

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS KOEFISIEN DEBIT PADA ALAT UKUR  
DEBIT MENGGUNAKAN AMBANG LEBAR DI  
SALURAN IRIGASI VAN DER WIJCK PADA  
SALURAN SEKUNDER SENDANG PITOE**

***(ANALYSIS OF DISCHARGE COEFFICIENT ON FLOW  
MEASUREMENT USING BROAD-CRESTED WEIRS IN  
THE VAN DER WIJCK IRRIGATION CANAL AT THE  
SENDANG PITOE SECONDARY CHANNEL)***



**Rizal Muhaiminan**

**20511246**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

**2025**

## PROPOSAL TUGAS AKHIR

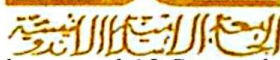
# ANALISIS KOEFISIEN DEBIT PADA ALAT UKUR DEBIT MENGGUNAKAN AMBANG LEBAR DI SALURAN IRIGASI VAN DER WIJCK PADA SALURAN SEKUNDER SENDANG PITOE (*ANALYSIS OF DISCHARGE COEFFICIENT ON FLOW MEASUREMENT USING BROAD-CRESTED WEIRS IN THE VAN DER WIJCK IRRIGATION CANAL AT THE SENDANG PITOE SECONDARY CHANNEL*)

Disusun Oleh

**Rizal Muhaiminan**

20511246

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil



Diuji pada tanggal 19 September 2025

Oleh Dewan Penguji

Pembimbing

24/9 '25

Dinia Anggraheni, S.T., M.Eng.  
NIK : 165110105

Penguji I

24/9 '25

Shofwatul Fadilah S.T.P., M.Eng  
NIK : 215111308

Penguji II

24.09

Astriana Hardawati S.T., M.Eng  
NIK : 165111301

Mengesahkan,



Dekan/Petua Program Studi Teknik Sipil

25/9 2025

Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D.(Eng).

NIK : 095110101

## PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk penyelesaian program Sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan Tugas Akhir ini bukan hasil karya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 22 September 2025

Yang membuat pernyataan,



Rizal Muhaiminan

(20511246)

## ABSTRAK

Pengelolaan saluran irigasi dilakukan melalui pengukuran debit aliran yang akurat guna memastikan distribusi air dilakukan secara optimal. Pengukuran debit aliran dilakukan melalui alat ukur debit salah satunya ambang lebar. Koefisien debit ( $C_d$ ) merupakan nilai hasil perbandingan debit nyata dengan debit teoritis yang dapat mempengaruhi besar debit yang tercatat sehingga penentuan nilai koefisien debit yang tepat dapat menjadikan pencatatan debit menjadi lebih akurat. Penelitian ini bertujuan untuk mendapat nilai koefisien debit eksisting dan nilai koefisien debit SNI 8137:2015, perbandingan nilai debit dari pengukuran lapangan dengan nilai debit pengukuran yang tersedia serta rekomendasi nilai koefisien debit pada ambang lebar yang terletak pada saluran irigasi sekunder Sendang Pitu.

Pada penelitian ini, pengumpulan data dilakukan dengan pengujian secara langsung di lapangan dengan variasi tinggi bukaan pintu pada saluran dengan variasi bukaan setengah, tiga perempat, dan bukaan penuh. Pengukuran dilakukan pada 3 titik yaitu sebelum ambang, di atas ambang, dan juga setelah ambang. Pada masing-masing titik pengukuran dibagi menjadi 3 titik secara horizontal yakni tepi kanan, kiri dan titik tengah saluran dan 3 titik vertikal yakni 0,2; 0,6; dan 0,8 dari kedalaman.

Hasil dari penelitian menunjukkan tidak ditemukan nilai koefisien debit ( $C_d$ ) Eksisting sedangkan nilai koefisien debit ( $C_d$ ) berdasarkan SNI 8137:2015 untuk bangunan ukur ambang lebar pada saluran sekunder Sendang Pitoe adalah 1,007. Nilai debit yang dihasilkan koefisien debit hasil penelitian pada saluran sekunder Sendang Pitoe lebih kecil dibandingkan nilai debit yang dihasilkan koefisien debit berdasarkan SNI 8137:2015 dengan selisih sebesar 10%. Nilai koefisien debit pada bangunan ukur ambang lebar pada saluran sekunder Sendang Pitoe adalah 0,907.

Kata kunci : Koefisien debit, Ambang Lebar, Saluran Irigasi

## ***ABSTRACT***

Irrigation channel management is carried out through accurate flow rate measurements to ensure optimal water distribution. Flow rate measurements are carried out using flow measurement device, one of which is a broad-crested weir. The discharge coefficient ( $C_d$ ) is a value obtained by comparing the actual discharge with the theoretical discharge, which can affect the recorded discharge. Therefore, determining the correct discharge coefficient value can make discharge recording more accurate. This study aims to obtain the existing discharge coefficient value and the SNI 8137:2015 discharge coefficient value, a comparison of the measurement rate from field measurements with the available measurement rate, and recommendations for the discharge coefficient value at the broad-crested weir located on the Sendang Pitu secondary irrigation channel.

In this study, data collection was carried out through direct testing in the field with variations in gate opening heights at channels with opening variations of half, three quarters, and fully open. Measurements were taken at three points: before the weir, above the weir, and after the weir. At each measurement point, the channel was divided into three horizontal points, namely the right edge, left edge, and center point, and three vertical points, namely 0,2; 0,6; and 0,8 of the depth.

The results of the study showed that no existing discharge coefficient ( $C_d$ ) value was found, while the discharge coefficient ( $C_d$ ) value based on SNI 8137:2015 for broad-crested structures in the Sendang Pitoe secondary channel was 1,007. The measurement rate produced by the discharge coefficient from the study on the Sendang Pitoe secondary channel is smaller than the measurement rate produced by the discharge coefficient based on SNI 8137:2015, with a difference of 10%. The discharge coefficient value at the broad-crested measuring structure on the Sendang Pitoe secondary channel is 0,907.

Keywords: Flow coefficient, Broad-Crested weir, Irrigation channel

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Tuhan yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini dengan judul “Analisis Koefisien Debit Pada Alat Ukur Debit Menggunakan Ambang Lebar Di Saluran Irigasi Van Der Wijck Pada Saluran Sekunder Sendang Pitoe” dengan baik.

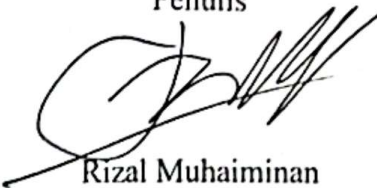
Dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menyadari bahwa keberhasilan penelitian dan penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas atas dukungan, bimbingan, penyediaan fasilitas dan bantuan dalam bentuk lainnya. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang setulus-tulusnya kepada :

1. Kedua orang tua penulis Bapak Subadi dan Ibu Anwari serta seluruh keluarga yang dengan tulus hati memberikan doa, dukungan dan nasihat sehingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.
2. Ibu Dinia Anggraheni, S.T, M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
3. Seluruh dosen, pengajar, laboran, asiten, dan karyawan Program Studi Teknik Sipil UII yang telah memberikan ilmu selama masa kuliah.
4. Seluruh pihak dan juga rekan-rekan penulis yang telah memberikan dukungan hingga selesainya Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, namun penulis berharap agar naskah Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang memerlukan.

Yogyakarta, 22 September 2025

Penulis



Rizal Muhaiminan

20511246

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR NOTASI	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Umum	4
2.2 Penelitian Terdahulu	4
2.2.1 Koefisien Debit	4
2.2.2 Ambang Lebar	6
2.2.3 Kalibrasi Bangunan Ukur	7
2.3 Tabel Rekapitulasi Penelitian Terdahulu	8
2.4 Keaslian Penelitian	14
BAB III LANDASAN TEORI	15
3.1 Saluran Terbuka	15
3.2 Debit Nyata Aliran	16
3.3 Ambang Lebar	17
3.4 Koefisien Debit Ambang Lebar (SNI 8137:2015)	18

3.5	Koefisien Debit	20
3.6	<i>Current Meter</i>	20
3.7	Liku Kalibrasi	21
BAB IV METODE PENELITIAN		23
4.1	Subjek dan Objek Penelitian	23
4.2	Alat Yang Digunakan	23
4.3	Lokasi Penelitian	24
4.4	Metode Penelitian	25
4.5	Diagram Alir	28
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN		30
5.1	Pengukuran Kecepatan Aliran	30
5.1.1	Dimensi Saluran	30
5.1.2	Kecepatan Aliran	32
5.2	Analisis Data	36
5.2.1	Kecepatan Rerata	36
5.2.2	Penampang Basah Saluran	38
5.2.3	Debit Aliran	41
5.2.4	Debit Teori	44
5.2.5	Koefisien Debit Penelitian	44
5.2.6	Koefisien Debit SNI	45
5.2.7	Liku Kalibrasi Hasil Penelitian	47
5.2.8	Liku Kalibrasi data BBWS	52
5.3	Pembahasan	58
5.3.1	Kecepatan Aliran	58
5.3.2	Perbandingan Koefisien Debit	60
5.3.2	Perbandingan Hasil Liku Kalibrasi	62
BAB VI KESIMPULAN		64
6.1	Kesimpulan	64
6.2	Saran	64
LAMPIRAN		67

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Penelitian Terdahulu	9
Tabel 3. 1	Tabel Perbandingan $h_1/p$ dengan $h_1/L$	19
Tabel 5. 1	Kedalaman Titik 1	31
Tabel 5. 2	Kedalaman Titik 2	32
Tabel 5. 3	Kedalaman Titik 3	32
Tabel 5. 4	Rekap Kecepatan Aliran Titik 1	33
Tabel 5. 5	Rekap Kecepatan Aliran Titik 2	34
Tabel 5. 6	Rekap Kecepatan Aliran Titik 3	34
Tabel 5. 7	Rekapitulasi Kecepatan Rata-rata Titik 1	37
Tabel 5. 8	Rekapitulasi Kecepatan Rata-rata Titik 2	37
Tabel 5. 9	Rekapitulasi Kecepatan Rata-rata Titik 3	38
Tabel 5. 10	Rekapitulasi Luas Penampang Basah Titik 1	39
Tabel 5. 11	Rekapitulasi Luas Penampang Basah Titik 2	40
Tabel 5. 12	Rekapitulasi Luas Penampang Basah Titik 3	41
Tabel 5. 13	Rekapitulasi Perhitungan Debit Titik 1	42
Tabel 5. 14	Rekapitulasi Perhitungan Debit Titik 2	43
Tabel 5. 15	Rekapitulasi Perhitungan Debit Titik 3	44
Tabel 5. 16	Tabel Perbandingan $h_1/p$ dengan $h_1/L$ untuk Koefisien Debit SNI 8173:2015	46
Tabel 5. 17	Perhitungan Liku Kalibrasi	47
Tabel 5. 18	Rekapitulasi Debit Regresi Penelitian	48
Tabel 5. 19	Hasil Pengukuran BBWS	52
Tabel 5. 20	Perhitungan Kalibrasi BBWS	53
Tabel 5. 21	Rekapitulasi Debit Regresi BBWS	54
Tabel 5. 22	Rekapitulasi Kecepatan Aliran Titik 1	58
Tabel 5. 23	Rekapitulasi Kecepatan Aliran Titik 2	59
Tabel 5. 24	Rekapitulasi Kecepatan Aliran Titik 3	59
Tabel 5. 25	Perbandingan Debit SNI dan Penelitian	61
Tabel 5. 26	Perbandingan Debit Liku Kalibrasi	62

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Grafik Perbandingan Pintu BF 3 dan BF 4	5
Gambar 3. 1	Penampang Melintang Pengukuran Debit Dengan Menggunakan Penampang Tengah	17
Gambar 3. 2	Pola Aliran Di Atas Ambang Lebar	17
Gambar 4. 1	Perangkat <i>Current Meter</i>	23
Gambar 4. 2	Meteran	24
Gambar 4. 3	Lokasi Penelitian	25
Gambar 4. 4	Saluran Irigasi Sendang Pitu	25
Gambar 4. 5	Titik Pengukuran	26
Gambar 4. 6	Skema Pengukuran Tiap Titik	26
Gambar 4. 7	Diagram Alir	29
Gambar 5. 1	Potongan Melintang Saluran Titik 1	30
Gambar 5. 2	Potongan Melintang Saluran Titik 2	31
Gambar 5. 3	Potongan Melintang Saluran Titik 3	31
Gambar 5. 4	Grafik Liku Kalibrasi Penelitian	52
Gambar 5. 5	Grafik Liku Kalibrasi BBWS	58
Gambar 5. 6	Perbandingan Debit Penelitian dan SNI	61
Gambar 5. 7	Grafik Perbandingan Debit Regresi	63

## DAFTAR NOTASI

$C_d$	= Koefisien debit
$Q$	= Debit aliran
$Q_{th}$	= Debit aliran teoritis
$V$	= Kecepatan
$A$	= Luas penampang
$g$	= Percepatan gravitasi
$b$	= Lebar ambang
$h_1$	= Tinggi muka air di atas ambang
$p$	= Tinggi ambang
$L$	= Panjang ambang

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Perhitungan Kecepatan Rerata Titik 1	68
Lampiran 2	Perhitungan Kecepatan Rerata Titik 2	71
Lampiran 3	Perhitungan Kecepatan Rerata Titik 3	73
Lampiran 4	Perhitungan Luas Penampang Basah Titik 1	76
Lampiran 5	Perhitungan Luas Penampang Basah Titik 2	78
Lampiran 6	Perhitungan Luas Penampang Basah Titik 3	79
Lampiran 7	Perhitungan Debit Aliran Titik 1	81
Lampiran 8	Perhitungan Debit Aliran Titik 2	84
Lampiran 9	Perhitungan Debit Aliran Titik 3	86
Lampiran 10	Gambar Bangunan	89
Lampiran 11	Formulir Pengukuran Kecepatan Aliran	90
Lampiran 12	Surat Perizinan Penelitian	101
Lampiran 13	Dokumentasi Pengukuran Lapangan	102

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Ketersediaan air merupakan elemen kunci dalam pertanian, khususnya di wilayah yang bergantung pada sistem irigasi untuk mendukung produksi pertanian. Sistem irigasi bertujuan untuk memenuhi kebutuhan air yang dikelola secara sistematis. Irigasi sangat penting untuk memastikan keberlanjutan pertanian dan ketahanan pangan. Mengingat pentingnya irigasi dalam bidang pertanian, maka diperlukan distribusi air irigasi secara efektif (Ibrahim, Halid, dan Boekoesoe 2021).

Salah satu faktor kunci dalam pengelolaan saluran irigasi adalah pengukuran debit aliran yang akurat. Debit aliran yang tidak terukur dengan baik dapat menyebabkan ketidakseimbangan dalam distribusi air, sehingga akan menghambat pertumbuhan dan hasil panen berkurang. Debit aliran merupakan nilai yang menunjukkan besar aliran fluida (biasanya air) yang melintas dalam satuan waktu (Fitriyani 2022). Untuk mengetahui debit air pada saluran irigasi dilakukan dengan melakukan pengukuran menggunakan alat ukur debit. Alat ukur debit ini merupakan bangunan yang secara khusus dirancang untuk mengatur volume air yang didistribusikan ke saluran irigasi maupun langsung ke area petak sawah, sehingga kebutuhan air dapat dipenuhi secara optimal. Dalam praktiknya terdapat berbagai jenis alat ukur debit yang digunakan, yang masing-masing memiliki karakteristik tersendiri untuk kondisi aliran yang berbeda-beda, diantaranya, ambang tajam, ambang lebar, *current meter*, *ultrasonic flow meter*, *flume*, *electromagnetic flow meter*. (Rizaldy, Musa, dan Mallombasi 2021)

Alat ukur ambang lebar merupakan alat ukur debit yang strukturnya ambang lebar dengan aliran atas (*overflow*) dengan tinggi energi hulu lebih kecil dari panjang mercu (KP-04, Bagian Bangunan 2013), dan digunakan sebagai alat pengukur debit namun tidak dapat digunakan untuk mengatur debit aliran. Untuk

mendapat hasil pengukuran debit menggunakan ambang lebar yang optimal maka perlu diperhatikan nilai dari koefisien debit yang digunakan.

Koefisien debit merupakan angka koreksi dari debit aliran yang mengalir pada bangunan air terhadap hasil pengukuran debit aliran (Rizaldy dkk. 2021). Koefisien debit digunakan sebagai parameter untuk mengevaluasi keakuratan alat ukur debit. Koefisien debit akan digunakan sebagai faktor koreksi untuk menghitung debit sebenarnya berdasarkan hasil pengukuran alat ukur debit. Melalui penelitian ini akan dicari nilai koefisien debit ( $C_d$ ) pada ambang lebar yang terletak pada saluran irigasi sekunder Sendang Pitu, serta perbandingan koefisien debit dari hasil penelitian dengan nilai yang tercantum dalam SNI 8137:2015.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dalam hal ini, terdapat tiga rumusan masalahh sebagai berikut:

1. Berapakah nilai koefisien debit ( $C_d$ ) SNI 8137:2015 dan eksisting untuk alat ukur ambang lebar?
2. Bagaimana perbandingan nilai debit terukur dan debit pencatatan operator pada alat ukur debit ambang lebar?
3. Apakah koefisien debit baru diperlukan untuk memberikan nilai debit yang sesuai?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mendapat nilai koefisien debit eksisting dan nilai koefisien debit SNI 8137:2015.
2. Membandingkan nilai debit dari pengukuran lapangan dengan nilai debit pengukuran yang tersedia.
3. Memberikan rekomendasi nilai koefisien debit ( $C_d$ ) pada kondisi lapangan.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi yang akurat mengenai koefisien debit pada alat ukur debit di saluran irigasi serta memberikan ketersediaan data yang berkelanjutan guna pengembangan teknologi pengukuran debit.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

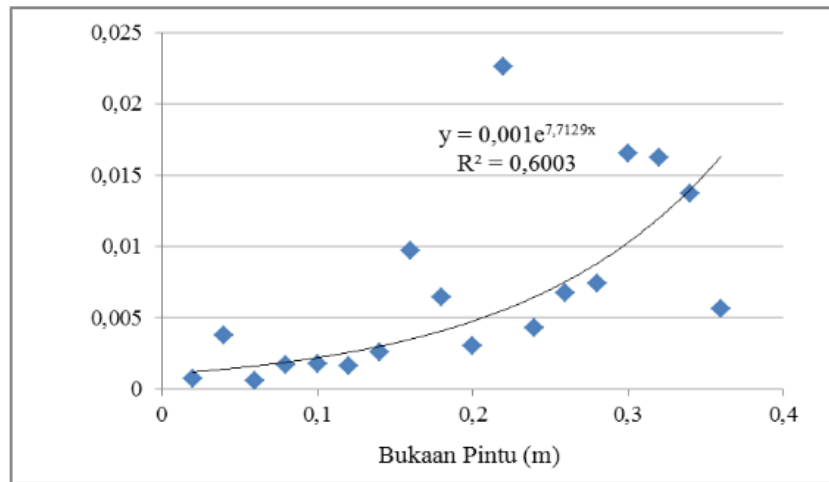
#### **2.1 Umum**

Pada bab ini memuat beberapa referensi jurnal maupun penelitian terdahulu sebagai acuan pemahaman konsep dasar dalam melakukan analisis koefisien debit. Fokus utamanya terdapat pada metode penelitian dan perhitungan yang digunakan dalam menentukan nilai koefisien debit, serta hasil penelitian yang dapat dijadikan rujukan dalam penyelesaian masalah penelitian. Melalui tinjauan ini diharapkan dapat memberi pemahaman yang lebih mendalam sebagai landasan untuk merancang metode penelitian dan analisis data pada penelitian ini.

#### **2.2 Penelitian Terdahulu**

##### **2.2.1 Koefisien Debit**

Penelitian dengan judul Analisis Koefisien Debit Pintu *Crump De Gruyter* dan Pintu Sorong (studi kasus pada BF 3 dan BF 4 BPU 15 daerah irigasi Punggur Utara) (Andandaningrum, Wahono, dan Kusumastuti 2021). Penelitian ini bertujuan menganalisis koefisien debit pintu *crump de gruyter* dan pintu sorong pada pintu BF 3 dan BF 4 di daerah irigasi Punggur Utara. Penelitian ini dilakukan menggunakan alat ukur *current meter* dengan baling-baling dengan mengukur kecepatan pada masing-masing bukaan pintu dengan tinggi 2 cm, 4 cm, 6 cm, 8 cm, 10 cm, 12 cm, dan seterusnya hingga 40 cm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa debit yang dihasilkan bervariasi, dengan pintu BF 3 menghasilkan debit rata-rata 0,8559 m<sup>3</sup>/s dan pintu BF 4 menghasilkan nilai rata-rata 0,82313 m<sup>3</sup>/s. Kehilangan air di kedua pintu mencapai 18%, disebabkan oleh faktor-faktor seperti pencurian air dan kerusakan saluran (Andandaningrum dkk. 2021). Grafik perbandingan pintu BF 3 dan BF 4 dapat dilihat pada Gambar 2.1 di bawah ini.



**Gambar 2. 1 Grafik Perbandingan Pintu BF 3 dan BF 4**

Pada penelitian dengan judul Kalibrasi Koefisien Debit Model Bukaan Pintu Sorong Pada Saluran Terbuka (Rizaldy dkk. 2021). Penelitian ini bertujuan untuk menghitung  $C_d$  berdasarkan variabel tinggi bukaan dan tinggi air di hulu. Penelitian dilakukan di laboratorium menggunakan flume persegi panjang untuk mengkalibrasi koefisien debit ( $C_d$ ) pada model bukaan pintu sorong. Hasil penelitian mendapatkan koefisien  $C_d$  dari Pintu 1  $C_d = -0,1155 y_g/y_o + 0,6507$  dan Pintu 2  $C_d = -0,115 y_g/y_o + 0,6469$

Pada penelitian dengan judul Kajian Koefisien Debit pada Ambang Tajam Persegi (Rectangular Notch) di Laboratorium Mekanika Fluida & Hidraulika ITENAS (Kamil, Kurniadi, dan Munandar 2023). Penelitian ini bertujuan untuk menentukan koefisien debit ( $C_d$ ) pada ambang tajam persegi di laboratorium Mekanika Fluida & Hidraulika ITENAS, dengan pengukuran debit dalam meter kubik per detik ( $m^3/s$ ). Menggunakan flume untuk mengamati aliran air, penelitian ini menemukan bahwa koefisien debit tertinggi yang diperoleh adalah 0,728, menunjukkan efisiensi tinggi pada sudut kemiringan  $1^\circ$ . Variasi koefisien debit berdasarkan sudut kemiringan menunjukkan nilai rata-rata  $C_d$  sebesar 0,686 untuk sudut  $0^\circ$ , 0,728 untuk sudut  $1^\circ$ , dan 0,696 untuk sudut  $1,5^\circ$ . Hasil penelitian ini dianggap konsisten dan akurat, serta mencakup tinjauan pustaka mengenai koefisien debit, saluran air, dan alat ukur arus (Kamil dkk. 2023).

Pada penelitian dengan judul Pemodelan Nilai Koefisien Debit Pada Pintu Air (Lawtanius dan Catharina Sri Purna Suswati 2023). Penelitian ini bertujuan menganalisis koefisien kontraksi ( $C_c$ ) dan koefisien debit ( $C_d$ ) pada pintu air dengan menggunakan baffle block sebagai peredam energi. Penelitian melibatkan pemodelan nilai koefisien debit dan kontraksi pada pintu air dengan variasi bukaan yang berbeda, yaitu 0,01 cm hingga 0,04 cm. Data diperoleh melalui pengukuran debit menggunakan alat ukur Rechbox, dengan pengambilan data sebanyak 2-3 set per hari, menghasilkan total 270 data. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai koefisien kontraksi ( $C_c$ ) berkisar antara 0,675 hingga 2,977, sedangkan koefisien debit ( $C_d$ ) berada dalam rentang 0,464 hingga 1,633. Temuan ini mengindikasikan bahwa loncatan hidrolis yang terjadi masih sangat tinggi dan belum dapat diatur secara efektif.

### 2.2.2 Ambang Lebar

Penelitian dengan judul Analisis Karakteristik Parameter Hidrolis Aliran Melalui Ambang Pada Saluran Terbuka (Istiqomah, Pau, dan Kabupung 2022). Penelitian ini bertujuan Menentukan koefisien debit pada berbagai model bendung ambang, termasuk ambang lebar, ambang tajam, dan ambang "*v-notch*". Pengukuran debit dilakukan dengan menggunakan volume tampungan, dan membandingkan hasilnya dengan koefisien debit standar untuk menganalisis perbedaan yang mungkin terjadi akibat kehilangan tenaga. Koefisien debit pada berbagai model bendung ambang, termasuk ambang lebar, ambang tajam, dan ambang "*v-notch*", bervariasi tergantung pada desain ambang dan tinggi muka air. Koefisien debit meningkat seiring dengan bertambahnya koefisien kontraksi dan berbanding terbalik dengan tinggi bukaan pintu. Debit maksimum yang dicatat adalah 0,27 l/s untuk model ambang lebar dan ambang tajam.

Penelitian dengan judul Analisis Energi Spesifik Pada Saluran Terbuka Dengan Penambahan Variasi Panjang Ambang (Suhudi dan Arga Pandawa 2022). Penelitian ini menganalisis energi spesifik pada saluran terbuka dengan variasi panjang ambang lebar (10 cm, 20 cm, dan 30 cm) serta debit aliran. Hasil menunjukkan bahwa ketinggian air mengalami penurunan saat melewati ambang,

dengan bilangan Froude berfluktuasi sebelum stabil. Perubahan ketinggian air paling signifikan terjadi pada ambang lebar 30 cm, sedangkan bilangan Froude dan energi spesifik tertinggi tercatat pada ambang lebar 20 cm. Kehilangan energi terbesar terjadi pada ambang lebar 10 cm, yang juga menunjukkan aliran subkritis untuk debit tertentu. Ambang lebar 10 cm pada aliran  $Q_3$  menunjukkan efisiensi terbaik dengan bilangan Froude kurang dari 1 dan kehilangan energi terkecil. Penelitian ini menekankan pentingnya pemahaman dinamika aliran dalam saluran terbuka untuk pengelolaan air yang efektif. Data pengukuran disajikan dalam tabel untuk analisis lebih lanjut, mendukung temuan mengenai hubungan antara debit, kecepatan, dan kedalaman aliran.

Pada penelitian dengan judul Analisis Perhitungan Debit Saluran Dengan Bangunan Ukur Ambang Lebar Pada Daerah Irigasi Samalanga Kabupaten Bireuen (Akmal dan Ariq 2024). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan antara debit terukur dan debit standar pada berbagai bukaan pintu, serta mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi hasil pengukuran. Penelitian ini dilakukan dengan mengukur debit air menggunakan alat *current meters* dan metode *Mid Section* di Daerah Irigasi Samalanga, khususnya pada bangunan ukur dan pengatur ambang lebar saluran irigasi primer Meurah BME1. Hasil dari penelitian pada bukaan pintu 55 cm, debit standar yang dihasilkan 1,046 m<sup>3</sup>/s, sedangkan debit terukur mencapai 1,254 m<sup>3</sup>/s, dengan selisih debit -0,21 m<sup>3</sup>/s. Untuk bukaan pintu 65 cm, debit standar 1,344 m<sup>3</sup>/s dan debit terukur 1,623 m<sup>3</sup>/s, selisihnya -0,28 m<sup>3</sup>/s. Pada bukaan pintu 75 cm, debit standar tercatat 1,666 m<sup>3</sup>/s, sementara debit terukur mencapai 2,022 m<sup>3</sup>/s, dengan selisih -0,36 m<sup>3</sup>/s

### 2.2.3 Kalibrasi Bangunan Ukur

Penelitian dengan judul Pengukuran Debit di Saluran Irigasi (Studi Lokasi Daerah Irigasi Kabupaten Jember) (Saifurridzal, Hidayah, dan Halik 2023). Penelitian ini bertujuan untuk mengukur debit untuk kalibrasi bangunan ukur irigasi. Pengukuran dilakukan menggunakan *current meter* dengan metode tampang rerata yang kemudian dikalibrasi. Debit hulu tercatat sebesar 1,43 m<sup>3</sup>/s dan debit hilir sebesar 1,34 m<sup>3</sup>/s, dengan kecepatan rata-rata aliran masing-masing 0,51

m/s dan 0,46 m/s. Debit terendah ditemukan di Sumberbaru dengan nilai 0,07 m<sup>3</sup>/s, sedangkan debit tertinggi tercatat di Mayang dengan 1,98 m<sup>3</sup>/s.

Pada penelitian dengan judul Kalibrasi Bangunan Ukur Debit Cipoletti di Saluran Irigasi Bendung Dadapan (Ichsan Amal Huda 2021). Tujuan penelitian ini adalah menentukan debit teoritis dan debit nyata, mengidentifikasi kehilangan air antara hulu dan hilir, serta menghitung kalibrasi alat Cipoletti berdasarkan data lapangan dan data Dinas Pekerjaan Umum. Penelitian dilakukan dengan pengambilan data di lapangan, berupa luas penampang basah, tinggi peluapan, dan kecepatan aliran yang diukur menggunakan *current meter*. Analisis persamaan debit untuk mendapatkan nilai debit di hulu dan hilir. kalibrasi bangunan ukur terhadap persamaan debit milik Dinas Pekerjaan Umum. Kehilangan air antara debit di hulu dan hilir bervariasi antara 4,97% hingga 36,07%. Nilai koefisien debit hasil kalibrasi diperoleh sebesar 0,5755, sehingga persamaan baru untuk menghitung debit Cipoletti di Saluran Irigasi Bendung Dadapan adalah  $Q=0,5755 \cdot b \cdot h^{0,638}$

### **2.3 Tabel Rekapitulasi Penelitian Terdahulu**

Penelitian yang dilakukan pada saat ini memiliki perbedaan dengan penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yang dapat dilihat pada Tabel 2.1 sebagai berikut.

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No	Nama	Judul	Jenis	Tujuan	Metode	Hasil
1.	(Rizaldy dkk. 2021)	Kalibrasi Koefisien Debit Model Bukaan Pintu Sorong Pada Saluran Terbuka	Jurnal	Penelitian ini bertujuan untuk menghitung Cd berdasarkan variabel tinggi bukaan dan tinggi air di hulu.	Penelitian dilakukan di laboratorium menggunakan flume persegi panjang untuk mengkalibrasi koefisien debit (Cd) pada model bukaan pintu sorong.	Hasil penelitian mendapatkan koefisien Cd dari Pintu 1 $Cd = -0,1155 \text{ yg/yo} + 0,6507$ dan Pintu 2 $Cd = -0,115 \text{ yg/yo} + 0,6469$
2.	(Andandanin grum dkk. 2021)	Analisis Koefisien Debit Pintu <i>Crump De Gruyter</i> dan Pintu Sorong (studi kasus pada BF 3 dan BF 4 BPU 15 daerah irigasi Punggur Utara)	Jurnal	menganalisis koefisien debit pintu jenis <i>crump de gruyter</i> dan pintu sorong pada pintu BF 3 dan BF 4 di daerah irigasi Punggur Utara.	Proses pengukuran dilakukan pada bukaan pintu dengan tinggi 2 cm, 4 cm, 6 cm, 8 cm, 10 cm, 12 cm, dan seterusnya hingga bukaan 40 cm menggunakan alat ukur <i>current meter</i> .	Pada pintu BF 3 menghasilkan debit antara 0,1028 m <sup>3</sup> /s hingga 0,6417 m <sup>3</sup> /s (rata-rata 0,8559) dan BF 4 antara 0,0296 m <sup>3</sup> /s hingga 0,6361 m <sup>3</sup> /s (rata-rata 0,82313). Kehilangan air mencapai 18%, disebabkan oleh pencurian air dan kerusakan saluran.
3.	(Kamil dkk. 2023)	Kajian Koefisien Debit pada Ambang Tajam Persegi (Rectangular Notch) di Laboratorium Mekanika Fluida & Hidraulika ITENAS	Tugas Akhir	Menentukan koefisien debit (Cd) pada ambang tajam persegi di laboratorium Mekanika Fluida & Hidraulika ITENAS dengan fokus pada pengukuran debit aliran air dalam satuan meter kubik per detik (m <sup>3</sup> /s) untuk mengevaluasi efisiensi desain ambang tajam	Pengumpulan data dilakukan dengan mengukur volume air, waktu, dan tinggi muka air di hulu pada berbagai sudut kemiringan (0°, 1°, dan 1,5°). Data yang terkumpul kemudian dianalisis untuk menghitung koefisien debit (Cd) menggunakan persamaan yang sesuai.	Koefisien debit (Cd) tertinggi yang diperoleh adalah 0,728 pada sudut kemiringan 1°, yang mencerminkan efisiensi tinggi dari desain ambang tajam persegi. Selain itu, variasi koefisien debit berdasarkan sudut kemiringan adalah sebagai berikut: pada sudut 0°, Cd rata-rata sebesar 0,686, dan pada sudut 1,5°, Cd rata-rata sebesar 0,696.

Lanjutan Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Nama	Judul	Jenis	Tujuan	Metode	Hasil
4.	(Istiqomah dkk. 2022)	Analisis Karakteristik Parameter Hidrolis Aliran Melalui Ambang Pada Saluran Terbuka	Jurnal	Menentukan koefisien debit pada berbagai model bendung ambang, termasuk ambang lebar, ambang tajam, dan ambang "v-notch".	Pengukuran debit dilakukan dengan menggunakan volume tampungan, dan membandingkan hasilnya dengan koefisien debit standar untuk menganalisis perbedaan yang mungkin terjadi akibat kehilangan tenaga.	Koefisien debit pada berbagai model bendung ambang, termasuk ambang lebar, ambang tajam, dan ambang "v-notch", bervariasi tergantung pada desain ambang dan tinggi muka air. Koefisien debit meningkat seiring dengan bertambahnya koefisien kontraksi dan berbanding terbalik dengan tinggi bukaan pintu. Debit maksimum yang dicatat adalah 0,27 l/s untuk model ambang lebar dan ambang tajam.
5.	(Lawtanius dan Catharina Sri Purna Suswati 2023)	Pemodelan Nilai Koefisien Debit Pada Pintu Air	Jurnal	Menganalisis koefisien kontraksi (Cc) dan koefisien debit (Cd) pada pintu air dengan menggunakan baffle block sebagai peredam energi..	Penelitian melibatkan pemodelan nilai koefisien debit dan kontraksi pada pintu air dengan variasi bukaan yang berbeda, yaitu 0,01 cm hingga 0,04 cm. Data diperoleh melalui pengukuran debit menggunakan alat ukur Rechbox, dengan pengambilan data sebanyak 2-3 set per hari, menghasilkan total 270 data..	Penelitian menunjukkan bahwa nilai koefisien kontraksi (Cc) berkisar antara 0,675 hingga 2,977, sedangkan koefisien debit (Cd) berada dalam rentang 0,464 hingga 1,633. Temuan ini mengindikasikan bahwa loncatan hidrolis yang terjadi masih sangat tinggi dan belum dapat diatur secara efektif.

Lanjutan Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Nama	Judul	Jenis	Tujuan	Metode	Hasil
6.	(Saifurridzal dkk. 2023)	Pengukuran Debit di Saluran Irigasi (Studi Lokasi Daerah Irigasi Kabupaten Jember)	Jurnal	pengukuran debit untuk kalibrasi bangunan ukur irigasi.	Pengukuran dilakukan menggunakan <i>current meter</i> dengan metode tampang rerata yang kemudian dikalibrasi.	Debit hulu tercatat sebesar 1,43 m <sup>3</sup> /s dan debit hilir sebesar 1,34 m <sup>3</sup> /s, dengan kecepatan rata-rata aliran masing-masing 0,51 m/s dan 0,46 m/s. Debit terendah ditemukan di Sumberbaru dengan nilai 0,07 m <sup>3</sup> /s, sedangkan debit tertinggi tercatat di Mayang dengan 1,98 m <sup>3</sup> /s.
7.	(Suhudi dan Arga Pandawa 2022)	Analisis Energi Spesifik Pada Saluran Terbuka Dengan Penambahan Variasi Panjang Ambang Lebar	Jurnal	Penelitian ini juga bertujuan untuk mengukur dan mengamati pengaruh variasi debit dan ambang lebar terhadap tinggi muka air dan kecepatan aliran di atas ambang serta sesudah ambang.	Debit aliran diatur menggunakan motor listrik untuk mencapai kondisi konstan, pengukuran kedalaman aliran dan kecepatan aliran menggunakan <i>current meter</i> pada posisi yang telah ditentukan.	ambang lebar dengan panjang 10 cm menghasilkan aliran yang lebih efisien dengan bilangan Froude kurang dari 1, yaitu 0,210, serta kehilangan energi yang lebih kecil, yaitu 0,068, yang mengindikasikan bahwa aliran tersebut termasuk dalam kategori subkritis..

Lanjutan Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Nama	Judul	Jenis	Tujuan	Metode	Hasil
8.	(Akmal dan Ariq 2024)	Analisis Perhitungan Debit Saluran Dengan Bangunan Ukur Ambang Lebar Pada Daerah Irigasi Samalanga Kabupaten Bireuen	Jurnal	bertujuan untuk menganalisis perbedaan antara debit terukur dan debit standar pada berbagai bukaan pintu, serta mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi hasil pengukuran	penelitian ini dilakukan dengan mengukur debit air menggunakan alat <i>current meters</i> dan metode <i>Mid Section</i> di Daerah Irigasi Samalanga, khususnya pada bangunan ukur dan pengatur ambang lebar saluran irigasi primer Meurah BME1.	Pada bukaan pintu 55 cm, debit standar yang dihasilkan 1,046 m <sup>3</sup> /s, sedangkan debit terukur mencapai 1,254 m <sup>3</sup> /s, dengan selisih debit -0,21 m <sup>3</sup> /s. Untuk bukaan pintu 65 cm, debit standar 1,344 m <sup>3</sup> /s dan debit terukur 1,623 m <sup>3</sup> /s, selisihnya -0,28 m <sup>3</sup> /s. Pada bukaan pintu 75 cm, debit standar tercatat 1,666 m <sup>3</sup> /s, sementara debit terukur mencapai 2,022 m <sup>3</sup> /s, dengan selisih -0,36 m <sup>3</sup> /s.
9.	(Ichsan Amal Huda 2021)	Kalibrasi Bangunan Ukur Debit Cipoletti di Saluran Irigasi Bendung Dadapan	Tugas Akhir	Tujuan penelitian ini adalah menentukan debit teoritis dan debit nyata, mengidentifikasi kehilangan air antara hulu dan hilir, serta menghitung kalibrasi alat Cipoletti berdasarkan data lapangan dan data Dinas Pekerjaan Umum	pengambilan data di lapangan, berupa luas penampang basah (A), tinggi peluapan (H), dan kecepatan aliran (v) yang diukur menggunakan <i>current meter</i> . Analisis persamaan debit untuk mendapatkan nilai debit di hulu dan hilir. kalibrasi bangunan ukur terhadap persamaan debit milik Dinas Pekerjaan Umum.	Kehilangan air antara debit di hulu dan hilir bervariasi antara 4,97% hingga 36,07%. Nilai koefisien debit hasil kalibrasi diperoleh sebesar 0,5755, sehingga persamaan baru untuk menghitung debit Cipoletti di Saluran Irigasi Bendung Dadapan adalah $Q = 0,5755 \cdot b \cdot h^{0,638}$

Lanjutan Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Nama	Judul	Jenis	Tujuan	Metode	Hasil
10.	(Muhaiminan, 2024)	Analisis Koefisien Debit Pada Alat Ukur Debit Menggunakan Ambang Lebar di Saluran Irigasi <i>Van Der Weijck</i> Pada Saluran Sekunder Sendang Pitoe	Tugas Akhir	Mencari nilai koefisien debit (Cd) pada alat ukur ambang lebar yang terletak pada saluran irigasi sekunder Sendang Pitu, serta perbandingan nilai koefisien debit (Cd) dari hasil penelitian dengan nilai koefisien debit (Cd) yang tercantum dalam SNI 8137:2015.	Pengukuran dilakukan secara langsung di lapangan dengan menggunakan <i>current meter</i> dan mencatat nilai kecepatan aliran serta dimensi dari alat ukur debit ambang lebar.	Hasil dari penelitian menunjukkan nilai koefisien debit (Cd) berdasarkan SNI 8137:2015 untuk bangunan ukur ambang lebar pada saluran sekunder Sendang Pitoe adalah 1,007. Nilai debit yang dihasilkan koefisien debit hasil penelitian pada saluran sekunder Sendang Pitoe lebih kecil dibandingkan nilai debit yang dihasilkan koefisien debit berdasarkan SNI 8137:2015 dengan selisih sebesar 10%. Liku Kalibrasi hasil penelitian memiliki nilai debit regresi yang lebih besar daripada nilai debit regresi pada data BBWS dengan selisih rata-rata berada pada angka 41,42%. Nilai koefisien debit pada bangunan ukur ambang lebar pada saluran sekunder Sendang Pitoe adalah 0,907.

## **2.4 Keaslian Penelitian**

Penelitian ini berfokus pada analisis koefisien debit ( $C_d$ ) pada alat ukur debit menggunakan ambang lebar di wilayah saluran irigasi Van Der Wijck pada saluran irigasi sendang pitu. Penelitian ini menekankan pada kecepatan aliran pada saluran tersebut dan juga perbandingan nilai koefisien debit terukur dengan SNI 8137:2015. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi baru dalam pemahaman koefisien debit dan liku kalibrasi.

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1 Saluran Terbuka**

Saluran terbuka adalah jenis saluran di mana air mengalir dengan permukaan air yang tidak tertekan. Di sepanjang saluran ini, tekanan pada permukaan air tetap konsisten. Saluran terbuka dapat berupa saluran alami seperti sungai atau saluran buatan seperti yang digunakan untuk irigasi dan drainase. Karakteristik saluran terbuka sering kali bervariasi baik dalam ruang maupun waktu, termasuk bentuk penampang, kekasaran, kemiringan dasar, dan debit aliran (Suhudi dan Arga Pandawa 2022). Adapun jenis aliran saluran terbuka adalah sebagai berikut :

a. Aliran tunak (*steady flow*)

Aliran tunak adalah kondisi di mana kedalaman aliran tetap konstan atau tidak berubah selama periode waktu tertentu. Dalam keadaan ini, berbagai parameter aliran seperti kedalaman, kecepatan, dan debit tetap stabil di setiap penampang saluran sepanjang aliran.

b. Aliran seragam (*uniform flow*)

Aliran seragam adalah kondisi di mana kecepatan rata-rata aliran tetap konstan sepanjang saluran selama periode waktu tertentu. Dalam aliran seragam, kedalaman aliran juga sama di setiap penampang saluran. Aliran ini dianggap stabil dan satu dimensi, yang berarti bahwa kecepatan aliran di setiap titik pada penampang tidak berubah, seperti pada saluran irigasi yang panjang dan tidak mengalami perubahan penampang. Umumnya, aliran seragam pada saluran terbuka dengan penampang prisma memiliki kecepatan dan kedalaman air yang konstan, serta permukaan aliran sejajar dengan dasar saluran, sehingga kondisi ini disebut sebagai kondisi seimbang (kondisi *equilibrium*) (Harseno dan Jonas 2007).

c. Aliran tidak seragam (*varied flow*)

Aliran tak seragam terjadi jika kedalaman dan kecepatan aliran mengalami perubahan di sepanjang saluran. Perubahan pada kedalaman dan kecepatan mengakibatkan garis tenaga tidak sejajar dengan garis muka air dan dasar saluran. (Harseno dan Jonas 2007). Aliran tak seragam dibedakan menjadi dua antara lain :

- 1.) Aliran berubah beraturan (*gradually varied flow*), disebabkan adanya perubahan pada parameter hidraulis (kecepatan, tampang basah) dari satu tampang ke tampang yang lain. Contohnya seperti pada ujung hilir saluran terdapat bendung yang menyebabkan kecepatan aliran akan berkurang (diperlambat), dan juga dengan adanya terjunan yang mengakibatkan kecepatan aliran akan bertambah (dipercepat) (Harseno dan Jonas 2007).
- 2.) Aliran berubah cepat (*rapidly varied flow*), terjadi karena perubahan secara mendadak pada parameter hidraulis akibat loncat air, bangunan pelimpah dan pintu air (Harseno dan Jonas 2007).

### 3.2 Debit Nyata Aliran

Untuk melakukan pengukuran debit nyata aliran digunakan rumus sebagai berikut.

$$Q = V \times A \quad (3.1)$$

Dengan :

$$Q = \text{debit aliran, m}^3/\text{s}$$

$$V = \text{kecepatan, m/s}$$

$$A = \text{luas penampang, m}^2$$

Luas penampang basah dihitung dari kedalaman air dan lebar sungai, kedalaman air diperoleh dengan mengukur kedalaman air pada titik pengukuran dengan menggunakan tongkat penduga atau meteran. Luas penampang basah dihitung dengan rumus :

$$A_i = (b_{i-1} + b_i) \frac{1}{2} \cdot d_i \quad (3.2)$$

$$A = \sum_{i=1}^n A_i \quad (3.3)$$

Dengan :

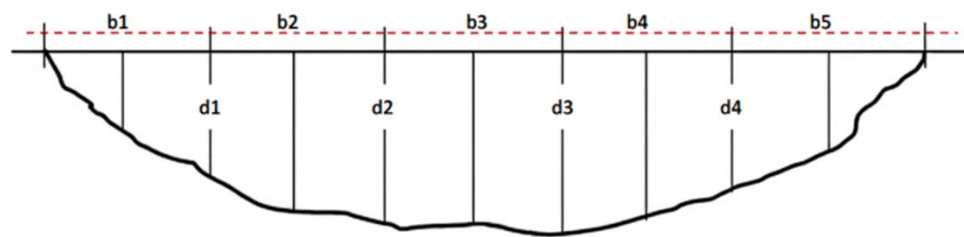
$A_i$  = luas penampang basah pada bagian x

$A$  = luas seluruh penampang basah

$d_i$  = kedalaman pada i

$b_i$  = lebar pada bagian i

Skema pengukuran debit dengan menggunakan penampang tengah dapat dilihat pada Gambar 3.1 di bawah ini.

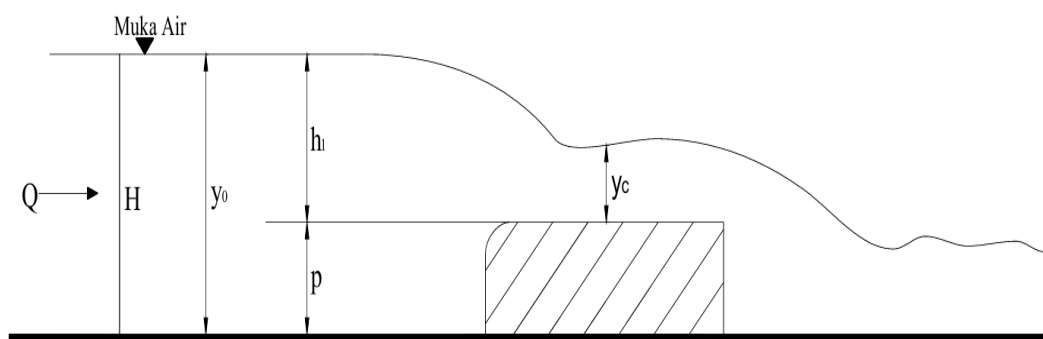


**Gambar 3. 1 Penampang Melintang Pengukuran Debit Dengan Menggunakan Penampang Tengah**

Sumber : (Hanif 2014)

### 3.3 Ambang Lebar

Dalam penerapannya pada kondisi lapangan, ambang lebar digunakan untuk menambah tinggi muka air pada saluran sehingga dapat memenuhi kebutuhan air pada areal persawahan. Selain itu, ambang lebar juga difungsikan sebagai alat untuk mengukur debit yang mengalir melalui saluran terbuka (Warsiti 2013). Pola aliran yang melewati ambang lebar dapat dilihat pada Gambar 3.2 di bawah ini.



**Gambar 3. 2 Pola Aliran Di Atas Ambang Lebar**

Sumber : (Suhudi dan Arga Pandawa 2022)

Dengan :

$Q$  = debit aliran ( $m^3/s$ )

$H$  = tinggi tekanan total hulu ambang (m)

$p$  = tinggi ambang (m)

$y_0$  = kedalaman hulu ambang (m)

$y_c$  = tinggi muka air di atas hulu ambang (m)

$h_1$  = tinggi muka air di atas hilir ambang (m)

### 3.4 Koefisien Debit Ambang Lebar (SNI 8137:2015)

Pengukuran debit aliran di atas mercu ambang lebar didasarkan pada pengukuran tinggi tekan hidraulik dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$Q = \left(\frac{2}{3}\right)^{3/2} \sqrt{g} \cdot b \cdot Cd \cdot h_1^{3/2} = 1,705 b \cdot Cd \cdot h_1^{3/2} \quad (3.4)$$

Keterangan :

$Q$  = debit aliran ( $m^3/s$ )

$g$  = percepatan gravitasi ( $m/s^2$ )

$b$  = lebar ambang tegak lurus dengan aliran (m)

$Cd$  = koefisien debit

$h_1$  = tinggi tekan hidraulik di hulu, terhadap elevasi ambang (m)

Maka koefisien debit dapat ditentukan dengan :

$$Cd = \frac{Q}{\left(\frac{2}{3}\right)^{3/2} \sqrt{g} b h_1^{3/2}} = \frac{Q}{1,705 b h_1^{3/2}} \quad (3.5)$$

Keterangan :

$Q$  = debit aliran ( $m^3/s$ )

$g$  = percepatan gravitasi ( $m/s^2$ )

$b$  = lebar ambang tegak lurus dengan aliran (m)

$Cd$  = koefisien debit

$h_1$  = tinggi tekan hidraulik di hulu, terhadap elevasi ambang (m)

Koefisien debit ( $Cd$ ) merupakan fungsi yang dapat diperoleh menggunakan grafik perbandingan antara tinggi tekan hidraulik ( $h_1$ ) dengan panjang ambang ( $L$ )

dan juga perbandingan antara tinggi tekan hidraulik ( $h_1$ ) dengan tinggi ambang dari dasar saluran pengarah ( $p$ ).

**Tabel 3. 1 Tabel Perbandingan  $h_1/p$  dengan  $h_1/L$**

$h_1/p$	C untuk $h_1/L$																	
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8
0,1	0,850	0,850	0,850	0,861	0,870	0,885	0,893	0,925	0,948	0,971	0,993	1,016	1,039	1,062	1,085	1,108	1,130	1,148
0,2	0,855	0,855	0,855	0,864	0,874	0,888	0,907	0,930	0,954	0,977	1,001	1,026	1,050	1,074	1,096	1,120	1,142	1,159
0,3	0,864	0,864	0,864	0,863	0,879	0,894	0,913	0,936	0,961	0,986	1,011	1,037	1,061	1,085	1,110	1,132	1,152	1,169
0,4	0,873	0,873	0,873	0,874	0,885	0,901	0,920	0,945	0,959	0,995	1,021	1,047	1,072	1,097	1,122	1,144	1,163	1,180
0,5	0,882	0,882	0,882	0,893	0,894	0,909	0,929	0,954	0,978	1,005	1,032	1,057	1,083	1,109	1,133	1,154	1,173	1,188
0,6	0,892	0,892	0,892	0,894	0,904	0,920	0,941	0,964	0,990	1,016	1,043	1,067	1,094	1,120	1,143	1,164	1,182	1,195
0,7	0,901	0,901	0,901	0,906	0,916	0,932	0,952	0,975	1,000	1,026	1,052	1,077	1,104	1,129	1,152	1,171	1,183	1,203
0,8	0,911	0,911	0,912	0,916	0,926	0,942	0,962	0,985	1,010	1,036	1,062	1,086	1,112	1,136	1,153	1,176	1,194	1,209
0,9	0,921	0,921	0,922	0,926	0,936	0,952	0,972	0,996	1,021	1,046	1,072	1,096	1,120	1,143	1,163	1,181	1,199	1,214
1,0	0,929	0,929	0,931	0,936	0,946	0,962	0,982	1,006	1,031	1,056	1,081	1,106	1,128	1,150	1,169	1,187	1,204	1,220
1,1	0,935	0,937	0,940	0,946	0,956	0,972	0,993	1,017	1,042	1,066	1,092	1,115	1,138	1,159	1,177	1,195	1,212	1,228
1,2	0,941	0,944	0,949	0,956	0,966	0,992	1,004	1,028	1,053	1,077	1,103	1,126	1,148	1,168	1,186	1,204	1,222	1,237
1,3	0,946	0,951	0,957	0,966	0,977	0,993	1,016	1,040	1,063	1,089	1,114	1,136	1,158	1,178	1,196	1,214	1,232	1,250
1,4	0,953	0,959	0,967	0,975	0,986	1,005	1,028	1,050	1,075	1,101	1,124	1,147	1,168	1,187	1,206	1,224	1,244	1,266
1,5	0,961	0,968	0,975	0,984	0,997	1,018	1,040	1,061	1,086	1,111	1,134	1,155	1,176	1,196	1,215	1,235	1,258	1,277
1,6	0,972	0,978	0,985	0,994	1,010	1,030	1,050	1,073	1,096	1,119	1,142	1,164	1,184	1,204	1,224	1,245	1,268	1,289

Sumber : (Badan Standardisasi Nasional 2015)

Koefisien debit ( $C_d$ ) didapatkan dengan interpolasi linier dengan nilai koefisien debit ( $C_d$ ) akan tetap sebesar 0,85 untuk  $0,1 \leq h_1/L \leq 0,2$  dan  $h_1/p < 0,15m$  (Badan Standardisasi Nasional 2015). Rumus interpolasi linier yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$y = y_1 + (x - x_1) \left( \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \right)$$

Dengan :

$x$  = Nilai yang diketahui

$y$  = Nilai yang dicari

$x_1, y_1$  = Nilai yang berada di bawah nilai  $x$

$x_2, y_2$  = Nilai yang berada di atas nilai  $x$

### 3.5 Koefisien Debit

Koefisien debit didefinisikan sebagai perbandingan antara debit nyata dengan debit teoritis (Andandaningrum dkk. 2021). Maka koefisien debit dapat diketahui menggunakan persamaan berikut.

$$Cd = \frac{Q}{Q_{th}} \quad (3.6)$$

Dengan :

$Cd$  = koefisien debit

$Q$  = debit aliran nyata ( $m^3/s$ )

$Q_{th}$  = debit aliran teoritis ( $m^3/s$ )

### 3.6 Current Meter

*Current meter* merupakan sebuah alat yang digunakan untuk mengukur kecepatan arus aliran melalui sebuah sensor yang dipasang dibawah permukaan air yang dapat mendeteksi arus air. Jenis alat ukur *current meter* yang biasa digunakan adalah tipe baling-baling (*Propeller current meter*)(Hakim 2021). Sistem kerja pada *current meter* adalah dengan mencatat jumlah putaran per satuan waktu yang kemudian dikonversi menjadi kecepatan arus. Posisi dan jumlah titik pengukuran tergantung pada kedalaman air dengan ketentuan sebagai berikut.

1. Untuk kedalaman air  $\leq 0,75$  m, atau  $\leq 6$  kali kali diameter baling-baling yang digunakan, pengukuran dilakukan dengan menggunakan metode satu titik pada titik vertikal  $0,6d$  yang diukur dari permukaan air (Direktorat Jendral Sumber Daya Air 2010).
2. Untuk kedalaman air  $> 0,75$  m, pengukuran dilakukan dengan menggunakan metode dua titik, yaitu pada titik vertikal  $0,2d$  dan  $0,8d$  atau menggunakan metode tiga (3) titik atau lebih, yaitu pada titik vertikal  $0,2d$ ,  $0,6d$ , dan  $0,8d$  (Direktorat Jendral Sumber Daya Air 2010).

Kecepatan aliran rerata dihitung menggunakan metode sebagai berikut.

1. Metode 1 titik

$$V_{rerata} = V_{0,6} \quad (3.7)$$

2. Metode dua titik

$$V_{rerata} = \frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2} \quad (3.8)$$

### 3. Metode tiga titik

$$V_{rerata} = \left( \left( \frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2} \right) + V_{0,6} \right) \times \frac{1}{2} \quad (3.9)$$

Keterangan :

$V_{rerata}$  = kecepatan rata-rata aliran pada suatu vertikal (m/s)

$V_{0,2}$  = kecepatan aliran pada titik 0,2 d (m/s)

$V_{0,6}$  = kecepatan aliran pada titik 0,6 d (m/s)

$V_{0,8}$  = kecepatan aliran pada titik 0,8 d (m/s)

### 3.7 Liku Kalibrasi

Liku kalibrasi (*rating curve*) merupakan perbandingan tinggi muka aliran dengan debit yang disajikan dalam bentuk hubungan grafis. Liku kalibrasi diperoleh dengan mengkorelasikan dua variabel yaitu tinggi muka air dan debit aliran yang dilakukan dengan menghubungkan titik-titik pengukuran dengan garis lengkung diatas kertas logaritmik (Setiawan dan Susanto 2019).

Persamaan liku kalibrasi dapat diperoleh menggunakan persamaan regresi pangkat. Regresi pangkat dapat dilihat pada persamaan berikut.

$$Q = a \times h^b \quad (3.10)$$

Dengan :

$Q$  = debit (m<sup>3</sup>/s)

$a, b$  = tetapan

$h$  = tinggi muka air hulu (m)

Selanjutnya persamaan regresi pangkat dilinierkan dengan memasukkan nilai ln atau log ke dalam masing-masing parameter.

$$Q = a \times h^b \quad (3.11)$$

$$\ln Q = \ln a + b \ln h \quad (3.12)$$

$$\ln Q = b \ln h + \ln a \quad (3.13)$$

$$y = mx + c \quad (3.14)$$

Sehingga

$$y = \ln Q$$

$$m = b$$

$$x = \ln h$$

$$c = \ln a$$

Kemudian nilai koefisien  $m$  dan  $c$  dihitung dengan menggunakan persamaan regresi linier sebagai berikut.

$$m = \frac{n\sum xy - \sum x \sum y}{n\sum x^2 - (\sum x)^2} \quad (3.15)$$

$$c = \frac{\sum y - m\sum x}{n} \quad (3.16)$$

Dengan :

$$m = \text{koefisien}$$

$$c = \text{koefisien}$$

$$x = \log h \text{ atau } \ln h$$

$$y = \log Q \text{ atau } \ln Q$$

## BAB IV

### METODE PENELITIAN

#### 4.1 Subjek dan Objek Penelitian

Subjek penelitian merupakan benda, tempat maupun orang yang dijadikan sasaran pengamatan dalam sebuah penelitian yang dapat memberikan informasi pada peneliti. Dalam penelitian ini akan digunakan alat ukur debit sebagai subjek penelitian. Objek penelitian merupakan hal yang akan dieksplorasi, dianalisis, dan diteliti dalam sebuah penelitian. Adapun yang dijadikan sebagai objek penelitian kali ini adalah koefisien debit ( $C_d$ ).

#### 4.2 Alat Yang Digunakan

Dalam penelitian ini, peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut.

1. *Current meter*

Berfungsi sebagai alat untuk mengukur kecepatan aliran. Dalam penelitian ini digunakan *current meter* dengan tipe baling-baling (*Propeller current meter*). Perangkat *current meter* yang digunakan pada saat penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.1 di bawah ini.



**Gambar 4. 1 Perangkat *Current Meter***

Sumber : Laboratorium Hidrolika Universitas Islam Indonesia

## 2. Meteran

Pada penelitian ini meteran digunakan sebagai alat untuk mengukur dimensi saluran. Meteran yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.2 sebagai berikut.



**Gambar 4. 2 Meteran**

Sumber : Dokumen Pibadi

## 4.3 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada Bangunan Ukur 05 B.sp.1a Saluran Sekunder Sendang Pitu Saluran Irigasi Van Der Wijck yang terletak di Desa Sendangrejo, Kecamatan Minggir, Kabupaten Sleman, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.3 dan 4.4 di bawah ini.



**Gambar 4. 3 Lokasi Penelitian**

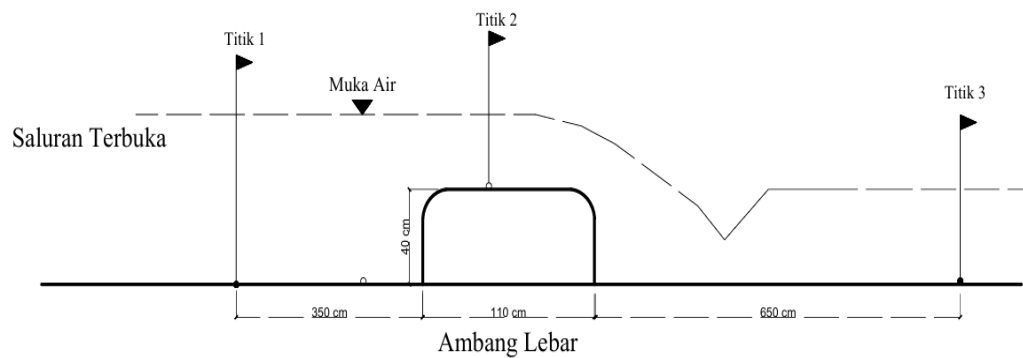


**Gambar 4. 4 Saluran Irigasi Sendang Pitu**

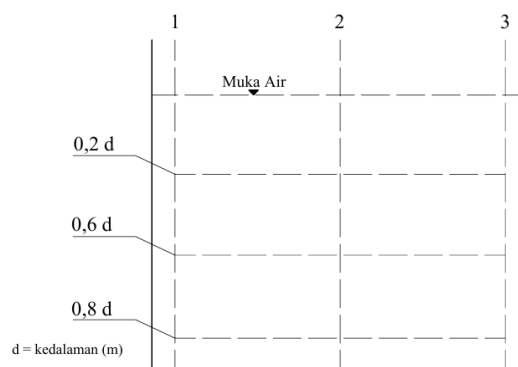
#### 4.4 Metode Penelitian

Pada penelitian ini, pengumpulan data dilakukan dengan menerapkan metode penelitian langsung di lapangan yaitu dengan mencatat hasil pengujian secara langsung di lapangan. Data yang didapatkan selama penelitian diantaranya adalah kecepatan aliran, luas penampang, debit penelitian dan debit tercatat petugas lapangan. Pencatatan dilakukan dengan variasi tinggi bukaan pintu pada saluran dengan variasi bukaan setengah, tiga perempat, dan bukaan penuh. Pengukuran dilakukan pada 3 titik yaitu sebelum ambang, di atas ambang, dan juga setelah

ambang. Pada masing-masing titik pengukuran digunakan metode *mid section* dan pengukuran 3 titik dengan membagi tiap titik menjadi 3 titik horizontal dan vertikal. 3 titik secara horizontal yakni tepi kanan dan kiri saluran serta titik tengah saluran dan juga 3 titik vertikal yakni 0,2; 0,6; dan 0,8 dari kedalaman. Titik dan skema pengukuran dapat dilihat pada Gambar 4.5 dan 4.6 di bawah ini.



**Gambar 4. 5 Titik Pengukuran**



**Gambar 4. 6 Skema Pengukuran Tiap Titik**

Setelah didapatkan data primer dari penelitian yang dilakukan berupa kecepatan air dan tinggi muka air hulu, maka dapat dilakukan analisis data dengan cara sebagai berikut.

1. Debit aliran melalui ambang lebar.

Analisis debit pada ambang lebar dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$Q = V \times A$$

Dengan :

$Q$  = debit aliran, m<sup>3</sup>/s

$V$  = kecepatan, m/s

$A$  = luas penampang, m<sup>2</sup>

## 2. Koefisien debit ambang lebar

Analisis koefisien debit pada alat ukur ambang lebar dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$Cd = \frac{Q}{Q_{th}}$$

Dengan :

$Cd$  = koefisien debit

$Q$  = debit aliran nyata (m<sup>3</sup>/s)

$Q_{th}$  = debit aliran teoritis (m<sup>3</sup>/s)

## 3. Koefisien debit SNI 8137:2015 ambang lebar

Nilai koefisien debit SNI 8137:2015 diketahui dengan menggunakan perbandingan  $h_1/p$  dan  $h_1/L$  menggunakan Tabel 3.1 yang kemudian dilakukan interpolasi dengan rumus berikut ini.

$$y = y_1 + (x - x_1) \left( \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \right)$$

Dengan :

$x$  = Nilai yang diketahui

$y$  = Nilai yang dicari

$x_1, y_1$  = Nilai yang berada di bawah nilai  $x$

$x_2, y_2$  = Nilai yang berada di atas nilai  $x$

## 4. Liku kalibrasi

Liku kalibrasi dilakukan dengan menggunakan regresi berpangkat dengan rumus berikut ini.

$$Q = a \times h^b \tag{3.10}$$

Dengan :

$Q$  = debit (m<sup>3</sup>/s)

$a, b$  = tetapan

$h$  = tinggi muka air hulu (m)

Selanjutnya persamaan regresi pangkat dilinierkan dengan memasukkan nilai ln atau log ke dalam masing-masing parameter.

$$Q = a \times h^b$$

$$\ln Q = \ln a + b \ln h$$

$$\ln Q = b \ln h + \ln a$$

$$y = mx + c$$

Sehingga

$$y = \ln Q$$

$$m = b$$

$$x = \ln h$$

$$c = \ln a$$

Kemudian nilai koefisien  $m$  dan  $c$  dihitung dengan menggunakan persamaan regresi linier sebagai berikut.

$$m = \frac{n\sum xy - \sum x \sum y}{n\sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$c = \frac{\sum y - m\sum x}{n}$$

Dengan :

$m$  = koefisien

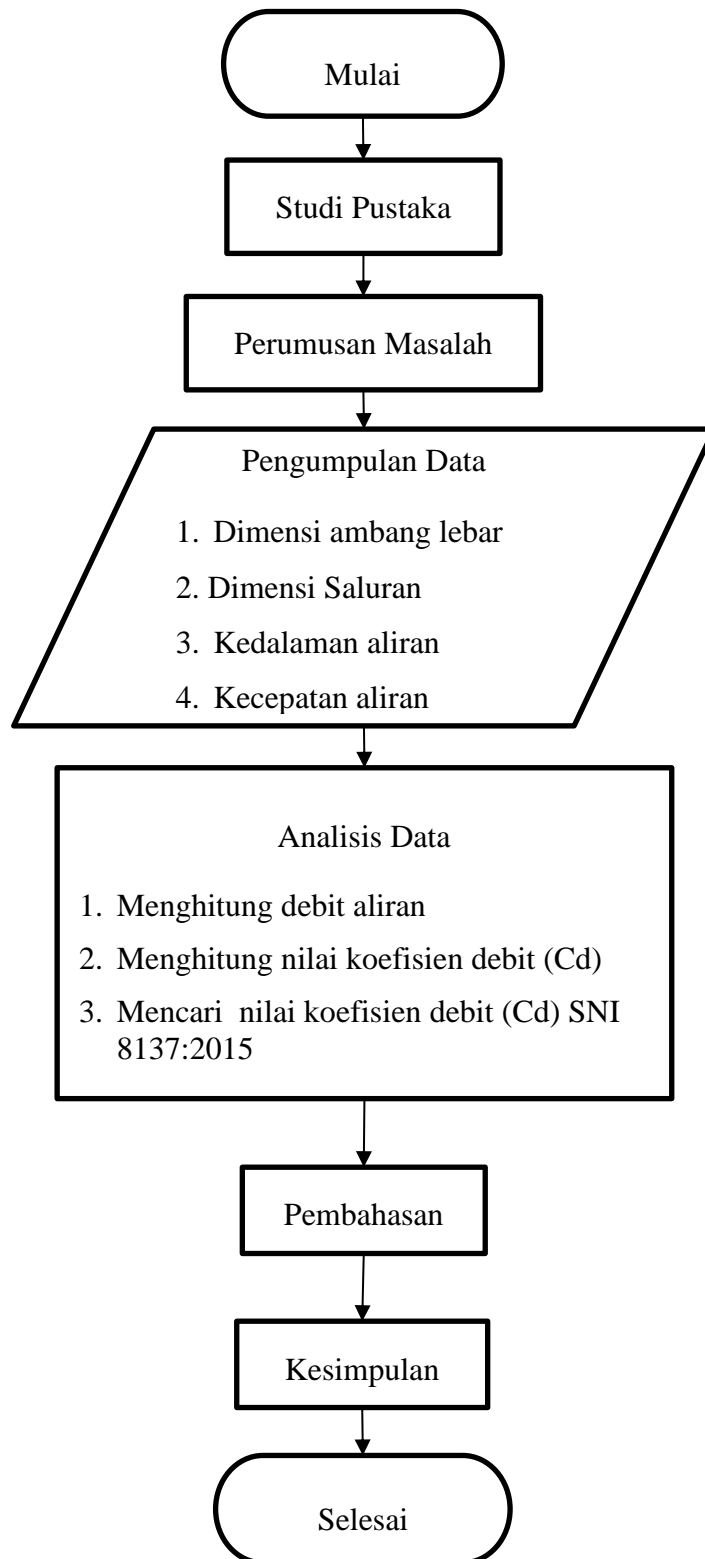
$c$  = koefisien

$x$  = log  $h$  atau  $\ln h$

$y$  = log  $Q$  atau  $\ln Q$

#### 4.5 Diagram Alir

Penelitian ini akan dilaksanakan secara berurutan sebagaimana tertuang dalam diagram alir di bawah ini. Diagram alir pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.7 sebagai berikut.



**Gambar 4. 7 Diagram Alir**

## BAB V

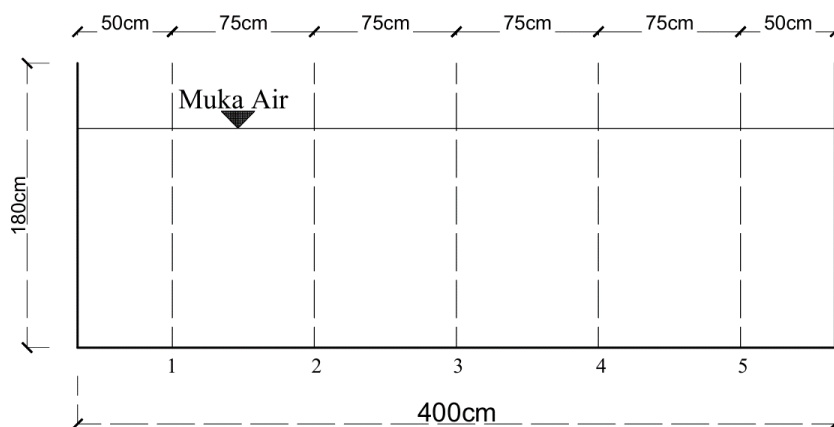
### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Pengukuran Kecepatan Aliran

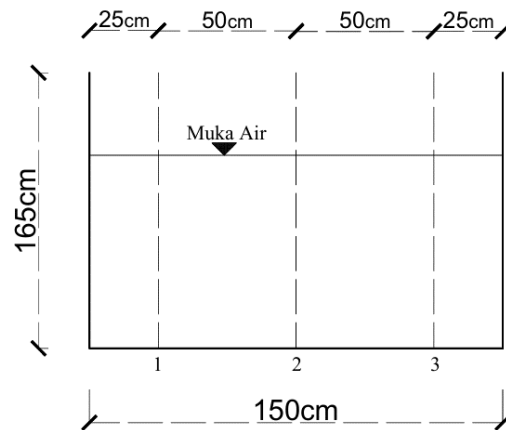
Pada penelitian ini pengukuran dilakukan pada 3 titik yang masing-masing terletak pada sebelum ambang, di atas ambang, dan setelah ambang dengan 3 variasi bukaan pintu yaitu pada bukaan setengah, tiga perempat, dan bukaan penuh untuk memudahkan aplikasi di lapangan. Adapun tahapan yang dilakukan dalam pengukuran kecepatan aliran adalah sebagai berikut.

##### 5.1.1 Dimensi Saluran

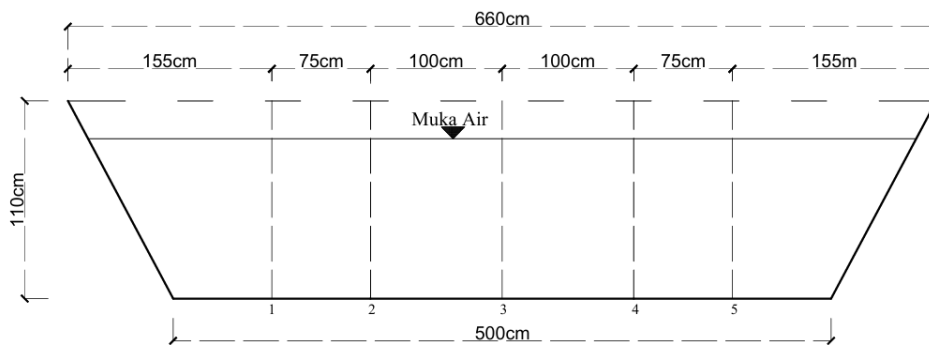
Pengukuran dilakukan pada arah horizontal untuk membagi saluran menjadi beberapa pias dengan jarak tertentu yang akan digunakan sebagai titik pengukuran kecepatan aliran. Adapun gambar potongan melintang dari hasil pengukuran dimensi saluran dan pembagian pias Titik 1, 2, dan 3 dapat dilihat pada Gambar 5.1, 5.2, dan 5.3 di bawah ini.



**Gambar 5. 1 Potongan Melintang Saluran Titik 1**



**Gambar 5. 2 Potongan Melintang Saluran Titik 2**



**Gambar 5. 3 Potongan Melintang Saluran Titik 3**

Kemudian dilakukan pengukuran arah vertikal untuk menentukan kedalaman pada masing-masing pias serta acuan untuk menentukan banyaknya titik pengukuran kecepatan. Adapun hasil pengukuran kedalaman ( $d$ ) tiap pias pada masing-masing titik pengukuran dapat dilihat pada Tabel 5.1, 5.2, dan 5.3 di bawah ini.

**Tabel 5. 1 Kedalaman Titik 1**

Bukaan	d1 (m)	d2 (m)	d3 (m)	d4 (m)	d5 (m)
Setengah	1,02	0,97	1	1,02	1,06
Tiga Perempat	1,07	1,02	1,05	1,07	1,11
Penuh	1,1	1,05	1,08	1,1	1,14

**Tabel 5. 2 Kedalaman Titik 2**

<b>Bukaan</b>	<b>d1 (m)</b>	<b>d2 (m)</b>	<b>d3 (m)</b>
Setengah	0,5	0,5	0,5
Tiga Perempat	0,52	0,52	0,52
Penuh	0,57	0,57	0,57

**Tabel 5. 3 Kedalaman Titik 3**

<b>Bukaan</b>	<b>d1 (m)</b>	<b>d2 (m)</b>	<b>d3 (m)</b>	<b>d4 (m)</b>	<b>d5 (m)</b>
Setengah	0,9	0,9	0,77	0,72	0,70
Tiga Perempat	0,95	0,85	0,82	0,77	0,75
Penuh	0,98	0,98	0,85	0,80	0,78

### 5.1.2 Kecepatan Aliran

Setelah dilakukan pengukuran dimensi saluran kemudian dilakukan pengukuran kecepatan aliran menggunakan alat ukur *current meter* pada masing-masing pias pada tiap titik pengukuran. Apabila kedalaman kurang dari 0,75 m maka pengukuran dilakukan pada titik kedalaman 0,6d sedangkan kedalaman lebih dari 0,75 pengukuran dilakukan pada titik kedalaman 0,2d, 0,6d, dan 0,8d. Adapun hasil pengukuran kecepatan yang telah dilaksanakan dapat dilihat pada Tabel 5.4, 5.5, dan 5.6 di bawah ini.

**Tabel 5. 4 Rekap Kecepatan Aliran Titik 1**

<b>Bukaan</b>	<b>No. Pias</b>	<b>Kedalaman (m)</b>		<b>Kecepatan (m/s)</b>
Setengah	1	0,2d	0,20	0,244
		0,6d	0,61	0,084
		0,8d	0,82	0,067
	2	0,2d	0,19	0,348
		0,6d	0,58	0,092
		0,8d	0,78	0,051
	3	0,2d	0,20	0,400
		0,6d	0,60	0,272
		0,8d	0,80	0,242
	4	0,2d	0,20	0,567
		0,6d	0,61	0,432
		0,8d	0,82	0,200
	5	0,2d	0,21	0,665
		0,6d	0,64	0,451
		0,8d	0,85	0,366
Tiga Perempat	1	0,2d	0,21	0,304
		0,6d	0,64	0,117
		0,8d	0,86	0,103
	2	0,2d	0,20	0,237
		0,6d	0,61	0,122
		0,8d	0,82	0,176
	3	0,2d	0,21	0,251
		0,6d	0,63	0,461
		0,8d	0,84	0,355
	4	0,2d	0,21	0,730
		0,6d	0,64	0,638
		0,8d	0,86	0,373
	5	0,2d	0,22	0,625
		0,6d	0,67	0,530
		0,8d	0,89	0,459
Penuh	1	0,2d	0,22	0,341
		0,6d	0,66	0,214
		0,8d	0,88	0,140
	2	0,2d	0,21	0,251
		0,6d	0,63	0,228
		0,8d	0,84	0,144
3	0,2d	0,22	0,551	
	0,6d	0,65	0,454	

**Lanjutan Tabel 5.4 Rekap Kecepatan Aliran Titik 1**

Bukaan	No. Pias	Kedalaman (m)		Kecepatan (m/s)
	4	0,8d	0,86	0,249
		0,2d	0,22	0,746
		0,6d	0,66	0,657
		0,8d	0,88	0,440
	5	0,2d	0,23	0,661
		0,6d	0,68	0,526
		0,8d	0,91	0,452

**Tabel 5. 5 Rekap Kecepatan Aliran Titik 2**

Bukaan	No. Pias	Kedalaman (m)		Kecepatan (m/s)
Setengah	1	0,6d	0,3	1,543
	2	0,6d	0,3	1,603
	3	0,6d	0,3	1,627
Tiga Perempat	1	0,6d	0,312	1,917
	2	0,6d	0,312	1,907
	3	0,6d	0,312	1,956
Penuh	1	0,6d	0,342	1,885
	2	0,6d	0,342	1,960
	3	0,6d	0,342	1,879

**Tabel 5. 6 Rekap Kecepatan Aliran Titik 3**

Bukaan	No. Pias	Kedalaman (m)		Kecepatan (m/s)
Setengah	1	0,2d	0,18	0,340
		0,6d	0,54	0,210
		0,8d	0,72	0,232
	2	0,2d	0,18	0,447
		0,6d	0,54	0,351
		0,8d	0,72	0,238
	3	0,2d	0,15	0,424
		0,6d	0,46	0,422
		0,8d	0,62	0,267
	4	0,2d		
		0,6d	0,43	0,440
		0,8d		
	5	0,2d		

Lanjutan Tabel 5.6 Rekap Kecepatan Aliran Titik 3

Bukaan	No. Pias	Kedalaman (m)		Kecepatan (m/s)
		0,6d	0,42	0,218
		0,8d		
Tiga Perempat	1	0,2d	0,19	0,445
		0,6d	0,57	0,394
		0,8d	0,76	0,111
	2	0,2d	0,19	0,600
		0,6d	0,57	0,456
		0,8d	0,76	0,410
	3	0,2d	0,16	0,401
		0,6d	0,49	0,337
		0,8d	0,66	0,401
	4	0,2d	0,15	0,449
		0,6d	0,46	0,421
		0,8d	0,62	0,363
	5	0,2d	0,15	0,371
		0,6d	0,45	0,323
		0,8d	0,60	0,180
Penuh	1	0,2d	0,20	0,502
		0,6d	0,59	0,355
		0,8d	0,78	0,273
	2	0,2d	0,20	0,670
		0,6d	0,59	0,431
		0,8d	0,78	0,342
	3	0,2d	0,17	0,462
		0,6d	0,51	0,445
		0,8d	0,68	0,342
	4	0,2d	0,16	0,544
		0,6d	0,48	0,435
		0,8d	0,64	0,346
	5	0,2d	0,16	0,322
		0,6d	0,47	0,319
		0,8d	0,62	0,228

## 5.2 Analisis Data

### 5.2.1 Kecepatan Rerata

Perhitungan kecepatan rata-rata perlu diperhatikan apabila kedalaman pias lebih dari 75 cm dimana dilakukan pengukuran kecepatan pada 3 titik yang dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$V_{i,n} = \left( \left( \frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2} \right) + V_{0,6} \right) \times \frac{1}{2}$$

Dimana :

$V$  = kecepatan (m/s)

$i$  = titik pengukuran

$n$  = nomor pias

$V_{0,2}$  = Kecepatan pada kedalaman 0,2d

$V_{0,6}$  = Kecepatan pada kedalaman 0,6d

$V_{0,8}$  = Kecepatan pada kedalaman 0,8d

#### 1. Kecepatan rata-rata titik 1

$$\begin{aligned} V_{1.1} &= \left( \left( \frac{0,244 + 0,0668}{2} \right) + 0,0836 \right) \times \frac{1}{2} \\ &= 0,120 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{1.2} &= \left( \left( \frac{0,348 + 0,051}{2} \right) + 0,092 \right) \times \frac{1}{2} \\ &= 0,146 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{1.3} &= \left( \left( \frac{0,400 + 0,242}{2} \right) + 0,272 \right) \times \frac{1}{2} \\ &= 0,297 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{1.4} &= \left( \left( \frac{0,567 + 0,200}{2} \right) + 0,432 \right) \times \frac{1}{2} \\ &= 0,408 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{1.5} &= \left( \left( \frac{0,665 + 0,366}{2} \right) + 0,451 \right) \times \frac{1}{2} \\ &= 0,484 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Rekapitulasi kecepatan rata-rata pada titik 1 dapat dilihat pada Tabel 5.7 di bawah ini.

**Tabel 5. 7 Rekapitulasi Kecepatan Rata-rata Titik 1**

<b>Kec. Rata-rata (m/s)</b> \ <b>Bukaan</b>	Setengah	Tiga Perempat	Penuh
V1.1 (m/s)	0,120	0,160	0,227
V1.2 (m/s)	0,146	0,164	0,213
V1.3 (m/s)	0,297	0,382	0,427
V1.4 (m/s)	0,484	0,595	0,625
V1.5 (m/s)	0,408	0,536	0,541

## 2. Kecepatan rata-rata titik 2

$$V_{2.1} = 1,543 \text{ m/s}$$

$$V_{2.2} = 1,603 \text{ m/s}$$

$$V_{2.3} = 1,627 \text{ m/s}$$

Rekapitulasi kecepatan rata-rata pada titik 2 dapat dilihat pada Tabel 5.8 di bawah ini.

**Tabel 5. 8 Rekapitulasi Kecepatan Rata-rata Titik 2**

<b>Kec. Rata-rata (m/s)</b> \ <b>Bukaan</b>	Setengah	Tiga Perempat	Penuh
V2.1 (m/s)	1,543	1,917	1,885
V2.2 (m/s)	1,627	1,956	1,960
V2.3 (m/s)	1,603	1,907	1,879

## 3. Kecepatan rata-rata titik 3

$$V_{3.1} = \left( \left( \frac{0,340 + 0,232}{2} \right) + 0,210 \right) \times \frac{1}{2}$$

$$= 0,248 \text{ m/s}$$

$$V_{3.2} = \left( \left( \frac{0,447 + 0,238}{2} \right) + 0,351 \right) \times \frac{1}{2}$$

$$= 0,347 \text{ m/s}$$

$$V_{3.3} = \left( \left( \frac{0,424 + 0,278}{2} \right) + 0,422 \right) \times \frac{1}{2}$$

$$= 0,387 \text{ m/s}$$

$$V_{3.4} = 0,440 \text{ m/s}$$

$$V_{3.5} = 0,218 \text{ m/s}$$

Rekapitulasi kecepatan rata-rata pada titik 3 dapat dilihat pada Tabel 5.9 di bawah ini.

**Tabel 5. 9 Rekapitulasi Kecepatan Rata-rata Titik 3**

<b>Kec. Rata-rata (m/s)</b> \ <b>Bukaan</b>	Setengah	Tiga Perempat	Penuh
V3.1 (m/s)	0,248	0,336	0,371
V3.2 (m/s)	0,347	0,481	0,469
V3.3 (m/s)	0,387	0,369	0,423
V3.4 (m/s)	0,440	0,414	0,440
V3.5 (m/s)	0,218	0,299	0,297

### 5.2.2 Penampang Basah Saluran

Perhitungan penampang basah dilakukan dengan menggunakan metode tampang tengah dengan rumus sebagai berikut.

$$A_{i,n} = (b_n + b_{n+1}) \times \frac{1}{2} \times d_n$$

Dimana :

$A$  = luas penampang ( $\text{m}^2$ )

$i$  = titik pengukuran

$n$  = nomor pias

$b$  = lebar pias (m)

$d$  = kedalaman pias (m)

#### 1. Perhitungan penampang basah titik 1

Nilai luas penampang basah titik 1 diperoleh dari perhitungan di bawah ini.

$$\begin{aligned} A_{1.1} &= (0,5+0,75) \times \frac{1}{2} \times 1,02 \\ &= 0,6375 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{1.2} &= (0,75+0,75) \times \frac{1}{2} \times 0,97 \\ &= 0,7275 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{1.3} &= (0,75+0,75) \times \frac{1}{2} \times 1 \\ &= 0,7500 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$A_{1,4} = (0,75+0,75) \times \frac{1}{2} \times 1,02$$

$$= 0,7650 \text{ m}^2$$

$$A_{1,5} = (0,5+0,75) \times \frac{1}{2} \times 1,06$$

$$= 0,6625 \text{ m}^2$$

Rekapitulasi luas penampang basah pada titik 1 dapat dilihat pada Tabel 5.10 di bawah ini.

**Tabel 5. 10 Rekapitulasi Luas Penampang Basah Titik 1**

<b>Bukaan</b> <b>Luas (m<sup>2</sup>)</b>	Setengah	Tiga Perempat	Penuh
A1.1 (m <sup>2</sup> )	0,6375	0,6688	0,6875
A1.2 (m <sup>2</sup> )	0,7275	0,7650	0,7875
A1.3 (m <sup>2</sup> )	0,7500	0,7875	0,8100
A1.4 (m <sup>2</sup> )	0,7650	0,8025	0,8250
A1.5 (m <sup>2</sup> )	0,6625	0,6938	0,7125

2. Perhitungan penampang basah titik 2

Nilai luas penampang basah titik 2 diperoleh dari perhitungan di bawah ini.

$$A_{2,1} = (0,25+0,5) \times \frac{1}{2} \times 0,5$$

$$= 0,188 \text{ m}^2$$

$$A_{2,2} = (0,5 +0,5) \times \frac{1}{2} \times 0,5$$

$$= 0,250 \text{ m}^2$$

$$A_{2,3} = (0,5+0,25) \times \frac{1}{2} \times 0,5$$

$$= 0,188 \text{ m}^2$$

Rekapitulasi luas penampang basah pada titik 2 dapat dilihat pada Tabel 5.11 di bawah ini.

**Tabel 5. 11 Rekapitulasi Luas Penampang Basah Titik 2**

<b>Bukaan</b> <b>Luas (m<sup>2</sup>)</b>	Setengah	Tiga Perempat	Penuh
A2.1 (m <sup>2</sup> )	0,188	0,195	0,214
A2.2 (m <sup>2</sup> )	0,250	0,260	0,285
A2.3 (m <sup>2</sup> )	0,188	0,195	0,214

3. Perhitungan penampang basah titik 3

Nilai luas penampang basah titik 3 diperoleh dari perhitungan di bawah ini.

$$\begin{aligned} A_{3.1} &= (1,45 + 0,75) \times \frac{1}{2} \times 0,9 \\ &= 0,990 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{3.2} &= (0,75 + 1) \times \frac{1}{2} \times 0,9 \\ &= 0,788 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{3.3} &= (1 + 1) \times \frac{1}{2} \times 0,77 \\ &= 0,770 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{3.4} &= (1 + 0,75) \times \frac{1}{2} \times 0,72 \\ &= 0,630 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{3.5} &= (0,75 + 1,45) \times \frac{1}{2} \times 0,7 \\ &= 0,770 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Rekapitulasi luas penampang basah pada titik 3 dapat dilihat pada Tabel 5.12 di bawah ini.

**Tabel 5. 12 Rekapitulasi Luas Penampang Basah Titik 3**

<b>Bukaan</b> <b>Luas (m<sup>2</sup>)</b>	Setengah	Tiga Perempat	Penuh
A3.1 (m <sup>2</sup> )	0,990	1,064	1,107
A3.2 (m <sup>2</sup> )	0,788	0,831	0,858
A3.3 (m <sup>2</sup> )	0,770	0,820	0,850
A3.4 (m <sup>2</sup> )	0,630	0,674	0,700
A3.5 (m <sup>2</sup> )	0,770	0,840	0,881

### 5.2.3 Debit Aliran

Nilai debit aliran diperoleh dengan cara mengalikan kecepatan rata-rata dengan luas penampang basah saluran.

$$Q_{i.n} = A \times V$$

Dimana :

$$Q = \text{debit aliran (m}^3/\text{s)}$$

$$i = \text{titik pengukuran}$$

$$n = \text{nomor pias}$$

#### 1. Perhitungan debit titik 1

Besar debit yang mengalir pada pias 1 diperoleh dari perhitungan di bawah ini.

$$\begin{aligned} Q_{1.1} &= 0,120 \times 0,6375 \\ &= 0,076 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{1.2} &= 0,146 \times 0,7275 \\ &= 0,106 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{1.3} &= 0,297 \times 0,75 \\ &= 0,222 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{1.4} &= 0,408 \times 0,765 \\ &= 0,312 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{1.5} &= 0,484 \times 0,6625 \\ &= 0,320 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Adapun rekapitulasi perhitungan debit titik 1 dapat dilihat pada Tabel 5.13 di bawah ini.

**Tabel 5. 13 Rekapitulasi Perhitungan Debit Titik 1**

<b>Bukaan</b> <b>Debit (m<sup>3</sup>/s)</b>	Setengah	Tiga Perempat	Penuh
Q1.1 (m <sup>3</sup> /s)	0,076	0,107	0,156
Q1.2 (m <sup>3</sup> /s)	0,106	0,126	0,168
Q1.3 (m <sup>3</sup> /s)	0,222	0,301	0,346
Q1.4 (m <sup>3</sup> /s)	0,320	0,477	0,516
Q1.5 (m <sup>3</sup> /s)	0,312	0,372	0,386

2. Perhitungan debit titik 2

Besar debit yang mengalir pada pias 1 diperoleh dari perhitungan di bawah ini.

$$Q_{2.1} = 1,543 \times 0,188$$

$$= 0,289 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{2.2} = 1,603 \times 0,250$$

$$= 0,401 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{2.3} = 1,627 \times 0,188$$

$$= 0,305 \text{ m}^3/\text{s}$$

Adapun rekapitulasi perhitungan debit titik 2 dapat dilihat pada Tabel 5.14 di bawah ini.

**Tabel 5. 14 Rekapitulasi Perhitungan Debit Titik 2**

<b>Bukaan</b> <b>Debit (m<sup>3</sup>/s)</b>	Setengah	Tiga Perempat	Penuh
Q2.1 (m <sup>3</sup> /s)	0,289	0,374	0,403
Q2.2 (m <sup>3</sup> /s)	0,401	0,496	0,559
Q2.3 (m <sup>3</sup> /s)	0,305	0,381	0,402

3. Perhitungan debit titik 3

Besar debit yang mengalir pada pias 1 diperoleh dari perhitungan di bawah ini.

$$Q_{3.1} = 0,248 \times 0,990$$

$$= 0,245 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{3.2} = 0,347 \times 0,788$$

$$= 0,273 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{3.3} = 0,387 \times 0,770$$

$$= 0,298 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{3.4} = 0,440 \times 0,630$$

$$= 0,277 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{3.5} = 0,218 \times 0,770$$

$$= 0,168 \text{ m}^3/\text{s}$$

Adapun rekapitulasi perhitungan debit titik 1 dapat dilihat pada Tabel 5.15 di bawah ini.

**Tabel 5. 15 Rekapitulasi Perhitungan Debit Titik 3**

<b>Bukaan</b> <b>Debit(m<sup>3</sup>/s)</b>	Setengah	Tiga Perempat	Penuh
Q3.1 (m <sup>3</sup> /s)	0,245	0,357	0,411
Q3.2 (m <sup>3</sup> /s)	0,273	0,399	0,402
Q3.3 (m <sup>3</sup> /s)	0,298	0,303	0,360
Q3.4 (m <sup>3</sup> /s)	0,277	0,279	0,308
Q3.5 (m <sup>3</sup> /s)	0,168	0,251	0,262

#### 5.2.4 Debit Teori

Debit teori digunakan sebagai pembanding dari debit nyata untuk menentukan nilai dari koefisien debit. Perhitungan debit teori dilakukan sebagai berikut.

1. Debit teori bukaan 50%

$$\begin{aligned}
 Q_{th} \text{ 50\%} &= 1,705 \times 1,5 \times 0,6^{3/2} \\
 &= 1,705 \times 0,697 \\
 &= 1,1886 \text{ m}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

2. Debit teori bukaan 75%

$$\begin{aligned}
 Q_{th} \text{ 75\%} &= 1,705 \times 1,5 \times 0,65^{3/2} \\
 &= 1,705 \times 0,7861 \\
 &= 1,3402 \text{ m}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

3. Debit teori bukaan 100%

$$\begin{aligned}
 Q_{th} \text{ 100\%} &= 1,705 \times 1,5 \times 0,68^{3/2} \\
 &= 1,705 \times 0,8411 \\
 &= 1,4341 \text{ m}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

#### 5.2.5 Koefisien Debit Penelitian

Koefisien debit didapat dengan membandingkan debit nyata hasil pengukuran di atas ambang dengan debit teori. Yang dirumuskan sebagai berikut.

$$Cd_z = \frac{Q_{nyata}}{Q_{teori}}$$

Dimana :

$Cd$  = koefisien debit

$z$  = bukaan pintu

Perhitungan koefisien debit dilakukan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} Cd\ 50\% &= \frac{0,995}{1,1886} \\ &= 0,8373 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Cd\ 75\% &= \frac{1,251}{1,3402} \\ &= 0,9334 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Cd\ 100\% &= \frac{1,363}{1,4341} \\ &= 0,9505 \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan nilai koefisien debit rerata sebagai berikut.

$$\begin{aligned} Cd_{\text{rerata}} &= \frac{0,8373+0,9334+0,9505}{3} \\ &= 0,907 \end{aligned}$$

#### 5.2.6 Koefisien Debit SNI

Koefisien debit menurut SNI 8173:2015 dapat diketahui melalui tabel perbandingan  $h_1/p$  dan  $h_1/L$  dengan menggunakan rumus interpolasi.

$$\begin{aligned} h_1/p &= \frac{0,6}{0,4} \\ &= 1,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h_1/L &= \frac{0,6}{1,1} \\ &= 0,545 \end{aligned}$$

Setelah nilai  $h_1/p$  dan  $h_1/L$  diketahui selanjutnya dicari nilai perbandingan dengan menggunakan tabel perbandingan  $h_1/p$  dengan  $h_1/L$  yang dapat dilihat pada Tabel 5.16 berikut ini.

**Tabel 5. 16 Tabel Perbandingan  $h_1/p$  dengan  $h_1/L$  untuk Koefisien Debit SNI 8173:2015**

$h_1/p$	C untuk $h_1/L$																	
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8
0,1	0,850	0,850	0,850	0,861	0,870	0,885	0,893	0,925	0,948	0,971	0,993	1,016	1,039	1,062	1,085	1,108	1,130	1,148
0,2	0,855	0,855	0,855	0,864	0,874	0,888	0,907	0,930	0,954	0,977	1,001	1,026	1,050	1,074	1,096	1,120	1,142	1,159
0,3	0,864	0,864	0,864	0,863	0,879	0,894	0,913	0,936	0,961	0,986	1,011	1,037	1,061	1,085	1,110	1,132	1,152	1,169
0,4	0,873	0,873	0,873	0,874	0,885	0,901	0,920	0,945	0,959	0,995	1,021	1,047	1,072	1,097	1,122	1,144	1,163	1,180
0,5	0,882	0,882	0,882	0,893	0,894	0,909	0,929	0,954	0,978	1,005	1,032	1,057	1,083	1,109	1,133	1,154	1,173	1,188
0,6	0,892	0,892	0,892	0,894	0,904	0,920	0,941	0,964	0,990	1,016	1,043	1,067	1,094	1,120	1,143	1,164	1,182	1,195
0,7	0,901	0,901	0,901	0,906	0,916	0,932	0,952	0,975	1,000	1,026	1,052	1,077	1,104	1,129	1,152	1,171	1,183	1,203
0,8	0,911	0,911	0,912	0,916	0,926	0,942	0,962	0,985	1,010	1,036	1,062	1,086	1,112	1,136	1,153	1,176	1,194	1,209
0,9	0,921	0,921	0,922	0,926	0,936	0,952	0,972	0,996	1,021	1,046	1,072	1,096	1,120	1,143	1,163	1,181	1,199	1,214
1,0	0,929	0,929	0,931	0,936	0,946	0,962	0,982	1,006	1,031	1,056	1,081	1,106	1,128	1,150	1,169	1,187	1,204	1,220
1,1	0,935	0,937	0,940	0,946	0,956	0,972	0,993	1,017	1,042	1,066	1,092	1,115	1,138	1,159	1,177	1,195	1,212	1,228
1,2	0,941	0,944	0,949	0,956	0,966	0,992	1,004	1,028	1,053	1,077	1,103	1,126	1,148	1,168	1,186	1,204	1,222	1,237
1,3	0,946	0,951	0,957	0,966	0,977	0,993	1,016	1,040	1,063	1,089	1,114	1,136	1,158	1,178	1,196	1,214	1,232	1,250
1,4	0,953	0,959	0,967	0,975	0,986	1,005	1,028	1,050	1,075	1,101	1,124	1,147	1,168	1,187	1,206	1,224	1,244	1,266
1,5	0,961	0,968	0,975	0,984	0,997	1,018	1,040	1,061	1,086	1,111	1,134	1,155	1,176	1,196	1,215	1,235	1,258	1,277
1,6	0,972	0,978	0,985	0,994	1,010	1,030	1,050	1,073	1,096	1,119	1,142	1,164	1,184	1,204	1,224	1,245	1,268	1,289

Karena nilai  $h_1/L$  berada pada rentang 0,5 dan 0,6 maka perlu dilakukan interpolasi untuk menentukan nilai koefisien debit dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$y = y_1 + (x - x_1) \left( \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \right)$$

Dengan :

$x$  = Nilai yang diketahui

$y$  = Nilai Cd yang dicari

$x_1, y_1$  = Nilai yang berada di bawah nilai  $x$

$x_2, y_2$  = Nilai yang berada di atas nilai  $x$

Perhitungan hasil interpolasi dapat dilakukan seperti berikut ini.

$$x_1 = 0,5$$

$$y_1 = 0,997$$

$$x_2 = 0,6$$

$$y_2 = 1,018$$

$$x = 0,545$$

$$y = 0,997 + (0,545 - 0,5) \frac{(1,018 - 0,997)}{(0,6 - 0,5)}$$

$$Cd = 1,007$$

### 5.2.7 Liku Kalibrasi Hasil Penelitian

Perhitungan Liku kalibrasi didapatkan melalui langkah-langkah yang dapat dilihat pada Tabel 5.17 berikut ini.

**Tabel 5. 17 Perhitungan Liku Kalibrasi**

No	h (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	x = ln h	y = ln Q	XY	X <sup>2</sup>
			X	Y		
1	0,80	1,262	-0,226	0,232	-0,052	0,051
2	0,85	1,589	-0,165	0,463	-0,076	0,027
3	0,88	1,743	-0,130	0,556	-0,072	0,017
Jumlah			-0,521	1,251	-0,201	0,095

Kemudian dicari nilai  $m$  dan  $c$  dengan rumus berikut.

$$m = \frac{3 \times (-0,201) - (-0,521 \times 1,251)}{3 \times 0,095 - (-0,521)^2}$$

$$= 3,431$$

$$c = \frac{1,251 - (3,431 \times (-0,521))}{3}$$

$$= 1,013$$

Setelah itu nilai  $a$  dan  $b$  dapat diketahui melalui.

$$a = \exp C$$

$$= 2,753$$

$$b = m$$

$$= 3,431$$

Maka didapatkan rumus debit regresi sebagai berikut.

$$Q_{reg} = 2,753 \times h^{3,431}$$

Dari rumus di atas selanjutnya dilakukan perhitungan debit pada setiap ketinggian yang dapat dilihat pada Tabel 5.18 berikut ini.

**Tabel 5. 18 Rekapitulasi Debit Regresi Penelitian**

<b>No</b>	<b>h (m)</b>	<b>Qreg Penelitian (m<sup>3</sup>/s)</b>
1	0,01	0,0000
2	0,02	0,0000
3	0,03	0,0000
4	0,04	0,0000
5	0,05	0,0001
6	0,06	0,0002
7	0,07	0,0003
8	0,08	0,0005
9	0,09	0,0007
10	0,1	0,0010
11	0,11	0,0014
12	0,12	0,0019
13	0,13	0,0025
14	0,14	0,0032
15	0,15	0,0041
16	0,16	0,0051
17	0,17	0,0063
18	0,18	0,0077
19	0,19	0,0092
20	0,2	0,0110
21	0,21	0,0130
22	0,22	0,0153
23	0,23	0,0178
24	0,24	0,0206
25	0,25	0,0236

**Lanjutan Tabel 5.18 Rekapitulasi Debit Regresi Penelitian**

<b>No</b>	<b>h (m)</b>	<b>Qreg Penelitian (m<sup>3</sup>/s)</b>
26	0,26	0,0271
27	0,27	0,0308
28	0,28	0,0349
29	0,29	0,0394
30	0,3	0,0442
31	0,31	0,0495
32	0,32	0,0552
33	0,33	0,0613
34	0,34	0,0679
35	0,35	0,0750
36	0,36	0,0826
37	0,37	0,0908
38	0,38	0,0995
39	0,39	0,1088
40	0,4	0,1186
41	0,41	0,1291
42	0,42	0,1403
43	0,43	0,1521
44	0,44	0,1645
45	0,45	0,1777
46	0,46	0,1917
47	0,47	0,2063
48	0,48	0,2218
49	0,49	0,2381
50	0,5	0,2551

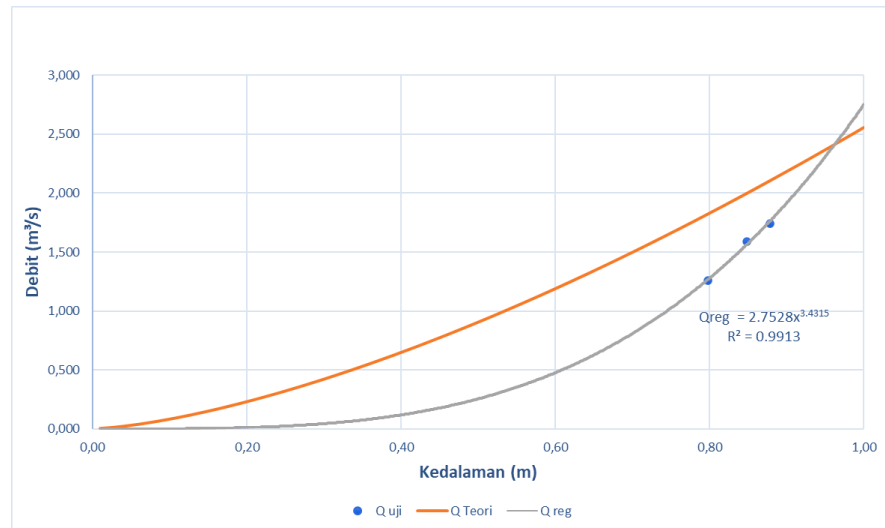
**Lanjutan Tabel 5.18 Rekapitulasi Debit Regresi Penelitian**

<b>No</b>	<b>h (m)</b>	<b>Qreg Penelitian (m<sup>3</sup>/s)</b>
51	0,51	0,2731
52	0,52	0,2919
53	0,53	0,3116
54	0,54	0,3323
55	0,55	0,3539
56	0,56	0,3764
57	0,57	0,4000
58	0,58	0,4246
59	0,59	0,4502
60	0,6	0,4770
61	0,61	0,5048
62	0,62	0,5338
63	0,63	0,5639
64	0,64	0,5952
65	0,65	0,6278
66	0,66	0,6615
67	0,67	0,6965
68	0,68	0,7329
69	0,69	0,7705
70	0,7	0,8095
71	0,71	0,8499
72	0,72	0,8917
73	0,73	0,9349
74	0,74	0,9796
75	0,75	1,0258

**Lanjutan Tabel 5.18 Rekapitulasi Debit Regresi Penelitian**

<b>No</b>	<b>h (m)</b>	<b>Qreg Penelitian (m<sup>3</sup>/s)</b>
76	0,76	1,0735
77	0,77	1,1227
78	0,78	1,1735
79	0,79	1,2260
80	0,8	1,2801
81	0,81	1,3358
82	0,82	1,3932
83	0,83	1,4524
84	0,84	1,5133
85	0,85	1,5761
86	0,86	1,6406
87	0,87	1,7070
88	0,88	1,7753
89	0,89	1,8455
90	0,9	1,9176
91	0,91	1,9917
92	0,92	2,0678
93	0,93	2,1460
94	0,94	2,2262
95	0,95	2,3085
96	0,96	2,3930
97	0,97	2,4796
98	0,98	2,5684
99	0,99	2,6595
100	1	2,7528

Dari perhitungan debit regresi di atas didapatkan grafik liku kalibrasi yang dapat dilihat pada Gambar 5.4 di bawah ini.



**Gambar 5. 4 Grafik Liku Kalibrasi Penelitian**

#### 5.2.8 Liku Kalibrasi data BBWS

Dari data pencatatan Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Serayu Opak didapatkan hasil pencatatan nilai debit pada Tabel 5.19 di bawah ini.

**Tabel 5. 19 Hasil Pengukuran BBWS**

No	h (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)
1	0,46	0,166
2	0,56	0,227
3	0,64	0,398
4	0,7	0,389
5	0,74	0,457
6	0,78	0,516

Setelah diperoleh data debit dan ketinggian yang tercatat maka selanjutnya dilakukan perhitungan liku kalibrasi yang dapat dilihat pada Tabel 5.20 berikut ini.

**Tabel 5. 20 Perhitungan Kalibrasi BBWS**

No	h (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	X = ln h	Y = ln Q	XY	X <sup>2</sup>
			X	Y		
1	0,46	0,166	-0,777	-1,796	1,394	0,603
2	0,56	0,227	-0,580	-1,483	0,860	0,336
3	0,64	0,398	-0,446	-0,921	0,411	0,199
4	0,7	0,389	-0,357	-0,944	0,337	0,127
5	0,74	0,457	-0,301	-0,783	0,236	0,091
6	0,78	0,516	-0,248	-0,662	0,164	0,062
<b>Jumlah</b>			-2,709	-6,589	3,402	1,418

Kemudian dicari nilai  $m$  dan  $c$  dengan rumus berikut.

$$m = \frac{6 \times (3,402) - (-2,709 \times -6,589)}{6 \times 1,418 - (-2,709)^2}$$

$$= 2,193$$

$$c = \frac{(-6,589) - (2,193 \times (-2,709))}{3}$$

$$= -0,108$$

Setelah itu nilai  $a$  dan  $b$  dapat diketahui melalui.

$$a = \exp C$$

$$= 0,897$$

$$b = m$$

$$= 2,193$$

Maka didapatkan rumus debit regresi sebagai berikut.

$$Q_{reg} = 0,897 \times h^{2,193}$$

Dari rumus debit di atas kemudian dilakukan perhitungan debit pada masing-masing ketinggian yang dapat dilihat pada Tabel 5.21 di bawah ini.

**Tabel 5. 21 Rekapitulasi Debit Regresi BBWS**

No	h (m)	Qreg (m <sup>3</sup> /s)
1	0,01	0,000
2	0,02	0,000
3	0,03	0,000
4	0,04	0,001
5	0,05	0,001
6	0,06	0,002
7	0,07	0,003
8	0,08	0,004
9	0,09	0,005
10	0,1	0,006
11	0,11	0,007
12	0,12	0,009
13	0,13	0,010
14	0,14	0,012
15	0,15	0,014
16	0,16	0,016
17	0,17	0,018
18	0,18	0,021
19	0,19	0,024
20	0,2	0,026
21	0,21	0,029
22	0,22	0,032
23	0,23	0,036
24	0,24	0,039
25	0,25	0,043

**Lanjutan Tabel 5.21 Rekapitulasi Debit Regresi BBWS**

<b>No</b>	<b>h (m)</b>	<b>Qreg (m<sup>3</sup>/s)</b>
26	0,26	0,047
27	0,27	0,051
28	0,28	0,055
29	0,29	0,059
30	0,3	0,064
31	0,31	0,069
32	0,32	0,074
33	0,33	0,079
34	0,34	0,084
35	0,35	0,090
36	0,36	0,095
37	0,37	0,101
38	0,38	0,108
39	0,39	0,114
40	0,4	0,120
41	0,41	0,127
42	0,42	0,134
43	0,43	0,141
44	0,44	0,148
45	0,45	0,156
46	0,46	0,163
47	0,47	0,171
48	0,48	0,179
49	0,49	0,188
50	0,5	0,196

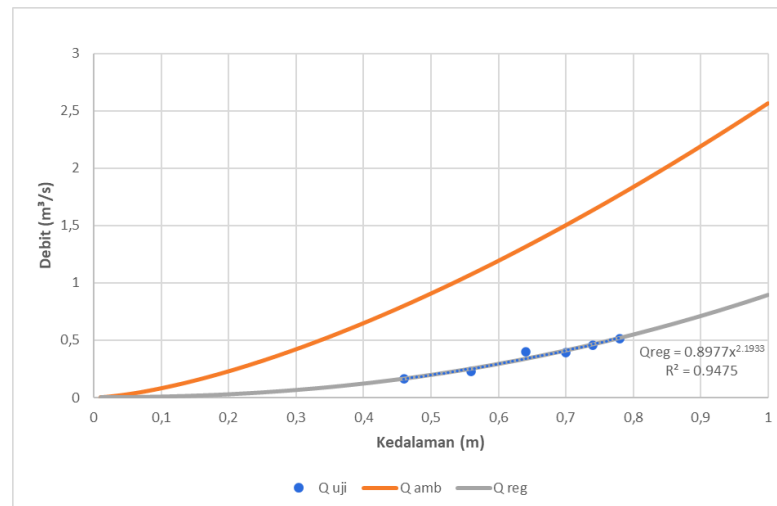
**Lanjutan Tabel 5.21 Rekapitulasi Debit Regresi BBWS**

No	h (m)	Q <sub>reg</sub> (m <sup>3</sup> /s)
51	0,51	0,205
52	0,52	0,214
53	0,53	0,223
54	0,54	0,232
55	0,55	0,242
56	0,56	0,252
57	0,57	0,262
58	0,58	0,272
59	0,59	0,282
60	0,6	0,293
61	0,61	0,304
62	0,62	0,315
63	0,63	0,326
64	0,64	0,337
65	0,65	0,349
66	0,66	0,361
67	0,67	0,373
68	0,68	0,385
69	0,69	0,398
70	0,7	0,411
71	0,71	0,424
72	0,72	0,437
73	0,73	0,450
74	0,74	0,464
75	0,75	0,478

**Lanjutan Tabel 5.21 Rekapitulasi Debit Regresi BBWS**

<b>No</b>	<b>h (m)</b>	<b>Qreg (m<sup>3</sup>/s)</b>
76	0,76	0,492
77	0,77	0,506
78	0,78	0,521
79	0,79	0,535
80	0,8	0,550
81	0,81	0,565
82	0,82	0,581
83	0,83	0,597
84	0,84	0,612
85	0,85	0,629
86	0,86	0,645
87	0,87	0,661
88	0,88	0,678
89	0,89	0,695
90	0,9	0,712
91	0,91	0,730
92	0,92	0,748
93	0,93	0,766
94	0,94	0,784
95	0,95	0,802
96	0,96	0,821
97	0,97	0,840
98	0,98	0,859
99	0,99	0,878
100	1	0,898

Dari perhitungan debit regresi di atas didapatkan grafik liku kalibrasi yang dapat dilihat pada Gambar 5.5 sebagai berikut.



**Gambar 5. 5 Grafik Liku Kalibrasi BBWS**

### 5.3 Pembahasan

#### 5.3.1 Kecepatan Aliran

##### 1. Pengukuran Kecepatan Aliran Titik 1

Dari pengukuran kecepatan yang telah dilakukan didapatkan rekapitulasi nilai kecepatan aliran pada Tabel 5.22 sebagai berikut.

**Tabel 5. 22 Rekapitulasi Kecepatan Aliran Titik 1**

Nomor Pias	Tinggi Bukaannya (%)		
	50%	75%	100%
1	0,120	0,160	0,227
2	0,146	0,164	0,213
3	0,297	0,382	0,427
4	0,484	0,595	0,625
5	0,408	0,536	0,541

Dari data kecepatan aliran yang diperoleh menunjukkan kecepatan aliran tertinggi berada pada pias nomor 4. Hal ini disebabkan oleh pengaruh dasar saluran yang tidak rata sehingga terjadi kemiringan pada dasar saluran yang menyebabkan kecepatan aliran tertinggi tidak berada pada titik tengah saluran. Salah satu faktor

yang menjadi penyebab kemiringan pada dasar saluran adalah adanya sedimen yang mengendap pada dasar saluran.

## 2. Pengukuran Kecepatan Aliran Titik 2

Dari pengukuran kecepatan yang telah dilakukan didapatkan rekapitulasi nilai kecepatan aliran pada Tabel 5.23 sebagai berikut.

**Tabel 5. 23 Rekapitulasi Kecepatan Aliran Titik 2**

Nomor Pias	Tinggi Bukaannya (%)		
	50%	75%	100%
1	1,543	1,917	1,885
2	1,627	1,956	1,960
3	1,603	1,907	1,879

Hasil pengukuran kecepatan pada titik 2 menunjukkan kecepatan aliran yang tertinggi berada pada pias nomor 2. Hal ini dikarenakan pada pias nomor 1 dan 3 berada lebih dekat dengan tepi saluran sehingga nilai kecepatan aliran semakin kecil karena adanya gaya gesek dengan tepi saluran sehingga kecepatan aliran akan berkurang.

## 3. Pengukuran Kecepatan Aliran Titik 3

Dari pengukuran kecepatan yang telah dilakukan didapatkan rekapitulasi nilai kecepatan aliran pada Tabel 5.24 sebagai berikut.

**Tabel 5. 24 Rekapitulasi Kecepatan Aliran Titik 3**

Nomor Pias	Tinggi Bukaannya (%)		
	50%	75%	100%
1	0,248	0,336	0,371
2	0,347	0,481	0,469
3	0,387	0,369	0,423
4	0,440	0,414	0,440
5	0,218	0,299	0,297

Hasil pengukuran kecepatan aliran menunjukkan kecepatan pada titik tengah saluran lebih rendah. Hal ini disebabkan oleh adanya sedimen berupa pasir

yang mengendap pada bagian tengah saluran. Kecepatan tertinggi berada pada pias nomor 4 dan 2 hal ini dikarenakan sedimen yang berada pada dasar saluran berupa batuan sehingga memiliki gaya gesek yang lebih kecil daripada sedimen berupa pasir yang mengendap pada dasar saluran.

### 5.3.2 Perbandingan Koefisien Debit

Dari analisis koefisien debit yang telah dilakukan didapat nilai koefisien debit penelitian sebesar 0,907 dan koefisien debit pada SNI 8137:2015 sebesar 1,007. Kemudian dilakukan perhitungan debit aliran dengan menggunakan nilai koefisien debit masing-masing dengan rumus berikut ini.

$$Q_{SNI} = 1,705 \times 1,007 \times b \times h^{\frac{3}{2}}$$

$$Q_{Analisis} = 1,705 \times 0,907 \times b \times h^{\frac{3}{2}}$$

Dengan:

$b$  = lebar ambang (m)

$h$  = tinggi muka air (m)

Perhitungan nilai debit untuk  $h = 0,5$  m dilakukan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} Q_{SNI} &= 1,705 \times 1,007 \times 1,5 \times 0,5^{\frac{3}{2}} \\ &= 0,910 \text{ (m}^3\text{/s)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{Analisis} &= 1,705 \times 0,907 \times 1,5 \times 0,5^{\frac{3}{2}} \\ &= 0,820 \text{ (m}^3\text{/s)} \end{aligned}$$

Perhitungan presentase selisih debit dilakukan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Selisih (\%)} = \frac{(Q_{SNI} - Q_{Analisis})}{Q_{SNI}} \times 100\%$$

Dimana :

$Q_{SNI}$  = debit dengan Cd SNI

$Q_{Analisis}$  = debit dengan Cd hasil penelitian

Perhitungan selisih nilai debit untuk  $h = 0,5$  m dilakukan sebagai berikut

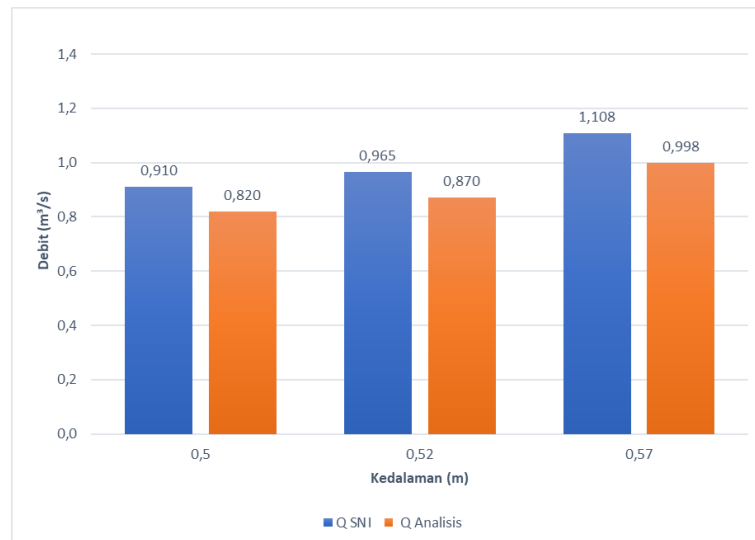
$$\begin{aligned} \text{Selisih (\%)} &= \frac{(0,910 - 0,820)}{0,910} \times 100\% \\ &= 10\% \end{aligned}$$

Terdapat selisih pada masing-masing koefisien sehingga menyebabkan nilai debit yang berbeda yang dapat dilihat pada Tabel 5.25 sebagai berikut.

**Tabel 5. 25 Perbandingan Debit SNI dan Penelitian**

No	h (m)	Q SNI	Q Penelitian	Selisih (%)
1	0,5	0,910	0,820	10%
2	0,52	0,965	0,870	10%
3	0,57	1,108	0,998	10%

Terdapat perbedaan antara nilai debit dengan koefisien SNI dan nilai debit dengan koefisien debit penelitian dimana nilai dari debit dengan koefisien debit SNI memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan nilai debit dengan koefisien debit penelitian dengan presentase perbedaan sebesar 10%. Perbandingan debit penelitian dengan debit SNI dapat dilihat pada Gambar 5.6 berikut ini.



**Gambar 5. 6 Perbandingan Debit Penelitian dan SNI**

### 5.3.2 Perbandingan Hasil Liku Kalibrasi

Dari perhitungan liku kalibrasi dengan metode regresi berpangkat didapatkan rumus debit regresi sebagai berikut.

$$Q_{reg} \text{ Penelitian} = 2,753 \times h^{3,431}$$

$$Q_{reg} \text{ BBWS} = 0,897 \times h^{2,193}$$

Dimana :

$$Q_{reg} = \text{debit regresi (m}^3/\text{s)}$$

$$h = \text{tinggi muka air (m)}$$

Perhitungan debit regresi pada ketinggian aliran 0,46m dilakukan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} Q_{reg} \text{ Penelitian} &= 2,753 \times 0,46^{3,431} \\ &= 0,192 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{reg} \text{ BBWS} &= 0,897 \times 0,46^{2,193} \\ &= 0,163 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

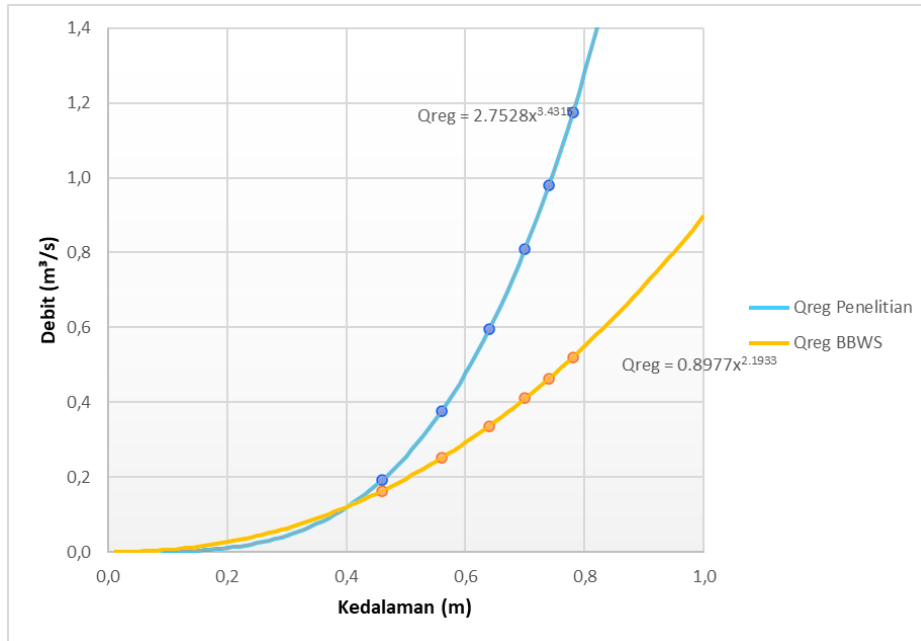
Perbandingan nilai debit regresi pada liku kalibrasi penelitian dan liku kalibrasi BBWS dapat dilihat pada Tabel 5.26 di bawah ini.

**Tabel 5. 26 Perbandingan Debit Liku Kalibrasi**

No	h (m)	Qreg Penelitian	Qreg BBWS
1	0,46	0,192	0,163
2	0,56	0,376	0,252
3	0,64	0,595	0,337
4	0,7	0,810	0,411
5	0,74	0,980	0,464
6	0,78	1,174	0,521

Terdapat selisih nilai debit regresi pada pengukuran yang telah dilakukan dengan debit regresi dengan data pengukuran BBWS dimana nilai debit regresi

hasil penelitian memiliki nilai yang lebih besar. Grafik liku kalibrasi hasil penelitian dan juga hasil perhitungan BBWS dapat dilihat pada Gambar 5.7 sebagai berikut.



**Gambar 5. 7 Grafik Perbandingan Debit Regresi**

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian dan analisis data yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain :

1. Tidak ditemukan nilai koefisien debit ( $C_d$ ) Eksisting sedangkan nilai koefisien debit ( $C_d$ ) berdasarkan SNI 8137:2015 untuk bangunan ukur ambang lebar pada saluran sekunder Sendang Pitoe adalah 1,007.
2. Nilai debit yang dihasilkan koefisien debit hasil penelitian pada saluran sekunder Sendang Pitoe lebih kecil dibandingkan nilai debit yang dihasilkan koefisien debit berdasarkan SNI 8137:2015 dengan selisih sebesar 10%.
3. Nilai koefisien debit pada bangunan ukur ambang lebar pada saluran sekunder Sendang Pitoe adalah 0,907.
4. Liku Kalibrasi hasil penelitian memiliki nilai debit regresi yang lebih besar daripada nilai debit regresi pada data BBWS.

#### **6.2 Saran**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, penulis memiliki saran berupa perlunya penelitian menggunakan alat ukur lainnya karena keterbatasan pada alat ukur *current meter* yang mana tidak dapat membaca kecepatan aliran dengan nilai kecil terutama pada sisi miring saluran sehingga tingkat ketelitian pengukuran dapat ditingkatkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akmal, Akmal, dan Muhammad Ariq. 2024. “Analisis Perhitungan Debit Saluran Dengan Bangunan Ukur Ambang Lebar Pada Daerah Irigasi Samalanga Kabupaten Bireuen.” *Tameh* 9(1):23–32. doi: 10.37598/zfymae11.
- Andandaningrum, Della, Endro Prasetyo Wahono, dan Dyah Indriana Kusumastuti. 2021. “Analisis Koefisien Debit Pintu Crump De Gruyter Dan Pintu Sorong (Studi Kasus Pada Bf 3 & Bf 4 Bpu 15 D.I. Punggur Utara).” *REKAYASA: Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Lampung* 25(1):5–9. doi: 10.23960/rekrjits.v25i1.15.
- Badan Standardisasi Nasional, SNI 8137:2015. 2015. “Pengukuran Debit pada Saluran Terbuka Menggunakan Bangunan Ukur Tipe Pelimpah Atas.” *Jakarta : Badan Standardisasi Nasional* 1–49.
- Direktorat Jendral Sumber Daya Air, Departemen Pekerjaan Umum RI. 2010. “Departemen Pekerjaan Umum RI.” *Prosedur dan Instruksi Kerja Pengukuran Debit Sungai dan Saluran Terbuka* (20).
- Fitriyani, Ni Putu Via. 2022. “Analisis Debit Air di Daerah Aliran Sungai (DAS).” *Ilmuteknik.org* 2(2):1–10.
- Hakim, Dimas Briantono. 2021. “Analisis Koefisien Debit Pada Variasi Alat Ukur Debit Di Laboratorium Hidraulika Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.” 1–98.
- Hanif, Jefri. 2014. “DEBIT ALIRAN.” *DEBIT ALIRAN* 3–5.
- Harseno, Edy, dan Setdin V. .. Jonas. 2007. “Studi Eksperimental Aliran Berubah Beraturan Pada Saluran Terbuka Bentuk Prismatis.” *Majalah Ilmiah UKRIm* 2(12):1–26.
- Ibrahim, Rahman, Amir Halid, dan Yuriko Boekoesoe. 2021. “Non Irigasi Teknis Di Kelurahan Tenilo Kecamatan Limboto.” *Agrinesia* 5(3):176–81.
- Ichsan Amal Huda. 2021. “Kalibrasi Bangunan Ukur Debit Cipoletti di Saluran Irigasi Bendung Dadapan (Cipoletti Discharge Measurement Building Calibration in Dadapan Irrigation ).” 1–114.
- Istiqomah, Nurul Ayu, Dedi Imanuel Pau, dan Alfrendo Satriawan Kabupung.

2022. “Analisis Karakteristik Parameter Hidrolis Aliran Melalui.” *Jurnal Siartek* 8(April):7–16.
- Kamil, Bashar Khairul, Yessi Nirwana Kurniadi, dan Almudatzir Munandar. 2023. “Kajian Koefisien Debit pada Ambang Tajam Persegi (Rectangular Notch) di Laboratorium Mekanika Fluida & Hidraulika ITENAS.” *Prosiding FTSP Series 6* 1–8.
- Lawtanius, Alex, dan Anna Catharina Sri Purna Suswati. 2023. “Pemodelan Nilai Koefisien Debit Pada Pintu Air.” *Jurnal Teknik Sipil* 1(2):44–63.
- Rizaldy, Achmad, Ratna Musa, dan Ali Mallombasi. 2021. “Kalibrasi Koefisien Debit Model Buka-an Pintu Sorong Pada Saluran Terbuka (Uji Laboratorium).” *Jurnal Teknik Sipil MACCA* 6(1):1–10. doi: 10.33096/jtsm.v6i1.273.
- Saifurridzal, Saifurridzal, Entin Hidayah, dan Gusfan Halik. 2023. “Pengukuran Debit di Saluran Irigasi (Studi Lokasi Daerah Irigasi Kabupaten Jember).” *PEKAT: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* 2(2):59–66. doi: 10.37148/pekat.v2i2.32.
- Setiawan, Andi, dan Edi Susanto. 2019. “Penentuan Liku Kalibrasi Debit (Rating Curve) Pada Musim Hujan Di Daerah Aliran Sungai (Das) Deli.” *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem* 7(2):157–65. doi: 10.29303/jrpb.v7i2.117.
- Suhudi, Suhudi, dan Arga Pandawa Arga Pandawa. 2022. “Analisis Energi Spesifik Pada Saluran Terbuka Dengan Penambahan Variasi Panjang Ambang Lebar.” *Jurnal Qua Teknika* 12(01):25–44. doi: 10.35457/quateknika.v12i01.2106.
- Warsiti, Risman dan. 2013. “Kajian aliran melalui pelimpah ambang lebar dan pelimpah ambang tipis.” *Wahana Teknik Sipil* 18(1):12.

# LAMPIRAN

### Lampiran 1 Perhitungan Kecepatan Rerata Titik 1

1. Kecepatan rata-rata titik 1 Bukaannya 50%

$$V_{1.1} = \left( \left( \frac{0,244 + 0,0668}{2} \right) + 0,0836 \right) \times \frac{1}{2}$$

$$= 0,120 \text{ m/s}$$

$$V_{1.2} = \left( \left( \frac{0,348 + 0,051}{2} \right) + 0,092 \right) \times \frac{1}{2}$$

$$= 0,146 \text{ m/s}$$

$$V_{1.3} = \left( \left( \frac{0,400 + 0,242}{2} \right) + 0,272 \right) \times \frac{1}{2}$$

$$= 0,297 \text{ m/s}$$

$$V_{1.4} = \left( \left( \frac{0,567 + 0,200}{2} \right) + 0,432 \right) \times \frac{1}{2}$$

$$= 0,484 \text{ m/s}$$

$$V_{1.5} = \left( \left( \frac{0,665 + 0,366}{2} \right) + 0,451 \right) \times \frac{1}{2}$$

$$= 0,408 \text{ m/s}$$



2. Kecepatan rata-rata titik 1 Bukaannya 75%

$$V_{1.1} = \left( \left( \frac{0,304 + 0,103}{2} \right) + 0,117 \right) \times \frac{1}{2}$$

$$= 0,160 \text{ m/s}$$

$$V_{1.2} = \left( \left( \frac{0,237 + 0,176}{2} \right) + 0,122 \right) \times \frac{1}{2}$$

$$= 0,164 \text{ m/s}$$

$$V_{1.3} = \left( \left( \frac{0,251 + 0,355}{2} \right) + 0,461 \right) \times \frac{1}{2}$$

$$= 0,382 \text{ m/s}$$

$$V_{1.4} = \left( \left( \frac{0,730 + 0,373}{2} \right) + 0,638 \right) \times \frac{1}{2}$$

$$= 0,595 \text{ m/s}$$

$$V_{1.5} = \left( \left( \frac{0,625 + 0,459}{2} \right) + 0,530 \right) \times \frac{1}{2}$$

$$= 0,536 \text{ m/s}$$



### 3. Kecepatan rata-rata titik 1 Bukaannya 100%

$$V_{1.1} = \left( \left( \frac{0,304 + 0,103}{2} \right) + 0,117 \right) \times \frac{1}{2}$$

$$= 0,227 \text{ m/s}$$

$$V_{1.2} = \left( \left( \frac{0,237 + 0,176}{2} \right) + 0,122 \right) \times \frac{1}{2}$$

$$= 0,213 \text{ m/s}$$

$$V_{1.3} = \left( \left( \frac{0,251 + 0,355}{2} \right) + 0,461 \right) \times \frac{1}{2}$$

$$= 0,427 \text{ m/s}$$

$$V_{1.4} = \left( \left( \frac{0,730 + 0,373}{2} \right) + 0,638 \right) \times \frac{1}{2}$$

$$= 0,625 \text{ m/s}$$

$$V_{1.5} = \left( \left( \frac{0,625 + 0,459}{2} \right) + 0,530 \right) \times \frac{1}{2}$$

$$= 0,541 \text{ m/s}$$



## Lampiran 2 Perhitungan Kecepatan Rerata Titik 2

### 1. Kecepatan rata-rata titik 2 Bukaan 50%

$$V_{2.1} = 1,543 \text{ m/s}$$

$$V_{2.2} = 1,627 \text{ m/s}$$

$$V_{2.3} = 1,603 \text{ m/s}$$

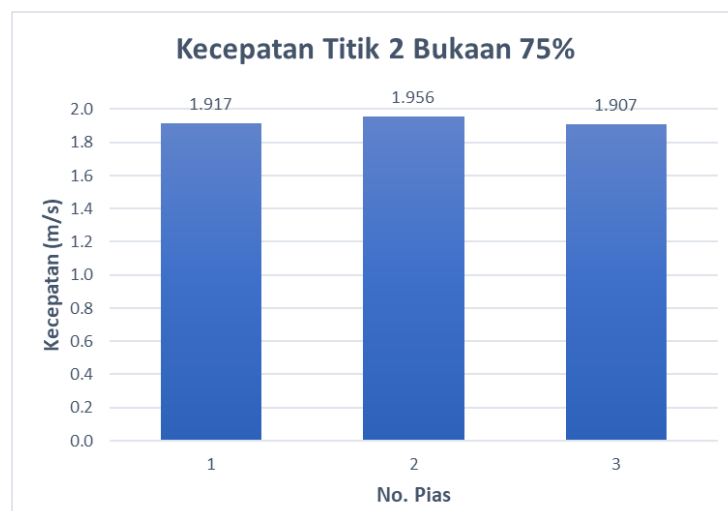


### 2. Kecepatan rata-rata titik 2 Bukaan 75%

$$V_{2.1} = 1,917 \text{ m/s}$$

$$V_{2.2} = 1,956 \text{ m/s}$$

$$V_{2.3} = 1,907 \text{ m/s}$$



3. Kecepatan rata-rata titik 2 Bukaannya 100%

$$V_{2.1} = 1,917 \text{ m/s}$$

$$V_{2.2} = 1,907 \text{ m/s}$$

$$V_{2.3} = 1,956 \text{ m/s}$$



### Lampiran 3 Perhitungan Kecepatan Rerata Titik 3

1. Kecepatan rata-rata titik 3 Bukaannya 50%

$$V_{1.1} = \left( \left( \frac{0,340 + 0,232}{2} \right) + 0,210 \right) \times \frac{1}{2}$$
$$= 0,248 \text{ m/s}$$

$$V_{1.2} = \left( \left( \frac{0,447 + 0,238}{2} \right) + 0,351 \right) \times \frac{1}{2}$$
$$= 0,347 \text{ m/s}$$

$$V_{1.3} = \left( \left( \frac{0,424 + 0,278}{2} \right) + 0,422 \right) \times \frac{1}{2}$$
$$= 0,387 \text{ m/s}$$

$$V_{1.4} = 0,440 \text{ m/s}$$

$$V_{1.5} = 0,218 \text{ m/s}$$



## 2. Kecepatan rata-rata titik 3 Bukaakn 75%

$$V_{1.1} = \left( \left( \frac{0,445 + 0,111}{2} \right) + 0,394 \right) \times \frac{1}{2}$$

$$= 0,336 \text{ m/s}$$

$$V_{1.2} = \left( \left( \frac{0,6 + 0,41}{2} \right) + 0,456 \right) \times \frac{1}{2}$$

$$= 0,481 \text{ m/s}$$

$$V_{1.3} = \left( \left( \frac{0,401 + 0,401}{2} \right) + 0,337 \right) \times \frac{1}{2}$$

$$= 0,369 \text{ m/s}$$

$$V_{1.4} = \left( \left( \frac{0,449 + 0,363}{2} \right) + 0,421 \right) \times \frac{1}{2}$$

$$= 0,414 \text{ m/s}$$

$$V_{1.5} = \left( \left( \frac{0,371 + 0,180}{2} \right) + 0,323 \right) \times \frac{1}{2}$$

$$= 0,299 \text{ m/s}$$



3. Kecepatan rata-rata titik 3 Bukaannya 100%

$$V_{1.1} = \left( \left( \frac{0,445 + 0,111}{2} \right) + 0,394 \right) \times \frac{1}{2}$$

$$= 0,336 \text{ m/s}$$

$$V_{1.2} = \left( \left( \frac{0,6 + 0,41}{2} \right) + 0,456 \right) \times \frac{1}{2}$$

$$= 0,481 \text{ m/s}$$

$$V_{1.3} = \left( \left( \frac{0,401 + 0,401}{2} \right) + 0,337 \right) \times \frac{1}{2}$$

$$= 0,369 \text{ m/s}$$

$$V_{1.4} = \left( \left( \frac{0,449 + 0,363}{2} \right) + 0,421 \right) \times \frac{1}{2}$$

$$= 0,414 \text{ m/s}$$

$$V_{1.5} = \left( \left( \frac{0,371 + 0,180}{2} \right) + 0,323 \right) \times \frac{1}{2}$$

$$= 0,299 \text{ m/s}$$



#### Lampiran 4 Perhitungan Luas Penampang Basah Titik 1

1. Luas penampang basah titik 1 bukaan 50%

$$\begin{aligned} A_{1.1} &= (0,5+0,75) \times \frac{1}{2} \times 1,02 \\ &= 0,6375 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{1.2} &= (0,75+0,75) \times \frac{1}{2} \times 0,97 \\ &= 0,7275 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{1.3} &= (0,75+0,75) \times \frac{1}{2} \times 1 \\ &= 0,7500 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{1.4} &= (0,75+0,75) \times \frac{1}{2} \times 1,02 \\ &= 0,7650 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{1.5} &= (0,5+0,75) \times \frac{1}{2} \times 1,06 \\ &= 0,6625 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

2. Luas penampang basah titik 1 bukaan 75%

$$\begin{aligned} A_{1.1} &= (0,5+0,75) \times \frac{1}{2} \times 1,07 \\ &= 0,669 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{1.2} &= (0,75+0,75) \times \frac{1}{2} \times 1,02 \\ &= 0,765 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{1.3} &= (0,75+0,75) \times \frac{1}{2} \times 1,05 \\ &= 0,788 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{1.4} &= (0,75+0,75) \times \frac{1}{2} \times 1,07 \\ &= 0,803 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{1.5} &= (0,5+0,75) \times \frac{1}{2} \times 1,11 \\ &= 0,694 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

3. Luas penampang basah titik 1 bukaan 100%

$$A_{1.1} = (0,5+0,75) \times \frac{1}{2} \times 1,1$$

$$= 0,688 \text{ m}^2$$

$$A_{1.2} = (0,75+0,75) \times \frac{1}{2} \times 1,05$$

$$= 0,788 \text{ m}^2$$

$$A_{1.3} = (0,75+0,75) \times \frac{1}{2} \times 1,08$$

$$= 0,810 \text{ m}^2$$

$$A_{1.4} = (0,75+0,75) \times \frac{1}{2} \times 1,10$$

$$= 0,825 \text{ m}^2$$

$$A_{1.5} = (0,5+0,75) \times \frac{1}{2} \times 1,14$$

$$= 0,713 \text{ m}^2$$

### Lampiran 5 Perhitungan Luas Penampang Basah Titik 2

1. Luas penampang basah titik 2 bukaan 50%

$$\begin{aligned} A_{2.1} &= (0,25+0,5) \times \frac{1}{2} \times 0,5 \\ &= 0,188 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{2.2} &= (0,5 +0,5) \times \frac{1}{2} \times 0,5 \\ &= 0,250 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{2.3} &= (0,5+0,25) \times \frac{1}{2} \times 0,5 \\ &= 0,188 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

2. Luas penampang basah titik 2 bukaan 75%

$$\begin{aligned} A_{2.1} &= (0,25+0,5) \times \frac{1}{2} \times 0,52 \\ &= 0,195 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{2.2} &= (0,5 +0,5) \times \frac{1}{2} \times 0,52 \\ &= 0,260 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{2.3} &= (0,5+0,25) \times \frac{1}{2} \times 0,52 \\ &= 0,195 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

3. Luas penampang basah titik 2 bukaan 100%

$$\begin{aligned} A_{2.1} &= (0,25+0,5) \times \frac{1}{2} \times 0,57 \\ &= 0,214 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{2.2} &= (0,5 +0,5) \times \frac{1}{2} \times 0,57 \\ &= 0,285 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{2.3} &= (0,5+0,25) \times \frac{1}{2} \times 0,57 \\ &= 0,214 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

### Lampiran 6 Perhitungan Luas Penampang Basah Titik 3

1. Luas penampang basah titik 3 bukaan 50%

$$\begin{aligned} A_{3.1} &= (1,45 + 0,75) \times \frac{1}{2} \times 0,9 \\ &= 0,990 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{3.2} &= (0,75 + 1) \times \frac{1}{2} \times 0,9 \\ &= 0,788 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{3.3} &= (1 + 1) \times \frac{1}{2} \times 0,77 \\ &= 0,770 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{3.4} &= (1 + 0,75) \times \frac{1}{2} \times 0,72 \\ &= 0,630 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{3.5} &= (0,75 + 1,45) \times \frac{1}{2} \times 0,7 \\ &= 0,770 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

2. Luas penampang basah titik 3 bukaan 75%

$$\begin{aligned} A_{3.1} &= (1,45 + 0,75) \times \frac{1}{2} \times 0,95 \\ &= 1,064 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{3.2} &= (0,75 + 1) \times \frac{1}{2} \times 0,95 \\ &= 0,831 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{3.3} &= (1 + 1) \times \frac{1}{2} \times 0,82 \\ &= 0,820 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{3.4} &= (1 + 0,75) \times \frac{1}{2} \times 0,77 \\ &= 0,674 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{3.5} &= (0,75 + 1,45) \times \frac{1}{2} \times 0,75 \\ &= 0,840 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

3. Luas penampang basah titik 3 bukaan 100%

$$A_{3.1} = (1,45 + 0,75) \times \frac{1}{2} \times 0,98$$

$$= 1,107 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} A_{3.2} &= (0,75 + 1) \times \frac{1}{2} \times 0,98 \\ &= 0,858 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{3.3} &= (1 + 1) \times \frac{1}{2} \times 0,85 \\ &= 0,850 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{3.4} &= (1 + 0,75) \times \frac{1}{2} \times 0,80 \\ &= 0,7 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{3.5} &= (0,75 + 1,45) \times \frac{1}{2} \times 0,78 \\ &= 0,881 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

### Lampiran 7 Perhitungan Debit Aliran Titik 1

1. Debit aliran titik 1 bukaan 50%

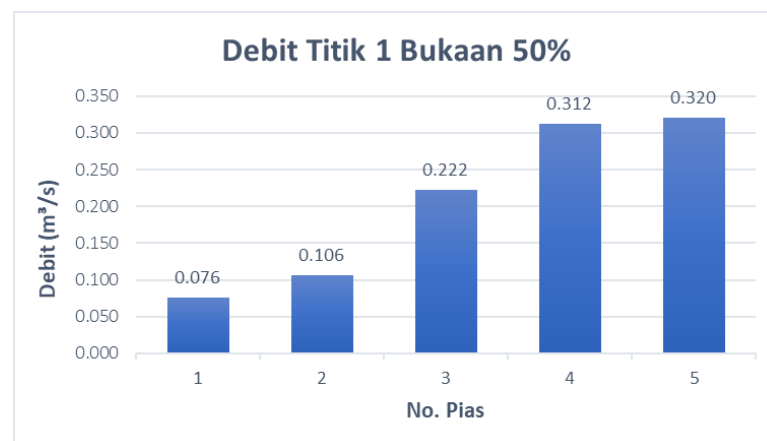
$$\begin{aligned} Q_{1.1} &= 0,120 \times 0,6375 \\ &= 0,076 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{1.2} &= 0,146 \times 0,7275 \\ &= 0,106 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{1.3} &= 0,297 \times 0,75 \\ &= 0,222 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{1.4} &= 0,408 \times 0,765 \\ &= 0,312 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{1.5} &= 0,484 \times 0,6625 \\ &= 0,320 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$



## 2. Debit aliran titik 1 bukaan 75%

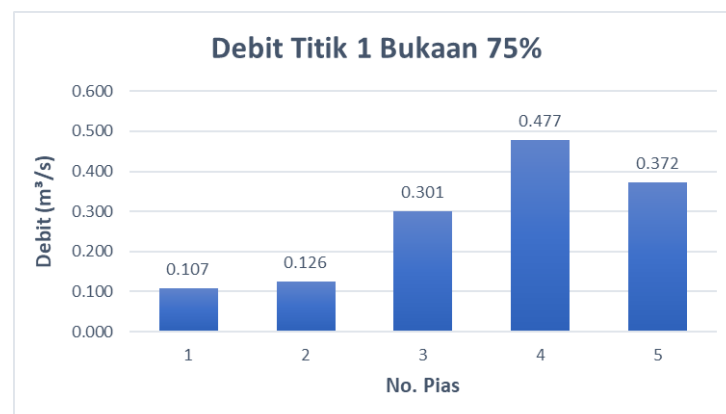
$$Q_{1.1} = 0,160 \times 0,669$$
$$= 0,107 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{1.2} = 0,164 \times 0,765$$
$$= 0,126 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{1.3} = 0,382 \times 0,788$$
$$= 0,301 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{1.4} = 0,595 \times 0,803$$
$$= 0,477 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{1.5} = 0,536 \times 0,694$$
$$= 0,372 \text{ m}^3/\text{s}$$



## 3. Debit aliran titik 1 bukaan 100%

$$Q_{1.1} = 0,227 \times 0,688 \\ = 0,156 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{1.2} = 0,213 \times 0,788 \\ = 0,168 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{1.3} = 0,427 \times 0,810 \\ = 0,346 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{1.4} = 0,625 \times 0,825 \\ = 0,346 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{1.5} = 0,541 \times 0,713 \\ = 0,386 \text{ m}^3/\text{s}$$



### Lampiran 8 Perhitungan Debit Aliran Titik 2

1. Debit aliran titik 2 bukaan 50%

$$Q_{2.1} = 1,543 \times 0,188$$

$$= 0,289 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{2.2} = 1,603 \times 0,250$$

$$= 0,401 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{2.3} = 1,627 \times 0,188$$

$$= 0,305 \text{ m}^3/\text{s}$$



2. Debit aliran titik 2 bukaan 75%

$$Q_{2.1} = 1,917 \times 0,195$$

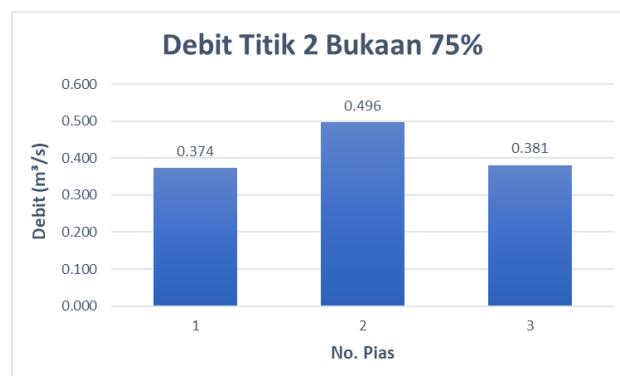
$$= 0,374 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{2.2} = 1,907 \times 0,260$$

$$= 0,496 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{2.3} = 1,956 \times 0,195$$

$$= 0,381 \text{ m}^3/\text{s}$$



## 3. Debit aliran titik 2 bukaan 100%

$$\begin{aligned} Q_{2.1} &= 1,885 \times 0,214 \\ &= 0,403 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{2.2} &= 1,960 \times 0,285 \\ &= 0,559 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{2.3} &= 1,879 \times 0,214 \\ &= 0,402 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$



### Lampiran 9 Perhitungan Debit Aliran Titik 3

1. Debit aliran titik 3 bukaan 50%

$$\begin{aligned} Q_{3.1} &= 0,248 \times 0,990 \\ &= 0,245 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{3.2} &= 0,347 \times 0,788 \\ &= 0,273 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{3.3} &= 0,387 \times 0,770 \\ &= 0,298 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{3.4} &= 0,440 \times 0,630 \\ &= 0,277 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{3.5} &= 0,218 \times 0,770 \\ &= 0,168 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$



## 2. Debit aliran titik 3 bukaan 75%

$$Q_{3.1} = 0,336 \times 1,064$$
$$= 0,357 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{3.2} = 0,481 \times 0,831$$
$$= 0,399 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{3.3} = 0,369 \times 0,820$$
$$= 0,303 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{3.4} = 0,414 \times 0,674$$
$$= 0,279 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{3.5} = 0,299 \times 0,840$$
$$= 0,251 \text{ m}^3/\text{s}$$



## 3. Debit aliran titik 3 bukaan 100%

$$Q_{3.1} = 0,371 \times 1,107$$
$$= 0,411 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{3.2} = 0,469 \times 0,858$$
$$= 0,402 \text{ m}^3/\text{s}$$

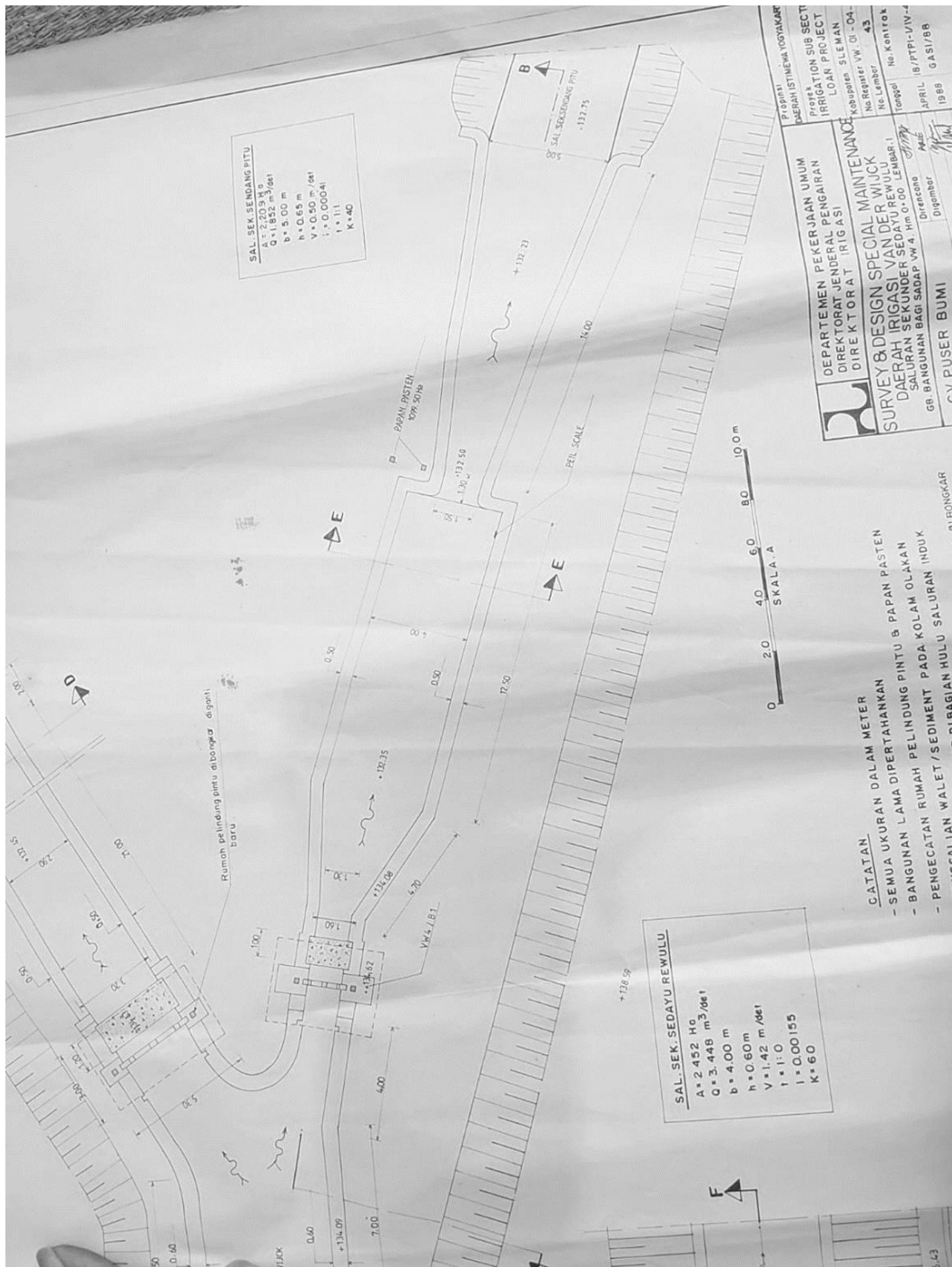
$$Q_{3.3} = 0,423 \times 0,850$$
$$= 0,360 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{3.4} = 0,441 \times 0,7$$
$$= 0,308 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{3.5} = 0,297 \times 0,881$$
$$= 0,262 \text{ m}^3/\text{s}$$



Lampiran 10 Gambar Bangunan



Lampiran 11 Formulir Pengukuran Kecepatan Aliran

FORMULIR PENGUKURAN KECEPATAN ALIRAN  
PENELITIAN TUGAS AKHIR

DIMENSI AMBANG

Panjang Ambang (L)	110
Tinggi Ambang (p)	15.5 cm
Lebar Ambang (b)	150 cm
Kedalaman hulu (y <sub>0</sub> )	100 cm
Tinggi Peluapan (H)	65 cm

DIMENSI PENAMPANG BASAH

Jarak antar titik horizontal

Titik1 : Sebelum Ambang

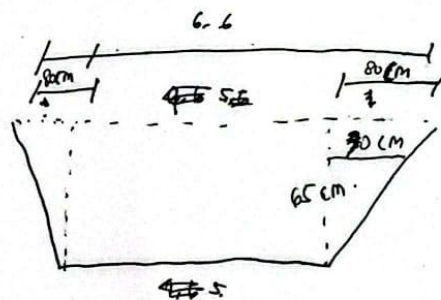
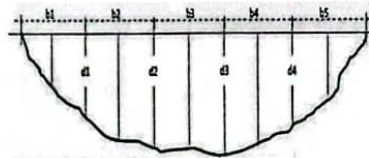
Titik	Lebar
b1	50
b2	75
b3	75
b4	75
b5	75
b6	50
b7	
b8	
b9	
b10	

Titik 2 : Di Atas Ambang

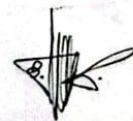
Titik	Lebar
b1	25
b2	50
b3	50
b4	25
b5	
b6	

Titik3 : Setelah Ambang

Titik	Lebar1	Lebar2	Lebar3
b1	70	74	76
b2	75		
b3	75		
b4	100		
b5	100		
b6	75		
b7	75	74	76
b8	70	74	76
b9			
b10			
b11			
b12			



Bukaan 1/2.



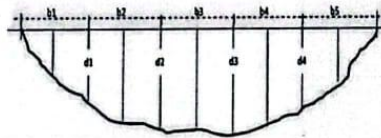
**FORMULIR PENGUKURAN KECEPATAN ALIRAN  
PENELITIAN TUGAS AKHIR**

Kedalaman vertikal

Bukaan Setengah							
Titik	d1	d2	d3	d4	d5	d6	d7
1	102	97	100	102	106		
2	50	50	50				
3	90	90	90	77	72	70	70

Bukaan ... <sup>3</sup> / <sub>4</sub> ...						
Titik	d1	d2	d3	d4	d5	d6
1	107	102	105	107	111	
2	52	52	52			
3	95	95	95	82	77	75

Bukaan ...1 (Full)						
Titik	d1	d2	d3	d4	d5	d6
1	110	105	100	110	119	
2	57	57	57			
3	98	98	98	85	80	78



FORMULIR PENGUKURAN KECEPATAN ALIRAN  
PENELITIAN TUGAS AKHIR

Bukaan  $\frac{3}{4}$

No. Titik : 1  
No. pias : 1  
107

d : 86

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,313
2.	325
3.	320
4.	292
5.	272 297

d : 43

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,120
2.	0,112
3.	0,102
4.	0,092
5.	0,096

d : 22

No	Kecepatan (m/s)
1.	103
2.	106
3.	096
4.	137
5.	111

No. Titik : 1  
No. pias : 4  
107

d : 86

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,597
2.	737
3.	731
4.	233
5.	726 792

d : 43

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,641 0,641
2.	641
3.	615
4.	641
5.	641

d : 22

No	Kecepatan (m/s)
1.	341
2.	397
3.	335
4.	325
5.	391

397  
404  
400

No. Titik : 1  
No. pias : 2  
102

d : 82

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,212
2.	237
3.	234
4.	243
5.	256

d : 41

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,120
2.	0,120
3.	120
4.	116
5.	118

d : 21

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,120 0,256
2.	0,120 232
3.	170 212
4.	271
5.	270

No. Titik : 1  
No. pias : 5  
111

d : 89

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,513
2.	555
3.	641
4.	641
5.	629

d : 44

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,513
2.	513
3.	531
4.	555
5.	530

d : 22

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,513
2.	481
3.	461
4.	441
5.	441

461

No. Titik : 1  
No. pias : 3  
105

d : 84

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,211
2.	224
3.	236
4.	246
5.	269 270

d : 42

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,320 469
2.	391 468
3.	351 469
4.	384 456
5.	469 440

437

d : 21

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,256 324
2.	341
3.	384
4.	365
5.	365

320

No. Titik : 1  
No. pias : 1

d :

No	Kecepatan (m/s)
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

d :

No	Kecepatan (m/s)
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

d :

No	Kecepatan (m/s)
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

**FORMULIR PENGUKURAN KECEPATAN ALIRAN  
PENELITIAN TUGAS AKHIR**

Bukaan 3/4

No. Titik : 2  
No. pias : 1  
52

No. Titik : 2  
No. pias : 2  
52

No. Titik : 2  
No. pias : 3  
52

d :

0.2	No	Kecepatan (m/s)
	1.	
	2.	
	3.	
	4.	
5.		

d :

0.2	No	Kecepatan (m/s)
	1.	
	2.	
	3.	
	4.	
5.		

d :

0.2	No	Kecepatan (m/s)
	1.	
	2.	
	3.	
	4.	
5.		

d : 20,8

0.6	No	Kecepatan (m/s)
	1.	1,924
	2.	1,924
	3.	1,924
	4.	1,911
5.	1,900	

d : 20,8

0.6	No	Kecepatan (m/s)
	1.	1,796
	2.	1,814
	3.	1,821
	4.	1,924
5.	1,924	

d : 20,8

0.6	No	Kecepatan (m/s)
	1.	1,880
	2.	1,920
	3.	1,980
	4.	1,984
5.	1,998	

d :

0.8	No	Kecepatan (m/s)
	1.	
	2.	
	3.	
	4.	
5.		

d :

0.8	No	Kecepatan (m/s)
	1.	
	2.	
	3.	
	4.	
5.		

d :

0.8	No	Kecepatan (m/s)
	1.	
	2.	
	3.	
	4.	
5.		

No. Titik :  
No. pias :

No. Titik :  
No. pias :

No. Titik :  
No. pias :

d :

0.2	No	Kecepatan (m/s)
	1.	
	2.	
	3.	
	4.	
5.		

d :

0.2	No	Kecepatan (m/s)
	1.	
	2.	
	3.	
	4.	
5.		

d :

0.2	No	Kecepatan (m/s)
	1.	
	2.	
	3.	
	4.	
5.		

d :

0.6	No	Kecepatan (m/s)
	1.	
	2.	
	3.	
	4.	
5.		

d :

0.6	No	Kecepatan (m/s)
	1.	
	2.	
	3.	
	4.	
5.		

d :

0.6	No	Kecepatan (m/s)
	1.	
	2.	
	3.	
	4.	
5.		

d :

0.8	No	Kecepatan (m/s)
	1.	
	2.	
	3.	
	4.	
5.		

d :

0.8	No	Kecepatan (m/s)
	1.	
	2.	
	3.	
	4.	
5.		

d :

0.8	No	Kecepatan (m/s)
	1.	
	2.	
	3.	
	4.	
5.		

FORMULIR PENGUKURAN KECEPATAN ALIRAN  
PENELITIAN TUGAS AKHIR

Bukaan  $\frac{3}{4}$ .

No. Titik : 3

No. pias : 1

95  
d : 76

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,427
2.	0,449
3.	0,405
4.	0,436
5.	0,410

d : 30

No	Kecepatan (m/s)
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

d : 10

No	Kecepatan (m/s)
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

No. Titik : 3

No. pias : 4

82

d : 66

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,384
2.	0,389
3.	0,410
4.	0,427
5.	0,402

d : 33

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,326
2.	331
3.	396
4.	340
5.	391

d : 17

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,469
2.	499
3.	436
4.	430
5.	427

No. Titik : 3

No. pias : 2

95  
d : 76

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,427
2.	0,449
3.	0,438
4.	0,455
5.	0,454

d : 30

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,389
2.	389
3.	416
4.	436
5.	402

d : 19

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,120
2.	120
3.	096
4.	089
5.	096

No. Titik : 3

No. pias : 5

77

d : 62

No	Kecepatan (m/s)
1.	699 469
2.	699 461
3.	699 469
4.	699 431
5.	699 416

d : 31

No	Kecepatan (m/s)
1.	384
2.	499
3.	410
4.	427
5.	436

d : 16

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,384
2.	333
3.	389
4.	353
5.	359

No. Titik : 3

No. pias : 3

95  
d : 76

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,590
2.	0,596
3.	0,609
4.	0,607
5.	0,601

d : 30

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,320
2.	391
3.	389
4.	410
5.	427

d : 19

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,427
2.	427
3.	409
4.	393
5.	401

No. Titik : 3

No. pias : 6

75

d : 60

No	Kecepatan (m/s)
1.	389 128
2.	389 153
3.	359 169
4.	160
5.	156

d : 30

No	Kecepatan (m/s)
1.	128
2.	320
3.	298
4.	328
5.	320

d : 15

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,192
2.	170
3.	192
4.	175
5.	170

FORMULIR PENGUKURAN KECEPATAN ALIRAN  
 PENELITIAN TUGAS AKHIR

Bukaan 1/2.

No. Titik : 1  
 No. pias : 1

102  
 d : 81,6

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,224
2.	0,256
3.	0,256
4.	0,241
5.	0,243

d : 40,8

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,085
2.	0,085
3.	0,084
4.	0,085
5.	0,079

d : 20,4

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,064
2.	0,079
3.	0,070
4.	0,069
5.	0,057

No. Titik :  
 No. pias : 9

102  
 d : 81,6

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,561
2.	0,567
3.	0,563
4.	0,573
5.	0,560

d : 40,8

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,461
2.	0,499
3.	0,416
4.	0,413
5.	0,420

d : 20,4

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,206
2.	205
3.	201
4.	192
5.	197

No. Titik : 1  
 No. pias : 2

97  
 d : 77,6

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,347
2.	0,336
3.	0,272
4.	0,345
5.	0,538

d : 38,8

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,091
2.	0,088
3.	0,089
4.	0,096
5.	0,088

d : 19,4

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,064
2.	0,037
3.	0,053
4.	0,049
5.	0,047

No. Titik :  
 No. pias : 5

106  
 d : 84,8

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,691
2.	0,657
3.	0,671
4.	0,693
5.	0,681

d : 42,4

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,256
2.	0,249
3.	0,320
4.	0,369
5.	0,449

d : 21,2

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,384
2.	384
3.	384
4.	363
5.	391

No. Titik :  
 No. pias : 3

100  
 d : 80

No	Kecepatan (m/s)
1.	336
2.	0,396
3.	0,402
4.	0,440
5.	0,427

d : 40

No	Kecepatan (m/s)
1.	476
2.	0,359
3.	0,256
4.	0,277
5.	0,283

d : 20

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,170
2.	179
3.	201
4.	302
5.	277

No. Titik :  
 No. pias :

d :

No	Kecepatan (m/s)
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

d :

No	Kecepatan (m/s)
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

d :

No	Kecepatan (m/s)
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

FORMULIR PENGUKURAN KECEPATAN ALIRAN  
PENELITIAN TUGAS AKHIR

Bukaan  $\frac{1}{2}$ .

No. Titik : 2  
No. pias : 1

No. Titik : 2  
No. pias : 2

No. Titik : 2  
No. pias : 3

d :

No	Kecepatan (m/s)
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

d :

No	Kecepatan (m/s)
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

d :

No	Kecepatan (m/s)
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

d : 20

No	Kecepatan (m/s)
1.	1,820' 539
2.	1,821 539
3.	1,807 539
4.	1,796 596
5.	1, 599

d : 20

No	Kecepatan (m/s)
1.	1,579 1,683
2.	589 683
3.	593 689
4.	598 687
5.	667 657

d : 20

No	Kecepatan (m/s)
1.	1611 667
2.	1,630
3.	1,635
4.	1,629
5.	1,635

d :

No	Kecepatan (m/s)
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

d :

No	Kecepatan (m/s)
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

d :

No	Kecepatan (m/s)
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

No. Titik :  
No. pias :

No. Titik :  
No. pias :

No. Titik :  
No. pias :

d :

No	Kecepatan (m/s)
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

d :

No	Kecepatan (m/s)
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

d :

No	Kecepatan (m/s)
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

d :

No	Kecepatan (m/s)
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

d :

No	Kecepatan (m/s)
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

d :

No	Kecepatan (m/s)
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

d :

No	Kecepatan (m/s)
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

d :

No	Kecepatan (m/s)
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

d :

No	Kecepatan (m/s)
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

FORMULIR PENGUKURAN KECEPATAN ALIRAN  
PENELITIAN TUGAS AKHIR

Bukaan 1/2

No. Titik : 3  
No. pias : 1  
90

d : 72

No	Kecepatan (m/s)
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

d : 36

No	Kecepatan (m/s)
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

d : 18

No	Kecepatan (m/s)
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

No. Titik : 3  
No. pias : 4  
77

d : 81,6

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,413 499
2.	431
3.	437
4.	395
5.	492

d : 30,8

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,389
2.	494
3.	449
4.	420
5.	400

d : 15,4

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,264
2.	256
3.	258
4.	277
5.	270

No. Titik : 3  
No. pias : 2  
90

d : 72

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,377
2.	320
3.	330
4.	320
5.	336

d : 36

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,256
2.	212
3.	192
4.	190
5.	192

d : 18

No	Kecepatan (m/s)
1.	256
2.	229
3.	205
4.	239
5.	237

No. Titik : 3  
No. pias : 5  
92

d :

No	Kecepatan (m/s)
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

d : 28,8

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,269
2.	0,160 449
3.	170 436
4.	172 427
5.	160 420

d :

No	Kecepatan (m/s)
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

No. Titik : 3  
No. pias : 3  
90

d : 72

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,449
2.	461
3.	499
4.	458
5.	420

d : 36

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,320
2.	341
3.	359
4.	365
5.	368

d : 18

No	Kecepatan (m/s)
1.	229
2.	291
3.	293
4.	295
5.	236

No. Titik : 3  
No. pias : 6  
70

d :

No	Kecepatan (m/s)
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

d : 28

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,192
2.	212
3.	221
4.	230
5.	234

d :

No	Kecepatan (m/s)
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

FORMULIR PENGUKURAN KECEPATAN ALIRAN  
PENELITIAN TUGAS AKHIR

Bukaan 1

No. Titik : 1  
No. pias : 1

110  
d : 80

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,153 0,268
2.	158 186
3.	153 0,352 339
4.	143 0,353
5.	138 0,324

295  
290

d : 44

No	Kecepatan (m/s)
1.	212
2.	219
3.	194
4.	212
5.	232

230

d : 22

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,120
2.	120
3.	142
4.	141
5.	162

No. Titik : 1  
No. pias : 4

110  
d : 80

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,256
2.	256
3.	277
4.	237
5.	216

d : 44

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,609
2.	607
3.	631
4.	630
5.	696

d : 22

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,341
2.	0,340
3.	243 443
4.	244 447
5.	280

233  
233  
233  
233

No. Titik : 1  
No. pias : 2

105  
d : 84

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,256
2.	212
3.	237
4.	256
5.	270

260

d : 42

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,256
2.	256
3.	239
4.	201
5.	171

d : 21

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,160
2.	135
3.	130
4.	139
5.	155

164

No. Titik : 1  
No. pias : 5

114  
d : 91

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,513
2.	577
3.	577
4.	503
5.	555

664

d : 46

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,427 527
2.	499 549
3.	436 536
4.	410 510
5.	407 507

d : 23

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,256
2.	202
3.	201
4.	302 402
5.	329 429

No. Titik : 1  
No. pias : 3

100  
d : 86

No	Kecepatan (m/s)
1.	513 0,527
2.	513 0,525
3.	501
4.	561
5.	559

1415

d : 43

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,279
2.	271
3.	256
4.	232
5.	237

d : 21

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,141
2.	151
3.	140
4.	146
5.	161

No. Titik :  
No. pias :

d :

No	Kecepatan (m/s)
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

d :

No	Kecepatan (m/s)
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

d :

No	Kecepatan (m/s)
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

FORMULIR PENGUKURAN KECEPATAN ALIRAN  
PENELITIAN TUGAS AKHIR

Bukaan 1

No. Titik : 2  
No. pias : 1

No. Titik : 2  
No. pias : 2

No. Titik : 2  
No. pias : 3

d : 57

0.2	No	Kecepatan (m/s)
	1.	
	2.	
	3.	
	4.	
	5.	

d :

0.2	No	Kecepatan (m/s)
	1.	
	2.	
	3.	
	4.	
	5.	

d :

0.2	No	Kecepatan (m/s)
	1.	
	2.	
	3.	
	4.	
	5.	

d : 25

0.6	No	Kecepatan (m/s)
	1.	1,860
	2.	1,896
	3.	1,896
	4.	1,896
	5.	1,890

d : 23

0.6	No	Kecepatan (m/s)
	1.	1,952
	2.	1,953
	3.	98
	4.	96
	5.	97

d : 23

0.6	No	Kecepatan (m/s)
	1.	1,896
	2.	1,896
	3.	1,896
	4.	1,896
	5.	1,896

d :

0.8	No	Kecepatan (m/s)
	1.	
	2.	
	3.	
	4.	
	5.	

d :

0.8	No	Kecepatan (m/s)
	1.	
	2.	
	3.	
	4.	
	5.	

d :

0.8	No	Kecepatan (m/s)
	1.	
	2.	
	3.	
	4.	
	5.	

No. Titik :  
No. pias :

No. Titik :  
No. pias :

No. Titik :  
No. pias :

d :

0.2	No	Kecepatan (m/s)
	1.	
	2.	
	3.	
	4.	
	5.	

d :

0.2	No	Kecepatan (m/s)
	1.	
	2.	
	3.	
	4.	
	5.	

d :

0.2	No	Kecepatan (m/s)
	1.	
	2.	
	3.	
	4.	
	5.	

d :

0.6	No	Kecepatan (m/s)
	1.	
	2.	
	3.	
	4.	
	5.	

d :

0.6	No	Kecepatan (m/s)
	1.	
	2.	
	3.	
	4.	
	5.	

d :

0.6	No	Kecepatan (m/s)
	1.	
	2.	
	3.	
	4.	
	5.	

d :

0.8	No	Kecepatan (m/s)
	1.	
	2.	
	3.	
	4.	
	5.	

d :

0.8	No	Kecepatan (m/s)
	1.	
	2.	
	3.	
	4.	
	5.	

d :

0.8	No	Kecepatan (m/s)
	1.	
	2.	
	3.	
	4.	
	5.	

**FORMULIR PENGUKURAN KECEPATAN ALIRAN  
PENELITIAN TUGAS AKHIR**

No. Titik : 3  
No. pias : 1  
98

d : 70,4

No	Kecepatan (m/s)
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

d : 39,2

No	Kecepatan (m/s)
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

d : 19,6

No	Kecepatan (m/s)
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

No. Titik : 3  
No. pias : 4  
85

d : 68

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,384
2.	0,409
3.	480
4.	461
5.	450

d : 34

No	Kecepatan (m/s)
1.	513 0,463
2.	513 499
3.	381 430
4.	461 430
5.	477 437

d : 17

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,160
2.	0,233
3.	337
4.	352
5.	350

341  
320

No. Titik : 3  
No. pias : 2  
98

d : 70,4

No	Kecepatan (m/s)
1.	530
2.	513
3.	497 464
4.	481
5.	468

d : 39,2

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,304
2.	384
3.	352
4.	333
5.	320

d : 19,6

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,292
2.	212
3.	266
4.	272
5.	262

280

No. Titik : 3  
No. pias : 5  
80

d : 64

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,620
2.	341
3.	552
4.	533
5.	341

d : 32

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,498
2.	4205
3.	4401
4.	422
5.	409

d : 16

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,384
2.	301
3.	333
4.	298
5.	333

No. Titik : 3  
No. pias : 3  
98

d : 70,4

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,604 684
2.	604 684
3.	604 659
4.	652 652
5.	672 672

d : 39,2

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,320 420
2.	341 441
3.	320 426
4.	333 433
5.	341 441

d : 19,6

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,256
2.	212
3.	196
4.	205
5.	212

No. Titik : 3  
No. pias : 6  
70

d : 62,4

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,320
2.	298
3.	320
4.	333
5.	341

d : 31,2

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,320 0,325
2.	332 332
3.	332 330
4.	305
5.	320

d : 15,6

No	Kecepatan (m/s)
1.	0,220
2.	270
3.	260
4.	253
5.	228

## Lampiran 12 Surat Perizinan Penelitian



Nomor : HM 0506-Aa / 1715  
Sifat :  
Lampiran : -  
Hal : **Konfirmasi Permohonan Izin Penelitian Tugas Akhir**  
Yogyakarta, 29 Desember 2024

Yth. Sek. Program Studi Teknik Sipil,  
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.  
di Yogyakarta.

Menindaklanjuti surat Sekretaris Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Nomor: 312/Sek.Prodi PSTS/20/TA/XI/2024 tanggal November 2024 Hal : Izin Penelitian dan Observasi Lapangan, dengan ini kami menyampaikan bahwa Balai Besar Wilayah Sungai Serayu Opak memperbolehkan Penelitian berjudul Analisis Koefisien Debit Menggunakan Alat Ukur Ambang Tajam memberikan izin pelaksanaan penelitian kepada:

Nama : Rizal Muhaiminan  
NIM : 20511246  
Program Studi: Teknik Sipil

Bahwa penelitian hanya untuk kebutuhan akademik dan tidak boleh dipublikasikan tanpa seizin Balai Besar Wilayah Sungai Serayu Opak.

Demikian surat ini kami sampaikan atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terimakasih.

an. Kepala Balai Besar Wilayah Sungai Serayu Opak  
**Kepala Bagian Umum dan Tata Usaha,**



**Tembusan :**

1. Kepala Balai Besar Wilayah Sungai Serayu Opak (sebagai Laporan);
2. Yang bersangkutan.

### Lampiran 13 Dokumentasi Pengukuran Lapangan



