

TUGAS AKHIR

**ANALISIS KOEFISEN DEBIT DAN LIKU KALIBRASI PADA
ALAT UKUR DEBIT AMBANG LEBAR DI JARINGAN
IRIGASI VAN DER WIJCK PADA SALURAN SEKUNDER
CERBONAN WETAN
(ANALYSIS OF DISCHARGE COEFFICIENT AND RATING
CURVE ON BROAD-CRESTED WEIR FLOW MEASURING
DEVICE IN THE VAN DER WIJCK IRRIGATION NETWORK AT
CERBONAN WETAN SECONDARY CANAL)**



RIFADILAH NAUVAN

20 511 339

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

2025

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS KOEFISEN DEBIT DAN LIKU KALIBRASI PADA
ALAT UKUR DEBIT AMBANG LEBAR DI JARINGAN
IRIGASI *VAN DER WIJCK* PADA SALURAN SEKUNDER
CERBONAN WETAN
(*ANALYSIS OF DISCHARGE COEFFICIENT AND RATING
CURVE ON BROAD-CRESTED WEIR FLOW MEASURING
DEVICE IN THE VAN DER WIJCK IRRIGATION NETWORK AT
CERBONAN WETAN SECONDARY CANAL*)**

Disusun Oleh
RIEADILAH NAUWAN

20 511 339

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

Diuji Pada Tanggal 06 November 2025

Oleh Dewan Penguji:

Pembimbing

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

Penguji I

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

Penguji II

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

Mengesahkan

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D.(Eng).
NIK: 0951101101

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 saya 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, 06 November 2025

yang membuat pernyataan,



Rifadilah Nauvan

(20 511 339)

ABSTRAK

Bangunan ukur memegang peranan penting dalam sistem jaringan irigasi dapat mempengaruhi keakuratan debit yang disalurkan. Untuk mengelola sistem irigasi secara efektif dan efisien, diperlukan data yang akurat mengenai debit aliran. Penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan untuk memperoleh nilai koefisien debit (C_d), mengetahui liku kalibrasi untuk bangunan ukur ambang lebar di jaringan irigasi *Van Der Wijck* pada saluran sekunder Cerbonan Wetan, dan membandingkan nilai koefisien debit penelitian dengan nilai koefisien debit berdasarkan SNI 8137: 2015.

Penelitian dilakukan dengan metode pengukuran langsung di lapangan dengan menggunakan alat *current meter*. Pengukuran debit dilakukan pada tiga titik, yaitu sebelum ambang, tepat di atas ambang, dan sesudah ambang dengan menggunakan metode *mid section*. Setiap titik pengukuran dibagi menjadi tiga bagian horizontal (tepi kanan, tengah, dan tepi kiri) serta tiga bagian vertikal (0,2d, 0,6d, dan 0,8d).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai koefisien debit (C_d) berdasarkan SNI 8173 : 2015 adalah 0,942 pada bukaan 0,5 m, 0,969 pada bukaan 0,75 m, dan 0,981 pada bukaan 1 m. Adapun hasil penelitian menghasilkan nilai rata-rata C_d sebesar 0,863, dengan selisih masing-masing 11%, 9%, dan 10% dibandingkan dengan nilai C_d menurut SNI. Sementara itu, didapatkan persamaan liku kalibrasi $Q_{reg} = 0,835 \times H^{3,593}$ dan kurva kalibrasi menunjukkan perbedaan debit yang relatif kecil, yaitu 0%, 1%, dan 1%. Hal ini mengindikasikan bahwa hasil kalibrasi dapat dijadikan acuan yang valid dalam pengukuran debit di lokasi penelitian.

Kata Kunci: ambang lebar, irigasi, koefisien debit, liku kalibrasi.

ABSTRACT

Measurement structures play an important role in irrigation network systems because can significantly influence the accuracy of the discharged flow rate. To manage an irrigation system effectively and efficiently, accurate flow rate data are required. This study was conducted with the aim of determining the discharge coefficient (Cd), establishing the rating curve for the broad-crested weir measuring structure in the Van Der Wijck irrigation network on the Cerbonan Wetan secondary channel, and comparing the discharge coefficient values obtained from the study with those specified in SNI 8137:2015.

The research was carried out using a direct field measurement method with a current meter. Flow measurements were taken at three points: before the weir, directly above the weir, and after the weir, using the mid-section method. Each measurement point was divided into three horizontal sections (right bank, center, and left bank) and three vertical sections (0,2d, 0,6d, and 0,8d).

The results showed that the discharge coefficient (Cd) values based on SNI 8173:2015 were 0,942 for a 0,5 m opening, 0,969 for a 0,75 m opening, and 0,981 for a 1 m opening. The study obtained an average Cd value of 0,863, with differences of 11%, 9%, and 10%, respectively, compared to the Cd values according to the SNI standard. Meanwhile, the rating curve equation obtained was $Q_{reg} = 0,835 \times H^{3,593}$, and the calibration curve showed a relatively small discharge difference of 0%, 1%, and 1%. This indicates that the calibration results can serve as a valid reference for discharge measurements at the research site.

Keywords: broad-crested weir, discharge coefficient, irrigation, rating curve.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Analisis Koefisien Debit dan Liku Kalibrasi pada Alat Ukur Debit Ambang Lebar di Jaringan Irigasi *Van der Wijck* pada Saluran Sekunder Cerbonan Wetan”**. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Ayah tercinta Fuad Ichsan, yang senantiasa memberikan doa dan kasih sayang, serta dukungan moril maupun materil.
2. Ibu tercinta, Helita yang dengan kasih sayang, doa dan semua pengorbanannya yang senantiasa menemani disetiap perjalanan.
3. Ibu Shofwatul Fadilah, S.T.P., M. Eng selaku Dosen Pembimbing. Penulis mengucapkan rasa terima kasih atas bimbingan, nasihat, dan dorongan yang diberikan sepanjang penyusunan tugas akhir ini.
4. Para dosen, tenaga laboratorium, asisten, serta staf karyawan di lingkungan Program Studi Teknik Sipil UII yang senantiasa mendukung dan membimbing penulis selama menempuh perkuliahan.
5. Nazala Dhavi Arifiana Sakhi yang selalu menemani dan memberikan dukungannya selama proses pengerjaan Tugas Akhir ini, sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
6. Seluruh pihak dan sahabat penulis yang senantiasa memberikan bantuan serta dukungan dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini, dan semua teman - teman di Kost Pak Bingar 1 yang menemani di dalam suka dan duka.

Penulis menyadari adanya kekurangan dalam Tugas Akhir ini, namun penulis berharap hasil karya ini tetap dapat memberikan kontribusi dan manfaat bagi pihak yang membutuhkan.

Yogyakarta, 06 November 2025

Penulis



Rifadilah Nauvan

(20 511 339)

DAFTAR ISI

JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	ii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR NOTASI	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tinjauan Umum	5
2.2 Penelitian Terdahulu	5
2.2.1 Perbandinagn Koefisien Debit Dengan Lebar Saluran Berbeda Menggunakan Uji Fisik Peluap Persegi Panjang dan <i>V-Notch</i> (Febrianto, 2018)	5

2.2.2	Analisis Koefisien Debit Pada Variasi Alat Ukur Debit di Laboratorium Hidraulika Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia (Hakim dan Anggraheni, 2021)	6
2.2.3	Penentuan Liku Kalibrasi Debit (<i>Rating Curve</i>) Pada Musim Hujan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Deli (Setiawan dan Susanto, 2019)	6
2.2.4	Pengaruh Kekasaran Permukaan terhadap Koefisien Debit Bendung ambang Lebar (Jalil, dkk., 2014)	7
2.2.5	Kajian Perilaku Debit Alat Ukur Ambang Lebar Terhadap Profil Aliran (Risman, dkk., 2017)	7
2.3	Perbandingan Penelitian Terdahulu Dengan Penelitian yang Diusulkan	8
2.4	Keaslian Penelitian	12
BAB III LANDASAN TEORI		13
3.2	Ambang	13
3.3	Bangunan Ukur Ambang Lebar	14
3.4	Persamaan Debit Ambang Lebar	16
3.5	Debit Nyata Aliran Melalui Peluap	17
3.6	Koefisien Debit	19
3.7	<i>Current Meter</i>	20
3.8	Liku Kalibrasi	20
BAB IV METODE PENELITIAN		23
4.1	Lokasi Penelitian	23
4.2	Data yang Dibutuhkan	24
4.3	Alat yang Digunakan	25
4.4	Metode Pengumpulan Data	26
4.5	Metode Analisa Data	27
4.6	Bagan Alir	28
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN		30

5.1	Dimensi Saluran	30
5.1.1	Pengukuran Dimensi Saluran	30
5.2	Hasil Pengukuran Kecepatan	33
5.2.1	Kecepatan Titik	33
5.2.2	Kecepatan Rerata	35
5.3	Hasil Analisis Koefisien Debit	36
5.3.1	Debit Nyata	36
5.3.2	Debit Teori	38
5.3.3	Koefisien Debit	39
5.3.4	Koefisien Debit SNI	39
5.3.5	Debit Menurut SNI 8173:2015	42
5.4	Liku Kalibrasi	43
5.5	Pembahasan	48
5.5.1	Perbandingan Kecepatan	49
5.5.2	Perbandingan Debit	51
5.5.3	Perbandingan Koefisien debit	52
5.5.4	Pembahasan Liku Kalibrasi	53
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		56
6.1	Kesimpulan	56
6.2	Saran	56
DAFTAR PUSTAKA		57
LAMPIRAN		59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Grafik Indeks Ketahanan Pangan Indonesia tahun 2012-2022	1
Gambar 3.1	Alat ukur ambang lebar dengan mulut pemasukan yang dibulatkan	15
Gambar 3.2	Alat ukur ambang lebar dengan pemasukan bermuka datar, dan peralihan penyempitan	15
Gambar 3.3	Geometri Saluran Trapesium	17
Gambar 3.4	Penampang Melintang Pengukuran Debit Dengan Menggunakan Penampang Tengah	19
Gambar 4. 1	Lokasi Bangunan Ukur Ambang Lebar	23
Gambar 4.2	Lokasi Bangunan Ukur	24
Gambar 4.3	Lokasi Bangunan Ukur	24
Gambar 4.4	Current Meter	25
Gambar 4.5	Meteran	26
Gambar 4.6	Stopwatch	26
Gambar 4.7	Diagram Alir Pengerjaan Penelitian	29
Gambar 5.1	Dimensi Saluran Titik 1 Sebelum Ambang	30
Gambar 5.2	Dimensi Saluran Titik 2 Setelah Ambang	31
Gambar 5.3	Dimensi Saluran Titik 3	31
Gambar 5.4	Tampak Atas Saluran	31
Gambar 5.5	Ukuran Tinggi Bukaan Pintu 0,5 meter, 0,75 meter, 1 meter	32
Gambar 5.6	Potongan Melintang Pada Ambang Lebar	38
Gambar 5.7	Grafik Liku Kalibrasi	48
Gambar 5.8	Grafik Perbandingan Q Regresi dengan Q Ambang	48
Gambar 5.9	Grafik Kecepatan Rerata pada titik 1	50
Gambar 5.10	Grafik Kecepatan Rerata pada titik 2	50
Gambar 5.11	Grafik Kecepatan Rerata pada titik 3	50
Gambar 5.12	Grafik Perbandingan Debit Penelitian Dengan Debit SNI	51
Gambar 5. 13	Grafik Perbandingan Debit Nyata di Titik 1 Sampai 3	52
Gambar 5.14	Grafik Liku Kalibrasi	54

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Penelitian Terdahulu	9
Tabel 3.1	Variasi C dengan h_1/L dan h_1/p	16
Tabel 5.1	Kedalaman Titik 1 Sebelum Ambang	32
Tabel 5.2	Kedalaman Titik 2 Di Atas Ambang	33
Tabel 5.3	Kedalaman Titik 3 Setelah Ambang	33
Tabel 5.4	Rekap Kecepatan Aliran Titik 1 Sebelum Ambang	34
Tabel 5.5	Rekap Kecepatan Aliran Titik 2 Di Atas Ambang	34
Tabel 5.6	Rekap Kecepatan Aliran Titik 3 Setelah Ambang	34
Tabel 5.7	Rekapitulasi Kecepatan Rata-rata Titik 1 Sebelum Ambang	35
Tabel 5.8	Rekapitulasi Kecepatan Rata-rata Titik 2 Di Atas Ambang	35
Tabel 5.9	Rekapitulasi Kecepatan Rata-rata Titik 3 Setelah Ambang	36
Tabel 5.10	Rekapitulasi Perhitungan Debit Titik 1	36
Tabel 5.11	Rekapitulasi Perhitungan Debit Titik 2	37
Tabel 5.12	Rekapitulasi Perhitungan Debit Titik 3	37
Tabel 5.13	Perbandingan Nilai h_1/L dan h_1/p Penelitian	40
Tabel 5.14	Rekapitulasi Nilai C debit menurut SNI 8173:2015	40
Tabel 5.15	Tabel nilai C hasil Interpolasi Pada Buka-an Penuh	41
Tabel 5.16	Nilai Debit Menurut SNI	42
Tabel 5.17	Perhitungan Liku Kalibrasi Penelitian	43
Tabel 5.18	Hasil Liku Kalibrasi Penelitian	44
Tabel 5.19	Perbandingan C_d Penelitian dan SNI 8137:2015	53
Tabel 5.20	Hasil Nilai Liku Kalibrasi	54

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. 1 Perhitungan Debit di Titik 1 Bukaan Pintu Air 0,5 m	60
Lampiran 1. 2 Perhitungan Debit di Titik 1 Bukaan Pintu Air 0,75 m	60
Lampiran 1. 3 Perhitungan Debit di Titik 1 Bukaan Pintu Air 1 m	60
Lampiran 1.4 Perhitungan Debit di Titik 2 Bukaan Pintu Air 0,5 m	61
Lampiran 1.5 Perhitungan Debit di Titik 2 Bukaan Pintu Air 0,75 m	61
Lampiran 1.6 Perhitungan Debit di Titik 2 Bukaan Pintu Air 1 m	61
Lampiran 1. 7 Perhitungan Debit di Titik 3 Bukaan Pintu Air 0,5 m	62
Lampiran 1.8 Perhitungan Debit di Titik 3 Bukaan Pintu Air 0,75 m	62
Lampiran 1.9 Perhitungan Debit di Titik 3 Bukaan Pintu Air 1 m	62
Lampiran 2. 1 Pengukuran Dimensi Saluran	64
Lampiran 2. 2 Pembagian Pias Titik 1	64
Lampiran 2. 3 Pembagian Pias Titik 2	65
Lampiran 2. 4 Pengukuran Kedalaman Pias	65
Lampiran 2. 5 Pengukuran Kecepatan	66

DAFTAR NOTASI

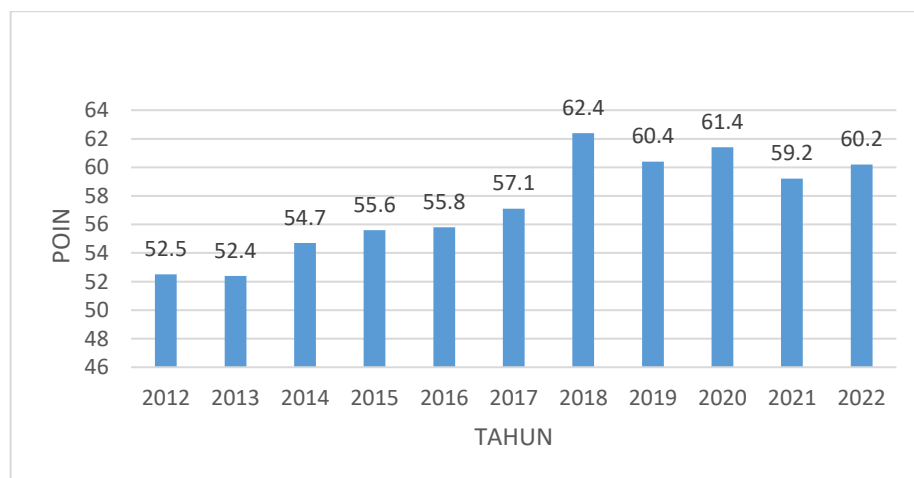
B	= Lebar atas saluran (m)
b	= Lebar ambang (m)
C_d	= Koefisien debit
d	= Kedalaman (m)
H	= Tinggi muka air (m)
Q	= Debit (m^3/detik)
R^2	= Koefisien Determinan
v	= Kecepatan (m/detik)
$\bar{v}$	= Kecepatan rata-rata (m/detik)
W	= Lebar Pias (m)
ΔH	= Angka koreksi, antara nol papan duga dan angka papan duga (m)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebagai negara agraris, Indonesia sangat bergantung pada irigasi untuk memenuhi kebutuhan air bagi tanaman pangan, terutama di daerah dengan curah hujan yang tidak menentu. Irigasi memastikan tanaman mendapatkan air yang dibutuhkan untuk tumbuh dengan normal, terutama saat kondisi lingkungan tidak mendukung ketersediaan air alami (Mulyadi dan Sitanggang, 2021). Irigasi adalah proses mengelola ketersediaan air untuk pertanian, meliputi pengambilan, pengaturan, dan pembuangan air (Priyanto, dkk., 2019). Menurut Ibrahim (2021), Irigasi adalah teknik pengelolaan air yang bertujuan untuk mengatur ketersediaan air di dalam tanah agar optimal bagi pertumbuhan tanaman, terutama pada kondisi kekeringan. Irigasi di Indonesia berperan untuk meningkatkan produktivitas panen yang nantinya akan meningkatkan ketahanan pangan Indonesia. Grafik indeks ketahanan pangan Indonesia dari tahun 2012 sampai 2022 ditunjukkan oleh Gambar 1.1. Dari Gambar 1.1 terlihat bahwa *trend* indeks ketahanan pangan di Indonesia tahun 2012-2022 mengalami kenaikan secara signifikan.



Gambar 1.1 Grafik Indeks Ketahanan Pangan Indonesia tahun 2012-2022

(Sumber: *Economist Impact* dalam Herwati dan Risdhianto ,2022)

Mengingat pentingnya irigasi untuk pertanian, pengalokasian air irigasi perlu didistribusikan secara efektif dan efisien. Dengan kata lain, bangunan irigasi tersebut telah dilengkapi dengan alat untuk mengukur debit air. Untuk mengelola sistem irigasi secara efektif dan efisien, diperlukan data yang akurat mengenai debit aliran. Debit aliran adalah besaran hidrologi yang menunjukkan laju aliran fluida (biasanya air) melalui suatu penampang tertentu dalam satuan waktu. Nilai debit ini digunakan untuk menganalisis berbagai proses hidrologi yang terjadi di lapangan (Amelia, dkk., 2022). Untuk mengetahui debit air pada sistem jaringan irigasi dilakukan pengukuran menggunakan alat ukur debit. Alat ukur debit ini merupakan suatu konstruksi yang dirancang khusus untuk mengatur volume air yang dialirkan ke saluran irigasi atau langsung ke area persawahan, sehingga dapat memenuhi kebutuhan air secara optimal (Winasis, dkk., 2020). Ada berbagai jenis alat ukur debit yang dapat digunakan, masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan serta cocok untuk kondisi aliran yang berbeda-beda, diantaranya ambang tajam, ambang lebar, *flume*, *current meter*, *ultrasonic flow meter*, *electromagnetic flow meter*. Dari semua jenis alat ukur yang ambang lebar yang banyak digunakan di Indonesia.

Bangunan ukur ambang lebar merupakan bangunan aliran atas (*overflow*), oleh karena itu panjang mercu lebih besar dari tinggi energi hulu (KP-04 Bagian Bangunan 2013). Untuk meningkatkan akurasi pengukuran debit menggunakan ambang lebar, perlu diperhatikan nilai koefisien debit. Koefisien debit adalah faktor koreksi tanpa satuan yang digunakan untuk menyesuaikan hasil perhitungan debit teoritis dengan hasil pengukuran debit aktual pada struktur pengendali aliran air (Rizaldy, dkk., 2021). Salah satu Daerah Irigasi (DI) yang ada di Indonesia DI karang Talun yang memiliki salah satu saluran bernama *Van Der Wijck*.

Saluran irigasi *Van Der Wijck* merupakan salah satu jaringan irigasi teknis yang berfungsi sebagai penyalur air dari bangunan utama menuju areal layanan, sehingga kondisi hidraulik di dalamnya sangat menentukan akurasi pengukuran debit. Saluran ini memiliki karakteristik geometrik dan hidraulik yang relatif stabil, sehingga cocok digunakan sebagai lokasi pengujian ambang lebar untuk memperoleh data aliran yang representatif. Dengan memanfaatkan stabilitas aliran

pada saluran irigasi *Van Der Wijck*, penelitian dapat menghasilkan pengukuran nilai koefisien debit (C_d) yang lebih akurat dan dapat dibandingkan secara langsung dengan standar yang tercantum dalam SNI 8137:2015.

Oleh karena itu, penting untuk mengetahui nilai koefisien debit yang tepat untuk suatu kondisi aliran tertentu. Tujuan utama penelitian ini adalah mengukur nilai koefisien debit (C_d) dan menentukan liku kalibrasi menggunakan ambang lebar pada saluran irigasi *Van Der Wijck*, dan membandingkan nilai koefisien debit (C_d) yang diperoleh berdasarkan hasil penelitian dengan nilai koefisien debit (C_d) yang tercantum dalam SNI 8137:2015.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang diatas, pembahasan mengarah pada hal-hal sebagai berikut:

1. Berapa nilai koefisien debit (C_d) dengan menggunakan alat ukur ambang lebar di saluran sekunder Cerbonan Wetan, DI Karang Talun, khususnya yang terletak di Desa Sendangsari?
2. Bagaimana liku kalibrasi bangunan ukur ambang lebar di saluran sekunder Cerbonan Wetan, DI Karang Talun, khususnya yang terletak di Desa Sendangsari.
3. Bagaimana hasil perbandingan koefisien debit (C_d) yang diperoleh melalui penelitian eksperimental dengan penggunaan bangunan ukur ambang lebar di saluran jaringan irigasi *Van der Wijck*, tepatnya pada saluran sekunder Cerbonan Wetan, jika dibandingkan dengan nilai C_d yang direkomendasikan dalam standar SNI 8137:2015?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui nilai koefisien debit (C_d) menggunakan alat ukur ambang lebar di saluran sekunder Cerbonan Wetan, DI Karang Talun, khususnya yang terletak di Desa Sendangsari.

2. Mengetahui liku kalibrasi bangunan alat ukur ambang lebar di saluran sekunder Cerbonan Wetan, DI Karang Talun, khususnya yang terletak di Desa Sendangsari.
3. Mengetahui hasil perbandingan koefisien debit (C_d) yang diperoleh melalui penelitian eksperimental dengan penggunaan bangunan ukur ambang lebar di saluran irigasi *Van der Wijck*, tepatnya pada saluran sekunder Cerbonan 1, jika dibandingkan dengan nilai C_d yang direkomendasikan dalam standar SNI 8137:2015.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat baik secara teoritis maupun praktis. Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan keakuratan perhitungan debit aliran menggunakan ambang lebar.
2. Memberikan rekomendasi dalam penggunaan SNI 8137:2015 pada kondisi lapangan.

1.5 Batasan Penelitian

Agar tercipta hasil penelitian yang berkualitas, Peneliti perlu menentukan batasan-batasan tertentu dalam pelaksanaan penelitiannya.

1. Menggunakan alat ukur ambang lebar di Cerbonan Wetan.
2. Pengaruh aliran air yang merembes dari hulu ke hilir pada bangunan ukur tidak diperhitungkan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan 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 penelitian ini 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. Melalui tinjauan ini, diharapkan dapat diperoleh pemahaman yang komprehensif dan mendalam sebagai landasan dalam merancang metode dan menganalisis data pada penelitian ini.

2.2 Penelitian Terdahulu

2.2.1 Perbandingan Koefisien Debit Dengan Lebar Saluran Berbeda Menggunakan Uji Fisik Peluap Persegi Panjang dan *V-Notch* (Febrianto, 2018)

Penelitian dengan judul “Perbandingan Koefisien Debit Dengan Lebar Saluran Berbeda Menggunakan Uji Fisik Peluap Persegi Panjang dan *V-Notch*” (Febrianto, 2018) memiliki tujuan untuk menentukan nilai koefisien dari *V-Notch* dan peluap persegi panjang. Penelitian ini juga bertujuan untuk membandingkan koefisien debit melalui serangkaian uji coba menggunakan peluap persegi panjang dan *V-Notch*. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data tinggi air yang meluap di atas peluap, volume air yang terkumpul, dan waktu pengumpulan. Berdasarkan data sebelumnya, dilaksanakan analisis untuk menghitung debit aktual dan debit teori aliran. Perbandingan dari debit aktual dan debit teori memberikan

nilai koefisien debit (C_d) untuk setiap jenis peluap. Pada penelitian ini dapat diketahui bahwa nilai rata-rata koefisien debit untuk peluap persegi panjang dengan lebar 10 cm adalah 0,656, sedangkan untuk lebar 100 cm sebesar 0,724. Pada peluap dengan tipe V-Notch, nilai koefisien debit dengan lebar 10 centimeter adalah 0,511, dan untuk lebar 100 centimeter adalah 0,601.

2.2.2 Analisis Koefisien Debit Pada Variasi Alat Ukur Debit di Laboratorium Hidraulika Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia (Hakim dan Anggraheni, 2021)

Pada penelitian dengan judul Analisis Koefisien Debit Pada Variasi Alat Ukur Debit di Laboratorium Hidraulika Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia memiliki fungsi untuk mengetahui perbandingan nilai koefisien debit (C_d) pada variasi alat ukur debit dengan berbagai metode dan memahami tingkat efektifitas ketika digunakan di lapangan. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah pengumpulan data, dan analisis data. Penelitian ini menghasilkan perbandingan hasil analisis koefisien debit (C_d) pada bangunan peluap segiempat dengan tinggi peluapan 0,015 m dengan menggunakan metode volumetrik didapatkan nilai koefisien debit sebesar 0,747. Untuk hasil analisis menggunakan *current meter* didapatkan hasil sebesar 0,745. Sedangkan hasil analisis dengan metode SNI 8137:2015 didapatkan hasil sebesar 0,612.

2.2.3 Penentuan Liku Kalibrasi Debit (*Rating Curve*) Pada Musim Hujan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Deli (Setiawan dan Susanto, 2019)

Pada penelitian dengan judul Penentuan Liku Kalibrasi Debit (*Rating Curve*) Pada Musim Hujan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Deli memiliki tujuan untuk menentukan persamaan *rating curve* yang menggambarkan hubungan antara tinggi muka air dan debit sungai di DAS Deli saat musim penghujan. Metode yang digunakan adalah metode deskriptif, yang mencakup observasi langsung di lapangan serta analisis sampel tanah di laboratorium. Data yang dianalisis terdiri dari data primer dan sekunder. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hubungan antara tinggi muka air dan debit sungai dapat direpresentasikan dengan persamaan

polinomial. Model ini dipilih karena memiliki nilai koefisien korelasi tertinggi (0,968) dan koefisien determinasi sebesar 0,972, yang menunjukkan bahwa 97% variasi debit sungai dipengaruhi oleh tinggi muka air.

2.2.4 Pengaruh Kekasaran Permukaan terhadap Koefisien Debit Bendung ambang Lebar (Jalil, dkk., 2014)

Pada penelitian dengan judul Pengaruh Kekasaran Permukaan terhadap Koefisien Debit Bendung ambang Lebar bertujuan untuk menyelidiki efek ukuran kekasaran permukaan terhadap koefisien debit pada bendung ambang lebar (*broad crested weir*). Penelitian ini menggunakan 3 model bendung lebar berpuncak dibuat dari kayu, masing-masing model memiliki tinggi 10 cm dan lebar 7,6 cm dengan nilai panjang yang berbeda ($L = 20, 25$ dan 30 cm). Pada masing-masing model, permukaannya dikasar empat kali, yaitu: $K_s =$ halus, 2,36, 3,35 dan 4,75 mm, masing-masing (yaitu, $D_{100} = 2,36$ mm, $D_{100} = 3,35$ mm dan $D_{100} = 4,75$ mm, di mana: D_{100} = diameter saringan di mana 100% material lebih halus), masing-masing model dipasang horizontal dan diikat dengan kait yang terpasang di dasar saluran persegi panjang, yang memiliki panjang 2,4 m, lebar 7,6 cm dan kedalaman 25 cm. Laju aliran diukur dengan tangki volumetrik. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah peningkatan kekasaran permukaan memiliki efek negatif pada kinerja bendung lebar, nilai C_d meningkat dengan peningkatan H/L . nilai C_d menurun dengan peningkatan H/K_s atau K_s/P . Nilai C_d berkisar antara 0,54 sampai 0,94, dengan *Standar Error* 0,0104873. Dalam keterbatasan pekerjaan eksperimen saat ini, persamaan prediksi debit (5) dikembangkan dengan kesalahan persentase rata-rata 0,0507%.

2.2.5 Kajian Perilaku Debit Alat Ukur Ambang Lebar Terhadap Profil Aliran (Risman, dkk., 2017)

Tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan kurva debit, mengetahui hubungan antara debit dan tinggi muka air di atas ambang, serta menguji akurasi alat ukur debit ambang lebar melalui pemodelan. Penelitian ini juga ingin menunjukkan sensitivitas pengukuran debit dan menggali hubungan antara debit

dan profil muka air menggunakan alat ukur tersebut. Metode yang digunakan melibatkan pembuatan model alat ukur debit ambang lebar dan menganalisis skala model tersebut, dengan asumsi nilai bilangan *Froude* pada model uji sama dengan prototype asli. Uji coba dilakukan dengan menempatkan model ambang lebar pada saluran terbuka dan memvariasikan debit untuk mengetahui hubungan antara debit dan tinggi muka air di hulu. Hasil penelitian memperlihatkan hasil yang signifikan, yaitu: Pertama, hubungan antara tinggi muka air di hulu dan debit pelimpah ambang lebar dengan *trendline* $Y = 0,88 X^{0,359}$, dimana Y diartikan sebagai debit dan X sebagai tinggi muka air di hulu. Kedua, hubungan antara tinggi muka air di hilir dan debit pelimpah ambang lebar dengan *trendline* $Y = 0,266 X^{0,236}$, dimana Y diartikan sebagai debit dan X sebagai tinggi muka air di hilir. Ketiga hubungan antara tinggi muka air di atas ambang dan debit pelimpah ambang lebar dengan *trendline* $Y = 3,863 X^{0,666}$, dimana Y diartikan sebagai debit dan X adalah tinggi muka air di atas ambang. Terakhir, Hubungan antara kehilangan energi dan debit pelimpah ambang lebar mengikuti *trendline* $Y = 721 X^2 + 15,99 X - 0,001$, dengan Y sebagai debit dan X sebagai kehilangan tinggi energi.

2.3 Perbandingan Penelitian Terdahulu Dengan Penelitian yang Diusulkan

Penelitian yang sedang berlangsung saat ini memiliki perbedaan dibandingkan dengan penelitian sebelumnya. Perbedaan tersebut dapat dilihat dalam tabel penelitian terdahulu pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Nama Penulis	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
1	(Jalil, dkk. 2014)	Pengaruh Kekasaran Permukaan terhadap Koefisien Debit Bendung ambang Lebar	menyelidiki efek ukuran kekasaran permukaan terhadap koefisien debit pada bendung ambang lebar (<i>broad crested weir</i>).	Penelitian ini menggunakan 3 model bendung lebar berpuncak dibuat dari kayu, masing-masing model memiliki tinggi 10 cm dan lebar 7,6 cm dengan nilai panjang yang berbeda ($L = 20, 25$ dan 30 cm).	Peningkatan kekasaran permukaan memiliki efek negatif pada kinerja bendung lebar, nilai C_d meningkat dengan peningkatan H/L . nilai C_d menurun dengan peningkatan H/K_s atau K_s/P . Nilai C_d berkisar antara 0,54 sampai 0,94, dengan <i>Standar Error</i> 0,0104873. Dalam keterbatasan pekerjaan eksperimen saat ini, persamaan prediksi debit (5) dikembangkan dengan kesalahan persentase rata-rata 0,0507%.
2	(Risman dkk., 2017)	Kajian Perilaku Debit Alat Ukur Ambang Lebar Terhadap Profil Aliran	menghasilkan kurva debit, mengetahui hubungan antara debit dan tinggi muka air di atas ambang, serta menguji akurasi alat ukur debit ambang lebar melalui pemodelan. Penelitian ini juga ingin menunjukkan sensitivitas pengukuran debit dan menggali hubungan antara debit dan profil muka air menggunakan alat ukur tersebut	Metode yang digunakan melibatkan pembuatan model alat ukur debit ambang lebar dan menganalisis skala model tersebut, dengan asumsi nilai bilangan <i>Froude</i> pada model uji sama dengan prototype asli. Uji coba dilakukan dengan menempatkan model ambang lebar pada saluran terbuka dan memvariasikan debit untuk mengetahui hubungan antara debit dan tinggi muka air di hulu.	Hasil penelitian memperlihatkan hasil yang signifikan. Pertama, hubungan antara tinggi muka air di hulu dan debit pelimpah ambang lebar diperoleh persamaan $Y = 0,88 X^{0,359}$, dengan Y diartikan sebagai debit dan X sebagai tinggi muka air di hulu. Kedua, hubungan antara tinggi muka air di hilir dan debit pelimpah ambang lebar dengan kecenderungan $Y = 0,266 X^{0,236}$, dengan Y diartikan sebagai debit dan X sebagai tinggi muka air di hilir. Ketiga hubungan antara tinggi muka air di atas ambang dan debit pelimpah ambang lebar dengan <i>trendline</i> $Y = 3,863 X^{0,666}$, dengan Y diartikan sebagai debit dan X adalah tinggi muka air di atas ambang. Terakhir, Hubungan antara kehilangan energi dan debit pelimpah ambang lebar mengikuti <i>trendline</i> $Y = 721 X^2 + 15,99 X - 0,001$, dengan Y sebagai debit dan X sebagai kehilangan tinggi energi.

Lanjutan Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Nama Penulis	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
4	(Febrianto, 2018)	Perbandinagn Koefisien Debit Dengan Lebar Saluran Berbeda Menggunakan Uji Fisik Peluap Persegi Panjang dan V-Notch	menentukan nilai koefisien dari V-Notch dan peluap persegi panjang. Penelitian ini juga bertujuan untuk membandingkan koefisien debit melalui serangkaian uji coba menggunakan peluap persegi panjang dan V-Notch.	Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data tinggi air yang meluap diatas peluap, volume air yang terkumpul, dan waktu pengumpulan. Berdasarkan data sebelumnya, dilaksanakan analisis untuk menghitung debit aktual dan debit teori aliran. Perbandingan dari debit aktual dan debit teori memberikan nilai koefisien debit (Cd) untuk setiap jenis peluap.	Pada penelitian ini dapat diketahui bahwa nilai rata-rata koefisien debit untuk peluap persegi panjang dengan lebar 10 cm adalah 0,656, sedangkan untuk lebar 100 cm sebesar 0,724. Pada peluap dengan tipe V-Notch, nilai koefisien debit dengan lebar 10 centimeter adalah 0,511, dan untuk lebar 100 centimeter adalah 0,601.
5	(Setiawan, dkk. 2019)	Penentuan Liku Kalibrasi Debit (<i>Rating Curve</i>) Pada Musim Hujan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Deli	menentukan persamaan <i>rating curve</i> yang menggambarkan hubungan antara tinggi muka air dan debit sungai di DAS Deli saat musim penghujan.	Metode yang digunakan adalah metode deskriptif, yang mencakup observasi langsung di lapangan serta analisis sampel tanah di laboratorium. Data yang dianalisis terdiri dari data primer dan sekunder.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa hubungan antara tinggi muka air dan debit sungai dapat direpresentasikan dengan persamaan polinomial. Model ini dipilih karena memiliki nilai koefisien korelasi tertinggi (0,968) dan koefisien determinasi sebesar 0,972, yang menunjukkan bahwa 97% variasi debit sungai dipengaruhi oleh tinggi muka air.
6	(Hakim & Anggraheni, 2021)	Analisis Koefisien Debit Pada Variasi Alat Ukur Debit di Laboratorium Hidraulika Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia	mencari perbandingan nilai koefisien debit (Cd) pada variasi alat ukur debit dengan berbagai metode dan mengetahui tingkat efektifitas ketika digunakan di lapangan.	Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah pengumpulan data, dan analisis data.	Penelitian ini menghasilkan perbandingan hasil analisis koefisien debit (Cd) pada bangunan peluap segiempat dengan tinggi peluapan 0,015 m dengan menggunakan metode volumetrik didapatkan nilai koefisien debit sebesar 0,747. Untuk hasil analisis menggunakan <i>current meter</i> didapatkan hasil sebesar 0,745. Sedangkan hasil analisis dengan metode SNI 8137:2015 didapatkan hasil sebesar 0,612.

Lanjutan Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Nama Penulis	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
7	(Nauvan, 2024)	Analisis Koefisien Debit dan Liku Kalibrasi pada Alat Ukur Debit Ambang Lebar di Jaringan Irigasi <i>Van der Wijck</i> pada Saluran Sekunder Cerbonan Wetan	Mengetahui nilai koefisien debit (C_d) menggunakan alat ukur ambang lebar, dan mengetahui liku kalibrasi bangunan alat ukur ambang lebar di saluran sekunder Cerbonan Wetan, DI Karang Talun, khususnya yang terletak di Desa Sendangsari	Dalam penelitian ini, data diperoleh melalui metode eksperimen, yang melibatkan pencatatan langsung hasil pengujian. Data yang digunakan adalah data primer, yaitu data yang didapatkan langsung selama proses penelitian berlangsung. Data yang terkumpul meliputi tinggi peluapan, debit aliran aktual, serta debit aliran teoritis.	-

2.4 Keaslian Penelitian

Sub bab ini menjelaskan keaslian penelitian yang berfokus pada Analisis Koefisien Debit Dan Liku Kalibrasi Pada Alat Ukur Debit Ambang Lebar Di Jaringan Irigasi *Van Der Wijck* Pada Saluran Sekunder Cerbonan Wetan . 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, tetapi juga membandingkan hasil pengukuran dengan angka Cd dari arahan SNI 8137:2015, dengan pendekatan metode tampang tengah. Penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan kontribusi baru dalam pemahaman liku kalibrasi.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Sistem Jaringan Irigasi

Sistem jaringan irigasi terdiri atas saluran tersier, saluran sekunder, dan saluran primer yang masing-masing terbagi lagi menjadi saluran penyalur dan saluran pembuangan. Ada bangunan utama dan bangunan luar, masing-masing disertai nama, area, dan informasi drainase (Mulyadi dan Sitanggang, 2021). Sebuah jaringan irigasi memiliki empat unsur fungsi utama, yaitu: (1) bangunan-bangunan utama (*head works*) yang memiliki fungsi untuk mengambil air dari waduk atau aliran sungai.; (2) jaringan pembawa adalah saluran yang membawa air menuju petak-petak tersier; (3) petak-petak tersier dilengkapi dengan jaringan irigasi dan saluran pembuangan terpadu, di mana air irigasi dibawa menuju petak-petak irigasi dan air yang berlebih ditampung pada sistem pembuangan yang berada pada petak tersier; dan (4) Sistem drainase yang terletak di luar area irigasi berfungsi untuk mengalirkan air berlebih ke sungai atau saluran-saluran alami (Sudirman, 2021).

3.2 Ambang

Ambang merupakan sekat penghadang yang sudah dilakukan kalibrasi yang dibangun melintang tegak lurus mengikuti lintasan aliran yang letaknya ada di saluran irigasi. Fungsi bangunan ini adalah untuk menaikan muka air dan bisa dipakai mengukur debit pada saluran. Prinsip aliran kritis merupakan prinsip aliran yang digunakan pada ambang, oleh karena itu ambang dirancang supaya aliran yang melewati ambang mengalami aliran kritis. Saat keadaan aliran kritis mengakibatkan debit yang mengalir hanya dipengaruhi ketinggian permukaan air diatas ambang (Hakim dan Anggrahini, 2021).

Biasanya, karakter dan sifat aliran air yang melewati suatu lokasi harus dipahami dengan baik apabila dalam perencanaannya akan merancang sebuah struktur atau bangunan air. Menurut Triatmodjo (1993), ambang adalah sebuah

struktur bangunan air. Ambang memiliki fungsi sebagai alat untuk meningkatkan elevasi muka air dan digunakan untuk mengukur debit.

Pada saluran terbuka ambang kerap dipakai untuk mengontrol tinggi muka air pada daerah hulu dan juga dipakai sebagai alat untuk mengukur debit aliran. Menurut penjelasan sebelumnya, ambang bisa dimanfaatkan sebagai penghadang atau rintangan yang dapat mempermudah terjadinya keadaan energi minimum dalam satuan keras.

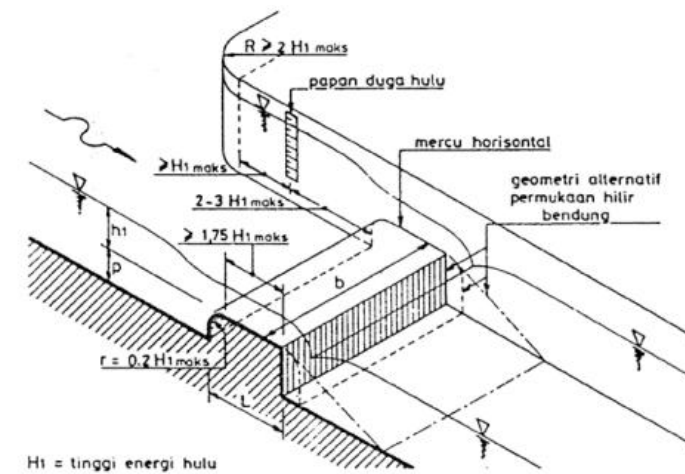
Apabila ada banjir, fungsi ambang sebagai bangunan pengendali bisa tidak berfungsi lagi. Hal ini disebabkan karena, muka air yang letaknya berada di sebelah hilir naik sehingga mengakibatkan ambang tenggelam. Perubahan bentuk aliran air yang deras pada akhirnya menyebabkan kondisi energi minimum tidak tercapai, yang ditunjukkan dengan membandingkan kedalaman air di bagian hilir dan hulu.

3.3 Bangunan Ukur Ambang Lebar

Bangunan ukur ambang lebar adalah sebuah bangunan air yang memiliki fungsi untuk mengukur debit yang digunakan pada sebuah saluran. Hal yang paling dipertimbangkan pada ambang lebar adalah kehilangan tinggi energi. (KP Irigasi-04 2013). Biasanya bentuk aliran diatas ambang lebar cenderung lebih tenang dan seragam dibandingkan dengan aliran di atas ambang tajam.

Suatu bangunan ukur dapat dikategorikan sebagai ambang lebar apabila memiliki puncak (*crest*) yang panjang dan datar, di mana panjang puncak tersebut minimal dua hingga tiga kali lebih besar dari tinggi energi air di atas ambang. Kondisi ini bertujuan agar aliran di atas puncak menjadi mendekati seragam, sehingga kecepatan dan kedalaman aliran relatif konstan di sepanjang permukaan ambang.

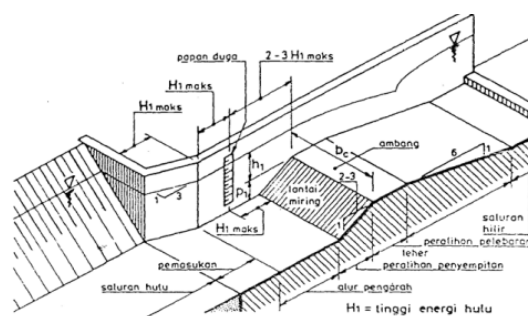
Akibat bentuk aliran di atas alat ukur ambang lebar dapat diselesaikan dengan teori hidrolika yang ada saat ini, bangunan ini bisa memiliki berbagai bentuk, meskipun debitnya tetap sama. Pada Gambar 3.1 dan 3.2 diperlihatkan contoh alat ukur ambang lebar.



Gambar 3.1 Alat ukur ambang lebar dengan mulut pemasukan yang dibulatkan

(KP-04 Bangunan Irigasi)

Tata letak yang ditunjukkan pada Gambar 3.2 hanya menggunakan permukaan datar, yang merupakan desain yang paling efisien dari segi biaya jika bangunannya terbuat dari beton.



Gambar 3.2 Alat ukur ambang lebar dengan pemasukan bermuka datar dan peralihan penyempitan

(KP-04 Bangunan Irigasi)

3.4 Persamaan Debit Ambang Lebar

Pengukuran debit yang melimpas di atas mercu ambang lebar didasarkan pada pengukuran tinggi tekan hidraulik. Rumus debit pada ambang lebar menurut SNI 8137:2015 dapat dilihat pada persamaan 3.1 berikut. Persamaan 3.1 jika tidak menggunakan nilai C maka menjadi persamaan debit teori.

$$Q = 1,705 \times b \times C \times h_1^{3/2} \quad (3.1)$$

Keterangan:

Q = debit m^3/dt

b = lebar ambang tegak lurus aliran, m

h_1 = tinggi peluapan, m

C = Koefisien debit menurut SNI 8137: 2015

Koefisien pengaliran debit bergantung pada beberapa faktor dan dapat ditentukan melalui grafik h_1/L dan h_1/p yang terdapat pada Tabel 3.1. Di sini, L menunjukkan panjang ambang searah dengan aliran, sedangkan p merupakan tinggi ambang dari dasar saluran pengarah. Nilai koefisien C , diperoleh dengan metode interpolasi linier. Koefisien debit, C , tetap bernilai 0,85 untuk rentang $0,1 \leq h_1/L \leq 0,2$ dan $h_1/p < 0,15$.

Tabel 3.1 Variasi C dengan h_1/L dan h_1/p

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	0,883	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

(sumber: SNI 8137: 2015)

3.5 Debit Nyata Aliran Melalui Peluap

Air yang mengalir dari hulu nantinya akan melintasi bangunan peluap sebelum menuju ke hilir. Proses ini menghasilkan debit aktual. Debit aktual pada saluran terbuka yang melewati peluap dihitung dengan membandingkan volume air yang melewati bangunan peluap dengan durasi waktu yang dibutuhkan air untuk melewati bangunan tersebut. Tipe peluap berdasarkan bentuknya meliputi beberapa kategori, antara lain peluap persegi panjang, peluap *V-notch*, dan peluap ambang tajam, masing-masing dengan karakteristik dan aplikasi yang berbeda dalam pengelolaan aliran air. Untuk menghitung debit nyata aliran pada peluap dapat dilihat pada persamaan 3.2 berikut ini.

$$Q = A \times v \quad (3.2)$$

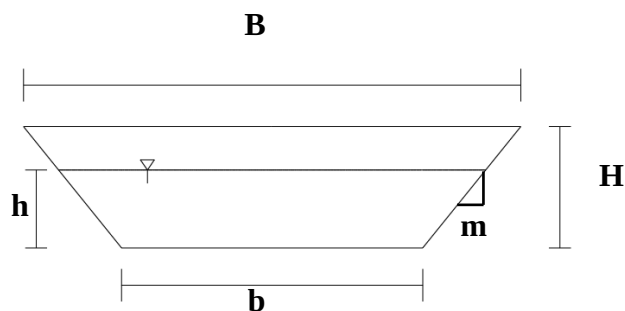
keterangan:

$Q = \text{Debit aliran nyata, m}^3/\text{detik}$

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

$v = \text{kecepatan, m/detik}$

Luas penampang basah adalah luas area permukaan air yang bersentuhan langsung dengan saluran atau struktur hidraulik. Gambar penampang basah pada saluran dapat dilihat pada Gambar 3.3



Gambar 3.3 Geometri Saluran Trapesium

Keterangan:

- B = lebar atas
 b = lebar bawah
 h = tinggi muka air
 H = tinggi saluran
 m = kemiringan dinding saluran

Dalam penelitian ini, pengukuran kecepatan aliran dilakukan pada setiap jalur vertikal menggunakan berbagai metode, seperti metode 1 titik, 2 titik, 3 titik, dan seterusnya. Pemilihan metode ini disesuaikan dengan kedalaman muka air. Jika kedalaman muka air kurang dari 0,75 meter, disarankan untuk menggunakan metode satu titik saja. Persamaan metode satu titik, dua titik dan tiga titik dapat dilihat pada persamaan 3.3 sampai dengan 3.5

Metode satu titik:

$$v_{rata-rata} = v_{0,6} \quad (3.3)$$

Metode dua titik:

$$v_{rata-rata} = \frac{v_{0,2} + v_{0,8}}{2} \quad (3.4)$$

Metode tiga titik

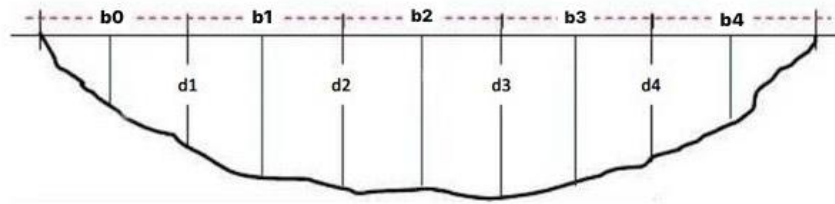
$$v_{rata-rata} = \left(\left(\frac{v_{0,2} + v_{0,8}}{2} \right) + v_{0,6} \right) \times \frac{1}{2} \quad (3.5)$$

keterangan:

- $v_{rata-rata}$ = kecepatan aliran rata-rata pada bidang vertikal, (m/s)
 $v_{0,2}$ = kecepatan aliran pada titik 0,2 kedalaman dari permukaan, (m/s)
 $v_{0,6}$ = kecepatan aliran pada titik 0,6 kedalaman dari permukaan, (m/s)
 $v_{0,8}$ = kecepatan aliran pada titik 0,8 kedalaman dari permukaan, (m/s)

Pengukuran debit pada penelitian ini menggunakan metode tampang tengah, metode tampang tengah adalah metode menghitung debit aliran air dengan

membagi penampang melintang menjadi beberapa segmen vertikal seperti gambar 3.4. Persamaan debit dengan menggunakan metode tampang tengah dapat dilihat pada persamaan 3.6 dan persamaan debit nyata dapat dilihat pada persamaan 3.7



Gambar 3.4 Penampang Melintang Pengukuran Debit Dengan Menggunakan Penampang Tengah

$$q_x = \bar{v} \frac{b_{x-1} + b_x}{2} d_x \quad (3.6)$$

keterangan:

q_x = debit pada bagian x (m^3/s)

$\bar{v}$ = kecepatan rata rata (m/s)

b_x = lebar pada bagian x (m)

d_x = kedalaman pada bagian x (m)

$$Q = \sum_{x=i}^n q_x \quad (3.7)$$

keterangan:

Q = debit nyata (m^3/s)

q_x = debit pada bagian x (m^3/s)

n = banyaknya penampang bagian

3.6 Koefisien Debit

Koefisien debit (C_d) didefinisikan sebagai perbandingan antara debit nyata dan debit teoritis (Andandaningrum, dkk., 2021). Menurut (Rizaldy, dkk., 2021) Koefisien debit merupakan angka tak berdimensi sebagai koreksi dari hasil

formulasi matematika debit aliran yang mengalir pada bangunan air terhadap hasil pengukuran debit aliran. Menurut Triatmodjo (1993), koefisien debit dapat diartikan sebagai rasio antara debit aktual dengan debit yang dihitung dengan menggunakan teori. Dengan demikian, koefisien debit sangat penting dalam perhitungan debit aliran menggunakan rumus empiris ambang lebar. Nilai koefisien debit ini sangat dipengaruhi oleh karakteristik aliran air dan geometri ambang lebar. Rumus koefisien debit dapat dilihat pada Persamaan 3.8 berikut ini.

$$C_d = \frac{Q_{nyata}}{Q_{teoritis}} \quad (3.8)$$

Keterangan:

C_d = Koefisien debit

Q_{nyata} = Debit nyata aliran, m^3/s

$Q_{teoritis}$ = Debit aliran teoritis, m^3/s

3.7 *Current Meter*

Current meter adalah alat yang berfungsi untuk mengukur kecepatan aliran air, yang dinyatakan dalam satuan meter per detik. Prinsip kerja alat ini adalah dengan membandingkan jumlah putaran kincir dalam rentang waktu tertentu, kemudian mengkonversikannya dengan memakai rumus yang sudah ditentukan. Total putaran kincir bisa diketahui dengan mendengarkan pulsa yang dihasilkan oleh *current meter* melalui *headphone* atau dengan menghitung pulsa menggunakan *counter* mekanik. Sementara itu, lamanya pengukuran dihitung menggunakan *stopwatch*. Pemakaian *current meter* untuk mengukur kecepatan air telah banyak dilakukan dalam berbagai situasi. Alat ini sering dipakai karena bisa memberikan hasil pengukuran yang cukup akurat. Cara kerjanya adalah dengan menghubungkan kecepatan aliran air dengan kecepatan putaran baling-baling pada *current meter* tersebut.

3.8 *Liku Kalibrasi*

Liku kalibrasi (*Rating Curve*) debit adalah grafik yang menggambarkan hubungan antara ketinggian permukaan air dan debit sungai. Dengan menggunakan

kurva ini, dapat mempermudah dalam memperkirakan besarnya debit air di sungai tersebut (Setiawan & Susanto, 2019). Menurut Suryatmojo (2006) dalam Suprayogi, dkk.(2014), liku kalibrasi (*rating curve*) adalah sebuah kurva yang menggambarkan korelasi ketinggian permukaan air dan debit aliran di suatu titik tertentu pada penampang sungai. Kurva kalibrasi ini bisa dibuat dengan cara melakukan serangkaian pengukuran yang terencana, dengan menghubungkan dua variabel utama, yaitu tinggi muka air dan debit sungai, pada titik pengukuran yang telah ditentukan. Berdasarkan penelitian (Sarnubi dan Apriyanto, 2024) dalam penelitian Kalibrasi Bangunan Ukur Cipoletti (Bdl.02) Saluran Induk Dalam Daerah Irigasi Cipager, liku kalibrasi terbukti dapat digunakan pada saluran irigasi untuk meningkatkan akurasi pengukuran debit air.

Liku kalibrasi (*rating curve*) dapat diperoleh dengan mengaitkan dua variabel, yaitu tinggi permukaan air dan debit, di stasiun hidrometri. Proses ini dilakukan dengan membuat hubungan grafis, di mana titik-titik hasil pengukuran dihubungkan membentuk garis lengkung pada kertas logaritmik. Persamaan liku kalibrasi ini dapat ditentukan menggunakan regresi pangkat, seperti yang ditunjukkan dalam persamaan 3.9 berikut.

$$Q = A(H + \Delta H)^B \quad (3.9)$$

Keterangan:

Q = Debit, m³/s

A,B = Tetapan

ΔH = Angka koreksi, antara nol papan duga dan angka papan duga

H = Tinggi muka air, m

Setelah itu persamaan regresi pangkat kemudian dilinierkan dengan memasukan nilai ln atau log kedalam masing-masing parameter.

$$Q = A(H + \Delta H)^B \quad (3.9)$$

$$\ln Q = \ln A + B \ln(H + \Delta H) \quad (3.10)$$

$$\ln Q = B \ln(H + \Delta H) + \ln A \quad (3.11)$$

$$y = m x + c \quad (3.12)$$

Sehingga

$$y = \ln Q$$

$$m = B$$

$$x = \ln(H + \Delta H)$$

$$c = \ln A$$

Kemudian, mencari nilai koefisien m dan C dihitung dengan cara regresi linier. Persamaan regresi linier dapat dilihat pada persamaan 3.13 dan 3.14 berikut

$$m = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \quad (3.13)$$

$$c = \frac{\sum y - m \sum x}{n} \quad (3.14)$$

Keterangan:

$$m = \text{Koefisien}$$

$$c = \text{Koefisien}$$

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

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

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dengan judul Analisis Koefisien Debit dan Liku Kalibrasi pada Alat Ukur Debit Ambang Lebar di Jaringan Irigasi *Van der Wijck* pada Saluran Sekunder Cerbonan Wetan ini berada di salah satu titik di saluran irigasi *Van Der Wijck*, lebih tepatnya pada saluran sekunder Cerbonan Wetan Denokan, Desa Sendangsari, Kec. Minggir, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Lokasi bangunan dapat dilihat pada Gambar 4.1 sampai 4.3 berikut.



Gambar 4. 1 Lokasi Bangunan Ukur Ambang Lebar

Sumber: *Google earth*, 2025



Gambar 4.2 Lokasi Bangunan Ukur

Sumber: *Google earth*



Gambar 4.3 Lokasi Bangunan Ukur

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025

4.2 Data yang Dibutuhkan

Dalam penelitian berjudul analisis koefisien debit dan liku kalibrasi pada alat ukur debit ambang bebar di jaringan Irigasi *Van Der Wijck* pada saluran sekunder Cerbonan Wetan ini data yang dikumpulkan meliputi:

1. Kecepatan aliran, diukur menggunakan *current meter* (v).
2. Profil saluran irigasi, meliputi dimensi saluran seperti B (lebar atas), b (lebar bawah), h (tinggi muka air), H (tinggi saluran).
3. Data tinggi muka air, debit amatan AWLR (*Automatic water level recorder*) pada saluran irigasi *Van Der Wijck*.

4.3 Alat yang Digunakan

Dalam pelaksanaannya, peralatan yang digunakan untuk menyelesaikan penelitian tugas akhir di saluran irigasi Serayu Opak adalah sebagai berikut.

1. *Current Meter*, untuk mengukur kecepatan aliran air.

Pada penelitian ini digunakan alat ukur *current meter* *HyQuest Solutions OSS-B1* yang ada di Laboratorium Hidraulika, Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia seperti pada Gambar 4.4. Alat ini merupakan *current meter* tipe baling-baling (*propeller type*) yang digunakan untuk mengukur kecepatan aliran pada saluran terbuka. OSS-B1 memiliki rentang pengukuran kecepatan mulai dari 0,025 m/s hingga 10 m/s (tergantung jenis baling-baling), dengan akurasi sekitar $\pm 1\%$. Alat ini dilengkapi *reed switch* yang menghasilkan satu pulsa per putaran baling-baling, serta disertai tabel kalibrasi sesuai standar ISO.



Gambar 4.4 Current Meter

Sumber: Dokumentasi pribadi, 2025

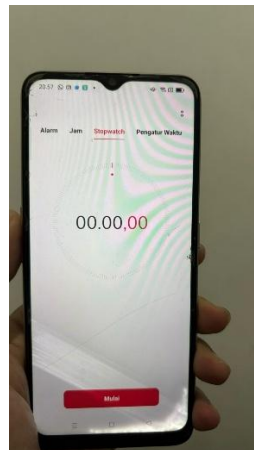
2. Meteran, untuk mengukur dimensi saluran seperti pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Meteran

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025

3. *Stopwatch*, alat ini digunakan untuk mengukur durasi aliran air yang mengalir dari saluran menuju wadah penampung untuk mengukur volume air. Gambar *Stopwatch* dapat dilihat pada Gambar 4.7 berikut.



Gambar 4.6 Stopwatch

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025

4.4 Metode Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, pengumpulan data dilakukan melalui pendekatan kuantitatif, melibatkan pengukuran langsung di lapangan. Pengumpulan data dilakukan dengan mengukur debit aktual pada saluran irigasi menggunakan alat

ukur *current meter*, selain itu juga diukur tinggi muka air untuk menghitung liku kalibrasi. Langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut.

1. Persiapan alat
2. Pengamatan dan pengukuran 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 debit aktual berdasarkan kecepatan aliran dan luas penampang saluran.

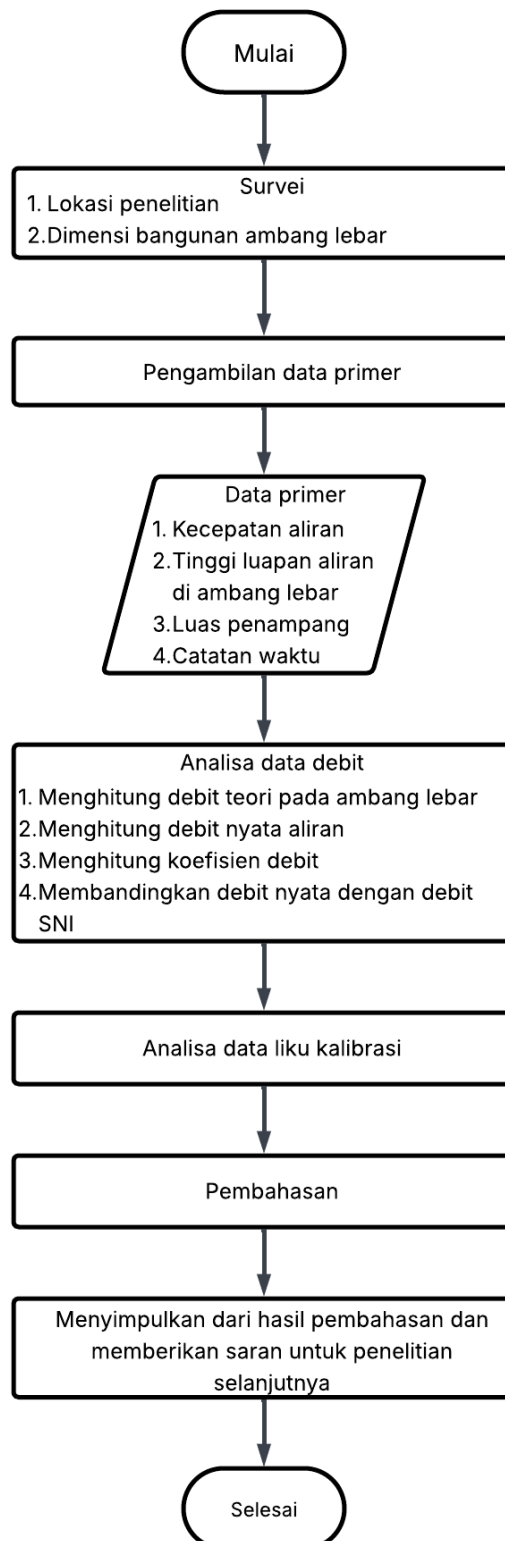
4.5 Metode Analisis Data

Data yang diperoleh dari lapangan akan dianalisis untuk menentukan debit aliran secara teori, serta debit aliran aktual pada struktur yang diteliti. Adapun langkah-langkah analisis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Debit Teori Aliran Melalui Ambang lebar
Analisis debit teori aliran melalui ambang lebar menggunakan persamaan (3.1).
2. Debit Nyata Aliran Melalui Peluap
Analisis debit nyata aliran melalui bangunan peluap menggunakan persamaan (3.3) sampai dengan (3.6).
3. Koefisien Debit (Cd)
Analisis koefisien debit (Cd) menggunakan persamaan dan (3.8)
4. Liku kalibrasi
Liku kalibrasi menggunakan persamaan (3.9) sampai dengan (3.14)

4.6 Bagan Alir

Bagan alir adalah gambar yang menunjukkan langkah-langkah dalam sebuah penelitian. Gambar ini dimulai dari kata "Mulai" dan berakhir dengan kata "Selesai". Setiap gambar kecil dalam bagan ini memiliki arti yang berbeda-beda dan menunjukkan suatu kegiatan dalam penelitian. Proses penelitian ini diawali dengan tahap survei awal, dilanjutkan dengan pengumpulan data primer dan sekunder. Setelah data terkumpul, dilakukan analisis data. Tahap akhir adalah pembahasan hasil analisis. Bagan alir penelitian ini secara lengkap dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.7 Diagram Alir Pengerjaan Penelitian

BAB V

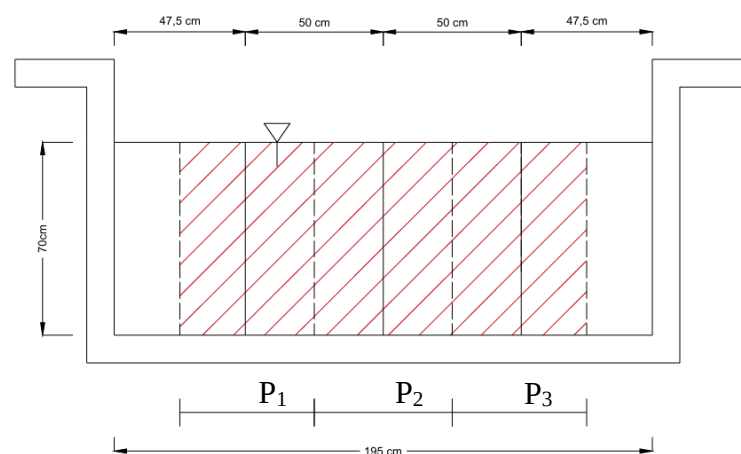
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Dimensi Saluran

Dalam pengukuran debit diperlukan data dimensi saluran. Dimensi saluran adalah ukuran-ukuran dasar dari suatu saluran, baik saluran irigasi, saluran pembuangan, maupun saluran air lainnya. Ukuran ini menunjukkan bentuk fisik dan karakter penampang saluran yang nantinya memengaruhi kemampuan saluran menyalurkan air. Dalam penelitian ini ada 2 bentuk saluran, yaitu persegi dan trapesium.

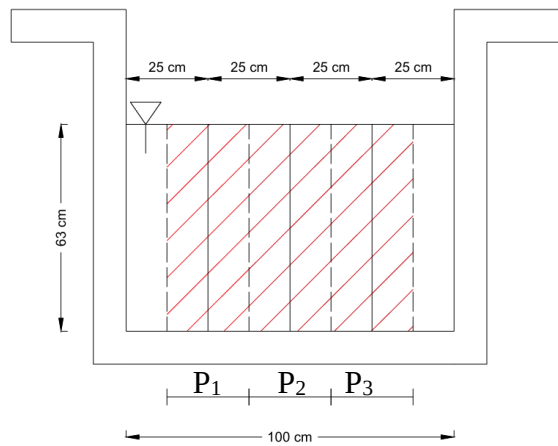
5.1.1 Pengukuran Dimensi Saluran

Pengukuran dimensi saluran dilakukan secara horizontal untuk membagi saluran menjadi beberapa segmen (pias) dengan jarak tertentu. Pias ini nantinya digunakan sebagai titik-titik pengukuran kecepatan aliran. Hasil dari pengukuran dimensi saluran serta pembagian pias pada titik 1, 2, dan 3 ditampilkan pada Gambar 5.1, 5.2, dan 5.3 berikut.



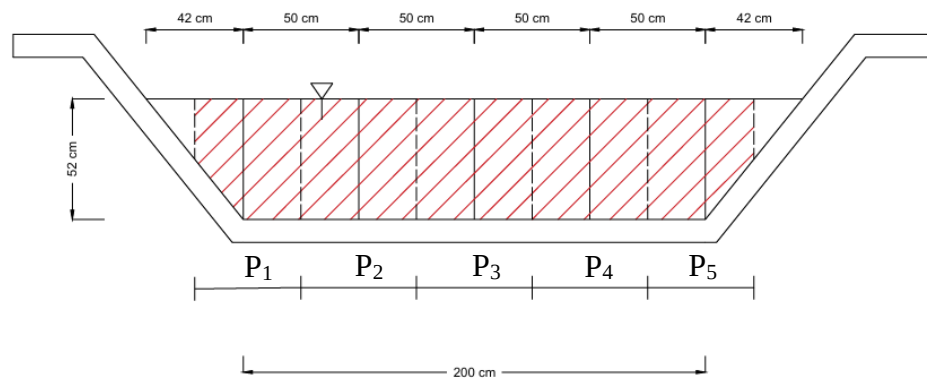
Keterangan: P_i = Pias ke-i

Gambar 5.1 Dimensi Saluran Titik 1 Sebelum Ambang



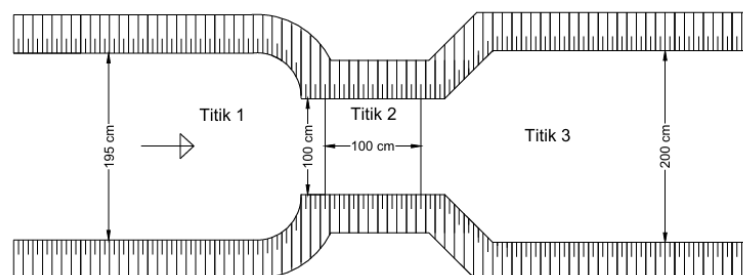
Keterangan: P_i = Pias ke-i

Gambar 5.2 Dimensi Saluran Titik 2 Setelah Ambang



Keterangan: P_i = Pias ke-i

Gambar 5.3 Dimensi Saluran Titik 3



Gambar 5.4 Tampak Atas Saluran

Selain dilakukan pengukuran secara horizontal dilakukan pengukuran dilakukan secara vertikal untuk menentukan kedalaman pada masing-masing pias serta acuan untuk menentukan banyaknya titik pengukuran kecepatan. Pengukuran secara vertikal dilakukan tiga variasi bukaan pintu air yaitu penuh (1 meter), $\frac{3}{4}$ (0,75 meter) dan $\frac{1}{2}$ (0,5 meter) seperti pada Gambar 5.5



Gambar 5.5 Ukuran Tinggi Bukaan Pintu 0,5 meter, 0,75 meter, 1 meter

Adapun hasil pengukuran kedalaman 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 Sebelum Ambang

Tinggi Bukaan Pintu Air (m)	Kedalaman (m)		
	d1	d2	d3
0,5	0,48	0,63	0,57
0,75	0,55	0,7	0,64
1	0,58	0,73	0,67

Tabel 5.2 Kedalaman Titik 2 Di Atas Ambang

Tinggi Bukaam Pintu Air (m)	Kedalaman (m)		
	d1	d2	d3
0,5	0,53	0,53	0,53
0,75	0,60	0,60	0,60
1	0,63	0,63	0,63

Tabel 5. 3 Kedalaman Titik 3 Setelah Ambang

Tinggi Bukaam Pintu Air (m)	Kedalaman (m)				
	d1	d2	d3	d4	d5
0,5	0,4	0,42	0,4	0,39	0,35
0,75	0,47	0,49	0,47	0,46	0,44
1	0,5	0,52	0,5	0,49	0,47

5.2 Hasil Pengukuran Kecepatan

Dalam penelitian ini, pengukuran dilakukan di tiga lokasi berbeda, yaitu sebelum ambang, tepat di atas ambang, dan sesudah ambang. Setiap pengukuran dilakukan dengan tiga variasi bukaan pintu, yakni $\frac{1}{2}$ (0,5 meter) , $\frac{3}{4}$ (0,75 meter), dan penuh (1 meter). Proses pengukuran kecepatan aliran dilakukan melalui beberapa tahapan berikut.

5.2.1 Kecepatan Titik

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 Sebelum Ambang

Tinggi Bukaan Pintu Air (m)	No Pias	Kedalaman (m)		Kecepatan (m/s)
0,5	1	0,6d	0,288	0,214
	2	0,6d	0,378	0,283
	3	0,6d	0,342	0,201
0,75	1	0,6d	0,33	0,231
	2	0,6d	0,42	0,3078
	3	0,6d	0,384	0,2304
1	1	0,6d	0,348	0,258
	2	0,6d	0,438	0,346
	3	0,6d	0,402	0,241

Tabel 5.5 Rekap Kecepatan Aliran Titik 2 Diatas Ambang

Tinggi Bukaan Pintu Air (m)	No Pias	Kedalaman (m)		Kecepatan (m/s)
0,5	1	0,6d	0,318	0,660
	2	0,6d	0,318	0,706
	3	0,6d	0,318	0,659
0,75	1	0,6d	0,36	0,826
	2	0,6d	0,36	0,880
	3	0,6d	0,36	0,826
1	1	0,6d	0,378	0,862
	2	0,6d	0,378	0,961
	3	0,6d	0,378	0,861

Tabel 5.6 Rekap Kecepatan Aliran Titik 3 Setelah Ambang

Tinggi Bukaan Pintu Air (m)	No Pias	Kedalaman (m)		Kecepatan (m/s)
0,5	1	0,6d	0,24	0,059
	2	0,6d	0,252	0,123
	3	0,6d	0,24	0,149
	4	0,6d	0,234	0,126
	5	0,6d	0,21	0,064
0,75	1	0,6d	0,282	0,082
	2	0,6d	0,294	0,226

Lanjutan Tabel 5.6 Rekap Kecepatan Aliran Titik 3 Setelah Ambang

Tinggi Bukaam Pintu Air (m)	No Pias	Kedalaman (m)		Kecepatan (m/s)
0,75	3	0,6d	0,282	0,261
	4	0,6d	0,276	0,228
	5	0,6d	0,264	0,094
1	1	0,6d	0,3	0,107
	2	0,6d	0,312	0,232
	3	0,6d	0,3	0,283
	4	0,6d	0,294	0,236
	5	0,6d	0,282	0,122

5.2.2 Kecepatan Rerata

Kecepatan rerata pada penelitian ini menggunakan metode satu titik. Penghitungan kecepatan rata-rata perlu diperhatikan jika kedalaman pias tidak melebihi 75 cm, di mana pengukuran kecepatan dilakukan dengan metode satu titik dan dihitung menggunakan rumus berikut. Adapun rekapitulasi perhitungan kecepatan pada masing-masing titik pengukuran dapat dilihat pada Tabel 5.7, 5.8 dan 5.9.

Tabel 5.7 Rekapitulasi Kecepatan Rata-rata Titik 1 Sebelum Ambang

Kode	Tinggi Bukaam Pintu Air (m)		
	$\frac{1}{2}$ (0,5 meter)	$\frac{3}{4}$ (0,75 meter)	Penuh (1meter)
$V_{1.1}$ (m/s)	0,214	0,231	0,258
$V_{1.2}$ (m/s)	0,284	0,308	0,346
$V_{1.3}$ (m/s)	0,201	0,230	0,241

Keterangan: $V_{i,n}$ = Kecepatan di titik ke-i dan pias ke-n

Tabel 5.8 Rekapitulasi Kecepatan Rata-rata Titik 2 Di Atas Ambang

Kode	Tinggi Bukaam Pintu Air (m)		
	$\frac{1}{2}$ (0,5 meter)	$\frac{3}{4}$ (0,75 meter)	Penuh (1meter)
$V_{2.1}$ (m/s)	0,660	0,826	0,862
$V_{2.2}$ (m/s)	0,706	0,880	0,961
$V_{2.3}$ (m/s)	0,659	0,826	0,861

Keterangan: $V_{i,n}$ = Kecepatan di titik ke-i dan pias ke-n

Tabel 5.9 Rekapitulasi Kecepatan Rata-rata Titik 3 Setelah Ambang

Kode	Tinggi Bukaam Pintu Air (m)		
	½ (0,5 meter)	¾ (0,75 meter)	Penuh (1meter)
V _{3.1} (m/s)	0,058	0,082	0,107
V _{3.2} (m/s)	0,123	0,226	0,232
V _{3.3} (m/s)	0,149	0,260	0,283
V _{3.4} (m/s)	0,126	0,228	0,236
V _{3.5} (m/s)	0,064	0,094	0,122

Keterangan: V_{i,n}= Kecepatan di titik ke-i dan pias ke-n

5.3 Hasil Analisis Koefisien Debit

Setelah dilakukan pengukuran kecepatan dan dimensi saluran dapat dilakukan perhitungan untuk mencari debit nyata, dan debit teori. Setelah mendapatkan debit nyata dan teori maka koefisien debit dapat diketahui.

5.3.1 Debit Nyata

Debit nyata adalah nilai debit yang didapat dari proses perhitungan antara kecepatan rata-rata aliran yang diambil dilapangan dan luas penampang basah di saluran tersebut. Perhitungan debit nyata dilakukan dengan metode tampang tengah menggunakan persamaan 3.11. Rekap perhitungan debit pada titik satu sampai tiga dapat dilihat pada Tabel 5.10 sampai Tabel 5.12

Tabel 5.10 Rekapitulasi Perhitungan Debit Titik 1

Kode	Debit (m ³ /s)		
	Bukaam Pintu Air		
	½ (0,5 meter)	¾ (0,75 meter)	Penuh (1meter)
Q1.1 (m ³ /s)	0,050	0,062	0,073
Q1.2 (m ³ /s)	0,089	0,108	0,126
Q1.3 (m ³ /s)	0,056	0,072	0,079
TOTAL	0,195	0,242	0,278

Keterangan: Q_{i,n}= Debit di titik ke-i dan pias ke-n

Tabel 5.11 Rekapitulasi Perhitungan Debit Titik 2

Kode	Debit (m ³ /s)		
	Bukaan Pintu Air		
	½ (0,5 meter)	¾ (0,75 meter)	Penuh (1meter)
Q2.1 (m ³ /s)	0,087	0,124	0,136
Q2.2 (m ³ /s)	0,094	0,132	0,151
Q2.3 (m ³ /s)	0,087	0,124	0,136
TOTAL	0,268	0,380	0,423

Keterangan: Q_{i,n}= Debit di titik ke-i dan pias ke-n

Tabel 5.12 Rekapitulasi Perhitungan Debit Titik 3

Kode	Debit (m ³ /s)		
	Bukaan Pintu Air		
	½ (0,5 meter)	¾ (0,75 meter)	Penuh (1meter)
Q3.1 (m ³ /s)	0,011	0,018	0,025
Q3.2 (m ³ /s)	0,026	0,056	0,060
Q3.3 (m ³ /s)	0,030	0,061	0,071
Q3.4 (m ³ /s)	0,025	0,052	0,058
Q3.5 (m ³ /s)	0,010	0,019	0,026
TOTAL	0,102	0,206	0,240

Keterangan: Q_{i,n}= Debit di titik ke-i dan pias ke-n

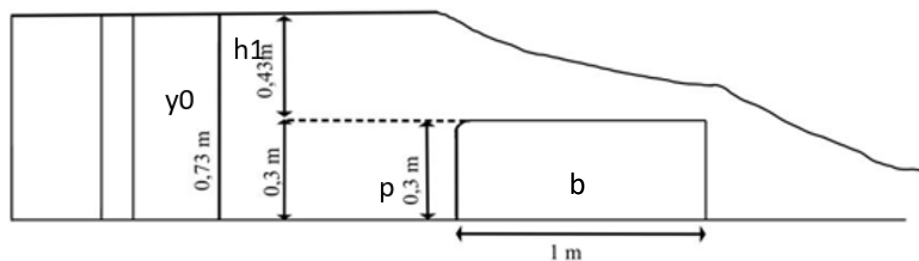
1. Perhitungan debit titik 1

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

$$\begin{aligned}
 Q &= \bar{v} \frac{W_{x-1} + W_x}{2} d_x \\
 Q_{1.1} &= 0,214 \times \frac{0,475 + 0,5}{2} \times 0,48 \\
 &= 0,050 \text{ m}^3/\text{s} \\
 Q_{1.2} &= 0,283 \times \frac{0,5 + 0,5}{2} \times 0,63 \\
 &= 0,089 \text{ m}^3/\text{s} \\
 Q_{1.3} &= 0,201 \times \frac{0,5 + 0,475}{2} \times 0,57 \\
 &= 0,056 \text{ m}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

5.3.2 Debit Teori

Debit teoritis adalah besarnya debit yang dijadikan patokan atau pembanding terhadap debit aktual (debit nyata) hasil pengukuran di lapangan. Penggunaan debit teoritis bertujuan untuk melihat seberapa besar efisiensi aliran serta kehilangan debit yang terjadi, sehingga dari perbandingan tersebut dapat ditentukan nilai koefisien debit (C_d). Untuk mendapatkan debit teori dapat menggunakan persamaan 3.1 tanpa memasukan nilai C . Potongan melintang ambang lebar dapat dilihat pada Gambar 5.6



Gambar 5.6 Potongan Melintang Pada Ambang Lebar

Persamaan debit teori :

$$Q_{\text{teori 1}} = 1,705 \times b \times h_1^{3/2}$$

Keterangan :

1,705 = koefisien

b = lebar ambang

h_1 = tinggi peluapan

y_0 = kedalaman hulu

p = tinggi ambang

1. Debit Teori Bukaam Pintu Air $\frac{1}{2}$ (0,5 meter)

$$\begin{aligned} Q_{\text{teori bukaan pintu air 0,5 meter}} &= 1,705 \times 1 \times 0,33^{3/2} \\ &= 0,323 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

2. Debit Teori Bukaam Pintu Air $\frac{3}{4}$ (0,75 meter)

$$\begin{aligned} Q_{\text{teori bukaan pintu air 0,75 meter}} &= 1,705 \times 1 \times 0,4^{3/2} \\ &= 0,431 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

3. Debit Teori Bukaam Pintu Air Penuh (1 meter)

$$\begin{aligned} Q_{\text{teori bukaan pintu air 1 meter}} &= 1,705 \times 1 \times 0,43^{3/2} \\ &= 0,480 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

5.3.3 Koefisien Debit

Koefisien debit diperoleh dengan membandingkan debit teoritis dengan debit hasil pengukuran di atas ambang. Perhitungan koefisien debit dilakukan sebagai berikut. Persamaan koefisien debit (C_d) dapat dilihat pada persamaan 3.7

$$C_d = \frac{Q_{\text{nyata}}}{Q_{\text{teori}}}$$

$$\begin{aligned} 1. \quad C_d \text{ bukaan pintu air 0,5 meter} &= \frac{0,268}{0,323} \\ &= 0,830 \\ 2. \quad C_d \text{ bukaan pintu air 0,75 meter} &= \frac{0,380}{0,431} \\ &= 0,881 \\ 3. \quad C_d \text{ bukaan pintu air 1 meter} &= \frac{0,423}{0,481} \\ &= 0,880 \\ 4. \quad C_d \text{ Rerata} &= \frac{0,830+0,881+0,880}{3} \\ &= 0,863 \end{aligned}$$

5.3.4 Koefisien Debit SNI

Menurut SNI 8173:2015, nilai koefisien debit dapat ditentukan dengan melihat tabel perbandingan antara h_1/p dan h_1/L sesuai Tabel 3.1, kemudian dihitung menggunakan metode interpolasi, sehingga diperoleh hasil seperti Tabel 5.13 dan dengan contoh perhitungan sebagai berikut.

$$h_1/p = \frac{0,43}{0,3} = 1,433$$

$$h_1/L = \frac{0,43}{1} = 0,43$$

Tabel 5.13 Perbandingan Nilai h_1/L dan h_1/p Penelitian

h_1/p	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	0,850	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	0,883	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

Karena nilai h_1/L berada pada rentang 0,43 dan 0,5 dan h_1/p berada di antara 1,4 dan 1,5 maka perlu dilakukan interpolasi untuk menentukan nilai koefisien debit. Hasil rekapitulasi dari nilai interpolasi tiap bukaan dapat dilihat pada Tabel 5.14.

Tabel 5.14 Rekapitulasi Nilai C debit menurut SNI 8173:2015

Kode	Bukaan Pintu Air (m)		
	1/2 (0,5 m)	3/4 (0,75 m)	Penuh (1 m)
h_1/l	0,33	0,4	0,43
h_1/p	1,1	1,33	1,433
Nilai C	0,942	0,969	0,982
C Rerata	0,964		

Berikut Contoh perhitungan nilai C pada bukaan penuh. Adapun hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.15

Tabel 5.15 Tabel nilai C hasil Interpolasi Pada Bukaian Penuh

h_i/p	h_i/l		
	0,4	0,43	0,5
1,5	0,984		0,997
1,433	0,978	0,982	0,990
1,4	0,975		0,986

1. Menentukan X_1

$$1,5 = 0,984$$

$$1,43 = X_1$$

$$1,4 = 0,975$$

$$\frac{1,5-1,433}{1,433-1,4} = \frac{0,984-X_1}{X_1-0,975}$$

$$\frac{0,067}{0,03} = \frac{0,984-X_1}{X_1-0,975}$$

$$0,067(X_1 - 0,975) = 0,03(0,984 - X_1)$$

$$0,067 X_1 - 0,0653 = 0,0295 - 0,03 X_1$$

$$0,067 X_1 + 0,03 X_1 = 0,0295 + 0,0653$$

$$0,097 X_1 = 0,094$$

$$X_1 = 0,978$$

2. Menentukan X_2

$$1,5 = 0,997$$

$$1,43 = X_2$$

$$1,4 = 0,986$$

$$\frac{1,5-1,433}{1,433-1,4} = \frac{0,997-X_1}{X_1-0,986}$$

$$\frac{0,067}{0,03} = \frac{0,997-X_1}{X_1-0,986}$$

$$0,067(X_1 - 0,986) = 0,03(0,997 - X_1)$$

$$0,067 X_1 - 0,0660 = 0,0299 - 0,03 X_1$$

$$0,067 X_1 + 0,03 X_1 = 0,0299 + 0,0660$$

$$0,097 X_1 = 0,0959$$

$$X_2 = 0,990$$

3. Menentukan X_3

$$0,5 = 0,990$$

$$0,43 = X_3$$

$$0,4 = 0,978$$

$$\frac{0,5-0,43}{0,43-0,4} = \frac{0,990-X_3}{X_3-0,978}$$

$$\frac{0,07}{0,03} = \frac{0,990-X_3}{X_3-0,978}$$

$$0,07(X_3 - 0,978) = 0,03(0,990 - X_3)$$

$$0,07 X_3 - 0,06845 = 0,0297 - 0,03 X_3$$

$$0,07 X_3 + 0,03 X_3 = 0,0297 + 0,06845$$

$$0,1 X_3 = 0,09815$$

$$X_3 = 0,982$$

Nilai $X_3 = C$, sehingga nilai C hasil interpolasi adalah 0,982 pada bukaan penuh (1 m).

5.3.5 Debit Menurut SNI 8173:2015

Setelah didapatkan nilai C dengan menggunakan tabel perbandingan antara h_1/p dan h_1/L dilakukan perhitungan debit dengan menggunakan persamaan 3.1. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5.16 berikut.

Tabel 5.16 Nilai Debit Menurut SNI

Tinggi Bukaan Pintu Air (m)	Tinggi Peluapan (m)	Nilai C	Debit (m ³ /s)
0,5	0,33	0,942	0,304
0,75	0,4	0,969	0,418
1	0,43	0,982	0,472

Berikut perhitungan debit menggunakan nilai C SNI 8173:2015

$$Q = 1,705 \times b \times C \times h_1^{3/2}$$

1. Debit pada bukaan pintu air 0,5 meter

$$\begin{aligned} Q &= 1,705 \times 1 \times 0,942 \times 0,33^{3/2} \\ &= 0,304 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

2. Debit pada bukaan pintu air 0,75 meter

$$\begin{aligned} Q &= 1,705 \times 1 \times 0,969 \times 0,4^{3/2} \\ &= 0,418 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

3. Debit pada bukaan pintu air 1 meter

$$\begin{aligned} Q &= 1,705 \times 1 \times 0,982 \times 0,43^{3/2} \\ &= 0,472 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

5.4 Liku Kalibrasi

Liku kalibrasi didapatkan melalui langkah-langkah sebagai berikut. Perhitungan liku kalibrasi dapat dilihat pada Tabel 5.17.

Tabel 5.17 Perhitungan Liku Kalibrasi Penelitian

No	(H + ΔH) (m)	Q (m ³ /s)	ΔH	x=ln (H+ΔH)	y = ln Q	XY	X ²
				X	Y		
1	0,73	0,268	0,2	-0,315	-1,316	0,414	0,099
2	0,8	0,380	0,2	-0,223	-0,968	0,216	0,050
3	0,83	0,423	0,2	-0,186	-0,861	0,160	0,035
Jumlah				-0,724	-3,145	0,791	0,184

Kemudian dicari nilai m dan c dengan menggunakan persamaan 3.17 dan 3.18 berikut.

$$\begin{aligned} m &= \frac{3 \times (0,791) - (-0,724 \times (-3,145))}{3 \times 0,184 - (-0,724)^2} \\ &= 3,593 \\ c &= \frac{-3,145 - (3,593 \times (-0,724))}{3} \\ &= -0,181 \end{aligned}$$

Setelah itu nilai a dan b dapat diketahui melalui.

$$\begin{aligned} A &= \exp C \\ &= 0,835 \\ B &= m \\ &= 3,593 \end{aligned}$$

Maka didapatkan rumus debit regresi sebagai berikut.

$$Q_{reg} = 0,835 \times H^{3,593}$$

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

Tabel 5.18 Hasil Liku Kalibrasi Penelitian

No	H(m)	Q (m ³ /s)	Qreg(m ³ /s)
1	0,1	0,054	0,000213023
2	0,11	0,062	0,00030002
3	0,12	0,071	0,000410133
4	0,13	0,080	0,000546795
5	0,14	0,089	0,000713616
6	0,15	0,099	0,000914371
7	0,16	0,109	0,001153
8	0,17	0,120	0,001433604
9	0,18	0,130	0,001760437
10	0,19	0,141	0,002137903
11	0,2	0,152	0,002570556
12	0,21	0,164	0,003063094
13	0,22	0,176	0,003620354
14	0,23	0,188	0,004247315
15	0,24	0,200	0,00494909

Lanjutan Tabel 5.18 Hasil Liku Kalibrasi Penelitian

No	H(m)	Q (m ³ /s)	Q _{reg} (m ³ /s)
16	0,25	0,213	0,005730926
17	0,26	0,226	0,006598202
18	0,27	0,239	0,007556424
19	0,28	0,253	0,008611229
20	0,29	0,266	0,009768376
21	0,3	0,280	0,011033747
22	0,31	0,294	0,012413347
23	0,32	0,309	0,013913302
24	0,33	0,323	0,015539854
25	0,34	0,338	0,017299362
26	0,35	0,353	0,019198302
27	0,36	0,368	0,021243263
28	0,37	0,384	0,023440946
29	0,38	0,399	0,025798164
30	0,39	0,415	0,028321841
31	0,4	0,431	0,031019007
32	0,41	0,448	0,033896803
33	0,42	0,464	0,036962475
34	0,43	0,481	0,040223374
35	0,44	0,498	0,043686958
36	0,45	0,515	0,047360786
37	0,46	0,532	0,051252521
38	0,47	0,549	0,055369926

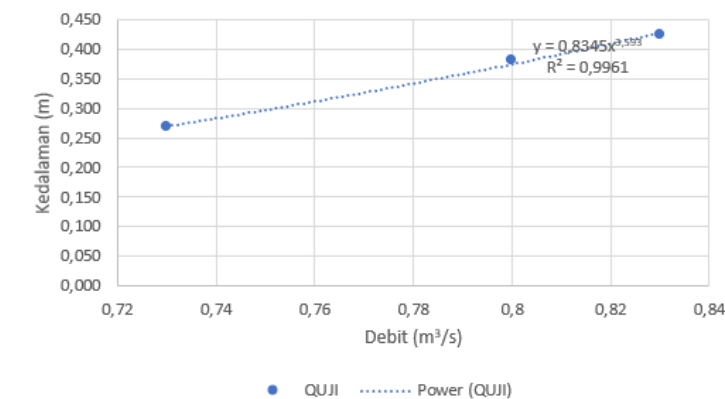
Lanjutan Tabel 5.18 Hasil Liku Kalibrasi Penelitian

No	H(m)	Q (m³/s)	Qreg(m³/s)
39	0,48	0,567	0,059720867
40	0,49	0,585	0,064313309
41	0,5	0,603	0,069155315
42	0,51	0,621	0,074255048
43	0,52	0,639	0,079620767
44	0,53	0,658	0,085260827
45	0,54	0,677	0,091183681
46	0,55	0,695	0,097397876
47	0,56	0,715	0,103912052
48	0,57	0,734	0,110734946
49	0,58	0,753	0,117875384
50	0,59	0,773	0,125342288
51	0,6	0,792	0,133144669
52	0,61	0,812	0,141291631
53	0,62	0,832	0,149792366
54	0,63	0,853	0,158656159
55	0,64	0,873	0,167892381
56	0,65	0,893	0,177510494
57	0,66	0,914	0,187520046
58	0,67	0,935	0,197930676
59	0,68	0,956	0,208752105
60	0,69	0,977	0,219994146
61	0,7	0,999	0,231666693

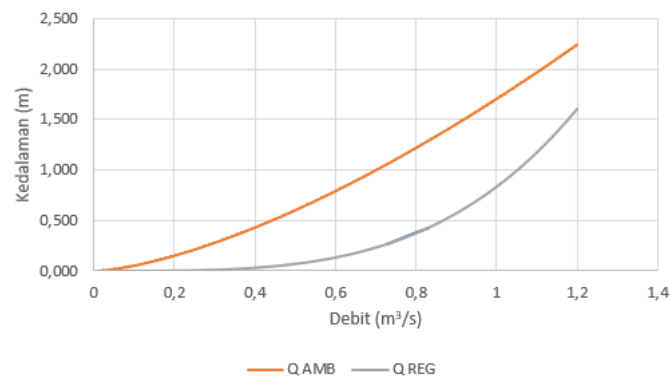
Lanjutan Tabel 5.18 Hasil Liku Kalibrasi Penelitian

No	H(m)	Q (m³/s)	Qreg(m³/s)
62	0,71	1,020	0,243779728
63	0,72	1,042	0,256343318
64	0,73	1,063	0,269367613
65	0,74	1,085	0,282862848
66	0,75	1,107	0,296839342
67	0,76	1,130	0,311307496
68	0,77	1,152	0,326277793
69	0,78	1,175	0,341760801
70	0,79	1,197	0,357767165
71	0,8	1,220	0,374307616
72	0,81	1,243	0,391392964
73	0,82	1,266	0,409034097
74	0,83	1,289	0,427241988
75	0,84	1,313	0,446027685
76	0,85	1,336	0,465402317
77	0,86	1,360	0,485377093
78	0,87	1,384	0,505963299
79	0,88	1,407	0,5271723
80	0,89	1,432	0,549015537
81	0,9	1,456	0,57150453
82	1	1,705	0,8345

Hasil dari perhitungan liku kalibrasi didapatkan grafik seperti pada Gambar 5.7, dan perbandingan antar Q regresi dengan Q ambang dapat dilihat pada Gambar 5.8



Gambar 5.7 Grafik Liku Kalibrasi



Gambar 5.8 Grafik Perbandingan Q Regresi dengan Q Ambang

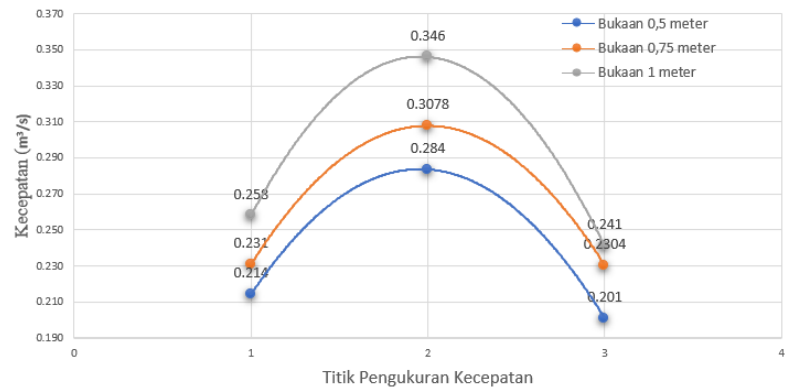
5.5 Pembahasan

Sub bab ini menyajikan pembahasan mengenai hasil penelitian yang telah diperoleh dari pengukuran debit menggunakan bangunan ukur ambang lebar di jaringan Irigasi *Van der Wijck*, tepatnya pada Saluran Sekunder Cerbonan . Analisis difokuskan pada perbandingan nilai koefisien debit (C_d) hasil eksperimen di lapangan dengan nilai C_d yang direkomendasikan dalam SNI 8137:2015. Pembahasan ini bertujuan untuk mengkaji kesesuaian antara data empiris dengan

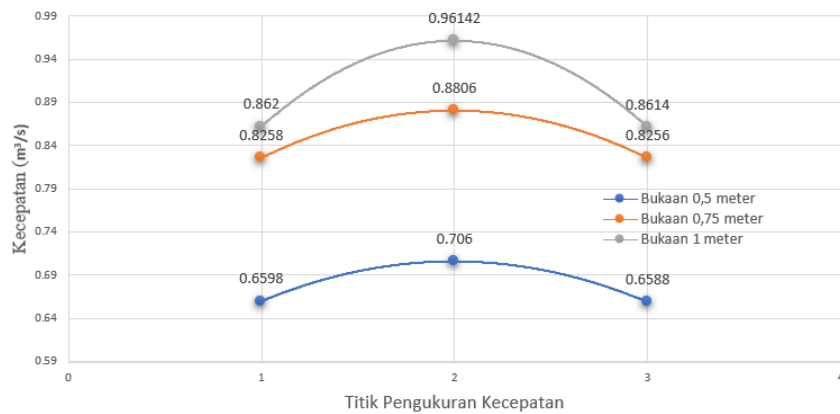
standar nasional, serta mengevaluasi sejauh mana akurasi bangunan ukur ambang lebar dapat diandalkan sebagai instrumen pengukuran debit pada kondisi nyata di lapangan.

5.5.1 Perbandingan Kecepatan

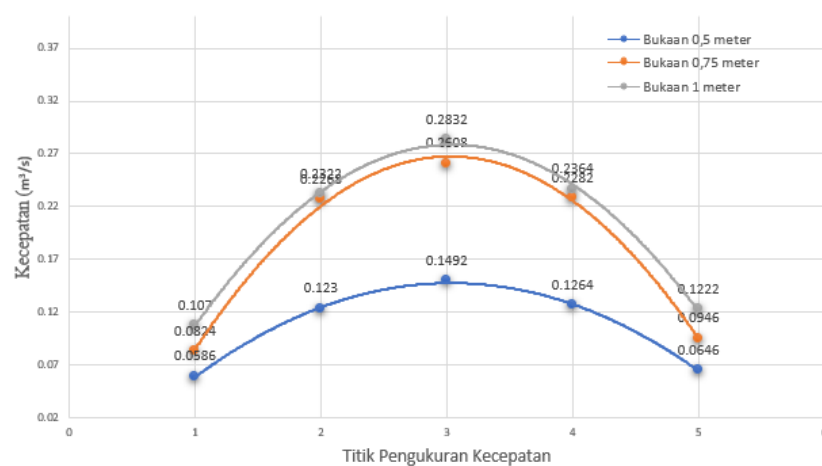
Hasil pengukuran kecepatan aliran pada Saluran Sekunder Cerbonan Wetan menunjukkan adanya variasi nilai kecepatan pada setiap titik pengukuran. Variasi tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain kedalaman aliran, bentuk penampang saluran, serta kondisi hidraulik di sekitar bangunan ukur ambang lebar. Semakin ke tengah posisi pias, maka kecepatan akan lebih tinggi dibandingkan dengan pias yang letaknya di tepi saluran dikarenakan tidak adanya hambatan pada pias yang letaknya di tengah. Jika dibandingkan ketiga grafik tersebut terlihat bahwa rata-rata kecepatan tertinggi ada di titik 2 yang berada di atas ambang sedangkan terendah ada di titik 3 setelah ambang. Fenomena ini dapat dijelaskan melalui karakteristik hidraulik aliran yang melalui suatu ambang. Pada titik 2, aliran yang melintasi mercu ambang mengalami penyempitan dan penurunan elevasi, mendorong terjadinya percepatan. Hal tersebut disebabkan oleh konversi energi potensial menjadi energi kinetik, di mana air memperoleh kecepatan maksimal pada bagian ini. Sebaliknya, pada Titik 3, aliran telah melewati ambang dan memasuki zona pemulihan di hilir, pada titik ini aliran mengalami ekspansi penampang basah dan turbulensi yang signifikan, yang mengakibatkan terjadinya kehilangan energi dan penurunan kecepatan secara nyata. Selain itu, pada Titik 3 juga ditemukan adanya akumulasi sedimentasi di dasar saluran. Keberadaan endapan ini meningkatkan kekasaran dasar saluran sehingga memperbesar gesekan antara air dan dasar saluran, yang turut berkontribusi terhadap penurunan kecepatan aliran di hilir ambang. Gambar grafik kecepatan rerata pada setiap bukaan pintu air pada titik satu sampai tiga dapat dilihat pada Gambar 5.9 sampai 5.11 berikut



Gambar 5.9 Grafik Kecepatan Rerata pada titik 1



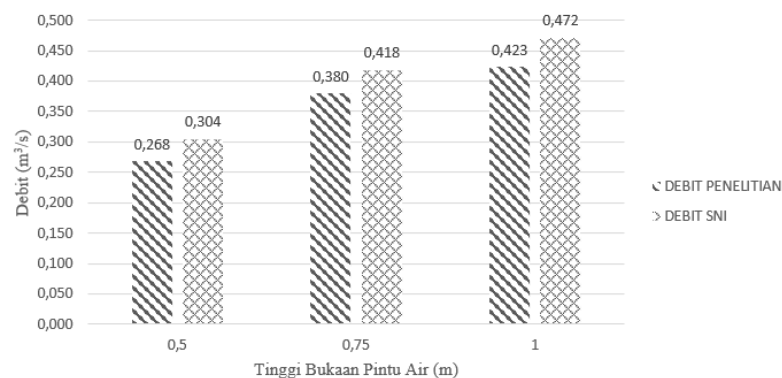
Gambar 5.10 Grafik Kecepatan Rerata pada titik 2



Gambar 5.11 Grafik Kecepatan Rerata pada titik 3

5.5.2 Perbandingan Debit

Pengukuran debit aliran menggunakan bangunan ukur ambang lebar pada Saluran Sekunder Cerbonan Wetan pada bukaan pintu air 0,5 meter ; 0,75 meter ; dan 1 meter menghasilkan data debit penelitian sebesar 0,268 m³/s ; 0,380 m³/s ; 0,423. Data debit penelitian ini yang kemudian dibandingkan dengan debit perhitungan berdasarkan standar SNI 8137:2015 yang nilainya sebesar 0,304 m³/s ; 0,418 m³/s ; 0,472 m³/s . Perbandingan ini dilakukan untuk mengetahui sejauh mana hasil penelitian di lapangan mendekati nilai acuan standar nasional, serta menilai tingkat akurasi bangunan ukur ambang lebar sebagai instrumen pengukuran debit pada kondisi nyata di lapangan. Debit yang digunakan pada perbandingan ini adalah debit nyata pada titik 2 yang letaknya di atas ambang. Hasil dari perbandingan dapat dilihat pada Gambar 5.12 berikut.

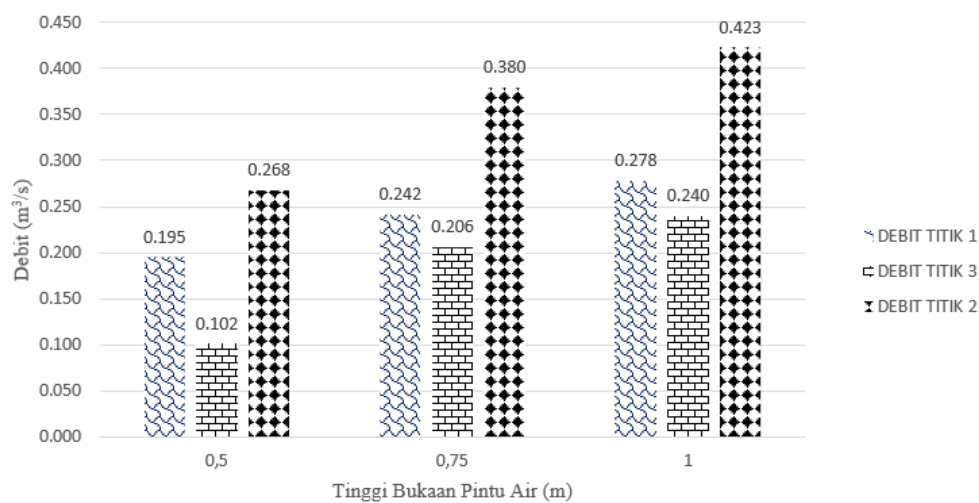


Gambar 5.12 Grafik Perbandingan Debit Penelitian Dengan Debit SNI

Hasil analisis menunjukkan bahwa debit empiris yang diperoleh melalui penelitian lapangan memiliki kecenderungan nilai yang sedikit berbeda dibandingkan dengan debit perhitungan SNI. Nilai debit hasil penelitian lebih rendah dibandingkan dengan debit menurut SNI. Perbedaan ini disebabkan oleh adanya faktor-faktor seperti pengaruh gesekan saluran, serta kondisi fisik saluran yang tidak ideal akibat adanya sedimen maupun vegetasi di dinding saluran.

Berdasarkan analisis terhadap ketiga titik ukur, diketahui bahwa debit nyata di titik 2 (di atas ambang) secara konsisten lebih tinggi daripada debit di titik 1 (sebelum ambang) dan titik 3 (setelah ambang). Hal ini memperkuat karakteristik

hidrolis ambang lebar, di mana pada titik 2 terjadi konsentrasi aliran dan percepatan akibat penyempitan penampang basah, sementara pada titik 1 dan titik 3 aliran mengalami kehilangan energi yang lebih besar. Gambar grafik perbandingan debit pada setiap bukaan pintu air pada titik satu sampai tiga dapat dilihat pada Gambar 5.13 berikut.



Gambar 5. 13 Grafik Perbandingan Debit Nyata di Titik 1 Sampai 3

5.5.3 Perbandingan Koefisien debit

Berdasarkan hasil analisis koefisien debit, diperoleh nilai koefisien debit hasil penelitian pada bukaan 0,5 meter ; 0,75 meter ; dan 1 meter masing-masing sebesar 0,830 ; 0,881 ; dan 0,880. Sementara itu, nilai koefisien debit SNI 8137:2015 untuk bukaan yang sama adalah 0,942 ; 0,969 ; dan 0,981. Perbedaan nilai pada masing-masing koefisien tersebut mengakibatkan adanya selisih debit antara hasil penelitian dengan SNI 8137:2015, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 5.19.

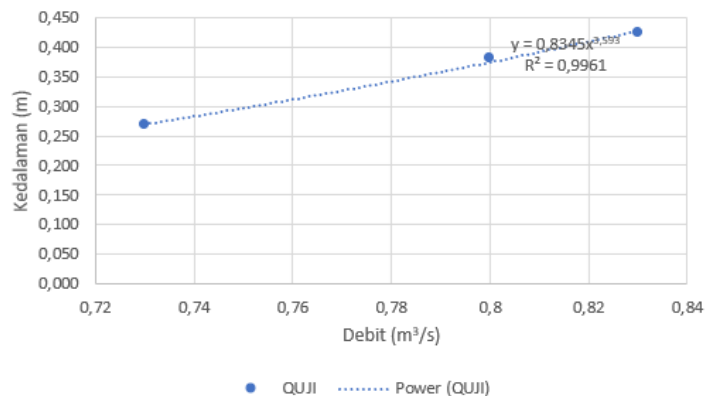
Tabel 5.19 Perbandingan C_d Penelitian dan SNI 8137:2015

Bukaan Pintu Air (m)	C_d Penelitian	C_d SNI 8137:2015	Presentase Selisih
0,5	0,830	0,942	11%
0,75	0,881	0,969	9%
1	0,880	0,981	10%
Rata-Rata	0,863	0,964	10%

Hasil perbandingan menunjukkan adanya perbedaan antara koefisien debit penelitian dengan koefisien debit yang diperoleh SNI 8137:2015. Koefisien debit hasil penelitian cenderung lebih kecil dibandingkan koefisien debit berdasarkan SNI, dengan persentase perbedaan masing-masing sebesar 11%, 9%, 10%, dan selisih untuk rata ratanya 10%.

5.5.4 Pembahasan Liku Kalibrasi

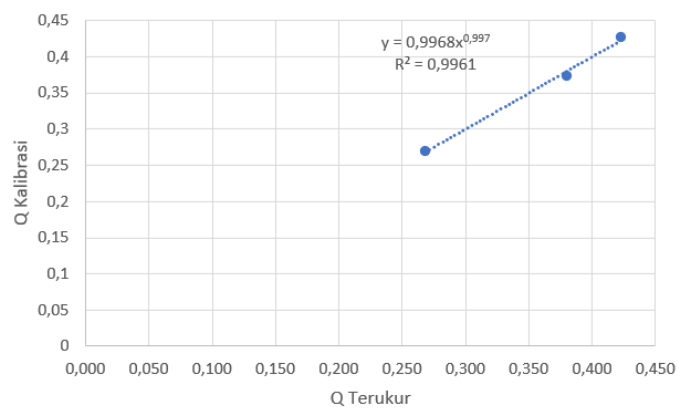
Liku kalibrasi bertujuan untuk mengetahui hubungan antara tinggi muka air dan debit. Berdasarkan hasil analisis liku kalibrasi didapatkan nilai m , c , A , dan B dengan nilai masing-masing 3,593 ; -0,181 ; dan 0,835, dengan nilai B sama dengan nilai m , sehingga diperoleh persamaan liku kalibrasi $y = 0,8345x^{3,593}$ sesuai Gambar 5.14 atau juga ditulis sebagai $Q_{reg} = 0,835 \times H^{3,593}$. Ketika nilai H hasil pengukuran dimasukkan kedalam persamaan Q_{reg} maka akan diperoleh nilai Q_{reg} secara keseluruhan. Adapun hasil perhitungan Q_{reg} dan $Q_{terukur}$ ditampilkan pada Tabel 5.20. Kemudian pada penelitian ini dicari korelasi antara Q terukur dan Q regresi dengan mencari nilai R^2 seperti ditampilkan pada Gambar 5.15



Gambar 5.14 Grafik Liku Kalibrasi

Tabel 5.20 Hasil Nilai Liku Kalibrasi

Bukaan Pintu Air (m)	H (m)	Q Terukur (m³/s)	Q Regresi (m³/s)	Selisih
0,5	0,73	0,268	0,269	0,001
0,75	0,8	0,380	0,374	0,006
1	0,83	0,432	0,427	0,005



Gambar 5. 15 Grafik R^2 Q Terukur dengan Q Kalibrasi

Berdasarkan Tabel 5.20 terdapat selisih antara Q terukur dan Q regresi, selisish tertinggi terdapat pada bukaan pintu air 0,75 m. Berdasarkan Gambar 5.15 diperoleh nilai korelasi antara Q terukur dan Q regresi dengan nilai R^2 sebesar 0,9961 hasil ini mendekati nilai satu dan dapat dikatakan baik. Menurut (Harnida,

2017) nilai koefisien determinan (R^2) adalah antara nol dan satu. Nilai yang mendekati satu berarti variabel-variabel independen memberikan hampir semua informasi yang dibutuhkan untuk memprediksi variasi variabel dependen, atau dengan kata lain nilai koefisien determinasi (R^2) mencerminkan seberapa besar variasi dari variabel terikat Y dapat diterangkan oleh variabel bebas X (Harnida, 2017).

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis 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 Wetan untuk variasi bukaan 0,5 m adalah 0,830 , untuk bukaan 0,75 m adalah 0,881, dan untuk bukaan 1 m adalah 0,880. Untuk koefisien debit rata-rata didapatkan nilai 0,863
2. Hasil dari liku kalibrasi diperoleh persamaan $Q_{reg} = 0,835 \times H^{3,593}$ dan diperoleh nilai Qregresi pada varian bukaan pintu air 0,5 m adalah 0,269 m³/s, untuk 0,75 m adalah 0,374 m³/s, dan untuk bukaan 1 m adalah 0,472 m³/s
3. Nilai Koefisien debit hasil penelitian lebih kecil dibandingkan dengan SNI 8137 : 2015. Hasil koefisien debit SNI 8137 : 2015 untuk varian bukaan pintu 0,5 m adalah 0,942, untuk bukaan 0,75 m adalah 0,969, dan untuk bukaan 1 m adalah 0,981, dengan selisih 11% ; 9% ; dan 10% dengan koefisien debit penelitian.

6.2 Saran

Dari penelitian yang telah dilaksanakan, penelitian selanjutnya direkomendasikan memanfaatkan instrumen pengukuran lain sebagai alternatif untuk mengatasi keterbatasan current meter yang memiliki sensitivitas rendah terhadap kecepatan aliran kecil, khususnya di area sisi miring saluran. Penggunaan alat yang lebih representatif diharapkan mampu menghasilkan data hidraulik yang lebih akurat dan andal

DAFTAR PUSTAKA

- Amelia, S., Sodik, D., & Daud, A. (2022). Pembuatan Alat Ukur Debit Air. 11
- 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. 8137:2015. (2015). Pengukuran Debit pada Saluran Terbuka Menggunakan Bangunan Ukur Tipe Pelimpah Atas. *Jakarta : Badan Standardisasi Nasional*, 1–49.
- Hakim, D. B., & Anggraheni, D. (2021). Analisis Koefisien Debit pada Variasi Alat Ukur Debit di Laboratorium Hidraulika Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia. 144–154.
- Harnida, M. (2017). Pengaruh Faktor Fundamental Terhadap Penilaian Saham Pada Perusahaan Manufaktur Yang Terdaftar Di Bursa Efek Indonesia. *Al-KALAM JURNAL KOMUNIKASI, BISNIS DAN MANAJEMEN*, 4(2), 78. <https://doi.org/10.31602/al-kalam.v4i2.968>
- Herawati, D., & Risdhianto, A. (2025). *Swasembada Pangan sebagai Pilar Strategis Ketahanan Nasional di Indonesia dalam Perspektif Manajemen Pertahanan Food Self-Sufficiency as a Strategic Pillar of National Resilience in Indonesia from the Perspective of Defense Management 1-3 Universitas Pert.* 5(September). <https://doi.org/https://doi.org/10.55606/kreatif.v5i3.7959>
- Ibrahim, R., Halid, A., & Boekoesoe, Y. (2021). Analisis Biaya dan Pendapatan Usahatani Padi Sawah Non Irigasi Teknis di Kelurahan Tenilo Kecamatan Limboto Kabupaten Gorontalo.

- Jalil, S. A., Ibrahim, S. S., & Jafer, R. A. (2014). Surface roughness effects on discharge coefficient of broad crested weir. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 7(24), 5227–5233. <https://doi.org/10.19026/rjaset.7.918>
- Mulyadi, & Sitanggang. (2021). Analisa Sistem Jaringan Irigasi Tersier Desa Citarik Kecamatan Pelabuhan Ratu Kabupaten Sukabumi. *Jurnal Kajian Teknik Sipil*, 6, 46–60.
- Priyanto, E., Ervadius, B., & Rahmawati, S. (2019). Perencanaan Saluran Irigasi Menggunakan Beton Precast pada Rehabilitasi Jaringan Irigasi Waduk Bunder Kecamatan Cerme Kabupaten Gresik.
- PUPR, K. (2013). Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan KP-04. Kp - 04, 1–400.
- Risman, Warsiti, Mawardi, Martono, & Satriyadi, L. (2017). Kajian Perilaku Debit Alat Ukur Ambang Lebar terhadap Profil Aliran. *Bangun Rekaprima*, 03.
- Rizaldy, A., Musa, R., & Mallombasi, A. (2021). Kalibrasi Koefisien Debit Model Buka Pintu Sorong Pada Saluran Terbuka (Uji Laboratorium). *Jurnal Teknik Sipil*.
- Sarnubi, A., & Apriyanto, S. (2024). Kalibrasi Bangunan Ukur Cipoletti (BDL.02) Saluran Induk Dalem Daerah Irigasi Cipager Andriyan. *Jurnal Rekayasa | Teknik Sipil STT*, 2(11), 55–61.
- Setiawan, A., & Susanto, E. (2019). Penentuan Liku Kalibrasi Debit (*Rating Curve*) pada Musim Hujan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Deli. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, 7(2), 157–165. <https://doi.org/10.29303/jrpb.v7i2.117>
- Sudirman. (2021). *Sistem Irigasi dan Bangunan Air*.
- Suprayogi, I., & Trimaijon. (2012). *Model Prediksi Liku Kalibrasi Menggunakan Pendekatan Jaringan Saraf Tiruan (JST) (Studi Kasus : Sub DAS Siak Hulu)*. 2011, 1–18.
- Winasis, A., Mulyono, H., & Nurdianto. (2020). *Model Alat Ukur Debit untuk Saluran Irigasi*. 5(2), 12–21.

LAMPIRAN

[illegible]

Lampiran 1.4 Perhitungan Debit di Titik 2 Bukaan Pintu Air 0,5 m

[illegible]

Lampiran 1.5 Perhitungan Debit di Titik 2 Buka an Pintu Air 0,75 m

[illegible]

Lampiran 1.6 Perhitungan Debit di Titik 2 Bukaan Pintu Air 1 m

[illegible]

Lampiran 1. 7 Perhitungan Debit di Titik 3 Bukaam Pintu Air 0,5 m

LAMPIRAN

Lampiran 2 Dokumentasi Penelitian



Lampiran 2. 1 Pengukuran Dimensi Saluran



Lampiran 2. 2 Pembagian Pias Titik 1



Lampiran 2. 3 Pembagian Pias Titik 2



Lampiran 2. 4 Pengukuran Kedalaman Pias



Lampiran 2. 5 Pengukuran Kecepatan

