

TUGAS AKHIR

**ANALISIS KOEFISIEN DEBIT PADA ALAT UKUR
DEBIT MENGGUNAKAN AMBANG LEBAR DI
SALURAN SEKUNDER CERBONAN 1 PADA
JARINGAN IRIGASI VAN DER WIJCK**

***(ANALYSIS OF DISCHARGE COEFFICIENT ON FLOW
MEASUREMENT DEVICES USING BROAD-CRESTED
WEIRS IN THE CERBONAN 1 SECONDARY CANAL
OF THE VAN DER WIJCK IRRIGATION SYSTEM)***



Ganjar Svarageng Islami

20511258

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

2025

TUGAS AKHIR

ANALISIS KOEFISIEN DEBIT PADA ALAT UKUR DEBIT MENGUNAKAN AMBANG LEBAR DI SALURAN SEKUNDER CERBONAN 1 PADA JARINGAN IRIGASI VAN DER WIJCK

*(ANALYSIS OF DISCHARGE COEFFICIENT ON FLOW
MEASUREMENT DEVICES USING BROAD-CRESTED WEIRS
IN THE CERBONAN 1 SECONDARY CANAL OF THE VAN DER
WIJCK IRRIGATION SYSTEM)*

Disusun Oleh

Ganjar Syarageng Islami



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

Diuji pada tanggal 24 Oktober 2025

Oleh Dewan Penguji

Pembimbing

Dr. Ir Sri Amini Yuni Astuti, M.T
NIK : 885110101

Penguji I

Dina Anggrahen, S.T., M.Eng.
NIK : 165110105

Penguji II

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

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Sipil



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, 24 Oktober 2025

Yang membuat pernyataan,



Ganjar Svarageng Islami

(20511258)

ABSTRAK

Pengukuran debit aliran air yang akurat sangat penting dalam pengelolaan jaringan irigasi untuk memastikan distribusi air yang efisien. Ambang lebar adalah salah satu bangunan ukur debit yang sering digunakan karena struktur yang sederhana dan akurasi yang tinggi, namun nilai koefisien debit (Cd) pada kondisi lapangan sering berbeda dengan nilai teoritis yang terdapat dalam SNI 8137:2015. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis nilai koefisien debit eksisting pada ambang lebar di Saluran Sekunder Cerbonan 1 Jaringan Irigasi *Van Der Wijck*, membandingkannya dengan nilai Cd dari SNI, dan menyusun liku kalibrasi yang sesuai dengan kondisi lapangan.

Penelitian dilakukan dengan pengukuran langsung menggunakan alat current meter dan metode tampang tengah (mid section). Variasi bukaan pintu yang diuji adalah 0,25 m, 0,37 m, dan 0,50 m. Pengukuran debit dilakukan di tiga titik: sebelum ambang, di atas ambang, dan setelah ambang, dengan setiap titik dibagi menjadi beberapa pias horizontal dan titik vertikal untuk memperoleh kecepatan aliran rata-rata. Data yang diperoleh kemudian dianalisis untuk menghitung debit aktual, debit teoritis, nilai koefisien debit, dan liku kalibrasi menggunakan analisis regresi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai koefisien debit (Cd) eksisting adalah 1,022 untuk bukaan 0,25 m, 1,122 untuk 0,37 m, dan 1,102 untuk 0,50 m, dengan rata-rata 1,082. Nilai tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan Cd teoritis SNI, yang berkisar antara 0,938 hingga 1,010, dengan selisih 9% hingga 15%. Liku kalibrasi yang diperoleh menunjukkan hubungan linier dengan koefisien determinasi yang tinggi, dan didapatkan persamaan liku kalibrasi $Q_{reg} = 2,2431 \times h^{1,6731}$ diperoleh nilai $Q_{regresi}$ pada varian bukaan pintu air 0,5 m adalah 0,236 m³/s, untuk 0,75 m adalah 0,333 m³/s, dan untuk bukaan 1 m adalah 0,484 m³/s

Kata kunci : Saluran Irigasi, Koefisien Debit, Ambang Lebar, Liku Kalibrasi, *Current Meter*

ABSTRACT

Accurate discharge measurement is essential in irrigation network management to ensure efficient and equitable water distribution. A broad-crested weir is one of the most commonly used flow measurement structures due to its simple design and reliable performance. However, the discharge coefficient (C_d) obtained in field conditions often differs from the theoretical values specified in SNI 8137:2015. This study aims to analyze the existing discharge coefficient of a broad-crested weir located in the Cerbonan 1 Secondary Canal of the Van Der Wijck Irrigation System, compare it with the SNI standard values, and develop a suitable calibration curve based on field conditions.

Field measurements were conducted using a current meter and the mid-section method. Three gate openings were tested: 0,25 m, 0,37 m, and 0,50 m. Discharge data were collected at three points upstream, on the weir crest, and downstream where each cross-section was divided into several horizontal and vertical sections to determine the average flow velocity. The measured data were then analyzed to calculate actual discharge, theoretical discharge based on SNI equations, the corresponding discharge coefficients, and to construct a calibration curve using regression analysis.

The results showed that the existing discharge coefficients (C_d) were 1,022 for a 0,25 m opening, 1,122 for 0.37 m, and 1,102 for 0,50 m, with an average of 1.082. These values were higher than the theoretical SNI values (0,938–1,010), with differences ranging from 9% to 15%. The developed calibration curve showed a strong linear relationship with minimal discharge deviation $Q_{reg} = 2,2431 \times h^{1,6731}$ indicating that local calibration is necessary to improve the accuracy of discharge measurements in broad-crested weirs under field conditions.

Keywords: Irrigation Channel, Discharge Coefficient, Broad-Crested Weir, Calibration Curve, Current Meter

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir berjudul “Analisis Koefisien Debit pada Alat Ukur Debit Menggunakan Ambang Lebar di Saluran Sekunder Cerbonan 1 Pada Jaringan Irigasi *Van Der Wijck*” dengan baik.

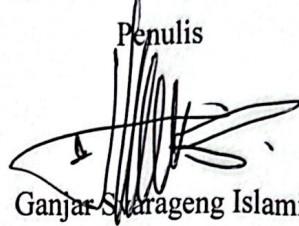
Dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menyadari sepenuhnya bahwa keberhasilan penelitian serta penulisan laporan ini tidak terlepas dari dukungan, bimbingan, fasilitas, serta berbagai bentuk bantuan yang telah diberikan. Oleh sebab itu, melalui kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang tulus kepada semua pihak yang telah berperan.

1. Almarhum ayah tercinta, yang meskipun telah tiada, doa, teladan hidupnya senantiasa menjadi sumber semangat bagi saya. Semoga Allah SWT memberikan tempat terbaik di sisinya.
2. Ibu saya tercinta, Susiati yang dengan kasih sayang, doa, dukungan, dan pengorbanannya selalu mendampingi setiap Langkah saya. Serta seluruh keluarga yang dengan tulus hati meberikan doa, dukungan dan nasihat sehingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.
3. Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
4. Seluruh dosen, pengajar, laboran, asisten, dan karyawan Program Studi Teknik Sipil UII yang telah memberikan ilmu selama masa kuliah.
5. Seluruh pihak dan juga rekan-rekan penulis yang telah memberikan dukungan hingga selesainya Tugas Akhir ini.
6. Seluruh teman-teman anggota Patrick666 yang telah menemani suka dan duka dalam menulis skripsi ini hingga selesai.
7. Amelia Septiani Putri yang selalu memberikan doa, semangat, dukungan selama proses penyusunan skripsi ini, sehingga dapat lebih kuat menghadapi setiap tantangan.

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, 24 Oktober 2025

Penulis



Ganjar Syarageng Islami

(20511258)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	1
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR NOTASI	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Batasan Penelitian	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Umum	4
2.2 Penelitian Terdahulu	4
2.2.1 Analisis Kalibrasi Bangunan Ukur Debit (Hillary dan Nurrochmad, 2016)	4
2.2.2 Analisis Perhitungan Debit Saluran Dengan Bangunan Ukur Ambang Lebar Pada Daerah Irigasi Samalanga Kabupaten Bireuen (Akmal & Ariq, 2020)	5
2.2.3 Koefisien Debit Pintu <i>Crump De Gruyter</i> dan Pintu Sorong (Andandaningrum, Wahono, & Kusumastuti, 2021)	6
2.2.4 Kalibrasi Bangunan Ukur Debit Cipoletti Di Saluran Irigasi Bendung Dadapan (Huda, 2021)	7
2.2.5 Pengukuran Debit Di Saluran Irigasi (Saifurridzal dkk., 2023)	8
2.3 Perbandingan penelitian terdahulu dan penelitian yang diusulkan	8
2.4 Keaslian Penelitian	17

BAB III LANDASAN TEORI	18
3.1 Ambang Lebar	18
3.2 <i>Current Meter</i>	19
3.3 Debit Aliran Nyata (Terukur)	20
3.4 Koefisien Debit	22
3.5 Koefisien Debit SNI 8137:2015	23
3.6 Liku kalibrasi	24
BAB IV	26
4.1 Jenis Penelitian	26
4.2 Lokasi Penelitian	26
4.3 Data Yang Dibutuhkan	27
4.4 Alat Yang Digunakan	28
4.5 Metode Pengumpulan Data	29
4.6 Metode Analisis Data	30
4.7 Bagan Alir	30
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN	32
5.1 Hasil Pengukuran Kecepatan	32
5.1.1 Kecepatan Aliran	35
5.2 Analisis Data	38
5.3 Hasil Analisis Koefisien Debit	41
5.3.1 Debit Aliran	41
5.3.2 Debit Teori	45
5.3.3 Koefisien Debit Analisis	46
5.3.4 Koefisien Debit SNI	46
5.4 Liku Kalibrasi	48
5.5 Pembahasan	53
5.5.1 Perbandingan Koefisien Debit	53
5.5.2 Pembahasan Liku Kalibrasi	54
5.5.3 Pembahasan Liku Kecepatan Aliran	55
BAB VI KESIMPULAN	56
6.1 Kesimpulan	56
6.2 Saran	56

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	9
Tabel 5.1 Kedalaman Titik 1 Sebelum Ambang	34
Tabel 5.2 Kedalaman Titik 2 Di atas Ambang	34
Tabel 5.3 Kedalaman Titik 3 Setelah Ambang	34
Tabel 5.4 Rekap Kecepatan Aliran Titik 1 Sebelum Ambang	35
Tabel 5.5 Rekap Kecepatan Aliran Titik 2 Di atas Ambang	36
Tabel 5.6 Rekap Kecepatan Aliran Titik 3 Setelah Ambang	36
Tabel 5.7 Rekapitulasi Kecepatan Rata-rata Titik 1 Sebelum Ambang	37
Tabel 5.8 Rekapitulasi Kecepatan Rata-rata Titik 2 Di atas Amabang	38
Tabel 5.9 Rekapitulasi Kecepatan Rata-rata Titik 3 Setelah Ambang	38
Tabel 5.10 Rekapitulasi Luas Penampang Basah Titik 1 Sebelum Ambang	39
Tabel 5.11 Rekapitulasi Luas Penampang Basah Titik 2 Di Atas Ambang	40
Tabel 5.12 Rekapitulasi Luas Penampang Basah Titik 3 Setelah Ambang	41
Tabel 5.13 Rekapitulasi Perhitungan Debit Titik 1 Sebelum Ambang	42
Tabel 5.14 Rekapitulasi Perhitungan Debit Titik 2 Di Atas Ambang	43
Tabel 5.15 Rekapitulasi Perhitungan Debit Titik 3 Sesudah Ambang	44
Tabel 5.16 Rekapitulasi Debit Nyata	44
Tabel 5.17 Rekapitulasi Debit SNI 8173:2015	47
Tabel 5.18 Perhitungan Liku Kalibrasi	48
Tabel 5.19 Rekapitulasi Debit Regresi Penelitian	49
Tabel 5.20 Perbandingan Debit SNI dan Penelitian	54
Tabel 5.21 Hasil Nilai Liku Kalibrasi	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Alat Ukur Ambang Lebar	17
Gambar 3.2 Pola Aliran di atas Ambang Lebar	17
Gambar 3.3 Penampang melintang pengukuran debit	19
Gambar 3.4 pengukuran debit dengan menggunakan penampang tengah	21
Gambar 3.7 Grafik perbandingan h_1/p	23
Gambar 4.1 lokasi penelitian	25
Gambar 4.2 Saluran Irigasi Carbonan 1	26
Gambar 4.3 <i>Current Meter</i>	26
Gambar 4.4 Meteran	27
Gambar 4.5 <i>Peilschaal</i>	27
Gambar 4.6 Diagram Alir	30
Gambar 5.1 Dimensi Saluran Titik 1 Sebelum Ambang	Error! Bookmark not defined.
Gambar 5.2 Dimensi Saluran Titik 2 Diatas Ambang	Error! Bookmark not defined.
Gambar 5.3 Dimensi Saluran Titik 3 Sesudah Ambang	Error! Bookmark not defined.
Gambar 5.4 Tinggi Peluapan Pada Bukaan 25 cm	Error! Bookmark not defined.
Gambar 5.5 Tabel Perbandigan h_1/p dengan h_1/L untuk Koefisien Debit SNI	Error! Bookmark not defined.
Gambar 5.6 Grafik Liku Kalibrasi Penelitian	Error! Bookmark not defined.

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
D	= Kedalaman bukaan

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Perhitungan Kecepatan Rerata Titik 1	58
Lampiran 2 Perhitungan Kecepatan Rerata Titik 2	61
Lampiran 3 Perhitungan Kecepatan Rerata Titik 3	64
Lampiran 4 Perhitungan Luas Penampang Basah Titik 1	67
Lampiran 5 Perhitungan Luas Penampang Basah Titik 2	69
Lampiran 6 Perhitungan Luas Penampang Basah Titik 3	70
Lampiran 7 Perhitungan Debit Aliran Titik 1	72
Lampiran 8 Perhitungan Debit Aliran Titik 2	74
Lampiran 9 Perhitungan Debit Aliran Titik 3	75
Lampiran 10 Gambar Bangunan	77
Lampiran 11 Gambar tinggi bukaan	78

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengelolaan sumber daya air yang efisien merupakan aspek krusial dalam berbagai sektor, termasuk pertanian, industri, perkotaan, dan lingkungan. Pengukuran debit aliran air yang akurat sangat penting untuk perencanaan, pengelolaan, dan pengawasan penggunaan air.

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 digunakan untuk mengatur debit aliran. Untuk mendapatkan hasil pengukuran debit menggunakan ambang lebar yang optimal maka perlu diperhatikan nilai dari koefisien debit yang digunakan.

Penelitian mengenai debit aliran melalui sebuah peluap dilakukan untuk menentukan nilai koefisien debit (C_d). Koefisien debit (C_d) adalah angka tak berdimensi yang digunakan sebagai koreksi antara hasil pengukuran debit nyata dari aliran yang melewati bangunan air dan hasil pengukuran debit teoretis. Studi terdahulu menunjukkan bahwa nilai koefisien debit (C_d) tidaklah konstan dan bergantung pada beberapa faktor, seperti tinggi peluapan dan dimensi berbagai model bangunan peluap ambang lebar.

Oleh karena itu, sangat penting untuk mengetahui nilai koefisien debit yang akurat pada kondisi aliran tertentu. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan nilai koefisien debit (C_d) serta menyusun kurva kalibrasi dengan menggunakan ambang lebar pada Saluran Sekunder Cerbonan 1 di Jaringan Irigasi *Van der Wijck*. Selain itu, nilai koefisien debit (C_d) yang diperoleh dari hasil penelitian ini dibandingkan dengan nilai koefisien debit (C_d) yang tercantum dalam SNI 8137:2015.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang di atas, rumusan masalahnya adalah sebagai berikut.

1. Berapa angka nilai koefisien debit (C_d) berdasarkan pengukuran alat ukur ambang lebar di lapangan.
2. Bagaimana perbandingan nilai koefisien debit (C_d) yang dihasilkan melalui penelitian eksperimental dengan alat ukur ambang lebar yang berada di Saluran Irigasi *Van Der Wijck* tepatnya di Saluran Sekunder Cerbonan 1 dibandingkan dengan nilai C_d dari arahan nilai SNI 8137:2015 yang ada.
3. Bagaimana liku kalibrasi (*rating curve*) yang sesuai dengan kondisi lapangan

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui nilai koefisien debit (C_d) yang dihasilkan menggunakan alat ukur ambang lebar.
2. Mengetahui nilai perbandingan nilai koefisien debit (C_d) yang dihitung melalui penelitian dengan alat ukur ambang lebar dibandingkan dengan nilai C_d arahan dari SNI 8137:2015
3. Mengetahui rekomendasi nilai liku kalibrasi (*rating curve*) pada kondisi lapangan.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah menyediakan informasi yang lebih rinci mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi koefisien debit pada alat ukur ambang lebar.

1.5 Batasan Penelitian

Untuk memastikan kualitas hasil penelitian, perlu ditetapkan beberapa batasan dalam prosesnya, yaitu sebagai berikut.

1. Penelitian ini hanya menggunakan alat ukur jenis ambang lebar.

2. Pengaruh rembesan air dari bagian hulu ke hilir bangunan pengukur tidak diperhitungkan.
3. Penelitian ini dilakukan berada di Saluran Irigasi *Van Der Wijck* tepatnya di Saluran Sekunder Cerbonan 1.
4. Dengan rumus yang direkomendasikan, yaitu dari SNI 8137:2015

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Bab ini membahas tinjauan pustaka yang menjadi dasar dalam analisis koefisien debit pada alat ukur debit menggunakan ambang lebar. Tinjauan ini mencakup berbagai referensi yang relevan, baik dari buku, jurnal, maupun penelitian terdahulu, untuk memahami konsep dasar dan pendekatan yang telah dilakukan sebelumnya. Fokus utama adalah pada prinsip kerja alat ukur debit berbasis ambang lebar, karakteristik aliran pada saluran terbuka, serta pengaruh parameter geometris dan hidraulis terhadap nilai koefisien debit. Selain itu, tinjauan pustaka ini juga mencakup metode pengujian dan perhitungan yang digunakan dalam analisis debit, serta hasil penelitian terkait yang dapat menjadi rujukan dalam penyelesaian masalah penelitian dengan fungsi sebagai berikut:

1. untuk mengetahui gap yang belum terselesaikan
2. untuk mengetahui posisi penelitian selanjutnya
3. untuk menghindari duplikasi dan plagiasi
4. untuk mengetahui ragam metode penelitian
5. untuk membentuk cara berpikir ilmiah.

2.2 Penelitian Terdahulu

2.2.1 Analisis Kalibrasi Bangunan Ukur Debit (Hillary dan Nurrochmad, 2016)

Produksi pertanian yang baik tidak lepas dari fungsi air sebagai pemenuhan kebutuhan tanaman. Pemberian air yang kurang ataupun melebihi jumlah air yang diperlukan tanaman akan menurunkan tingkat produksi tanaman tersebut. Pengelolaan sumber daya air untuk lahan pertanian dapat dilakukan dengan pengembangan sistem jaringan irigasi. Salah satu bangunan yang terdapat dalam

jaringan irigasi adalah bangunan ukur debit. Berdasarkan pada pengalaman di lapangan, ditemukan adanya penyimpangan pada hasil pembagian debit pada lahan pertanian dibandingkan dengan debit yang dialirkan oleh petugas. Penelitian ini dilaksanakan untuk mengkalibrasi bangunan ukur debit ambang lebar yang berada di saluran kanan bendung Mrican dan Cipoletti yang berada di saluran sekunder Taban (BRT 2) dan saluran sekunder Dukuh Randu (BRT 6).

Data yang didapat dari hasil pengukuran di lapangan yaitu, kedalaman aliran, lebar penampang saluran dan kecepatan aliran (yang diukur menggunakan *current meter*). Selanjutnya dihitung debit alirannya. Metode yang digunakan adalah membandingkan persamaan antara debit bangunan ukur dan debit terukur dengan persamaan berpangkat (*power*). Pangkat dari kedalaman (*h*) disesuaikan dengan pangkat persamaan bangunan ukur dengan menyesuaikan konstanta pada persamaan debit bangunan ukur.

Hasil analisis menunjukkan bahwa ada perbedaan nyata antara debit hasil pengukuran dan debit teori. Hal ini diakibatkan oleh kerusakan pada tubuh bangunan ukur, adanya bocoran, sedimentasi dan degradasi. Koefisien kalibrasi bangunan ukur debit ambang lebar sebesar 1,348 dan bangunan ukur debit cipoletti sebesar 2,46 dan 2,01.

2.2.2 Analisis Perhitungan Debit Saluran Dengan Bangunan Ukur Ambang Lebar Pada Daerah Irigasi Samalanga Kabupaten Bireuen (Akmal & Ariq, 2020)

Daerah Irigasi Samalanga merupakan jaringan irigasi teknis dimana bangunan pengambilan dan bagi/sadap dilengkapi dengan alat pengatur pembagian air bangunan ukur dan pengatur ambang lebar, sehingga air irigasi yang dialirkan ke petak tersier dapat diatur dan diukur. Daerah Irigasi Samalanga menggunakan sistem bendung sebagai metode untuk mendapatkan debit air dari sungai dengan Bendung Bate Iliek dan Bendung Meurah. Kerusakan yang terdapat di DI Samalanga antara lain sedimentasi, longsohnya saluran irigasi serta kerusakan pada bangunan utama, bangunan pengambilan, bagi dan sadap.

Kerusakan ini dapat membuat terganggunya aliran air irigasi ke bagian hilir, Tujuan penelitian adalah untuk mengevaluasi bagaimana kinerja bangunan ukur debit ambang lebar terhadap pengeluaran pintu air dengan melakukan simulasi pengukuran debit pada bukaan pintu dengan debit standar pintu pada bangunan ukur dan pengatur ambang lebar saluran irigasi primer meurah BME1 (Bendung Meurah 1) Daerah Irigasi Samalanga. Lingkup penelitian ini yaitu lokasi penelitian dilakukan di Daerah Irigasi Samalanga, lokasi penelitian yaitu pada bangunan ukur dan pengatur ambang lebar saluran irigasi primer meurah BME1 (Bendung Meurah 1) Daerah Irigasi Samalanga dan pengukuran arus dilakukan dihilir pintu air pada saluran yang lurus dan relatif seragam dengan simulasi beberapa bukaan pintu menggunakan alat ukur debit *Current meters*. Metode yang digunakan adalah Metode *Mid section*.

Hasil analisis menunjukkan bahwa ada perbedaan nyata antara debit terukur dengan debit standar. Bukaan pintu 55 cm dihasilkan debit standar yaitu 1,046 m³/s, debit terukur 1,245 m³/s, dengan selisih debit 0,21 m³/s, sedangkan bukaan pintu 65 cm dihasilkan debit standar yaitu 1,344 m³/s, debit terukur 1,623 m³/s, dengan selisih debit 0,28 m³/s dan bukaan pintu 75 cm dihasilkan debit standar yaitu 1,666 m³/s, debit terukur menggunakan alat ukur *current meters* 2,022 m³/s, dengan selisih debit 0,36 m³/s. Dalam pengamatan adanya kebocoran pada daun pintu bangunan ukur ambang lebar.

2.2.3 Koefisien Debit Pintu *Crump De Gruyter* dan Pintu Sorong (Andandaningrum, Wahono, & Kusumastuti, 2021)

Koefisien debit (Cd) didefinisikan sebagai perbandingan antara debit nyata dan debit teoritis. Pada DI Punggur Utara BPU 15, permasalahan pada sistem irigasi terjadi karena beberapa faktor, salah satunya adalah kondisi pintu yang perlu dievaluasi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis koefisien debit pintu tipe *crump de gruyter* dan pintu sorong pada pintu BF 3 dan BF 4 sebagai fungsi bukaan pintu air dan menganalisis kinerja pintu sebagai pengatur debit.

Metode penelitian meliputi pengukuran debit di lapangan menggunakan *current meter* pada pintu BF 3 dan BF 4 di daerah irigasi Punggur Utara, dengan

simulasi bukaan pintu 2–40 cm. Data primer diperoleh melalui survei lapangan, sementara data sekunder berupa curah hujan dan klimatologi diperoleh dari Stasiun Meteorologi Radin Inten II. Pengukuran dilakukan saat kondisi air tenang untuk memastikan hasil yang akurat.

Hasil analisis menunjukkan bahwa debit yang dihasilkan berbeda. Untuk pintu BF 3 debit yang dihasilkan antara 0,1028 m³/s sampai dengan 0,6417 m³/s dengan *Cd* rata-rata sebesar 0,8559 sedangkan untuk pintu BF 4 debit yang dihasilkan antara 0,0296 m³/s sampai dengan 0,6361 m³/s dengan *Cd* rata-rata 0,82313. Dan untuk kinerja pintu antara BF 3 dan BF 4 terdapat selisih kehilangan air sebesar 0,0006 m³/s sampai 0,0276 m³/s.

2.2.4 Kalibrasi Bangunan Ukur Debit Cipoletti Di Saluran Irigasi Bendung Dadapan (Huda, 2021)

Kebutuhan pangan tiap tahunnya selalu mengalami peningkatan. Hal tersebut mengakibatkan peningkatan kebutuhan lahan persawahan. Lahan persawahan haruslah mendapatkan suplai debit air yang efektif dan efisien, sehingga perlu bangunan pengukur debit yang akurat. Pada Saluran Irigasi Kali Kuning Bendung Dadapan terdapat kerusakan pada bangunan pengukur debit berjenis *Cipoletti*, dikarenakan adanya korosi, endapan dan rembesan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besaran debit teoritis dan debit nyata, mengetahui kehilangan aliran antara di hulu dan di hilir, dan mengetahui besaran kalibrasi yang dilakukan.

Penelitian dilakukan dengan tiga tahapan. Pertama yaitu pengambilan data di lapangan, berupa luas penampang basah (*A*), tinggi peluapan (*H*), dan kecepatan aliran (*v*) yang diukur menggunakan *current meter*. Tahap kedua, analisis persamaan debit untuk mendapatkan nilai debit di hulu dan hilir. Tahap ketiga, kalibrasi bangunan ukur terhadap persamaan debit milik Dinas Pekerjaan Umum.

Hasil dari penelitian yaitu: (1) Selisih antara debit nyata terhadap debit Dinas Pekerjaan Umum sebesar 10%- 48 % dengan variasi peluapan 15 cm- 57,5 cm. (2) Debit di hulu dan di hilir memiliki kehilangan sebesar 4,97%-36,07% dengan variasi tinggi peluapan 25-55cm. (3) Nilai koefisien hasil kalibrasi sebesar

0,5755, sehingga persamaan baru yang dapat digunakan dalam menghitung debit *Cipoletti* pada Saluran Irigasi Bendung Dadapan adalah $Q = 0,5755 b h^{0,638}$.

2.2.5 Pengukuran Debit Di Saluran Irigasi (Saifurridzal dkk., 2023)

Masalah pendistribusian air akibat perbedaan jumlah debit pada bangunan ukur di lapangan dengan debit sebenarnya menyebabkan terjadinya konflik antar petani, sehingga perlu adanya kalibrasi bangunan ukur irigasi untuk mengatasi permasalahan tersebut. Tujuan dilaksanakannya kegiatan pengabdian masyarakat ini adalah memberikan edukasi dan pelatihan dalam pengukuran debit untuk kalibrasi bangunan ukur irigasi kepada petugas juru dan pengamat Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga dan Sumber Daya Air Kabupaten Jember. Peserta yang mengikuti kegiatan ini lebih dari 20 orang di setiap 16 wilayah irigasi yang ada di Kabupaten Jember.

Metode yang digunakan adalah metode tampang rerata (mean section method) dengan alat *current meter*. Debit dihitung berdasarkan kecepatan aliran rata-rata dan luas penampang saluran, menggunakan rumus matematis untuk akurasi. Kalibrasi dilakukan untuk memastikan keakuratan alat ukur, disertai sosialisasi dan pelatihan kepada petugas irigasi di 16 wilayah Jember.

Didapatkan hasil besar debit hulu dan hilir pada 16 wilayah pengamat mengalami perbedaan yang signifikan. Debit terbesar terletak pada saluran wilayah Mayang yakni $1,98 \text{ m}^3/\text{s}$ dan debit terkecil terletak di saluran wilayah Sumberbaru yakni $0,07 \text{ m}^3/\text{s}$, dengan rerata kondisi saluran ukur mengalami kerusakan pada dinding saluran, sedimentasi dan penumpukan sampah rumah tangga. Kegiatan kalibrasi bangunan ukur irigasi telah memberikan pemahaman kepada pengamat dan juru bahwa kalibrasi perlu dilakukan dengan baik dan benar agar pembagian air dapat akurat dan terukur sesuai kebutuhan.

2.3 Perbandingan penelitian terdahulu dan penelitian yang diusulkan

Penelitian yang sedang dilakukan saat ini memiliki perbedaan dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, seperti yang ditampilkan dalam Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Nama	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
1.	Hillary dan Nurrochmad (2016)	Analisis Kalibrasi Bangunan Ukur Debit	Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkalibrasi bangunan ukur debit ambang lebar di saluran kanan Bendung Mrican serta bangunan ukur debit Cipoletti di saluran sekunder Taban (BRT 2) dan Dukuh Randu (BRT 6), guna mengidentifikasi perbedaan antara debit terukur dan debit teori, serta mengatasi penyimpangan yang disebabkan oleh kerusakan bangunan, bocoran, sedimentasi, dan degradasi.	Metode penelitian yang digunakan melibatkan pengukuran lapangan untuk memperoleh data kedalaman aliran, lebar penampang saluran, dan kecepatan aliran menggunakan <i>current meter</i> , yang kemudian digunakan untuk menghitung debit aliran.	Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan nyata antara debit hasil pengukuran dan debit teori, yang disebabkan oleh kerusakan pada bangunan ukur, bocoran, sedimentasi, dan degradasi. Koefisien kalibrasi yang diperoleh adalah 1,348 untuk bangunan ukur debit ambang lebar, serta 2,46 dan 2,01 untuk bangunan ukur debit Cipoletti

2.	Akmal & Ariq, (2020)	Analisis Perhitungan Debit Saluran Dengan Bangunan Ukur Ambang Lebar Pada Daerah Irigasi Samalanga Kabupaten Bireuen	Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kinerja bangunan ukur dan pengatur debit ambang lebar terhadap pengeluaran pintu air di Daerah Irigasi Samalanga, khususnya pada saluran irigasi primer meurah BME 1 (Bendung Meurah 1). Penelitian ini dilakukan melalui simulasi pengukuran debit menggunakan berbagai bukaan pintu dan alat ukur <i>current meter</i> , serta membandingkan debit terukur dengan debit standar untuk memahami efektivitas bangunan tersebut dalam pengelolaan debit air.	Metode penelitian ini menggunakan pendekatan observasi lapangan untuk mengumpulkan data primer terkait kondisi jaringan irigasi, seperti pengendapan dan kerusakan saluran, serta data sekunder berupa peta dan skema jaringan dari Dinas Pengairan Aceh. Pengukuran debit dilakukan menggunakan <i>Mid Section Method</i> , dengan menghitung luas penampang basah	Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan antara debit standar dan debit terukur pada berbagai bukaan pintu bangunan ukur ambang lebar. Pada bukaan pintu 55 cm, debit standar adalah 1,046 m ³ /s, sedangkan debit terukur 1,254 m ³ /s, dengan selisih -0,21 m ³ /s. Pada bukaan pintu 65 cm, debit standar 1,344 m ³ /s, debit terukur 1,623 m ³ /s, dengan selisih -0,28 m ³ /s. Pada bukaan pintu 75 cm, debit standar
----	-------------------------	--	---	---	---

				saluran dan kecepatan aliran menggunakan alat <i>current meter</i> .	1,666 m ³ /s, debit terukur 2,022 m ³ /s, dengan selisih -0,36 m ³ /s. Perbedaan ini disebabkan oleh kebocoran pada daun pintu bangunan ukur, yang memengaruhi efektivitas pengukuran debit di saluran irigasi
3.	Andandaningrum, Wahono, & Kusumastuti, (2021)	Analisis Koefisien Debit Pintu <i>Crump De Gruyter</i> dan Pintu Sorong (Studi Kasus Pada BF 3 dan BF 4BPU 15	Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis koefisien debit (<i>Cd</i>) pintu tipe crump de gruyter dan pintu sorong pada pintu BF 3 dan BF 4 di daerah irigasi Punggur Utara, serta mengevaluasi kinerja kedua pintu tersebut sebagai pengatur debit air di saluran sekunde	Metode penelitian meliputi pengukuran debit di lapangan menggunakan <i>current meter</i> pada pintu BF 3 dan BF 4 di daerah irigasi Punggur Utara, dengan simulasi bukaan pintu 2–40	Hasil penelitian menunjukkan bahwa koefisien debit (<i>Cd</i>) rata-rata pada pintu BF 3 adalah 0,8559, dengan debit berkisar antara 0,1028–0,6417 m ³ /s, sedangkan pada pintu BF 4 adalah 0,82313,

		Daerah Irigasi Punggur Utara)		cm. Data primer diperoleh melalui survei lapangan, sementara data sekunder berupa curah hujan dan klimatologi diperoleh dari Stasiun Meteorologi Radin Inten II. Pengukuran dilakukan saat kondisi air tenang untuk memastikan hasil yang akurat	dengan debit 0,0296–0,6361 m ³ /s. Kinerja kedua pintu masih baik, tetapi kehilangan air bervariasi dari 0,20% hingga 18,17%, melebihi standar perencanaan irigasi (5–10%), yang disebabkan oleh hambatan seperti sampah, kerusakan saluran, dan rumput liar
4.	Huda I. A., (2021)	Kalibrasi Bangunan Ukur Debit Cipoletti di Saluran Irigasi Bendung Dadapan	Tujuan penelitian ini adalah menentukan debit teoritis dan debit nyata, mengidentifikasi kehilangan air antara hulu dan hilir, serta menghitung kalibrasi alat Cipoletti	Penelitian dilakukan dengan tiga tahapan. Pertama yaitu pengambilan data di lapangan, berupa luas penampang basah (A),	Hasil penelitian menunjukkan bahwa selisih antara debit nyata dan debit dari Dinas Pekerjaan Umum berkisar antara 10%

			berdasarkan data lapangan dan data Dinas Pekerjaan Umum	tinggi peluapan (H), dan kecepatan aliran (v) yang diukur menggunakan <i>current meter</i> . Tahap kedua, analisis persamaan debit untuk mendapatkan nilai debit di hulu dan hilir. Tahap ketiga, kalibrasi bangunan ukur terhadap persamaan debit milik Dinas Pekerjaan Umum.	hingga 48% dengan variasi tinggi peluapan 15 cm hingga 57,5 cm. 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 $Q=0,5755 \cdot b \cdot h^{0,638}$
5.	Saifurridzal, Hidayah, Halik, & Widiarti, (2023)	Pengukuran Debit Di Saluran Irigasi	Tujuan penelitian ini adalah memberikan edukasi dan pelatihan pengukuran debit air untuk kalibrasi bangunan ukur irigasi	Metode yang digunakan adalah metode tampang rerata (mean section	Hasil penelitian menunjukkan debit tertinggi di wilayah Mayang (1,98 m ³ /s) dan

			kepada petugas juru dan pengamat di Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga dan Sumber Daya Air Kabupaten Jember. Hal ini dilakukan untuk mengatasi permasalahan distribusi air irigasi yang sering memicu konflik antar petani akibat ketidaksesuaian debit pada bangunan ukur dengan debit aktual di lapangan	method) dengan alat <i>current meter</i> . Debit dihitung berdasarkan kecepatan aliran rata-rata dan luas penampang saluran, menggunakan rumus matematis untuk akurasi. Kalibrasi dilakukan untuk memastikan keakuratan alat ukur, disertai sosialisasi dan pelatihan kepada petugas irigasi di 16 wilayah Jember	terendah di Sumberbaru (0,07 m ³ /s). Saluran mengalami kerusakan, sedimentasi, dan sampah. Kalibrasi menunjukkan perbedaan signifikan antara pengukuran <i>current meter</i> dan bangunan ukur. Pelatihan meningkatkan pemahaman juru dan pengamat dalam pengukuran debit
6.	Islami	Analisis Koefisien Debit Pada Alat Ukur	Penelitian ini bertujuan untuk 1) Mengetahui perhitungan nilai koefisien debit (<i>Cd</i>) yang	Pada penelitian ini menggunakan pengumpulan data	Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai koefisien debit (<i>Cd</i>)

		<p>Debit</p> <p>Menggunakan Ambang Lebar Di Saluran Sekunder Cerbonan 1 Pada Jaringan Irigasi <i>Van Der Wijck</i></p>	<p>dihasilkan menggunakan alat ukur ambang lebar, 2) Mengetahui nilai perbandingan nilai koefisien debit (C_d) yang dihitung melalui penelitian dengan alat ukur ambang lebar dibandingkan dengan nilai C_d arahan SNI 8137:2015, 3) Mengetahui nilai liku kalibrasi (<i>rating curve</i>) sesuai pada kondisi lapangan</p>	<p>secara langsung dengan membandingkan debit nyata dengan alat ukur <i>current meter</i> dengan pendekatan metode tampang tengah.</p>	<p>pada bangunan ukur ambang lebar di Saluran Sekunder Cerbonan 1 untuk variasi bukaan 25 cm adalah 1,022, untuk bukaan 37 cm adalah 1,122, dan untuk bukaan 50 cm adalah 1,102, dengan nilai rata-rata sebesar 1,082. Sementara itu, nilai C_d berdasarkan SNI 8137:2015 masing-masing adalah 0,938 untuk bukaan 25 cm, 0,975 untuk bukaan 37 cm, dan 1,010 untuk bukaan 50 cm. Liku kalibrasi yang direkomendasikan pada</p>
--	--	--	---	--	---

					saluran ini menunjukkan selisih debit sebesar 0% untuk bukaan 25 cm, 1% untuk bukaan 37 cm, dan 1% untuk bukaan 50 cm.
--	--	--	--	--	--

2.4 Keaslian Penelitian

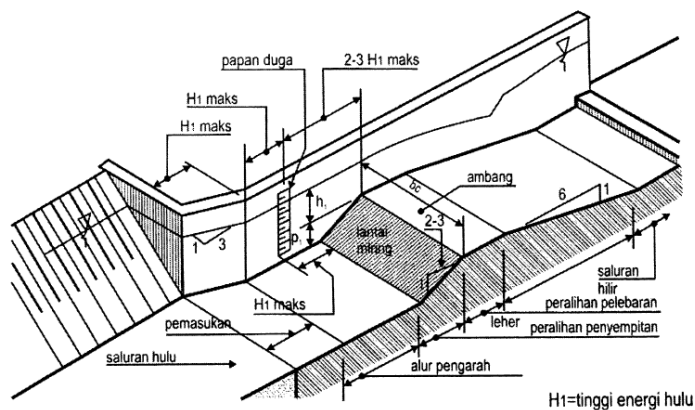
Sub bab ini menjelaskan keaslian penelitian yang berfokus pada Analisis Koefisien Debit pada Alat Ukur Debit Menggunakan Ambang Lebar di Saluran Sekunder Cerbonan 1 pada Jaringan Irigasi *Van Der Wijck*. Dalam bagian ini, dipaparkan perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya dari Tabel 2.1, yaitu dari segi lokasi. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung nilai koefisien debit dan membandingkan hasil pengukuran dengan angka Cd dari arahan SNI 8137:2015, serta membuat liku kalibrasi.

BAB III

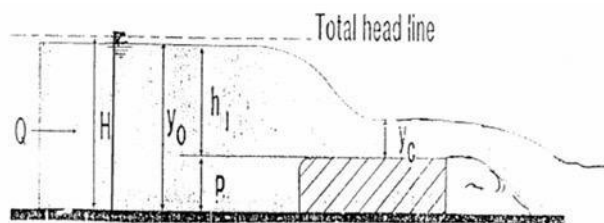
LANDASAN TEORI

3.1 Ambang Lebar

Alat ukur ambang lebar termasuk salah satu jenis bangunan aliran atas, yang juga dikenal sebagai *overflow*. Pada model ambang lebar ini, energi di hulu aliran memiliki tinggi yang lebih kecil dibandingkan dengan panjang mercu. Alat ukur ambang lebar dengan pemasukan bermuka datar dan peralihan penyempitan dapat dilihat pada Gambar 3.1 pola aliran yang melewati ambang lebar dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.1 Alat Ukur Ambang Lebar dengan Pemasukan Bermuka Datar dan peralihan penyempitan



Gambar 3.2 Pola Aliran Di Atas Ambang Lebar

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)

Persamaan debit untuk alat ukur ambang lebar dengan bagian pengontrol segi empat adalah: (PUPR, 2013)

$$Q = \left(\frac{2}{3}\right)^{3/2} \sqrt{g} \cdot b \cdot Cd \cdot h_1^{3/2} = 1,705 b \cdot Cd \cdot h_1^{3/2} \quad (3.1)$$

Dengan :

Q = debit aliran (m^3/s)

Cd = koefisien debit

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

b = lebar ambang tegak lurus dengan aliran (m)

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

3.2 **Current Meter**

Pengukuran kecepatan arus dengan menggunakan *current meter* sering dilakukan. Alat ukur ini memiliki dua jenis utama, yaitu tipe mangkok (*Price-cup current meter*) dan tipe baling-baling (*propeller current meter*) (Hakim, 2021). Ketika partikel air melintasi alat, mangkok atau baling-baling akan berputar. Pada tipe mangkok, putaran terjadi terhadap sumbu vertikal, sementara pada tipe baling-baling, putaran terjadi terhadap sumbu horizontal. Jumlah putaran dalam satu satuan waktu dapat dikonversi menjadi kecepatan arus. Dalam penelitian ini, digunakan *current meter* tipe baling-baling (*propeller current meter*) dengan jenis *streamflow velocity*. Hasil pembacaan pada alat *current meter* kemudian dikonversi menggunakan grafik *steamflow probe calibration chart*.

Posisi dan jumlah titik pengukuran tergantung dari kedalaman air (d) dengan ketentuan sebagai berikut.

1. untuk kedalaman air $\leq 0,75$ m, atau ≤ 6 kali diameter baling-baling yang digunakan (besar, kecil, dan sedang), pengukuran dilakukan dengan menggunakan metode satu titik, yaitu pada titik vertikal $0,6 d$ yang diukur dari permukaan air.
2. untuk kedalaman air $> 0,75$ m, pengukuran dilakukan dengan menggunakan metode dua titik, yaitu pada titik vertikal $0,2 d$ dan $0,8 d$ atau menggunakan metode tiga (3) titik atau lebih, yaitu pada titik vertikal $0,2d$, $0,6 d$ dan $0,8 d$.

Kecepatan aliran rata rata pada tiap vertikal.

1. Metode 1 titik

$$V_{rerata} = v_{0,6} \quad (3.2)$$

2. metode dua titik

$$V_{rerata} = \frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2} \quad (3.3)$$

3. Metode tiga titik

$$V_{rerata} = \left(\left(\frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2} \right) + v_{0,6} \right) \times \frac{1}{2} \quad (3.4)$$

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)

(Marga, 2010)

3.3 Debit Aliran Nyata (Terukur)

Debit nyata aliran adalah jumlah air yang mengalir melalui suatu penampang dalam periode waktu tertentu, biasanya dinyatakan dalam satuan

volume per waktu. Untuk menghitung debit, digunakan rumus dasar sebagai berikut.

$$Q = V \times A \quad (3.5)$$

Keterangan:

Q = Debit aliran nyata (m^3/detik)

A = Luas (m^2)

v = Kecepatan (m/detik)

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 :

$$A_i = (b_{i-1} + b_i) \frac{1}{2} \cdot d_i \quad (3.6)$$

$$A = \sum_{i=1}^n A_i \quad (3.7)$$

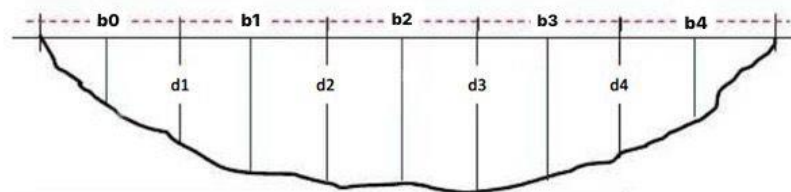
Dengan :

A_i = Luas penampang basah pada bagian x

A = Luas seluruh penampang basah

d_i = Kedalaman pada i

b_i = Lebar pada bagian i



Gambar 3.3 penampang melintang pengukuran debit dengan menggunakan penampang tengah (Hanif, 2014)

Prinsip pelaksanaan pengukuran debit adalah mengukur kecepatan aliran dan luas penampang basah dari kedalaman. Penampang basah dihitung berdasarkan lebar rai dan muka air. (Hanif, 2014)

Debit dapat dihitung dengan rumus :

$$Q_i = A_i \cdot V_i \quad (3.8)$$

$$Q = \sum_{i=1}^n Q_i \quad (3.9)$$

Dengan :

Q_i = debit pada bagian ke i (m/s)

V_i = kecepatan aman rata-rata pada bagian penampang ke i (m/s)

A_i = luas penampang basah pada bagian i (m/s)

Q = Debit pada saluran penampang (m³/s)

n = banyaknya penampang bagian

3.4 Koefisien Debit

Menurut Triatmodjo (1993), koefisien debit merupakan perbandingan antara debit nyata dengan debit teoritis (Andandaningrum dkk., 2021). Rumus koefisien debit dapat dilihat pada Persamaan berikut ini.

$$Cd = \frac{Q}{Q_{th}} \quad (3.10)$$

Dengan :

Cd = koefisien debit

Q = debit aliran nyata (m³/s), lihat pada Gambar 3.3

Q_{th} = debit aliran teoritis (m³/s), lihat pada Gambar 3.3

Maka koefisien debit dapat ditentukan dengan :

$$Cd = \frac{Q}{\left(\frac{2}{3}\right)^{3/2} \sqrt{g} b h_1^{3/2}} = \frac{Q}{1,705 b h_1^{3/2}} \quad (3.11)$$

$$Q_{teori} = 1,705 b h_1^{3/2} \quad (3.12)$$

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)

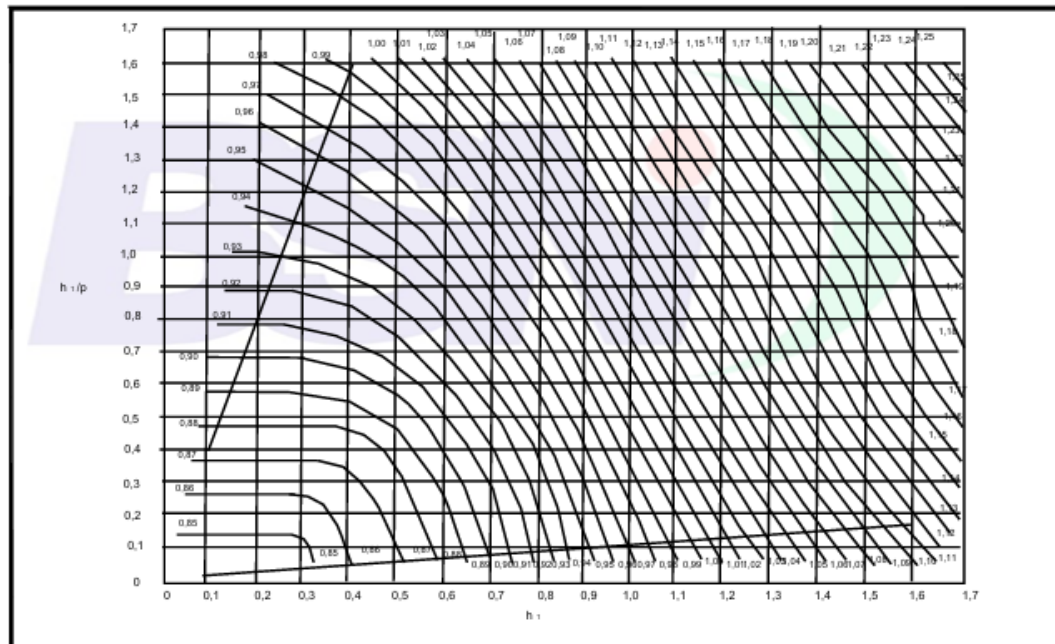
3.5 Koefisien Debit SNI 8137:2015

Koefisien debit (Cd) adalah suatu fungsi yang dapat ditentukan melalui grafik yang menunjukkan hubungan antara tinggi tekan hidraulik (h_1) dan panjang ambang (L), serta hubungan antara tinggi tekan hidraulik (h_1) dan tinggi ambang dari dasar saluran pengarah (p). Tabel perbandingan h_1/L dapat dilihat pada Tabel III.1.

Tabel III. 1. Tabel perbandingan h_1/L

h/p	Untuk nilai h/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	0,969	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	0,982	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 : (S. 8137:2015 Badan Standardisasi Nasional, 2015)



Gambar 3.4 Grafik perbandingan h_1/p

Sumber : (S. 8137:2015 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 $h_1/p < 0,15$ m sebagaimana pada Gambar 3.4 (S. 8137:2015 Badan Standardisasi Nasional, 2015)

3.6 Liku kalibrasi

Liku kalibrasi (*Rating Curve*) dapat diperoleh dengan mengkorelasikan dua variabel yaitu tinggi muka air hulu dari ambang dan pengukuran debit di stasiun hidrometri dengan menggunakan hubungan grafis dengan cara menghubungkan titik-titik pengukuran dengan garis lengkung diatas kertas logaritmik. Persamaan liku kalibrasi ini dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan regresi pangkat. Regresi pangkat dapat dapat dilihat pada persamaan berikut.

$$Q = a \cdot H^b \quad (3.13)$$

$$\ln Q = \ln a + b \cdot \ln H \quad (3.14)$$

$$\ln Q = b \cdot \ln H + \ln A \quad (3.15)$$

$$y = m \cdot x + c \quad (3.16)$$

Sehingga

$$y = \ln Q$$

$$m = b$$

$$x = \ln H$$

$$c = \ln a$$

Kemudian ,mencari nilai koefisien m dan C dihitung dengan cara regresi linier. Persamaan regresi linier dapat dilihat pada persamaan berikut.

$$m = \frac{n\sum xy - \sum x \sum y}{n\sum x^2 - (\sum x)^2} \quad (3.17)$$

$$c = \frac{\sum y - m\sum x}{n} \quad (3.18)$$

keterangan :

m = Koefisien

c = Koefisien

x = log H atau ln H

y = log Q atau ln Q

BAB IV

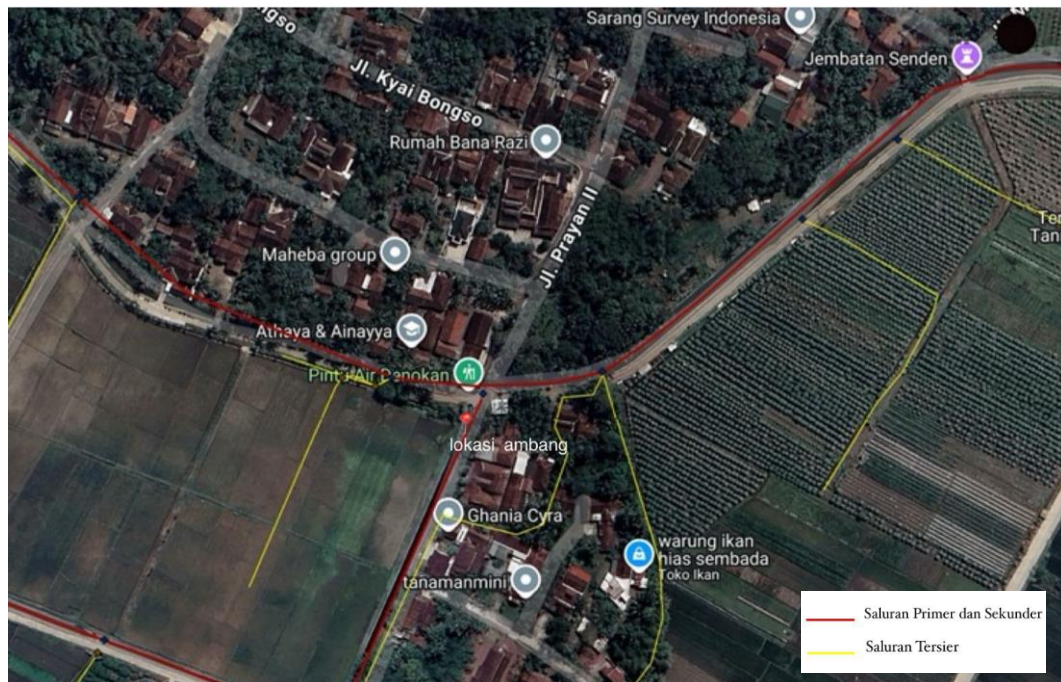
METODE PENELITIAN

4.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian empiris di lapangan. Studi kasus pada Saluran Irigasi *Van Der Weijk* di titik Saluran Sekunder Cerbonan 1. Penelitian ini dilakukan dengan cara mengukur langsung di lapangan, yaitu mengukur kecepatan aliran dengan menggunakan alat ukur *current meter*.

4.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yang berjudul Analisis Koefisien Debit Pada Alat Ukur Debit Menggunakan Ambang Lebar Di Wilayah Serayu Opak ini berada di Saluran Irigasi *Van Der Weijk* di titik Saluran Sekunder Cerbonan 1. Lokasi bangunan tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.1. Kemudian saluran irigasi Cerbonan 1 disajikan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.1 lokasi penelitian



Gambar 4.2 Saluran Irigasi Cerbonan 1

4.3 Data Yang Dibutuhkan

Dalam penelitian ini, pengumpulan data dilakukan menggunakan metode observasi langsung di lapangan dengan mencatat hasil pengujian secara langsung. Data yang diperoleh selama proses penelitian meliputi kecepatan aliran, luas penampang, debit yang ada (*existing debit*), dan debit yang dicatat oleh petugas lapangan. Pencatatan dilakukan dengan variasi ketinggian air di atas ambang lebar.

Supaya didapatkan hasil yang akurat, maka akan dilakukan pengukuran di beberapa titik, minimal 3 titik, di dekat ambang.

4.4 Alat Yang Digunakan

Dalam penelitian ini, peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut.

1. *Current meter*

Current meter berfungsi sebagai alat untuk mengukur kecepatan aliran. Adapun alat *current meter* yang digunakan saat akuisisi pengukuran kecepatan aliran disajikan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 *Current Meter*

Sumber : Laboratorium Universitas Islam Indonesia

2. Meteran

Alat meteran pada Gambar 4.4 digunakan untuk mengukur dimensi saluran.



Gambar 4.4 Meteran

Sumber : Dokumentasi Pribadi

3. *Peilschaal*

Alat *peilschaal* pada Gambar 4.5 berfungsi untuk mengukur ketinggian muka air.



Gambar 4.5 *Peilschaal*

Sumber : Dokumntasi Pribadi

4.5 Metode Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, pengumpulan data dilakukan melalui pendekatan kuantitatif, melibatkan pengukuran langsung di lapangan. Pengumpulan data dilaksanakan dengan metode pengukuran debit aktual pada saluran irigasi menggunakan alat *current meter*, langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian adalah sebagai berikut.

1. Persiapan alat (Alat ukur dalam keadaan baik, sudah terkalibrasi sebelumnya)
2. Pengamatan dimensi saluran
 - a. Mengukur dimensi saluran (lebar, tinggi, dan panjang)
 - b. Mendokumentasikan kondisi sekitar saluran yang dapat mempengaruhi aliran air
3. Pengukuran debit
 - a. Mengukur kecepatan aliran di berbagai titik pada penampang saluran menggunakan *current meter*.
 - b. Menghitung penampang melintang pengukuran debit dengan menggunakan metode penampang tengah
 - c. Menghitung debit aktual berdasarkan kecepatan aliran dan luas penampang saluran.

4.6 Metode Analisis Data

Data yang didapatkan di lapangan nantinya akan dianalisis untuk mendapatkan debit aliran secara teoritis, dan debit aliran secara nyata pada bangunan yang diteliti. Langkah- langkah analisa pada penelitian ini sebagai berikut.

1. Debit Teori Aliran Melalui Ambang lebar

Analisis debit teori aliran melalui ambang lebar menggunakan persamaan (3.11).

2. Debit Nyata Aliran Dengan *Current Meter* dan metode tampang tengah (3.2) sampai dengan (3.9).

3. Koefisien Debit (C_d)

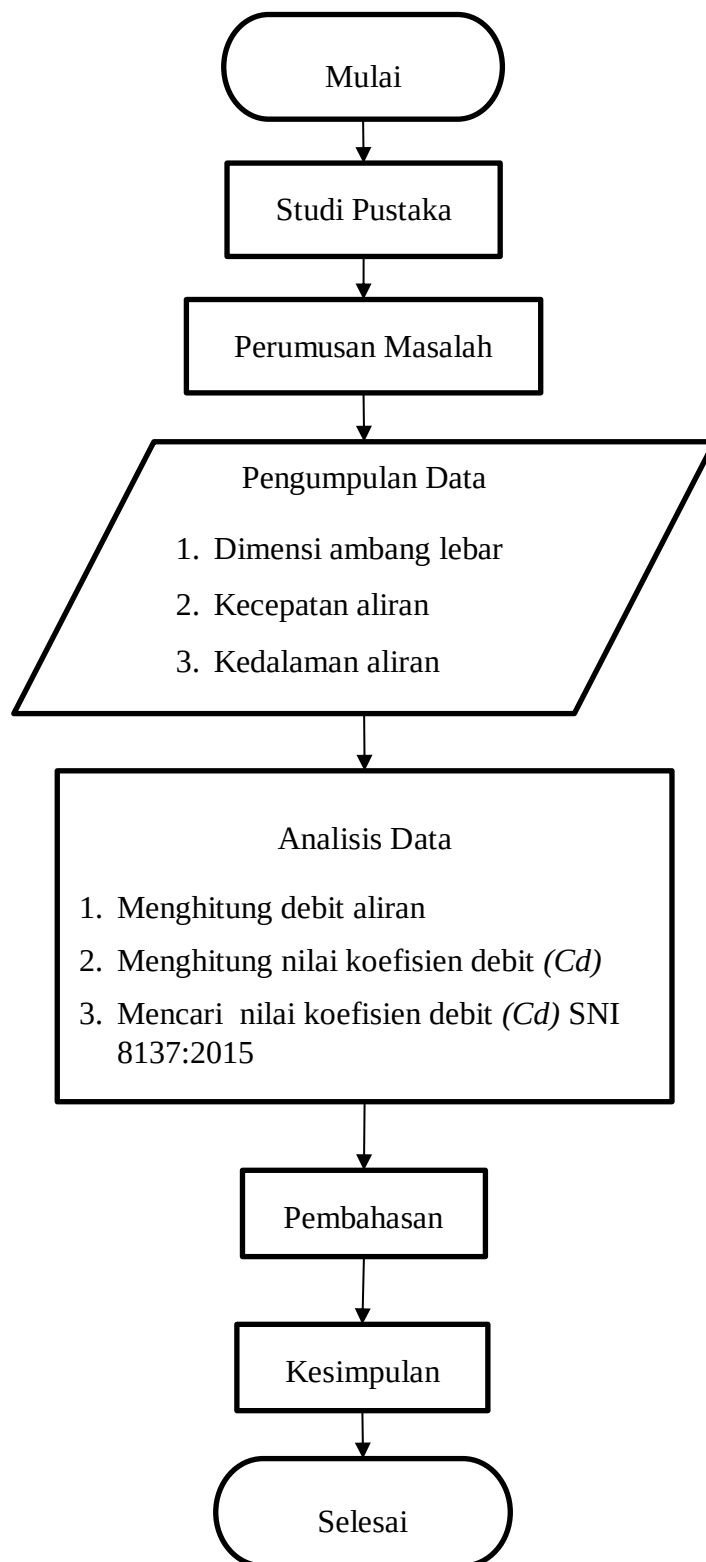
Analisis koefisien debit (C_d) menggunakan persamaan (3.10)

4. Liku kalibrasi

Liku kalibrasi menggunakan persamaan (3.12) sampai dengan (3.18).

4.7 Bagan Alir

Bagan alir adalah representasi visual yang menggambarkan tahapan-tahapan dalam sebuah penelitian. Bagan ini dimulai dengan kata "Mulai" dan diakhiri dengan kata "Selesai." Setiap simbol dalam bagan alir memiliki makna tersendiri dan mewakili aktivitas tertentu dalam proses penelitian. Penelitian ini dimulai dengan survei awal, diikuti oleh pengumpulan data primer dan sekunder. Setelah data terkumpul, dilakukan proses analisis data, yang kemudian diakhiri dengan pembahasan hasil analisis. Adapun diagram alir penelitian ini ditampilkan pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Diagram Alir

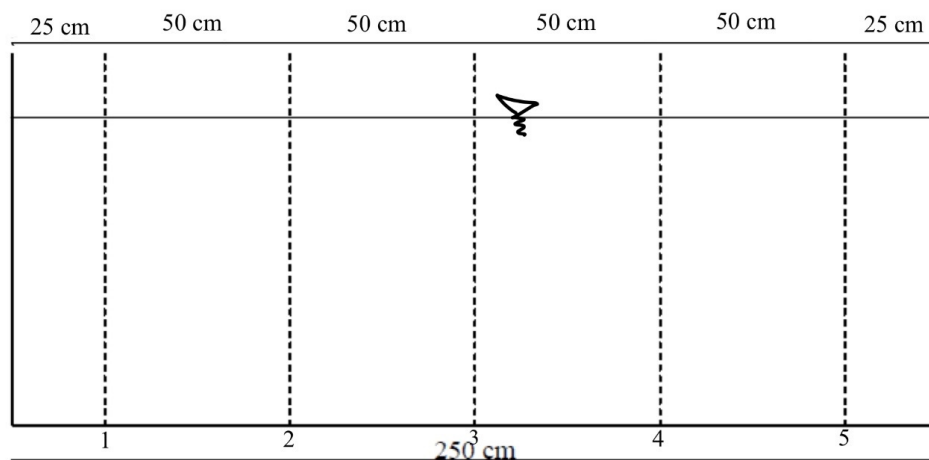
BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

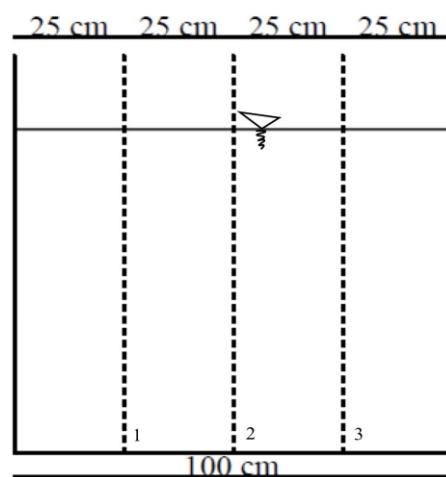
5.1 Hasil Pengukuran Kecepatan

Saluran terbuka yang berada di Saluran Irigasi *Van Der Wijck* di titik Saluran Sekunder Cerbonan 1, yang berbentuk persegi panjang. Pada penelitian ini, pengukuran dilakukan pada tiga titik berbeda, yaitu sebelum ambang, tepat di atas ambang, dan setelah ambang, dengan tiga variasi bukaan pintu yaitu penuh (50 cm), tiga perempat (37 cm), dan setengah (25 cm) .

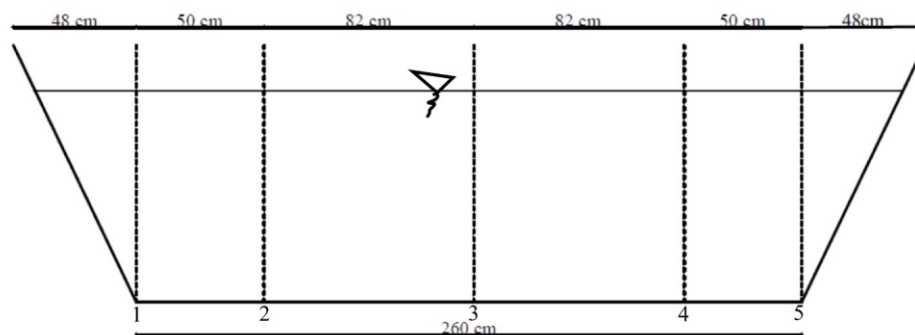
Pengukuran dilakukan pada arah horizontal dengan tujuan membagi saluran menjadi beberapa bagian atau pias yang memiliki jarak tertentu satu sama lain. Pembagian ini dimaksudkan untuk menentukan titik-titik spesifik yang akan digunakan sebagai lokasi pengukuran kecepatan aliran air secara lebih terstruktur dan merata di seluruh lebar saluran. Dengan metode ini, diharapkan hasil pengukuran dapat merepresentasikan kondisi aliran secara lebih akurat. Adapun hasil dari pengukuran dimensi saluran serta pembagian pias pada masing-masing titik pengamatan, yaitu Titik 1, Titik 2, dan Titik 3, dapat dilihat secara rinci pada Gambar 5.1, Gambar 5.2, dan Gambar 5.3 yang disajikan di bawah ini.



Gambar 5.1 Dimensi Saluran Titik 1 Sebelum Ambang Lebar



Gambar 5.2 Dimensi Saluran Titik 2 Diatas Ambang



Gambar 5.3 Dimensi Saluran Titik 3 Setelah Ambang

Pengukuran pada arah vertikal dilakukan untuk mengetahui kedalaman aliran di setiap pias, yang kemudian dijadikan acuan dalam menentukan jumlah titik pengukuran kecepatan aliran. Informasi mengenai hasil pengukuran kedalaman di tiap pias pada masing-masing titik pengamatan dapat ditemukan pada Tabel 5.1, 5.2, dan 5.3 yang disajikan di bawah ini.

Tabel 5.1 Kedalaman Titik 1 Sebelum Ambang

Tinggi Bukaan (m)	Kedalaman				
	D1	D2	D3	D4	D5
0,25m	0,54	0,52	0,51	0,5	0,44
0,37m	0,60	0,58	0,57	0,56	0,54
0,5m	0,74	0,7	0,65	0,64	0,63

Tabel 5.2 Kedalaman Titik 2 Di atas Ambang

Tinggi Bukaan (m)	Kedalaman		
	D1	D2	D3
0,25m	0,30	0,30	0,30
0,37m	0,34	0,34	0,34
0,5m	0,40	0,40	0,40

Tabel 5.3 Kedalaman Titik 3 Setelah Ambang

Tinggi Bukaan (m)	Kedalaman				
	D1	D2	D3	D4	D5
0,25m	0,35	0,52	0,53	0,45	0,35
0,37m	0,4	0,63	0,63	0,56	0,41
0,5m	0,5	0,65	0,66	0,6	0,5

5.1.1 Kecepatan Aliran

Setelah pengukuran dimensi saluran selesai dilakukan, tahap selanjutnya adalah pengukuran kecepatan aliran pada setiap pias di masing-masing titik pengamatan menggunakan alat current meter. Metode pengukuran disesuaikan dengan kedalaman aliran, jika kedalaman kurang dari 0,75 meter, maka pengukuran dilakukan pada kedalaman 0,6d. Sementara itu, untuk kedalaman yang melebihi 0,75 meter, pengukuran dilakukan pada tiga titik, yaitu pada kedalaman 0,2d, 0,6d, dan 0,8d. Hasil dari pengukuran kecepatan aliran tersebut dapat dilihat secara rinci pada Tabel 5.4, 5.5, dan 5.6 di bawah ini.

Tabel 5.4 Rekap Kecepatan Aliran Titik 1 Sebelum Ambang

Tinggi Bukaan (m)	No. Pias	Kedalaman (m)		Kecepatan (m/s)
0,25m	1	0,6d	0,324	0,253
	2	0,6d	0,312	0,201
	3	0,6d	0,306	0,153
	4	0,6d	0,300	0,141
	5	0,6d	0,264	0,088
0,37m	1	0,6d	0,360	0,387
	2	0,6d	0,348	0,351
	3	0,6d	0,342	0,250
	4	0,6d	0,336	0,196
	5	0,6d	0,324	0,134
0,5m	1	0,6d	0,444	0,484
	2	0,6d	0,420	0,427
	3	0,6d	0,390	0,353
	4	0,6d	0,384	0,207
	5	0,6d	0,378	0,157

Tabel 5.5 Rekap Kecepatan Aliran Titik 2 Di atas Ambang

Tinggi Bukaan (m)	No. Pias	Kedalaman (m)		Kecepatan (m/s)
0,25m	1	0,6d	0,180	1,107
	2	0,6d	0,180	1,126
	3	0,6d	0,180	1,106
0,37m	1	0,6d	0,200	1,209
	2	0,6d	0,200	1,239
	3	0,6d	0,200	1,205
0,5m	1	0,6d	0,240	1,308
	2	0,6d	0,240	1,324
	3	0,6d	0,240	1,306

Tabel 5.6 Rekap Kecepatan Aliran Titik 3 Setelah Ambang

Tinggi Bukaan (m)	No. Pias	Kedalaman (m)		Kecepatan (m/s)
0,25m	1	0,6d	0,210	0,109
	2	0,6d	0,312	0,148
	3	0,6d	0,318	0,258
	4	0,6d	0,270	0,158
	5	0,6d	0,210	0,124
0,37m	1	0,6d	0,240	0,147
	2	0,6d	0,378	0,204
	3	0,6d	0,378	0,309
	4	0,6d	0,336	0,210
	5	0,6d	0,246	0,149
0,5m	1	0,6d	0,300	0,227
	2	0,6d	0,390	0,269
	3	0,6d	0,396	0,357
	4	0,6d	0,360	0,281
	5	0,6d	0,300	0,224

5.1.2 Kecepatan Rerata

Untuk kedalaman air $\leq 0,75$ m, pengukuran dilakukan dengan menggunakan metode satu titik pada titik vertikal 0,6d yang diukur dari permukaan air

Perhitungan kecepatan rata-rata perlu diperhatikan apabila kedalaman pias kurang dari 75 cm dimana dilakukan pengukuran kecepatan pada 1 titik yang dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

1. Kecepatan rata-rata titik 1

$$V_{rerata} = V_{0,6}$$

$$V_{1.1} = 0,253 \text{ m/s}$$

$$V_{1.2} = 0,201 \text{ m/s}$$

$$V_{1.3} = 0,153 \text{ m/s}$$

$$V_{1.4} = 0,141 \text{ m/s}$$

$$V_{1.5} = 0,088 \text{ m/s}$$

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

Tabel 5.7 Rekapitulasi Kecepatan Rata-rata Titik 1 Sebelum Ambang

Tinggi Bukaan Kec. rata-rata	0,25m	0,37m	0,5m
V1.1 (m/s)	0,253	0,387	0,484
V1.2 (m/s)	0,201	0,351	0,427
V1.3 (m/s)	0,153	0,250	0,353
V1.4 (m/s)	0,141	0,196	0,207
V1.5 (m/s)	0,088	0,134	0,157

2. Kecepatan rata-rata titik 2

$$V_{2.1} = 1,107 \text{ m/s}$$

$$V_{2.2} = 1,126 \text{ m/s}$$

$$V_{2.3} = 1,106 \text{ m/s}$$

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

Tabel 5.8 Rekapitulasi Kecepatan Rata-rata Titik 2 Di atas Amabang

Tinggi Bukaannya Kec. Rata-rata	0,25m	0,37m	0,5m
V2.1 (m/s)	1,107	1,209	1,308
V2.2 (m/s)	1,126	1,239	1,324
V2.3 (m/s)	1,106	1,205	1,306

3. Kecepatan rata-rata titik 3

$$V_{1.1} = 0,109 \text{ m/s}$$

$$V_{1.2} = 0,148 \text{ m/s}$$

$$V_{1.3} = 0,258 \text{ m/s}$$

$$V_{1.4} = 0,158 \text{ m/s}$$

$$V_{1.5} = 0,124 \text{ m/s}$$

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

Tabel 5.9 Rekapitulasi Kecepatan Rata-rata Titik 3 Setelah Ambang

Kec. Rata-rata / Tinggi Bukaannya	0,25m	0,37m	0,5m
V3.1 (m/s)	0,109	0,147	0,227
V3.2 (m/s)	0,148	0,204	0,269
V3.3 (m/s)	0,258	0,309	0,357
V3.4 (m/s)	0,158	0,216	0,281
V3.5 (m/s)	0,124	0,166	0,224

5.2 Analisis Data

5.2.1 Penampang Basah Saluran

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

1. Perhitungan penampang basah titik 1

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

$$A_{1.1} = (0,25+0,5) \times \frac{1}{2} \times 0,54$$

$$= 0,203 \text{ m}^2$$

$$A_{1.2} = (0,5+0,5) \times \frac{1}{2} \times 0,52$$

$$= 0,260 \text{ m}^2$$

$$A_{1.3} = (0,5+0,5) \times \frac{1}{2} \times 0,51$$

$$= 0,255 \text{ m}^2$$

$$A_{1.4} = (0,5+0,5) \times \frac{1}{2} \times 0,5$$

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

$$A_{1.5} = (0,5+0,25) \times \frac{1}{2} \times 0,44$$

$$= 0,165 \text{ m}^2$$

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

Tabel 5.10 Rekapitulasi Luas Penampang Basah Titik 1 Sebelum Ambang

Luas \ Tinggi Buka	Tinggi Buka		
	0,25m	0,37m	0,5m
A1.1 (m ²)	0,203	0,225	0,278
A1.2 (m ²)	0,260	0,290	0,350
A1.3 (m ²)	0,255	0,285	0,325
A1.4 (m ²)	0,250	0,280	0,320
A1.5 (m ²)	0,165	0,203	0,236

2. Perhitungan penampang basah titik 2

Nilai luas penampang basah titik 2 pias 1 diperoleh dari perhitungan di bawah ini.

$$\begin{aligned} A_{2.1} &= (0,25+0,25) \times \frac{1}{2} \times 0,3 \\ &= 0,075 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{2.2} &= (0,25 + 0,25) \times \frac{1}{2} \times 0,3 \\ &= 0,075 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{2.3} &= (0,25+0,25) \times \frac{1}{2} \times 0,3 \\ &= 0,075 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

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

Tabel 5.11 Rekapitulasi Luas Penampang Basah Titik 2 Di Atas Ambang

Luas \ Tinggi Bukaan	0,25m	0,37m	0,5m
A2.1 (m ²)	0,075	0,085	0,100
A2.2 (m ²)	0,075	0,085	0,100
A2.3 (m ²)	0,075	0,085	0,100

3. Perhitungan penampang basah titik 3

Nilai luas penampang basah titik 3 pias 1 diperoleh dari perhitungan di bawah ini.

$$\begin{aligned} A_{3.1} &= (0,48 + 0,5) \times \frac{1}{2} \times 0,35 \\ &= 0,172 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{3.2} &= (0,5 + 0,82) \times \frac{1}{2} \times 0,52 \\ &= 0,343 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$A_{3.3} = (0,82 + 0,82) \times \frac{1}{2} \times 0,53$$

$$\begin{aligned}
&= 0,435 \text{ m}^2 \\
A_{3,4} &= (0,82 + 0,5) \times \frac{1}{2} \times 0,45 \\
&= 0,297 \text{ m}^2 \\
A_{3,5} &= (0,5 + 0,48) \times \frac{1}{2} \times 0,35 \\
&= 0,172 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

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 Setelah Ambang

Luas \ Tinggi Bukaan	0,25m	0,37m	0,5m
A3.1 (m ²)	0,172	0,196	0,245
A3.2 (m ²)	0,343	0,416	0,429
A3.3 (m ²)	0,435	0,517	0,541
A3.4 (m ²)	0,297	0,370	0,396
A3.5 (m ²)	0,172	0,210	0,245

5.3 Hasil Analisis Koefisien Debit

5.3.1 Debit Aliran

Nilai debit aliran dalam suatu saluran dapat diperoleh melalui proses perhitungan yang melibatkan dua komponen utama, yaitu kecepatan rata-rata aliran dan luas dari penampang basah saluran tersebut.

1. Perhitungan debit titik 1

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

$$\begin{aligned}
Q_{1,1} &= 0,203 \times 0,253 \\
&= 0,051 \text{ m}^3/\text{s}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Q_{1.2} &= 0,260 \times 0,201 \\
&= 0,052 \text{ m}^3/\text{s} \\
Q_{1.3} &= 0,255 \times 0,153 \\
&= 0,039 \text{ m}^3/\text{s} \\
Q_{1.4} &= 0,250 \times 0,141 \\
&= 0,035 \text{ m}^3/\text{s} \\
Q_{1.5} &= 0,165 \times 0,088 \\
&= 0,014 \text{ m}^3/\text{s}
\end{aligned}$$

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

Tabel 5.13 Rekapitulasi Perhitungan Debit Titik 1 Sebelum Ambang

Tinggi Bukaannya Debit	0,25m	0,37m	0,5m
Q1.1 (m ³ /s)	0,051	0,087	0,134
Q1.2 (m ³ /s)	0,052	0,102	0,149
Q1.3 (m ³ /s)	0,039	0,071	0,115
Q1.4 (m ³ /s)	0,035	0,055	0,066
Q1.5 (m ³ /s)	0,014	0,027	0,037
Q Total	0,192	0,342	0,502

2. Perhitungan debit titik 2

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

$$\begin{aligned}
Q_{2.1} &= 0,075 \times 1,107 \\
&= 0,083 \text{ m}^3/\text{s} \\
Q_{2.2} &= 0,075 \times 1,126 \\
&= 0,084 \text{ m}^3/\text{s} \\
Q_{2.3} &= 0,075 \times 1,106 \\
&= 0,083 \text{ m}^3/\text{s}
\end{aligned}$$

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

Tabel 5.14 Rekapitulasi Perhitungan Debit Titik 2 Di Atas Ambang

Debit \ Tinggi Bukaannya	0,25m	0,37m	0,5m
Q2.1 (m ³ /s)	0,083	0,103	0,131
Q2.2 (m ³ /s)	0,084	0,105	0,132
Q2.3 (m ³ /s)	0,083	0,102	0,131
Q Total	0,250	0,310	0,394

3. Perhitungan debit titik 3

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

$$Q_{3.1} = 0,172 \times 0,109$$

$$= 0,019 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{3.2} = 0,343 \times 0,148$$

$$= 0,051 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{3.3} = 0,435 \times 0,258$$

$$= 0,112 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{3.4} = 0,297 \times 0,158$$

$$= 0,047 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{3.5} = 0,172 \times 0,124$$

$$= 0,021 \text{ m}^3/\text{s}$$

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

Tabel 5.15 Rekapitulasi Perhitungan Debit Titik 3 Sesudah Ambang

Tinggi Bukaan Debit	0,25	0,37	0,5
Q3.1 (m ³ /s)	0,019	0,029	0,056
Q3.2 (m ³ /s)	0,051	0,087	0,115
Q3.3 (m ³ /s)	0,112	0,160	0,193
Q3.4 (m ³ /s)	0,047	0,080	0,111
Q3.5 (m ³ /s)	0,021	0,033	0,055
Q Total	0,250	0,387	0,530

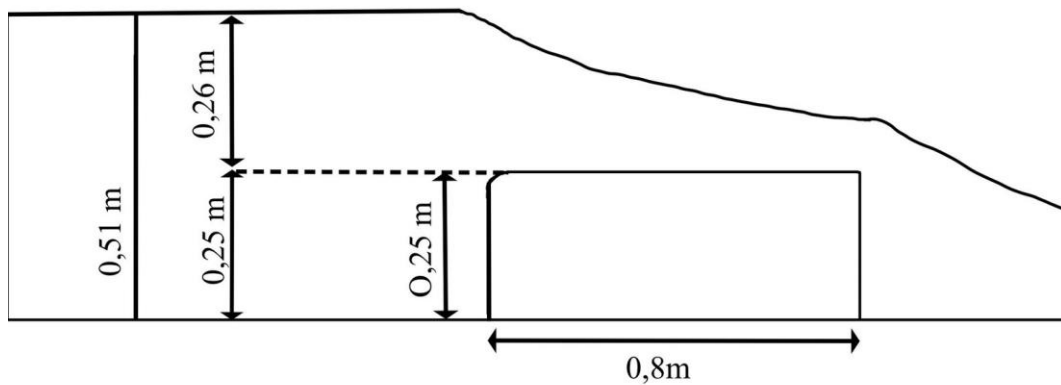
Adapun rekapitulasi debit nyata dapat dilihat pada Tabel 5.16 dibawah ini.

Tabel 5.16 Rekapitulasi Debit Nyata

Debit Pada Titik	0,25	0,37	0,5
Q1 (m ³ /s)	0,192	0,342	0,502
Q2 (m ³ /s)	0,250	0,310	0,394
Q3 (m ³ /s)	0,250	0,387	0,530
Q Rerata	0,231	0,346	0,475

5.3.2 Debit Teori

Debit teoritis merupakan nilai debit yang digunakan sebagai acuan atau pembandingan terhadap debit aktual (debit nyata) yang diperoleh dari hasil pengukuran di lapangan. Tujuan utama dari penggunaan debit teori ini adalah untuk mengetahui seberapa besar efisiensi atau kehilangan debit yang terjadi selama proses aliran, sehingga dapat digunakan untuk menentukan nilai dari koefisien debit (C_d). Adaun ilustrasi tinggi peluapan pada bukaan 25 cm dapat dilihat pada Gambar 5.4.



Gambar 5.4 Tinggi Peluapan Pada Bukaan 25 cm

1. Debit teori bukaan 0,25

$$\begin{aligned} Q_{th\ 1} &= 1,705 \times 1 \times 0,26^{3/2} \\ &= 0,226\ m^3/s \end{aligned}$$

2. Debit teori bukaan 0,37

$$\begin{aligned} Q_{th\ 2} &= 1,705 \times 1 \times 0,32^{3/2} \\ &= 0,309\ m^3/s \end{aligned}$$

3. Debit teori bukaan 0,5

$$\begin{aligned} Q_{th\ 3} &= 1,705 \times 1 \times 0,4^{3/2} \\ &= 0,431\ m^3/s \end{aligned}$$

5.3.3 Koefisien Debit Analisis

Koefisien debit didapat dengan membandingkan debit teoritis dengan debit hasil pengukuran diatas ambang. Perhitunngan koefisien debit dilakukan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Cd 1} &= \frac{0,231}{0,226} \\ &= 1,022 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cd 2} &= \frac{0,345}{0,309} \\ &= 1,122 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cd 3} &= \frac{0,475}{0,431} \\ &= 1,102 \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan nilai koefisien debit rerata sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Cd}_{\text{rerata}} &= \frac{1,022+1,122+1,102}{3} \\ &= 1,082 \end{aligned}$$

5.3.4 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.

$$\begin{aligned} h_1/p &= \frac{0,26}{0,25} \\ &= 1,04 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h_1/L &= \frac{0,26}{0,8} \\ &= 0,325 \end{aligned}$$

h/p	C untuk nilai 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	0,860	0,860	0,860	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	0,865	0,865	0,865	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	0,969	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	0,883	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	0,960	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	0,982	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

Gambar 5.5 Tabel Perbandingan h_1/p dengan h_1/L untuk Koefisien Debit SNI 8173:2015

Karena nilai h_1/L berada pada rentang 0,3 dan 0,4 maka perlu dilakukan interpolasi untuk menentukan nilai koefisien debit.

$$x_1 = 0,3$$

$$y_1 = 0,936$$

$$x_2 = 0,4$$

$$y_2 = 0,942$$

$$x = 0,325$$

$$y = 0,936 + (0,325 - 0,3) \frac{(0,942 - 0,936)}{(0,4 - 0,3)}$$

$$= 0,938$$

Adapun rekapitulasi nilai Koefisien Debit SNI dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 5.17 Rekapitulasi Debit SNI 8173:2015

	Bukaan		
Nilai	0,25	0,37	0,5
h_1/l	0,325	0,4	0,5
h_1/p	1,04	1,4	1,6
Nilai C	0,938	0,975	1,01
C Rerata			0,974

5.4 Liku Kalibrasi

5.4.1 Liku Kalibrasi Hasil Penelitian

Liku kalibrasi didapatkan melalui langkah-langkah yang disajikan pada Tabel 5.18.

Tabel 5.18 Perhitungan Liku Kalibrasi

No	H (m)	Q (m ³ /s)	x = ln H	y = ln Q	XY	X ²
			X	Y		
1	0,260	0,231	-1,347	-1,466	1,974	1,815
2	0,320	0,346	-1,139	-1,060	1,208	1,298
3	0,400	0,475	-0,916	-0,744	0,681	0,840
Jumlah			-3,403	-3,270	3,864	3,953

Kemudian dicari nilai m dan c dengan rumus berikut.

$$m = \frac{3 \times (3,864) - (-3,403 \times -3,270)}{3 \times 3,953 - (-3,403)^2}$$

$$= 1,6731$$

$$c = \frac{-3,270 - (1,6731 \times (-3,403))}{3}$$

$$= 0,8079$$

Setelah itu nilai a dan b dapat diketahui melalui.

$$a = \exp C$$

$$= 2,2431$$

$$b = m$$

$$= 1,6731$$

Maka didapatkan rumus debit regresi sebagai berikut.

$$Q_{reg} = 2,2431 \times h^{1,6731}$$

Dari rumus di atas selanjutnya dilakukan perhitungan debit pada setiap ketinggiannya yang dapat dilihat pada Tabel 5.19.

Tabel 5.19 Rekapitulasi Debit Regresi Penelitian

No	H (m)	Qreg Penelitian (m³/s)
1	0,01	0,001010761
2	0,02	0,003223309
3	0,03	0,006352142
4	0,04	0,010279103
5	0,05	0,014931222
6	0,06	0,020256924
7	0,07	0,02621695
8	0,08	0,032779966
9	0,09	0,039920114
10	0,1	0,047615531
11	0,11	0,055847371
12	0,12	0,064599146
13	0,13	0,073856251
14	0,14	0,083605616
15	0,15	0,093835446
16	0,16	0,104535013
17	0,17	0,115694503
18	0,18	0,127304883
19	0,19	0,139357801
20	0,2	0,151845498
21	0,21	0,164760741
22	0,22	0,178096762
23	0,23	0,191847206
24	0,24	0,206006092
25	0,25	0,220567776

Lanjutan Tabel 5.19 Rekapitulasi Debit Regresi Penelitian

No	H (m)	Qreg Penelitian (m³/s)
26	0,26	0,235526915
27	0,27	0,250878445
28	0,28	0,266617553
29	0,29	0,282739656
30	0,3	0,299240386
31	0,31	0,316115569
32	0,32	0,33336121
33	0,33	0,350973485
34	0,34	0,368948723
35	0,35	0,387283398
36	0,36	0,40597412
37	0,37	0,425017625
38	0,38	0,444410766
39	0,39	0,464150507
40	0,4	0,484233919
41	0,41	0,504658167
42	0,42	0,525420512
43	0,43	0,5465183
44	0,44	0,56794896
45	0,45	0,58971
46	0,46	0,611799001
47	0,47	0,634213616
48	0,48	0,656951562
49	0,49	0,680010622
50	0,5	0,703388639

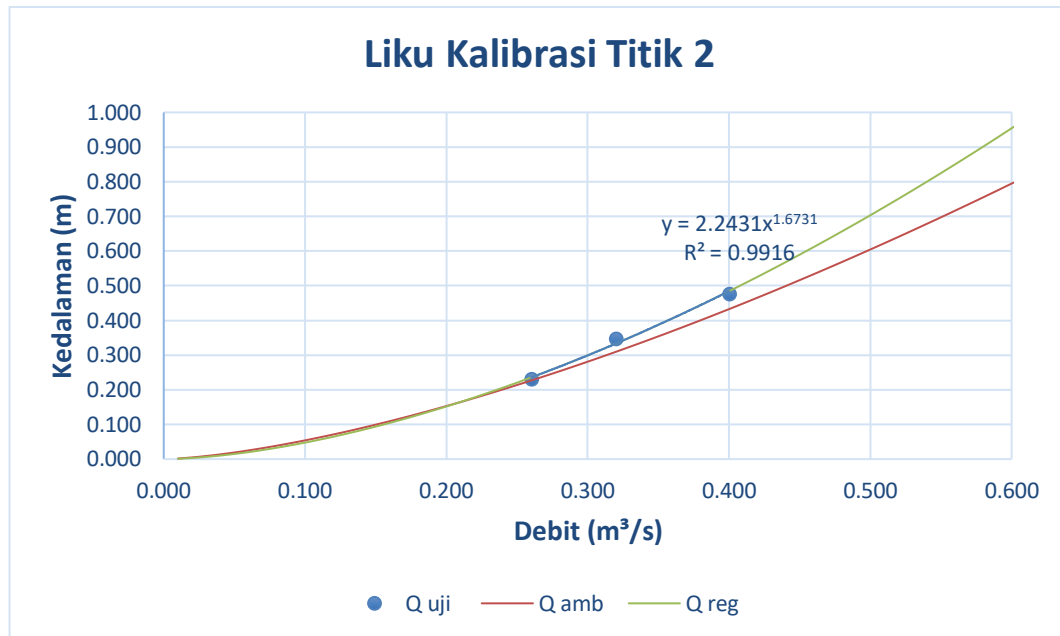
Lanjutan Tabel 5.209 Rekapitulasi Debit Regresi Penelitian

No	H (m)	Qreg Penelitian (m³/s)
51	0,51	0,727083513
52	0,52	0,751093199
53	0,53	0,775415705
54	0,54	0,800049089
55	0,55	0,824991457
56	0,56	0,850240961
57	0,57	0,875795796
58	0,58	0,901654203
59	0,59	0,927814459
60	0,6	0,954274881
61	0,61	0,981033827
62	0,62	1,008089685
63	0,63	1,035440883
64	0,64	1,06308588
65	0,65	1,091023166
66	0,66	1,119251265
67	0,67	1,147768728
68	0,68	1,176574136
69	0,69	1,205666098
70	0,7	1,235043249
71	0,71	1,264704252
72	0,72	1,294647792
73	0,73	1,324872582
74	0,74	1,355377356
75	0,75	1,386160871

Lanjutan Tabel 5.19 Rekapitulasi Debit Regresi Penelitian

No	H (m)	Qreg Penelitian (m³/s)
76	0,76	1,417221906
77	0,77	1,448559263
78	0,78	1,480171763
79	0,79	1,512058249
80	0,8	1,544217581
81	0,81	1,57664864
82	0,82	1,609350324
83	0,83	1,64232155
84	084	1,675561253
85	0,85	1,709068383
86	0,86	1,742841907
87	0,87	1,776880809
88	0,88	1,811184088
89	0,89	1,845750758
90	0,9	1,880579848
91	0,91	1,9156704
92	0,92	1,951021473
93	0,93	1,986632137
94	0,94	2,022501476
95	0,95	2,058628587
96	0,96	2,095012581
97	0,97	2,131652579
98	0,98	2,168547716
99	0,99	2,205697137
100	1	2,2431

Dari perhitungan debit regresi di atas didapatkan grafik liku kalibrasi sebagai berikut.



Gambar 5.6 Grafik Liku Kalibrasi Penelitian

5.5 Pembahasan

5.5.1 Perbandingan Koefisien Debit

Dari analisis koefisien debit yang telah dilakukan didapat nilai koefisien debit penelitian pada bukaan 0,25 ; 0,37 ; dan 0,5 yaitu 1,022 ; 1,122 ; dan 1,102 untuk koefisien debit pada SNI 8137:2015 pada bukaan 0,25 ; 0,37 ; dan 0,5 yaitu 0,938 ; 0,975 ; dan 1,010 Terdapat selisih pada masing-masing koefisien sehingga menyebabkan nilai debit yang berbeda yang dapat dilihat pada Tabel 5.20 di bawah ini.

Tabel 5.20 Perbandingan Cd Penelitian Dan SNI

Bukaan (m)	Cd Penelitian	Cd SNI	Selisih (%)
0,25	1,022	0,938	9%
0,37	1,122	0,975	15%
0,5	1,102	1,01	9%

Terdapat perbedaan antara nilai koefisien debit SNI dan nilai koefisien debit penelitian dimana nilai dari debit koefisien debit penelitian memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan nilai debit koefisien debit SNI karena mempertimbangkan tinggi peluapan dan panjang ambang lebar, dan tidak mempertimbangkan kondisi saluran, lebar saluran, dan jenis saluran dengan presentase perbedaan sebesar 9% ; 15% ; dan 9%.

5.5.2 Pembahasan Liku Kalibrasi

Dari analisis liku kalibrasi didapat nilai liku kalibrasi penelitian dan nilai liku kalibrasi regresi yaitu pada Tabel 5.21 di bawah ini.

Tabel 5.21 Hasil Nilai Liku Kalibrasi

Bukaan (m)	H (m)	Q Teori	Q reg	Selisih (%)
0,25	0,260	0,231	0,236	2%
0,37	0,320	0,346	0,333	4%
0,5	0,400	0,475	0,484	2%

Pendekatan dari Q yang terjadi, dimana semakin banyak sampel regresi semakin kecil kesalahan dan karena hanya terdapat 3 sampel terdapat selisih antara nilai liku kalibrasi pada pengukuran yang dilakukan dengan data pada Q regresi dengan selisih tersebut antara 2% hingga 4%

5.5.3 Pembahasan pengukuran Kecepatan Aliran

Berdasarkan hasil pengukuran kecepatan pada setiap pias, terlihat di Tabel 5.4 bahwa pola kecepatan aliran pada Saluran Sekunder Cerbonan 1 menunjukkan kecenderungan peningkatan kecepatan pada sisi kiri saluran. Kondisi ini berkaitan dengan adanya geometri saluran yang memiliki belokan ke arah kiri sebelum mencapai bangunan ambang lebar. Secara hidraulis, aliran yang memasuki suatu belokan akan mengalami perubahan distribusi kecepatan akibat gaya sentrifugal. Gaya ini mendorong massa air bergerak ke arah dinding luar belokan, sehingga menyebabkan kecepatan aliran cenderung lebih tinggi pada sisi luar belokan dan lebih rendah pada sisi dalam belokan.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini selaras dengan temuan beberapa penelitian terdahulu yang dijelaskan dalam Tinjauan Pustaka. Perbedaan antara debit nyata dan debit teoritis yang mengakibatkan variasi nilai koefisien debit (C_d) juga dilaporkan oleh Hillary dan Nurrochmad (2016), Akmal & Ariq, (2020), serta Huda I. A., (2021), yang menunjukkan bahwa kondisi lapangan seperti kerusakan bangunan, kebocoran daun pintu, sedimentasi, dan geometri saluran menjadi faktor utama penyebab penyimpangan hasil pengukuran.

BAB VI

KESIMPULAN

6.1 Kesimpulan

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

1. Nilai koefisien debit (C_d) penelitian untuk bangunan ukur ambang lebar pada saluran sekunder cerbonan 1 untuk variasi bukaan 25 cm adalah 1,022 , untuk bukaan 37 cm adalah 1,122 , dan liku kalibrasi untuk bukaan 50 cm adalah 1,102. Dan memiliki rerata yaitu 1,082
2. Nilai koefisien debit (C_d) berdasarkan SNI 8137:2015 untuk bangunan ukur ambang lebar pada saluran sekunder Cerbonan 1 adalah 0,938 ; 0,975 ; 1,010.
3. Hasil dari liku kalibrasi diperoleh persamaan $Q_{reg} = 2,2431 \times h^{1,6731}$ dan diperoleh nilai Qregresi pada varian bukaan pintu air 0,5 m adalah 0,236 m³/s, untuk 0,75 m adalah 0,333 m³ /s, dan untuk bukaan 1 m adalah 0,484 m³/s

6.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan alat ukur alternatif lainnya guna mengatasi keterbatasan current meter yang kurang sensitif terhadap kecepatan aliran rendah, khususnya pada bagian sisi miring saluran. Penggunaan alat ukur yang lebih tepat diharapkan dapat meningkatkan akurasi serta reliabilitas data hidraulik.

DAFTAR PUSTAKA

- Akmal, A., & Ariq, M. (2020). Analisis Perhitungan Debit Saluran Dengan Bangunan Ukur Ambang Lebar Pada Daerah Irigasi Samalanga Kabupaten Bireuen. *Tameh*, 9(1), 23–32. <https://doi.org/10.37598/zfymae11>
- Andandaningrum, D., Wahono, E. P., & Kusumastuti, D. I. (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. <https://doi.org/10.23960/rekrjits.v25i1.15>
- Badan Standardisasi Nasional, S. 03-2414-1991 R. 200. (n.d.). Tata Cara Pengukuran Debit Aliran Sungai dan Saluran Terbuka Menggunakan Arus dan Pelampung. *Jakarta : Badan Standardisasi Nasional*, 1–49.
- Badan Standardisasi Nasional, S. 8137:2015. (2015). Pengukuran Debit pada Saluran Terbuka Menggunakan Bangunan Ukur Tipe Pelimpah Atas. *Jakarta : Badan Standardisasi Nasional*, 1–49.
- Hakim, D. B. (2021). Analisis Koefisien Debit Pada Variasi Alat Ukur Debit Di Laboratorium Hidraulika Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia, 1–98.
- Hanif, J. (2014). Debit Aliran. *Debit Aliran*, 3–5.
- Ichsan Amal Huda. (2021). Kalibrasi Bangunan Ukur Debit Cipoletti di Saluran Irigasi Bendung Dadapan (Cipoletti Discharge Measurement Building Calibration in Dadapan Irrigation), 1–114.
- Marga, D. J. B. (2010). Departemen Pekerjaan Umum RI, (20).
- PUPR, K. (2013). Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan KP-04. *KP - 04*, 1–400. *Jakarta :*
- Putri Hillary, Fatchan Nurrochmad, M. A. (2016). Analisis Kalibrasi Bangunan Ukur Debit, 1–2.
- Saifurridzal, S., Hidayah, E., Halik, G., & Widiarti, W. Y. (2023). Pengukuran Debit di Saluran Irigasi (Studi Lokasi Daerah Irigasi Kabupaten Jember). *PEKAT: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(2), 59–66. <https://doi.org/10.37148/pekat.v2i2.32>
- Triatmodjo, B. (1993). Hidraulika I. Beta Offset. Yogyakarta.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Perhitungan Kecepatan Rerata Titik 1

1. Kecepatan rata-rata titik 1 Bukaan 0,25

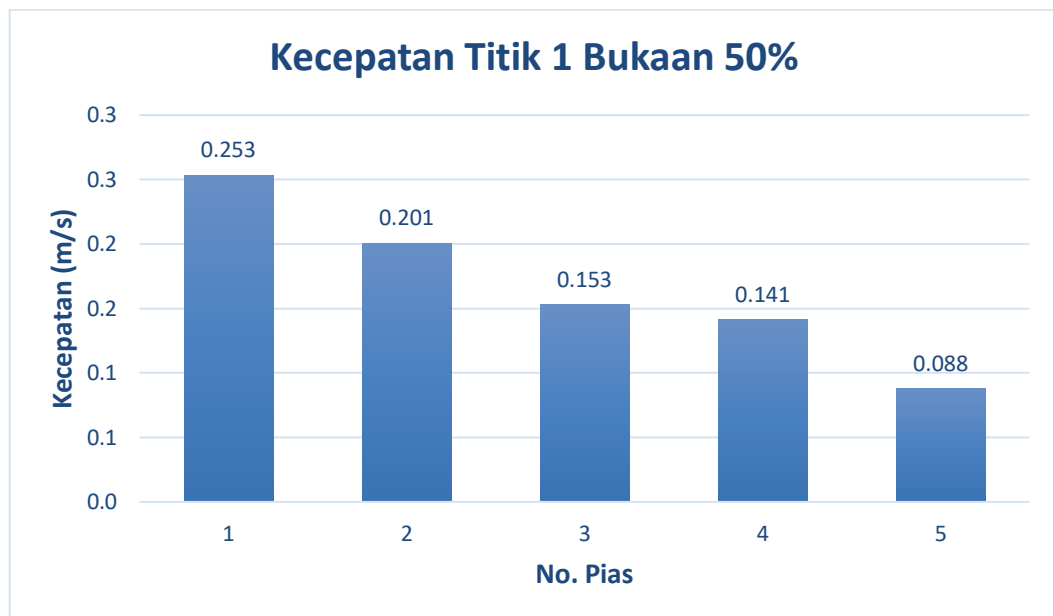
$$V_{1.1} = 0,253 \text{ m/s}$$

$$V_{1.2} = 0,201 \text{ m/s}$$

$$V_{1.3} = 0,153 \text{ m/s}$$

$$V_{1.4} = 0,141 \text{ m/s}$$

$$V_{1.5} = 0,088 \text{ m/s}$$



2. Kecepatan rata-rata titik 1 Bukaan 0,37 m

$$V_{1.1} = 0,387 \text{ m/s}$$

$$V_{1.2} = 0,351 \text{ m/s}$$

$$V_{1.3} = 0,250 \text{ m/s}$$

$$V_{1.4} = 0,196 \text{ m/s}$$

$$V_{1.5} = 0,134 \text{ m/s}$$



3. Kecepatan rata-rata titik 1 Bukaan 0,5m

$$V_{1.1} = 0,484 \text{ m/s}$$

$$V_{1.2} = 0,427 \text{ m/s}$$

$$V_{1.3} = 0,353 \text{ m/s}$$

$$V_{1.4} = 0,207 \text{ m/s}$$

$$V_{1.5} = 0,157 \text{ m/s}$$



Lampiran 2 Perhitungan Kecepatan Rerata Titik 2

1. Kecepatan rata-rata titik 2 Bukaan 0,25m

$$V_{2.1} = 1,107 \text{ m/s}$$

$$V_{2.2} = 1,126 \text{ m/s}$$

$$V_{2.3} = 1,106 \text{ m/s}$$



2. Kecepatan rata-rata titik 2 Bukaan 0,37m

$$V_{2.1} = 1,209 \text{ m/s}$$

$$V_{2.2} = 1,239 \text{ m/s}$$

$$V_{2.3} = 1,205 \text{ m/s}$$



3. Kecepatan rata-rata titik 2 Bukaan 0,5m

$$V_{2.1} = 1,308 \text{ m/s}$$

$$V_{2.2} = 1,324 \text{ m/s}$$

$$V_{2.3} = 1,306 \text{ m/s}$$



Lampiran 3 Perhitungan Kecepatan Rerata Titik 3

1. Kecepatan rata-rata titik 3 Bukaan 0,25m

$$V_{1.1} = 0,109 \text{ m/s}$$

$$V_{1.2} = 0,148 \text{ m/s}$$

$$V_{1.3} = 0,258 \text{ m/s}$$

$$V_{1.4} = 0,158 \text{ m/s}$$

$$V_{1.5} = 0,124 \text{ m/s}$$



2. Kecepatan rata-rata titik 3 Bukaan 0,37m

$$V_{1.1} = 0,147 \text{ m/s}$$

$$V_{1.2} = 0,204 \text{ m/s}$$

$$V_{1.3} = 0,309 \text{ m/s}$$

$$V_{1.4} = 0,216 \text{ m/s}$$

$$V_{1.5} = 0,201 \text{ m/s}$$



3. Kecepatan rata-rata titik 3 Bukaan 0,5m

$$V_{1.1} = 0,227 \text{ m/s}$$

$$V_{1.2} = 0,269 \text{ m/s}$$

$$V_{1.3} = 0,357 \text{ m/s}$$

$$V_{1.4} = 0,281 \text{ m/s}$$

$$V_{1.5} = 0,224 \text{ m/s}$$



Lampiran 4 Perhitungan Luas Penampang Basah Titik 1

1. Luas penampang basah titik 1 bukaan 0,25m

$$\begin{aligned} A_{1.1} &= (0,25+0,5) \times \frac{1}{2} \times 0,54 \\ &= 0,203 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{1.2} &= (0,5+0,5) \times \frac{1}{2} \times 0,52 \\ &= 0,260 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{1.3} &= (0,5+0,5) \times \frac{1}{2} \times 0,51 \\ &= 0,255 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{1.4} &= (0,5+0,5) \times \frac{1}{2} \times 0,5 \\ &= 0,250 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{1.5} &= (0,5+0,25) \times \frac{1}{2} \times 0,44 \\ &= 0,165 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

2. Luas penampang basah titik 1 bukaan 0,37m

$$\begin{aligned} A_{1.1} &= (0,25+0,5) \times \frac{1}{2} \times 0,6 \\ &= 0,225 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{1.2} &= (0,5+0,5) \times \frac{1}{2} \times 0,58 \\ &= 0,290 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{1.3} &= (0,5+0,5) \times \frac{1}{2} \times 0,57 \\ &= 0,285 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{1.4} &= (0,5+0,5) \times \frac{1}{2} \times 0,56 \\ &= 0,280 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{1.5} &= (0,5+0,25) \times \frac{1}{2} \times 0,54 \\ &= 0,203 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

3. Luas penampang basah titik 1 bukaan 0,5m

$$\begin{aligned}A_{1.1} &= (0,25+0,5) \times \frac{1}{2} \times 0,74 \\&= 0,278 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}A_{1.2} &= (0,5+0,5) \times \frac{1}{2} \times 0,7 \\&= 0,350 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}A_{1.3} &= (0,5+0,5) \times \frac{1}{2} \times 0,65 \\&= 0,325 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}A_{1.4} &= (0,5+0,5) \times \frac{1}{2} \times 0,64 \\&= 0,320 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}A_{1.5} &= (0,5+0,25) \times \frac{1}{2} \times 0,63 \\&= 0,236 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Lampiran 5 Perhitungan Luas Penampang Basah Titik 2

1. Luas penampang basah titik 2 bukaan 0,25m

$$\begin{aligned} A_{2.1} &= (0,25+0,25) \times \frac{1}{2} \times 0,3 \\ &= 0,075 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{2.2} &= (0,25 + 0,25) \times \frac{1}{2} \times 0,3 \\ &= 0,075 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{2.3} &= (0,25+0,25) \times \frac{1}{2} \times 0,3 \\ &= 0,075 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

2. Luas penampang basah titik 2 bukaan 0,37m

$$\begin{aligned} A_{2.1} &= (0,25+0,25) \times \frac{1}{2} \times 0,34 \\ &= 0,085 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{2.2} &= (0,25 + 0,25) \times \frac{1}{2} \times 0,34 \\ &= 0,085 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{2.3} &= (0,25+0,25) \times \frac{1}{2} \times 0,34 \\ &= 0,085 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

3. Luas penampang basah titik 2 bukaan 0,5m

$$\begin{aligned} A_{2.1} &= (0,25+0,25) \times \frac{1}{2} \times 0,4 \\ &= 0,100 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{2.2} &= (0,25 + 0,25) \times \frac{1}{2} \times 0,4 \\ &= 0,100 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{2.3} &= (0,25+0,25) \times \frac{1}{2} \times 0,4 \\ &= 0,100 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Lampiran 6 Perhitungan Luas Penampang Basah Titik 3

1. Luas penampang basah titik 3 bukaan 0,25m

$$\begin{aligned} A_{3.1} &= (0,48 + 0,5) \times \frac{1}{2} \times 0,35 \\ &= 0,172 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{3.2} &= (0,5 + 0,82) \times \frac{1}{2} \times 0,52 \\ &= 0,343 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{3.3} &= (0,82 + 0,82) \times \frac{1}{2} \times 0,53 \\ &= 0,435 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{3.4} &= (0,82 + 0,5) \times \frac{1}{2} \times 0,45 \\ &= 0,297 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{3.5} &= (0,5 + 0,48) \times \frac{1}{2} \times 0,35 \\ &= 0,172 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

2. Luas penampang basah titik 3 bukaan 0,37m

$$\begin{aligned} A_{3.1} &= (0,48 + 0,5) \times \frac{1}{2} \times 0,4 \\ &= 0,196 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{3.2} &= (0,5 + 0,82) \times \frac{1}{2} \times 0,63 \\ &= 0,416 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{3.3} &= (0,82 + 0,82) \times \frac{1}{2} \times 0,63 \\ &= 0,517 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{3.4} &= (0,82 + 0,5) \times \frac{1}{2} \times 0,56 \\ &= 0,370 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{3.5} &= (0,5 + 0,48) \times \frac{1}{2} \times 0,41 \\ &= 0,201 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

3. Luas penampang basah titik 3 bukaan 0,5m

$$\begin{aligned} A_{3.1} &= (0,48 + 0,5) \times \frac{1}{2} \times 0,5 \\ &= 0,245 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{3.2} &= (0,5 + 0,82) \times \frac{1}{2} \times 0,65 \\ &= 0,429 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{3.3} &= (0,82 + 0,82) \times \frac{1}{2} \times 0,66 \\ &= 0,541 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{3.4} &= (0,82 + 0,5) \times \frac{1}{2} \times 0,6 \\ &= 0,396 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{3.5} &= (0,5 + 0,48) \times \frac{1}{2} \times 0,5 \\ &= 0,245 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Lampiran 7 Perhitungan Debit Aliran Titik 1

1. Debit aliran titik 1 bukaan 0,25m

$$\begin{aligned} Q_{1.1} &= 0,203 \times 0,253 \\ &= 0,051 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{1.2} &= 0,260 \times 0,201 \\ &= 0,052 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{1.3} &= 0,255 \times 0,153 \\ &= 0,039 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{1.4} &= 0,250 \times 0,141 \\ &= 0,035 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{1.5} &= 0,165 \times 0,088 \\ &= 0,014 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

2. Debit aliran titik 1 bukaan 0,37m

$$\begin{aligned} Q_{1.1} &= 0,387 \times 0,225 \\ &= 0,087 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{1.2} &= 0,351 \times 0,290 \\ &= 0,102 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{1.3} &= 0,250 \times 0,285 \\ &= 0,071 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{1.4} &= 0,196 \times 0,280 \\ &= 0,055 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{1.5} &= 0,134 \times 0,203 \\ &= 0,027 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

3. Debit aliran titik 1 bukaan 0,5m

$$\begin{aligned} Q_{1.1} &= 0,484 \times 0,278 \\ &= 0,134 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{1.2} &= 0,427 \times 0,350 \\ &= 0,149 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

$$Q_{1.3} = 0,353 \times 0,325$$

$$= 0,115 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{1.4} = 0,207 \times 0,320$$

$$= 0,066 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{1.5} = 0,157 \times 0,236$$

$$= 0,037 \text{ m}^3/\text{s}$$

Lampiran 8 Perhitungan Debit Aliran Titik 2

1. Debit aliran titik 2 bukaan 0,25m

$$\begin{aligned} Q_{2.1} &= 0,075 \times 1,107 \\ &= 0,083 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{2.2} &= 0,075 \times 1,126 \\ &= 0,084 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{2.3} &= 0,075 \times 1,106 \\ &= 0,083 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

2. Debit aliran titik 2 bukaan 0,37m

$$\begin{aligned} Q_{2.1} &= 0,085 \times 1,209 \\ &= 0,103 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{2.2} &= 0,085 \times 1,239 \\ &= 0,105 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{2.3} &= 0,085 \times 1,205 \\ &= 0,102 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

3. Debit aliran titik 2 bukaan 0,5m

$$\begin{aligned} Q_{2.1} &= 0,100 \times 1,308 \\ &= 0,131 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{2.2} &= 0,100 \times 1,324 \\ &= 0,132 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{2.3} &= 0,100 \times 1,306 \\ &= 0,131 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Lampiran 9 Perhitungan Debit Aliran Titik 3

1. Debit aliran titik 3 bukaan 0,25m

$$Q_{3.1} = 0,172 \times 0,109$$

$$= 0,019 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{3.2} = 0,343 \times 0,148$$

$$= 0,051 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{3.3} = 0,435 \times 0,258$$

$$= 0,112 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{3.4} = 0,297 \times 0,158$$

$$= 0,047 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{3.5} = 0,172 \times 0,124$$

$$= 0,021 \text{ m}^3/\text{s}$$

2. Debit aliran titik 3 bukaan 0,37m

$$Q_{3.1} = 0,196 \times 0,147$$

$$= 0,029 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{3.2} = 0,416 \times 0,204$$

$$= 0,085 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{3.3} = 0,517 \times 0,309$$

$$= 0,160 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{3.4} = 0,370 \times 0,216$$

$$= 0,080 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{3.5} = 0,201 \times 0,166$$

$$= 0,033 \text{ m}^3/\text{s}$$

3. Debit aliran titik 3 bukaan 0,5m

$$Q_{3.1} = 0,245 \times 0,227$$

$$= 0,056 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{3.2} = 0,429 \times 0,269$$

$$= 0,115 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{3.3} = 0,541 \times 0,357$$

$$= 0,193 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{3.4} = 0,396 \times 0,281$$

$$= 0,111 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{3.5} = 0,245 \times 0,224$$

$$= 0,055 \text{ m}^3/\text{s}$$

[illegible]

Lampiran 11 Gambar tinggi bukaan

