

## ANALISIS HIDROLIKA BANGUNAN SIPHON SEBAGAI PENGHUBUNG SALURAN SRIWULAN SAYUNG

Naufal Sigit Abrar H<sup>1</sup>, Sagata Manik M<sup>2</sup>, Slamet Imam Wahyudi<sup>3</sup>, Moh Faiqun Ni`am<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang, [novalsigit4@gmail.com](mailto:novalsigit4@gmail.com)

<sup>2,3,4</sup>Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang

### ABSTRAK

Analisis hidrolika bangunan siphon merupakan aspek penting dalam perencanaan sistem irigasi. Permasalahan umum dalam operasional siphon meliputi kehilangan energi (*head loss*), penurunan kecepatan aliran, dan risiko sedimentasi yang dapat mengganggu kinerja bangunan (French, 1985). Kondisi aliran dalam siphon dipengaruhi oleh debit, diameter pipa, kekasaran material, dan perbedaan elevasi (chow, 1959). Kesalahan dalam analisis hidrolika dapat menyebabkan kegagalan fungsi siphon, seperti tidak tercapainya debit rencana yang berpotensi merusak struktur bangunan. Kajian ini bertujuan mengidentifikasi desain bangunan siphon sebagai saluran penghubung kali Sriwulan-Sayung serta menganalisis fluktuasi muka air dengan perhitungan manual dan aplikasi *Hec-Ras*. Metode yang digunakan meliputi penelitian primer melalui survei lapangan menggunakan menggunakan meteran dan tongkat bambu untuk mendapatkan dimensi bangunan siphon eksisting. Sedangkan metode sekunder diperoleh dari referensi jurnal dan denah topografi. Hasil perhitungan manual dengan *Excel* menunjukkan kehilangan energi total pada *inlet* sebesar 1,2224 m, kehilangan energi akibat friksi sebesar 0,0456 m, dan kehilangan energi total pada *outlet* sebesar 0,1365 m. Berdasarkan analisis *Hec-Ras*, pada kali Kaidin 1 (kiri), elevasi muka air di *upstream* (200 River Sta) adalah +3,78 m dan *downstream* (0 River Sta) adalah +3,6 m. Pada kali Kaidin 2 (kanan), nilai nya sama seperti kali Kaidin 1. Pada saluran siphon menuju Sriwulan, elevasi muka air *upstream* (200 River Sta) sebesar +3,6 m dan *downstream* (0 River Sta) sebesar +3,5 m.

**Kata kunci** : *Siphon; Kehilangan Energi; Debit; Elevasi Muka Air*

Penerbit : Fakultas Teknik Universitas Pasifik Morotai

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

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. Steady 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. Analisis 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 Metode Penelitian

Analisis yang dilakukan ini bertujuan untuk mengetahui *fluktuasi* pada saluran *siphon*. terdapat 2 metode pada penelitian ini yaitu metode perhitungan manual untuk menghitung kehilangan energi pada inlet dan outlet *siphon*. kemudian metode analisa dengan menggunakan software *hec-ras* untuk mengetahui elevasi muka air pada titik *upstream* dan *downstream* di kali kaidin sampai sungai sriwulan.

## 1.3 Jenis Penelitian

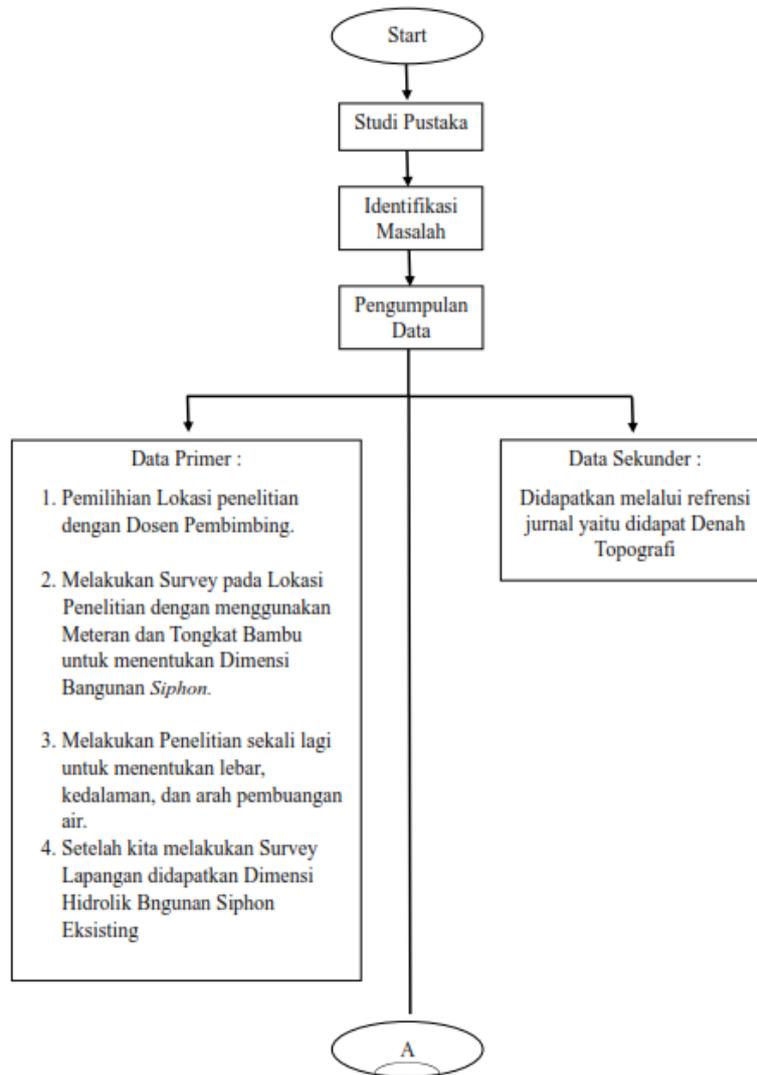
Langkah pertama sebelum penelitian ini dimulai adalah tahap persiapan. Langkah ini melibatkan identifikasi sumber yang digunakan sebagai sampel penelitian dan mencari referensi dari berbagai tugas yang telah diselesaikan, terbitan berkala, atau publikasi yang telah diterbitkan. Analisis perangkat lunak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

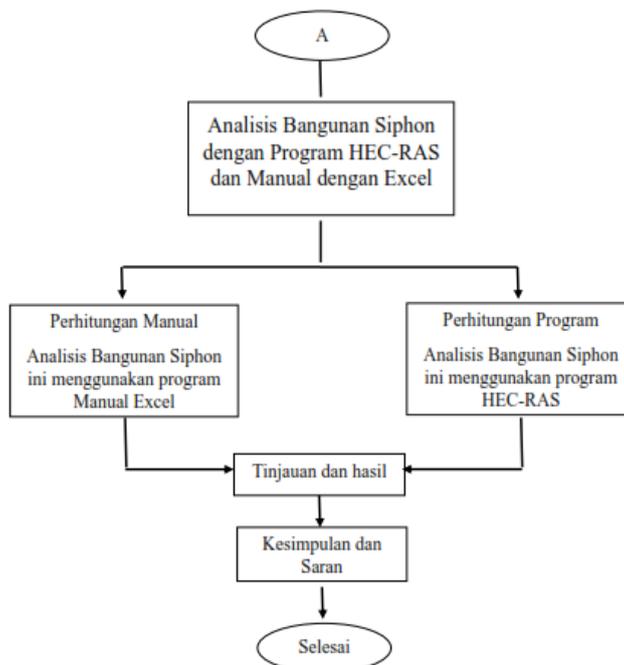
## 1.4 Teknik Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang diperlukan adalah data primer dan data sekunder. Adapun data primer didapat dari survey hasil di lapangan untuk menentukan dimensi *siphon* serta sungai yang terhubung ke saluran *siphon*. Setelah itu melakukan design gambar denah dan detail *siphon* berdasarkan ukuran di lapangan. Selain itu data sekunder didapat data yang sudah ada dari dosen pembimbing yaitu denah topografi.

## 1.5 Teknik Pengumpulan Data

Saat ingin melakukan pengolahan data, langkah pertama yang harus dilakukan adalah mempelajari data yang telah dikumpulkan. Pada tahap ini, perlu dilakukan analisis deskriptif data untuk mengetahui uraian dari data tersebut serta melakukan penyesuaian untuk mencakup data primer, sekunder, atau data yang belum diketahui yang dapat diasumsikan sendiri.





**Gambar 1.** Bagan Alir Program Aplikasi

## 2. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 2.1 Analisa dengan perhitungan manual

#### 1. Perhitungan pada *inle siphon*

Diketahui dimensi pintu masuk pada saluran siphon sebagai berikut:

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

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

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

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

Berdasarkan perhitungan manual pada inlet siphon diperoleh hasil sebagai berikut:

a. kehilangan energi akibat friksi:

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

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

b. Kehilangan energi akibat belokan:

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

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

c. Kehilangan energi akibat penyempitan:

$$H_f = K \cdot \frac{v_2^2}{2g}$$

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

d.  $\Delta h$  total = 1,2224 m

2. Perhitungan pada *outlet siphon*

Diketahui dimensi pintu keluar pada saluran siphon sebagai berikut:

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

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

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

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

Berdasarkan perhitungan manual pada *outlet siphon* diperoleh hasil sebagai berikut:

a. kehilangan energi akibat friksi:

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

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

b. kehilangan energi akibat penyempitan:

$$H_L = K_e \cdot \frac{v_1^2}{2g}$$

$$H_L = 0,1331 \text{ m}$$

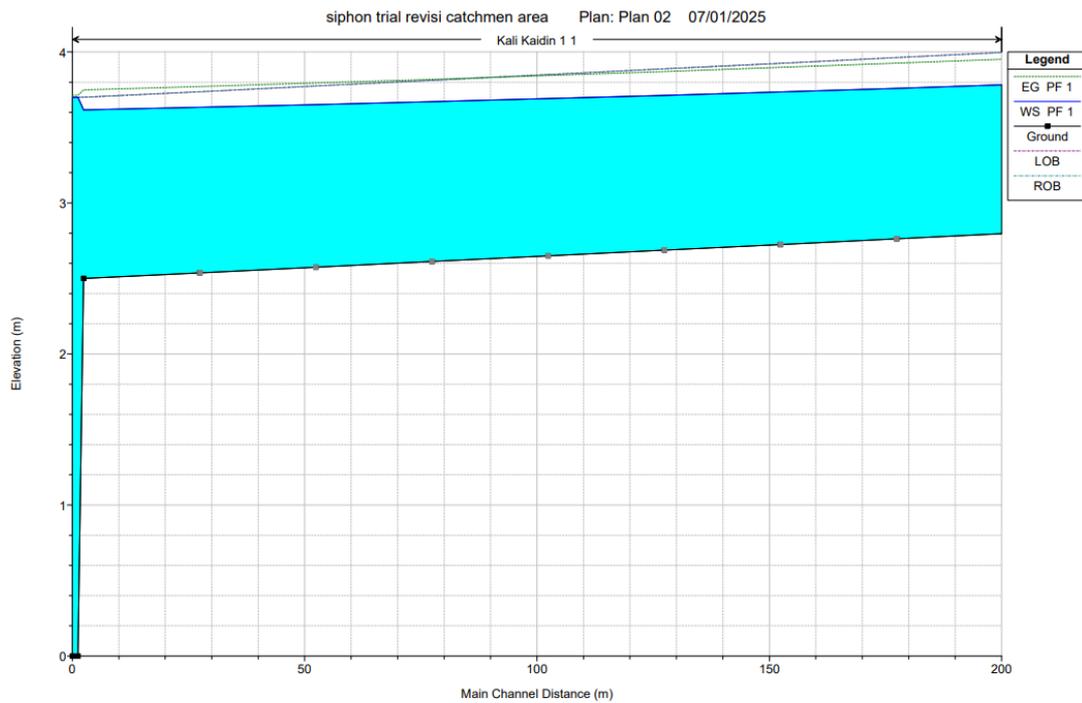
c.  $\Delta h$  total = 0,1365 m

## 2.2 Analisa dengan software *Hec-Ras*

Dengan menggunakan program *Hec-Ras* menghasilkan sejumlah penurunan elevasi muka air. Kami sebelumnya menentukan titik-titik *upstream* dan *downstream* pada kali Kaidin hingga sungai Sriwulan untuk membandingkan penurunan muka air.

1. 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 2.1** Profil Muka Air Hasil Hitungan di Sepanjang Alur Kali Kaidin 1

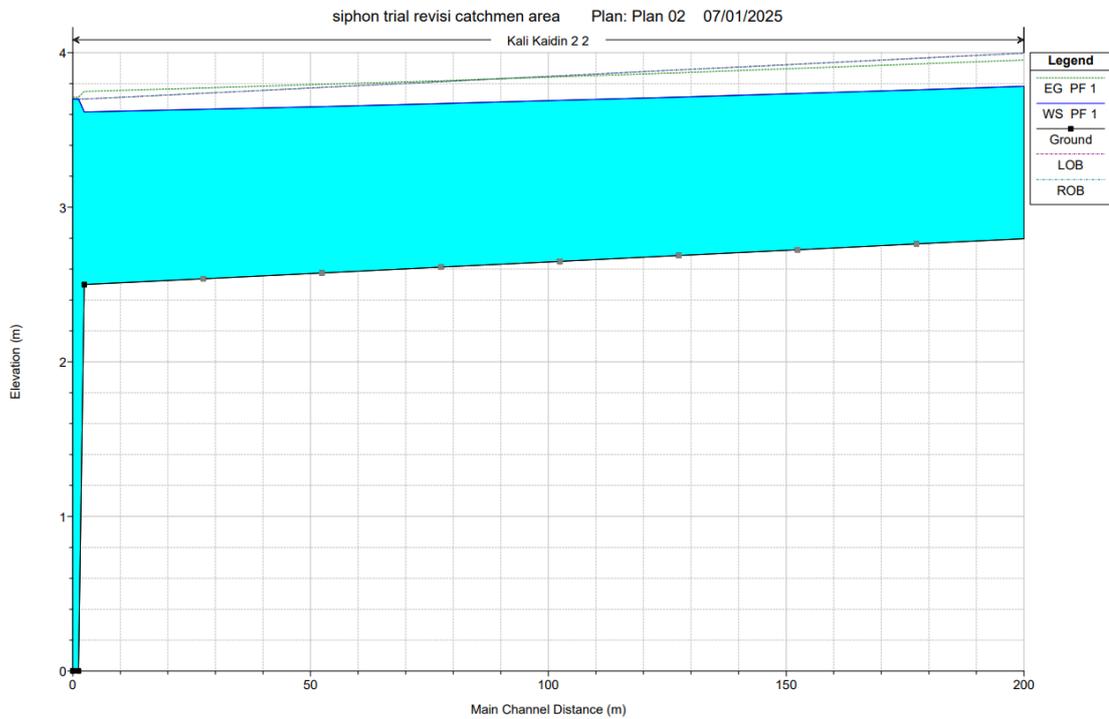
**Tabel 2.1** Nilai Tekanan Air pada Kali Kaidin 1 (Kiri)

River Sta	<u>Elevasi Dasar</u>	<u>Tekanan Air P</u> (pa)	<u>Tekanan Air P</u> (m)	<u>Elevasi Muka Air</u> (+)
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

Sumber: Hasil Analisis Penulis

## 2. Kali Kaidin 2 (Kanan)

Kali 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 2.2** Profil Muka Air Hasil Hitungan di Sepanjang Alur Kali Kaidin 2

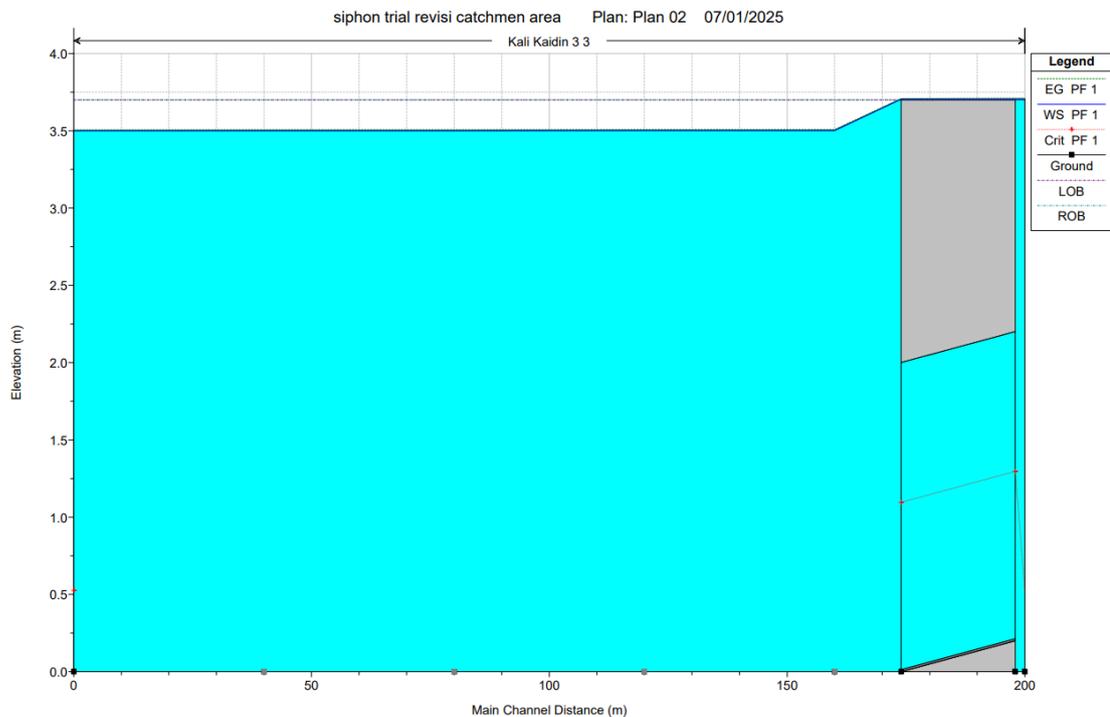
**Tabel 2.2** Nilai Tekanan Air pada Kali Kaidin 2 (Kanan)

River Sta	<u>Elevasi Dasar</u>	<u>Tekanan Air P (pa)</u>	<u>Tekanan Air P (m)</u>	<u>Elevasi Muka Air (+)</u>
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

Sumber: Hasil Analisis Penulis

### 3. Sungai 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 2.3** Profil Muka Air Hasil Hitungan di Sepanjang Alur sungai Sriwulan

**Tabel 2.3** 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

Sumber: Hasil Analisis Penulis

### 3. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian Analisa Bangunan *Siphon* dengan perhitungan manual didapat hasil sebagai berikut :

- Pada *Inlet* kehilangan energi total sebesar 1,2224 m
- Pada *Outlet* terjadi kehilangan energi total sebesar 0,1365 m

Berdasarkan hasil perhitungan tekanan air pada kali kaidin 1,2, dan saluran *siphon* diperoleh hasil tekanan air sebagai berikut :

- a. Pada kali Kaidin 1, sta 200 (upstream) diperoleh hasil elevai muka air sebesar + 3,78 m kemudian sta 0 (downstream) diperoleh elevasi muka air sebesar +3,6 m.
- b. Pada kali Kaidin 2, sta 200 (upstream) diperoleh hasil elevai muka air sebesar + 3,78 m kemudian sta 0 (downstream) diperoleh elevasi muka air sebesar +3,6 m.
- c. Pada saluran Sriwulan, sta 200 (upstream) diperoleh hasil elevai muka air sebesar + 3,6 m kemudian sta 0 (downstream) diperoleh elevasi muka air sebesar +3,5 m.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] (Ilham R et al., 2024)Direktorat Jenderal Bina Marga. (2021). Surat-EdaranDirektur-Jenderal-Bina-Marga-Nomor-23SEDb2021-tentang-PedomanDesain-Drainase-Jalan-Pedoman-Nomor-15PBM2021.Pedoman Desain Drainase Jalan.
- [2] HARAHAHAP, 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.
- [3] 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/RED2017Eng8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsiurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484\\_SISTEM\\_PEMBETUNGAN\\_TERPUSAT\\_STRATEGI\\_MELESTARI](http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017Eng8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsiurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI)
- [4] Ilham R, M., Charits, M., & Rasidi, N. (2024). Studi alternatif perencanaan bangunan sipon pada saluran induk peterongan daerah irigasi mrican kanan kabupaten jombang. 5, 120–131.