

TUGAS AKHIR
ANALISIS KOEFISIEN DEBIT PADA VARIASI ALAT
UKUR DEBIT DI LABORATORIUM HIDRAULIKA
JURUSAN TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS ISLAM
INDONESIA

***(DISCHARGE COEFFICIENT ANALYSIS FOR
VARIETY WEIRS IN HYDRAULIC LABORATORY OF
CIVIL ENGINEERING AT ISLAMIC UNIVERSITY OF
INDONESIA)***

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil**



DIMAS BRIANTONO HAKIM

17511131

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

2021

TUGAS AKHIR
ANALISIS KOEFISIEN DEBIT PADA VARIASI ALAT
UKUR DEBIT DI LABORATORIUM HIDRAULIKA
JURUSAN TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS ISLAM
INDONESIA

(DISCHARGE COEFFICIENT ANALYSIS FOR
VARIETY WEIRS IN HYDRAULIC LABORATORY OF
CIVIL ENGINEERING AT ISLAMIC UNIVERSITY OF
INDONESIA)

Disusun Oleh

Dimas Briantono Hakim

17511131

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

Diuji Pada Tanggal

Oleh Dewan Penguji

Pembimbing

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

Penguji I

Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T.
NIK: 88511010

Penguji II

D.A. Wahyu Wulan P., S.T., M.T.
NIK: 155111301

Mengesahkan

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T.
NIK: 88511010

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 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 gelas akademik yang saya sandang sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 24 Agustus 2021

Yang membuat pernyataan,



Dimas Briantono Hakim

(17511131)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Alhamdulillahirabbil'alamiin, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik serta hidayah-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan sebaik-baiknya. Shalawat serta salam selalu terlimpah curahkan kepada junjungan Rasulullah Muhammad SAW, keluarga, sahabat serta pengikut beliau hingga yaumul akhir.

Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Atas kelancaran selama menyusun tugas akhir ini, penulis ingin mengucapkan rasa terimakasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberi dukungan serta motivasi untuk terselesainya tugas akhir ini:

1. Kedua orang tua yang telah memberikan doa dan semangat kepada saya sehingga saya bisa menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Ibu Dinia Anggraheni, S.T., M.Eng selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir, terimakasih atas bimbingan dan nasihat serta dukungan yang diberikan kepada penulis selama menyusun tugas akhir ini.
3. Ibu Sri Amini Yuni Astuti, Dr. Ir., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia dan dosen Penguji I tugas akhir yang telah memberi masukan dan koreksi sehingga tugas akhir saya menjadi lebih baik.
4. Ibu Dwi Astuti Wahyu Wulan Pratiwi, S.T., M.T., selaku dosen Penguji II tugas akhir yang telah memberikan masukan dan koreksi sehingga tugas akhir ini menjadi lebih baik.
5. Seluruh dosen, pengajar, laboran, asisten, karyawan Teknik Sipil UII yang telah memberikan ilmu selama masa kuliah.

6. Semua pihak dan juga teman-teman Teknik Sipil 2017 yang telah memberikan *support* hingga selesainya tugas akhir ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, karena keterbatasan pengetahuan dan pengalaman. Dan semoga tugas akhir ini dapat memberikan banyak manfaat bagi penyusun dan bagi pembaca pada umumnya.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Yogyakarta, 24 Agustus 2021



Dimas Briantono Hakim

17511131

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR NOTASI	xv
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.6 Batasan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Koefisien Debit	4
2.2 Variasi Alat Ukur Debit	5
2.3 Penelitian Terdahulu	7
2.4 Keaslian Penelitian	13
BAB III LANDASAN TEORI	14
3.1 Peluap	14
3.2 Ambang	15
3.3 Persamaan <i>Bernoulli</i>	15

3.4	Alat Ukur Debit Segiempat	17
3.5	Alat Ukur Debit V-Notch	20
3.6	Alat Ukur Debit Cipoletti	22
3.6.1	Persamaan Hidrolis	23
3.6.2	Karakteristik Bangunan	23
3.6.3	Penggunaan Alat Ukur Cipoletti	24
3.7	Debit Nyata Aliran Melalui Peluap	24
3.8	<i>Current Meter</i>	25
3.9	Koefisien Debit (Cd)	26
BAB IV	METODE PENELITIAN	28
4.1	Subjek dan Objek Penelitian	28
4.4.1	Subjek Penelitian	28
4.4.2	Objek Penelitian	28
4.2	Metode Pengumpulan Data	28
4.3	Alat Yang Digunakan	28
4.4	Material	30
4.5	Lokasi Penelitian	30
4.6	Pembuatan Benda Uji	31
4.7	Cara Mengumpulkan Data	32
4.8	Metode Analisis Data	34
4.9	Diagram Alir	36
BAB V	ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	38
5.1	Analisis Data	38
5.1.1	Debit Nyata Aliran	38
5.1.2	Debit Teori Aliran	49
5.1.3	Koefisien Debit (Cd)	51
5.2	Koefisien Debit Menggunakan Metode <i>Current Meter</i>	53
5.2.1	Konversi Data Kecepatan Hasil Pengamatan dari Satuan Hz Menjadi cm/sec	53
5.2.2	Luas Penampang Basah	55
5.2.3	Debit Nyata Aliran Metode <i>Current Meter</i>	57

5.2.4 Koefisien Debit (Cd) Metode <i>Current Meter</i>	58
5.3 Koefisien Debit Menggunakan Metode SNI 8137:2015	60
5.3.1 Peluap Segiempat	60
5.3.2 Peluap V-Notch	62
5.4 Pembahasan	64
5.4.1 Hasil Analisis Peluap Segiempat	64
5.4.2 Hasil Analisis Peluap V-Notch	68
5.4.3 Hasil Analisis Peluap Cipoletti	71
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	74
DAFTAR PUSTAKA	76
LAMPIRAN	77



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	8
Tabel 5.1 Rekapitulasi Debit Nyata Aliran Melalui Peluap Segiempat (H) 0,015 m	39
Tabel 5.2 Rekapitulasi Debit Nyata Aliran Melalui Peluap Segiempat (H) 0,020 m	40
Tabel 5.3 Rekapitulasi Debit Nyata Aliran Melalui Peluap Segiempat (H) 0,025 m	40
Tabel 5.4 Rekapitulasi Debit Nyata Aliran Melalui Peluap Segiempat (H) 0,030 m	41
Tabel 5.5 Rekapitulasi Debit Nyata Aliran Melalui Peluap Segiempat (H) 0,035 m	41
Tabel 5.6 Rekapitulasi Debit Nyata Aliran Melalui Peluap V-Notch (H) 0,015 m	42
Tabel 5.7 Rekapitulasi Debit Nyata Aliran Melalui Peluap V-Notch (H) 0,020 m	43
Tabel 5.8 Rekapitulasi Debit Nyata Aliran Melalui Peluap V-Notch (H) 0,025 m	43
Tabel 5.9 Rekapitulasi Debit Nyata Aliran Melalui Peluap V-Notch (H) 0,030 m	44
Tabel 5.10 Rekapitulasi Debit Nyata Aliran Melalui Peluap V-Notch (H) 0,035 m	45
Tabel 5.11 Rekapitulasi Debit Nyata Aliran Melalui Peluap Cipoletti (H) 0,015 m	46
Tabel 5.12 Rekapitulasi Debit Nyata Aliran Melalui Peluap Cipoletti (H) 0,020 m	46

Tabel 5.13 Rekapitulasi Debit Nyata Aliran Melalui Peluap Cipoletti (H) 0,025 m	47
Tabel 5.14 Rekapitulasi Debit Nyata Aliran Melalui Peluap Cipoletti (H) 0,030 m	48
Tabel 5.15 Rekapitulasi Debit Nyata Aliran Melalui Peluap Cipoletti (H) 0,035 m	48
Tabel 5.16 Rekapitulasi Debit Teori Aliran Melalui Peluap Segiempat	49
Tabel 5.17 Rekapitulasi Debit Teori Aliran Melalui Peluap V-Notch	50
Tabel 5.18 Rekapitulasi Debit Teori Aliran Melalui Peluap Cipoletti	51
Tabel 5.19 Rekapitulasi Nilai Koefisien Debit (Cd) Metode Volumetrik	52
Tabel 5.20 Rekapitulasi Konversi Kalibrasi Data Kecepatan Peluap Segiempat	54
Tabel 5.21 Rekapitulasi Konversi Kalibrasi Data Kecepatan Peluap V-Notch	55
Tabel 5.22 Rekapitulasi Konversi Kalibrasi Data Kecepatan Peluap Cipoletti	55
Tabel 5.23 Rekapitulasi Perhitungan Luas Penampang Basah	56
Tabel 5.24 Rekapitulasi Perhitungan Debit Nyata <i>Current Meter</i>	58
Tabel 5.25 Rekapitulasi Nilai Koefisien Debit (Cd) <i>Current Meter</i>	59
Tabel 5.26 Data Koefisien Debit Peluap Segiempat Metode SNI 8137:2015	60
Tabel 5.27 Rekapitulasi Koefisien Debit Peluap Segiempat Metode SNI 8137: 2015	62
Tabel 5.28 Data Koefisien Debit Peluap V-Notch Metode SNI 8137:2015	62
Tabel 5.29 Rekapitulasi Koefisien Debit Peluap V-Notch Metode SNI 8137:2015	63
Tabel 5.30 Rekapitulasi Hasil Analisis Koefisien Debit (Cd)	64
Tabel 5.31 Nilai Koefisien Debit Rerata Peluap Segiempat Metode Volumetrik dan <i>Current Meter</i>	65
Tabel 5.32 Nilai Koefisien Debit Rerata Peluap Segiempat Metode SNI 8137: 2015	66
Tabel 5.33 Nilai Koefisien Debit Rerata Peluap V-Notch Metode Volumetrik dan <i>Current Meter</i>	68
Tabel 5.34 Nilai Koefisien Debit Rerata Peluap Segiempat Metode SNI 8137: 2015	69

Tabel 5.32 Nilai Koefisien Debit Rerata Peluap Cipoletti Metode Volumetrik
dan *Current Meter*

71



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Peluap Ambang Tipis (a) dan Lebar (b)	14
Gambar 3.2	Energi Dalam Saluran Terbuka	16
Gambar 3.3	Peluap Segiempat	17
Gambar 3.4	Peluap V-Notch	20
Gambar 3.5	Peluap Cipoletti	22
Gambar 3.6	<i>Streamflo Probe Calibration Chart</i>	26
Gambar 3.7	Grafik Nilai Koefisien Debit Peluap Segiempat	27
Gambar 3.8	Grafik Nilai Koefisien Debit Peluap V-Notch	27
Gambar 4.1	<i>Flume</i> Lebar 0,1 m	29
Gambar 4.2	Mistar Ukur	29
Gambar 4.3	<i>Cutter</i>	30
Gambar 4.4	Sketsa Peluap Segiempat	31
Gambar 4.5	Sketsa Peluap V-Notch	31
Gambar 4.6	Sketsa Peluap Cipoletti	31
Gambar 4.7	Eksperimen Aliran Dengan Tinggi Peluapan Pada Peluap Segiempat	32
Gambar 4.8	Pemasangan Peluap V-Notch Pada <i>Flume</i>	33
Gambar 4.9	Eksperimen Aliran Dengan Tinggi Peluapan Pada Peluap Cipoletti	34
Gambar 4.10	Diagram Alir	37
Gambar 5.1	Pengukuran Tinggi Peluapan Pada Peluap Segiempat	38
Gambar 5.2	Pengukuran Tinggi Peluapan Pada Peluap Cipoletti	45
Gambar 5.3	Pembacaan <i>Streamflo Probe Calibration Chart</i> Pada Peluap Segiempat Dengan (H) 0,015 m	54

Gambar 5.4	Pembacaan Nilai Koefisien Debit Peluap Segiempat Untuk (H) 0,020 m Menggunakan Metode SNI 8137:2015	61
Gambar 5.5	Pembacaan Nilai Koefisien Debit Peluap V-Notch Untuk (H) 0,020 m Menggunakan Metode SNI 8137:2015	63
Gambar 5.6	Grafik Hubungan Cd Penelitian dan Cd Standar Pada Peluap Segiempat	66
Gambar 5.7	Grafik Hubungan Cd dengan H/P Peluap Segiempat	67
Gambar 5.8	Grafik Hubungan Cd Penelitian dan Cd Standar Pada Peluap V-Notch	70
Gambar 5.9	Grafik Hubungan Cd dengan H/P Peluap V-Notch	70
Gambar 5.10	Grafik Hubungan Cd Penelitian dan Cd Standar Pada Peluap Cipoletti	72
Gambar 5.11	Grafik Hubungan Cd dengan H/P Peluap Cipoletti	73

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Formulir Pengambilan Data	80
Lampiran 2	Gambar Peluap Yang Digunakan	83



DAFTAR NOTASI

V	= Kecepatan Aliran Fluida
Z	= Ketinggian Titik Yang Ditinjau Dari Garis Datum
g	= Percepatan Gravitasi
h	= Tinggi Pias Dari Muka Air
A	= Luas Pias
b	= Lebar Peluap
dh	= Ketebalan Pada Kedalaman h Dari Muka Air
Q	= Debit Aliran Nyata
Q_{th}	= Debit Aliran Teoritis
C_d	= Koefisien Debit
h_c	= Tinggi Kecepatan
B	= Lebar Muka Air
H	= Tinggi Peluapan
P	= Tinggi Mercu Di Atas Saluran
α	= Sudut Peluap V-Notch
b_v	= Panjang Pias
dA	= Luas Pias
v	= Volume
p	= Panjang Bak
l	= Lebar Bak
t	= Tinggi Bak

ABSTRAK

Hidraulika dapat dibedakan dalam dua bidang yaitu hidrostatika yang mempelajari zat cair dalam keadaan diam dan hidrodinamika yang mempelajari zat cair bergerak atau mekanika aliran (Triatmodjo, 1993). Apabila ditinjau dari mekanika aliran, terdapat dua macam aliran yaitu aliran saluran tertutup dan aliran saluran terbuka. Peluap adalah salah satu bangunan air yang dapat dimodelkan pada flume. Peluap berfungsi untuk menaikkan permukaan air dan mengukur debit yang mengalir. Penelitian debit aliran melalui sebuah peluap dapat dilakukan untuk mencari nilai koefisien debit (C_d). Bentuk dan sifat peluap ambang tajam akan mempengaruhi nilai koefisien debit (C_d) yang didapatkan. Penelitian ini bertujuan untuk mencari nilai koefisien debit (C_d) pada variasi alat ukur debit peluap ambang tajam segiempat, V-Notch, dan cipoletti.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan 3 (tiga) peluap ambang tajam yaitu peluap segiempat, peluap V-Notch, dan peluap cipoletti. Penelitian debit aliran dilakukan dengan menggunakan volumetrik dan *current meter*. Hasil debit aliran tersebut akan digunakan untuk mencari nilai koefisien debit (C_d) laboratorium. Selanjutnya nilai koefisien debit (C_d) laboratorium akan dibandingkan dengan nilai koefisien debit (C_d) SNI.

Pada penelitian yang telah dilakukan, dihasilkan nilai koefisien debit (C_d) untuk peluap segiempat sebesar 0,730, peluap V-Notch sebesar 0,314, dan peluap cipoletti sebesar 0,695. Nilai koefisien debit (C_d) berdasarkan metode SNI 8137:2015 untuk peluap segiempat sebesar 0,588 dan untuk peluap V-Notch sebesar 0,581, sedangkan berdasarkan metode SNI 03-6455.5-2000 untuk peluap cipoletti adalah 0,630. Hubungan nilai koefisien debit (C_d) penelitian dan nilai koefisien debit (C_d) SNI 8137:2015 untuk peluap segiempat adalah relatif sama dengan rentang 0,588 sampai 0,772, sedangkan untuk peluap V-Notch adalah cukup berbeda dengan rentang 0,307 sampai 0,656. Hubungan nilai koefisien debit (C_d) penelitian dan nilai koefisien debit (C_d) SNI 03-6455.5-2000 untuk peluap cipoletti adalah cukup berbeda dengan rentang 0,630 sampai 0,903.

Kata kunci : Peluap Persegi Panjang, Peluap V-Notch, Peluap Cipoletti, Koefisien Debit

ABSTRACT

Hydraulics can be divided into two fields, namely hydrostatics which studies liquids at rest and hydrodynamics which studies fluids in motion or the mechanics of flow (Triatmodjo, 1993). In terms of flow mechanics, there are two types of flow, pipe flow and open channel flow. Weir is one of the water structures that can be modeled on the flume. Weir are used to increase the water level and measure the flow rate. The research of discharge flow can be done to find the discharge coefficient (C_d). The shape dan character of sharp crested weirs will affect the value of discharge coefficient (C_d). This research purposes is to find the value of the discharge coefficient (C_d) on the variation of sharp crested weirs.

This research was conducted using 3 (three) models of sharp crested weirs namely rectangular weir, V-Notch weir, and cipoletti weir. The discharge flow carried out in the laboratory using the volumetric method and the current meter where the results of the flow discharge will be used to find the laboratory discharge coefficient (C_d). Furthermore, the laboratory discharge coefficient (C_d) will be compared with the discharge coefficient (C_d) in SNI.

In the research that has been done, the result of discharge coefficient (C_d) for rectangular weir is 0.730, the V-Notch weir is 0.314, and the cipoletti weir is 0,695. The discharge coefficient (C_d) based on SNI 8137:2015 method for rectangular weir is 0,588 dan V-Notch weir is 0,581, while based on SNI 03-6455.5-2000 method for cipoletti weir is 0,630. The relationship between the research discharge coefficient (C_d) and the discharge coefficient (C_d) of SNI 8137:2015 for rectangular weir is relatively the same, while for V-Notch weir it is different. The relationship between the research discharge coefficient (C_d) and the discharge coefficient (C_d) of SNI 03-6455.5-2000 for cipoletti weir is different.

Keywords : Rectangular Weir, V-Notch Weir, Cipoletti Weir, Discharge Coefficient

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hidraulika dapat dibedakan dalam dua bidang yaitu hidrostatika yang mempelajari zat cair dalam keadaan diam dan hidrodinamika yang mempelajari zat cair bergerak atau mekanika aliran (Triatmodjo, 1993). Apabila ditinjau dari mekanika aliran, terdapat dua macam aliran yaitu aliran saluran tertutup dan aliran saluran terbuka. Perbedaan dari kedua aliran tersebut adalah pada keberadaan permukaan bebas, aliran saluran terbuka mempunyai permukaan bebas sedangkan aliran saluran tertutup tidak mempunyai permukaan bebas karena air mengisi seluruh penampang saluran. Persamaan dasar dan fenomena aliran di saluran terbuka pada prinsipnya merupakan hasil dari suatu rangkaian pengujian yang dilakukan di laboratorium, salah satu rangkaian pengujian tersebut dengan menggunakan *flume*.

Peluap adalah salah satu bangunan air yang dapat dimodelkan pada flume. Peluap berfungsi untuk menaikkan muka air dan mengukur debit yang mengalir. Prinsip yang digunakan pada aliran peluap adalah aliran kritis sehingga debit aliran yang mengalir pada saluran tergantung dari ketinggian permukaan air diatas peluap. Tinggi air pada peluap akan dipengaruhi oleh bentuk peluap yang telah dipasang pada saluran.

Penelitian debit aliran melalui sebuah peluap dapat dilakukan untuk mencari nilai koefisien debit (C_d). Nilai koefisien debit (C_d) merupakan angka tidak berdimensi sebagai koreksi hasil pengukuran debit nyata aliran yang mengalir pada bangunan air terhadap hasil pengukuran debit teori aliran. Hasil penelitian dan studi pustaka pada penelitian yang telah pernah dilakukan menunjukkan bahwa nilai koefisien debit (C_d) tidak konstan, nilai yang didapat tergantung pada beberapa faktor seperti tinggi peluapan dan dimensi dari berbagai model bangunan peluap

ambang tajam. Oleh karena itu, peneliti berusaha menganalisis nilai koefisien debit (C_d) pada peluap ambang tajam segiempat, V-Notch, dan cipoletti yang ada di laboratorium hidraulika.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Berapakah nilai koefisien debit (C_d) pada alat ukur debit segiempat, V-Notch, dan cipoletti di Laboratorium Hidraulika Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia?
2. Berapakah nilai koefisien debit (C_d) SNI pada alat ukur debit segiempat, V-Notch, dan cipoletti?
3. Bagaimana hubungan antara nilai koefisien debit (C_d) penelitian dan nilai koefisien debit (C_d) SNI?

1.3 Tujuan Penelitian

Sesuai dengan rumusan masalah di atas, tujuan penelitian dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui nilai koefisien debit (C_d) pada alat ukur debit segiempat, V-Notch, dan cipoletti di Laboratorium Hidraulika Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
2. Mengetahui nilai koefisien debit (C_d) SNI pada alat ukur debit segiempat, V-Notch, dan cipoletti.
3. Mengetahui hubungan nilai koefisien debit (C_d) penelitian dan nilai koefisien debit (C_d) SNI.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah dengan didapatkannya nilai koefisien debit (C_d) pada variasi alat ukur debit di Laboratorium dapat digunakan sebagai media pembelajaran.

1.5 Batasan Penelitian

Untuk dapat memberikan hasil penelitian yang baik, maka perlu diberikan batasan-batasan dalam melakukan penelitian, antara lain.

1. Hanya melakukan penelitian pada alat ukur debit segiempat, V-Notch, dan cipoletti pada *flume* di Laboratorium Hidraulika Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia
2. Fluida yang mengalir di saluran *flume* dianggap memiliki berat jenis yang sama.
3. Zat cair yang digunakan pada penelitian ini tidak dapat dimampatkan.
4. Aliran pada saluran *flume* dianggap tetap (*steady flow*).
5. Pengaruh rembesan air dari hulu ke hilir bangunan ukur diabaikan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Koefisien Debit

Penelitian dengan judul Perbandingan Koefisien Debit Dengan Lebar Saluran Berbeda Menggunakan Uji Fisik Peluap Persegi Panjang dan V-Notch (Febrianto, 2018) dilakukan dengan menggunakan 4 (empat) model peluap. Model peluap yang digunakan pada penelitian ini adalah peluap persegi panjang lebar 0,1 m, peluap persegi panjang lebar 1 m, peluap V-Notch lebar 0,1 m, dan peluap V-Notch lebar 1 m. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan data tinggi peluapan air di atas bangunan peluap, waktu penampungan, dan volume tertampung. Dengan didapatkannya data-data tersebut, kemudian dilakukan olah data mencari debit nyata aliran dan debit teori aliran. Perbandingan antara debit nyata dengan debit teori akan menghasilkan nilai koefisien debit (C_d) dari peluap. Hasil dari penelitian ini adalah nilai koefisien debit (C_d) rata-rata pada peluap persegi panjang lebar 0,1 m sebesar 0,656, peluap persegi panjang lebar 1 m sebesar 0,724, peluap V-Notch lebar 0,1 m sebesar 0,511, dan peluap V-Notch lebar 1 m sebesar 0,601.

Pada penelitian dengan judul Analisis Koefisien Debit Model Alat Ukur Celah Segiempat Di Laboratorium Hidrolika Teknik Sipil Universitas IBN Khaldun Bogor dilakukan sebuah analisis debit menggunakan metode volumetrik dan metode pelampung. Pengukuran debit dengan metode volumetrik dilakukan dengan cara mengukur waktu yang diperlukan untuk mengisi suatu wadah yang sudah diketahui volumenya. Sedangkan pengukuran debit menggunakan metode pelampung dilakukan dengan menghitung waktu dan jarak tempuh yang diletakkan kedalam aliran air pada flume. Waktu tempuh t (detik) dan jarak tempuh s (m) adalah data yang akan didapatkan ketika menggunakan metode pelampung. (Ginanjar, dkk, 2015).

Sedangkan pada penelitian dengan judul Kajian Koefisien Debit Pada Alat Ukur Debit bertujuan membandingkan nilai koefisien (C_d) dari hasil penelitian di laboratorium dan nilai koefisien debit standar. Terdapat perbedaan pada pengukuran debit ketika dilakukan dengan menggunakan volume tertampung. Perbedaan tersebut terletak pada nilai koefisien debit (C_d) hasil pengukuran di laboratorium dengan koefisien debit standar. Perbedaan nilai koefisien debit tersebut dapat dipengaruhi beberapa hal, salah satunya karena kehilangan tenaga pada sistem "outlet", sistem "inlet", loncat air, dan kavitasi. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan empat model bangunan air, yaitu pintu sorong, bendung ambang lebar, bendung ambang tajam, dan bendung ambang V-Notch. Hasil yang didapatkan adalah kesalahan relatif pengukuran koefisien debit (C_d) keempat model tersebut antara 5,507% sampai 14,545 % dengan ketelitian pengukuran berkisar antara 85,545 % sampai 94,49 %. (Isbandi, dkk, 1997)

2.2 Variasi Alat Ukur Debit

Penelitian dengan judul Studi Perbandingan Aliran Alat Ukur Debit Ambang Tipis Penampang Segitiga Dengan Penampang Majemuk (Sumirman, dkk, 2013) menjelaskan mengenai bangunan pelimpah ambang tipis. Bangunan pelimpah ambang tipis merupakan salah satu alat ukur debit yang terdiri dari beberapa macam yang dapat dibedakan dari bentuk penampangnya seperti penampang bentuk segitiga (V-Notch), segiempat (*rectangular*), trapezium (cipoletti), dan bentuk lainnya. Tinggi muka air di atas pelimpah dipengaruhi oleh bentuk pelimpah itu sendiri. Kelebihan dari alat ukur debit V-Notch yaitu dapat menghasilkan pengukuran yang akurat untuk pengaliran debit kecil. Selain itu, pada alat ukur debit bentuk segitiga menghasilkan tinggi air di atas pelimpah yang lebih besar daripada bentuk lainnya. Sedangkan kelebihan dari alat ukur debit segiempat adalah menghasilkan pengukuran yang akurat untuk pengaliran debit besar.

Berdasarkan penelitian tersebut, pelimpah bentuk segiempat dengan ketinggian muka air yang sama akan memiliki kemampuan untuk mengalirkan debit yang lebih besar daripada pelimpah bentuk segitiga. Namun, ketika debit yang mengalir pada pelimpah bentuk segiempat kecil maka ketinggian muka air di atas

pelimpah juga akan sangat kecil. Hal ini dapat berakibat pada hasil pengukuran yang tidak akurat. Sedangkan untuk pelimpah bentuk majemuk yang merupakan gabungan dari pelimpah bentuk segitiga dan segiempat diharapkan dapat mengatasi berbagai kelemahan dari pelimpah bentuk segiempat dan segitiga.

Sedangkan pada penelitian Model Alat Ukur Debit Untuk Saluran Irigasi (Winasis, dkk, 2020), menjelaskan bahwa alat ukur debit merupakan salah satu infrastruktur yang ada pada sistem jaringan irigasi. Bangunan air yang mengatur debit air ke saluran irigasi atau langsung ke petak sawah merupakan fungsi dari alat ukur debit. Pengaturan air yang optimal, tepat sasaran, adil dan tidak boros ketika menggunakan air sangat berhubungan dengan pola tanam dalam hal mengatur kebutuhan air. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengatur pemberian air irigasi di saluran irigasi dengan membuat model alat ukur debit. Hal-hal yang perlu diperhatikan ketika membuat permodelan alat ukur debit adalah membuat desain model alat ukur debit cipoletti. Permodelan alat ukur debit dibuat dari hasil survey di lapangan. Dari hasil permodelan tersebut akan dilakukan penelitian yang akan melalui tahapan pengambilan data, pengolahan data dan hasil pengolahan data berupa tabel debit (Q) terhadap tinggi muka air (H). Data tersebut diambil dari hasil penelitian alat ukur debit yang menggunakan tiga model yaitu model pertama dengan perbandingan 1:0,25, model kedua dengan perbandingan 1:0,5 dan model ketiga 1:0,75. Ketinggian (H) yang didapatkan untuk model pertama adalah 0,015 m, model kedua 0,013 m, dan model ketiga 0,015 m. Sedangkan hasil debit (Q) untuk model pertama adalah $0,000342 \text{ m}^3/\text{s}$, model kedua adalah $0,000276 \text{ m}^3/\text{s}$, dan model ketiga adalah $0,000342 \text{ m}^3/\text{s}$.

Pada penelitian Analisis Kalibrasi Bangunan Ukur Debit Cipoletti (Nurrocmad, 2005) menjelaskan saluran irigasi merupakan bagian dari sistem jaringan irigasi. Bangunan ukur yang ada dalam sistem jaringan irigasi dapat berupa bangunan ukur tetap (cipoletti dan ambang lebar) dan bangunan ukur yang dapat diatur (romijn). Bangunan ukur tersebut biasanya terendam air (baja pada bangunan ukur cipoletti dan romijn yang dipakai mengalami korosi), maka lama kelamaan dapat mengalami degradasi berupa penurunan keakuratan dalam pembacaan debit. Pekerjaan pengukuran debit dengan alat yang sederhana tetapi akurat dapat

dilakukan dengan penggunaan alat ukur kecepatan pelampung batang. Pekerjaan pengukuran debit dengan alat tersebut memerlukan waktu yang cukup lama dan dilakukan pada berbagai kondisi kedalaman air. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Hidrolika JTS FT UGM dan di lapangan yaitu di daerah Irigasi Rambut, Kabupaten Tegal, Jawa Tengah, tepatnya disaluran sekunder Surodadi di hilir BRt-4. Proses penelitian yang dilakukan adalah menggunakan beberapa pelampung batang dengan berbagai macam dimensi dikalibrasi di laboratorium. Pelampung batang yang digunakan dalam penelitian terbuat dari kayu sengon dengan ujung diberi pemberat mur dan dikalibrasi di saluran kaca.

Selain itu, pada penelitian dengan judul *Prediction of the Discharge Coefficient for a Cipoletti Weir with Rectangular Bottom Opening* yang dilakukan oleh Rafa & Alan (2014) menggunakan tiga puluh sembilan model bangunan cipoletti dengan bukaan persegi panjang pada bagian bawah dan memiliki dimensi geometris yang berbeda-beda. Pengukuran secara eksperimental dilakukan pada setiap model untuk mendapatkan debit aktual. Aliran yang digunakan dalam penelitian ini adalah aliran bebas di atas bangunan peluap dan aliran sub-kritis. Dari penelitian yang dilakukan didapatkan nilai koefisien debit (C_d) sebesar 0,88.

2.3 Penelitian Terdahulu

Penelitian yang dilakukan pada saat ini memiliki perbedaan dengan penelitian - penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya. Perbedaan tersebut dapat dilihat pada tabel penelitian terdahulu pada Tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No.	Nama	Tujuan	Metode	Hasil
1.	Isbandi, Hermawan dan Ghulam Heru (1997)	Membandingkan nilai koefisien (C_d) dari hasil penelitian di laboratorium dan nilai koefisien debit standar.	Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan empat model bangunan air, yaitu pintu sorong, bendung ambang lebar, bendung ambang tajam, dan bendung ambang V-Notch.	Kesalahan relatif pengukuran koefisien debit (C_d) keempat model tersebut antara 5,507% sampai 14,545 % dengan ketelitian pengukuran berkisar antara 85,545 % sampai 94,49 %.
2.	Sumirman, Edy dan Umboro Lasminto (2013)	Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan perbandingan profil aliran antara pelimpah ambang tipis berpenampang segi tiga dengan berpenampang	Penelitian dilakukan dengan melakukan pengukuran aliran pada pelimpah ambang tipis berpenampang segitiga dan majemuk yang ditempatkan pada <i>flume</i> di dalam laboratorium. Kecepatan aliran diukur ditempatkan	Dari hasil penelitian diketahui bahwa muka air di alat ukur penampang majemuk lebih rendah dari muka air di alat ukur penampang segitiga, debit yang dialirkan pada alat ukur penampang majemuk lebih besar pada ketinggian muka air yang sama dengan alat ukur penampang segitiga, terjadi

Lanjutan Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No.	Nama	Tujuan	Metode	Hasil
2.	Sumirman, Edy dan Umboro Lasminto (2013)	majemuk, memahami perubahan perilaku aliran dari penampang segi tiga ke penampang majemuk serta kemungkinan terjadinya ketidak-kontinyuitas.	pengukuran kecepatan diukur dengan menggunakan alat <i>Ultrasonic Water Level Recorder</i> .	ketidak kontinyuitas hubungan antara debit aliran dan tinggi air diatas pelimpah penampang majemuk.
3.	Rafa H. Al-Suhili dan Alan Jalal (2014)	Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui nilai koefisien debit pada bangunan cipoletti dengan bukaan persegi panjang pada bagian bawah.	Menggunakan tiga puluh sembilan model bangunan cipoletti dengan bukaan persegi panjang pada bagian bawah dan memiliki dimensi geometris yang berbeda-beda untuk mendapatkan debit aktual.	Dari penelitian yang dilakukan didapatkan nilai koefisien debit (Cd) sebesar 0,88.

Lanjutan Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

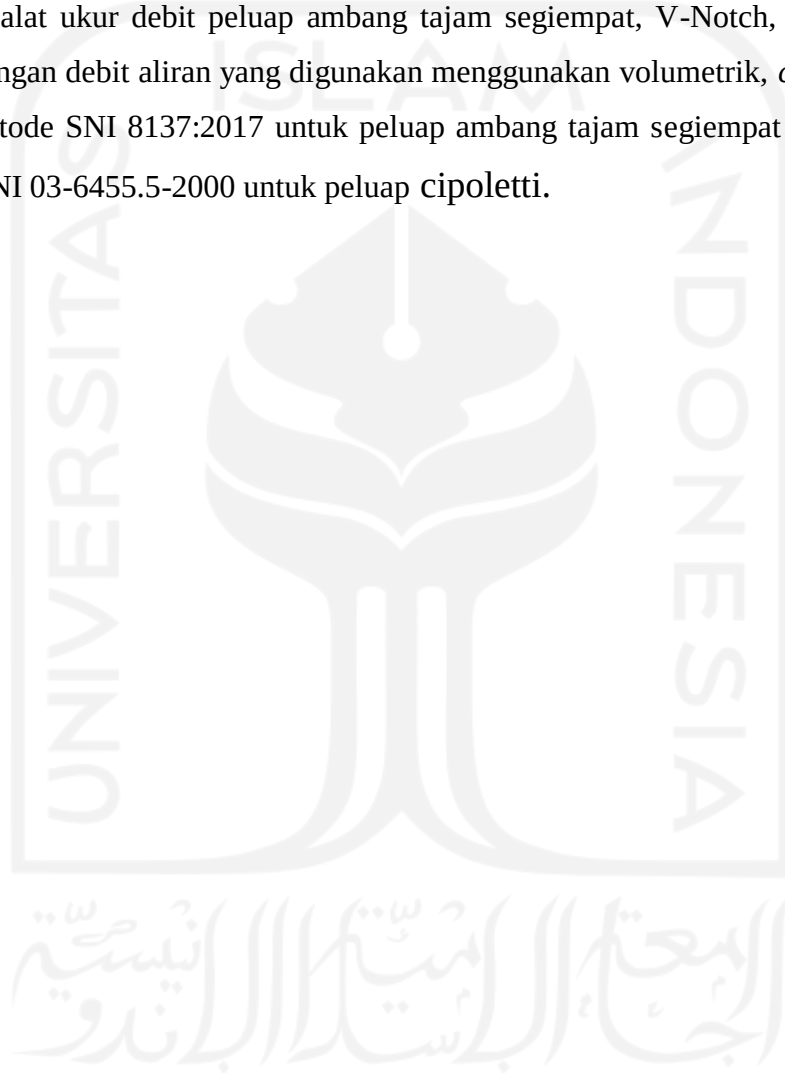
No.	Nama	Tujuan	Metode	Hasil
4.	Ginanjari, Bagus dan Feril Hariati (2015)	Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh nilai koefisien debit pada model alat ukur celah segiempat, agar dapat digunakan sebagai alat ukur debit pada <i>flume tank</i> yang telah dibuat, dan untuk selanjutnya dapat digunakan untuk pelaksanaan praktikum hidrolika.	Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode volumetrik dan metode pelampung. Metode volumetrik dilakukan dengan cara mengukur waktu yang diperlukan untuk mengisi suatu wadah yang sudah diketahui volumenya. Sedangkan metode pelampung dilakukan dengan menghitung waktu dan jarak tempuh yang diletakkan kedalam aliran air pada flume.	Hasil penelitian ini hanya dapat digunakan untuk mengukur aliran dengan kisaran debit dari 0.00130387 m ³ /detik sampai 0.00172 m ³ /detik, karena tinggi muka air di atas ambang sama, yaitu 4,9 cm. Nilai koefisien debit (Cd) yang dihasilkan berkisar antara 0.893 sampai 1.181 dan memiliki persamaan hubungan linier antara debit dengan koefisien debit.

Lanjutan Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No.	Nama	Tujuan	Metode	Hasil
5.	Febrianto, Johan Wahyu (2018)	Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai koefisien debit pada bangunan peluap persegi panjang dan V-Notch dengan beda saluran.	Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan data tinggi peluapan air di atas bangunan peluap, waktu penampungan, dan volume tertampung.	Nilai koefisien debit (Cd) rata-rata pada peluap persegi panjang lebar 0,1 m sebesar 0,656, peluap persegi panjang lebar 1 m sebesar 0,724, peluap V-Notch lebar 0,1 m sebesar 0,511, dan peluap V-Notch lebar 1 m sebesar 0,601.
6.	Winasis, Akbar dkk (2020)	Penelitian ini bertujuan untuk mengatur pemberian air irigasi di saluran irigasi dengan membuat model alat ukur debit.	Penelitian ini menggunakan tiga model yaitu model pertama dengan perbandingan 1:0,25, model kedua dengan perbandingan 1:0,5 dan model ketiga 1:0,75	Ketinggian (H) yang didapatkan untuk model pertama adalah 0,015 m, model kedua 0,013 m, dan model ketiga 0,015 m. Sedangkan hasil debit (Q) untuk model pertama adalah 0,000342 m ³ /s, model kedua adalah 0,000276 m ³ /s, dan model ketiga adalah 0,000342 m ³ /s.

2.4 Keaslian Penelitian

Berdasarkan tinjauan pustaka dari penelitian yang telah dilakukan, penelitian dengan judul Analisis Koefisien Debit Pada Variasi Alat Ukur Debit di Laboratorium Hidraulika Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia memenuhi unsur originalitas penelitian. Pada penelitian ini peneliti menggunakan variasi alat ukur debit peluap ambang tajam segiempat, V-Notch, dan cipoletti. Perhitungan debit aliran yang digunakan menggunakan volumetrik, *current meter*, dan metode SNI 8137:2017 untuk peluap ambang tajam segiempat dan V-Notch serta SNI 03-6455.5-2000 untuk peluap cipoletti.



BAB III

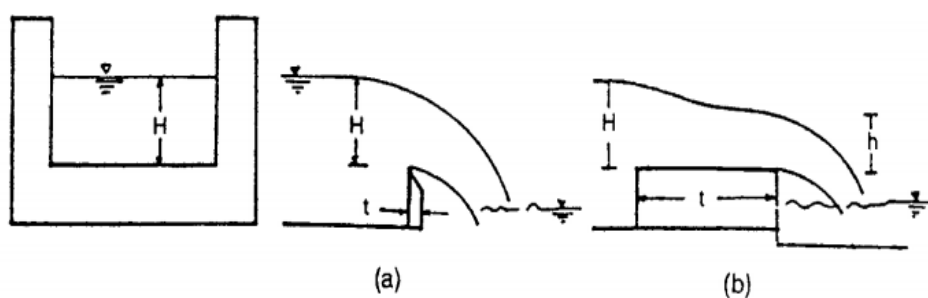
LANDASAN TEORI

3.1 Peluap

Menurut Triatmodjo (1993), peluap adalah sebuah bukaan yang terdapat pada salah satu sisi kolam atau tangki sehingga zat cair di dalam kolam tersebut melimpah di atas peluap. Peluap ini serupa dengan lubang besar di mana elevasi permukaan zat cair di sebelah hulu lebih rendah dari sisi atas lubang.

Tinggi peluapan adalah suatu lapis zat cair yang melimpas di atas sebuah peluap. Pada umumnya, peluap berfungsi untuk mengukur debit suatu aliran. Begitu juga pada bangunan irigasi yang terdapat peluap akan berfungsi untuk Di dalam bangunan irigasi peluap ditempatkan pada saluran irigasi yang berfungsi untuk menghitung debit aliran yang melalui saluran.

Berdasarkan bentuk puncaknya peluap bisa berupa ambang tipis atau ambang lebar. Peluap disebut ambang tipis apabila tebal peluap $t < 0,5 H$ dan disebut ambang lebar apabila $t < 0,66 H$. Apabila $0,5 H < t < 0,66 H$ keadaan aliran adalah tidak stabil, hal ini dapat terjadi jika kondisi aliran melalui peluap ambang tipis atau ambang lebar. Gambar peluap ambang tipis dan ambang lebar dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut ini.



Gambar 3.1 Peluap Ambang Tipis (a) dan Lebar (b)

3.2 Ambang

Ambang atau pelimpah adalah sekat penghalang yang telah di kalibrasi dibuat melintang tegak lurus arah aliran di dalam saluran. Ambang dipasang pada saluran berfungsi selain untuk menaikkan permukaan air dan dapat pula digunakan untuk mengukut debit yang mengalir. Aliran pada ambang menggunakan prinsip aliran kritis, sehingga ambang didesain sedemikian rupa agar aliran yang mengalir pada ambang terjadi aliran kritis. Pada kondisi aliran kritis maka debit yang mengalir hanya bergantung dari ketinggian muka air diatas ambang (Anggrahini, 1996).

Pada umumnya, aliran air yang melewati suatu tempat harus diketahui sifat dan karakteristiknya jika dalam penerapannya akan merancang bangunan air. Secara teoritis, ambang merupakan salah satu jenis bangunan air yang dapat digunakan untuk menaikkan tinggi muka air dan untuk menentukan debit aliran (Triatmodjo, 1993).

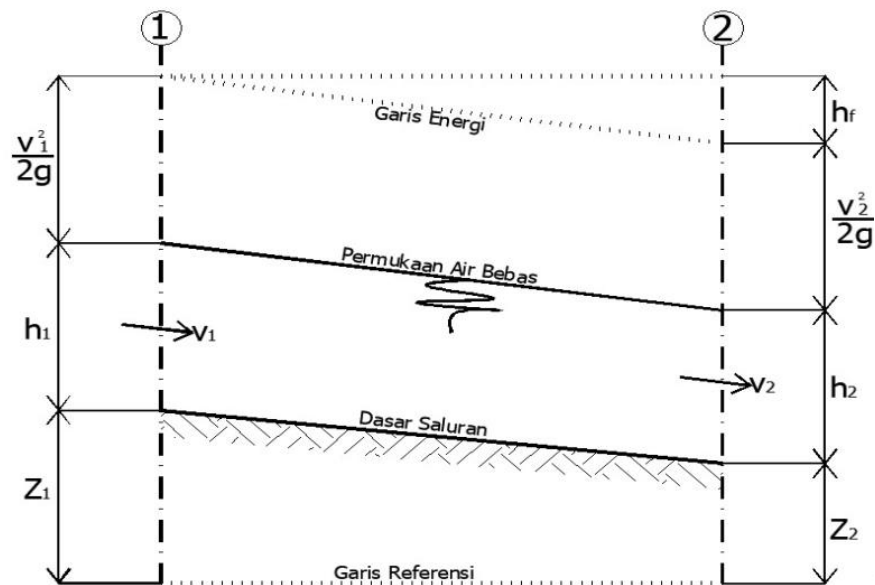
Bangunan ambang sering digunakan pada saluran terbuka yang berfungsi untuk mengendalikan tinggi muka air di bagian hulu serta dapat digunakan untuk mengukut debit aliran. Berdasarkan hal-hal tersebut, ambang dapat digunakan sebagai penghalang atau rintangann yang dapat membantuu terciptanya kondisi energi minimum dalam satuan keras.

Ketika terjadi banjir, ambang yang berada pada suatu saluran dapat berhenti berfungsi sebagai bangunan pengendali, muka air di sebelah hilir meninggi dan membuat tenggelamnya ambang tersebut. Perubahan geometri aliran air yang tinggi tersebut pada akhirnya membuat tidak tercapainya kondisi energi minimum yang dinyatakan melalui perbandingan antara kedalaman di bagian hilir dan hulu.

3.3 Persamaan *Bernoulli*

Persamaan energi dalam suatu aliran zat cair diturunkan berdasarkan persamaan Euler. Energi pada suatu titik aliran mantap sama dengan energi pada titik lain yang ditambahkan menuju fluida atau diambil dari fluida. Berdasarkan persamaan energi, persamaan ini dikenal sebagai persamaan *Bernoulli*. Persamaan

Bernoulli terbagi menjadi 2 yaitu persamaan *Bernoulli* zat cair inviscid dan zat cair riil.



Gambar 3.2 Energi Dalam Saluran Terbuka
(Sumber : Suripin, 2004)

Adapun persamaan *Bernoulli* untuk zat cair inviscid dapat dilihat pada persamaan 3.1 berikut ini.

$$Z_1 + h_1 + \frac{v_1^2}{2g} = Z_2 + h_2 + \frac{v_2^2}{2g} \quad (3.1)$$

Keterangan:

h = fungsi tekanan di suatu titik

V = kecepatan aliran fluida, m/s

z = ketinggian titik yang ditinjau dari garis datum, m

g = percepatan gravitasi, m/s^2

Sedangkan untuk persamaan *Bernoulli* pada zat cair riil dapat dilihat pada persamaan 3.2 berikut ini.

$$Z_1 + h_1 + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + h_2 + \frac{V_2^2}{2g} + \Sigma h_e + \Sigma h_f \quad (3.2)$$

Keterangan:

h = fungsi tekanan di suatu titik

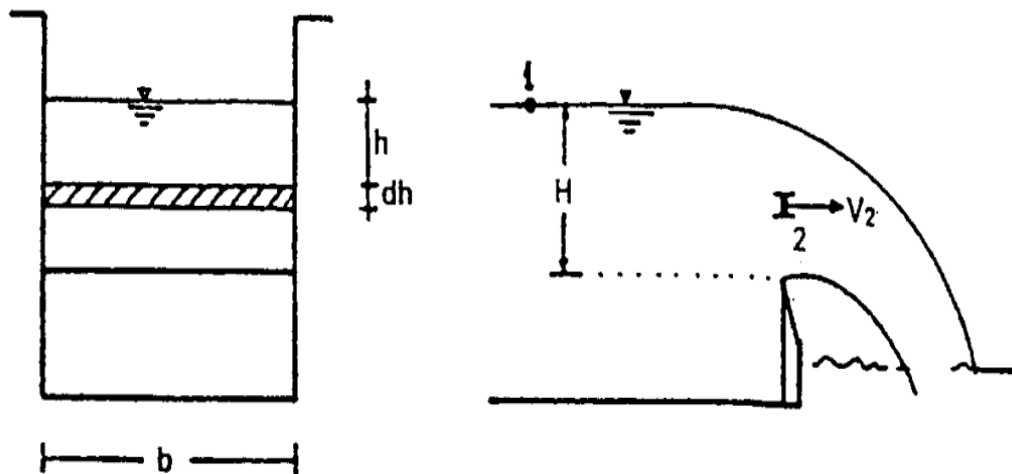
V = kecepatan aliran fluida, m/s

z = ketinggian titik yang ditinjau dari garis datum, m

g = percepatan gravitasi, m/s²

3.4 Alat Ukur Debit Segiempat

Menurut Triatmodjo (1993), dikatakan sebagai peluap segiempat apabila air yang mengalir seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.3. Dalam gambar tersebut H adalah tinggi peluapan atau tinggi air di atas peluap, b adalah lebar peluap, dan C_d adalah koefisien debit. Dipandang suatu pias horizontal setebal dh pada kedalaman h dari muka air.



Gambar 3.3 Peluap Segiempat
(Sumber : Triatmodjo, 1993)

Dengan menggunakan persamaan (3.3) apabila di sebuah hulu peluap berupa kolam besar sehingga $V_1=0$, dan tekanan pada pias adalah tekanan atmosfer, maka:

$$V_2 = \sqrt{2g(z_1 - z_2)} = \sqrt{2gh} \quad (3.3)$$

Keterangan :

- V = kecepatan aliran fluida (m/s)
 Z = ketinggian titik yang ditinjau dari garis datum (m)
 g = percepatan gravitasi (m/s²)
 h = tinggi pias dari muka air (m)

Luas pias adalah :

$$dA = b \, dh \quad (3.4)$$

Keterangan :

- A = luas pias (m²)
 b = lebar peluap (m)
 dh = ketebalan pada kedalaman h dari muka air (m)

Debit melalui pias :

$$\begin{aligned}
 dQ &= V_2 \, dA = \sqrt{2g} \, h^{\frac{1}{2}} b \, dh \\
 &= b \sqrt{2g} \, h^{\frac{1}{2}} \, dh
 \end{aligned} \quad (3.5)$$

Keterangan :

- A = luas pias (m²)
 b = lebar peluap (m)
 h = tinggi pias dari muka air (m)
 dh = ketebalan pada kedalaman h dari muka air (m)
 g = percepatan gravitasi (m/s²)

Dengan memasukan koefisien debit, maka debit aliran :

$$dQ_{th} = C_d \, b \sqrt{2g} \, h^{\frac{1}{2}} \, dh \quad (3.6)$$

Keterangan :

- Q_{th} = debit aliran teoritis (m³/s)
 g = percepatan gravitasi (m/s²)
 h = tinggi pias dari muka air (m)

b = lebar peluap (m)

Cd = koefisien debit

Debit total melalui seluruh peluap dapat dihitung dengan mengintegalkan persamaan di atas dari $h = 0$ pada muka air sampai $h = H$ pada puncak ambang.

$$Q_{th} = C_d b \sqrt{2g} \int_0^H h^{\frac{1}{2}} dh = C_d b \sqrt{2g} \frac{2}{3} [h^{\frac{3}{2}}]_0^H$$

$$Q_{th} = \frac{2}{3} C_d b \sqrt{2g} H^{\frac{3}{2}} \quad (3.7)$$

Keterangan :

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

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

h = tinggi pias dari muka air (m)

b = lebar peluap (m)

Cd = koefisien debit

Apabila air yang melalui peluap mempunyai kecepatan awal maka dalam rumus debit tersebut, tinggi peluapan harus ditambah dengan tinggi kecepatan $h_a = \frac{v^2}{2g}$, sehingga debit aliran menjadi :

$$Q_{th} = \frac{2}{3} C_d b \sqrt{2g} [(H + h_a)^{\frac{3}{2}} - h_a^{\frac{3}{2}}] \quad (3.8)$$

Keterangan :

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

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

h = tinggi pias dari muka air (m)

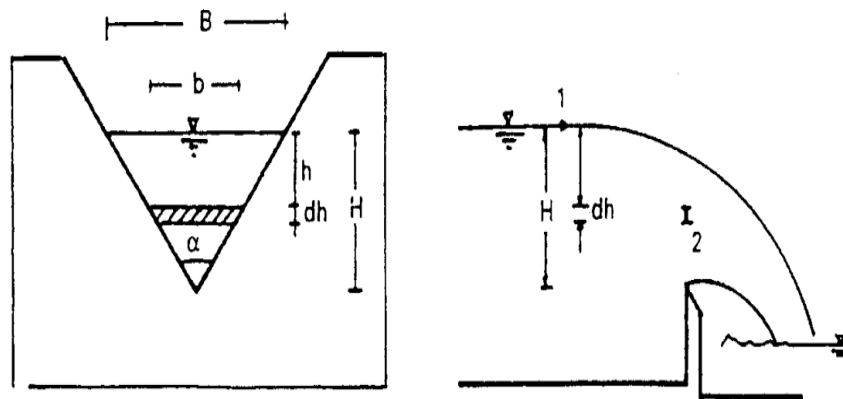
b = lebar peluap (m)

Cd = koefisien debit

h_c = tinggi kecepatan (m)

3.5 Alat Ukur Debit V-Notch

Menurut Triatmodjo (1993), pada Gambar 3.4 menunjukkan peluap V-Notch pada bagian atas peluap dialiri air. Tinggi peluap adalah H dan sudut peluap V-Notch adalah α .



Gambar 3.4 Peluap V-Notch
(Sumber : Triatmodjo, 1993)

Dari gambar di atas, lebar muka air adalah :

$$B = 2 H \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \quad (3.9)$$

Keterangan :

B = lebar muka air (m)

H = tinggi peluapan (m)

α = sudut peluap V-Notch ($^{\circ}$)

Panjang pias tersebut adalah :

$$b_v = 2 (H - h) \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \quad (3.10)$$

Keterangan :

b_v = panjang pias (m)

H = tinggi peluapan (m)

h = tinggi pias dari muka air (m)

α = sudut peluap V-Notch ($^{\circ}$)

Luas pias :

$$dA = 2 (H - h) \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} dh \quad (3.11)$$

Keterangan :

- dA = luas pias (m^2)
 b_v = panjang pias (m)
 H = tinggi peluapan (m)
 h = tinggi pias dari muka air (m)
 α = sudut peluap V-Notch ($^\circ$)
 dh = tebal pias (m)

Debit aliran melalui pias :

$$\begin{aligned}
 Q_{th} &= C_d dA \sqrt{2gh} \\
 &= C_d 2(H - h) \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} dh \sqrt{2gh}
 \end{aligned} \quad (3.12)$$

Keterangan :

- Q_{th} = debit aliran teoritis (m^3/s)
 C_d = koefisien debit
 H = tinggi peluapan (m)
 h = tinggi pias dari muka air (m)
 α = sudut peluap V-Notch ($^\circ$)
 dh = tebal pias (m)
 g = percepatan gravitasi (m/s^2)

Integrasi persamaan debit teori aliran melalui peluap V-Notch adalah :

$$\begin{aligned}
 Q_{th} &= 2 C_d \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \sqrt{2g} \int_0^H (H - h) h^{\frac{1}{2}} dh \\
 Q_{th} &= 2 C_d \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \sqrt{2g} \int_0^H H h^{\frac{1}{2}} - h^{\frac{3}{2}} dh \\
 &= 2 C_d \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \sqrt{2g} \left[\frac{2}{3} H h^{\frac{3}{2}} - \frac{2}{5} h^{\frac{5}{2}} \right]_0^H
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 2 C_d \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \sqrt{2g} \left(\frac{2}{3} H^{\frac{5}{2}} - \frac{2}{5} h^{\frac{5}{2}} \right) \\
 Q_{th} &= \frac{8}{15} C_d \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \sqrt{2g} H^{\frac{5}{2}}
 \end{aligned}
 \tag{3.13}$$

Keterangan :

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

C_d = koefisien debit

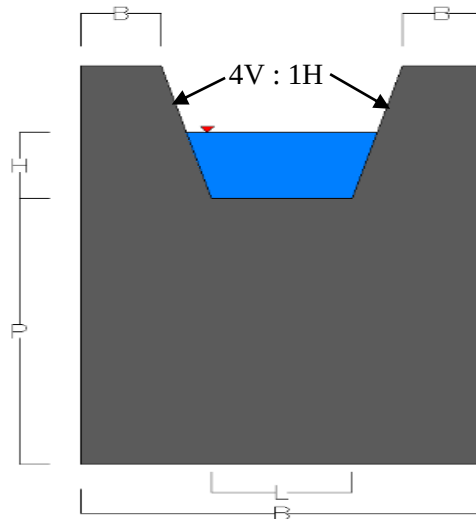
H = tinggi peluapan (m)

α = sudut peluap V-Notch ($^\circ$)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

3.6 Alat Ukur Debit Cipoletti

Menurut Yuwono (1988), alat ukur debit cipoletti adalah suatu alat ukur debit berdasarkan peluapan sempurna dengan ambang tipis. Sedangkan menurut KP, alat ukur debit cipoletti adalah penyempurnaan sebuah alat ukur debit pada ambang tajam yang dikontraksi seluruhnya. Alat ukur debit cipoletti memiliki beberapa bagian seperti potongan pengontrol trapesium, mercu horizontal, dan sisi-sisi miring ke samping dengan kemiringan 1 vertikal banding $\frac{1}{4}$ horizontal. Gambar alat ukur cipoletti dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut ini.



Gambar 3.5 Alat Ukur Cipoletti

3.6.1 Persamaan Hidrolis

Menurut Triatmodjo (1993), persamaan debit untuk peluap trapesium adalah:

$$Q = \frac{2}{3} \cdot Cd_1 \cdot \sqrt{2g} \cdot b \cdot H^{\frac{3}{2}} + \frac{8}{15} \cdot Cd_2 \cdot \sqrt{2g} \cdot tg \frac{\alpha}{2} \cdot H^{\frac{5}{2}} \quad (3.14)$$

Keterangan:

Q = debit, m³/dt

Cd₁ = koefisien debit segiempat

Cd₂ = koefisien debit segitiga

g = percepatan gravitasi, m/s²

b = lebar mercu, m

H = tinggi peluapan, m

α = sudut antar sisi peluap dengan garis vertikal

Aliran air permukaan bebas terjadi kontraksi aliran di muka ambang tajam sehingga koefisien debit (Cd) alat ukur debit adalah 0,63. Sehingga persamaan alat ukur debit cipoletti menjadi:

$$Q = 0,42 \cdot b \cdot H \cdot \sqrt{2g} \cdot H \quad (3.15)$$

$$Q = 1,86 \cdot b \cdot H^{\frac{3}{2}} \quad (3.16)$$

3.6.2 Karakteristik Bangunan

Karakteristik bangunan alat ukur cipoletti adalah sebagai berikut.

1. Bangunan yang sederhana dan mudah untuk dibuat.
2. Biaya pekerjaan tidak mahal.
3. Jika papan duga diberi skala liter, maka para petani pemakai air dapat mengecek persediaan air.
4. Sedimentasi akan terjadi di hulu peluap dan akan mengganggu berfungsinya alat ukur serta benda-benda yang hanyut. Hal ini dapat menyebabkan timbulnya kerusakan dan menghambat pengukuran debit.

5. Pengukuran debit tidak mungkin dilakukan jika muka air hilir naik diatas elevasi ambang bangunan ukur tersebut.
6. Kehilangan tinggi energi besar dan khususnya untuk di daerah – daerah datar, sedangkan kehilangan tinggi energi yang tersedia sangat kecil. Sehingga alat ukur cipoletti tidak bisa digunakan.

3.6.3 Penggunaan Alat Ukur Debit Cipoletti

Menurut Yuwono (1988), alat ukur debit cipoletti digunakan untuk mengukur debit saluran yang tidak begitu besar dan pada umumnya dipakai pada saluran tersier atau saluran yang langsung terhubung ke sawah. Alat ukur debit cipoletti sangat cocok digunakan pada daerah pegunungan yang tanah konturnya mempunyai kemiringan cukup besar. Kombinasi antara alat ukur debit cipoletti dan pintu sorong dapat dipakai sebagai bangunan sadap tersier. Dikarenakan jarak pintu dan bangunan ukur jauh, eksploitasi pintu menjadi rumit. Maka, lebih disarankan menggunakan peluap kombinasi.

3.7 Debit Nyata Aliran Melalui Peluap

Debit nyata aliran pada saluran terbuka melalui peluap merupakan perbandingan antara volume air yang melalui peluap dengan waktu lamanya air melalui peluap. Pada kasus ini air yang melalui peluap dialirkan menuju bak penghitung volume air. Oleh karena itu, rumus air yang melalui peluap adalah sebagai berikut.

$$v = p \times l \times t \quad (3.17)$$

Keterangan:

v = volume, m³

p = panjang bak, m

l = lebar bak, m

t = tinggi bak, m

Setelah mendapatkan volume bak penghitung volume air, maka debit nyata aliran dapat dihitung. Sehingga rumus debit nyata aliran adalah sebagai berikut.

$$Q = \frac{v}{t} \quad (3.18)$$

Keterangan:

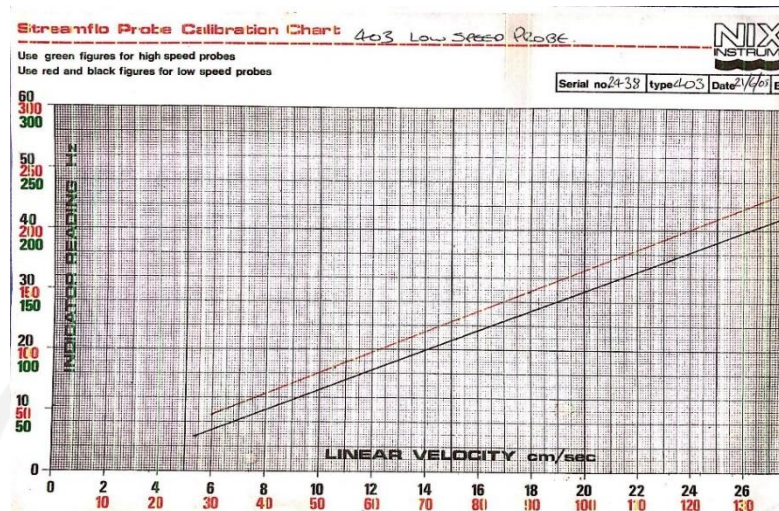
Q = debit aliran nyata, m^3/s

v = volume, m^3

t = waktu, s

3.8 Current Meter

Pengukuran kecepatan dengan menggunakan *current meter* cukup banyak dilakukan. Ada dua tipe alat ukur *current meter* yaitu tipe mangkok (*Price-cup current meter*) dan baling-baling (*propeller current meter*). Karena adanya partikel air yang melintasi maka mangkok dan baling-baling akan berputar. Pada tipe pertama mangkok akan berputar terhadap sumbu vertikal, sedangkan tipe kedua baling-baling akan berputar terhadap sumbu horizontal. Jumlah putaran per satuan waktu dapat dikonversi menjadi kecepatan arus. Tipe alat ukur yang digunakan pada penelitian ini adalah tipe baling-baling (*propeller current meter*) jenis *streamflow velocity*. Hasil pembacaan pada alat *current meter* kemudian dikonversi menggunakan grafik *streamflow probe calibration chart* seperti pada Gambar 3.6 berikut ini.



Gambar 3.6 Steamflow Probe Calibration Chart

3.9 Koefisien Debit (C_d)

Menurut Triatmodjo (1993), koefisien debit merupakan perbandingan antara debit nyata dengan debit teoritis. Rumus koefisien debit dapat dilihat pada Persamaan 3.19 berikut ini.

$$C_d = \frac{Q}{Q_{th}} \quad (3.19)$$

Keterangan:

C_d = koefisien debit

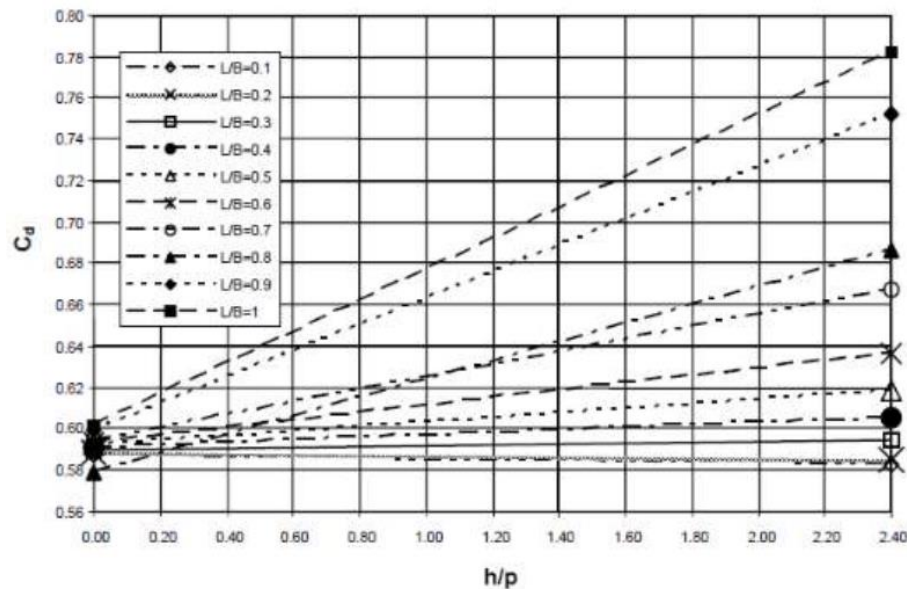
Q = debit aliran nyata, m^3/s

Q_{th} = debit aliran teoritis, m^3/s

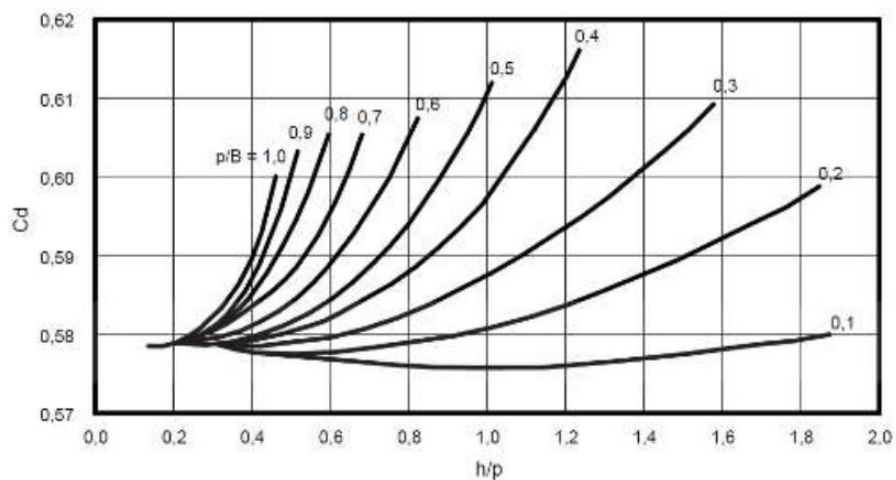
Menurut Suyono (1989), besarnya koefisien limpahan (C) pada bangunan pelimpah biasanya dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain:

1. Kedalaman air didalam saluran pengarah aliran.
2. Kemiringan lereng udik pelimpah.
3. Tinggi air diatas mercu pelimpah.
4. Perbedaan antara tinggi air rencana pada saluran pengatur aliran yang bersangkutan.

Menurut SNI (2015), besarnya koefisien debit untuk peluap ambang tajam segiempat dan V-Notch dapat ditentukan menggunakan grafik yang dapat dilihat pada Gambar 3.6 dan Gambar 3.7. Notasi (h) merupakan tinggi peluapan atau tinggi muka air yang terukur, (p) merupakan tinggi mercu di atas dasar saluran, (L) merupakan tebal bangunan peluap, dan (B) merupakan lebar saluran.



Gambar 3.7 Grafik Nilai Koefisien Debit Peluap Segiempat
(Sumber : SNI, 2015)



Gambar 3.8 Grafik Nilai Koefisien Debit Peluap V-Notch
(Sumber : SNI, 2015)

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Subjek dan Objek Penelitian

4.1.1. Subjek Penelitian

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (1989), subjek penelitian adalah orang, tempat atau benda yang diamati dalam rangka pembuatan sebagai sasaran. Subjek penelitian dalam penelitian ini adalah variasi alat ukur debit.

4.1.2. Objek Penelitian

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (1989), objek penelitian adalah hal yang menjadi sasaran penelitian. Sedangkan menurut Supranto (2000), objek penelitian adalah himpunan elemen yang dapat berupa orang, organisasi atau barang yang akan diteliti. Adapun objek penelitian dalam penelitian ini adalah koefisien debit (C_d).

4.2 Metode Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan metode eksperimental yaitu dengan mencatat hasil pengujian secara langsung. Data yang digunakan dalam pengumpulan data adalah data primer atau data yang didapatkan secara langsung selama proses penelitian berlangsung. Data yang didapatkan selama penelitian meliputi tinggi peluapan, waktu tertampung, debit nyata aliran, dan debit teori aliran.

4.3 Alat Yang Digunakan

Dalam pelaksanaannya, peralatan yang digunakan untuk menyelesaikan penelitian tugas akhir di Laboratorium Hidraulika Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia adalah sebagai berikut.

1. Flume lebar 0,1 m

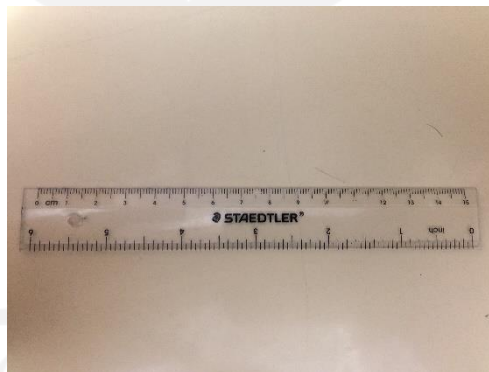
Adalah pemodelan alat dalam skala kecil dari saluran asli dengan ukuran lebar 0,1 m atau 10 cm.



Gambar 4.1 Flume Lebar 0,1 m

2. Mistar ukur

Berfungsi untuk mengukur ketinggian air pada bagian hulu.



Gambar 4.2 Mistar Ukur

3. *Stopwatch*

Alat ini berguna untuk mengukur waktu aliran air yang mengalir melalui peluap menuju bak penampung pengukur volume air.

4. *Jet pump*

Merupakan alat yang berguna untuk menyedot air dari kolam pengukur volume air menuju kedalam bak penampungan flum lebar 0,1 m.

5. *Cutter*

Berfungsi untuk memotong material akrilik dan spons sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan.



Gambar 4.3 Cutter

6. Tabung ukur

Berguna sebagai tempat untuk mengamati perubahan volume air yang ada pada bak penampungan.

7. Lem G

Digunakan untuk menempelkan material akrilik antara yang satu dengan yang lainnya.

4.4 Material

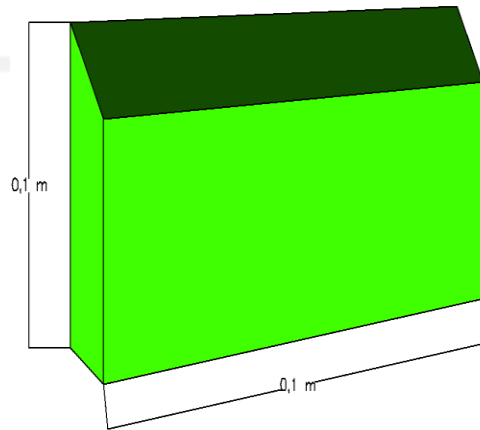
Material yang digunakan untuk membuat peluap segiempat, V-Notch, dan cipoletti adalah dengan material akrilik. Akrilik adalah bahan padat dimana air tidak dapat lolos pada bahan ini. Oleh karena ini, material akrilik dipilih sebagai bahan utama dalam pembuatan benda uji.

4.5 Lokasi Penelitian

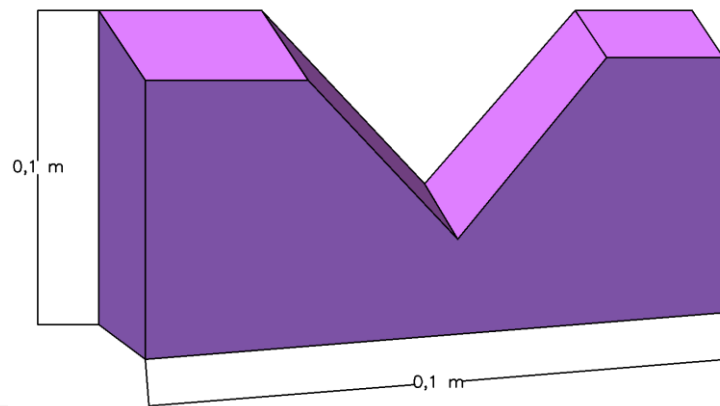
Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Hidraulika Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.

4.6 Pembuatan Benda Uji

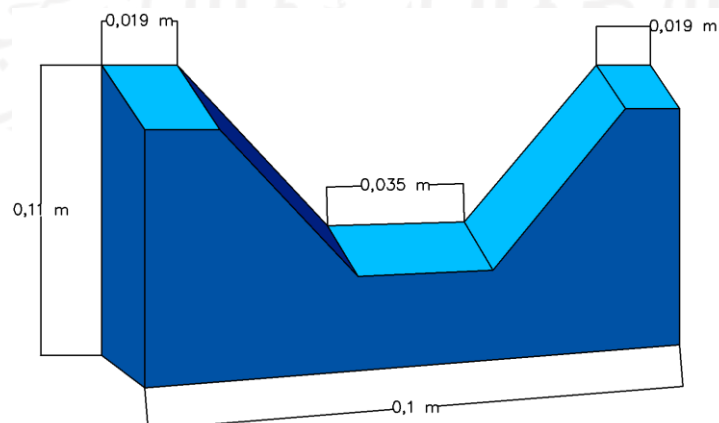
Pembuatan benda uji peluap segiempat, V-Notch, dan cipoletti pada penelitian ini menggunakan dimensi seperti pada Gambar 4.1, Gambar 4.2, dan Gambar 4.3 berikut ini.



Gambar 4.4 Sketsa Peluap Segiempat



Gambar 4.5 Sketsa Peluang V-Notch



Gambar 4.6 Sketsa Peluang Cipoletti

4.7 Cara Mengumpulkan Data

Pada penelitian dengan judul Analisis Koefisien Debit Pada Variasi Alat Ukur Debit Di Laboratorium Hidraulika Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia, data yang digunakan adalah data primer yang didapatkan dengan cara pengujian langsung di lokasi penelitian. Langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut.

1. Peluap Segiempat
 - a. Memasang peluap segiempat pada saluran *flume* dan menyalakan pompa untuk mengalirkan air.
 - b. Setelah *flume* terisi oleh air, kemudian mengukur ketinggian bagian hulu aliran dengan menggunakan tuas alat pengukur ketinggian yang sudah terpasang pada *flume*. Ketinggian muka air di atas peluap yang akan dicatat adalah 1,5 cm, 2 cm, 2,5 cm, 3 cm, dan 3,5 cm.



**Gambar 4.7 Eksperimen Aliran Dengan Tinggi Peluapan
Pada Peluap Segiempat**

- c. Sebelum menurunkan pipa yang menuju bak penampung penghitung volume air, ketinggian permukaan air bagian hulu aliran dipastikan sudah stabil.
 - d. Mengarahkan aliran menuju bak penampung penghitung volume air dengan menurunkan pipa.
 - e. Mengamati dan melihat volume air yang melalui peluap pada bagian meteran yang ada pada bak penghitung volume air.

- f. Mencatat waktu dengan menggunakan *stopwatch* dengan interval setiap 5 liter air yang melalui peluap.
 - g. Untuk mendapatkan data yang akurat, pencatatan waktu diambil sebanyak 5 kali.
 - h. Menguras air yang berada pada bak penampungan penghitung volume air.
2. Peluap V-Notch
- a. Memasang peluap V-Notch pada saluran *flume* dan menyalakan pompa untuk mengalirkan air.



Gambar 4.8 Pemasangan Peluap V-Notch Pada *Flume*

- b. Setelah *flume* terisi oleh air, kemudian mengukur ketinggian bagian hulu aliran dengan menggunakan tuas alat pengukur ketinggian yang sudah terpasang pada *flume*. Ketinggian muka air di atas peluap yang akan dicatat adalah 1,5 cm, 2 cm, 2,5 cm, 3 cm, dan 3,5 cm.
- c. Sebelum menurunkan pipa yang menuju bak penampung penghitung volume air, ketinggian muka air bagian hulu aliran dipastikan sudah stabil.
- d. Mengarahkan aliran menuju bak penampung penghitung volume air dengan menurunkan pipa.
- e. Mengamati dan melihat volume air yang melalui peluap pada bagian meteran yang ada pada bak penghitung volume air.

- f. Mencatat waktu dengan menggunakan *stopwatch* dengan interval setiap 5 liter air yang melalui peluap.
 - g. Untuk mendapatkan data yang akurat, pencatatan waktu diambil sebanyak 5 kali.
 - h. Menguras air yang berada pada bak penampungan penghitung volume air.
3. Peluap Cipoletti
- a. Memasang peluap *cipoletti* pada saluran *flume* dan menyalakan pompa untuk mengalirkan air.
 - b. Setelah *flume* terisi oleh air, kemudian mengukur ketinggian bagian hulu aliran dengan menggunakan tuas alat pengukur ketinggian yang sudah terpasang pada *flume*. Ketinggian muka air di atas peluap yang akan dicatat adalah 1,5 cm, 2 cm, 2,5 cm, 3 cm, dan 3,5 cm.



**Gambar 4.9 Eksperimen Aliran Dengan Tinggi Peluapan
Pada Peluap Cipoletti**

- c. Sebelum menurunkan pipa yang menuju bak penampung penghitung volume air, ketinggian muka air bagian hulu aliran dipastikan sudah stabil.
- d. Mengarahkan aliran menuju bak penampung penghitung volume air dengan menurunkan pipa.
- e. Mengamati dan melihat volume air yang melalui peluap pada bagian meteran yang ada pada bak penghitung volume air.

- f. Mencatat waktu dengan menggunakan *stopwatch* dengan interval setiap 5 liter air yang melalui peluap.
- g. Untuk mendapatkan data yang akurat, pencatatan waktu diambil sebanyak 5 kali.
- h. Menguras air yang berada pada bak penampungan penghitung volume air.

4.8 Metode Analisis Data

Setelah mendapatkan data primer dari penelitian yang dilakukan di laboratorium berupa ketinggian air hulu, waktu interval, dan volume air, kemudian semua data tersebut dianalisis untuk mendapatkan debit teori, debit nyata, dan koefisien debit (C_d) yang diselesaikan dengan perhitungan debit aliran metode volumetrik, *current meter*, dan SNI pada bangunan peluap segiempat, V-Notch, dan *cipoletti*.

Nilai koefisien debit (C_d) metode volumetrik memiliki arti bahwa analisis perhitungan debit aliran yang digunakan menggunakan metode volumetrik, yaitu dengan mengukur debit secara langsung dengan menampung aliran air dalam suatu bak yang telah diketahui volumenya. Sedangkan nilai koefisien debit (C_d) *current meter* memiliki arti bahwa dalam proses pengambilan data dilakukan menggunakan alat *current meter*. Dari alat tersebut didapatkan sebuah nilai kecepatan dalam satuan Hz yang selanjutnya dilakukan konversi kecepatan menjadi cm/sec menggunakan *steamflo probe calibration chart*. Hasil kalibrasi tersebut kemudian digunakan untuk menghitung debit nyata aliran. Analisis data dalam penelitian ini dilakukan dengan cara sebagai berikut.

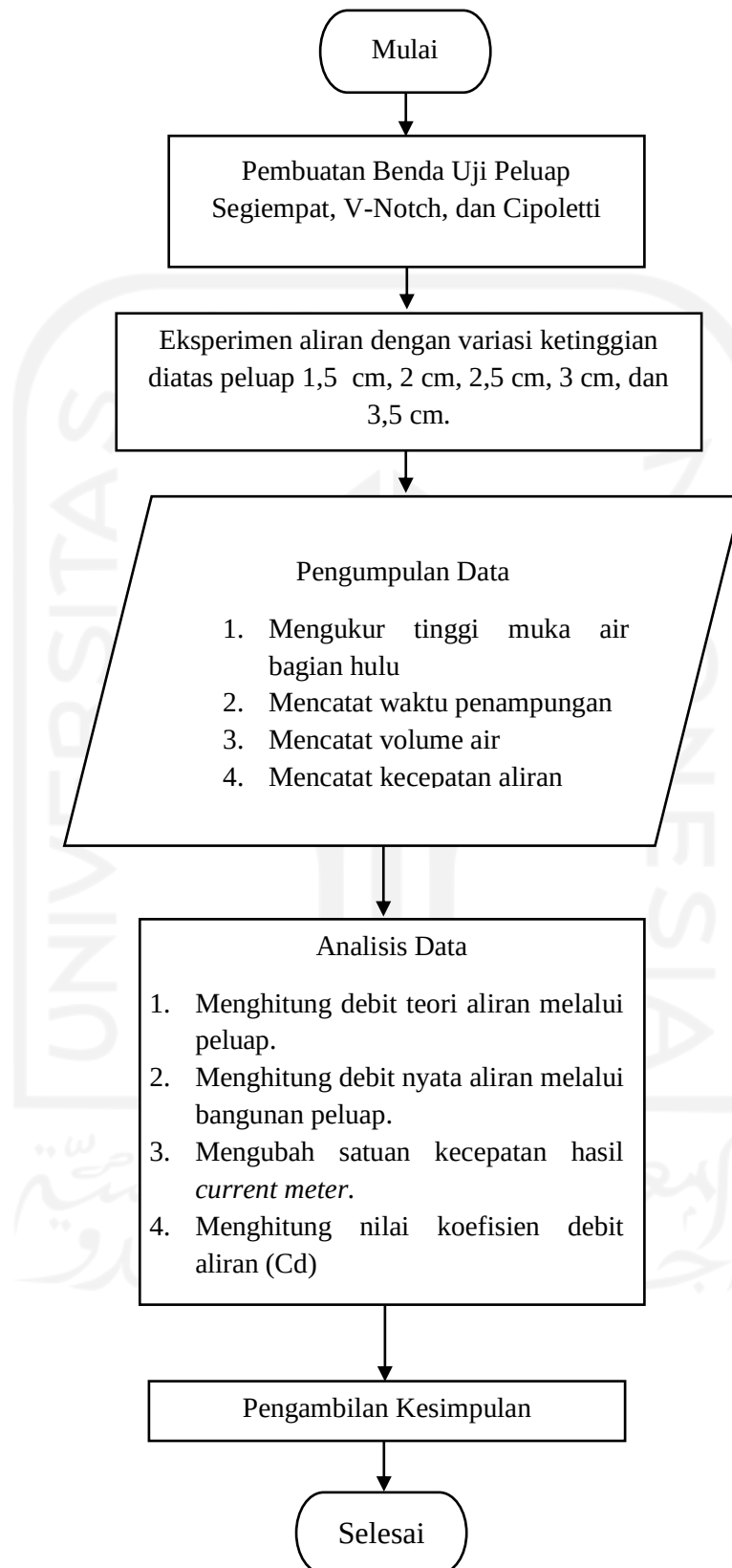
1. Debit Teori Aliran Melalui Peluap Segiempat
Analisis debit teori aliran melalui peluap segiempat menggunakan persamaan (3.7).
2. Debit Teori Aliran Melalui Peluap V-Notch
Analisis debit teori aliran melalui peluap V-Notch menggunakan persamaan (3.13).

3. Debit Teori Aliran Melalui Peluap Cipoletti
Analisis debit teori aliran melalui peluap cipoletti menggunakan persamaan (3.15).
4. Debit Nyata Aliran Melalui Bangunan Peluap
Analisis debit nyata aliran melalui bangunan peluap menggunakan persamaan (3.18).
5. Koefisien Debit (Cd) Metode Volumetrik dan *Current Meter*
Analisis koefisien debit (Cd) metode volumetrik dan *current meter* menggunakan persamaan (3.19).
6. Koefisien Debit (Cd) Metode SNI 8137:2015 Untuk Peluap Segiempat
Analisis koefisien debit (Cd) metode SNI 8137:2015 untuk peluap segiempat menggunakan Gambar 3.6.
7. Koefisien Debit (Cd) Metode SNI 8137:2015 Untuk Peluap V-Notch
Analisis koefisien debit (Cd) metode SNI 8137:2015 untuk peluap V-Notch menggunakan Gambar 3.7.

Hasil perhitungan nilai koefisien debit (Cd) metode volumetrik dan metode *current meter* selanjutnya dijadikan sebagai nilai koefisien debit (Cd) hasil penelitian. Hubungan dari nilai koefisien debit (Cd) penelitian dan nilai koefisien debit (Cd) metode SNI akan didapatkan nilai koefisien debit (Cd) laboratorium.

4.9 Diagram Alir

Penelitian ini akan dilakukan secara berurutan dimulai dari pembuatan benda uji kemudian dilanjutkan dengan eksperimen terhadap aliran pada *flume* dengan variasi ketinggian diatas peluap 1,5 cm, 2 cm, 2,5 cm, 3 cm, dan 3,5 cm. Data yang akan dicatat selama penelitian ini adalah tinggi muka air di hulu, waktu, dan volume air yang tertampung. Apabila seluruh data yang dibutuhkan dalam penelitian telah didapat, dilanjutkan dengan menganalisis data mulai dari menghitung debit teori, debit nyata, dan koefisien debit aliran (Cd). Seluruh hasil analisis data tersebut kemudian dibahas untuk menjawab seluruh rumusan masalah yang ada. Jika semua telah selesai dibahas, dilanjutkan dengan membuat kesimpulan dan saran dari penelitian yang telah dilakukan. Seluruh proses diatas dapat dilihat pada Gambar 4.2 berikut ini.



Gambar 4.10 Diagram Alir

BAB V

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

5.1 Analisis Data

Analisis data adalah sebuah metode untuk mengolah data yang didapatkan pada saat penelitian agar data tersebut mudah untuk dipahami. Data hasil penelitian di laboratorium yang digunakan untuk perhitungan analisis data terdapat di Tabel L-1.1, Tabel L-1.2, dan Tabel L-1.3 pada Lampiran 1.

5.1.1. Debit Nyata Aliran

Analisis untuk debit nyata melalui peluap segiempat, V-Notch, dan cipoletti dapat dilakukan dengan menggunakan Persamaan (3.7) berikut ini.

$$Q = \frac{V}{t}$$

Keterangan:

Q = debit aliran nyata, m³/s

V = volume, m³

t = waktu, s

Proses pengukuran tinggi peluapan pada peluap segiempat dapat dilihat pada Gambar 5.1



Gambar 5.1 Pengukuran Tinggi Peluapan Pada Peluap Segiempat

Berikut merupakan analisis perhitungan debit nyata aliran melalui peluap segiempat, V-Notch, dan cipoletti.

1. Debit Nyata Aliran Melalui Peluap Segiempat

- a. Tinggi peluapan (H) 0,015 m

$$Q = \frac{0,005}{13,58}$$

$$= 0,000368 \text{ m}^3/\text{s}$$

Tabel 5.1 Rekapitulasi Debit Nyata Aliran Melalui Peluap Segiempat (H) 0,015 m

Waktu (s)	Debit Nyata (Q) (m ³ /s)
13,58	0,000368
13,24	0,000378
13,30	0,000376
12,87	0,000389
12,64	0,000396

Dari hasil analisis diatas, dengan menggunakan rumus rata-rata didapatkan nilai debit nyata rerata peluap segiempat pada H=0,015 m adalah sebagai berikut.

$$Q_{rt} = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5}{5}$$

$$= 0,000381 \text{ m}^3/\text{s}$$

- b. Tinggi peluapan (H) 0,02 m

$$Q = \frac{0,005}{8,28}$$

$$= 0,000604 \text{ m}^3/\text{s}$$

Tabel 5.2 Rekapitulasi Debit Nyata Aliran Melalui Peluap Segiempat (H) 0,020 m

Waktu (s)	Debit Nyata (Q) (m ³ /s)
8,28	0,000604
8,13	0,000615
8,19	0,000611
8,12	0,000616
8,35	0,000599

Dari hasil analisis diatas, dengan menggunakan rumus rata-rata didapatkan nilai debit nyata rerata peluap segiempat pada H=0,020 m adalah sebagai berikut.

$$Q_{rt} = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5}{5}$$

$$= 0,000609 \text{ m}^3/\text{s}$$

c. Tinggi peluapan (H) 0,025 m

$$Q = \frac{0,005}{6,13}$$

$$= 0,000816 \text{ m}^3/\text{s}$$

Tabel 5.3 Rekapitulasi Debit Nyata Aliran Melalui Peluap Segiempat (H) 0,025 m

Waktu (s)	Debit Nyata (Q) (m ³ /s)
6,13	0,000816
5,81	0,000861
5,72	0,000874
5,82	0,000859
6,11	0,000818

Dari hasil analisis diatas, dengan menggunakan rumus rata-rata didapatkan nilai debit nyata rerata peluap segiempat pada H=0,025 m adalah sebagai berikut.

$$Q_{rt} = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5}{5}$$

$$= 0,000846 \text{ m}^3/\text{s}$$

- d. Tinggi peluapan (H) 0,03 m

$$Q = \frac{0,005}{4,45}$$

$$= 0,001124 \text{ m}^3/\text{s}$$

**Tabel 5.4 Rekapitulasi Debit Nyata Aliran Melalui Peluap
Segiempat (H) 0,030 m**

Waktu (s)	Debit Nyata (Q) (m ³ /s)
4,45	0,001124
4,36	0,001147
4,42	0,001131
4,37	0,001144
4,46	0,001121

Dari hasil analisis diatas, dengan menggunakan rumus rata-rata didapatkan nilai debit nyata rerata peluap segiempat pada H=0,030 m adalah sebagai berikut.

$$Q_{rt} = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5}{5}$$

$$= 0,001133 \text{ m}^3/\text{s}$$

- e. Tinggi peluapan (H) 0,035 m

$$Q = \frac{0,005}{3,31}$$

$$= 0,001511 \text{ m}^3/\text{s}$$

**Tabel 5.5 Rekapitulasi Debit Nyata Aliran Melalui Peluap
Segiempat (H) 0,035 m**

Waktu (s)	Debit Nyata (Q) (m ³ /s)
3,31	0,001511
3,55	0,001408

Lanjutan Tabel 5.5 Rekapitulasi Debit Nyata Aliran Melalui Peluap Segiempat (H) 0,035 m

Waktu (s)	Debit Nyata (Q) (m ³ /s)
3,27	0,001529
3,52	0,001420
3,45	0,001449

Dari hasil analisis diatas, dengan menggunakan rumus rata-rata didapatkan nilai debit nyata rerata peluap segiempat pada H=0,035 m adalah sebagai berikut.

$$Q_{rt} = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5}{5}$$

$$= 0,001464 \text{ m}^3/\text{s}$$

2. Debit Nyata Aliran Melalui Peluap V-Notch

a. Tinggi peluapan (H) 0,015 m

$$Q = \frac{0,005}{124,35}$$

$$= 0,0000402 \text{ m}^3/\text{s}$$

Tabel 5.6 Rekapitulasi Debit Nyata Aliran Melalui Peluap V-Notch (H) 0,015 m

Waktu (s)	Debit Nyata (Q) (m ³ /s)
124,35	0,0000402
123,52	0,0000405
123,31	0,0000399
125,50	0,0000398
122,47	0,0000408

Dari hasil analisis diatas, dengan menggunakan rumus rata-rata didapatkan nilai debit nyata rerata peluap V-Notch pada H=0,015 m adalah sebagai berikut.

$$Q_{rt} = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5}{5}$$

$$= 0,0000403 \text{ m}^3/\text{s}$$

- b. Tinggi peluapan (H) 0,02 m

$$Q = \frac{0,005}{68,1}$$

$$= 0,0000734 \text{ m}^3/\text{s}$$

**Tabel 5.7 Rekapitulasi Debit Nyata Aliran Melalui Peluap
V-Notch (H) 0,020 m**

Waktu (s)	Debit Nyata (Q) (m ³ /s)
68,10	0,0000734
68,42	0,0000731
67,83	0,0000737
68,59	0,0000729
67,60	0,0000740

Dari hasil analisis diatas, dengan menggunakan rumus rata-rata didapatkan nilai debit nyata rerata peluap V-Notch pada H=0,020 m adalah sebagai berikut.

$$Q_{rt} = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5}{5}$$

$$= 0,0000734 \text{ m}^3/\text{s}$$

- c. Tinggi peluapan (H) 0,025 m

$$Q = \frac{0,005}{42,86}$$

$$= 0,000117 \text{ m}^3/\text{s}$$

**Tabel 5.8 Rekapitulasi Debit Nyata Aliran Melalui Peluap
V-Notch (H) 0,025 m**

Waktu (s)	Debit Nyata (Q) (m ³ /s)
42,86	0,000117
42,58	0,000117
42,78	0,000117

Lanjutan Tabel 5.8 Rekapitulasi Debit Nyata Aliran Melalui Peluap V-Notch (H) 0,025 m

Waktu (s)	Debit Nyata (Q) (m ³ /s)
42,43	0,000118
42,13	0,000119

Dari hasil analisis diatas, dengan menggunakan rumus rata-rata didapatkan nilai debit nyata rerata peluap V-Notch pada H=0,025 m adalah sebagai berikut.

$$Q_{rt} = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5}{5}$$

$$= 0,000118 \text{ m}^3/\text{s}$$

d. Tinggi peluapan (H) 0,03 m

$$Q = \frac{0,005}{30,34}$$

$$= 0,000165 \text{ m}^3/\text{s}$$

Tabel 5.9 Rekapitulasi Debit Nyata Aliran Melalui Peluap V-Notch (H) 0,030 m

Waktu (s)	Debit Nyata (Q) (m ³ /s)
30,34	0,000165
31,3	0,000160
30,53	0,000164
30,50	0,000164
30,48	0,000164

Dari hasil analisis diatas, dengan menggunakan rumus rata-rata didapatkan nilai debit nyata rerata peluap V-Notch pada H=0,030 m adalah sebagai berikut.

$$Q_{rt} = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5}{5}$$

$$= 0,000163 \text{ m}^3/\text{s}$$

- e. Tinggi peluapan (H) 0,035 m

$$Q = \frac{0,005}{21,77}$$

$$= 0,000230 \text{ m}^3/\text{s}$$

Tabel 5.10 Rekapitulasi Debit Nyata Aliran Melalui Peluap V-Notch (H) 0,035 m

Waktu (s)	Debit Nyata (Q) (m ³ /s)
21,77	0,000230
21,28	0,000235
21,27	0,000235
21,64	0,000231
21,53	0,000232

Dari hasil analisis diatas, dengan menggunakan rumus rata-rata didapatkan nilai debit nyata rerata peluap V-Notch pada H=0,035 m adalah sebagai berikut.

$$Q_{rt} = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5}{5}$$

$$= 0,000233 \text{ m}^3/\text{s}$$

3. Debit Nyata Aliran Melalui Peluap Cipoletti

Proses pengukuran tinggi peluapan pada peluap cipoletti dapat dilihat pada Gambar 5.2 berikut ini.



Gambar 5.2 Pengukuran Tinggi Peluapan Pada Peluap Cipoletti

- a. Tinggi peluapan (H) 0,015 m

$$Q = \frac{0,005}{23,85}$$

$$= 0,000210 \text{ m}^3/\text{s}$$

Tabel 5.11 Rekapitulasi Debit Nyata Aliran Melalui Peluap Cipoletti (H) 0,015 m

Waktu (s)	Debit Nyata (Q) (m ³ /s)
23,85	0,000210
23,40	0,000205
23,75	0,000202
24,59	0,000203
23,75	0,000211

Dari hasil analisis diatas, dengan menggunakan rumus rata-rata didapatkan nilai debit nyata rerata peluap cipoletti pada H=0,015 m adalah sebagai berikut.

$$Q_{rt} = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5}{5}$$

$$= 0,000206 \text{ m}^3/\text{s}$$

- b. Tinggi peluapan (H) 0,02 m

$$Q = \frac{0,005}{15,57}$$

$$= 0,000321 \text{ m}^3/\text{s}$$

Tabel 5.12 Rekapitulasi Debit Nyata Aliran Melalui Peluap Cipoletti (H) 0,020 m

Waktu (s)	Debit Nyata (Q) (m ³ /s)
15,57	0,000321
16,09	0,000311
15,72	0,000318
16,55	0,000302

Lanjutan Tabel 5.12 Rekapitulasi Debit Nyata Aliran Melalui Peluap Cipoletti (H) 0,020 m

Waktu (s)	Debit Nyata (Q) (m ³ /s)
16,47	0,000304

Dari hasil analisis diatas, dengan menggunakan rumus rata-rata didapatkan nilai debit nyata rerata peluap cipoletti pada H=0,020 m adalah sebagai berikut.

$$Q_{rt} = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5}{5}$$

$$= 0,00311 \text{ m}^3/\text{s}$$

c. Tinggi peluapan (H) 0,025 m

$$Q = \frac{0,005}{11,65}$$

$$= 0,000429 \text{ m}^3/\text{s}$$

Tabel 5.13 Rekapitulasi Debit Nyata Aliran Melalui Peluap Cipoletti (H) 0,025 m

Waktu (s)	Debit Nyata (Q) (m ³ /s)
11,65	0,000429
11,62	0,000430
12,31	0,000406
11,60	0,000431
11,55	0,000433

Dari hasil analisis diatas, dengan menggunakan rumus rata-rata didapatkan nilai debit nyata rerata peluap cipoletti pada H=0,025 m adalah sebagai berikut.

$$Q_{rt} = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5}{5}$$

$$= 0,000426 \text{ m}^3/\text{s}$$

- d. Tinggi peluapan (H) 0,03 m

$$Q = \frac{0,005}{9,1}$$

$$= 0,000549 \text{ m}^3/\text{s}$$

**Tabel 5.14 Rekapitulasi Debit Nyata Aliran Melalui Peluap
Cipoletti (H) 0,030 m**

Waktu (s)	Debit Nyata (Q) (m ³ /s)
9,10	0,000549
9,23	0,000542
9,31	0,000437
9,61	0,000520
9,43	0,000530

Dari hasil analisis diatas, didapatkan nilai debit nyata rerata peluap cipoletti pada H=0,030 m adalah sebagai berikut.

$$Q_{rt} = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5}{5}$$

$$= 0,000536 \text{ m}^3/\text{s}$$

- e. Tinggi peluapan (H) 0,035 m

$$Q = \frac{0,005}{7,71}$$

$$= 0,000649 \text{ m}^3/\text{s}$$

**Tabel 5.15 Rekapitulasi Debit Nyata Aliran Melalui Peluap
Cipoletti (H) 0,035 m**

Waktu (s)	Debit Nyata (Q) (m ³ /s)
7,71	0,000649
7,72	0,000648
7,70	0,000649
7,77	0,000644
7,75	0,000645

Dari hasil analisis diatas, dengan menggunakan rumus rata-rata didapatkan nilai debit nyata rerata peluap cipoletti pada $H=0,035$ m adalah sebagai berikut.

$$Q_{rt} = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5}{5}$$

$$= 0,000647 \text{ m}^3/\text{s}$$

5.1.2. Debit Teori Aliran

1. Debit Teori Aliran Melalui Peluap Segiempat

Analisis debit teori aliran melalui peluap segiempat dapat dilakukan dengan menggunakan Persamaan (3.8) berikut ini.

$$Q_{th} = \frac{2}{3} b \sqrt{2g} H^{\frac{3}{2}}$$

Keterangan :

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

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

H = tinggi pias dari muka air (m)

b = lebar peluap (m)

Berikut ini merupakan contoh analisis perhitungan debit nyata aliran melalui peluap segiempat dengan tinggi peluapan (H) 0,015 m.

$$Q_{th} = \frac{2}{3} 0,1 \sqrt{2 \cdot 9,81} 0,015^{\frac{3}{2}}$$

$$= 0,000542 \text{ m}^3/\text{s}$$

Tabel 5.16 Rekapitulasi Debit Teori Aliran Melalui Peluap Segiempat

Tinggi Peluapan (H) (m)	Debit Teori (Q) (m^3/s)
0,15	0,000542
0,20	0,000835
0,25	0,001167
0,30	0,001534
0,35	0,001934

2. Debit Teori Aliran Melalui Peluap V-Notch

Analisis debit teori aliran melalui peluap V-Notch dapat dilakukan dengan menggunakan Persamaan (3.13) berikut ini.

$$Q_{th} = \frac{8}{15} \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \sqrt{2g} H^{\frac{5}{2}}$$

Keterangan :

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

C_d = koefisien debit

H = tinggi peluapan (m)

α = sudut peluap V-Notch ($^\circ$)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

Berikut ini merupakan contoh analisis perhitungan debit nyata aliran melalui peluap V-Notch dengan tinggi peluapan (H) 0,015 m.

$$\begin{aligned} Q_{th} &= \frac{8}{15} \operatorname{tg} \frac{90}{2} \sqrt{2 \cdot 9,81} 0,015^{\frac{5}{2}} \\ &= 0,000105 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Tabel 5.17 Rekapitulasi Debit Teori Aliran Melalui Peluap V-Notch

Tinggi Peluapan (H) (m)	Debit Teori (Q) (m^3/s)
0,15	0,000105
0,20	0,000216
0,25	0,000378
0,30	0,000596
0,35	0,000877

3. Debit Teori Aliran Melalui Peluap Cipoletti

Analisis debit teori aliran melalui peluap Cipoletti dapat dilakukan dengan menggunakan Persamaan (3.13) berikut ini.

$$Q_{th} = \frac{2}{3} \cdot C_{d1} \cdot \sqrt{2g} \cdot b \cdot H^{\frac{3}{2}} + \frac{8}{15} \cdot C_{d2} \cdot \sqrt{2g} \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \cdot H^{\frac{5}{2}}$$

Keterangan :

Q = debit, m^3/dt

Cd_1 = koefisien debit segiempat

Cd_2 = koefisien debit segitiga

g = percepatan gravitasi, m/s^2

b = lebar mercu, m

H = tinggi peluapan, m

α = sudut antar sisi peluap dengan garis vertikal

Berikut ini merupakan contoh analisis perhitungan debit nyata aliran melalui peluap Cipoletti dengan tinggi peluapan (H) 0,015m.

$$Q_{th} = \frac{2}{3} \cdot \sqrt{2,9,81} \cdot 0,035 \cdot 0,015^{\frac{3}{2}} + \frac{8}{15} \cdot \sqrt{2,9,81} \cdot tg \frac{28,072}{2} \cdot 0,015^{\frac{5}{2}}$$

$$= 0,000206 \text{ m}^3/s$$

Tabel 5.18 Rekapitulasi Debit Teori Aliran Melalui Peluap Cipoletti

Tinggi Peluapan (H) (m)	Debit Teori (Q) (m^3/s)
0,15	0,000206
0,20	0,000326
0,25	0,000467
0,30	0,000629
0,35	0,000812

5.1.3. Koefisien Debit (Cd)

Analisis koefisien debit pada peluap segiempat, V-Notch, dan Cipoletti dapat diselesaikan dengan menggunakan Persamaan (3.19) berikut ini.

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

Keterangan :

Cd = koefisien debit

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

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

Berikut ini merupakan contoh analisis perhitungan untuk koefisien debit peluap segiempat, V-Notch, dan Cipoletti.

3.8 Koefisien Debit (Cd) Peluap Segiempat

Tinggi peluapan (H) 0,015 m

$$Cd = \frac{0,000381}{0,000542}$$

$$= 0,703$$

4.8 Koefisien Debit (Cd) Peluap V-Notch

Tinggi peluapan (H) 0,015 m

$$Cd = \frac{0,0000403}{0,000105}$$

$$= 0,382$$

5.8 Koefisien Debit (Cd) Peluap Cipoletti

Tinggi peluapan (H) 0,015 m

$$Cd = \frac{0,000206}{0,000206}$$

$$= 1,000$$

Rekapitulasi hasil perhitungan nilai koefisien debit (Cd) Metode Volumetrik pada peluap segiempat, V-Notch, dan cipoletti dapat dilihat pada Tabel 5.25 berikut ini.

**Tabel 5.19 Rekapituasi Nilai Koefisien Debit (Cd)
Metode Volumetrik**

No	Nama Peluap	Tinggi Peluapan (m)	Koefisien Debit Volumetrik (Cd)
1	Segiempat	0,015	0,703
2		0,02	0,729
3		0,025	0,724
4		0,03	0,739
5		0,035	0,757
1	V-Notch	0,015	0,382
2		0,02	0,339
3		0,025	0,311

Lanjutan Tabel 5.19 Rekapitulasi Nilai Koefisien Debit (Cd)

Metode Volumetrik

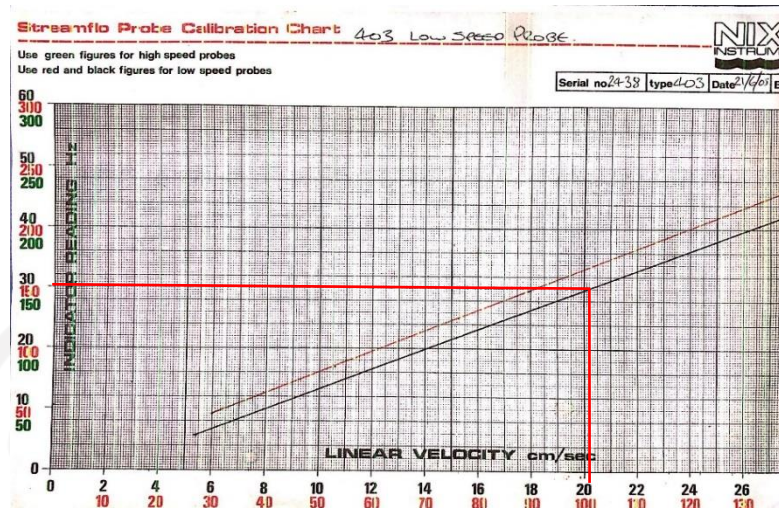
No	Nama Peluap	Tinggi Peluapan (m)	Koefisien Debit Volumetrik (Cd)
4	V-Notch	0,03	0,274
5		0,035	0,265
1	Cipoletti	0,015	1,000
2		0,02	0,955
3		0,025	0,912
4		0,03	0,852
5		0,035	0,797

5.2 Koefisien Debit Menggunakan *Current Meter*

Koefisien debit menggunakan *current meter* untuk peluap segiempat, V-Notch, dan Cipoletti dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut.

5.2.1. Konversi Data Kecepatan Hasil Pengamatan dari Satuan Hz menjadi cm/sec.

Konversi data kecepatan dari satuan Hz menjadi cm/sec dilakukan menggunakan tabel kalibrasi (*steamflow probe calibration chart*). Pada Gambar 5.3 merupakan salah satu contoh mencari kecepatan aliran peluap segiempat pada tinggi peluapan (H) 0,015 m dengan data yang diperoleh dari hasil penelitian adalah 30 Hz.



Gambar 5.3 Pembacaan *Streamflow Probe Calibration Chart* Pada Peluap Segiempat Dengan (H) 0,015m

Dari Gambar 5.3 didapatkan kecepatan aliran peluap segiempat pada tinggi peluapan (H) 0,015 m adalah sebesar 20,2 cm/sec. Rekapitulasi konversi kalibrasi data kecepatan untuk peluap segiempat, V-Notch, dan Cipoletti dapat dilihat pada Tabel 5.20, Tabel 5.21, dan Tabel 5.22 berikut.

Tabel 5.20 Rekapitulasi Konversi Kalibrasi Data Kecepatan Peluap Segiempat

No	Tinggi Peluapan (H) (m)	Kecepatan Hilir (Vhilir)	
		Hz	cm/sec
1	0,015	30	20,2
2	0,020	38	25
3	0,025	46	30
4	0,030	53	33,5
5	0,035	62	39

**Tabel 5.21 Rekapitulasi Konversi Kalibrasi Data Kecepatan
Peluang V-Notch**

No	Tinggi Peluapan (H) (m)	Kecepatan Hilir (Vhilir)	
		Hz	cm/sec
1	0,015	6	5,5
2	0,020	10	8
3	0,025	13	9,8
4	0,030	16	11,7
5	0,035	22	14,3

**Tabel 5.22 Rekapitulasi Konversi Kalibrasi Data Kecepatan
Peluang Cipoletti**

No	Tinggi Peluapan (H) (m)	Kecepatan Hilir (Vhilir)	
		Hz	cm/sec
1	0,015	16	11,7
2	0,020	20	14,1
3	0,025	25	17,2
4	0,030	30	20,2
5	0,035	32	21,5

5.2.2. Luas Penampang Basah

Luas penampang basah untuk peluang segiempat, V-Notch, dan Cipoletti dapat diselesaikan dengan persamaan berikut.

$$A = H_{hilir} \times b$$

Keterangan :

A = luas penampang basah (m²)

Hhilir = tinggi air di hilir (m)

B = lebar saluran (m)

Berikut ini merupakan contoh analisis perhitungan untuk luas penampang basah peluap segiempat, V-Notch, dan Cipoletti.

1. Luas Penampang Basah Peluap Segiempat

Tinggi peluapan (H) 0,015 m

$$\begin{aligned} A &= 0,02 \times 0,1 \\ &= 0,002 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

2. Luas Penampang Basah Peluap V-Notch

Tinggi peluapan (H) 0,015 m

$$\begin{aligned} A &= 0,007 \times 0,1 \\ &= 0,0007 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

3. Luas Penampang Basah Peluap Cipoletti

Tinggi peluapan (H) 0,015 m

$$\begin{aligned} A &= 0,0125 \times 0,1 \\ &= 0,00125 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Rekapitulasi hasil perhitungan luas penampang basah pada peluap segiempat, V-Notch, dan cipoletti dapat dilihat pada Tabel 5.23 berikut ini.

Tabel 5.23 Rekapitulasi Perhitungan Luas Penampang Basah

No	Nama Peluap	Tinggi Peluapan (m)	Luas Penampang (m ²)
1	Segiempat	0,015	0,0020
2		0,02	0,0026
3		0,025	0,0031
4		0,03	0,0034
5		0,035	0,0039
1	V-Notch	0,015	0,0007
2		0,02	0,0010
3		0,025	0,0011
4		0,03	0,0014

Lanjutan Tabel 5.23 Rekapitulasi Perhitungan Luas Penampang Basah

No	Nama Peluap	Tinggi Peluapan (m)	Luas Penampang (m ²)
5	V-Notch	0,035	0,0017
1	Cipoletti	0,015	0,0013
2		0,02	0,0017
3		0,025	0,0019
4		0,03	0,0020

5.2.3. Debit Nyata Aliran *Current Meter*

Debit nyata aliran *current meter* untuk peluap segiempat, V-Notch, dan Cipoletti dapat diselesaikan dengan persamaan berikut.

$$Q = A \times V_{\text{hilir}}$$

Keterangan :

Q = debit nyata (m³)

A = luas penampang basah (m²)

V_{hilir} = kecepatan aliran di hilir (m/s)

Berikut ini merupakan analisis perhitungan untuk debit nyata aliran melalui peluap segiempat, V-Notch, dan Cipoletti.

1. Debit Nyata Aliran Peluap Segiempat

Tinggi peluapan (H) 0,015 m

$$\begin{aligned} Q &= 0,002 \times 0,202 \\ &= 0,000404 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

2. Debit Nyata Aliran Peluap V-Notch

Tinggi peluapan (H) 0,015 m

$$\begin{aligned} Q &= 0,0007 \times 0,055 \\ &= 0,0000385 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

3. Debit Nyata Aliran Peluap Cipoletti

Tinggi peluapan (H) 0,015 m

$$Q = 0,00125 \times 0,117$$

$$= 0,000146 \text{ m}^3/\text{s}$$

Rekapitulasi hasil perhitungan debit nyata *current meter* pada peluap segiempat, V-Notch, dan cipoletti dapat dilihat pada Tabel 5.24 berikut ini.

Tabel 5.24 Rekapitulasi Perhitungan Debit Nyata *Current Meter*

No	Nama Peluap	Tinggi Peluapan (m)	Debit Nyata <i>Current Meter</i> (m ³ /s)
1	Segiempat	0,015	0,000404
2		0,02	0,000650
3		0,025	0,000930
4		0,03	0,001140
5		0,035	0,001540
1	V-Notch	0,015	0,000039
2		0,02	0,000076
3		0,025	0,000108
4		0,03	0,000158
5		0,035	0,002360
1	Cipoletti	0,015	0,000146
2		0,02	0,000240
3		0,025	0,000327
4		0,03	0,000404
5		0,035	0,000559

5.2.4. Koefisien Debit (Cd)

Analisis koefisien debit pada peluap segiempat, V-Notch, dan Cipoletti dapat diselesaikan dengan menggunakan Persamaan (3.19) berikut ini.

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

Keterangan :

C_d = koefisien debit

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

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

Berikut ini merupakan analisis perhitungan untuk koefisien debit peluap segiempat, V-Notch, dan Cipoletti.

1. Koefisien Debit (C_d) Peluap Segiempat

Tinggi peluapan (H) 0,015 m

$$C_d = \frac{0,000404}{0,000542}$$

$$= 0,745$$

2. Koefisien Debit (C_d) Peluap V-Notch

Tinggi peluapan (H) 0,015 m

$$C_d = \frac{0,0000385}{0,000105}$$

$$= 0,365$$

3. Koefisien Debit (C_d) Peluap Cipoletti

Tinggi peluapan (H) 0,015 m

$$C_d = \frac{0,000146}{0,000206}$$

$$= 0,709$$

Rekapitulasi hasil perhitungan nilai koefisien debit (C_d) *current meter* pada peluap segiempat, V-Notch, dan cipoletti dapat dilihat pada Tabel 5.25 berikut ini.

Tabel 5.25 Rekapitulasi Nilai Koefisien Debit (C_d) *Current Meter*

No	Nama Peluap	Tinggi Peluapan (m)	Koefisien Debit <i>Current Meter</i> (C_d)
1	Segiempat	0,015	0,745
2		0,02	0,778
3		0,025	0,797
4		0,03	0,742
5		0,035	0,797

Lanjutan Tabel 5.25 Rekapitulasi Nilai Koefisien Debit (Cd) *Current Meter*

No	Nama Peluap	Tinggi Peluapan (m)	Koefisien Debit <i>Current Meter</i> (Cd)
1	V-Notch	0,015	0,365
2		0,02	0,351
3		0,025	0,285
4		0,03	0,265
5		0,035	0,269
1	Cipoletti	0,015	0,709
2		0,02	0,736
3		0,025	0,700
4		0,03	0,642
5		0,035	0,688

5.3 Koefisien Debit Menggunakan Metode SNI 8137:2015

5.3.1. Peluap Segiempat

Data yang digunakan untuk melakukan analisis koefisien debit menggunakan metode SNI dapat dilihat pada Tabel 5.26 berikut ini.

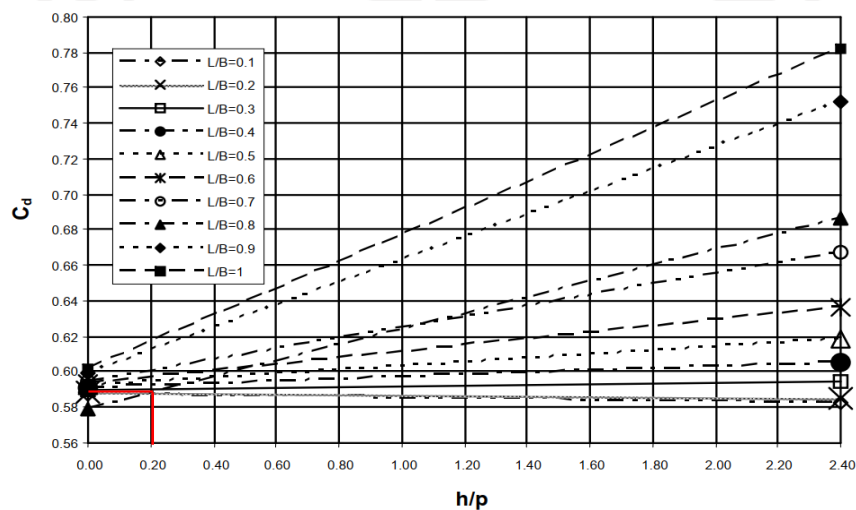
**Tabel 5.26 Data Koefisien Debit Peluap Segiempat
Metode SNI 8137:2015**

No	Peluang Segiempat		
	H	P	H/P
	(m)	(m)	
1	0,015	0,1	0,15
2	0,020	0,1	0,20
3	0,025	0,1	0,25
4	0,030	0,1	0,30

**Lanjutan Tabel 5.26 Data Koefisien Debit Peluap Segiempat
Metode SNI 8137:2015**

No	Peluang Segiempat		
	H	P	H/P
	(m)	(m)	
5	0,035	0,1	0,35

Dari Tabel 5.26 diatas dengan mengambil salah satu contoh ketinggian aliran 0,020 m akan didapatkan nilai koefisien debit seperti pada Gambar 5.4 berikut.



**Gambar 5.4 Pembacaan Nilai Koefisien Debit Peluap Segiempat
Untuk (H) 0,020 m Menggunakan Metode SNI 8137:2015**

Pada Gambar 5.4 diatas akan didapatkan nilai koefisien debit untuk peluap segiempat untuk ketinggian aliran 0,020 m adalah 0,588. Rekapitulasi nilai koefisien debit untuk peluap segiempat metode SNI 8137 Tahun 2015 dapat dilihat pada Tabel 5.27.

**Tabel 5.27 Rekapitulasi Koefisien Debit Peluap Segiempat
Metode SNI 8137:2015**

No	Lebar 0,1 m	Koefisien Debit
	H (m)	
1	0,015	0,589
2	0,020	0,588
3	0,025	0,588
4	0,030	0,587
5	0,035	0,586

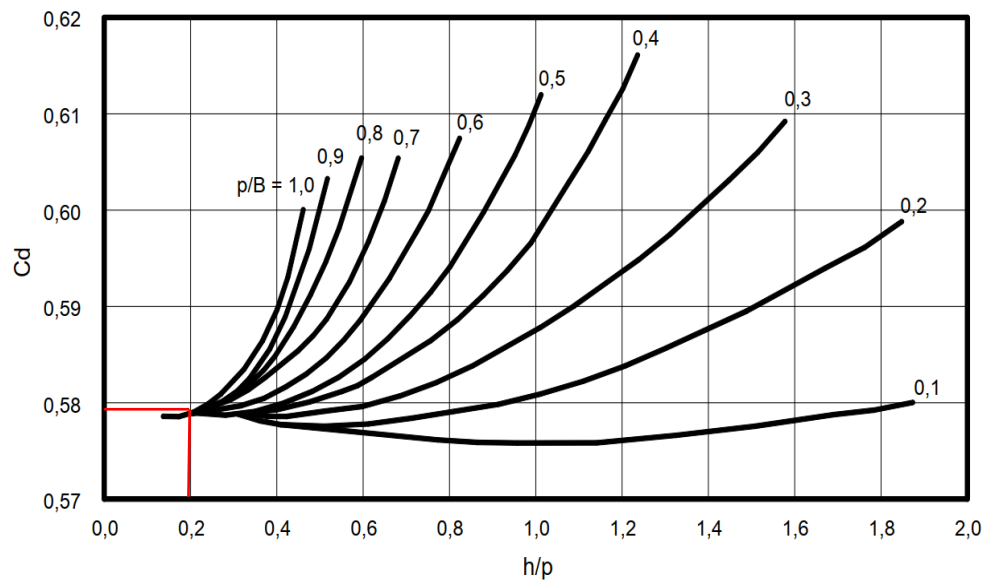
5.3.2. Peluap V-Notch

Data yang digunakan untuk melakukan analisis koefisien debit menggunakan metode SNI dapat dilihat pada Tabel 5.28 berikut ini.

**Tabel 5.28 Data Koefisien Debit Peluap V-Notch
Metode SNI 8137:2015**

No	Peluap Persegi Panjang		
	H	P	H/P
	(m)	(m)	
1	0,015	0,1	0,15
2	0,020	0,1	0,20
3	0,025	0,1	0,25
4	0,030	0,1	0,30
5	0,035	0,1	0,35

Dari Tabel 5.28 diatas dengan mengambil salah satu contoh ketinggian aliran 0,020 m akan didapatkan nilai koefisien debit seperti pada Gambar 5.5 berikut.



**Gambar 5.5 Pembacaan Nilai Koefisien Debit Peluap V-Notch
Untuk (H) 0,020 m Menggunakan Metode SNI 8137:2015**

Pada Gambar 5.5 diatas akan didapatkan nilai koefisien debit untuk peluap persegi panjang untuk ketinggian aliran 0,020 m adalah 0,579. Rekapitulasi nilai koefisien debit untuk peluap persegi panjang metode SNI 8137:2015 dapat dilihat pada Tabel 5.29.

**Tabel 5.29 Rekapitulasi Koefisien Debit Peluap V-Notch
Metode SNI 8137: 2015**

No	Lebar 0,1 m	Koefisien Debit
	H (m)	
1	0,015	0,578
2	0,020	0,579
3	0,025	0,581
4	0,030	0,583
5	0,035	0,586

Dari hasil analisis yang telah dilakukan, rekapitulasi hasil analisis koefisien debit (C_d) pada peluap segiempat, V-Notch, dan Cipoletti dapat dilihat pada Tabel 5.30 berikut ini.

Tabel 5.30 Rekapitulasi Hasil Analisis Koefisien Debit (Cd)

No	Nama Peluap	Tinggi Peluapan (m)	Koefisien Debit Volumetrik (Cd)	Koefisien Debit <i>Current Meter</i> (Cd)	Koefisien Debit SNI (Cd)
1	Segiempat	0,015	0,703	0,745	0,589
2		0,02	0,729	0,778	0,588
3		0,025	0,724	0,797	0,588
4		0,03	0,739	0,742	0,587
5		0,035	0,757	0,797	0,586
1	V-Notch	0,015	0,382	0,365	0,578
2		0,02	0,339	0,351	0,579
3		0,025	0,311	0,285	0,581
4		0,03	0,274	0,265	0,583
5		0,035	0,265	0,269	0,586
1	Cipoletti	0,015	1,000	0,709	
2		0,02	0,955	0,736	
3		0,025	0,912	0,700	
4		0,03	0,852	0,642	
5		0,035	0,797	0,688	

5.4 Pembahasan

5.4.1. Hasil Analisis Peluap Segiempat

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan pada peluap segiempat, didapatkan hasil yang digunakan untuk menjawab rumusan masalah pada tugas akhir ini.

1. Hasil analisis koefisien debit (Cd) penelitian

Dari hasil analisis yang telah dilakukan, didapatkan nilai rerata untuk nilai koefisien debit (Cd) metode volumetrik dan nilai koefisien debit (Cd) *current meter* yang dapat dilihat pada Tabel 5.31 berikut.

Tabel 5.31 Nilai Koefisien Debit Rerata Peluap Segiempat Metode Volumetrik dan *Current Meter*

No	Tinggi Peluapan (m)	Koefisien Debit Volumetrik	Koefisien Debit <i>Current Meter</i>
1	0,015	0,703	0,745
2	0,020	0,729	0,778
3	0,025	0,724	0,797
4	0,030	0,739	0,742
5	0,035	0,757	0,797
Rerata		0,730	0,772

Dari Tabel 5.31 dapat dilihat bahwa nilai koefisien debit (C_d) rerata untuk metode *current meter* memiliki nilai yang lebih besar daripada nilai koefisien debit (C_d) rerata metode volumetrik. Nilai koefisien debit (C_d) penelitian berada dalam rentang 0,730 sampai 0,772, nilai tersebut memiliki arti bahwa debit nyata suatu aliran besarnya 62,1% sampai 77,2% dari debit teori aliran.

2. Nilai koefisien debit (C_d) berdasarkan metode SNI 8137:2015 dan Febrianto dan Makrup (2018)

Berdasarkan perhitungan metode SNI 8137:2015, nilai koefisien (C_d) rerata untuk metode SNI 8137:2015 dapat dilihat pada Tabel 5.32 berikut ini.

Tabel 5.32 Nilai Koefisien Debit Rerata Peluap Segiempat Metode SNI 8137:2015

No	Tinggi Peluapan (m)	Koefisien Debit SNI 8137:2015
1	0,015	0,589
2	0,020	0,588
3	0,025	0,588

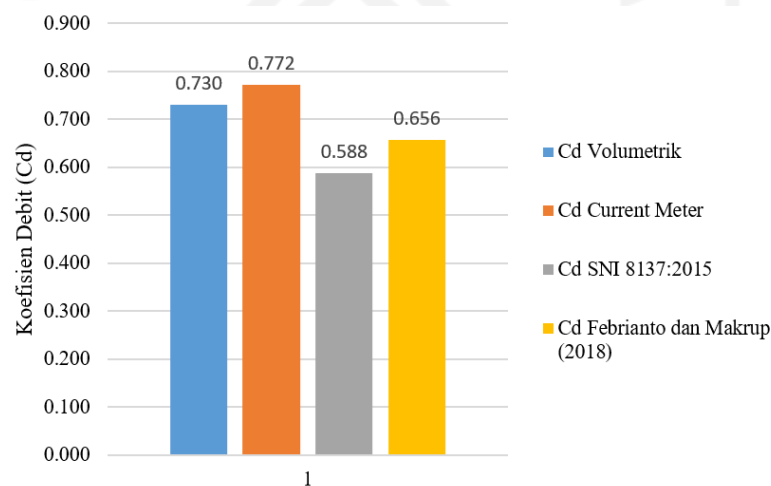
**Lanjutan Tabel 5.32 Nilai Koefisien Debit Rerata Peluap Segiempat
Metode SNI 8137:2015**

No	Tinggi Peluapan (m)	Koefisien Debit SNI 8137:2015
4	0,030	0,587
5	0,035	0,586
Rerata		0,588

Nilai koefisien debit (C_d) rerata untuk peluap segiempat berdasarkan metode SNI 8137:2015 didapatkan nilai sebesar 0,588 sedangkan nilai koefisien debit (C_d) berdasarkan jurnal penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Febrianto dan Makrup (2018) didapatkan hasil sebesar 0,656.

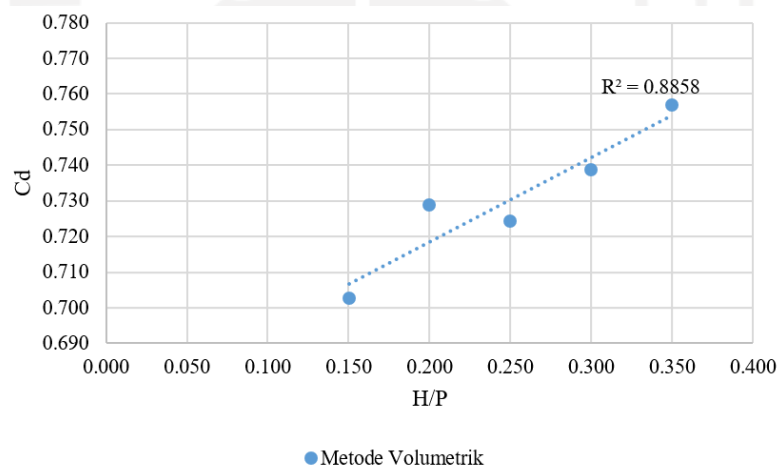
3. Hubungan nilai koefisien debit (C_d) penelitian dan nilai koefisien debit (C_d) SNI 8137:2015

Nilai koefisien debit (C_d) yang diperoleh dari metode volumetrik, *current meter*, metode SNI 8137:2015, dan jurnal penelitian Febrianto dan Makrup (2018) didapatkan sebuah grafik hubungan antara nilai koefisien debit (C_d) penelitian dan nilai koefisien debit (C_d) standar yang dapat dilihat pada Gambar 5.6 berikut ini.



Gambar 5.6 Grafik Hubungan C_d Penelitian dan C_d Standar Pada Peluap Segiempat

Bedasarkan grafik diatas, dapat dilihat bahwa nilai koefisien debit (C_d) dari metode volumetrik dan *current meter* lebih besar dari pada metode SNI 8137:2015 dan koefisien debit menurut Febrianto dan Makrup (2018). Nilai koefisien debit (C_d) penelitian dan nilai koefisien debit (C_d) standar memiliki nilai yang relatif sama dengan rentang 0,588 sampai 0,772. Dari hasil tersebut, nilai koefisien debit (C_d) metode volumetrik dipilih sebagai nilai koefisien debit (C_d) laboratorium dengan hasil sebesar 0,730. Nilai koefisien determinasi pada peluap segiempat yang menghubungkan antara nilai koefisien debit (C_d) laboratorium dengan garis regresi dapat dilihat pada Gambar 5.7 berikut ini



**Gambar 5.7 Grafik Hubungan C_d dengan H/P
Peluap Segiempat**

Dari garis regresi diatas didapatkan nilai R^2 sebesar 0,8858 yang memiliki arti bahwa nilai koefisien determinasi pada nilai koefisien debit (C_d) laboratorium adalah sangat kuat. Hasil dari determinasi tersebut dipengaruhi oleh beberapa hal seperti berikut ini.

- Suplai air yang ada pada flume pada saat air mengisi bak penampungan berlangsung relatif stabil. Hal tersebut dikarenakan garis muka air pada saluran tidak fluktuatif ketika melakukan pembacaan data dengan menggunakan metode ini dapat lebih teliti.

- b. Debit air yang masuk pada *flume* dapat diatur sesuai dengan data yang dibutuhkan secara konstan dengan waktu yang relatif lama.

5.4.2. Hasil Analisis Peluap V-Notch

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan pada peluap V-Notch, didapatkan hasil yang digunakan untuk menjawab rumusan masalah pada tugas akhir ini.

1. Hasil analisis koefisien debit (C_d) penelitian

Dari hasil analisis yang telah dilakukan, didapatkan nilai rerata untuk nilai koefisien debit (C_d) metode volumetrik dan nilai koefisien debit (C_d) *current meter* yang dapat dilihat pada Tabel 5.33 berikut.

Tabel 5.33 Nilai Koefisien Debit Rerata Peluap V-Notch Metode Volumetrik dan *Current Meter*

No	Tinggi Peluapan (m)	Koefisien Debit Volumetrik	Koefisien Debit <i>Current Meter</i>
1	0,015	0,382	0,365
2	0,020	0,339	0,351
3	0,025	0,311	0,285
4	0,030	0,274	0,265
5	0,035	0,265	0,269
Rerata		0,314	0,307

Dari Tabel 5.33 dapat dilihat bahwa nilai koefisien debit (C_d) rerata untuk metode volumetrik memiliki nilai yang lebih besar daripada nilai koefisien debit (C_d) rerata *current meter*. Nilai koefisien debit (C_d) penelitian berada dalam rentang 0,307 sampai 0,314, nilai tersebut memiliki arti bahwa debit nyata suatu aliran besarnya 30,7% sampai 31,4% dari debit teori aliran.

2. Nilai koefisien debit (C_d) berdasarkan metode SNI 8137:2015 dan Febrianto dan Makrup (2018)

Berdasarkan perhitungan metode SNI 8137:2015, nilai koefisien (C_d) rerata untuk metode SNI 8137:2015 dapat dilihat pada Tabel 5.34 berikut ini.

Tabel 5.34 Nilai Koefisien Debit Rerata Peluap V-Notch

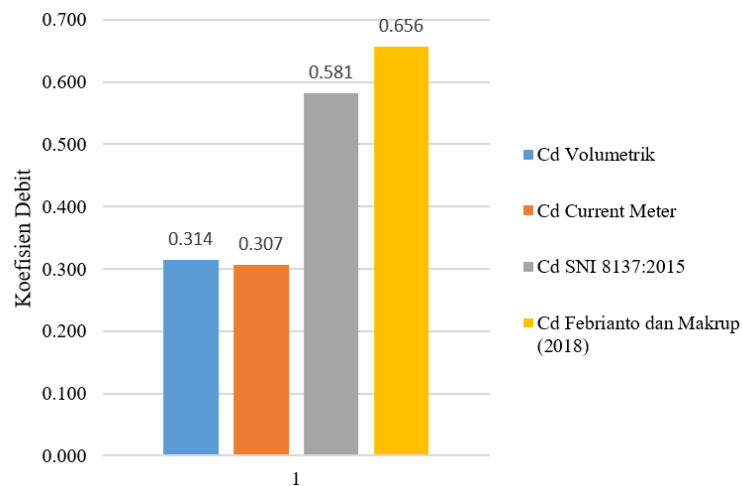
Metode SNI 8137:2015

No	Tinggi Peluapan (m)	Koefisien Debit SNI 8137:2015
1	0,015	0,578
2	0,020	0,579
3	0,025	0,581
4	0,030	0,583
5	0,035	0,586
Rerata		0,581

Nilai koefisien debit (C_d) rerata untuk peluap V-Notch berdasarkan metode SNI 8137:2015 didapatkan nilai sebesar 0,581 sedangkan nilai koefisien debit (C_d) berdasarkan jurnal penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Febrianto dan Makrup (2018) didapatkan hasil sebesar 0,511.

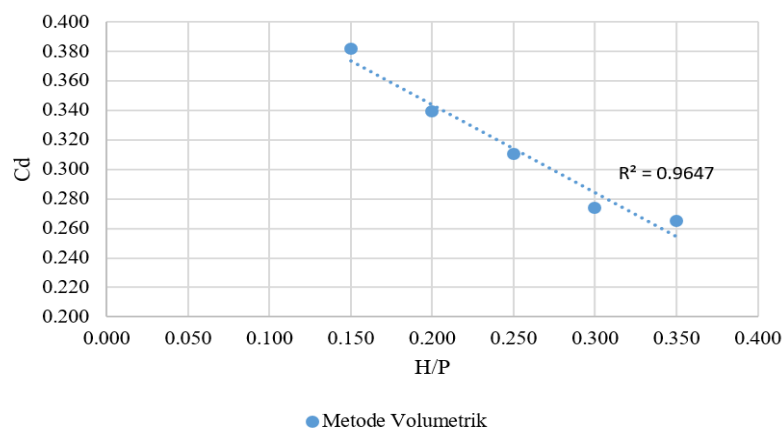
3. Hubungan nilai koefisien debit (C_d) penelitian dan nilai koefisien debit (C_d) SNI 8137:2015

Nilai koefisien debit (C_d) yang diperoleh dari metode volumetrik, *current meter*, metode SNI 8137:2015, dan jurnal penelitian Febrianto dan Makrup (2018) didapatkan sebuah grafik hubungan antara nilai koefisien debit (C_d) penelitian dan nilai koefisien debit (C_d) standar yang dapat dilihat pada Gambar 5.8 berikut ini.



Gambar 5.8 Grafik Hubungan Cd Penelitian dan Cd Standar Pada Peluap V-Notch

Berdasarkan grafik diatas, dapat dilihat bahwa nilai koefisien debit (Cd) dari metode SNI 8137:2015 dan koefisien debit dari jurnal penelitian Febrianto dan Makrup (2018) lebih besar dari pada metode volumetrik dan *current meter*. Nilai koefisien debit (Cd) penelitian dan nilai koefisien debit (Cd) standar memiliki nilai yang cukup berbeda dengan rentang 0,307 sampai 0,656. Dari hasil tersebut, nilai koefisien debit (Cd) metode volumetrik dipilih sebagai nilai koefisien debit (Cd) laboratorium dengan hasil sebesar 0,314. Nilai koefisien determinasi pada peluap V-Notch yang menghubungkan antara nilai koefisien debit (Cd) laboratorium dengan garis regresi dapat dilihat pada Gambar 5.9 berikut ini.



Gambar 5.9 Grafik Hubungan Cd dengan H/P Peluap V-Notch

Dari garis regresi diatas didapatkan nilai R^2 sebesar 0,9643 yang memiliki arti bahwa koefisien determinasi pada nilai koefisien debit (Cd) laboratorium adalah sangat kuat. Hasil dari determinasi tersebut dipengaruhi oleh beberapa hal seperti berikut ini.

- a. Suplai air yang ada pada flume pada saat air mengisi bak penampungan berlangsung relatif stabil. Hal tersebut dikarenakan garis muka air pada saluran tidak fluktuatif ketika melakukan pembacaan data dengan menggunakan metode ini dapat lebih teliti.
- b. Debit air yang masuk pada *flume* dapat diatur sesuai dengan data yang dibutuhkan secara konstan dengan waktu yang relatif lama.

5.4.3. Hasil Analisis Peluap Cipoletti

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan pada peluap cipoletti dengan lebar saluran 0,1 m, didapatkan hasil yang digunakan untuk menjawab rumusan masalah pada tugas akhir ini.

1. Hasil analisis koefisien debit (Cd) penelitian

Dari hasil analisis yang telah dilakukan, didapatkan nilai rerata untuk nilai koefisien debit (Cd) metode volumetrik dan nilai koefisien debit (Cd) *current meter* yang dapat dilihat pada Tabel 5.35 berikut.

Tabel 5.35 Nilai Koefisien Debit Rerata Peluap Cipoletti Metode Volumetrik dan *Current Meter*

No	Tinggi Peluapan (m)	Koefisien Debit Volumetrik	Koefisien Debit <i>Current Meter</i>
1	0,015	1,000	0,709
2	0,020	0,955	0,736
3	0,025	0,912	0,700
4	0,030	0,852	0,642
5	0,035	0,797	0,688
Rerata		0,903	0,695

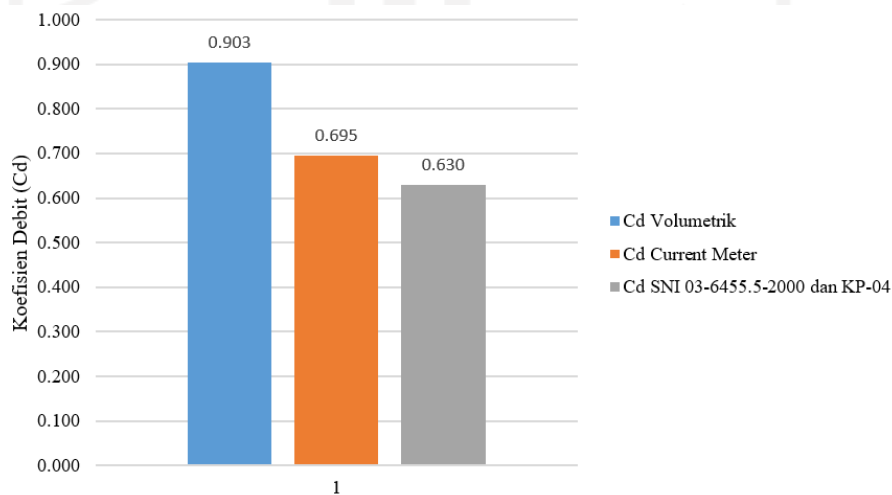
Dari Tabel 5.35 dapat dilihat bahwa nilai koefisien debit (C_d) rerata untuk metode volumetrik memiliki nilai yang lebih besar daripada nilai koefisien debit (C_d) rerata *current meter*. Nilai koefisien debit (C_d) penelitian berada dalam rentang 0,695 sampai 0,903, nilai tersebut memiliki arti bahwa debit nyata suatu aliran besarnya 69,5% sampai 90,3% dari debit teori aliran.

2. Nilai koefisien debit (C_d) berdasarkan Metode SNI 03-6455.5-2000 dan Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan (KP-04)

Berdasarkan Metode SNI 03-6455.5-2000 dan Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan (KP-04) didapatkan nilai koefisien debit (C_d) sebesar 0,63.

3. Hubungan nilai koefisien debit (C_d) penelitian dan nilai koefisien debit (C_d) SNI 03-6455.5-2000

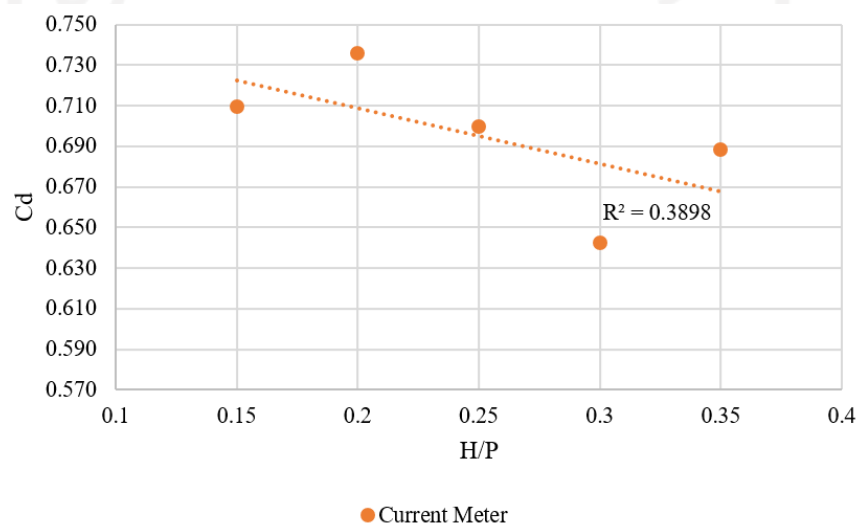
Nilai koefisien debit (C_d) yang diperoleh dari metode volumetrik, *current meter*, metode SNI 03-6455.5-2000, dan Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan (KP-04) didapatkan sebuah grafik hubungan antara nilai koefisien debit (C_d) penelitian dan nilai koefisien debit (C_d) standar yang dapat dilihat pada Gambar 5.10 berikut ini.



Gambar 5.10 Grafik Hubungan C_d Penelitian C_d Standar Pada Peluap Cipoletti

Berdasarkan grafik diatas, dapat dilihat bahwa nilai koefisien debit (C_d) dari metode volumetrik dan *current meter* lebih besar dari pada metode SNI 03-

6455.5-2000 dan Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan (KP-04). Nilai koefisien debit (C_d) penelitian dan nilai koefisien debit (C_d) standar memiliki nilai yang cukup berbeda dengan rentang 0,630 sampai 0,903. Dari hasil tersebut, nilai koefisien debit (C_d) metode *current meter* dipilih sebagai nilai koefisien debit (C_d) laboratorium dengan hasil sebesar 0,695. Nilai koefisien determinasi pada peluap cipoletti yang menghubungkan antara nilai koefisien debit (C_d) laboratorium dengan garis regresi dapat dilihat pada Gambar 5.11 berikut ini.



**Gambar 5.11 Grafik Hubungan C_d dengan H/P
Peluap Cipoletti**

Dari garis regresi diatas didapatkan nilai R^2 sebesar 0,3898 yang memiliki arti bahwa koefisien determinasi pada nilai koefisien debit (C_d) laboratorium adalah lemah. Koefisien determinasi tersebut dipengaruhi oleh arus pada saluran *flume* bagian hilir memiliki arus yang tidak stabil untuk setiap kedalamannya. Oleh karena itu, kecepatan yang terbaca pada alat *current meter* tidak stabil.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain :

1. Nilai koefisien debit (C_d) laboratorium pada peluap segiempat adalah 0,730, pada peluap V-Notch sebesar 0,314, dan pada peluap cipoletti sebesar 0,695.
2. Nilai koefisien debit (C_d) berdasarkan metode SNI 8137:2015 untuk peluap segiempat sebesar 0,588 dan untuk peluap V-Notch sebesar 0,581.
3. Nilai koefisien debit (C_d) berdasarkan metode SNI 03-6455.5-2000 untuk peluap cipoletti adalah 0,630.
4. Hubungan nilai koefisien debit (C_d) penelitian dan nilai koefisien debit (C_d) SNI 8137:2015 untuk peluap segiempat adalah relatif sama dengan rentang 0,588 sampai 0,772, sedangkan untuk peluap V-Notch adalah cukup berbeda 0,307 sampai 0,656.
5. Hubungan nilai koefisien debit (C_d) penelitian dan nilai koefisien debit (C_d) SNI 03-6455.5-2000 untuk peluap cipoletti adalah cukup berbeda dengan rentang 0,630 sampai 0,903.

6.8 Saran

Berdasarkan dari penelitian yang telah dilakukan, maka penulis mengajukan saran sebagai berikut.

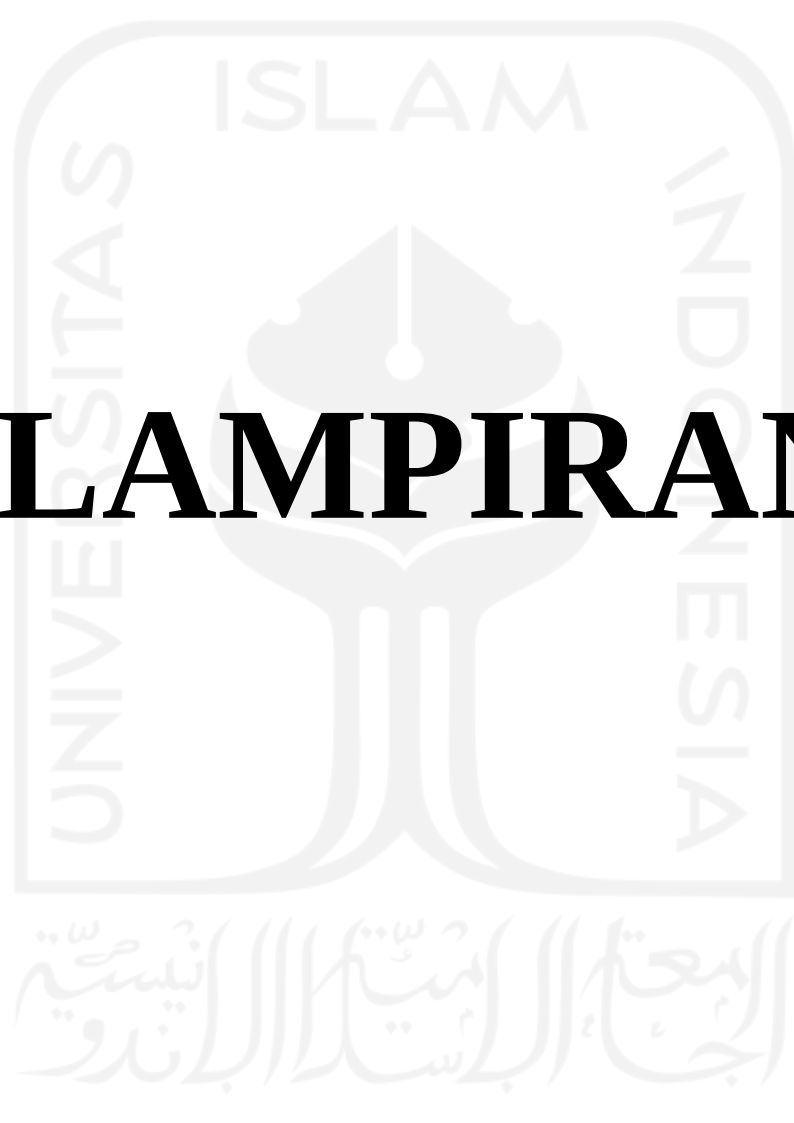
1. Perlu dilakukan penelitian ulang terhadap peluap ambang tajam cipoletti. Hal ini dikarenakan dalam pembuatan benda uji masih kurang sempurna dimana hal tersebut dapat berpengaruh terhadap hasil yang didapatkan.
2. Tingkat ketelitian alat ukur debit dengan menggunakan *current meter* masih kurang. Adanya fluktuasi pada aliran bagian hilir menyebabkan pembacaan

kecepatan aliran tidak stabil dan berubah-ubah. Oleh karena itu, perlu dilakukan kajian ulang dengan menetapkan standar kedalaman yang diukur agar mendapatkan hasil yang akurat.



DAFTAR PUSTAKA

- Al-Suhili, R. H., & Shwana, A. J. (2014). *Prediction of the Discharge Coefficient for a Cipolletti Weir with Rectangular Bottom Opening. International Journal of Engineering Research and Applications*, 4(1), 80–89.
- Febrianto, J.W. (2018). Perbandingan Koefisien Debit Dengan Lebar Saluran Berbeda Menggunakan Uji Fisik Peluap Persegi Panjang dan V-Notch. *Tugas Akhir*. Universitas Islam Indonesia.
- Ginanjari, B., & Hariati, F. (2015). Analisis Koefisien Debit Model Alat Ukur Celah Segiempat Di Laboratorium Hidrolika Teknik Sipil Universitas Ibn Khaldun Bogor. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 4(2), 18–24.
- Isbandi, I., & Subiyanto, G.H. (1997). Kajian Koefisien Debit Pada Alat Ukur Debit. *Tugas Akhir*. Universitas Islam Indonesia.
- Nurrochmad, Fachan. (2005). Analisis Kalibrasi Bangunan Ukur Debit Cipoletti. *Media Teknik*, (August), 31-37.
- Suhendra, A. D., Asworowati, R. D., & Ismawati, T. (2020). Model Alat Ukur Debit Untuk Saluran Irigasi. *Akrab Juara*, 5(1), 43–54.
<http://www.akrabjuara.com/index.php/akrabjuara/article/view/919>
- Sumirman, E., & Lasminto, U. (2013). Studi Perbandingan Aliran Alat Ukur Debit Ambang Tipis Penampang Segi Tiga Dengan Penampang ... *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Prasarana Wilayah (ATPW)*, (August), 1–18.
- Triatmodjo, B. (1993). *Hidrolika I*. Beta Offset. Yogyakarta.



LAMPIRAN

Lampiran 1 Formulir Pengambilan Data

Tabel L-1.1 Peluap Segiempat

No	Data ke-	Tinggi Peluapan (H) (m)	Tinggi Peluap (P) (m)	Lebar Saluran (b) (m)	Volume Tertampung (V) (m ³)	Waktu Tertampung (t) (s)	Kecepatan Hilir (Vhilir) (Hz)
1	1	0,015	0,1	0,1	0,005	13,58	30
	2					13,24	
	3					13,30	
	4					12,87	
	5					12,64	
2	1	0,02	0,1	0,1	0,005	8,28	38
	2					8,13	
	3					8,19	
	4					8,12	
	5					8,35	
3	1	0,025	0,1	0,1	0,005	6,13	46
	2					5,81	
	3					5,72	
	4					5,82	
	5					6,11	
4	1	0,03	0,1	0,1	0,005	4,45	53
	2					4,36	
	3					4,42	
	4					4,37	
	5					4,46	
5	1	0,035	0,1	0,1	0,005	3,31	62
	2					3,55	
	3					3,27	
	4					3,52	
	5					3,45	

Tabel L-1.2 Peluap V-Notch

No	Data ke-	Tinggi Peluapan (H) (m)	Tinggi Peluap (P) (m)	Lebar Saluran (b) (m)	Volume Tertampung (V) (m ³)	Waktu Tertampung (t) (s)	Kecepatan Hilir (V _{hilir}) (Hz)
1	1	0,015	0,1	0,1	0,005	124,35	6
	2					123,52	
	3					125,31	
	4					125,5	
	5					122,47	
2	1	0,02	0,1	0,1	0,005	68,10	10
	2					68,42	
	3					67,83	
	4					68,59	
	5					67,60	
3	1	0,025	0,1	0,1	0,005	42,86	13
	2					42,58	
	3					42,78	
	4					42,43	
	5					42,13	
4	1	0,03	0,1	0,1	0,005	30,34	16
	2					31,30	
	3					30,53	
	4					30,50	
	5					30,48	
5	1	0,035	0,1	0,1	0,005	21,77	22
	2					21,28	
	3					21,27	
	4					21,64	
	5					21,53	

Tabel L-1.3 Peluap Cipoletti

No	Data ke-	Tinggi Peluapan (H) (m)	Tinggi Peluap (P) (m)	Lebar Saluran (b) (m)	Volume Tertampung (V) (m ³)	Waktu Tertampung (t) (s)	Kecepatan Hilir (V _{hilir}) (Hz)
1	1	0,015	0,11	0,1	0,005	23,85	16
	2					24,4	
	3					24,75	
	4					24,59	
	5					23,75	
2	1	0,02	0,11	0,1	0,005	15,57	20
	2					16,09	
	3					15,72	
	4					16,55	
	5					16,47	
3	1	0,025	0,11	0,1	0,005	11,65	25
	2					11,62	
	3					12,31	
	4					11,60	
	5					11,55	
4	1	0,03	0,11	0,1	0,005	9,10	30
	2					9,23	
	3					9,31	
	4					9,61	
	5					9,43	
5	1	0,035	0,11	0,1	0,005	7,71	32
	2					7,72	
	3					7,70	
	4					7,77	
	5					7,75	

Lampiran 2 Gambar Peluap yang Digunakan



Gambar L-1.1 Peluap Segiempat



Gambar L-1.2 Peluap V-Notch



Gambar L-1.3 Peluap Cipoletti



Gambar L-1.4 Pengukuran Menggunakan *Current Meter*