pembuang, dan Bangunan Pelengkap (Harahap, & Hermanto, Edy. 2018)

Sipon adalah bangunan yang membawa air melewati bawah saluran lain (biasanya pembuang) atau jalan (Direktorat Jenderal Pengairan, 2013). Sipon dipakai untuk mengalirkan air irigasi dengan menggunakan saluran pembuang, cekungan, anak sungai atau sungai. Sipon juga dipakai untuk melewatkan 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. 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 (Direktorat Jenderal Pengairan, 2013).

Pada sipon air mengalir karena tekanan. Perencanaan hidrolis sipon harus mempertimbangkan kecepatan aliran, kehilangan pada peralihan masuk, kehilangan akibat gesekan, kehilangan pada bagian siku sipon serta kehilangan pada peralihan keluar. Karena sipon hanya memiliki sedikit fleksibilitas dalam mengangkut lebih banyak air daripada yang direncanakan, bangunan ini tidak akan dipakai dalam pembuang. Walaupun debit tidak diatur, ada kemungkinan bahwa pembuang mengangkut lebih banyak benda-benda hanyut. Agar pipa sipon tidak tersumbat dan

tidak ada orang atau binatang yang masuk secara kebetulan, maka mulut pipa ditutup dengan kisi-kisi penyaring (trashrack) (Direktorat Jenderal Pengairan, 2013).

Biasanya pipa sipon dikombinasi dengan peralihan tepat di sebelah hulu agar air tidak meluap diatas tanggul saluran hulu. Di saluran-saluran yang lebih besar, sipon dibuat dengan pipa rangkap (double barrels) guna menghindari kehilangan yang lebih besar di dalam sipon jika bangunan itu tidak mengalirkan air pada debit rencana. Pipa rangkap juga menguntungkan dari segi pemeliharaan dan mengurangi biaya pelaksanaan bangunan. Sipon yang panjangnya lebih dari 100 m harus dipasang dengan lubang periksa (manhole) dan pintu pembuang, jika situasi memungkinkan, khususnya untuk jembatan sipon. Pemasangan sipon (yang panjangnya lebih dari 100 m) memerlukan seorang ahli mekanik dan hidrolis (Direktorat Jenderal Pengairan, 2013).

Oleh karena itu penulis memilih untuk melakukan penelitian yang diarahkan kepada permasalahan yang berjudul :

“PERENCANAAN BANGUNAN SHIPON UNTUK SALURAN IRIGASI D.I JALING”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang terkait maka dapat dirumuskan masalah dalam penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana debit air aliran dari saluran irigasi ke dalam bangunan sipon
2. Bagaimana dimensi bangunan sipon pada saluran irigasi D.I jaling

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan diatas maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Menganalisis debit aliran dari saluran irigasi ke dalam bangunan siphon
2. Merencanakan dimensi bangunan siphon pada saluran irigasi D.I jaling

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui debit aliran yang mengalir dari saluran irigasi ke dalam bangunan siphon
2. Mengetahui dimensi bangunan siphon yang dapat mencapai pada saluran irigasi

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian ini berjalan dengan baik dan sesuai dengan rencana, maka penelitian ini diberikan batasan masalah sebagai berikut:

1. Fokus pada perencanaan dan pembangunan siphon untuk saluran irigasi di Sungai Jaling saja.
2. Membatasi waktu dan ruang pada proyek pembangunan siphon untuk saluran irigasi di Sungai Jaling saja.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Irigasi

Irigasi adalah usaha untuk memperoleh air yang menggunakan bangunan dan saluran buatan untuk keperluan penunjang produksi pertanian.

Pengertian irigasi menurut Abdullah Angoedi dalam Sejarah Irigasi di Indonesia ialah secara teknis menyalurkan air melalui saluran-saluran pembawa ke tanah pertanian dan setelah air tersebut diambil manfaat sebesar-besarnya menyalurkannya ke saluran- saluran pembuangan terus ke sungai.

Menurut Peraturan Pemerintahan Nomor 20 Tahun 2006, Irigasi adalah usaha penyediaan, pengaturan, dan pembuangan air irigasi untuk menunjang pertanian yang jenisnya meliputi irigasi permukaan, irigasi rawa, irigasi air bawah tanah, irigasi pompa, dan irigasi tambak.

Air merupakan faktor yang penting dalam bercocok tanam. Selain jenis tanaman, kebutuhan air bagi suatu tanaman juga dipengaruhi oleh sifat dan jenis tanah, keadaan iklim, kesuburan tanah, cara bercocok tanam, luas areal pertanaman, topografi, periode tumbuh dan sebagainya. Cara pemakaian air tergantung dari keadaan irigasi, tanah, tanaman yang diairi dan sebagainya. Cara pemakaian air dapat dibedakan menjadi yaitu merendam tanah, merembeskan air, pengaliran dan pengeringan, pembasahan dalam tanah menyiram dan menyemprot.

Dalam peningkatan produksi pangan, irigasi mempunyai peranan penting yaitu untuk menyediakan air untuk tanaman dan dapat digunakan untuk mengatur kelembaman tanah, membantu menyuburkan tanah melalui bahan-bahan kandungan sedimen yang dibawa oleh air, dapat menekan pertumbuhan gulma, dapat menekan perkembangan hama penyakit tertentu dan memudahkan pengolahan tanah.

Jaringan irigasi menurut Peraturan Pemerintah Nomor 20 Tahun 2006 adalah saluran, bangunan, dan bangunan pelengkap yang merupakan satu kesatuan yang diperlukan untuk penyediaan, pembagian, pemberian, penggunaan, dan pembuangan air irigasi. Berdasarkan kelengkapannya jaringan irigasi dibedakan menjadi 3 macam, yaitu:

1. Jaringan irigasi teknis, adalah jaringan irigasi yang bangunan-bangunannya sudah dilengkapi dengan alat ukur dan alat pengatur pemberian air sehingga air irigasi dapat diukur dan diatur dengan baik.
2. Jaringan irigasi semi teknis, adalah jaringan irigasi yang bangunannya dilengkapi dengan pengatur pemberian air sehingga pemberian air irigasi dapat diatur namun belum dapat diukur dengan baik.
3. Jaringan irigasi sederhana, yaitu jaringan irigasi yang bangunannya tidak dilengkapi dengan alat pengukur maupun alat pengatur.

Pengelolaan air irigasi dari hulu (upstream) sampai dengan hilir (downstream) memerlukan sarana dan prasarana irigasi yang memadai. Sarana dan prasarana tersebut dapat berupa:

1. Bendungan adalah usaha untuk menaikkan tinggi permukaan air, mengarahkan air sungai dengan cara membendung sungai mengumpulkannya dengan reservoir sebelum dialirkan ke saluran pembawa. Dengan demikian pada musim hujan air dapat disimpan dan dialirkan pada musim kemarau, selain untuk air pengairan digunakan juga untuk air minum dan energi.
2. Bendung adalah usaha untuk menaikkan tinggi permukaan air, mengarahkan air sungai dengan cara membendung sungai tanpa *reservoir*. Jumlah dan tinggi permukaan dipengaruhi oleh debit sungai musim hujan dan kemarau.
3. Saluran Irigasi Saluran irigasi air tanah adalah bagian dari jaringan irigasi air tanah yang dimulai setelah bangunan pompa sampai lahan yang diairi. Saluran irigasi terdiri dari saluran bangunan, dan bangunan pelengkap yang

merupakan satu kesatuan yang diperlukan untuk penyediaan, pembagian, pemberian, penggunaan, dan pembuangan air irigasi. Saluran irigasi dibedakan atas:

- a. Saluran Primer (Saluran Induk) yaitu saluran yang langsung berhubungan dengan saluran bendungan yang fungsinya untuk menyalurkan air dari waduk ke saluran lebih kecil.
- b. Saluran Sekunder yaitu cabang dari saluran primer yang membagi saluran induk kedalam saluran yang lebih kecil (tersier).
- c. Saluran Tersier yaitu cabang dari saluran sekunder yang langsung berhubungan dengan lahan atau menyalurkan air ke saluran-saluran kwarter.

2.2 Kebutuhan Air Irigasi

Kebutuhan air irigasi adalah jumlah volume air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan evapotranspirasi, kehilangan air, kebutuhan air untuk tanaman dengan memperhatikan jumlah air yang diberikan oleh alam melalui hujan dan kontribusi air tanah. Faktor- faktor yang mempengaruhi besarnya air yang perlu disediakan dengan sistem irigasi adalah:

1. Curah hujan
2. Kontribusi air tanah
3. Evapotranspirasi
4. Perkolasi

Air yang diperlukan oleh tanaman dapat diperoleh dari beberapa sumber yaitu curah hujan, kontribusi air tanah dan air irigasi. Sementara kehilangan air dari daerah akar (root zone) tanaman adalah berupa evapotranspirasi dan perkolasi.

Apabila jumlah air yang diperoleh dari curah hujan dan kontribusi air tanah tidak mencukupi kebutuhan air yang diperlukan tanaman selama masa

pertumbuhannya maka penyediaan air dengan sistem irigasi diperlukan sebagai alternatif penanggulangannya.

Pada dasarnya pengertian dari kebutuhan air tanaman adalah sejumlah air yang dikonsumsi tanaman yang digunakan untuk keperluan proses evapotranspirasi. Kebutuhan ini disebut *consumptive use* (Cu). Karena jumlah air yang dikonsumsi tanaman ini sebanding dengan angka evapotranspirasi, maka nilai ini juga biasa disebut dengan evapotranspirasi tanaman atau *evapotranspiration crop* (ETc). Besaran Cu atau ETc ini sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor berikut:

1. Faktor iklim

a. Radiasi matahari

Proses evapotranspirasi sangat ditentukan oleh berapa energi yang tersedia untuk menguapkan air. Radiasi matahari adalah energy terbesar yang tersedia di alam yang dapat menyebabkan air dalam jumlah besar diubah menjadi uap air.

b. Suhu udara

Radiasi matahari yang diserap atmosfer dan panas yang dipancarkan oleh bumi dapat menyebabkan peningkatan suhu udara. Panas tersebut kemudian diterima oleh tanaman dan menyebabkan penguapan melalui daun dan permukaan tanah atau evapotranspirasi. Sehingga jika pada kondisi cuaca yang cerah dan panas, laju evapotranspirasi akan lebih tinggi dibandingkan pada saat mendung dan dingin.

c. Kecepatan angin

Proses penguapan sangat dipengaruhi kemampuan angin dalam memindahkan sejumlah massa udara dari atas suatu permukaan. Jika udara telah menjadi jenuh oleh uap air maka kemampuan untuk memindahkannya akan menurun dan pada akhirnya laju evapotranspirasi juga akan menurun.

d. Kelembaban udara

Daerah tropis seperti Indonesia yang umumnya memiliki kelembaban udara yang tinggi. Daerah dengan karakteristik seperti ini kandungan uap air di udaranya mendekati jenuh, sehingga laju evapotranspirasi yang terjadi akan lebih rendah daripada daerah yang memiliki kelembaban udara rendah.

2. Faktor tanaman

Jenis tanaman, varietas dan fase pertumbuhan tanaman adalah faktor tanaman yang sangat berpengaruh pada kemampuan evapotranspirasi. Perbedaan fisiologis tanaman seperti ukuran daun, kekasaran tanaman, tinggi tanaman, efek pemantulan cahaya, penutupan tanah oleh daun dan karakteristik perakaran menghasilkan tingkat evapotranspirasi yang berbeda-beda meski tanaman berada pada kondisi lingkungan yang sama.

3. Kondisi dan pengelolaan lingkungan

Kondisi dan pengelolaan lingkungan ini mencakup faktor-faktor seperti salinitas tanah yang tinggi, kesuburan tanah yang buruk, pemberian pupuk yang terbatas, pengendalian hama yang kurang akan membatasi pertumbuhan tanaman dan pada akhirnya menurunkan laju evapotranspirasi.

2.3 Evapotranspirasi

Evapotranspirasi adalah gabungan penguapan dari tanah (evaporasi) dan permukaan tanaman (transpirasi). Evapotranspirasi sering disebut sebagai kebutuhan konsumtif tanaman yang merupakan jumlah air untuk evaporasi dari permukaan areal tanaman dengan air untuk transpirasi dari tubuh tanaman.

Evaporasi adalah komponen utama penggerak siklus hidrologi, karena itu menduga laju evaporasi dengan akurat sangat penting untuk pengelolaan sumber daya air dan peningkatan produksi pertanian. Tetapi, laju evaporasi adalah

unsur iklim yang sulit diukur secara langsung karena beragamnya faktor yang mempengaruhinya. Faktor-faktor yang mempengaruhi ET adalah faktor cuaca seperti radiasi matahari, suhu udara, kelembaban udara dan kecepatan angin; faktor tanaman seperti jenis tanaman, fase tumbuh, keragaman dan kerapatan tanaman dan faktor pengelolaan dan kondisi lingkungan tanaman seperti kondisi tanah, salinitas, kesuburan tanah, tingkat serangan hama dan penyakit pada tanaman.

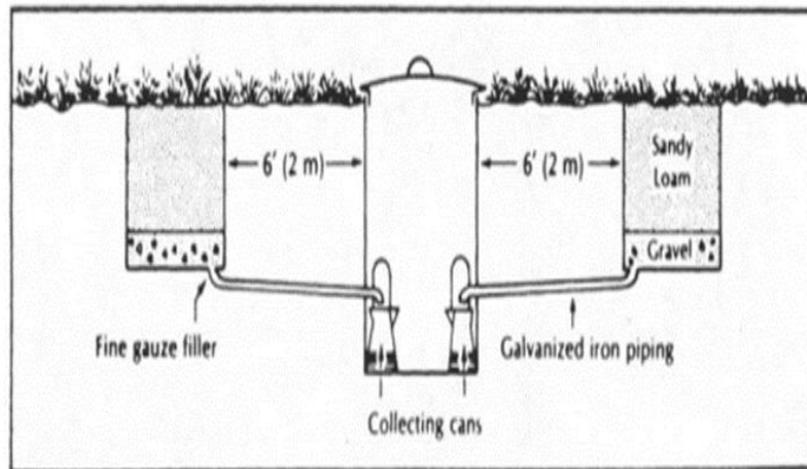
Evapotranspirasi memegang peranan yang sangat penting dalam analisis hidrologi untuk bangunan irigasi. Tanpa perhitungan jumlah air yang hilang karena proses evapotranspirasi ini, maka pekerjaan desain dan manajemen sistem irigasi masih mengandung unsur ketidakjelasan. Perhitungan evapotranspirasi baik melalui pengukuran langsung maupun pendekatan melalui perhitungan teoritis diyakini para ilmuwan dapat membawa peningkatan efisiensi dalam perancangan maupun pengelolaan irigasi.

Nilai evapotranspirasi dapat diperoleh dari hasil pengukuran menggunakan alat evapotranspirometer dan lisimeter (*lysimeter*). Dengan menggunakan kedua alat tersebut, dimungkinkan untuk mengukur air yang hilang melalui evapotranspirasi dari permukaan tanah bertanaman. Evapotranspirasi (ET) dinyatakan dalam satuan mm per satuan waktu atau secara umum digunakan mm/hari. Jika 1 ha sama dengan 104 m², maka kehilangan 1 mm/hari sebanding dengan 10 m³/ha/hari. Dalam pembahasan tentang evapotranspirasi, dikenal dua jenis istilah, yaitu: evapotranspirasi potensial (evapotranspirasi acuan) dan evapotranspirasi aktual (evapotranspirasi tanaman).

2.3.1 Evapotranspirasi Potensial

Evapotranspirasi potensial dinotasikan dengan ETo dan didefinisikan sebagai kemampuan atmosfer mengubah air di permukaan tanah menjadi uap melalui proses evaporasi dan transpirasi dengan asumsi keadaan optimal di mana ketersediaan air penuh dan evapotranspirasi berlangsung tanpa kendala.

Nilai laju ETo ini kemudian menjadi nilai laju ET acuan yang jika hendak menghitung laju ET pada tanaman tertentu akan dikalikan dengan faktor dari tanaman tersebut Untuk mengetahui nilai laju ETo, maka dapat diukur menggunakan alat yang bernama evapotranspirometer, yaitu alat yang terdiri dari dua atau tiga buah tangki kedap air dengan prinsip kerja mengisolasi blok tanah yang lembab dan mengukur neraca airnya. Tangki diisi tanah yang ditutup vegetasi tak terputus (biasanya digunakan tanaman rumput) yang dihubungkan dengan pipa penghubung ke tangki reservoir pengumpul air yang ditempatkan pada bagian tengah. Air hanya dapat masuk dari bagian atas panci dan meninggalkan panci dari pipa di bagian dasar. Evapotranspirasi diukur dari selisih jumlah air yang masuk tangki dan jumlah air dalam tangki pengumpul, di mana kandungan lengas tanah dipertahankan tetap pada kapasitas lapangnya (Gambar 2.1).



Gambar 1 Evapotranspirometer (Sumber : Sudirman,dkk. 2021)

Selain diukur, nilai ETo dapat pula didekati dengan beberapa persamaan yang sudah dipublikasi luas di antaranya adalah persamaan Blaney-Criddle dan persamaan Thornthwaite.

1. Metode Blaney Criddle

Persamaan Blaney Criddle (Doorenbos and Pruitt, 1977):

$$ET_o = k[p(0.46T + 8)] \quad (1)$$

Di mana : ET_o = Evapotranspirasi potensial (mm/hari);

T = suhu rerata harian (oC);

p = prosentase rerata total jam siang hari bulanan;

k = koefisien tanaman bulanan.

2. Metode Thornthwaite

Persamaan Thornthwaite (Oliver, 1998):

$$E = 1.6 \left(\frac{10T}{I} \right)^a \quad (2)$$

$$I = \sum_{i=1}^{12} \left(\frac{T_i}{5} \right)^{1.514} \quad (3)$$

$$a = 675 \times 10^{-9} I^3 - 771 \times 10^{-7} I^2 + 178 \times 10^{-4} I + 0.498 \quad (4)$$

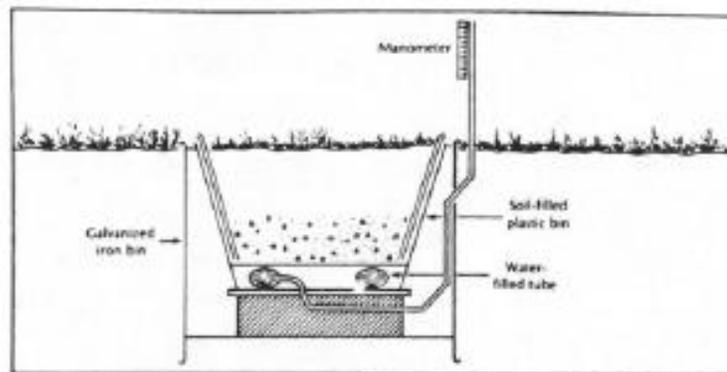
Di mana : E = evapotranspirasi potensial bulanan (cm);

T = suhu udara rerata bulanan (oC);

I = indeks panas tahunan.

2.3.2 Evapotranspirasi Aktual

Evapotranspirasi aktual disebut juga evapotranspirasi tanaman, yang diartikan sebagai laju evapotranspirasi yang sesungguhnya terjadi yang mencerminkan jumlah air yang dikonsumsi tanaman (*consumptive use*). Besar nilai evapotranspirasi aktual dapat diketahui dengan pengukuran menggunakan alat yang bernama lisimeter (*lysimeter*).



Gambar 2 Lisimeter Timbangan Sederhana (Sumber : Sudirman,dkk. 2021)

Besar evapotranspirasi tanaman (ET_c) ini sangat dipengaruhi oleh keadaan iklim setempat dan faktor jenis tanaman, oleh karena itu nilainya diperoleh dengan cara mengalikan nilai evapotranspirasi potensial (ET_o) terhadap koefisien tanaman (K_c). Nilai koefisien tanaman ini bervariasi dan tergantung pada jenis tanaman, varietas maupun umur tanaman. Nilai air yang dikonsumsi tanaman atau evapotranspirasi tanaman diperoleh dari persamaan berikut:

$$ET_c = K_c \times ET_o \quad (5)$$

Di mana : ET_c = evapotranspirasi tanaman (mm/hari);

K_c = koefisien tanaman

ET_o = Evapotranspirasi potensial (mm/hari).

Evapotranspirasi yang sebenarnya diukur dengan *lysimeter*. *Lysimeter* yang sederhana adalah sebuah kubus dengan ukuran sisi 1 meter. Dinding sisinya dibuat dari bahan-bahan yang impermeabel dengan menggunakan pasir dan kerikil. Pada bagian dasar dipasang alat yang mengukur volume air yang merembes keluar dari dasarnya. Tanah diisi pada bagian atas *lysimeter* dan ditutup dengan tanaman. Banyaknya evapotranspirasi adalah selisih dari curah hujan (mm), air yang disiramkan (mm) dan air yang merembes dari dasar (jika ada). Akan tetapi

mengingat kadar kelembaban tanah tidak dapat diketahui, maka yang dapat diperoleh adalah hanya evapotranspirasi untuk jangka waktu yang panjang.

2.4 Siphon

Menurut Kriteria Perencanaan Standar Irigasi KP-04, Bangunan Siphon adalah bangunan yang membawa air melewati bawah saluran lain (biasanya pembuang) atau jalan. Pada siphon air mengalir karena tekanan, perencanaan hidrolis siphon harus mempertimbangkan kecepatan aliran, kehilangan pada peralihan masuk, kehilangan pada peralihan masuk, kehilangan akibat gesekan, kehilangan pada bagian siku siphon serta kehilangan pada peralihan keluar. Diameter minimum siphon adalah 0,60 m untuk memungkinkan pembersihan dan inspeksi.

Karena siphon hanya memiliki sedikit fleksibilitas dalam mengangkut lebih banyak air daripada yang direncanakan, bangunan ini tidak akan dipakai dalam pembuang. Walaupun debit tidak diatur, ada kemungkinan bahwa pembuang mengangkut lebih banyak benda-benda hanyut. Agar pipa siphon tidak tersumbat dan tidak ada orang atau binatang yang masuk secara kebetulan, maka mulut pipa ditutup dengan kisi-kisi penyaring (trashrack).

Biasanya pipa siphon dikombinasi dengan pelimpah tepat di sebelah hulu agar air tidak meluap diatas tanggul saluran hulu. Di saluran-saluran yang lebih besar, siphon dibuat dengan pipa rangkap (*double barrels*) guna menghindari kehilangan yang lebih besar di dalam siphon jika bangunan itu tidak mengalirkan air pada debit rencana. Pipa rangkap juga menguntungkan dari segi pemeliharaan dan mengurangi biaya pelaksanaan bangunan. Siphon yang panjangnya lebih dari 100 m harus dipasang dengan lubang periksa (manhole) dan pintu pembuang, jika situasi memungkinkan, khususnya untuk jembatan siphon. Pemasangan siphon (yang panjangnya lebih dari 100 m) memerlukan seorang ahli mekanik dan hidrolis.

Adanya memperhitungkan kecepatan pada aliran. Bangunan siphon ini, berfungsi untuk mencegah terjadinya sedimentasi untuk itu kecepatan aliran pada

bangunan siphon harus tinggi. Akan tetapi, kecepatan dengan nilai yang tinggi akan menghasilkan nilai kehilangan energi yang tinggi, untuk itu keseimbangan antara kecepatan dan kehilangan energi yang terjadi harus tetap dijaga sesuai dengan standar yang diizinkan. Kecepatan aliran yang terjadi pada bangunan siphon harus dua kali lebih tinggi dari kecepatan normal aliran yang terjadi pada saluran tersebut, dan tidak boleh kurang dari 1 m/dtk, alangkah lebih baik jika nilai nya tidak kurang dari 1,5 m/dtk dan kecepatan maksimum yang akan terjadi tidak lebih dari 3 m/dtk.

Perencanaan hidrolis siphon harus mempertimbangkan kecepatan aliran, kehilangan pada pralihan masuk, kehilangan akibat gesekan, kehilangan pada bagian siku siphon, serta kehilangan pada peralihan keluar. Disalurkan yang lebih besar, siphon dibuat dengan pipa rangkap guna menghindari kehilangan yang lebih besar didalam siphon. Kehilangan tinggi energi yang timbul dalam pengaliran melalui siphon adalah :

1. Kehilangan Akibat Gesekan

Kehilangan energi akibat gesekan dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\Delta H_f = \frac{V^2 L}{C^2 R} = \frac{2gL}{C^2 R} \times \frac{V^2}{2g} \quad (6)$$

Di mana :

- ΔH_f = kehilangan akibat gesekan, m
- v = kecepatan dalam bangunan, m/dt
- L = panjang bangunan, m
- R = jari-jari hidrolis, m (A/P)
- A = luas basah, m^2
- P = keliling basah, m
- C = koefisien *Chezy* ($C=k R^{1/6}$)
- k = koefisien kekasaran *Strickler*, $m^{1/3}/dt$ (Tabel 2-1)
- g = percepatan gravitasi, m/ dt^2 ($\approx 9,8m/dt^2$)

Adapun nilai harga-harga dari koefisien kekasaran strickler (k) dapat dilihat pada tabel di bawah ini

Tabel 1. Harga-harga Harga Koefisien Kekasaran Strickler (k)

Bahan	k (m ^{1/3} /dt)
Baja beton	76
Beton, bentuk kayu, tidak selesai	70
Baja	80
Pasangan batu	60

2. Kehilangan Energi Pada Peralihan

Untuk peralihan dalam saluran terbuka dimana bilangan *Froude* aliran yang dipercepat tidak melebihi 0,5 kehilangan energi pada peralihan masuk dan peralihan keluar dinyatakan memakai rumusan *Borda*:

$$\Delta H_{\text{masuk}} = \xi_{\text{masuk}} \frac{(V_a - V_1)^2}{2g} \quad (7)$$

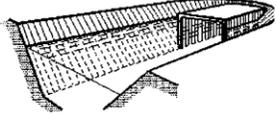
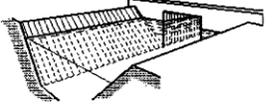
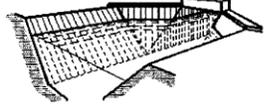
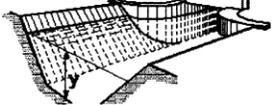
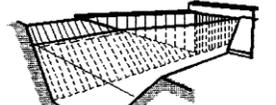
$$\Delta H_{\text{keluar}} = \xi_{\text{keluar}} \frac{(V_a - V_2)^2}{2g} \quad (8)$$

ΔH_{masuk} & ΔH_{keluar} = faktor kehilangan energi yang bergantung kepada bentuk hidrolis peralihan dan apakah kehilangan itu pada peralihan masuk atau keluar

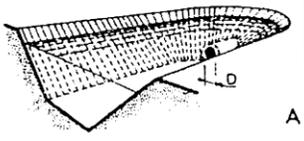
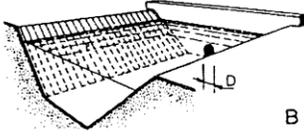
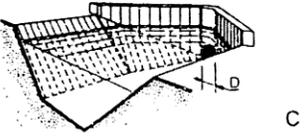
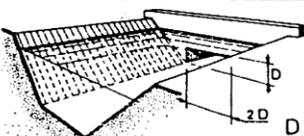
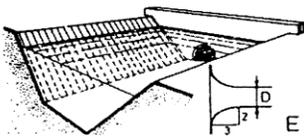
V_a = kecepatan rata-rata yang dipercepat dalam bangunan pembawa, m/dt

V_1, V_2 = kecepatan rata-rata di saluran hulu (V_1) atau hilir (V_2), m/dt

Kehilangan peralihan masuk dan keluar untuk siphon seperti ini, atau saluran pipa pada umumnya, lain dengan kehilangan untuk peralihan aliran bebas. Gambar dibawah ini merupakan Koefisien Kehilangan Tinggi Energi untuk Peralihan-Peralihan dari Bentuk Trapesium ke Segi Empat dengan Permukaan Air Bebas dan dari Saluran Trapesium ke Pipa dan sebaliknya.

		Persamaan			
		5-3	5-4		
	Pipa gorong-gorong sampai ke peralihan samping saluran		ξ_{masuk}	ξ_{keluar}	
		I	0,50	1,00	
Dianjurkan	Pipa gorong-gorong sampai di dinding hulu melalui saluran		II	0,50	1,00
	Peralihan punggung patah dengan sudut pelebaran 1:1 atau 1:2		III	0,30	0,60
Dianjurkan	Dinding hulu dengan peralihan yang dibulatkan dengan jari-jari lebih dari 0,1 y		IV	0,25	0,50
Dianjurkan	Peralihan punggung patah dengan sudut pelebaran sekitar 1:5		V	0,20	0,40
	Peralihan berangsur antara potongan melintang segiempat dan trapesium		VI	0,10	0,20

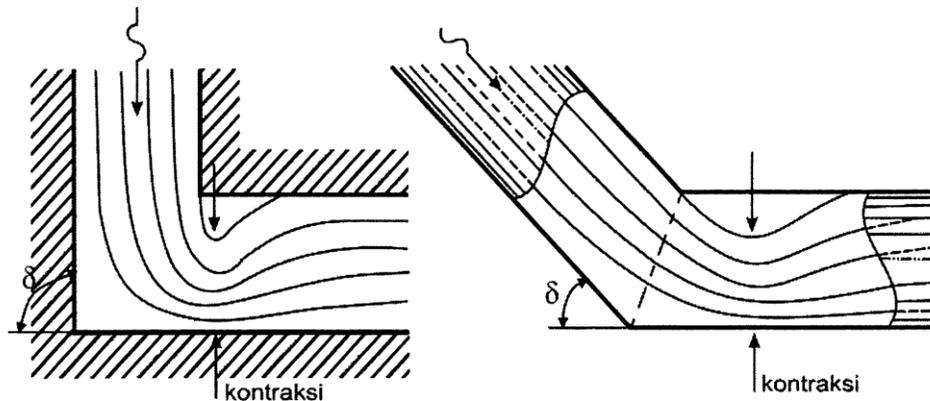
Gambar 3. Koefisien Kehilangan Tinggi Energi untuk Peralihan-Peralihan dari Bentuk Trapesium ke Segi Empat dengan Permukaan Air Bebas (Sumber : Direktorat Jenderal Pengairan, 2013)

DIANJURKAN	Saluran pipa sampai pada peralihan samping saluran		Persamaan	
			5-3	5-4
			ξ_{masuk}	$\xi_{ke luar}$
		A	0,65	1,00
DIANJURKAN	Barel saluran pipa dihubungkan langsung dengan dinding hulu melalui saluran		0,55	1,10
	Barel saluran pipa dihubungkan dengan peralihan punggung patah dengan sudut pelebaran 1:4		0,50	0,65
DIANJURKAN	Peralihan pipa panjang 6 D menghubungkan saluran pipa dengan dinding hulu melalui saluran (bulat sampai segi empat)		0,40	0,10
	Barel saluran pipa dihubungkan dengan peralihan mulut terompet, elips dengan sumbu D:1,5 D		0,10	0,20

Gambar 4. Koefisien Kehilangan Tinggi Energi untuk Peralihan-Peralihan dari Saluran Trapesium ke Pipa dan sebaliknya (Sumber : Direktorat Jenderal Pengairan, 2013)

3. Kehilangan Tinggi di Bagian Siku dan Tikungan

Bagian siku dan tikungan dalam siphon atau pipa menyebabkan perubahan arah aliran dan sebagai akibatnya, perubahan pembagian kecepatan pada umumnya. Akibat perubahan dalam pembagian kecepatan ini, ada peningkatan tekanan piesometris di luar bagian siku atau tikungan, dan ada penurunan tekanan didalam. Penurunan ini bisa sedemikian sehingga aliran terpisah dari dinding padat (solid boundary) dan dengan demikian menyebabkan bertambahnya kehilangan tinggi energi akibat



Gambar 5. Peralihan Aliran pada Bagian Siku (Sumber : Direktorat Jenderal Pengairan, 2013)

Kehilangan energi pada bagian siku dan tikungan, M_b yang jumlahnya lebih besar dari kehilangan akibat gesekan (lihat persamaan 5-2) bisa dinyatakan sebagai fungsi tinggi kecepatan di dalam pipa itu:

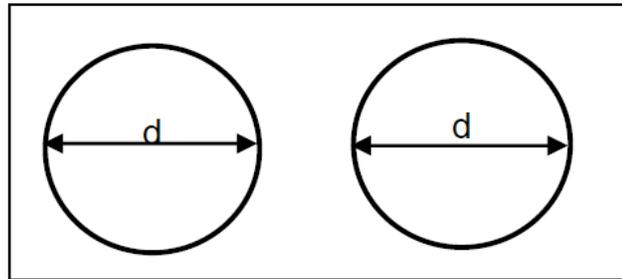
$$\Delta H_b = K_b \frac{Va^2}{2g} \quad (9)$$

Dimana: K_b = koefisien kehilangan energi

Secara hidrolis, siphon merupakan saluran tertutup yang berdasarkan bentuknya, dibedakan menjadi 4 macam yaitu:

2.4.1 Siphon Berbentuk Bulat atau Lingkaran

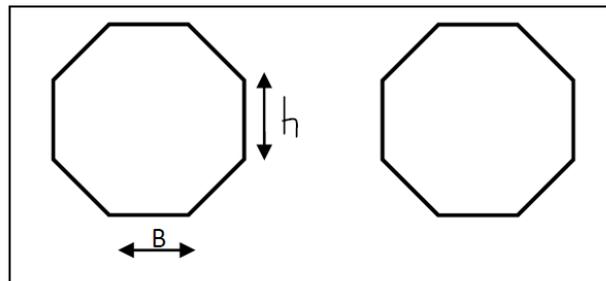
Siphon berbentuk lingkaran seperti gambar 6 di bawah ini adalah bentuk siphon yang paling ideal karena menghasilkan aliran yang sempurna. Penampang bulat adalah penampang yang paling efisien, hal ini dikarenakan suatu lingkaran mempunyai keliling basah yang paling kecil untuk suatu luas yang tertentu.



Gambar 6 Siphon Berpenampang (Sumber: Mawardi dkk,2002)

2.4.2 Siphon Berbentuk Trapesium

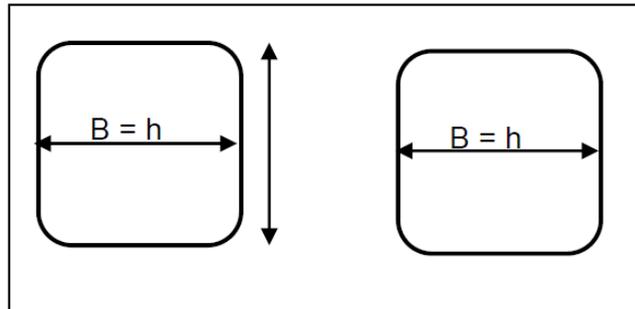
Siphon berbentuk trapesium seperti gambar 7 di bawah ini adalah bentuk siphon yang dianjurkan setelah siphon berbentuk bulat. Hal ini dikarenakan bentuknya yang mendekati ideal. Namun kendala yang dihadapi untuk siphon berbentuk trapesium.



Gambar 7 Siphon Berpenampang Trapesium (Sumber: Mawardi dkk,2002)

2.4.3 Siphon Berbentuk Persegi

Siphon berbentuk persegi seperti gambar 8 di bawah ini adalah bentuk siphon yang dianjurkan setelah siphon berbentuk trapesium. Siphon berbentuk persegi sangat mudah dalam dalam pelaksanaan, karena bentuknya yang sederhana.



Gambar 8 Siphon Berpenampang Persegi (Sumber: Mawardi dkk,2002)

2.5 Jaringan pipa

Pemakaian jaringan pipa dalam bidang teknik sipil terdapat pada sistem jaringan distribusi air minum. Sistem jaringan ini merupakan bagian yang paling mahal dari suatu perusahaan air minum. Oleh karena itu harus dibuat perencanaan yang teliti untuk mendapatkan sistem distribusi yang efisien. Jumlah atau debit air yang disediakan tergantung pada jumlah penduduk dan macam industri yang dilayani.

Analisis jaringan pipa ini cukup rumit dan memerlukan perhitungan yang besar, oleh karena itu pemakaian komputer untuk analisis ini akan mengurangi kesulitan. Untuk jaringan kecil, pemakaian kalkulator untuk hitungan masih bisa dilakukan. Ada beberapa metoda untuk menyelesaikan perhitungan sistim jaringan pipa, diantaranya adalah metoda *Hardy Cross* dan metoda matriks.

Aliran keluar dari sistem biasanya dianggap terjadi pada titik-titik simpul. Metode *Hardy Cross* ini dilakukan secara iteratif. Pada awal hitungan ditetapkan debit aliran melalui masing-masing pipa secara sembarang. Kemudian dihitung debit aliran di semua pipa berdasarkan nilai awal tersebut. Prosedur hitungan diulangi lagi sampai persamaan kontinuitas di setiap titik simpul dipenuhi.

Pada jaringan pipa harus dipenuhi persamaan kontinuitas dan tenaga yaitu :

1. Aliran di dalam pipa harus memenuhi hukum-hukum gesekan pipa untuk aliran dalam pipa tunggal :

$$h_f = \frac{8fL}{g\pi^2 D^5} Q^2 \quad (10)$$

2. Aliran masuk ke dalam tiap-tiap titik simpul harus sama dengan aliran yang keluar.

$$\Sigma Q_i = 0 \quad (11)$$

3. Jumlah aljabar dari kehilangan tenaga dalam satu jaringan tertutup harus sama dengan nol.

$$\Sigma h_f = 0 \quad (12)$$