

TUGAS AKHIR
ANALISIS HIDROLIKA BANGUNAN SIPHON SEBAGAI
PENGHUBUNG SALURAN SRIWULAN, SAYUNG

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Menyelesaikan
Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang



Disusun Oleh :

Naufal Sigit Abrar H
30.2021.00.161

Sagata Manik Murbani
30.2021.00.190

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG
2025

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS HIDROLIKA BANGUNAN SIPHON SEBAGAI
PENGHUBUNG SALURAN SRIWULAN, SAYUNG**

Disajikan Oleh :



NAUFAL SIGIT ABRAR H

NIM : 30202100161



SAGATA MANIK MURBANI

NIM : 30202100190

Telah disetujui dan disahkan di Semarang,

2025

Team Penguji

Tanda Tangan :

Prof. Dr. Ir. Slamet Imam Wahyudi, DEA

NIDN : 0605016802

Ir. Moh Faiqun Nizam, M.T., Ph. D.

NIDN : 0612106701

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Muhammad Ruzhli Ahyar, ST., M.Eng

NIDN : 0625059102

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nomor : 31 / A.2 / SA – T / 1 / 2025

Pada hari ini tanggal berdasarkan surat keputusan Dekan Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung perihal penunjukan Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Pendamping:

Nama : Prof. Dr. Ir. Slamet Imam Wahyudi, DEA
Jabatan Akademik : Guru Besar
Jabatan : Dosen Pembimbing Utama

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa yang tersebut di bawah ini telah menyelesaikan bimbingan Tugas Akhir:

Naufal Sigit Abrar Hermanto Sagata Manik Murbani
NIM : 30202100161 NIM : 30202100190

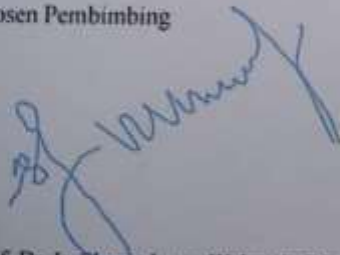
Judul : ANALISIS BANGUNAN SIPHON SEBAGAI PENGHUBUNG
SALURAN SRIWULAN, SAYUNG

Dengan tahapan sebagai berikut :

No	Tahapan	Tanggal	Keterangan
1	Penunjukkan dosen pembimbing	24/09/2024	ACC
2	Seminar Proposal	23/12/2024	ACC
3	Pengumpulan Data	05/11/2024	ACC
4	Analisis Data	12/11/2024	ACC
5	Penyusunan Laporan	07/01/2024	ACC
6	Selesai Laporan	/01/2024	ACC

Demikian Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir / Skripsi ini dibuat untuk diketahui dan dipergunakan seperlunya oleh pihak-pihak yang berkepentingan

Dosen Pembimbing



Prof. Dr. Ir. Slamet Imam Wahyudi, DEA

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Sipil



Muhammad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

1. NAMA : Naufal Sigit Abrar H
NIM : 30202100161
2. NAMA : Sagata Manik Murbani
NIM : 30202100190

Judul : "ANALISIS HIDROLIKA BANGUNAN SIPHON SEBAGAI PENGHUBUNG SALURAN SRIWULAN SAYUNG"

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan kami sendiri. Kami tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan-bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijazah pada Universitas Islam Sultan Agung Semarang atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka kami bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Demikian pernyataan ini saya buat.

Semarang, 2025

Yang Membuat Pernyataan,



Naufal Sigit Abrar H
NIM : 30202100161

Sagata Manik Murbani
NIM : 30202100190

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Kami yang bertanda tangan di bawah ini :

1. NAMA : Naufal Sigit Abrar Hermanto
NIM : 30202100161
2. NAMA : Sagata Manik Murbani
NIM : 30202100190

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul :
"ANALISIS HIDROLIKA BANGUNAN SIPHON SEBAGAI PENGHUBUNG
SALURAN SRIWULAN, SAYUNG"

benar bebas dari plagiat, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar
maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana
mestinya.

Semarang, 2025

Yang Membuat Pernyataan,



Naufal Sigit Abrar Hermanto

Nim : 30202100161

Sagata Manik Murbani

Nim : 30202100190

MOTTO

QS ALI IMRAN : 110

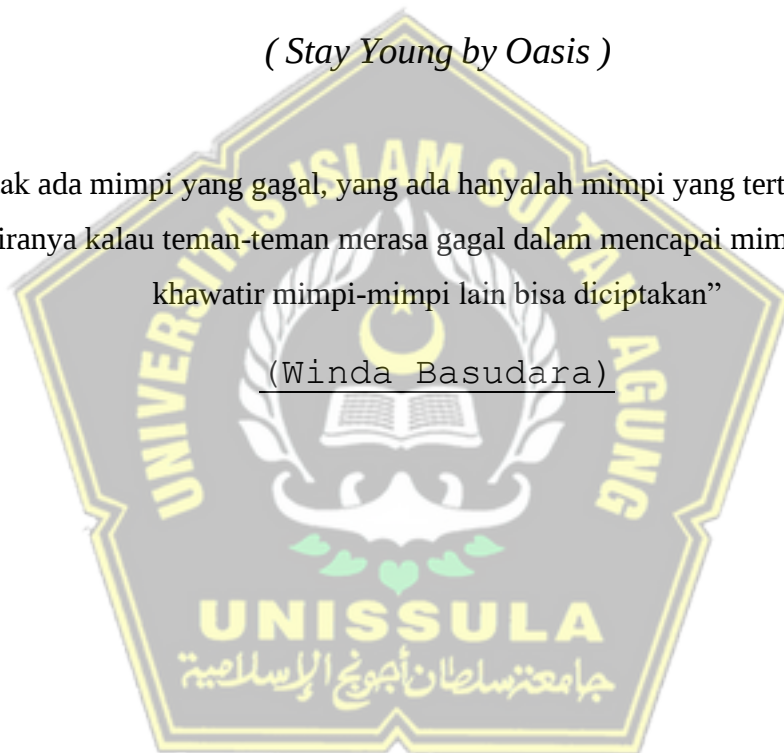
“Kamu (umat Islam) adalah umat terbaik yang dilahirkan untuk manusia (selama) kamu menyuruh (berbuat) yang makruf, mencegah dari yang mungkar, dan beriman kepada Allah. Seandainya Ahlulkitab beriman, tentulah itu lebih baik bagi mereka. Di antara mereka ada yang beriman dan kebanyakan mereka adalah orang-orang fasik.”

“Stay young and invincible, because we know what just what we are”

(Stay Young by Oasis)

“Tidak ada mimpi yang gagal, yang ada hanyalah mimpi yang tertunda, cuma sekiranya kalau teman-teman merasa gagal dalam mencapai mimpi. Jangan khawatir mimpi-mimpi lain bisa diciptakan”

(Winda Basudara)



PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Puji Syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua saya, serta adik saya, keluarga besar saya yang sudah memberikan semangat, motivasi, dukungan materil, pendidikan mental. Terimakasih karena selalu menyayangi dengan setulus hati serta mengiringi langkah saya dengan doa-doa yang tiada henti.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Imam Slamet Wahyudi, DEA. selaku dosen pembimbing saya yang telah sabar memberikan saya ilmu dalam pembuatan laporan ini.
3. Sagata Manik Murbani selaku rekan saya yang telah berjuang, bekerja keras bersama dan sabar dalam menyusun Tugas Akhir ini.
4. Partner ter the best saya Sagata Manik Murbani, terimakasih selama ini sudah memberikan semangat, memberikan kasih sayang tiada henti. Terimakasih telah menjadi seorang yang penyabar dalam menghadapi sikap penulis serta menjadi cahaya yang telah menemani dalam masa kelam penulis.
5. Teman-teman seperjuangan saya khususnya periode 2021 yang selalu memberikan semangat, motivasi serta dukungannya.
6. Teman-teman penghuni Kontrakan Purwodadi House, yang sudah menemani dan mendengar keluh kesah saya.
7. Teman-teman Angkatan 2021 Fakultas Teknik Ready Parah yang telah berjuang bersama selama masa-masa kuliah.

Naufal Sigit Abrar Hermanto

30202100161

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Puji Syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua saya, serta adik saya, keluarga besar saya yang sudah memberikan semangat, motivasi, dukungan materil, pendidikan mental. Terimakasih karena selalu menyayangi dengan setulus hati serta mengiringi langkah saya dengan doa-doa yang tiada henti.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Imam Slamet Wahyudi, DEA. selaku dosen pembimbing saya yang telah sabar memberikan saya ilmu dalam pembuatan laporan ini.
3. Naufal Sigit Abrar selaku rekan saya yang telah berjuang, bekerja keras bersama dan sabar dalam menyusun Tugas Akhir ini.
4. Partner ter the best saya Naufal Sigit Abrar, terimakasih selama ini sudah memberikan semangat, memberikan kasih sayang tiada henti. Terimakasih telah menjadi seorang yang penyabar dalam menghadapi sikap penulis serta menjadi cahaya yang telah menemani dalam masa kelam penulis.
5. Teman-teman seperjuangan saya khususnya periode 2021 yang selalu memberikan semangat, motivasi serta dukungannya.
6. Teman-teman penghuni Kontrakan Purwodadi House, yang sudah menemani dan mendengar keluh kesah saya.
7. Teman-teman Angkatan 2021 Fakultas Teknik Ready Parah yang telah berjuang bersama selama masa-masa kuliah.

Sagata Manik Murbani

30202100190

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Analisis Analisis Bangunan *Sifon* Sebagai Penghubung Saluran Sriwulan, Sayung” guna memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung. Penulis menyadari kelemahan serta keterbatasan yang ada sehingga dalam menyelesaikan skripsi ini memperoleh bantuan dari berbagai pihak, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Abdul Rochim, ST., MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang;
2. Bapak Muhammad Rusli Ahyar, ST., M.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang;
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Slamet Imam Wahyudi, DEA, selaku Dosen Pembimbing utama yang telah memberikan arahan, ilmu serta bimbingan dalam pembuatan Laporan Tugas Akhir ini;
4. Kakak tingkat yang telah memberikan referensi Laporan Tugas Akhir;
5. Teman-teman angkatan 2021 Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang
6. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu dalam penyesuaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan baik isi maupun susunannya. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis juga bagi para pembaca.

Semarang, Januari 2025

Sagata Manik Murbani
Naufal Sigit Abrar Hermanto

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
BERITA ACARA BIMBINGAN.....	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI I.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN I.....	v
MOTTO.....	vi
PERSEMBAHAN I.....	vii
PERSEMBAHAN II.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
ABSTRAK.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
1.5. Lokasi Penelitian.....	3
1.6. Batasan Masalah.....	4
1.7. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Bangunan <i>Siphon</i>	5
2.2. Jenis – Jenis Banguna <i>Siphon</i>	5
2.2.1 <i>Siphon</i> Berbentuk Lingkaran.....	5
2.2.2 <i>Siphon</i> Berbentuk Segi Empat	6
2.3. Analisa Hidrolika.....	6
2.3.1 Rumus <i>Strickler</i>	6
2.3.2 Koefisien Kekasaran dan Kecepatan Maksimum.....	7
2.3.3 Rumus <i>Torricelli</i>	7
2.3.4 Rumus Debit Aliran.....	8

2.3.5	Diagram <i>Moody</i>	8
2.3.6	Kpersamaan <i>Colebrook - White</i>	9
2.3.7	Kehilangan Energi Akibat Gesekan.....	10
2.3.8	Kehilangan Energi Akibat Belokan	10
2.3.9	Kehilangan Energi Akibat Peralihan	11
2.3.10	Peneliti Terdahulu Yang Sejenis	12
BAB III METODE PENELITIAN		17
3.1.	Metode Persiapan	17
3.2.	Metode Pengumpulan Data	17
3.2.1	Informasi Primer.....	17
3.2.2	Informasi Sekunder	21
3.3.	Metode Penelitian.....	21
3.4.	Alir Penelitian.....	22
BAB IV HASIL PENELITIAN		24
4.1.	Bangunan <i>Sifon</i>	24
4.2.	Dimensi <i>Hidrolik</i> Bangunan <i>Siphon Eksisting</i>	25
4.3.	Perhitungan Manual Kehilangan Energi	26
4.3.1.	Inlet (Pada Pintu Masuk).....	27
4.3.2.	Pada <i>Siphon</i>	31
4.3.3.	Pada Pintu Keluar <i>Outlet</i>	36
4.4.	Perhitungan Program Aplikasi <i>HEC-RAS</i>	40
4.4.1.	Default Project Folder	40
4.4.2.	Unit <i>System</i>	41
4.4.3.	Pembuatan Geometri Saluran.....	42
4.4.4.	Potongan Melintang	44
4.4.5.	Tampak <i>Sifon</i>	47
4.4.6.	Aliran Permanen (<i>Steady Flow</i>)	50
4.4.7.	Perhitungan Hidrolika	52
4.4.8.	Hasil Perhitungan Potongan Melintang.....	53
4.4.9.	Hasil Perhitungan Profil Muka Air Di Sepanjang Saluran.....	54
4.4.10.	Hasil Tekanan Air Pada <i>Upstream</i> dan <i>Downstream</i>	54
BAB V Kesimpulan dan Saran		58

5.1. Kesimpulan.....	58
5.2. Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA.....	xvi
LAMPIRAN.....	xvii



DAFTAR GAMBAR

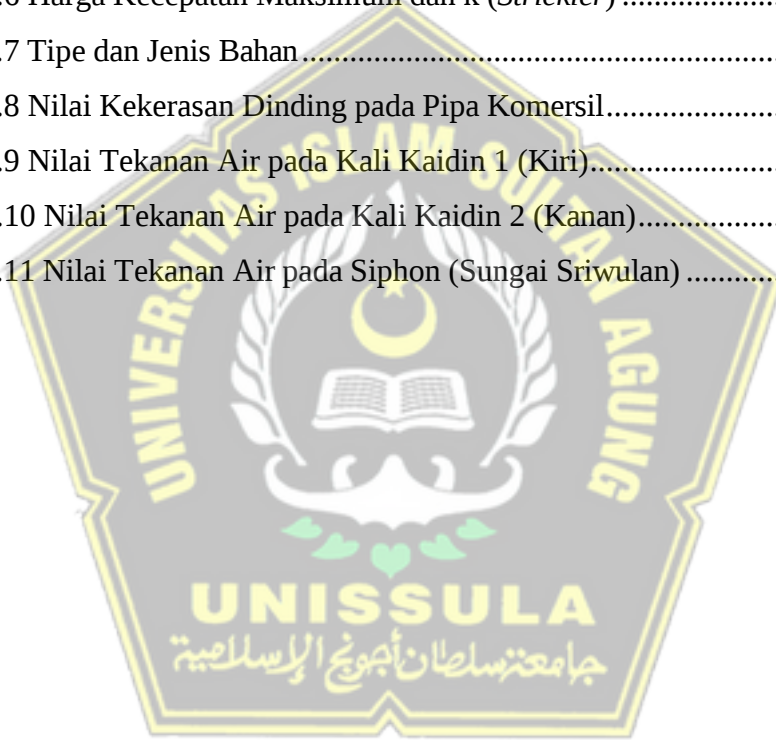
Gambar 1.1 Peta Lokasi <i>Siphon</i>	3
Gambar 2.1 Siphon Berpenampang Lingkaran.....	5
Gambar 2.2 Siphon Berpenampang Persegi	6
Gambar 2.3 Diagram <i>Moody</i>	8
Gambar 3.1 Peta Lokasi Titik Survey	17
Gambar 3.2 Tampak Area Lokasi <i>Siphon</i> seperti pada gambar 3.1 ...	18
Gambar 3.3 Tampak Area Lokasi Siphon seperti pada gambar 3.1	19
Gambar 3.4 Denah dan Potongan Sifon	20
Gambar 3.5 Denah Topografi.....	21
Gambar 4.1 Denah Topografi.....	26
Gambar 4.2 Tampak Samping.....	27
Gambar 4.3 Skema Aliran Inlet.....	27
Gambar 4.4 Diagram <i>Moody</i> Nilai Faktor Gesekan	29
Gambar 4.5 Potongan Memanjang	31
Gambar 4.6 Tampak Atas.....	31
Gambar 4.7 Diagram <i>Moody</i> Nilai Faktor Gesekan	35
Gambar 4.8 Gambar Tampak Atas Outlet.....	36
Gambar 4.9 Diagram <i>Moody</i> Nilai Faktor Gesekan	38
Gambar 4.10 Folder Penyimpanan Data	41
Gambar 4.11 Tangkapan Layar Pengaturan <i>System</i> Satuan	41
Gambar 4.12 Tangkapan Layar Geometri Data.....	42
Gambar 4.13 Pengaturan Nama Pada Data Geometri	43
Gambar 4.14 Skema Saluran (Kali Kaidin1,2,3).....	44
Gambar 4.15 Layar editor Penampang melintang	45
Gambar 4.16 Penampang Melintang Pada River Sta 0	46
Gambar 4.17 Data Geometri Penampang Saluran.....	47
Gambar 4.18 Bridge Culvert Data.....	47
Gambar 4.19 <i>Deck Roadway Data Editor</i>	48
Gambar 4.20 Pengaturan <i>Culvert Data</i>	48

Gambar 4.21 Hasil Input Data Sifon	49
Gambar 4.22 Tampak Aliran Sungai dan Sifon.....	49
Gambar 4.23 Layar Utama HEC-RAS	50
Gambar 4.24 Input <i>Steady Flow</i>	50
Gambar 4.25 Input <i>Steady Flow Data</i>	51
Gambar 4.26 Input <i>Steady Flow Boundary Conditions</i>	51
Gambar 4.27 <i>Steady Flow Analysis</i>	52
Gambar 4.28 <i>Steady Flow Analysis</i>	53
Gambar 4.29 Elevasi Muka Air pada Potongan Melintang Sifon	54
Gambar 4.30 Elevasi Muka Air Potongan Memanjang.....	55
Gambar 4.31 Profil Muka Air Hasil Hitungan Di Sepanjang Alur Kali Kaidin 1. 55	
Gambar 4.32 Profil Muka Air Hasil Hitungan Di Sepanjang Alur Kali Kaidin 2. 56	
Gambar 4.33 Profil Muka Air Hasil Hitungan Di Alur Sungai Sriwulan.....	57



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Harga – Harga Kecepatan Maksimum dan K (<i>Strickler</i>).....	7
Tabel 2.2 Harga-Harga K_b untuk Siku	10
Tabel 2.3 Tesis Sebelumnya	15
Tabel 4.1 Nilai Kekerasan Dinding pada Pipa Komersil.....	29
Tabel 4.2 Koefisien Kehilangan Energi.....	30
Tabel 4.3 Harga Kecepatan Maksimum dan k (<i>Strickler</i>)	32
Tabel 4.4 Tipe dan Jenis Bahan.....	33
Tabel 4.5 Nilai Kekerasan Dinding pada Pipa Komersil.....	34
Tabel 4.6 Harga Kecepatan Maksimum dan k (<i>Strickler</i>)	36
Tabel 4.7 Tipe dan Jenis Bahan.....	37
Tabel 4.8 Nilai Kekerasan Dinding pada Pipa Komersil.....	38
Tabel 4.9 Nilai Tekanan Air pada Kali Kaidin 1 (Kiri).....	56
Tabel 4.10 Nilai Tekanan Air pada Kali Kaidin 2 (Kanan).....	57
Tabel 4.11 Nilai Tekanan Air pada Siphon (Sungai Sriwulan)	58



ABSTRAK

Analisa hidrolika pada bangunan *siphon* merupakan aspek kritis dalam perencanaan sistem irigasi. Permasalahan yang sering terjadi dalam operasional *siphon* meliputi kehilangan energi (*head loss*), penurunan kecepatan aliran, dan risiko terjadinya sedimentasi yang dapat mengganggu kinerja bangunan (*French, 1985*). Kondisi aliran dalam *siphon* dipengaruhi oleh berbagai parameter seperti debit, diameter pipa, kekasaran material, dan perbedaan elevasi (*Chow, 1959*). Kesalahan dalam analisa hidrolika dapat mengakibatkan kegagalan fungsi *siphon*, seperti tidak tercapainya debit rencana yang dapat merusak struktur bangunan. Oleh karena itu, diperlukan kajian mendalam tentang identifikasi design bangunan *sifon* sebagai saluran penghubung sriwulan, sayung. Selain itu menganalisis fluktuasi pada Bangunan Sifon dengan menggunakan perhitungan manual dan menggunakan aplikasi software *Hecrass* untuk menentukan elevasi muka air pada bangunan sifon dan sungai yang terhubung pada *sifon*.

Penelitian ini menggunakan metode penelitian metode Primer, Sekunder, untuk metode primer yaitu dengan melakukan survey pada lokasi Bangunan Siphon dengan menggunakan meteran dan Tongkat Bambu, kemudian dilakukanlah pengukuran untuk mendapatkan dimensi pada Bangunan Siphon, dari hasil dimensi tersebut terdapat Bangunan Siphon Eksisting. Untuk metode Sekunder didapatkan dari referensi jurnal berupa Denah Topografi.

Dari hasil perhitungan manual menggunakan Excel, bangunan siphon diperoleh kehilangan energi total pada inlet sebesar = 1,2224 m, kehilangan energi akibat friksi pada siphon sebesar 0,0456 m, dan kehilangan energi total pada outlet sebesar 0,1365 m. kemudian Berdasarkan hasil Analisa HEC-RAS pada bangunan siphon dengan luas Catchmen Area sebesar 240 ha, kemudian menganalisis Nilai Tekanan Air pada Kali Kaidin 1 (Kiri) didapatkan Upstream 200 River Sta dengan Elevasi Muka Air sebesar + 3,78, pada Downstream didapatkan 0 River Sta dengan Elevasi Muka Air sebesar + 3,6. Tekanan Air pada Kali Kaidin 2 (Kanan) didapatkan Upstream 200 River Sta dengan Elevasi Muka Air sebesar + 3,78, pada Downstream didapatkan 0 River Sta dengan Elevasi Muka Air sebesar + 3,6. Tekanan Air pada Saluran Siphon (menuju Sriwulan) didapatkan Upstream 200 River Sta dengan Elevasi Muka Air sebesar + 3,6, pada Downstream didapatkan 0 River Sta dengan Elevasi Muka Air sebesar + 3,5.

Kata Kunci : siphon, kehilangan energi, debit, Elevasi Muka Air.

ABSTRACT

Hydraulic analysis of siphon structures is a critical aspect in irrigation system planning. Problems that often occur in siphon operations include energy loss (head loss), decreased flow velocity, and the risk of sedimentation that can interfere with the performance of the structure (French, 1985). The flow conditions in the siphon are influenced by various parameters such as discharge, pipe diameter, material roughness, and elevation differences (Chow, 1959). Errors in hydraulic analysis can result in siphon failure, such as failure to achieve the planned discharge which can damage the structure of the structure. Therefore, an in-depth study is needed on the identification of the design of the siphon structure as a connecting channel for sriwulan, sayung. In addition, analyzing fluctuations in the Siphon Structure using manual calculations and using the Hecrass software application to determine the water level elevation in the siphon structure and the river connected to the siphon.

This study uses the Primary and Secondary research methods, for the primary method, namely by conducting a survey at the Siphon Building location using a meter and Bamboo Stick, then measurements are taken to obtain the dimensions of the Siphon Building, from the results of these dimensions there is an Existing Siphon Building. For the Secondary method, it is obtained from journal references in the form of a Topographic Plan.

From the results of manual calculations using Excel, the siphon building obtained a total energy loss at the inlet of = 1.2224 m, energy loss due to friction on the siphon of 0.0456 m, and total energy loss at the outlet of 0.1365 m. then Based on the results of the HEC-RAS Analysis on the siphon building with a Catchment Area of 240 ha, then analyzing the Water Pressure Value at Kali Kaidin 1 (Left) obtained Upstream 200 River Sta with a Water Level Elevation of + 3.78, Downstream obtained 0 River Sta with a Water Level Elevation of + 3.6. Water Pressure on Kali Kaidin 2 (Right) is obtained Upstream 200 River Sta with Water Level Elevation of + 3.78, Downstream is obtained 0 River Sta with Water Level Elevation of + 3.6. Water Pressure on the Siphon Channel (towards Sriwulan) is obtained Upstream 200 River Sta with Water Level Elevation of + 3.6, Downstream is obtained 0 River Sta with Water Level Elevation of + 3.5.

Keywords: siphon, energy loss, discharge, Water Level Elevation.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Bangunan air merupakan salah satu infrastruktur untuk pengelolaan sumber daya air, yang digunakan sebagai penunjang berbagai kebutuhan manusia. Antara lain untuk sarana irigasi, pengendalian banjir, penyediaan air bersih, dan pembangkit tenaga listrik. Terdapat beberapa jenis bangunan air, seperti bendungan, waduk, siphon, dan *spillway*. Bangunan tersebut dirancang untuk mengatur, menyimpan, dan mengalirkan air sesuai kebutuhan. Siphon digunakan sebagai upaya untuk mengalirkan air dari bagian hulu sungai ke bagian hilir dengan debit yang terjaga. Air tersebut mengalir di bawah hambatan seperti jalan raya, rel kereta api, atau saluran pembawa tanpa mengganggu aliran di atasnya. Aliran dalam siphon bersifat tertutup, sehingga air mengalir karena terjadi tekanan.

Seiring dengan adanya pertumbuhan penduduk dan perkembangan wilayah, mengakibatkan munculnya masalah pada saluran siphon. Hal ini terjadi di wilayah Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak. Dimana terdapat permasalahan bangunan siphon, tepatnya di daerah pabrik HIT *Polytron*. Salah satunya adalah keberlanjutan dan efisiensi siphon dalam menghadapi perubahan iklim yang berdampak curah hujan ekstrem dan banjir. Analisa hidrolika pada siphon sangat penting untuk menentukan efisiensi pengaliran air, mencegah kerugian energi, dan memastikan keandalan sistem dalam berbagai kondisi aliran.

Analisa hidrolika pada bangunan *siphon* merupakan aspek kritis dalam mengidentifikasi sistem irigasi. Kondisi aliran dalam *siphon* dipengaruhi oleh berbagai parameter seperti debit, diameter pipa, kekasaran material, dan perbedaan elevasi (Chow, 1959). Analisis ini berguna untuk menentukan kecepatan minimum yang dapat mencegah sedimentasi yang mempengaruhi efisiensi aliran air. Selain itu terdapat 2 jenis aliran fluida yang diklasifikasikan berdasarkan bagaimana sifat fluida (seperti kecepatan, tekanan, dan kepadatan) berubah terhadap waktu yaitu *steady flow* dan *unsteady flow*. *Steday flow* merupakan kondisi dimana sifat-sifat fluida di setiap titik tetap konstan terhadap

waktu. Karakteristik *steady flow* adalah konsistensi terhadap waktu, bergantung pada parameter seperti kecepatan, tekanan, dan kepadatan yang tidak berubah seiring waktu di setiap titik dalam aliran. Contoh *steady flow* adalah aliran air dalam siphon dengan laju aliran tetap. Sedangkan *unsteady flow* adalah kondisi dimana sifat-sifat fluida di setiap titik berubah terhadap waktu, seperti gelombang pasang di laut. Pada sistem siphon, *steady flow* memudahkan analisis kehilangan energi akibat gesekan. Persamaan seperti *Bernoulli* dan *Manning* sering diterapkan untuk menghitung tekanan, kecepatan, dan debit fluida, yang membantu meningkatkan efisiensi sistem.

Berdasarkan uraian di atas, maka dalam Tugas Akhir (TA) ini penulis akan fokus membahas tentang analisis hidrolika pada bangunan siphon di depan pabrik HIT Polytron. Analisa hidrolika tersebut meliputi kehilangan energi menggunakan metode perhitungan manual dan menghitung profil muka air aliran permanen berubah beraturan (*steady gradually varied flow*) dengan bantuan program *HEC-RAS*

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana design bangunan sifon sebagai saluran penghubung sriwulan, sayung?
2. Analisa fluktuasi pada bangunan sifon?
3. Analisa menggunakan software hecras?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Mengidentifikasi design bangunan sifon sebagai saluran penghubung sriwulan, sayung.
2. Menganalisis *fluktuasi* pada *Bangunan Sifon* dengan menggunakan perhitungan manual dan Menggunakan aplikasi Software *Hecrass* untuk menentukan elevasi muka air pada bangunan sifon dan sungai yang terhubung pada sifon.

1.4. Manfaat Penelitian

Penulis dalam penelitian ini berharap akan memberikan manfaat untuk :

- a. Penulis, sebagai upaya dalam hal ilmu pengetahuan melalui studi analisa hidrolika bangunan sifon untuk penghubung saluran pembuangan menuju sungai sriwulan.
- b. Masyarakat umum yang dapat memberikan umpan balik positif terhadap pendidikan/ilmu yang dipelajari, masyarakat, dan pemangku kebijakan dalam pencegahan banjir.
- c. Pemerintah dan warga, di sisi lain, dapat memanfaatkan saran ini untuk meningkatkan cara mereka mengelola saluran pembuangan air guna mencegah terjadinya banjir.

1.5. Lokasi Penelitian

Desa Purwosari, Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak, tepatnya di depan stasiun Polytron, menjadi lokasi penelitian ini. Lokasi penelitian ini dipilih karena termasuk wilayah pesisir di pesisir utara Provinsi Jawa Tengah.



Gambar 1.1. Peta Lokasi *Siphon*

(Sumber : Google Earth)

1.6. Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada permasalahan berikut:

- a. Depan pabrik HIT Polytron, Desa Purwosari, Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak merupakan lokasi penelitian.
- b. kondisi aliran normal tidak terpengaruh pasang surut air laut.
- c. Perhitungan manual untuk menentukan kehilangan energi pada siphon.
- d. Analisis elevasi tekanan air pada siphon dan sungai yang terhubung ke siphon, yaitu kali kaidin menggunakan perangkat lunak Hec rass.

1.7. Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini secara sistematis disusun dalam beberapa bab dan sub bab sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah dan sistematik penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisi penjelasan mengenai teori-teori dan pembahasan penelitian sebelumnya yang menjadi bahan referensi penulisan Tugas Akhir (TA).

BAB III METODE PENELITIAN

Berisi mengenai metode penelitian yang akan dilakukan atau memberikan gambaran alur yang akan dilalui selama penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi analisis penulis mengenai evaluasi penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi kesimpulan dan saran dari analisis yang sudah dilakukan oleh penulis.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Bangunan Siphon

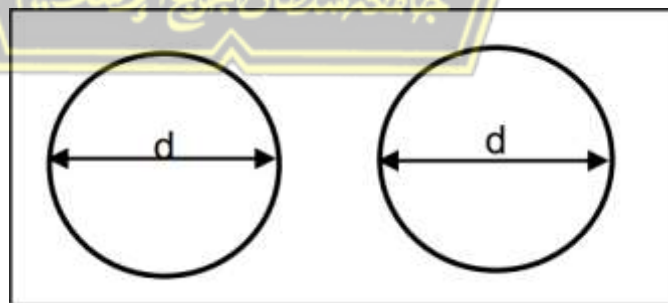
Sifon termasuk dalam kategori bangunan pembawa, serupa dengan bangunan talang, dan merupakan bagian dari saluran pembawa subkritis. Berdasarkan Kriteria Perencanaan Standar Irigasi KP -04, sifon berfungsi untuk mengalirkan air di bawah saluran lain (seperti saluran pembuang) atau melintang di bawah jalan. Aliran air pada sifon terjadi karena pengaruh tekanan. Dalam Analisa hidrolika sifon, perlu memperhitungkan kecepatan aliran (v), serta kehilangan energi yang terjadi pada peralihan masuk, gesekan, belokan, dan peralihan keluar, sesuai dengan pedoman Kriteria Perencanaan Standar Irigasi KP -04.

2.2. Jenis-Jenis Bangunan Siphon

Secara hidrolika, bangunan siphon adalah saluran tertutup yang diklasifikasikan menjadi 4 jenis berdasarkan bentuknya, yaitu:

2.2.1. Sifon Bentuk Lingkaran

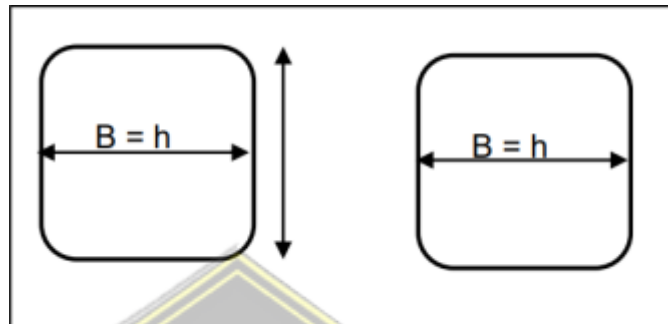
Siphon dengan bentuk lingkaran, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1, dianggap sebagai bentuk yang ideal karena memungkinkan aliran air mengalir secara optimal. Penampang lingkaran dinilai efisien karena memiliki keliling basah paling kecil dibandingkan dengan bentuk lainnya untuk luas penampang tertentu.



Gambar 2.1 Sifon Penampang Lingkaran
(Sumber: Mawardi dkk, 2002)

2.2.2. Sifon Bentuk Segi Empat

Siphon dengan bentuk persegi, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2, merupakan desain yang direkomendasikan setelah bentuk lingkaran. Penampang lingkaran dianggap lebih praktis dalam pelaksanaan karena memiliki bentuk yang sederhana.



Gambar 2.2 Siphon Berpenampang Persegi
(Sumber: Mawardi dkk, 2002)

2.3. Analisa Hidrolika

Sifon adalah bagian penting dalam jaringan irigasi yang berfungsi mengalirkan air melewati hambatan seperti jalan atau saluran pembuang. Dengan prinsip kerja berbasis tekanan, sifon memerlukan analisa hidrolika yang mencakup kecepatan aliran dan kehilangan energi. Perencanaan yang baik memastikan efisiensi fungsi sifon, mendukung distribusi air yang maksimal, dan sesuai dengan standar desain yang berlaku.

2.3.1. Rumus Strickler

Rumus *Strickler* merupakan persamaan yang digunakan pada analisa hidrolika untuk menghitung kecepatan aliran air dalam saluran terbuka atau pipa, berdasarkan koefisien kekasaran saluran dan kemiringannya. Rumus ini adalah variasi dari persamaan *Manning*, tetapi menggunakan koefisien *Strickler* (K_s) sebagai parameter kekasaran. Berikut adalah rumus *Strickler*:

$$V_a = k R^{2/3} I^{1/2} \dots\dots\dots 2-1$$

$$R = \frac{A}{P}$$

$$P = 2b + 2h$$

Dimana :

- V_a = kecepatan aliran yang dipercepat di dalam terowongan atau saluran tertutup, m/dt
- k = koefisien kekasaran *Strickler*, $m^{1/3}/dt$
- R = jari-jari hidrolis, m
- A = Luas basah, m^2
- P = Keliling basah, m
- I = garis kemiringan energi (kemiringan hidrolis)

2.3.2. Koefisien Kekasaran dan Kecepatan Maksimum

Koefisien kekasaran *Strickler* (k) dan kecepatan tercantum dalam Tabel 2.1. Nilai-nilai dalam tabel tersebut telah lama digunakan secara konservatif. Namun, untuk proyek konstruksi berskala besar, nilai yang lebih tinggi dapat dipertimbangkan, bergantung pada metode pelaksanaan yang digunakan.

Tabel 2.1 Harga-Harga Kecepatan Maksimum dan K (*Strickler*)

Bahan Konstruksi	v_{maks} , m/dt	k , $m^{1/3}/dt$
Pasangan batu	2	60
Beton	3	70

2.3.3. Rumus *Torricelli*

Rumus *Torricelli* berfungsi untuk memperhitungkan kecepatan aliran air dari lubang atau pipa akibat perbedaan ketinggian fluida. Rumus ini berlaku untuk aliran yang disebabkan oleh gravitasi tanpa hambatan. Berikut rumus *Torricelli* untuk menghitung kecepatan fluida:

$$V = \sqrt{2g(h_1 - h_2)} \dots\dots\dots 2-2$$

Dimana :

V = kecepatan aliran yang keluar dari lubang atau pipa akibat beda ketinggian, m/dt

g = Percepatan gravitasi ($9,81 \text{ m/s}^2$)

h_1-h_2 = Beda ketinggian fluida, m

2.3.4. Rumus Debit Aliran

Debit merupakan ukuran volume pada fluida yang mengalir melalui suatu penampang dalam waktu tertentu. Perhitungan debit sering digunakan dalam analisis hidrolika untuk mengetahui aliran pada saluran terbuka, pipa, atau sistem fluida lainnya. Berikut rumus dari debit aliran:

$$Q = A \cdot V \dots\dots\dots 2-3$$

Dimana:

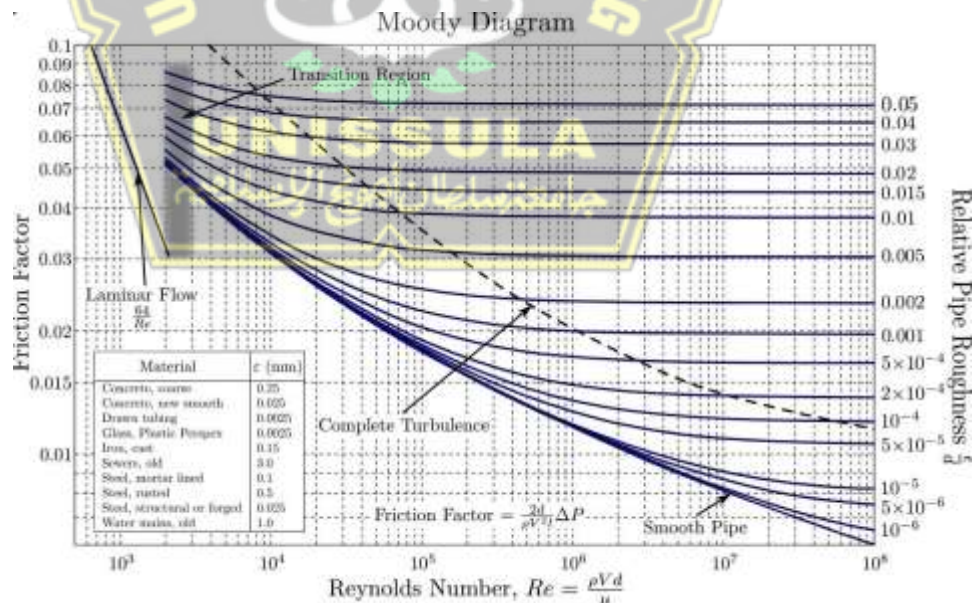
Q = Debit fluida, m^3/dt

A = Luas penampang basah, m^2

V = Kecepatan aliran rata-rata, m^2

2.3.5. Diagram *Moody*

Diagram *Moody* merupakan alat grafis yang berfungsi pada mekanika fluida untuk menentukan factor gesekan (f) dalam aliran fluida melalui pipa. Faktor gesekan ini diperlukan untuk menghitung kehilangan energi akibat gesekan pada pipa, berdasarkan persamaan *Darcy-Weisbach*. Seperti pada gambar 2.3 diagram ini menghubungkan beberapa parameter utama dalam aliran fluida, yaitu:



Gambar 2.3 Diagram *Moody*

(Sumber: *Google.com*)

1. Bilangan *Reynolds* (Re), yaitu parameter tanpa dimensi yang menunjukkan jenis aliran (laminar, transisi, atau turbulen).
2. Kekasaran relatif (ϵ/D), yaitu rasio antara kekasaran permukaan pipa (ϵ) dengan diameter pipa (D).
3. Faktor gesekan Darcy (f), yaitu parameter yang digunakan untuk menentukan kehilangan energi aliran dalam pipa.

Berikut rumus yang digunakan untuk menentukan bilangan *Reynolds* (Re) dan kekasaran relatif (ϵ/D):

$$Re = \frac{\rho v D_h}{\mu} \dots\dots\dots 2-4$$

$$Roughness\ Relative = \frac{\epsilon}{D}$$

Dimana:

Re = Bilangan *Reynolds*

ρ = Massa jenis fluida, Kg/m^3

v = Kecepatan aliran fluida, m/det

D_h = Diameter hidraulik, m

μ = Viskositas dinamis fluida, Pa.s

ϵ = Kekasaran absolut pipa (lihat pada tabel material)

D = Diameter dalam pipa

2.3.6. Persamaan *Colebrook-White*

Persamaan *Colebrook-White* merupakan persamaan yang digunakan untuk menghitung factor gesekan (f) dalam aliran turbulen melalui pipa. Persamaan ini bergantung pada 2 parameter utama, yaitu bilangan *Reynolds* (Re) dan kekasaran relative (ϵ/D) pada pipa. Faktor gesekan ini diperlukan pada perhitungan kehilangan energi akibat gesekan dalam pipa. Khususnya untuk aliran turbulen yang tidak dapat dihitung dengan rumus sederhana. Berikut rumus persamaan *Colebrook-White*:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left(\frac{\epsilon/D}{3,7} + \frac{2,51}{Re \sqrt{f}} \right) \dots\dots\dots 2-5$$

Dimana:

f = Faktor gesekan *Darcy*

ε = Kekasaran absolut pipa (lihat pada tabel material)

D = Diameter dalam pipa, m

Re = Bilangan *Reynolds*

2.3.7. Kehilangan Energi Akibat Gesekan

Kehilangan tinggi energi yang disebabkan oleh gesekan dapat dihitung dengan persamaan *Darcy-Weisbach*:

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D_h} \frac{v^2}{2g} \quad 2-6$$

Dimana :

h_f = Kehilangan tinggi energi akibat gesekan, m

f = Faktor gesekan *Darcy-Weisbach*, dapat dihitung menggunakan diagram *Moody* atau persamaan *Colebrook-White*

L = Panjang pipa atau saluran, m

D_h = Diameter hidraulik, m

v = Kecepatan aliran fluida, m/det

g = Percepatan gravitasi (9,81 m/s²)

2.3.8. Kehilangan Energi Akibat Belokan

Kehilangan tinggi energi yang disebabkan oleh belokan di saluran tertutup dapat dihitung dengan koefisien kehilangan minor (minor loss coefficient), yang pada umumnya dinyatakan sebagai h_L . Koefisien kehilangan minor didapat dari tabel 2.2.

Tabel 2.2 Harga-Harga K_b pada Siku

Sudut derajat	5°	10°	15°	22,5°	30°	45°	60°	70°	90°
Profil bulat	0,02	0,03	0,04	0,05	0,11	0,24	0,47	0,80	1,10
Profil segi empat	0,02	0,04	0,05	0,06	0,14	0,30	0,60	1,00	1,40

Berikut rumus untuk menentukan kehilangan energi akibat belokan

(h_L):

$$H_L = K \cdot \frac{v^2}{2g} \quad 2-6$$

H_L = Kehilangan tinggi energi yang disebabkan belokan, m

K = Koefisien kehilangan minor akibat belokan. Nilai K tergantung

pada jenis belokan, sudut, dan geometri (pipa persegi atau bulat)

L = Panjang pipa atau saluran, m

v = Kecepatan aliran fluida, m/det

g = Percepatan gravitasi ($9,81 \text{ m/s}^2$)

2.3.9. Kehilangan Energi Akibat Peralihan

Terdapat 2 macam kehilangan energi akibat peralihan, yaitu kehilangan energi yang disebabkan oleh penyempitan dan pelebaran. Kehilangan tinggi energi akibat penyempitan dapat dihitung dengan rumus kehilangan energi minor, yang melibatkan koefisien kehilangan energi minor (K). Berikut rumus kehilangan energi minor (K):

$$H_L = K \cdot \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots 2-6$$

$$K = \left(1 - \frac{A_2}{A_1}\right)^2$$

Dimana $A_1 > A_2$

H_L = Kehilangan tinggi energi akibat penyempitan, m

K = Koefisien kehilangan energi akibat penyempitan

A_1 = Luas penampang pipa sebelum penyempitan ($b_1 \cdot h_1$)

A_2 = Luas penampang pipa setelah penyempitan ($b_2 \cdot h_2$)

L = Panjang pipa atau saluran, m

v = Kecepatan aliran setelah penyempitan, m/det

g = Percepatan gravitasi ($9,81 \text{ m/s}^2$)

Kehilangan energi akibat pelebaran pada saluran outlet dapat dihitung menggunakan rumus yang didasarkan pada perubahan kecepatan atau luas penampang. Berikut rumus kehilangan energi akibat pelebaran:

$$H_L = K \cdot \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots 2-6$$

$$K_e = \left(1 - \frac{A_2}{A_1}\right)^2$$

Dimana :

H_L = Kehilangan tinggi energi akibat pelebaran, m

K_e = Koefisien kehilangan energi akibat pelebaran

A_1 = Luas penampang pipa sebelum pelebaran, m^2

A_2 = Luas penampang pipa setelah pelebaran, m^2

L = Panjang pipa atau saluran, m

V_1 = Kecepatan aliran sebelum pelebaran, m/det

g = Percepatan gravitasi ($9,81 \text{ m/s}^2$)

2.3.10. Peneliti Terdahulu Yang Sejenis

Tabel 2.3 Tesis Sebelumnya

No	Judul	Peneliti, Tahun	Metode	Hasil
1.	Evaluasi Perencanaan Bangunan <i>Siphon Pada Bendung Sei Padang Kab.Serdang Bedagai Sumatera Utara</i>	Ido Rizky Harahap,Edy Hermanto., 2017	Metode pada penelitian ini adalah metode kehilangan tinggi energi,menghitung tulangan,dan perhitungan dimensi bangunan <i>siphon</i> contoh menggunakan aplikasi sap,hec- ras.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari hasil perhitungan bangunan <i>siphon</i> dengan debit 6,258 m^3/dt , diperoleh lebar = 1,2 m, tinggi muka air = 1,7 m. Berdasarkan Hasil perhitungan kehilangan tinggi energi, menunjukkan bahwa efektivitas sistem drainase saluran pembawa air berkurang karena terjadi penggurangan

				tinggi tekanan air sebesar 0,124 m. Berdasarkan hasil perhitungan tulangan, maka tulangan yang digunakan pada bangunan <i>siphon</i> diperoleh D13-100 untuk tulangan pokok dan D10-150 untuk tulangan bagi.
2.	Studi Alternatif Perencanaan Bangunan <i>Siphon</i> Pada Saluran Induk Peterongan Daerah Irigasi Mrican, Kanan Kabupaten Jombang.	Muhammad Ilham R. ¹ , Moh.Charits ² , Nawir Rasidi ³ , 2024	Menganalisa Perencanaan Bangunan <i>Siphon</i> , Kapasitas Debit,dan Analisa Hidrolika.	Pada perencanaan Bangunan <i>Siphon</i> menggunakan pipa <i>hype spiral</i> didapatkan biaya sebesar Rp. 39.468.622.000,00 dan <i>siphon</i> dengan pipa beton sebesar Rp. 39.029.015.000,00. Hasil perhitungan biaya perencanaan Bangunan <i>Siphon</i> pipa <i>hype spiral</i> SN2 lebih mahal bila dibandingkan dengan perencanaan

				<i>siphon</i> pipa beton dengan nilai efisiensi sebesar 0,0111%.
3.	Perencanaan Siphon Pipa Pada Saluran Interbasin Rabaraka Di Kabupaten Dompu	IDA BAGUS GERALDY W., 2020	Penelitian ini Merencanakan sebuah Bangunan Siphon, untuk menentukan biaya dan analisis pada Bangunan Siphon.	Pada Perencanaan Siphon didapatkan biaya <i>Siphon</i> pipa Sebesar Rp 7.346.094.348,53 dan <i>Siphon</i> Beton Bertulang sebesar Rp 4.629.433.033 Dengan perhitungan biaya perencanaan bangunan <i>Siphon Pipa Steel Carbon ASTM A 252 Grade</i> lebih mahal bila dibandingkan dengan perencanaan Siphon Beton Bertulang dengan nilai efisiensi sebesar 36,98%
4.	Pengaruh Tinggi Tekanan Dan Debit Air Terhadap Siphon Pada	Ayu Wahyuni, Muh Iksan E., 2023	Metode banjir rancangan 20 tahun ke depan, dan nilai tekanan hidrostatik.	Dengan banjir rancangan 20 tahun di dapatkan nilai debit sebesar $Q = 4,689 \text{ t}$.

	Saluran Irigasi Pamukkulu Di Kabupaten Takalar			Berdasarkan hasil perhitungan nilai tekanan hidrostatik mendapatkan 442,58 kg/m ² .
5.	Analisis Unjuk Kerja Jaringan Pipa Siphon	Dedeng Herlan, 2011	metode eksperimen	Dicapai berdasarkan pengukuran dari berbagai ukuran dan bentangan pipa siphon, diuraikan dalam makalah ini. Volume air keluaran yang secara teoritis erbanding langsung dengan laju aliran air, ternyata banyak juga dipengaruhi oleh dimensi fisik.
6.	analisis efisiensi saluran irigasi di daerah irigasi boro kabupaten purworejo,	achmad rafi'ud darajat, rachmad jayadi, fatchan nurrochmad 2015	lump factor system menggunakan prinsip neraca air (water balance) antara input output pada saluran	Penelitian ini dilakukan pada saluran primer, sekunder dan tersier di Daerah irigasi Boro. Efisiensi pada saluran irigasi dianalisis dengan

	provinsi jawa tengah			menbandingkan antara besar debit input pada saluran dengan debit output saluran. Sedangkan untuk kehilangan air di saluran irigasi dianalisis dengan menghitung besarnya evaporasi, infiltrasi, dan kebocoran pada saluran
				Memperoleh hasil LSMS geangan dengan kategori cepat, lama genangan 1 sampai 6 jam dari responden. Jumlah kerusakan rumah tinggal dan kerugian biaya.

BAB III

3.1 Metode Persiapan

Langkah pertama sebelum penelitian ini dimulai adalah tahap persiapan. Langkah ini melibatkan identifikasi sumber yang digunakan sebagai sampel penelitian dan mencari referensi dari berbagai tugas yang telah diselesaikan, terbitan berkala, atau publikasi yang telah diterbitkan. Analisis perangkat lunak

3.2 Metode Pengumpulan Data

Berikut ini adalah deskripsi kategori data primer dan sekunder yang digunakan pada analisa hidrolika bangunan sifon:

3.2.1. Informasi Primer

Informasi yang diperoleh peneliti di lapangan disebut data primer atau data baru. Kuesioner, wawancara, dan observasi masyarakat dilakukan di Kecamatan Sayung, tepatnya di depan Hit Polytron, Kabupaten Demak, untuk mendapatkan data primer dalam penelitian ini. Informasi utama yang kami peroleh dari survei mengenai bangunan sifon adalah sebagai berikut:

1. Pemilihan lokasi dengan dosen pembimbing yang ditunjuk, yaitu di depan Hit Polytron, Kecamatan Sayung.



Gambar 3.1 Peta Lokasi Titik Survey

(Sumber : *Google Earth*)

2. Tentukan dimensi bangunan siphon dengan cara survey lapangan dan ukur menggunakan meteran dan tongkat, dan catat lokasi di Sayung depan Polytron Hit dengan menggunakan HP.



Gambar 3.2 Tampak Area Lokasi *Siphon* seperti
pada gambar 3.1

(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

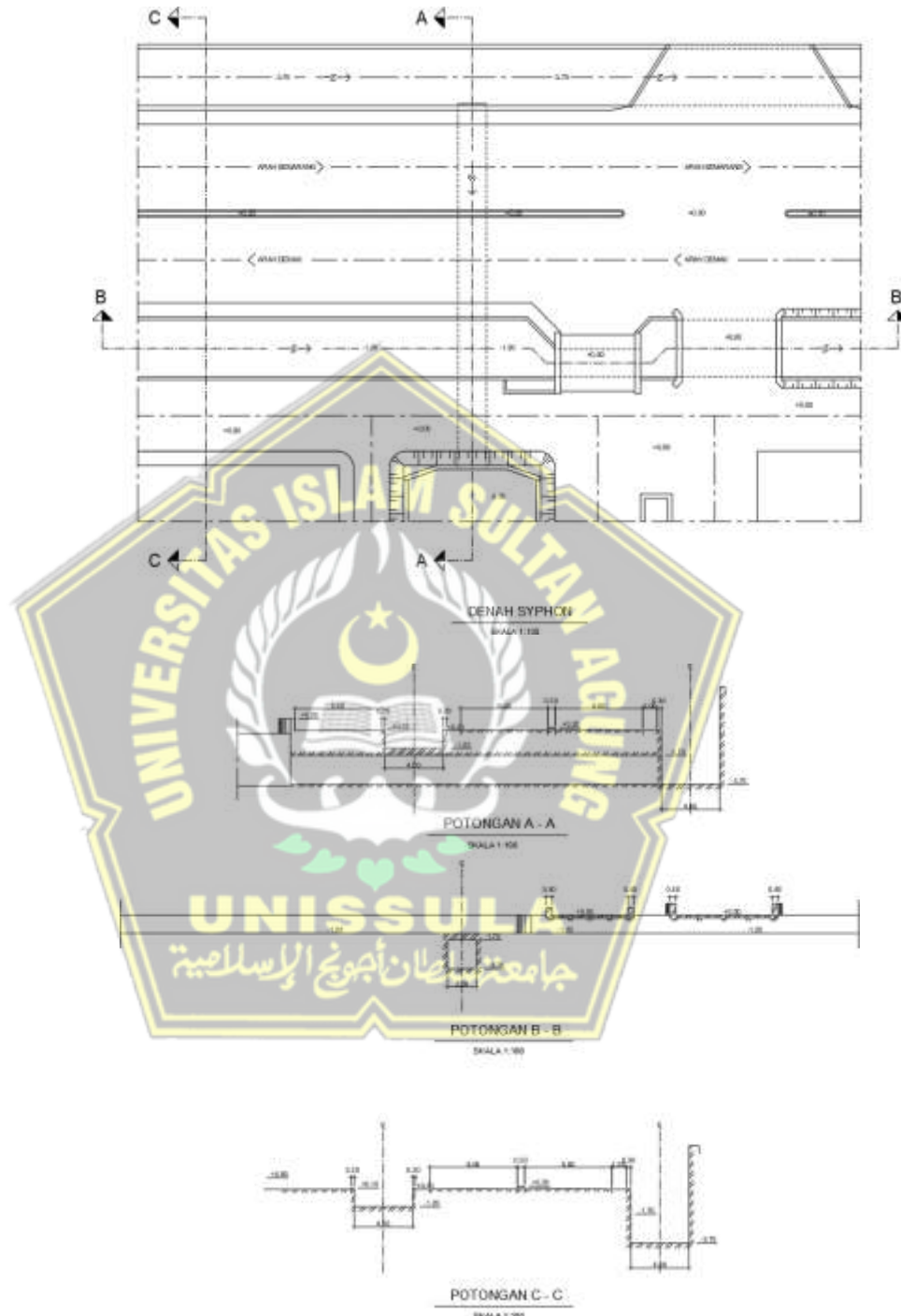
3. Lakukan survei lapangan sekali lagi untuk mengembangkan desain terperinci untuk bangunan sifon. Bangunan sifon terletak di Sungai Kaidin, dan kita perlu menentukan lebar, kedalaman, dan arah pembuangan sungai. Kita juga perlu menentukan ukuran pipa, yang pada dasarnya dicapai dengan melakukan survei pemetaan untuk menentukan dimensi yang diperlukan untuk melanjutkan aplikasi Hecras.



Gambar 3.3. Tampak Area Lokasi Siphon seperti
pada gambar 3.1

(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

4. Setelah kita melakukan survei lapangan kita mendesign denah bangunan *sifon* dengan data yang sudah diperoleh melalui gambar sebagai berikut :



Gambar 3.4 Denah dan Potongan Sifon

(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

3.2.2. Data Sekunder

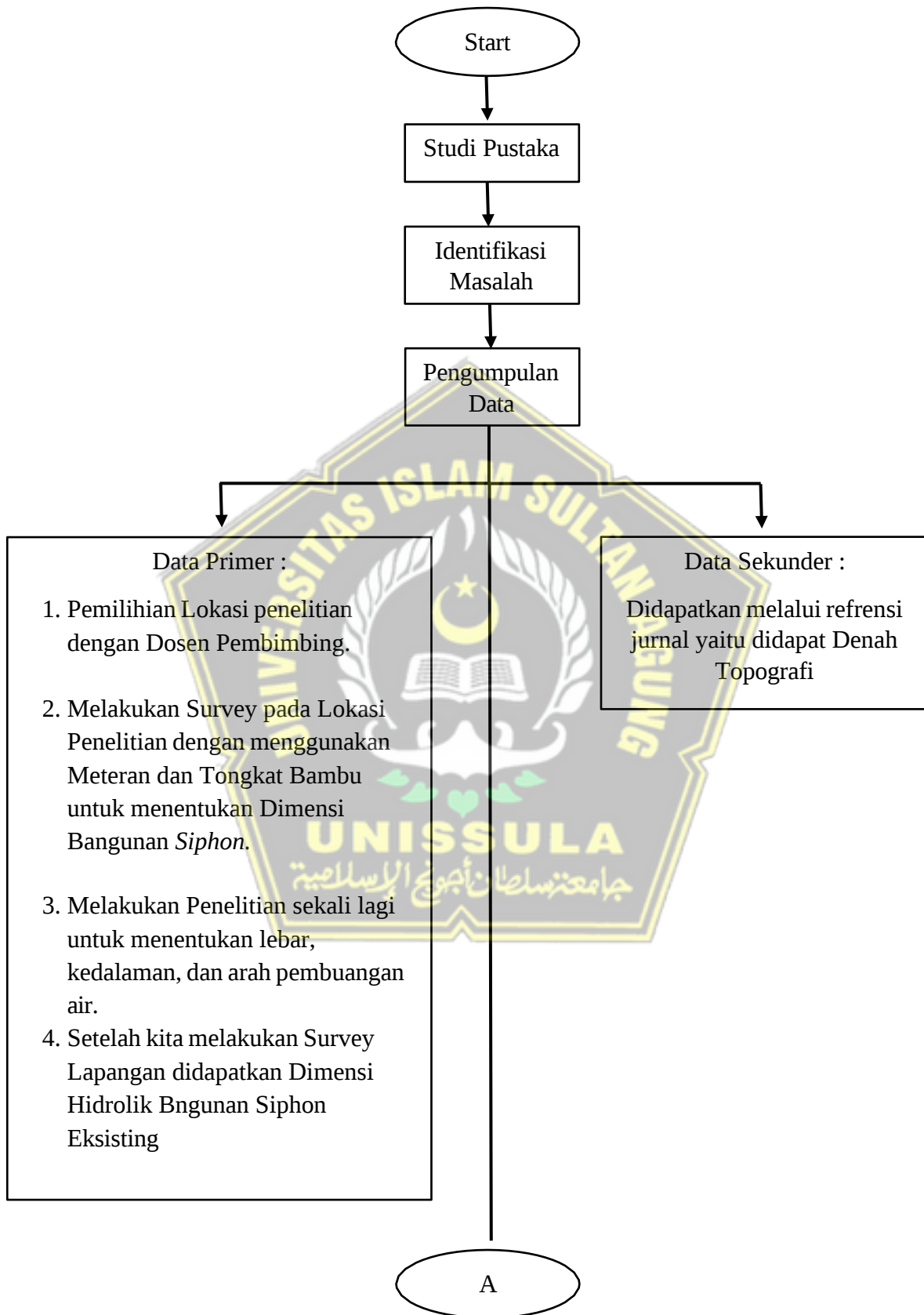
Data sekunder pada data yang telah dihimpun oleh peneliti sebelumnya, atau dengan kata lain, data yang sudah tersedia. Dalam penelitian ini, data sekunder diperoleh dari Dosen Pembimbing kami yaitu bapak Prof. Dr. Ir. Slamet Imam Wahyudi, DEA, serta jurnal, buku, dan sumber-sumber di internet. Data sekunder yang didapatkan adalah refrensi topografi, refrensi gambar bangunan sifon, dan lokasinya 2024.

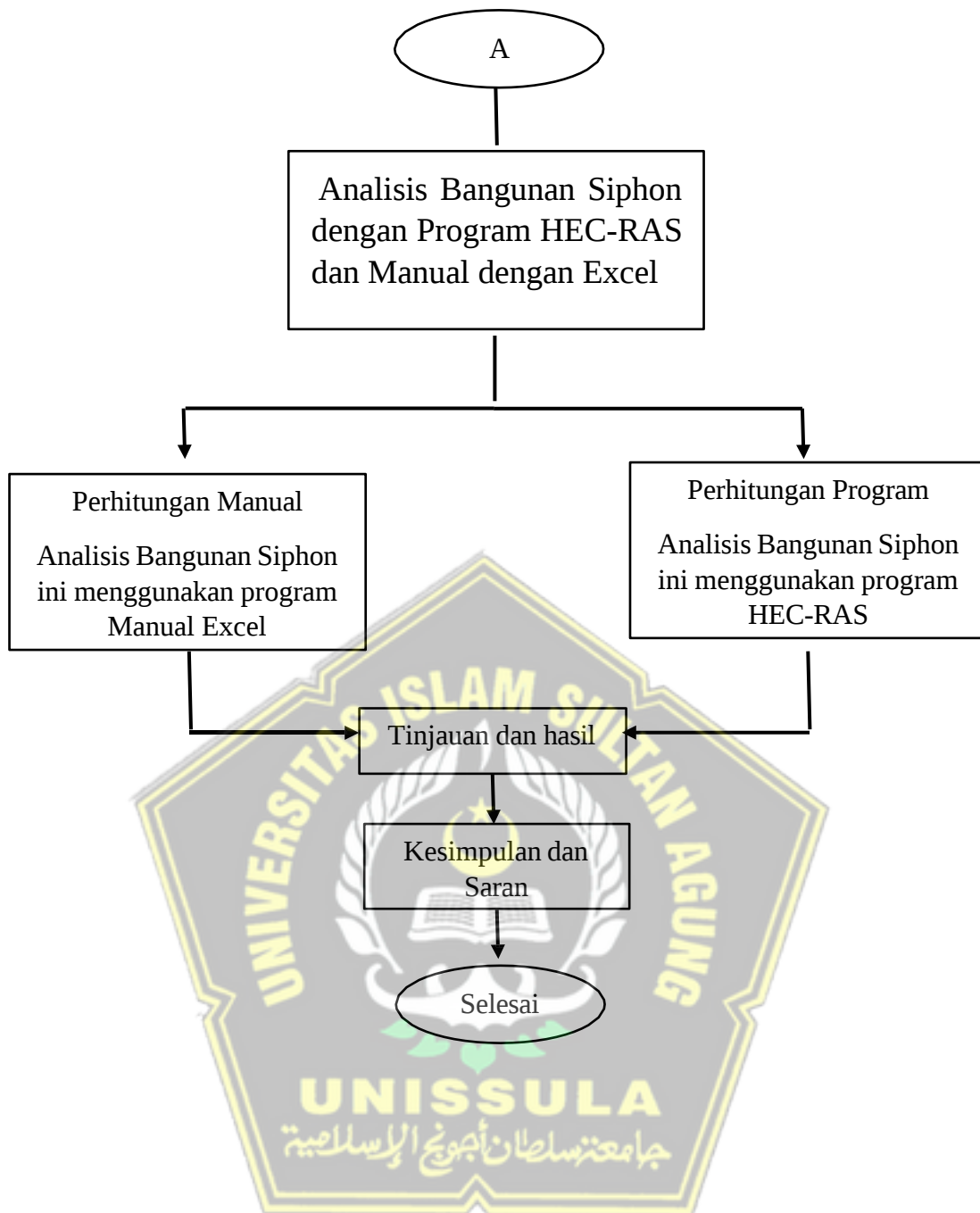


3.3. Metode Penelitian

Pengumpulan data adalah proses pencatatan peristiwa untuk menunjang penelitian agar lebih lengkap. Data Bangunan Siphon yang dikumpulkan oleh peneliti ialah Bangunan Siphon dengan menggunakan metode Aplikasi Hecras. Metode Aplikasi Hecras merupakan metode perangkat lunak yang digunakan untuk menganalisis aliran air dan melakukan simulasi banjir. Metode ini digunakan untuk menganalisis aliran air dalam kondisi alami maupun setelah adanya intervensi manusia, memprediksi ketinggian air pada berbagai kondisi, mengetahui area yang berpotensi banjir yang terjadi di Kecamatan Sayung.

3.4. Alir Penelitian





BAB IV

HASIL PENELITIAN

4.1. Bangunan Sifon

Analisa hidrolika pada bangunan *siphon* merupakan aspek kritis dalam perencanaan sistem irigasi. Permasalahan yang sering terjadi dalam operasional siphon meliputi kehilangan energi (*head loss*), penurunan kecepatan aliran, dan risiko terjadinya sedimentasi yang dapat mengganggu kinerja bangunan (*French, 1985*). Kondisi aliran dalam *siphon* dipengaruhi oleh berbagai parameter seperti debit, diameter pipa, kekasaran material, dan perbedaan elevasi (*Chow, 1959*). Kesalahan dalam analisa hidrolika dapat mengakibatkan kegagalan fungsi siphon, seperti tidak tercapainya debit rencana yang dapat merusak struktur bangunan. Oleh karena itu, diperlukan kajian mendalam tentang identifikasi design bangunan *sifon* sebagai saluran penghubung sriwulan, sayung. Selain itu menganalisis *fluktuasi* pada *Bangunan Sifon* dengan menggunakan perhitungan manual dan menggunakan aplikasi software *Hecrass* untuk menentukan elevasi muka air pada bangunan sifon dan sungai yang terhubung pada *sifon*.

Bangunan Siphon memiliki beberapa Fungsi yaitu sebagai Berikut :

1. Mengalirkan air irigasi melewati rintangan tanpa mengganggu fungsi infrastruktur yang ada
2. Mempertahankan kontinuitas aliran dalam sistem irigasi
3. Meminimalkan kehilangan air selama proses pengaliran
4. Mengatur tekanan dan kecepatan aliran untuk mencegah kerusakan struktur
5. Memfasilitasi pemeliharaan dan pengoperasian sistem irigasi

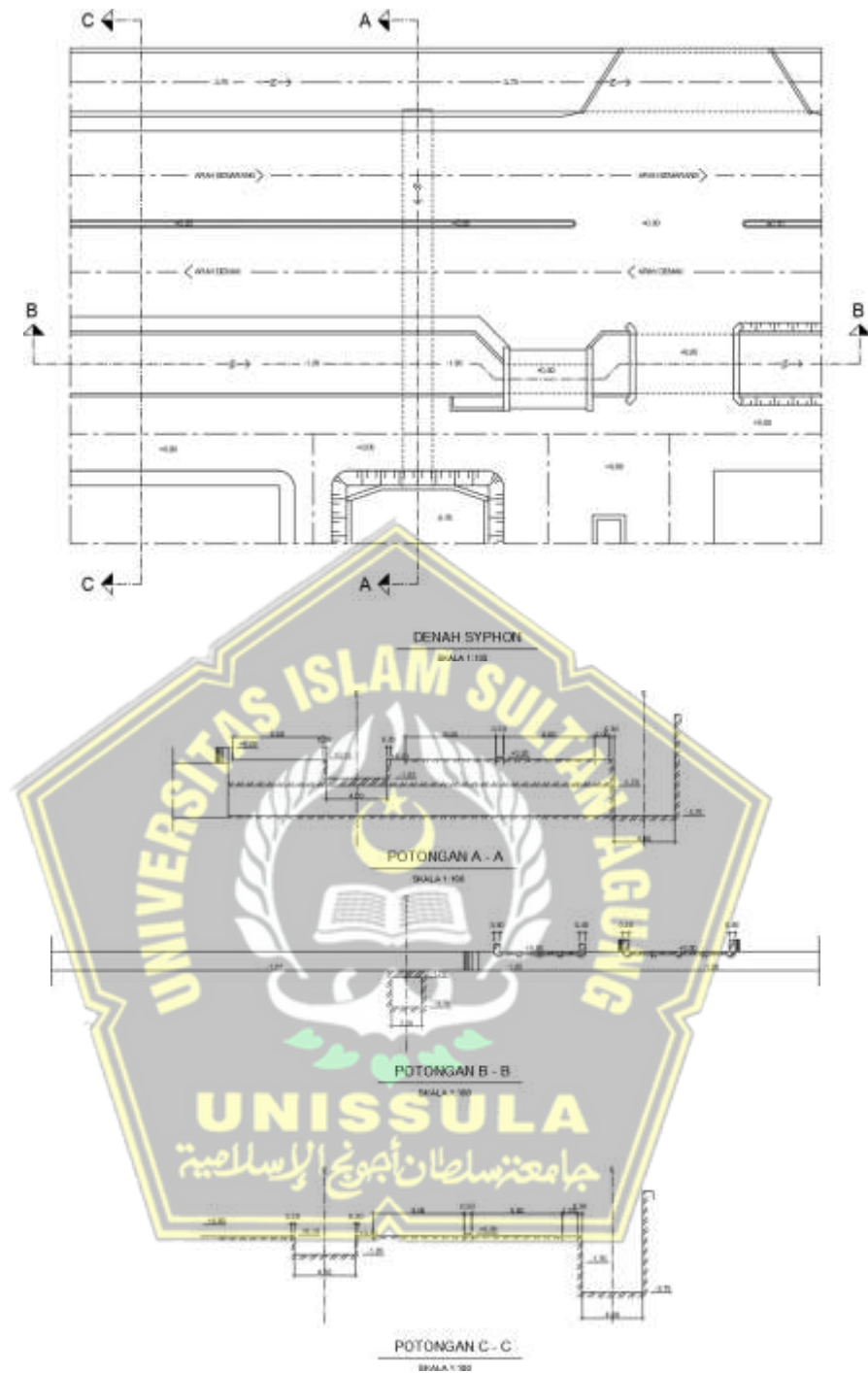
Selain itu Bangunan Siphon mempunyai komponen bangunan utama yaitu sebagai berikut :

1. Inlet (Bangunan Pemasukan)
 - a. Berfungsi mengatur aliran air masuk.
 - b. Dilengkapi dengan trashrack untuk menyaring sampah.
 - c. Memiliki pintu pengatur debit.
 - d. Dilengkapi dengan kolam penenang.

2. Transition Section (Bagian Transisi)
 - a. Menghubungkan inlet dengan barrel section.
 - b. Mengurangi turbulensi aliran.
 - c. Meminimalkan kehilangan energi.
 - d. Mencegah terjadinya kavitasi.
3. Barrel Section (Pipa Utama)
 - a. Bagian utama yang mengalirkan air
 - b. Dirancang untuk menahan tekanan internal dan eksternal
 - c. Dilengkapi dengan lapisan anti korosi
 - d. Memiliki kemiringan tertentu untuk memfasilitasi aliran.
4. Outlet (Bangunan Pengeluaran)
 - a. Mengatur pelepasan air ke saluran berikutnya.
 - b. Dilengkapi dengan energy dissipator.
 - c. Mencegah gerusan pada struktur hilir.
 - d. Memiliki kolam olak untuk meredam energi.

4.2. Dimensi Hidrolik Bangunan Siphon Eksisting

Metode penelitian ini menggunakan metode Dimensi *Hidrolik* Bangunan *Siphon Eksisting* dan perhitungan manual dengan menggunakan excel yaitu perhitungan kehilangan energi sifon hit polytron dan menggunakan aplikasi hecras.

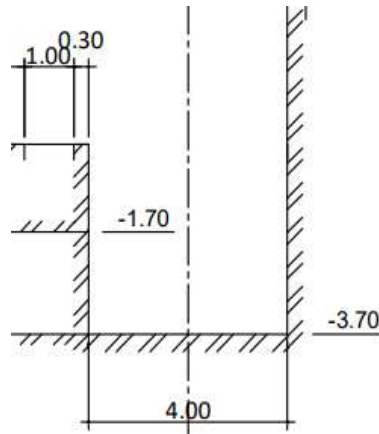


Gambar 4.1. Denah dan Potongan Sifon
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

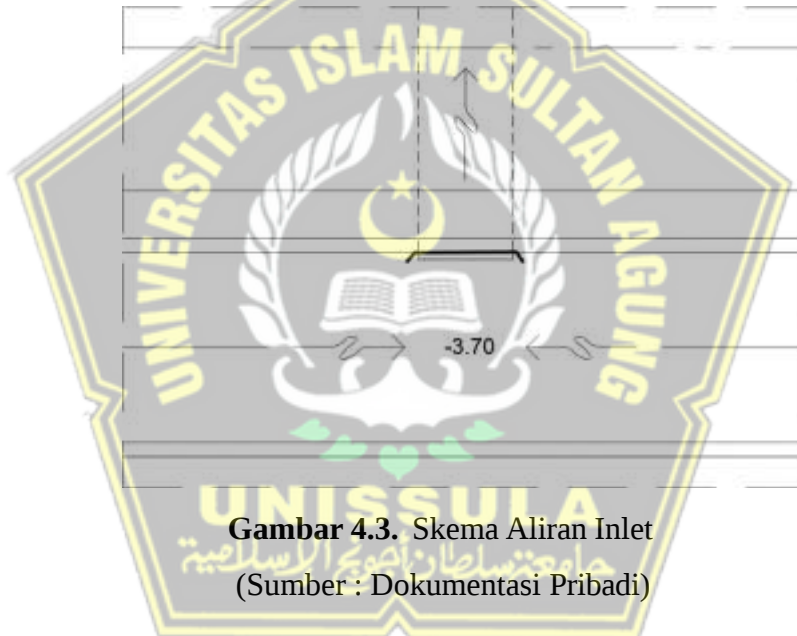
4.3. Perhitungan Manual Kehilangan Energi

Untuk perhitungan manual Kehilangan Energi dengan menggunakan excel yaitu bangunan Sifon depan Hit Polytron Sayung ada beberapa yang harus dihitung yaitu sebagai berikut :

4.3.1. Inlet (Pada Pintu Masuk)



Gambar 4.2. Tampak Samping
(Sumber : Hasil Gambar Penulis)



Gambar 4.3. Skema Aliran Inlet
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

$$H = 2,2 \text{ m}$$

$$A = 4,84 \text{ m}$$

$$B = 2,2 \text{ m}$$

$$G = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$L = 2,55 \text{ m}$$

$$H = 0,8 \text{ m} \longrightarrow \text{Tinggi permukaan air dari titik keluarnya air}$$

$$\begin{aligned} V &= \sqrt{2gh} \\ &= \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,8} \\ &= 3,96 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q &= v \cdot A \\ &= 3,96 \cdot 4,84 \end{aligned}$$

$$= 19,18 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$P = 2b + 2h$$

$$= (2 \cdot 2,2) + (2 \cdot 2,2)$$

$$= 8,8 \text{ m}$$

$$R = \frac{A}{P}$$

$$= \frac{4,84}{8,8}$$

$$= 0,55 \text{ m}$$

$$A = Hf = f \cdot \frac{L}{Dh} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

$$Dh = \frac{4 \cdot a^2}{4a} = a$$

$$= \frac{4 \cdot 4,84^2}{8,8}$$

$$Re = \frac{\rho v Dh}{\mu}$$

$$= \frac{(1000 \cdot 3,96 \cdot 2,2)}{0,001}$$

$$= 8715999 \longrightarrow \text{Turbulen}$$

$$\epsilon = 0,0015 \text{ m}$$

$$= 0,0015 \cdot 1000$$

$$= 1,5 \text{ mm} \longrightarrow \text{didapat dari (tabel 4.1.)}$$

Roughness Relative/ Kekasaran Rellatif

$$= \frac{s}{D}$$

$$= \frac{0,0015}{2,2}$$

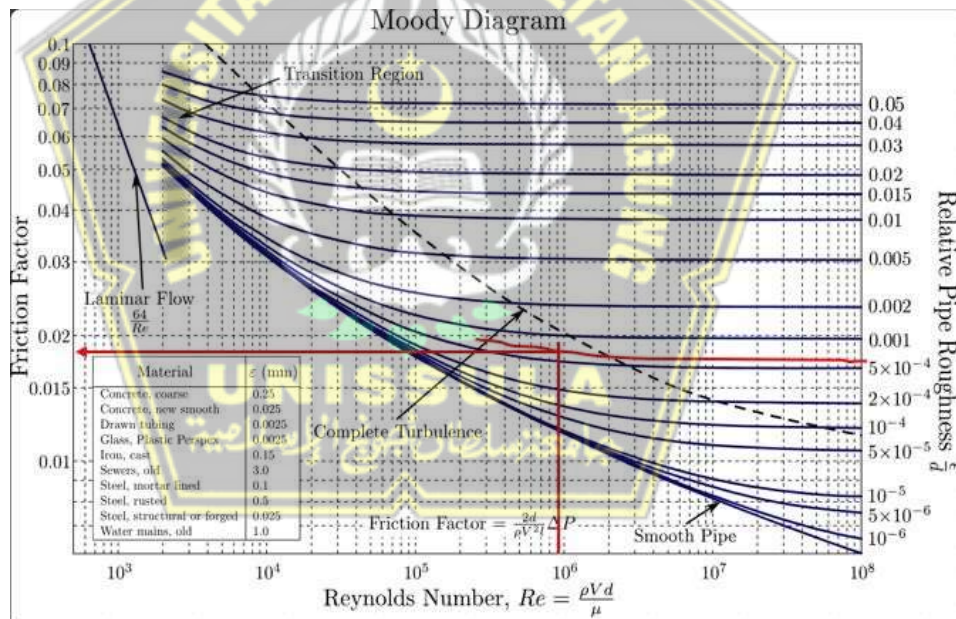
$$= 0,00068$$

Berdasarkan Re dan Roughness Relative maka nilai faktor gesekan (f) dari gambar 4.4 diagram moody :

Tabel 4.1. Nilai Kekerasan Dinding pada Pipa Komesil

Bahan	Kekerasan	
	ft	m
Riveted Steel	0,003 - 0,03	0,0009 - 0,009
Concrete	0,001 - 0,01	0,0003 - 0,003
Wood Stave	0,0008 - 0,003	0,0002 - 0,009
CastIron	0,00085	0,00026
Galvanized Iron	0,0005	0,00015
Asphailed CastIron	0,0004	0,0001
Commercial Steel or Wrought Iron	0,00015	0,000046
Drawn Brass or Copper Tubing	0,000005	0,0000015
Glass and Plastic	"Smooth"	"Smooth"

(Sumber : Jack B. Evett, Cheng Liu. Fundamentals of Fluids Mechanics. McGraw Hill. New Yor. 1987. Hal 134)



Gambar 4.4. Diagram Moody Nilai Faktor Gesekan

(Sumber : Standard Nasional Indonesia)

$F = 0,018$ didapat dari diagram moody yang terdapa garis merah

Atau perhitungan lebih akurat dengan Persamaan

Colebrook-White:

$$F = \frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left(\frac{\frac{\epsilon}{d}}{3.7} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right)$$

$$= 0,0175$$

$$= 0,018$$

$$H_f = f \cdot \frac{L}{Dh} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

$$= 0,018 \cdot \left(\frac{2,55}{2,2} \right) \cdot \left\{ (3,96^2) / (2 \cdot 120) \right\}$$

$$= 0,0167 \text{ m}$$

Jadi, Kehilangan energi akibat friksi pada inlet adalah = 0,0167 m

$$B = hL = K \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Tabel 4.2. Koefisien Kehilangan Energi

a. Elbows										
Regular 90°, flanged	0.3									
Regular 90°, threaded	1.5									
Long radius 90°, flanged	0.2									
Long radius 90°, threaded	0.7									
Long radius 45°, flanged	0.2									
Regular 45°, threaded	0.4									
Sudut derajat	5°	10°	15°	22,5°	30°	45°	60°	70°	90°	
Profil bulat	0,02	0,03	0,04	0,05	0,11	0,24	0,47	0,80	1,10	
Profil segi empat	0,02	0,04	0,05	0,06	0,14	0,30	0,60	1,00	1,40	

Jadi, kehilangan energi akibat belokan pada inlet adalah

$$= 1,2 \text{ m}$$

$$C = hL = K \cdot \frac{v^2}{2g}$$

K = koefisien kehilangan minor akibat penyempitan, tergantung pada rasio penyempitan dan bentuk pipa

$$= \left(1 - \frac{A_2}{A_1} \right)^2$$

V1 = 3,96 m/s Kecepatan sebelum penyempitan A1 = 4,84 m

V2 = 1,93 m/s Kecepatan sesudah penyempitan A2 = 4 m

$$K = \left(1 - \frac{A_2}{A_1} \right)^2$$

$$= \left(1 - \frac{4}{4,84} \right)^2$$

$$= 0,03$$

$$hL = K \cdot \frac{v^2}{2g}$$

$$= 0,03 \cdot (1,93)^2 / (2 \cdot 120)$$

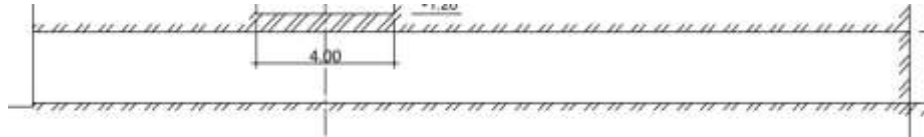
$$= 0,0057 \text{ m}$$

Jadi, kehilangan energi akibat penyempitan pada inlet adalah

$$= 0,057 \text{ m}$$

$$D = \Delta h_{\text{total}} = 1,2224 \text{ m}$$

4.3.2. Pada Siphon



Gambar 4.5. Potongan Memanjang

(Sumber : Dokumentasi Pribadi)



Gambar 4.6. Tampak Atas

(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

$$H = 2 \text{ m} \quad A = 4 \text{ m}$$

$$B = 2 \text{ m} \quad G = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$L = 26 \text{ m}$$

Tabel 4.3. Harga Kecepatan Maksimum dan k (*Strickler*)

Bahan Konstruksi	$v_{maks}, m/dt$	$k, m^{1/3}/dt$
Pasangan batu	2	60
Beton	3	70

$K = 70$ Karena sifon kita masuk bahan konstruksinya beton jadi diambil dari table harga kecepatan maksimum dan k

$$\begin{aligned}
 P &= 2b + 2h \\
 &= (2 \cdot 2) + (2 \cdot 2) \\
 &= 8
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R &= \frac{A}{P} \\
 &= \frac{4}{8} \\
 &= 0,50
 \end{aligned}$$

$$S = 0,002 = \frac{\Delta h}{l} = 0,002$$



Tabel 4.4. Tipe dan Jenis Bahan

No.	Tipe saluran dan jenis bahan	Harga n		
		Min	Normal	Max
1	Beton			
	Gorong-gorong lurus dan bebas dari kotoran	0,01	0,011	0,013
	Gorong-gorong dengan lengkungan dan sedikit kotoran	0,011	0,013	0,014
	Beton dipoles	0,011	0,012	0,014
	Saluran pembuang dengan bak kontrol	0,013	0,015	0,017
2	Tanah, lurus dan seragam			
	Bersih batu	0,016	0,018	0,02
	Bersih telah melapuk	0,018	0,022	0,025
	Berkerikil	0,022	0,025	0,03
	Berumput pendek, sedikit tanaman pengganggu	0,022	0,027	0,033
3	Saluran dalam			
	Bersih lurus	0,025	0,03	0,033
	Bersih, berkelok-kelok	0,033	0,04	0,045
	Banyak tanaman pengganggu	0,05	0,07	0,08
	Dataran banjir berumput pendek tinggi	0,025	0,03	0,035
	Saluran di belukar	0,035	0,05	0,07

$N = 0,014$ dari table beton dipoles

$$V = 70. (0,50^{2/3}). (0,02^{1/2})$$

$V = 1,93$ m/s (Rumus Strickler) didapat dari kementrian PUPR

Sumber Daya Air Kriteria Perencanaan Bagian Saluran KP – 03

$$V = (1/0,014). (0,50^{2/3}). (0,002^{1/2})$$

$= 1,97$ m/s (Rumus Persamaan Manning)

$$Q = v \cdot A$$

$$= 1,59 \cdot 4$$

$$= 7,74 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$A = Hf = f \cdot \frac{L}{Dh} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

$$Dh = \frac{(4,4)}{8}$$

$$= 2 \text{ m}$$

$$Re =$$

= 3867584 → turbulen

$\epsilon = 0,0015$

= 0,0015 . 1000 → didapat dari (tabel 4.5.)

= 1,5 mm

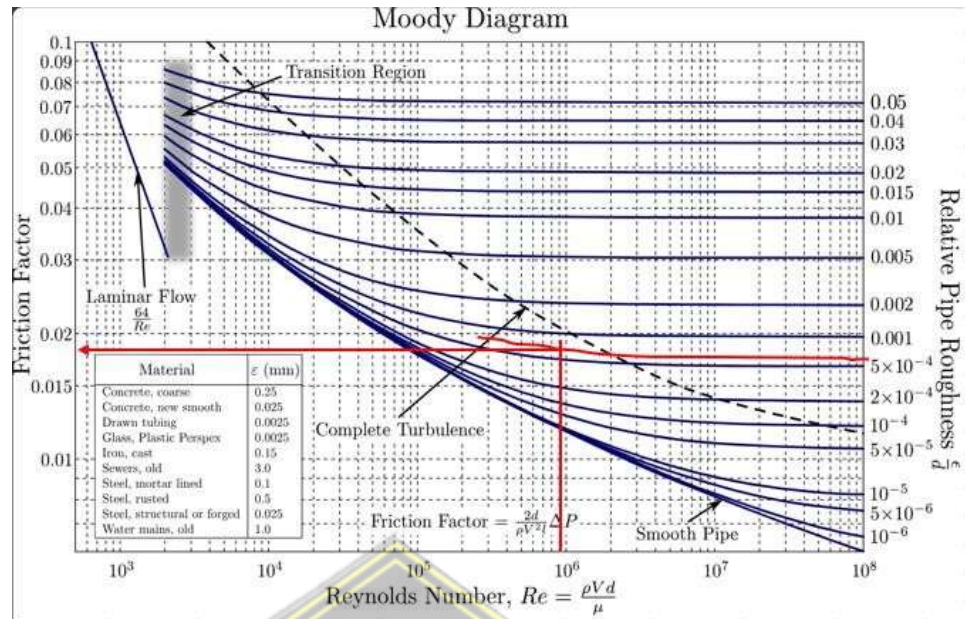
$$\begin{aligned} \text{Roughness Relative} &= \frac{s}{D} \\ &= \frac{0,0015}{2} \\ &= 0,00075 \end{aligned}$$

Tabel 4.5. Nilai Kekerasan Dinding pada Pipa Kormesil

Bahan	Kekerasan	
	ft	m
Riveted Steel	0,003 - 0,03	0,0009 - 0,009
Concrete	0,001 - 0,01	0,0003 - 0,003
Wood Stave	0,0008 - 0,003	0,0002 - 0,009
Cast Iron	0,00085	0,00026
Galvanized Iron	0,0005	0,00015
Asphailed Cast Iron	0,0004	0,0001
Commercial Steel or Wrought Iron	0,00015	0,000046
Drawn Brass or Copper Tubing	0,000005	0,0000015
Glass and Plastic	"Smooth"	"Smooth"

(Sumber : Jack B. Evett, Cheng Liu. Fundamentals of Fluids Mechanics.

McGraw Hill. New Yor. 1987. Hal 134)



Gambar 4.7. Diagram Moody Nilai Faktor Gesekan
(Sumber : Standard Nasional Indonesia)

$$F = 0,0185$$

Atau perhitungan lebih akurat dengan persamaan Colebrook – White :

$$F = \frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left(\frac{\epsilon}{3.7d} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right)$$

$$= 0,0184$$

$$= 0,0184$$

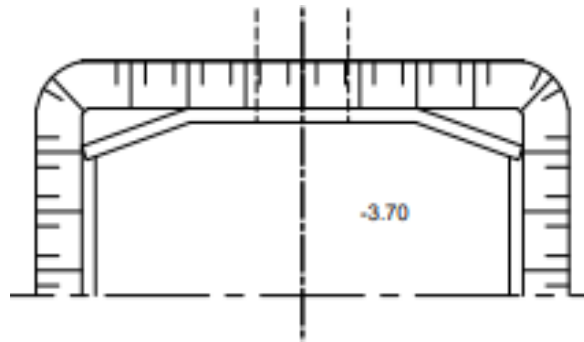
$$H_f = f \cdot \frac{L}{Dh} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

$$= 0,0184 \cdot \frac{26}{2} \cdot \frac{1,93^2}{2,9,81}$$

$$= 0,0456 \text{ m}$$

Jadi, Kehilangan energi akibat friksi pada inlet adalah = 0,0456 m

4.3.3. Pada Pintu Keluar Outlet



Gambar 4.8. Gambar Tampak Atas Outlet

$$H = 3,35 \text{ m}$$

$$B = 7 \text{ m}$$

$$L = 3 \text{ m}$$

$$A = 23,45 \text{ m}$$

$$G = 9,81 \text{ m/s}^2$$

Tabel 4.6. Harga Kecepatan Maksimum dan K (Strickler)

Bahan Konstruksi	$v_{maks}, \text{m/dt}$	$k, \text{m}^{1/3}/\text{dt}$
Pasangan batu	2	60
Beton	3	70

$K = 70$ didapat dari (tabel 4.6.) karena menggunakan beton

$$P = b + 2h$$

$$= 7 + (2 \cdot 3,35)$$

$$= 13,7$$

$$R = \frac{A}{P}$$

$$= \frac{23,45}{13,7}$$

$$= 1,71$$

$$S = 0,002 \longrightarrow \frac{\Delta h}{L} \longrightarrow 0,002$$

Tabel 4.7. Tipe dan Jenis Bahan

No.	Tipe saluran dan jenis bahan	Harga n		
		Minimum	Normal	Maksimum
1.	Beton			
	• Corong-gorong lurus dan bebas dari kotoran	0,010	0,011	0,013
	• Corong-gorong dengan lengkungan dan sedikit kotoran/gangguan	0,011	0,013	0,014
	• Beton dipolse	0,011	0,012	0,014
2.	Saluran pembuang dengan bak kontrol	0,013	0,015	0,017
	Tanah, lurus dan seragam			
	• Bersih baru	0,016	0,018	0,020
	• Bersih telah melapuk	0,018	0,022	0,025
	• Berkarat	0,022	0,025	0,030
	• Berumput pendek, sedikit tanaman pengganggu	0,022	0,027	0,033
3.	Saluran alam			
	• Bersih lurus	0,025	0,030	0,033
	• Bersih, berbelok-belok	0,033	0,040	0,045
	• Banyak tanaman pengganggu	0,050	0,070	0,08
	• Dataran banjir berumput pendek – tinggi	0,025	0,030	0,035
	• Saluran di belukar	0,035	0,050	0,07

$$N = 0,014$$

$$V = 70 \cdot (1,71^{2/3}) \cdot (0,02^{1/2})$$

$$= 4,09 \text{ m/s (Rumus Strickler)} \longrightarrow \text{didapat dari Kemetrian PUPR Sumber Daya Air Kriteria Perencanaan Bagian Saluran KP – 03}$$

$$V = \frac{1}{0,014} \cdot (1,71^{2/3}) \cdot (0,02^{1/2})$$

$$= 4,17 \text{ m/s}$$

$$Q = v \cdot A$$

$$= 4,09 \cdot 23,45$$

$$= 95,89 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$A = Hf = f \cdot \frac{L}{Dh} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

$$Dh = \frac{4 \cdot a^2}{4a} = a$$

$$= \frac{(4 \cdot 23,45^2)}{13,7}$$

$$= 6,846715 \text{ m}$$

$$Re = \frac{(1000 \cdot 4,09 \cdot 6,846715)}{0,001}$$

$$= 27997518 \longrightarrow \text{Turbulen}$$

$$\varepsilon = 0,0015$$

$$= 0,0015 \cdot 1000 \longrightarrow \text{didapat dari (tabel 4.5.)}$$

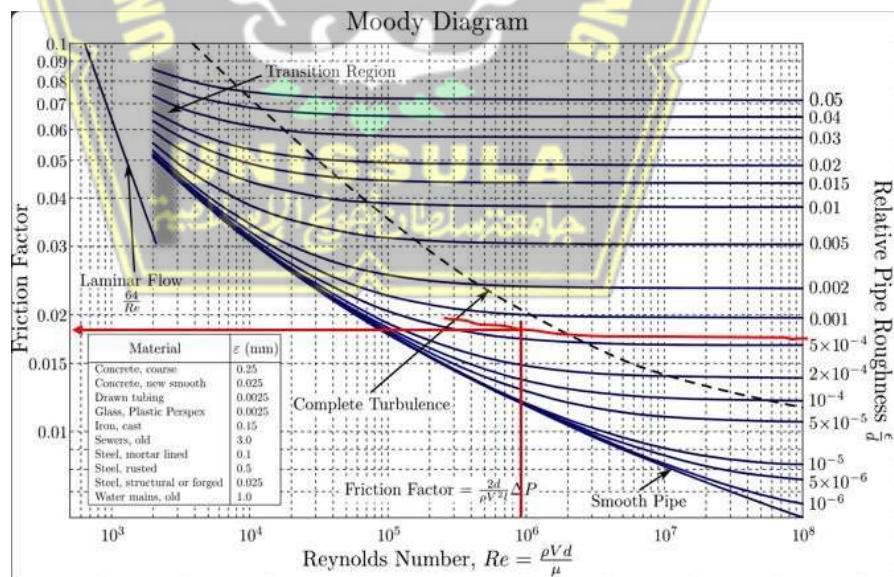
$$= 1,5 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Roughness Relative} &= \frac{s}{D} \\ &= \frac{0,0015}{6,846715} \\ &= 0,00022 \end{aligned}$$

Tabel 4.8. Nilai Kekerasan dinding pada Pipa komersil

Bahan	Kekerasan	
	ft	m
Riveted Steel	0,003 - 0,03	0,0009 - 0,009
Concrete	0,001 - 0,01	0,0003 - 0,003
Wood Stave	0,0008 - 0,003	0,0002 - 0,009
Cast Iron	0,00085	0,00026
Galvanized Iron	0,0005	0,00015
Asphailed Cast Iron	0,0004	0,0001
Commercial Steel or Wrought Iron	0,00015	0,000046
Drawn Brass or Copper Tubing	0,000005	0,0000015
Glass and Plastic	"Smooth"	"Smooth"

(Sumber : Jack B. Evett, Cheng Liu. Fundamentals of Fluids Mechanics. McGraw Hill. New Yor. 1987. Hal 134)



Gambar 4.9. Diagram Moody Nilai Faktor Gesekan

(Sumber : Standard Nasional Indonesia)

$$F = 0,014$$

Atau perhitungan lebih akurat dengan persamaan *Colebrook – White* :

$$F = \frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left(\frac{s}{3.7} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right)$$

$$= 0,0144$$

$$= 0,0144$$

$$H_f = f \cdot \frac{L}{Dh} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

$$= 0,0144 \cdot \left(\frac{3}{6,846715} \right) \cdot \frac{((4,092)}{(2 \cdot 9,81))}$$

$$= 0,0054 \text{ m}$$

Jadi, kehilangan energi akibat friksi pada inlet adalah = 0,0054 m

$$B = hL = K_e \cdot \frac{v^2}{2g}$$

K_e = Koefisien kehilangan minor akibat pelebaran, tergantung pada rasio pelebaran dan bentuk pipa = $\left(1 - \frac{A_1}{A_2} \right)^2$

$$V_1 = 1,93 \text{ m/s} \longrightarrow \text{Kecepatan Sebelum Pelebaran } A_1 = 4 \text{ m}$$

$$V_2 = 4,09 \text{ m/s} \longrightarrow \text{Kecepatan Sesudah Pelebaran } A_2 = 23,45 \text{ m}$$

$$K_e = \left(1 - \frac{A_1}{A_2} \right)^2$$

$$= \left(1 - \frac{1,93}{4,09} \right)^2$$

$$= 0,69$$

$$H_L = K_e \cdot \frac{v^2}{2g}$$

$$= 0,69 \cdot \frac{1,93^2}{2 \cdot 9,81}$$

$$= 0,1311 \text{ m}$$

Jadi, kehilangan energi akibat penyempitan pada inlet adalah

$$= 0,1311 \text{ m}$$

$$\Delta h_{\text{total}} = 0,1365 \text{ m}$$

4.4. Perhitungan Program Aplikasi Hecrass

Aplikasi *Hec-rass* adalah suatu system alat bantu untuk memodelkan aliran di Sungai dan hecrras memiliki 4 komponen model satu dimensi :

1. Hitungan profil muka air aliran permanen (steadyflow),
2. Simulasi aliran tak permanen (unsteadyflow),
3. Hitungan transpor sedimen,
4. Hitungan kualitas air.

Untuk penelitian pada Analisa Hidrolika Bangunan Sifon, penelitian yang penulis ambil adalah model *STEADYFLOW*

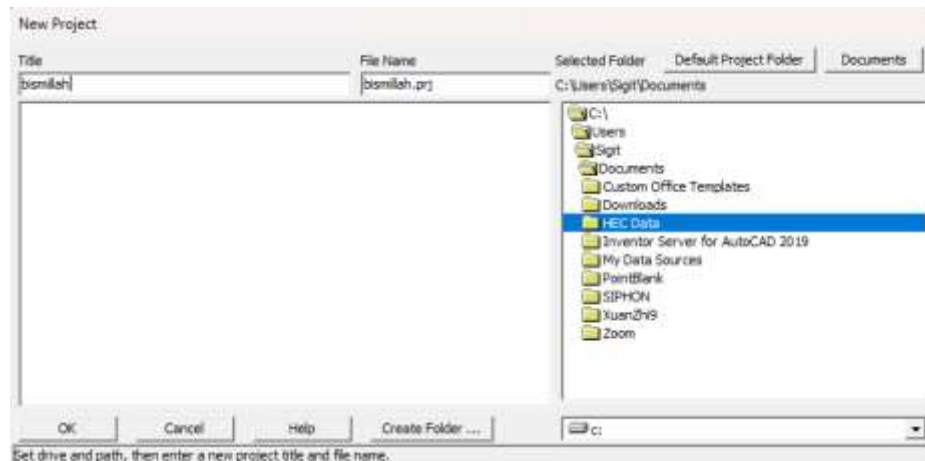
Analisis Hidrolika *Steady Flow Water Surface Component* merupakan system yang berguna untuk menganalisa permukaan air aliran tenang. Program mampu memodelkan jaringan Sungai, Sungai dendritik, maupun Sungai Tunggal. Regime aliran yang dapat dimodelkan adalah aliran sub – kritis, super – kritis, maupun campuran antara keduanya.

Langkah hitungan profil muka air yang dilakukan oleh modul aliran permanen hecrass didasarkan pada penyelesaian persamaan energi. Kehilangan energi dianggap diakibatkan oleh gesekan dan kontraksi/ekspansi. Persamaan momentum dipakai manakala dijumpai aliran berubah cepat, misalnya campuran regime aliran subkritis dan superkritis, aliran melalui jembatan, aliran di percabangan Sungai.

Berikut adalah Langkah – Langkah Analisa *STEADYFLOW* menggunakan Hecrass :

4.4.1. Folder Proyek Default

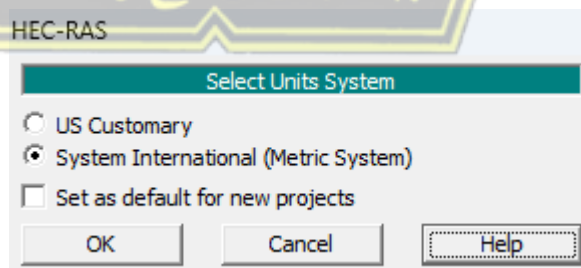
Pengaturan ini digunakan untuk mengedit Folder Proyek Default yang digunakan untuk menyimpan File Proyek. Pilih **Options | Program setup | Default project folder.....** Folder tempat penyimpanan File Proyek dapat ditentukan, misalnya folder C:/Data/HEC-DATA/bismillah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.7. setelah pengaturan ini, jika pengguna akan membuka suatu File Proyek dengan mengklik menu **FILE | Open Project** dan mengklik papan menu **Default Project Folder** pada bagian kanan atas jendela, maka pengguna akan langsung dibawa ke folder C:/Data/HEC-DATA/bismillah.



Gambar 4.10. Folder Penyimpanan Data
(Sumber : Hasil Simulasi Hec-Ras)

4.4.2. Unit System

Unit System dipakai dalam HEC – RAS dapat mengikuti *system* Amerika atau *system* internasional. Untuk mengubahnya, klik pada menu **Options | Unit System | System Intenational**. Agar *system* satuan SI menjadi *system* satuan default setiap kali membuat project baru, klik **Set as default for new projects** bisa (dilihat pada gambar 4.8.), yaitu baris ketiga di bawah **System International**. Pengubahan *system* satuan yang telah ditetapkan pada suatu project, dari US Customary ke SI atau sebaliknya, selalu dapat dilakukan dengan memakai menu **Options | Convert Project Units**.



Gambar 4.11. Tangkapan Layar Pengaturan *System* Satuan
(Sumber : Hasil Simulasi Hec-Ras)

4.4.3. Edit Saluran Geometri Sungai

Parameter geometri saluran yang dibutuhkan oleh HEC-RAS adalah alur, Penampang Panjang dan Melintang, kekasaran dasar (koefisien manning), dan kehilangan energi di tempat perubahan Penampang Melintang Saluran (koefisien ekspansi dan kontraksi). HEC-RAS juga memerlukan geometri struktur hidraulik yang ada di sepanjang saluran. Berikut ini cara mereplikasi Saluran Geometri Sungai dengan Langkah - Langkah sebagai berikut :

- a. Buka layer geomteri data seperti pada (Gambar 4.9.) setelah itu klik **Edit | Geomteri Data....** memilih pilihan **Mengedit/ Klik Geomteri Data** (ikon ke – 3 dari kiri pada papan tombol *keypad*).

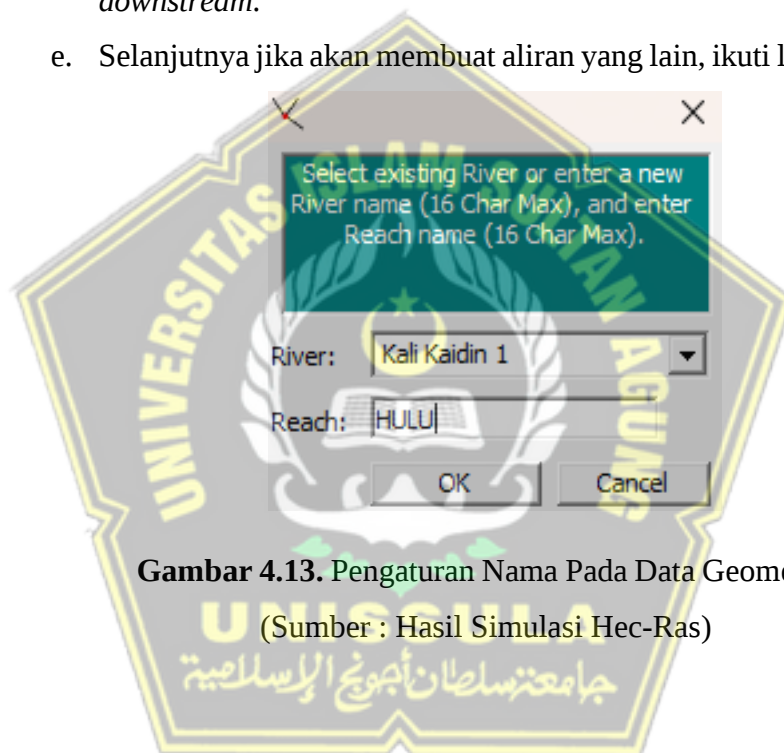


Gambar 4.12. Tangkapan Layar Geometri Data
(Sumber : Hasil Simulasi Hec-Ras)

- b. Klik pada opsi jangkauan sungai (***River Reach***), setelah itu buat skema alur sungai dengan mengklik titik di alinyemen aliran pada layer geometri data *editor*. Aliran harus diarahkan dari bagian hulu (*upstream*) ke bagian hilir (*downstream*), tidak boleh terbalik. Letakkan kursor di area tengah atas layer geometri data editor sebagai patokan pada ujung hulu aliran, selanjutnya klik dua kali di

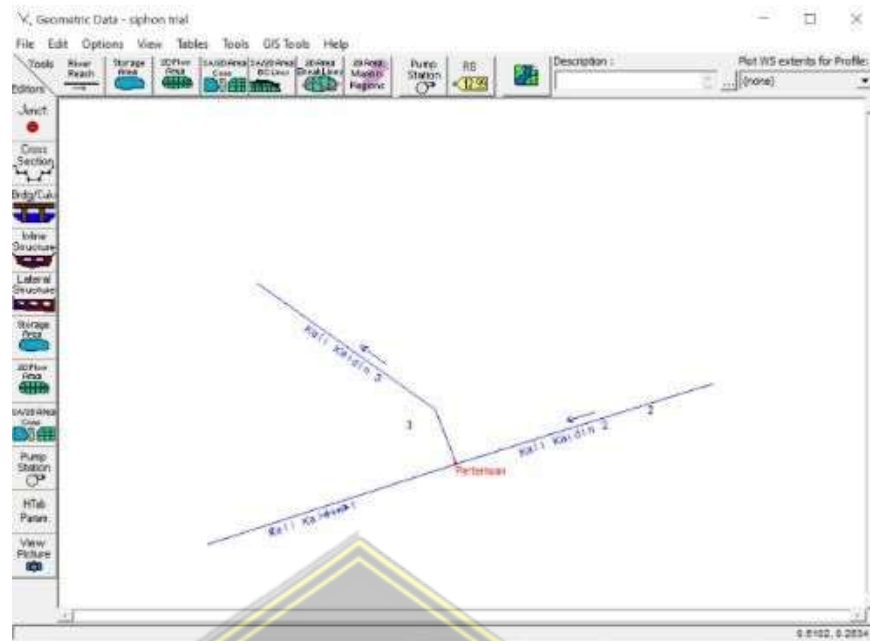
area tengah bawah editor untuk patokan ujung hilir aliran sekaligus menyelesaikan pembuatan peta aliran.

- c. Untuk layer pada (Gambar 4.13), isikan “Kali Kaidin 1,2,3” untuk penamaan sungai dan “HULU” untuk penamaan jangkauan. Lalu pilih opsi **OK**.
- d. Jika langkah di atas sudah sesuai, layer geometri data editor akan menunjukkan peta aliran (“Kali Kaidin 1,2,3”) yang memiliki satu (“Upstream”) seperti yang ditunjukkan pada gambar (Gambar 4.14) tanda panah menunjukkan arah sungai dari titik *upstream* ke titik *downstream*.
- e. Selanjutnya jika akan membuat aliran yang lain, ikuti langkah diatas.



Gambar 4.13. Pengaturan Nama Pada Data Geometri

(Sumber : Hasil Simulasi Hec-Ras)



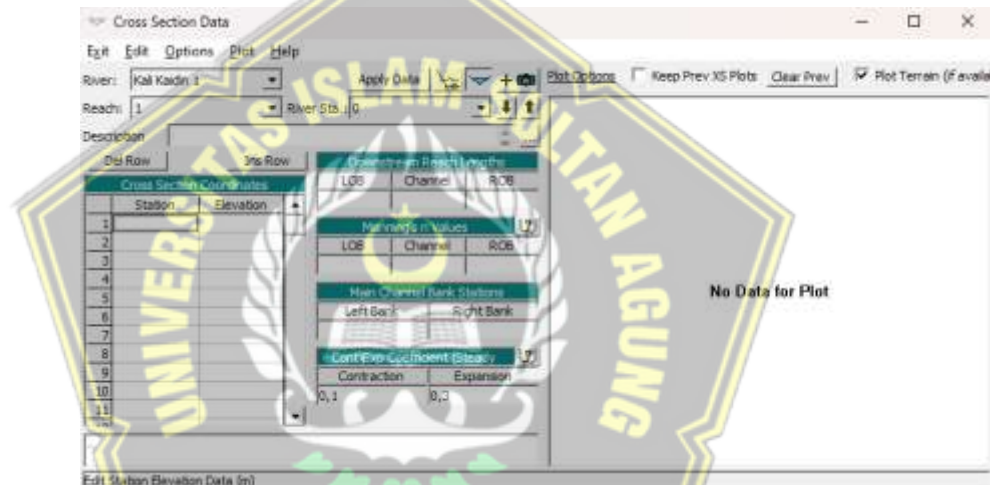
Gambar 4.14. Skema Saluran (Kali Kaidin1,2,3)
(Sumber : Hasil Simulasi Hec-Ras)

4.4.4. Potongan Melintang

Langkah selanjutnya dalam mereplikasi geometri saluran adalah menulis data Penampang Melintang.

- Aktifkan layar editor Penampang Melintang dengan mengklik tombol **Cross Section** (ikon ke-2 dari atas pada papan keypad kiri).
- Tuliskan data Penampang Melintang, secara berurutan dari Penampang Melintang di ujung hilir sampai ke ujung hulu. untuk menulis data Penampang Melintang, pilih **Options | Add a new Cross Section ...**, tulis nomor Penampang Melintang "0". setiap Penampang Melintang diidentifikasi sebagai **River Sta** sungai yang diberi nomor secara berurutan, mulai dari hilir dan semakin besar. Urutan nomor ini tidak dapat dibalik, tetapi urutan penulisan Penampang Melintang dapat berubah - ubah, tidak harus dari hilir ke hulu. Pengguna dapat membuat Penampang Melintang secara berurutan dari hulu ke hilir atau tidak berurutan (sembarang, acak), selama nomor Penampang Melintangnya berurutan, dari nomor kecil ke nomor besar dari hilir ke hulu.

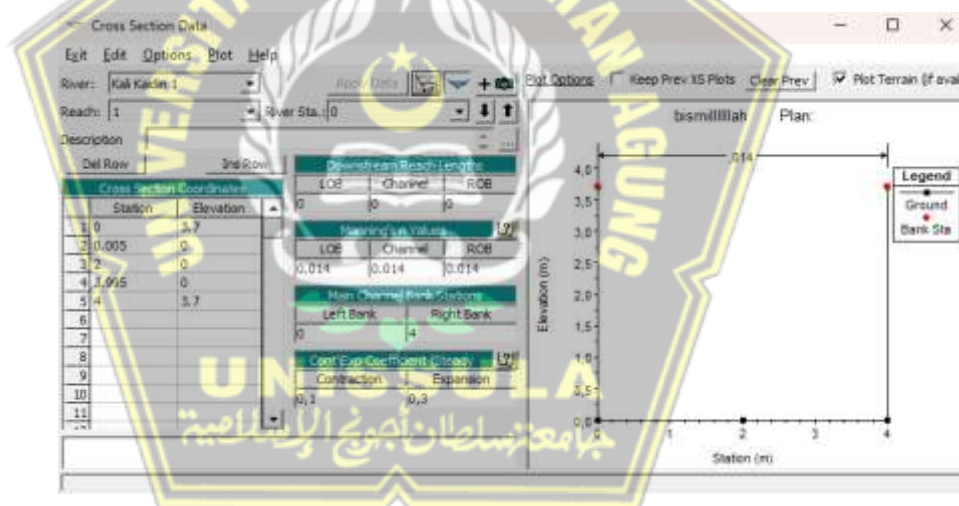
- c. Pada Kolom **Description**, isikan deskripsi mengenai Penampang Melintang (**River Sta**) sesuai dengan lokasi atau bisa juga dikosongkan, layar editor Penampang Melintang akan terlihat seperti Gambar 4.12.
- d. Tuliskan koordinat titik-titik Penampang Melintang, berurutan dari titik paling kiri ke kanan; **Station** adalah jarak titik diukur dari kiri dan **Elevation** adalah ketinggian titik tersebut. Untuk **River Sta** “0”, data koordinat (**Station, Elevation**) diperoleh dari pengukuran langsung langsung di lapangan. Satuan panjang pada data geometri Penampang Melintang saluran adalah meter (karena proyek ini menggunakan sistem satuan SI).



Gambar 4.15. Layar Pengaturan Penampang Melintang
(Sumber : Hasil Simulasi Hec-Ras)

- e. Berikutnya adalah memasukan rentang dari penampang “0” ke penampang berikutnya (**Downstream Reach Lengths**), merupakan rentang antara sisi sebelah kiri (**left overbank, LOB**), rentang antara saluran utama (**main channel**), dan rentang antara sisi sebelah kanan (**right overbank, ROB**). Dikarenakan penampang “0” adalah penampang di hilir, maka field ini bisa dikosongkan.
- f. Pada pengaturan koefisien kekasaran **Manning** dapat memasukan data sesuai dengan situasi di lapangan menggunakan tabel kekasaran **Manning** yang menjadi standar untuk semua saluran.

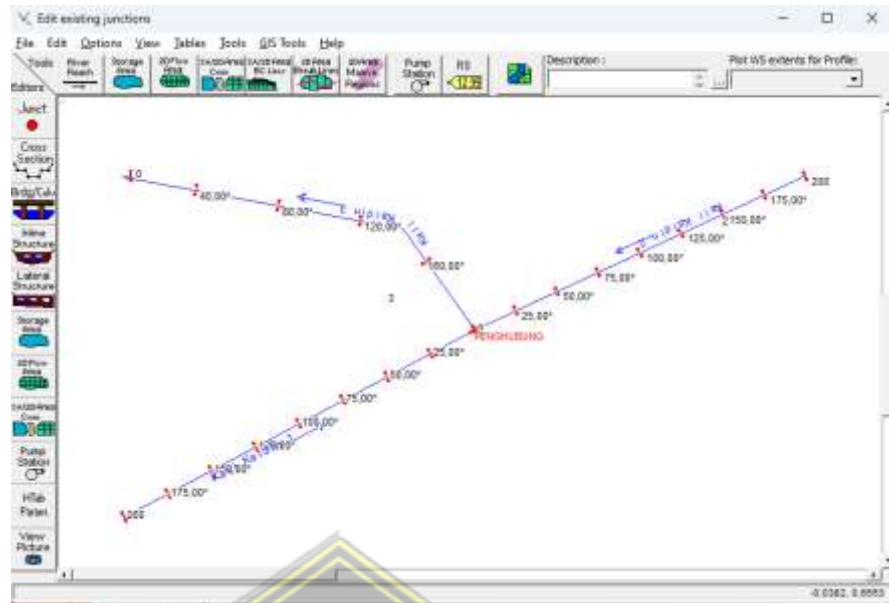
- g. Bidang Berikutnya, **Main Channel Bank Stations**, merupakan batasan antara LOB dan Saluran dan antara Saluran dan ROB, sehingga diberi titik paling kiri, “0”, untuk **Left Bank** dan titik paling kanan, “4”, untuk **Right Bank**.
- h. Data pada **Cont** diabaikan pada nilai yang sudah ada pada program tersebut.
- i. Di bagian bawah, catatan atau informasi tambahan mengenai tampilan ini dapat dimasukkan. Kali ini, bidang ini dibiarkan kosong.
- j. Selanjutnya klik opsi **Apply Data** dan data akan tersimpan secara otomatis. Gambar Penampang Melintang akan muncul seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.15.
- k. Jika akan membuat Penampang Melintang berikutnya di bagian hulu ikuti langkah diatas.



Gambar 4.16. Penampang Melintang Pada River Sta 0

(Sumber : Hasil Simulasi Hec-Ras)

- l. Klik silang untuk melihat titik potongan pada peta aliran yang sudah dibuat. Pada gambar aliran sungai yang baru dapat dilihat terdapat tambahan informasi terkait semua *River Sta* sungai dengan data penampang melintang (Gambar 4.16.).



Gambar 4.17. Data Geometri Penampang Saluran

(Sumber : Hasil Simulasi Hec-Ras)

4.4.5. Tampak Sifon

- a. Pilih menu | **Bridge Culvert Data** untuk membuka *culvert* editor. pilih menu option add bridge, masukan jarak sta baru pada sifon. Input jarak 198 untuk jarak dari ujung sta sungai ke bangunan sifon. Bisa dilihat pada (Gambar 4.14.)



Gambar 4.18. Bridge Culvert Data

(Sumber : Hasil Simulasi Hec-Ras)

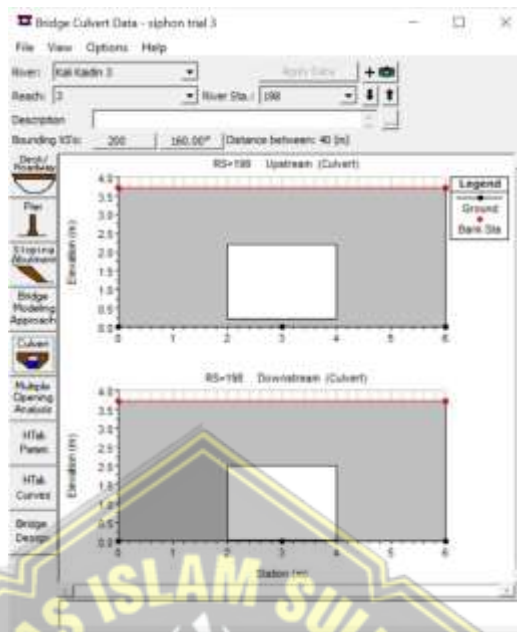
- b. Pilih menu | **Bridge Culvert Data** | **Deck Roadway Data** untuk membuka *Deck Roadway Data Editor*. Input data *Distance*, *Width*, *Weir Coef*, *Upstream*, *Down Stream* (Gambar 4.15.)

Gambar 4.19. *Deck Roadway Data Editor*
(Sumber : Hasil Simulasi Hec-Ras)

- c. Pilih menu | **Deck Roadway Data** | **Culvert Data Editor** Input data data yang diperlukan (Gambar 4.16.)

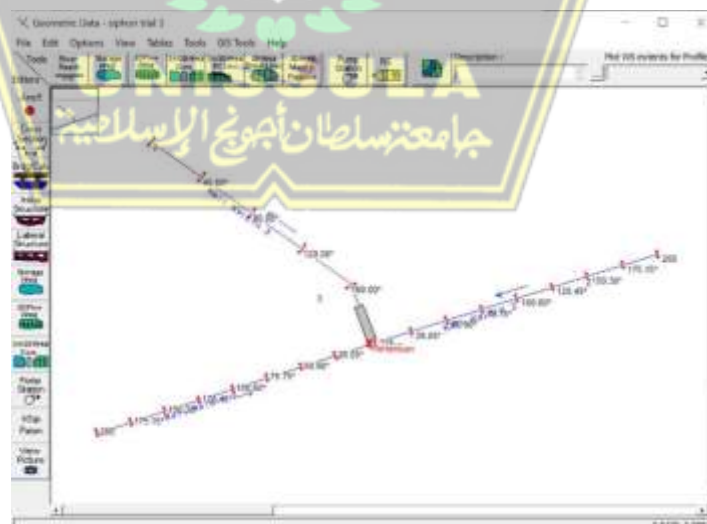
Gambar 4.20. *Pengaturan Culvert Data*
(Sumber : Hasil Simulasi Hec-Ras)

- d. Berikut adalah Input data Sifon yang telah dimasukan (Gambar 4.17.)



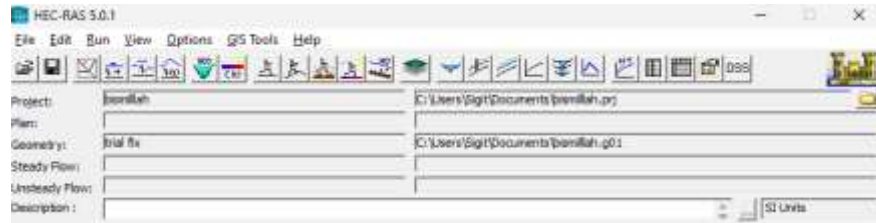
Gambar 4.21. Hasil *Input Data Sifon*
(Sumber : Hasil Simulasi Hec-Ras)

- e. Pilih **Exit | Exit Bridge Culvert Data** untuk mengembalikan ke layer utama geometri. Sekarang dapat dilihat terdapat tambahan gambar sifon pada peta aliran (Gambar 4.18).



Gambar 4.22. Tampak Aliran Sungai dan Sifon
(Sumber : Hasil Simulasi Hec-Ras)

- f. Langkah terakhir pada pengaturan geometri yaitu menyimpan dengan memilih opsi **File | Save Geometry Data**. Ketik “trial fix” untuk memberikan judul pada file tersebut. Setelah itu klik silang untuk kembali pada layer awal *Hec Ras* (Gambar 4.19).



Gambar 4.23. Layar Utama HEC-RAS

(Sumber : Hasil Simulasi Hec-Ras)

4.4.6. Aliran Tetap (*Steady Flow*)

Pada aliran konstan, data yang dibutuhkan untuk Analisa kondisi aliran konstan yaitu debit pada batas hulu dan ketinggian muka air pada batas hilir. Berikut ini pengaturan untuk memasukan data aliran pada kondisi aliran konstan.

- a. Klik opsi pada ikon ke-4 dari kiri layar utama (Gambar 4.20.).



Gambar 4.24. Input *Steady Flow*

(Sumber : Hasil Simulasi Hec-Ras)

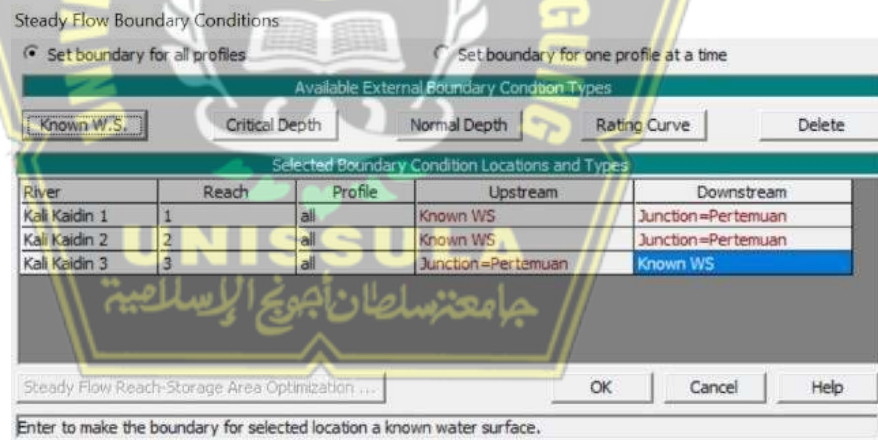
- b. Pada pengaturan terlihat **Edit Number of Profiles** lalu masukan data sesuai kebutuhan yang akan diperhitungkan. Setelah itu tekan enter dan otomatis pada bagian **Profil Names** akan muncul input data PF sesuai jumlah yang di masukan pada bagian **Edit Number**.
- c. Masukan jumlah debit sesuai perhitungan yang sudah dibuat sebelumnya pada **PF1** (Gambar 4.21).



Gambar 4.25. Input *Steady Flow Data*

(Sumber : Hasil Simulasi Hec-Ras)

- d. Selanjutnya tekan opsi **Reach Boundary Conditions**, lalu arah kan kursor pada daerah *upstream* pada kali kaidin 1 dan klik **Known W.S** untuk memasukkan ketinggian muka air. Lakukan hal yang sama untuk kali kaidin 2, sedangkan untuk kali kaidin 3 perbedaannya pada input elevasi muka air yaitu di *downstream* (Gambar 4.22).



Gambar 4.26. Input *Steady Flow Boundary Conditions*

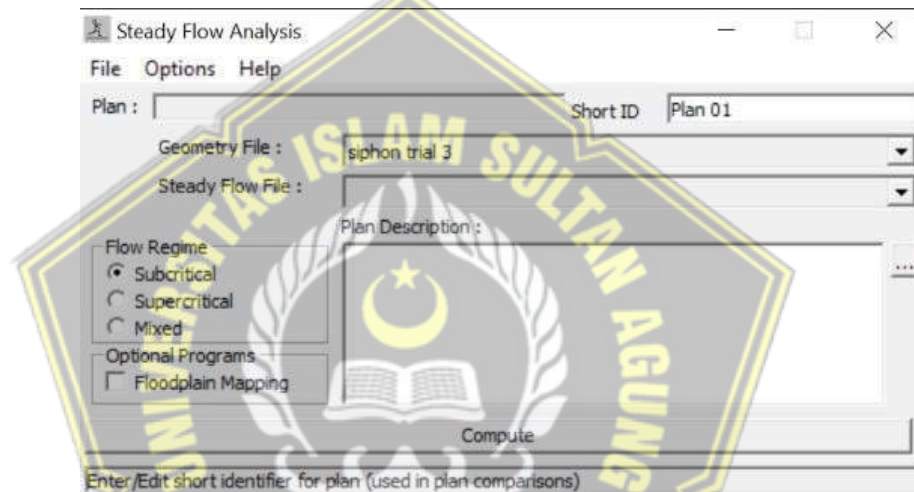
(Sumber : Hasil Simulasi Hec-Ras)

- e. Setelah pengaturan diatas dilakukan, Langkah selanjutnya simpan data aliran dengan klik Apply Data. Terakhir pengguna bisa klik tombol silang untuk mengembalikan pada layar utama *Hec Ras*.

4.4.7. Perhitungan Hidrolika

Hasil perhitungan hidrolika akan otomatis muncul saat perangkat lunak *Hec Ras* berhasil dijalankan. Berikut ini tahapan untuk menjalankan analisis *Hec Ras*:

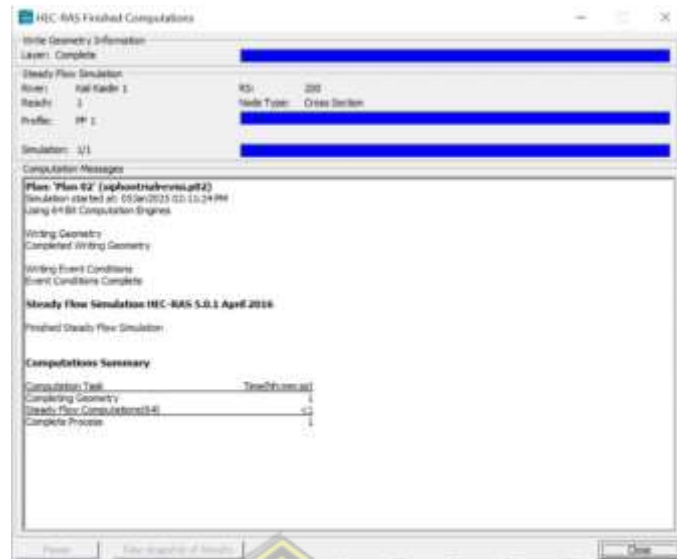
- Tekan tombol *perform a steady flow analysis* pada layar utama.
- Masukan judul untuk plan analisis yang akan dijalankan pada *short ID*. Selanjutnya melakukan pengecekan kembali apakah data yang akan dijalankan sudah sesuai.
- Setelah memasukan beberapa data yang dibutuhkan, tampilan layar akan seperti pada (Gambar 4.23.).



Gambar 4.27. *Steady Flow Analysis*

(Sumber : Hasil Simulasi Hec-Ras)

- Langkah selanjutnya perhitungan hidrologi yaitu tekan opsi *compute*. Perangkat lunak otomatis melakukan perhitungan profil ketinggian (elevasi muka air) pada PF1. Tunggu proses *compute* hingga bar berwarna biru terisi full dan muncul tombol close di pojok kanan bawah (Gambar 4.24.)



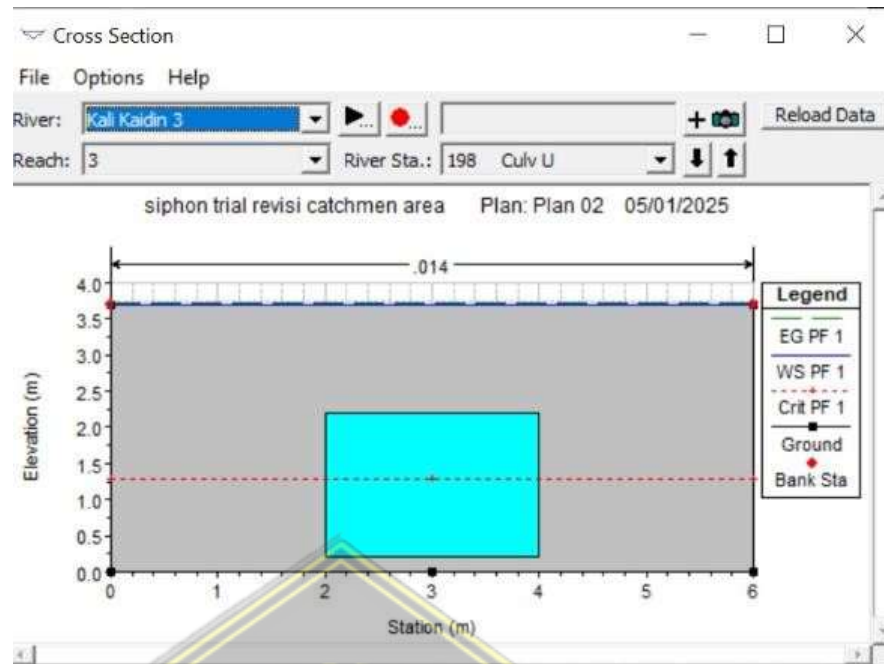
Gambar 4.28. Steady Flow Analysis

(Sumber : Hasil Simulasi Hec-Ras)

- f. Setelah itu klik opsi close untuk menutup layar *Steady Flow Analysis*. Lalu akan di akan Kembali pada layar utama *Hec-Ras* setelah perhitungan profil aliran tetap selesai.

4.4.8. Hasil Perhitungan Potongan Melintang

- a. Pada layar utama *Hec-Ras* klik opsi **View Cross Section** untuk melihat elevasi muka air pada potongan melintang di titik tertentu sesuai pilihan yang diinginkan (Gambar 4.25)

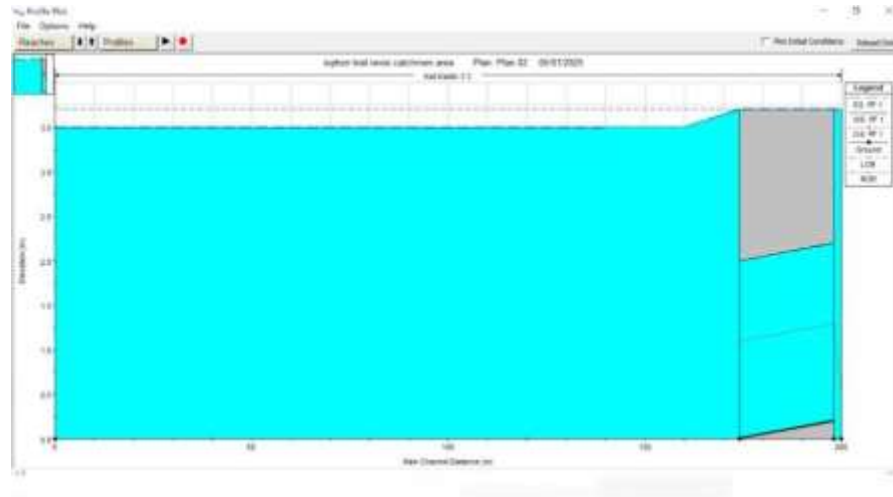


Gambar 4.29. Elevasi Muka Air pada Potongan Melintang Sifon
(Sumber : Hasil Simulasi Hec-Ras)

4.4.9. Hasil Perhitungan Profil Muka Air Di Sepanjang Saluran

Berikut ini adalah langkah-langkah untuk menampilkan hasil potongan memanjang suatu saluran di *Hec-Ras*:

- Pada menu utama klik opsi **View Water Surface Profiles** untuk dapat melihat hasil grafik permukaan air di sepanjang aliran sungai (Gambar 4.26).
- Sungai yang akan ditampilkan dapat disesuaikan pada pengaturan *Profil*, yaitu dengan mengaktifkan profil yang akan ditampilkan.
- Untuk mengubah tampilan parameter pada grafir profil aliran memanjang dapat dilakukan pengaturan pada menu *Options*.



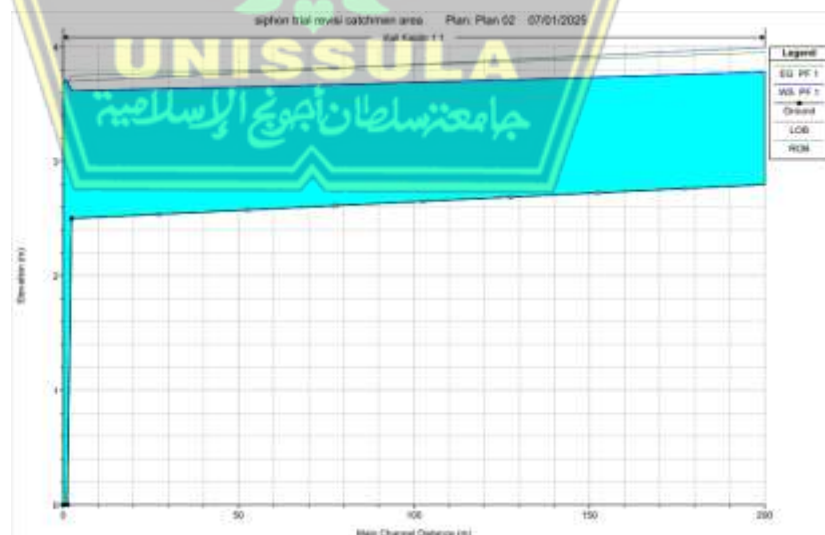
Gambar 4.30. Elevasi Muka Air Potongan Memanjang
(Sumber : Hasil Simulasi Hec-Ras)

4.4.10. Hasil Tekanan Air Pada *Upstream* dan *Downstream*

Berikut merupakan hasil perhitungan tekanan air pada bagian *Upstream* dan *Downstream* tiap sungai menggunakan software HEC-RAS :

a. Kali Kaidin 1 (Kiri)

Kali Kaidin 1 berada di sebelah kiri *Siphon* yaitu di Jalan arah Semarang ke Demak. Berikut merupakan hasil perhitungan tekanan air pada titik *Upstream* dan *Downstream* dari Elevasi dasar sungai pada Kali Kaidin 1 sebelah kiri *Siphon* sebagai berikut :



Gambar 4.31. Profil Muka Air Hasil Hitungan Di Sepanjang
Alur Kali Kaidin 1

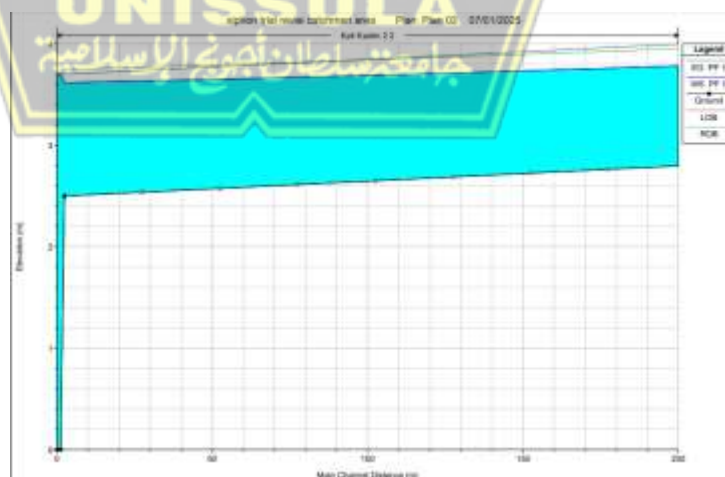
(Sumber : Hasil Simulasi Hec-Ras)

Tabel 4.9. Nilai Tekanan Air pada Kali Kaidin 1 (Kiri)

River Sta	Elevasi Dasar	Tekanan Air P (pa)	Tekanan Air P (m)	Elevasi Muka Air (+)
200	2,8	9,613.8	0.98	3,78
175.15	2,763	9,810.0	1.00	3,763
150.30	2,725	10,006.2	1.02	3,745
125.45	2,688	10,006.2	1.02	3,708
100.60	2,65	10,202.4	1.04	3,69
75.75	2,612	10,594.8	1.08	3,69
50.90	2,575	10,594.8	1.08	3,67
26.05	2,537	10,791.0	1.10	3,637
1,205	0	36,297.0	3.6	3,6
0	0	36,297.0	3.60	3,6

b. Kali Kaidin 2

Kali Kaidin 2 berada di sebelah kanan *Siphon* yaitu di Jalan arah Demak menuju Semarang. Berikut merupakan hasil perhitungan tekanan air pada titik *Upstream* dan *Downstream* dari Elevasi dasar sungai pada Kali Kaidin 2 sebelah Kanan *Siphon* sebagai berikut :



Gambar 4.32. Profil Muka Air Hasil Hitungan Di Sepanjang Alur Kali Kaidin 2

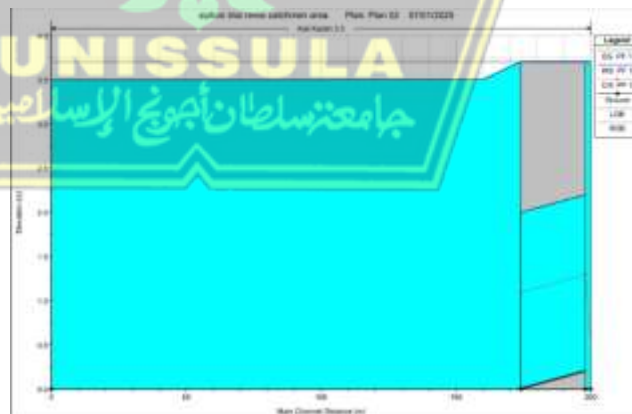
(Sumber : Hasil Simulasi Hec-Ras)

Tabel 4.10. Nilai Tekanan Air pada Kali Kaidin 2 (Kanan)

River Sta	Elevasi Dasar	Tekanan Air P (pa)	Tekanan Air P (m)	Elevasi Muka Air (+)
200	2,8	9,613.8	0.98	3,78
175.15	2,763	9,810.0	1.00	3,763
150.30	2,725	10,006.2	1.02	3,745
125.45	2,688	10,006.2	1.02	3,708
100.60	2,65	10,202.4	1.04	3,69
75.75	2,612	10,594.8	1.08	3,69
50.90	2,575	10,594.8	1.08	3,67
26.05	2,537	10,791.0	1.10	3,637
1.205	0	36,297.0	3.6	3,6
0	0	36,297.0	3.60	3,6

c. Saluran Sriwulan

Saluran *Siphon* berada di depan Hit Polythron Sayung menuju Sungai Sriwulan. Berikut merupakan hasil perhitungan tekanan air pada titik *Upstream* dan *Downstream* dari Elevasi dasar sungai pada Saluran *Siphon* sebagai berikut :



Gambar 4.33. Profil Muka Air Hasil Hitungan Di Sepanjang Alur Sungai Sriwulan
(Sumber : Hasil Simulasi Hec-Ras)

Tabel 4.11. Nilai Tekanan Air pada Siphon (Sungai Sriwulan)

River Sta	Elevasi Dasar	Tekanan Air P (pa)	Tekanan Air P (m)	Elevasi Muka Air (+)
200	0	36455.1	3.6	3,6
198.00	0	36455.1	3.6	3,6
160.00	0	34335.0	3.50	3,50
120.00	0	34335.0	3.50	3,50
80.00	0	34335.0	3.50	3,50
40.00	0	34335.0	3.50	3,50
0.00	0	34335.0	3.50	3,50



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Setelah melakukan penelitian yang berisi tentang Bangunan Analisis Bangunan *Siphon* Sebagai Penghubung Saluran Sriwulan, Sayung. maka hasil yang dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil survey di lapangan diperoleh dimensi Bangunan Siphon sebagai berikut :
 - a. Penampang Siphon 2 x 2 m, Panjang Siphon 26 m, kedalaman dasar Siphon 3,7 m dari permukaan Jalan.
 - b. Pada Kali Kaidin didapatkan dimensi Lebar 4 m, Tinggi 1,2 m dari dasar Kali ke permukaan Jalan.
 - c. Pada Sungai Sriwulan diperoleh dimensi Lebar 6 m, Tinggi 3,7 m dari dasar ke permukaan Jalan.
2. Dari hasil penelitian Analisa Bangunan *Siphon* dengan perhitungan manual didapat hasil sebagai berikut :
 - a. Pada *Inlet* kehilangan energi total sebesar 1,2224 m
 - b. Pada *Siphon* terjadi kehilangan energi akibat friksi sebesar 0,0456 m
 - c. Pada *Outlet* terjadi kehilangan energi total sebesar 0,1365 mBerdasarkan hasil Analisa *HEC-RAS* pada bangunan *Siphon* dengan luas *Catchmen Area* sebesar 240 ha didapat debit sebesar 7,2 m³/detik. Selain itu didapatkan ketinggian muka air dasar kali kaidin ke permukaan sebesar 3,5 m. sehingga input dari *HEC-RAS* didapatkan selisih 20 cm dari jalan ke permukaan air. Dan Berdasarkan hasil perhitungan tekanan air pada Kali Kaidin 1,2, dan Saluran *Siphon* diperoleh hasil tekanan air sebagai berikut:
 - a. Pada Kali Kaidin 1 diperoleh hasil tekanan air Tinggi Air sebesar 0,98, Elevasi Dasar 2,8, sehingga didapatkan Elevasi Muka Air Sebesar + 3,78 dan tekanan air pada *Downstream* didapatkan Elevasi Muka Air sebesar + 3,6.
 - b. Pada Kali Kaidin 2 diperoleh hasil tekanan air Tinggi Air sebesar 0,98, Elevasi Dasar 2,8, sehingga didapatkan Elevasi Muka Air Sebesar +

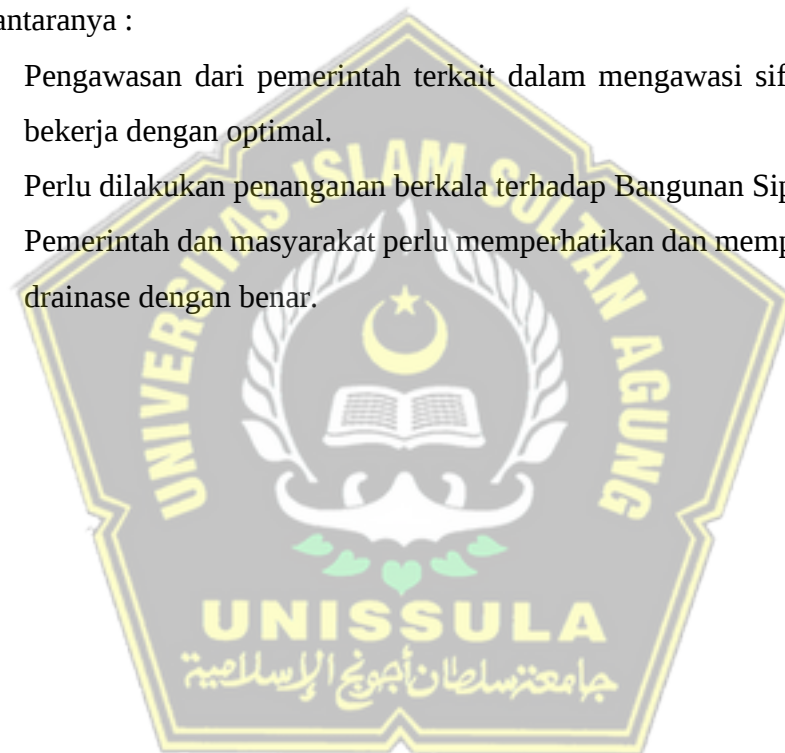
3,78 dan tekanan air pada *Downstream* didapatkan Elevasi Muka Air sebesar + 3,6.

- c. Pada Saluran *Siphon* diperoleh hasil tekanan air Tinggi Air sebesar 3,6, Elevasi Dasar 0, sehingga didapatkan Elevasi Muka Air Sebesar + 3,6 dan tekanan air pada *Downstream* didapatkan Elevasi Muka Air sebesar + 3,5.

5.2. Saran

Dalam upaya memaksimalkan fungsi sifon sebagai saluran penghubung kali kaidin perlu dilakukan beberapa hal oleh pemangku kebijakan terkait, diantaranya :

1. Pengawasan dari pemerintah terkait dalam mengawasi sifon agar dapat bekerja dengan optimal.
2. Perlu dilakukan penanganan berkala terhadap Bangunan Siphon.
3. Pemerintah dan masyarakat perlu memperhatikan dan memelihara sistem drainase dengan benar.



DAFTAR PUSTAKA

- (Ilham R et al., 2024)Direktorat Jenderal Bina Marga. (2021). Surat-Edaran-Direktur-Jenderal-Bina-Marga-Nomor-23SEDb2021-tentang-Pedoman-Desain-Drainase-Jalan-Pedoman-Nomor-15PBM2021. *Pedoman Desain Drainase Jalan*.
- HARAHAP, R. I. (2017). EVALUASI PERENCANAAN BANGUNAN SIPHON PADA BENDUNG SEI PADANG KAB.SERDANG BEDAGAI SUMATERA UTARA. *PERENCANAAN KAPASITAS PRODUKSI CRUDE PALM OIL MENGGUNAKAN METODE ROUGH CUT CAPACITY PLANNING (RCCP) DI PT. PP LONDONSUMATRA INDONESIA Tbk, TURANGIE PALM OIL MILL*, II-1.
- Ilham R, M., Charits, M., & Rasidi, N. (2024). *Studi alternatif perencanaan bangunan siphon pada saluran induk peterongan daerah irigasi mrican kanan kabupaten jombang*. 5, 120-131.
- PUPR. (2016). KP 03 Kriteria Perencanaan Bagian Saluran. *Kementerian Pekerjaan Umum*, 1-23.
- Rizal, N. S. (2022). *Aplikasi HEC-RAS versi 6.1 Untuk Rekayasa Bangunan Air* (Issue February 2022).
- Rizky, I. rizky. (2018). Evaluasi Perencanaan Bangunan Siphon Pada Bendung Sei Padang Kab. Serdang Bedagai Sumatera Utara. *Journal of Civil Engineering, Building and Transportation*, 2(2), 65.<https://doi.org/10.31289/jcebt.v2i2.1973>
- Ummah, M. S. (2019). MODUL HEC-RAS FOR BASIC PAGES 1-50 - FLIP PDF DOWLOAD FLIPHTM. *Sustainability (Switzerland)*, 11(1), 1-14. http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI
- WP GERALDY, I. B. (2020). *PERENCANAAN SIPHON PIPA PADA SALURAN INTERBASIN RABABAKA DI KABUPATEN DOMPU*. 2507(February), 1-9.