

TUGAS AKHIR

Kalibrasi Bangunan Ukur Debit Cipoletti di Saluran Irigasi Bendung Dadapan (*Cipoletti Discharge Measurement Building Calibration in Dadapan Irrigation*)

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



**Ichsan Amal Huda
16511062**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2021**

TUGAS AKHIR

Kalibrasi Bangunan Ukur Debit Cipoletti di Saluran Irigasi Bendung Dadapan (*Cipoletti Discharge Measurement Building Calibration in Dadapan Irrigation*)

Disusun oleh

Ichsan Amal Huda
16511062

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

Diuji pada tanggal
3 Agustus 2021

Oleh Dewan Penguji



Pembimbing I

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

Penguji I

Pradipta Nandi W, S.T., M.Eng.
NIK: 135111102

Penguji II

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

Mengesahkan,

Program Studi Teknik Sipil



Dr. Amin Yuni Astuti, Dr., Ir., M.T.
NIK: 885110101

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa 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 Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, Juli 2021
Yang membuat pernyataan,



Ichsan Amal Huda

(16511062)

DEDIKASI

Tugas Akhir ini saya dedikasikan untuk diri saya, kedua orang tua saya yang mana selalu mendukung dan mendoakan setiap langkah dan perbuatan saya. Serta kedua adek saya yang selalu mendukung saya.



KATA PENGANTAR

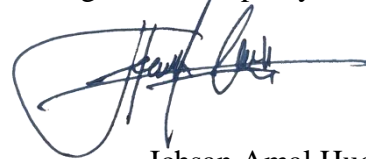
Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul *Kalibrasi Bangunan Ukur Debit Cipoletti*. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat strata satu di Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini banyak hambatan yang dihadapi penulis, namun berkat saran, kritik, serta dorongan semangat dari berbagai pihak, Alhamdulillah Proposal Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Berkaitan dengan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Bapak, ibu dan keluarga penulis yang telah berkorban begitu banyak, baik moral maupun materil, hingga selesainya Proposal Tugas Akhir ini.
2. Ibu Dinia Anggraheni, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan banyak ilmu, arahan dan dukungan demi terselesaikannya penyusunan laporan Tugas Akhir ini,
3. Dosen penguji Tugas Akhir yang telah memberikan banyak masukan, kritik, saran dan memberikan evaluasi agar lebih baik kemudian hari.
4. Bapak Galih Oktorika Isnawan selaku pegawai DPUPDESDM.
5. Bapak Kelik selaku pegawai operasi bangunan Cipoletti Bendung Dadapan.
6. Teman-Teman Teknik Sipil 2016 Babarsari 2016 yang telah memberikan bantuan dan semangat kepada penulis hingga dapat terselesaikannya naskah tugas akhir ini

Akhirnya Penulis berharap agar Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak yang membacanya.

Yogyakarta, 2 Agustus 2021
Yang membuat pernyataan,



Ichsan Amal Huda
(16511062)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
DEDIKASI	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
DAFTAR NOTASI	xi
ABSTRAK	xii
ABSTRACT	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	1
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
1.5. Batasan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Penelitian Terdahulu	4
2.2. Perbedaan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang akan Dilakukan	6
BAB III LANDASAN TEORI	10
3.1. Irigasi	10
3.2. Peluap di Saluran	10
3.3. Persamaan <i>Bernoulli</i>	11
3.4. Bangunan Ambang	12
3.5. Debit Teori Aliran <i>Cipoletti</i>	14
3.6. Debit Nyata Aliran Melalui Peluap	16
3.7. Koefisien Debit (C_d)	17
3.8. Kalibrasi Alat	18

BAB IV METODE PENELITIAN	20
4.1. Jenis Penelitian	20
4.2. Lokasi Penelitian	20
4.3. Metode Pengambilan Data	21
4.4. Data yang dibutuhkan	21
4.5. Alat yang digunakan	22
4.6. Cara Pengambilan Data	25
4.7. Pengumpulan Data	27
4.8. Cara Analisis Data	29
4.9. Bagan Alir	29
BAB V ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	31
5.1. Data Penelitian	31
5.1.1. Data Primer	31
5.1.2. Data Sekunder	35
5.2. Analisis Data	37
5.2.1. Analisis Persamaan Debit Teoritis Sesuai Pengukuran di Lapangan	37
5.2.2. Analisis Debit Teoritis dengan Variasi Tinggi Peluapan “H”	38
5.2.3. Analisis Debit Aliran yang Berada di Hulu	41
5.2.4. Analisis Debit Aliran yang Berada di Hilir	54
5.2.5. Analisis Kalibrasi Bangunan Ukur Debit <i>Cipoletti</i> di Bendung Dadapan	67
5.3. Pembahasan	72
5.3.1. Pembahasan Hasil Analisis Debit (Q)	72
5.3.2. Pembahasan Hasil Analisis Debit di Hilir dengan di Hulu	77
5.3.3. Pembahasan Hasil Analisis Kalibrasi	79
BAB VI KESIMPULAN	82
6.1. Kesimpulan	82
6.2. Saran	82
DAFTAR PUSTAKA	84

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Rekapitulasi Hasil Penelitian Terdahulu	7
Tabel 5. 1 Dimensi Bangunan <i>Cipolletti</i>	32
Tabel 5. 2 Rekapitulasi Data Aliran di Hilir dengan Berbagai Variasi “h”	33
Tabel 5. 3 Rekap Data Debit <i>Cipoletti</i> Dinas Pekerjaan Umum PESDM Provinsi Yogyakarta Tahun 2019-2020	36
Tabel 5. 4. Rekapitulasi Hasil Analisis Perhitungan Debit Teoritis dengan Variasi Tinggi Luapan	39
Tabel 5. 5 Rekapitulasi Hasil Analisis Debit di Hulu Aliran	54
Tabel 5. 6 Rekapitulasi Hasil Analisis Perhitungan Debit Aliran Nyata di Hilir	66
Tabel 5. 7 Mencari Nilai Koefisien “A” pada Q _{PU}	71
Tabel 5. 8 Nilai Debit Nyata di Hilir dengan Debit Secara Teori <i>Cipoletti</i> dan Data Sekunder	73
Tabel 5. 9 Perbandingan Nilai Debit Nyata di Hilir dengan Debit Secara Teori <i>Cipolletti</i> dan Data Sekunder	75
Tabel 5. 10 Debit di Hulu dan di Hilir	78
Tabel 5. 11 Selisih Nilai Debit di Hulu dengan di Hilir	79
Tabel 5. 12 Rekapitulasi Persamaan Debit	80
Tabel 5. 13 Persamaan Debit Hasil Kalibrasi dengan B=0.4	81
Tabel 5. 14 Persamaan Debit Hasil Kalibrasi	81

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1.Energi dalam Saluran	11
Gambar 3. 2Aliran Ambang Lebar	14
Gambar 3. 3Aliran Ambang Tajam	14
Gambar 3. 4 <i>Cipoletti</i>	15
Gambar 3. 5 Titik Lokasi Pengukuran	17
Gambar 4. 1 Lokasi Penelitian	20
Gambar 4. 2 Titik Pengambilan Kecepatan	21
Gambar 4. 3 <i>Stopwatch</i>	23
Gambar 4. 4 Meteran Gulung	23
Gambar 4. 5 Meteran	24
Gambar 4. 6 Penggaris	24
Gambar 4. 7 <i>Current meter</i>	25
Gambar 4. 8 Kondisi Lapangan	25
Gambar 4. 9 Gambar Tampak Atas	26
Gambar 4. 10 Potongan A-A	26
Gambar 4. 11 Detail Bangunan <i>Cipoletti</i>	26
Gambar 4. 12 Titik Penelitian Hulu	27
Gambar 4. 13 Titik Penelitian Hilir	28
Gambar 4. 14Titik Penelitian <i>Cipolletti</i>	28
Gambar 4. 15 Diagram Alir Pengerjaan Studi	30
Gambar 5. 1 Dimensi Bangunan <i>Cipolletti</i>	31
Gambar 5. 2 Dimensi Bangunan di Hulu	32
Gambar 5. 3 Dimensi Bangunan di Hilir	32
Gambar 5. 4 Grafik Debit PU 2019-2021	68
Gambar 5. 5 Grafik Debit Teoritis	68
Gambar 5. 6 Grafik Debit Nyata Aliran	69
Gambar 5. 7 Grafik Perbandingan Nilai Debit	76
Gambar 5. 8 Grafik Perbandingan Debit di Hulu dan di Hilir	78
Gambar 5. 9 Grafik Perbandingan Persamaan Debit	80

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran. 1 Data Aliran di Hulu dan Hilir dengan Tinggi luapan 25 cm	87
Lampiran. 2 Data Aliran di Hulu dengan Tinggi Luapan 30 cm	88
Lampiran. 3 Data Aliran di Hulu dan Hilir dengan Tinggi Luapan 38 cm	89
Lampiran. 4 Data Aliran di Hulu dan Hilir dengan Tinggi Luapan 48cm	90
Lampiran. 5 Data Aliran di Hulu dan Hilir dengan Tinggi Luapan 55cm	91
Lampiran. 6 Data Debit <i>Cipolleti</i> Dinas Pekerjaan Umum PESDM Provinsi Yogyakarta Tahun 2019	92
Lampiran. 7 Data Debit <i>Cipolleti</i> Dinas Pekerjaan Umum PESDM Provinsi Yogyakarta Tahun 2020	94
Lampiran. 8 Data Debit <i>Cipolleti</i> Dinas Pekerjaan Umum PESDM Provinsi Yogyakarta Tahun 2021	96
Lampiran. 9 Tampak Atas Denah Saluran Primer Bendung Dadapan (0+22)	98
Lampiran. 10 Potongan A-A Saluran Primer Bendung Dadapan (0+22)	99
Lampiran. 11 Potongan B-B Saluran Primer Bendung Dadapan (0+22)	100
Lampiran. 12 Potongan C-C Saluran Primer Bendung Dadapan (0+22)	101

DAFTAR NOTASI

C_d	:	Koefisien debit
Q	:	Debit aliran ($m^3/detik$)
$Q_{Teoritis}$:	Debit teoritis ($m^3/detik$)
h	:	Kedalaman aliran (meter)
v	:	Kecepatan aliran (meter/detik)
t	:	Waktu (detik)
g	:	Percepatan gravitasi (meter/det ²)
H	:	Tinggi luapan (meter)
A	:	Luasan (m^2)
b	:	Lebar peluap (meter)
a	:	Koefisien



ABSTRAK

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

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

Hasil dari penelitian yaitu: (1) Selisih antara debit nyata terhadap debit Dinas Pekerjaan Umum sebesar 10%- 48 % dengan variasi peluapan 15cm- 57,5cm. (2) Debit di hulu dan di hilir memiliki kehilangan sebesar 4,97%-36,07% dengan variasi tinggi peluapan 25-55cm. (3) Nilai koefisien hasil kalibrasi sebesar 0,5755, sehingga persamaan baru yang dapat digunakan dalam menghitung debit *Cipoletti* pada Saluran Irigasi Bendung Dadapan adalah $Q = 0,5755 b h^{0,638}$.

Kata kunci : Analisis debit, *Cipoletti*, kalibrasi,

ABSTRACT

The need for food every year is always increasing. This has resulted in an increase in the demand for rice fields. Rice fields must have an effective and efficient supply of water discharge, so an accurate discharge meter is needed. In the Kali Kuning Irrigation Channel, Dadapan Dam, there was damage to the Cipoletti type discharge measuring building, due to corrosion, sediment and seepage. This study aims to determine the magnitude of the theoretical discharge and actual discharge, to determine the flow loss between upstream and downstream, and to determine the amount of calibration carried out.

The research was conducted in three stages. The first is data collection in the field, in the form of wet cross-sectional area (A), overflow height (H), and flow speed (v) which are measured using a current meter. The second stage, analysis of the discharge equation to get the value of the discharge upstream and downstream. The third stage is to calibrate the measuring building against the discharge equation belonging to the Public Works Department.

The results of the study are: (1) The difference between the real discharge and the discharge of the Public Works Department is 10%-48% with an overflow variation of 15cm-57.5cm. (2) Discharge upstream and downstream has a loss of 4.97%-36.07% with a variation of the overflow height of 25-55cm. (3) The value of the calibration coefficient is 0.5755, so the new equation that can be used in calculating the Cipoletti discharge in the Dadapan Weir Irrigation Channel is $Q = 0.5755 b h^{0.638}$.

Keywords: *discharge analysis, Cipoletti, calibration*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kebutuhan pangan di Indonesia menurut Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Yogyakarta tahun 2019 tentang kebutuhan dan ketahanan pangan, beras mendominasi ketahanan pangan dengan 83,4 kg/kapita/tahun. Kebutuhan pangan membutuhkan luas lahan yang memadai dan suplai air yang baik agar mendapatkan hasil yang maksimal dan berkualitas. Peran jaringan irigasi berguna dalam mengatur sistem pembagian air yang efektif dan efisien untuk kebutuhan air terkhusus di sektor pertanian. Salah satu pengatur dan pengukur jumlah air irigasi ialah pemanfaatan bangunan ukur di berbagai titik, hal itu digunakan untuk mengatur tinggi muka air dan debit aliran air

Menurut Standar Perencanaan Irigasi KP-01 Departemen Pekerjaan Umum (2013) standar alat ukur dibagi menjadi 3 yaitu alat ukur ambang lebar, alat ukur ambang tipis, dan alat ukur *flume*. Salah satu bangunan pengukur yang berada di Saluran Irigasi Kali Kuning Bendung Dadapan ialah bangunan *Cipoletti* yaitu di Desa Dawukan, Sendangtirto, Berbah, Sleman, Yogyakarta. Bangunan *Cipoletti* berperan sebagai pengukuran debit aliran. Bangunan *Cipoletti* di Bendung Dadapan terbuat dari plat baja yang terendam oleh air yang mana lama-kelamaan akan mengalami degradasi dan korosi pada alat ukur, sehingga terjadi penurunan keakuratan dalam pembacaan debit. Pernyataan tersebut didukung oleh Nurrochmad (2005) yang mengatakan bangunan ukur pada umumnya terendam air sehingga lama-kelamaan akan mengalami degradasi berupa keakuratan dalam pembacaan debit.

Penggunaan bangunan ukur *Cipolletti* pada Saluran Irigasi Kali Kuning Bendung Dadapan menyebabkan terjadinya sedimentasi akibat elevasi bangunan *Cipoletti* yang lebih tinggi dibandingkan elevasi di hulu. Selain hal itu tidak adanya papan ukur ketinggian muka air menyebabkan petugas operasi kesulitan

dalam pembacaan tinggi muka air. Kedua hal tersebut mempengaruhi keakuratan dalam pembacaan debit. Pernyataan tersebut didukung oleh hasil penelitian Susetyaningsih dan Pernama (2016), disimpulkan bahwa dengan adanya sedimentasi akan membuat penampang saluran berkurang sehingga akan berpengaruh pada banyaknya debit yang harus dialirkan di saluran sekunder dan disarankan mengoptimalkan alat ukur yang ada agar debit yang dibutuhkan tanaman terpenuhi. Selain itu, penurunan keakuratan dalam pembacaan debit pada alat ukur dipengaruhi dengan adanya gerusan pada saluran irigasi terlebih pada Saluran Irigasi Bendung Dadapan terbuat dari cor beton dan juga pemasangan batu kali. Oleh sebab itu, melalui penelitian ini akan dilakukan kalibrasi alat ukur debit *Cipoletti* pada Saluran Irigasi Kali Kuning Bendung Dadapan, sehingga dapat menjadikan solusi terhadap masalah keakuratan dalam pembacaan alat ukur debit *Cipolletti* dan saluran irigasi dapat mengalirkan air dengan lebih efektif.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, dapat dirumuskan beberapa masalah sebagai berikut.

1. Berapa besaran debit teoritis dan debit nyata yang dihasilkan dalam pengukuran langsung di lapangan?
2. Berapa banyak kehilangan air yang terjadi antara debit di hulu sebelum bangunan peluap *Cipoletti* terhadap debit di hilir sesudah bangunan peluap *Cipoletti*?
3. Berapa besaran kalibrasi alat *Cipoletti* yang dilakukan pada pengukuran secara langsung di lapangan terhadap data yang berasal dari Dinas Pekerjaan Umum, Perumahan dan Energi Sumber Daya Mineral Provinsi Yogyakarta?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan penelitian diatas, tujuan penelitian adalah sebagai berikut ini.

1. Mengetahui besaran debit teoritis dan debit nyata yang dihasilkan dalam pengukuran langsung di lapangan.
2. Mengetahui banyaknya kehilangan air yang terjadi antara debit di hulu sebelum bangunan peluap *Cipoletti* terhadap debit di hilir sesudah bangunan peluap *Cipoletti*.
3. Mengetahui besaran kalibrasi alat *Cipoletti* yang dilakukan pada pengukuran secara langsung di lapangan terhadap data yang berasal dari Dinas Pekerjaan Umum, Perumahan dan Energi Sumber Daya Mineral Provinsi Yogyakarta?

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menjadikan solusi terhadap masalah keakuratan pembacaan pada Saluran Irigasi Kali Kuning Bendung Dadapan sehingga air dapat mengalir dengan lebih efektif.

1.5. Batasan Penelitian

Batasan-batasan penelitian ini adalah sebagai berikut ini.

1. Penelitian dilakukan pada titik berada di Saluran Irigasi Kali Kuning Bendung Dadapan.
2. Dimensi alat ukur *Cipoletti* sesuai dengan yang ada di lapangan.
3. Pengukuran dilakukan dengan menutup pintu penguras kantong lumpur.
4. Pengukuran kecepatan menggunakan *current meter* Laboratorium Hidrolika Jurusan Teknik Sipil yang didasarkan SNI-2015- Tata Cara Pengukuran Debit Aliran Sungai dan Saluran Terbuka Menggunakan Alat Ukur Arus dan Pelampung.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Peneliti melakukan studi atau tinjauan pustaka untuk menemukan beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan bangunan pengukur debit. Penelitian ini menggunakan 3 studi terdahulu yang ditemukan memiliki kaitan dengan bangunan pengukur debit, sehingga dapat diusung sebagai bahan pertimbangan dalam proses penelitian. Berikut merupakan 3 penelitian terdahulu terkait kalibrasi alat ukur debit *Cipolletti* pada Saluran Irigasi Kali Kuning Bendung Dadapan .

2.1.1. Analisis Kalibrasi Bangunan Ukur Debit *Cipolletti*

Nurrochmad (2005) dalam jurnalnya penelitian dilakukan menggunakan salah satu bangunan pengukur debit air yaitu *Cipolletti*. Sebelum dilakukan penelitian terkait *Cipolletti*, dilakukan uji kalibrasi yaitu pelampung batang dengan berbagai dimensi dengan *Current meter*. Hasil dari kalibrasi dicari nilai deviasi yang terkecil yaitu sebesar 0.8% dengan panjang pelampung 15 cm. Pelampung ini digunakan dalam mengukur kecepatan aliran sebagai salah satu parameter dalam mengukur nilai debit *Cipolletti*. . Debit terukur yang didapat dari hasil penelitian dipakai sebagai kalibrator untuk debit yang lewat bangunan ukur *Cipolletti*. Persamaan debit terukur dari hasil penelitian sebesar $Q_{\text{terukur}} = 1,877 \times h^{1,7114}$, persamaan debit terukur nantinya akan dibandingkan dengan debit terukur *Cipolletti*. Hasil dari penelitian ini ialah perlunya dikalibrasi bangunan ukur dari koefisien 1,86 menjadi 2,32.

2.1.2. Pengaruh Sedimentasi terhadap Koefisien Debit pada Alat Ukur *Faiyum*

Rianto (2016) dalam jurnalnya penelitian ini berkolaborasi dengan Aprilian (2016) yang berjudul “Perancangan Model Eksperimental Alat Ukur Ambang Lebar Tipe *Faiyum*” terkait pemodelan alat uji.

Penambahan sedimentasi pada penelitian sebagai parameter dalam menentukan keakuratan dalam pengukuran serta pengaruh terhadap koefisien debit. Data yang didapat dari pemodelan ialah nilai debit, tinggi muka air, volume dan waktu, dari data kemudian dianalisis. persamaan koefisien debit $C_d = 6,83 h^{1,16}$. Selain itu jika terjadi aliran tenggelam akibat adanya kenaikan dasar maka pengukuran debit yang dilakukan oleh alat ukur *Faiyum* sudah tidak lagi akurat. Hal itu dibuktikan dengan perbedaan debit yang besar.

2.1.3. Perbandingan Koefisien Debit dengan Lebar Saluran Berbeda Menggunakan Uji Fisik Peluap Persegi Panjang dan *V-Notch*.

Febrianto (2018) dalam jurnalnya penelitian dilakukan menggunakan pemodelan alat dengan 2 tipe peluap yaitu peluap persegi panjang dan *V-Notch* dengan variasi ukuran lebar sebesar 0,1 meter dan 1 meter. Dari pemodelan didapat berbagai data yang dianalisis menggunakan debit nyata aliran dapat debit teori aliran. Hasil dari pemodelan tersebut berupa nilai koefisien debit . Peluap persegi panjang dengan ukuran lebar sebesar 0,1 meter dan 1 meter memiliki nilai koefisien debit sebesar 0,656 dan 0,724. Sedangkan peluap *V-Notch* dengan ukuran lebar sebesar 0,1 meter dan 1 meter memiliki nilai koefisien 0,511 dan 0,601. Oleh karena itu, alat dengan lebar 1 meter memiliki kecocokan lemah.

2.2. Perbedaan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang akan Dilakukan

Berdasarkan tinjauan pustaka dari beberapa penelitian dan Tugas Akhir terdahulu, adapun perbedaan penelitian terdahulu dengan penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut.



Tabel 2. 1 Rekapitulasi Hasil Penelitian Terdahulu

Penulis	Judul	Tujuan	Metode Pengerjaan	Hasil
Nurrochmad (2005)	Analisis Kalibrasi Bangunan Ukur Debit Cipolleti	Mengetahui besar kalibrasi alat ukur debit <i>Cipolleti</i> .	Pemodelan pelampung sebagai salah satu parameter dalam mengukur besar kecepatan sebanyak 4 buah (panjang 10, 15, 20, dan 30 centimeter), dari pemodelan itu nantinya akan digunakan dalam mengukur kecepatan dengan nilai devisiasi yang kecil. Dari kecepatan diolah menjdaikan nilai debit.	Hasil dari penelitian didapat deviasi yang paling kecil sebesar 0.8% dengan panjang pelampung 15 centimeter. Persamaan debit terukur dari hasil penelitian sebesar $Q_{\text{Terukur}} = 1,877 \times h^{1,7114}$. Hasil penelitian perlu koefisien dikalibrasi 1,86 menjadi 2,32
Rianto (2016)	Pengaruh Sedimentasi terhadap Koefisien Debit pada Alat Ukur Faiyum	Mengetahui pengaruh sedimentasi pada hulu atau hilir alat ukur terhadap koefisien debit pada alat ukur <i>Faiyum</i> dan mengetahui keakuratan pengukuran terhadap besar sedimentasi.	Alat pemodelan berkolaborasi dengan Aprilian (2016) yang berjudul " <i>Perancangan Model Eksperimental Alat Ukur Ambang Lebar Tipe Faiyum</i> " ditambahkan sedimentasi. Penambahan sedimentasi pada penelitian sebagai parameter dalam menentukan keakuratan dalam pengukuran serta pengaruh terhadap koefisien debit. Data yang didapat dari pemodelan ialah nilai debit, tinggi muka air, volume dan waktu, dari data kemudian dianalisis.	Hasil dari analisis didapat besar koefisien debit akibat sedimentasi dengan persamaan koefisien debit $C_d = 6,83 h^{1,16}$. Selain itu jika terjadi aliran tenggelam akibat adanya kenaikan dasar maka pengukuran debit yang dilakukan oleh alat ukur <i>Faiyum</i> sudah tidak lagi akurat. Hal itu dibuktikan dengan perbedaan debit yang besar.

Lanjutan Tabel 2.1 Rekapitulasi Hasil Penelitian Terdahulu

Penulis	Judul	Tujuan	Metode Pengerjaan	Hasil
Febrianto (2018)	Perbandingan Koefisien Debit dengan Lebar Saluran Berbeda Menggunakan Uji Fisik Peluap Persegi Panjang dan V-Notch	Mengetahui nilai koefisien debit dan perbandingan koefisien debit dari peluap persegi panjang dan peluap <i>V-Notch</i>	Pemodelan menggunakan 2 tipe peluap yaitu peluap persegi panjang dan <i>V-Notch</i> dengan variasi ukuran lebar sebesar 0,1 meter dan 1 meter. Dari pemodelan didapat berbagai data yang dianalisis menggunakan debit nyata aliran dan debit teori aliran.	Peluap persegi panjang dengan ukuran lebar sebesar 0,1 meter dan 1 meter memilih nilai koefisien debit sebesar 0,656 dan 0,724. Sedangkan peluap <i>V-Notch</i> dengan ukuran lebar sebesar 0,1 meter dan 1 meter memiliki nilai koefisien debit 0,511 dan 0,601. Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa alat dengan lebar 1 meter memiliki kecocokan lemah
Ichsan Amal Huda (2020)	Kalibrasi Alat Ukur Debit <i>Cipoletti</i> pada Saluran Irigasi Kali Kuning Bendung Dadapan	Mengetahui nilai koefisien debit, mengetahui keakuratan alat ukur dan mengetahui besar kalibrasi alat ukur <i>Cipoletti</i>	Penelitian dilakukan dengan tahapan survai yang berfungsi untuk mendapatkan titik lokasi dan dimensi bangunan. Data lokasi dan data dimensi digunakan untuk memulai penelitian. Penelitian dilakukan di lapangan untuk mencari kecepatan aliran, jarak aliran, tinggi luapan, dan waktu. Data-data yang didapat nantinya diolah dan didapat nilai debit dan koefisien debit	Hasil analisis debit nyata di lapangan didapat lebih kecil dari pada debit PU memiliki selisih antara 10%-48%. Sedangkan perbedaan atau kehilangan air di hulu dengan di hilir mulai dari 4,97% - 36,07% dengan tinggi peluapan 0,25 meter - 0,55 meter. Hasil koefisien debit yang dihasilkan dari perbandingan debit nyata dengan debit teoritis antara 1,020-0,309 tetapi hasil koefisien debit yang di hasilkan dari perbandingan debit nyata dengan debit PU yaitu antara 0,897-0,520. Hasil kalibrasi yang dilakukan yaitu 6,904 menjadi 0,583 sehingga persamaan baru debit Cipoletti pada Saluran Irigasi Kali Kuning Bendung Dadapan adalah $Q = 0,583 h^{0,641}$.

Sumber: Aprilian (2012), Rianto (2016), Febrianto (2018), dan Huda (2021)

Pada tabel 2.1 menjelaskan uraian perbedaan antara penelitian terdahulu terkait tujuan, metode, dan hasil. Penelitian yang akan dilakukan ialah kalibrasi alat ukur debit *Cipoletti* pada Saluran Irigasi Kali Kuning Bendung Dadapan. Perbedaan antara penelitian ini dengan penelitian sebelumnya ialah pada bangunan ukur, penelitian ini menggunakan bangunan ukur *Cipoletti* sedangkan penelitian sebelumnya yaitu Rianto (2016) dan Febrianto (2018) menggunakan alat ukur Faiyum, peluap persegi panjang dan V-Notch. Selain itu, pengukuran debit dilakukan langsung di lapangan yaitu di Saluran Irigasi Kali Kuning Bendung Dadapan seperti halnya Nurrochmad (2005) yaitu dilakukan di lapangan. Tetapi dalam penelitian ini ada beberapa aspek yang membedakan dengan penelitian Nurrochmad (2005) yaitu pengambilan nilai kecepatan, dan persamaan debit *Cipoletti* sekunder yang dihasilkan. Pada penelitian ini pengambilan nilai kecepatan menggunakan alat *current meter* sedangkan penelitian Nurrochmad (2005) menggunakan pelampung yang telah dikalibrasi

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Irigasi

Irigasi merupakan usaha untuk mendatangkan air, yang mana berguna di berbagai sektor seperti pertanian. Pernyataan tersebut didukung oleh Gandakoesuma (1981), bahwa irigasi merupakan usaha untuk mendatangkan air dengan membuat bangunan – bangunan dan saluran untuk mengalirkan air guna keperluan pertanian, membagikan air ke sungai atau ladang. Peranan bangunan air untuk pembagian air akan membuat lebih efektif dan lebih efisien dalam pemanfaatan air. Menurut Mawardi (2007), menyebutkan bahwa irigasi merupakan usaha untuk mendapatkan atau memperoleh air yang menggunakan bangunan dan saluran buatan untuk memperoleh penunjangnya produksi pertanian.

3.2. Peluap di Saluran

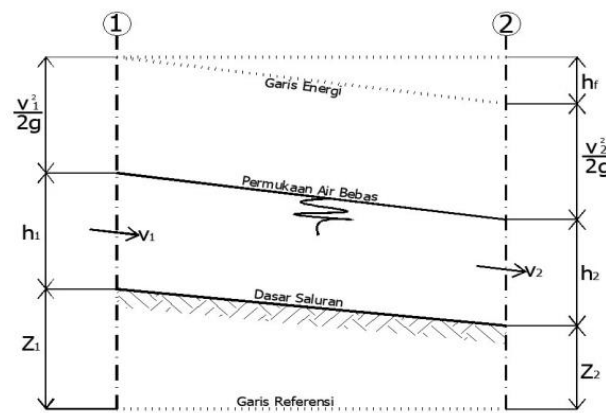
Definisi peluap adalah sebuah bukaan yang terdapat pada salah satu sisi kolam atau tangki sehingga zat cair di dalam kolam tersebut melimpah di atas peluap (Triatmodjo, 1996). Lapis aliran yang melimpah di atas peluap disebut dengan tinggi peluapan. Fungsi bangunan peluap sebagai pengukur debit aliran yang mengalir pada saluran. Dalam penerapannya, yaitu pada pengukuran debit bangunan irigasi, dimana peluap ditempatkan pada saluran irigasi yang memiliki fungsi untuk mengukur debit aliran melalui saluran.

Peluap dapat dibedakan menjadi dua jenis berdasarkan bentuk puncaknya yaitu ambang tipis dan ambang lebar. Dikatakan sebagai ambang tipis apabila tebal dari peluap adalah $t < 0,5 H$. Sedangkan dikatakan sebagai ambang lebar apabila tebal peluap adalah $t > 0,66 H$, tetapi terkadang tidak selaras dengan di lapangan, biasanya kondisi yang terjadi dimana $0,5 H < t < 0,66 H$. Jika demikian, keadaan aliran dikatakan tidaklah stabil, sehingga dapat terjadi aliran melalui peluap ambang tipis ataupun peluap ambang lebar.

Jika dilihat dari elevasi muka air di hilir, peluap dibedakan menjadi dua jenis yaitu peluap terjunan (sempurna) dan peluap terendam (tidak sempurna). Peluap dikatakan sebagai peluap terjunan apabila muka air hilir berada di bawah puncak peluap, sedangkan dikatakan peluap terendam apabila muka air hilir di atas puncak peluap. Sedangkan untuk bentuk, peluap dibedakan menjadi tiga jenis yaitu peluap segi empat, trapesium, dan segi tiga.

3.3. Persamaan Bernoulli

Persamaan Bernoulli merupakan salah satu persamaan penting dalam mekanika fluida dan hidrolika. Hal itu dikarenakan kenaikan pada kecepatan aliran fluida akan menyebabkan penurunan tekanan fluida secara bersamaan atau penurunan energi potensial fluida dengan kata lain tekanan akan menurun jika kecepatan aliran fluida meningkat. Persamaan Bernoulli terbagi lagi menjadi 2 yaitu persamaan Bernoulli untuk zat cair *invisid* dan persamaan Bernoulli untuk zat cair riil. Penjelasan terkait persamaan dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3. 1. Energi dalam Saluran.

(Sumber : Suripin, 2004)

Adapun persamaan Bernoulli untuk zat cair *invisid* dapat dilihat pada Persamaan 3.1 berikut:

$$Z_1 + h_1 + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + h_2 + \frac{V_2^2}{2g} \quad 3.1$$

dengan :

h = fungsi tekanan di suatu titik

V = kecepatan aliran fluida (meter/detik)

z = ketinggian titik yang ditinjau dari garis datum (meter)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

Adapun persamaan Benoulli untuk zat cair riil dapat dilihat pada persamaan 3.2 berikut :

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

dengan :

h = fungsi tekanan di suatu titik

V = kecepatan aliran fluida (meter/detik)

z = ketinggian titik yang ditinjau dari garis datum (meter)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

3.4. Bangunan Ambang

Menurut Triadmojo (1996), bangunan ambang merupakan salah satu jenis bangunan air yang berfungsi untuk menaikkan tinggi muka air dan untuk menentukan debit aliran. Sehingga dalam merencanakan bangunan air terlebih pada bangunan pengukur debit diperlukan beberapa pengetahuan terkait sifat dan karakteristik bangunan perlu dikuasai. Tidak hanya itu fungsi bangunan air dalam distribusi ataupun pengaturan sungai sebagai parameter merancang bangunan air.

Penggunaan bangunan ambang banyak digunakan pada saluran terbuka. Tidak hanya berfungsi sebagai pengendali tinggi muka air di bagian hulu, bangunan ambang juga berfungsi dalam mengukur nilai debit aliran, dan penghambat dalam membantu terciptanya kondisi energi minimum dalam aliran. Akan tetapi ketika keadaan banjir, bangunan ambang tidak akan berkerja atau berfungsi sebagai bangunan pengendali pada saluran. Hal itu terjadi karena tinggi muka air di hilir membuat bangunan ambang tenggelam. Oleh karena itu kondisi energi minimum yang seharusnya terjadi dalam aliran tidak tercapai,

kondisi tersebut dinyatakan melalui perbandingan antara kedalaman di hilir dan di hulu. Bangunan ambang yang sering digunakan pada pengukuran karakteristik aliran ada dua jenis yaitu sebagai berikut.

1. Ambang Lebar

Ambang lebar merupakan salah satu peluap atau alat ukur debit bangunan aliran atas (*over flow*) yang berperan dalam menaikkan tinggi muka air. Pada ambang lebar tinggi energi yang terdapat di hulu aliran lebih kecil dari pada panjang mercu itu sendiri. Peluap dikatakan ambang lebar apabila :

$$t > 0,66H \quad (3.3)$$

dengan :

t = Tebal Ambang

H = Tinggi Muka Air terhadap Ambang

2. Ambang Tajam

Ambang tajam merupakan salah satu bangunan peluap yang berfungsi dalam pengukuran debit yang dipengaruhi oleh tinggi luapan. Hal itu sama seperti fungsi dari ambang lebar. Penggunaan ambang tajam sering ditemukan di saluran- saluran irigasi dan juga pada laboratorium hidraulika. Syarat peluap dapat dikatakan sebagai ambang tajam apabila:

$$t < 0,5H \quad (3.4)$$

Tetapi, pada penerapan di lapangan terjadi perbedaan dan ditemukan persamaan dari tebal peluap sebagai berikut:

$$0,5H < t < 0,66H \quad (3.5)$$

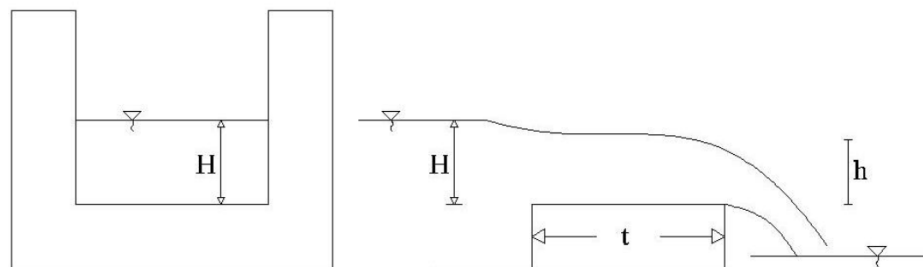
dengan:

t = Tebal Ambang

H = Tinggi Muka Air terhadap Ambang

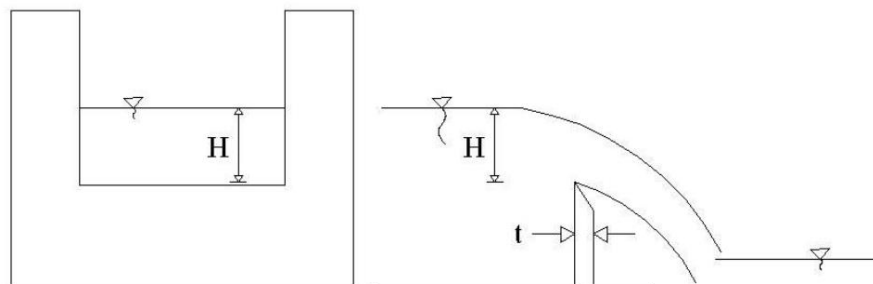
Dari persamaan di atas menurut Triatdmojo (1996), aliran tersebut dikategorikan sebagai aliran yang tidak stabil, sehingga dapat terjadi kondisi aliran melalui peluap ambang tipis ataupun ambang lebar.

Secara umum, fungsi serta tujuan dari ambang lebar dan ambang tajam sama mengingat ambang dapat digunakan sebagai pemodelan dalam perancangan bangunan pelimpah dan termasuk bentuk yang sederhana dalam meninggikan muka air. Selain memiliki fungsi dan tujuan yang sama kedua ambang memiliki perbedaan secara fisik, perbedaan tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.2 dan Gambar 3.3 berikut.



Gambar 3. 2 Aliran Ambang Lebar.

(Sumber : Triatmodjo, 1996)



Gambar 3. 3 Aliran Ambang Tajam.

(Sumber : Triatmodjo, 1996)

3.5. Debit Teori Aliran *Cipoletti*

Alat ukur *Cipoletti* ialah alat ukur yang banyak digunakan pada bangunan pengukur debit. Pintu ukur *Cipoletti* dibuat berdasar prinsip aliran melimpah sempurna yaitu berdasarkan prinsip aliran ambang tajam dengan tebal $t < 0,5H$ (dimana H merupakan tinggi peluapan) yang muka air hilirnya di bawah puncak peluap atau pintu air. Pasangan batu, cor beton, dan baja merupakan komponen dalam pembuatan alat ukur *Cipoletti*. Alat ukur *Cipoletti* memiliki

bentuk peluap trapesium yang merupakan gabungan dari peluap segi empat dan dua peluap segitiga seperti ditunjukkan pada Gambar 3.4 berikut.



Gambar 3. 4 Cipoletti.

(Sumber : Survei 4 Desember 2020)

Dengan demikian debit aliran melalui alat ukur *Cipoletti* adalah jumlah dari debit melalui peluap segi empat dan segi tiga. Rumus umum yang menghubungkan ketinggian muka air (h) dan debit (Q) untuk alat ukur ambang *Cipoletti* dapat dilihat pada persamaan 3.6 berikut.

$$Q = Q_{\text{Segiempat}} + Q_{\text{Segitiga}} \quad (3.6)$$

$$Q = \frac{2}{3} \times C_{d1} \times b \times H^{3/2} \sqrt{2 \times g} + \frac{8}{15} \times C_{d1} \times \text{tg} \frac{\alpha}{2} \times \sqrt{2 \times g} \times H^{5/2}$$

dengan :

Q = debit air (m^3/detik)

C_{d1} = koefisien debit bagian segi empat

C_{d2} = koefisien debit bagian segi tiga

b = lebar ambang (meter)

H = tinggi peluapan (meter)

g = gaya gravitasi (m/s^2)

Pada muka ambang tajam terjadi kontraksi aliran di permukaan bebas sehingga koefisien debit sebesar 0,63.

3.6. Debit Nyata Aliran Melalui Peluap

Air yang berasal dari hulu akan melewati bangunan peluap menuju hilir. Kondisi tersebut menghasilkan debit nyata. Debit nyata aliran pada saluran terbuka melalui peluap ialah perbandingan antara volume air yang melalui bangunan peluap dengan waktu lamanya air melalui bangunan peluap. Selain itu bisa didapat dari besarnya kecepatan dikalikan dengan luasan. Sehingga rumus debit nyata aliran dapat dilihat pada kedua persamaan yaitu pada Persamaan 3.7 berikut:

$$Q = A \times v \quad (3.7)$$

dengan :

Q = Debit aliran nyata (m³/detik)

A = Luas (m²)

v = Kecepatan (meter/detik)

Debit yang dihasilkan dipengaruhi oleh kecepatan dan luas bangunan. Luasan bangunan didapat dari pengukuran atau DED, sedangkan kecepatan didapat dengan cara berbagai cara seperti penggunaan alat (*current meter*) dan penggunaan pelampung sebagai alat bantu. Menurut SNI-2015- Tata Cara Pengukuran Debit Aliran Sungai dan Saluran Terbuka Menggunakan Alat Ukur Arus dan Pelampung terdapat 2 cara dalam pengukuran kecepatan yaitu pengukuran 1 titik dan pengukuran 2 titik. Cara untuk mengukur kecepatan dapat dilihat sebagai berikut ini.

1. Pengukuran dengan cara satu titik.

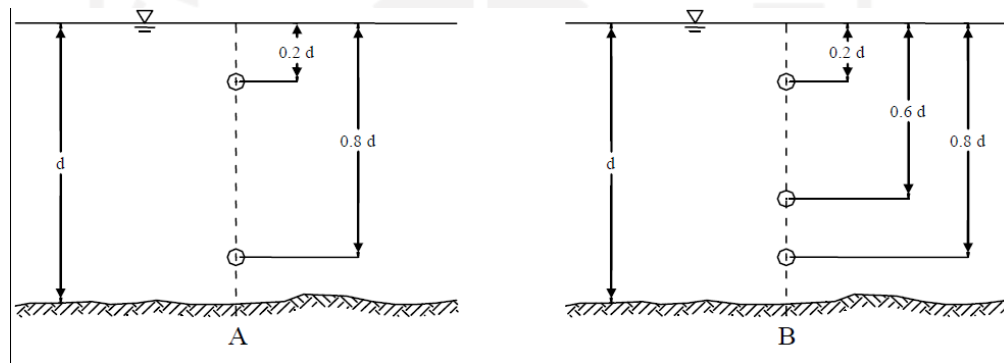
Pengukuran kecepatan aliran dengan cara satu titik dilakukan pada titik 0,6 kedalaman dari permukaan air. Kecepatan aliran pada 0,6 kedalaman tersebut merupakan kecepatan rata-rata vertikal kedalaman. Metode ini digunakan jika kedalaman air kurang dari 0,75 meter

2. Pengukuran dengan cara dua titik.

Pengukuran kecepatan aliran dengan cara satu titik dilakukan pada titik 0,2 dan 0,8 kedalaman dari permukaan air. Metode ini digunakan jika kedalaman lebih besar dari 0,75 meter. Apabila menggunakan cara dua titik maka persamaan 3.8 berikut.

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

Pengukuran kecepatan aliran ke tiga titik, dilaksanakan pada titik 0,2 d, 0,6d, dan 0,8 d dari permukaan air. Untuk lebih jelasnya pengukuran dapat dilihat pada Gambar 3.5 berikut.



Gambar 3. 5 Titik Lokasi Pengukuran.

(Sumber : SNI-2015- Tata Cara Pengukuran Debit Aliran Sungai dan Saluran Terbuka Menggunakan Alat Ukur Arus dan Pelampung)

3.7. Koefisien Debit (C_d)

Menurut Triatmodjo (1993), koefisien debit adalah perbandingan antara debit nyata dengan debit teoritis. Sehingga rumus koefisien debit dapat dilihat pada Persamaan (3.8) berikut :

$$C_d = \frac{Q_{Nyata}}{Q_{Teoritis}} \quad (3.8)$$

dengan :

C_d = koefisien debit

Q_{Nyata} = debit aliran nyata ($m^3/detik$)

$Q_{Teoritis}$ = debit aliran teoritis ($m^3/detik$)

3.8. Kalibrasi Alat

Kalibrasi merupakan perbandingan antara alat ukur dengan standarnya dalam hal akurasi. Menurut Nurrochmad (2005) untuk mendapatkan nilai kalibrasi dibutuhkan persamaan baru, dimana persamaan baru didapat dari debit nyata yang didapatkan berdasarkan pengukuran dilapangan kemudian diolah dengan Persamaan 3.7. Dari Persamaan 3.7 dimasukan beberapa parameter sesuai kondisi dilapangan yaitu luas penampang basah, dan juga variasi ketinggian luapan air dari kedua parameter didapat berbagai macam debit yang dihasilkan. Debit yang dihasilkan kemudian direkap menjadi grafik yang mana nantinya sebagai kalibrator. Dari grafik debit nyata tersebut ditarik garis bantu persamaan (*power trendline*) yang menghasilkan persamaan baru seperti halnya Persamaan 3.9.

$$Q_{Nyata} = H^y \quad (3.9)$$

Persamaan 3.9 sebagai kalibrator, yang mana nantinya akan dibandingkan terhadap persamaan 3.10. Persamaan 3.10 didapat seperti halnya mendapatkan persamaan 3.9 tetapi Persamaan 3.10 didapat berdasarkan data debit yang berasal dari Dinas Pekerjaan Umum yaitu sebagai data sekunder.

$$Q_{PU} = H^z \quad (3.10)$$

Hasil pangkat dari kedalaman (H) pada persamaan 3.10 perlu diubah sesuai dengan pangkat pada Persamaan 3.9, Persamaan 3.11 merupakan persamaan baru yang mana diadopsi dari Persamaan 3.9, sehingga didapat konstanta baru "a" yang perlu dihitung.

$$Q = a \times H^y \quad (3.11)$$

Kalibrasi dilakukan dengan meminimumkan jumlah kuadrat. Proses ini dilakukan dengan mendeferensialkan jumlah kuadrat dari selisih tersebut ke variabel *a*. Selisih antara Persamaan 3.10 dan 3.11 dapat dilihat pada Persamaan 3.12 berikut.

$$\begin{aligned} \Delta Q &= 0 \\ Q_{PU} - Q_{Nyata} &= 0 \\ (Q_{PU} - (a \times H^y))^2 &= 0 \end{aligned} \quad (3.12)$$

Jumlah kuadrat dari selisih tersebut selanjutnya dideferensialkan ke variabel a seperti ditunjukkan pada Persamaan 3.13 berikut.

$$\frac{d}{da} \sum_{i=1}^k (Q_{PU} - a \times H^y)^2 = 0 \quad (3.13)$$

Penyelesaian Persamaan 3.13 akan menghasilkan besaran nilai a minimum seperti ditunjukkan pada Persamaan 3.14 berikut.

$$a = \frac{\sum_{i=1}^k H^y \times Q_{PU}}{\sum_{i=1}^k H^{2y}} \quad (3.14)$$

Hasil dari nilai a pada persamaan 3.14 dibandingkan dengan koefisien nilai a yang didapat dari persamaan debit teoritis. Hasil dari nilai a pada persamaan 3.14 ialah besaran kalibrasi yang harus dilakukan terhadap bangunan ukur *Cipoletti* yang ada di lapangan.

BAB IV

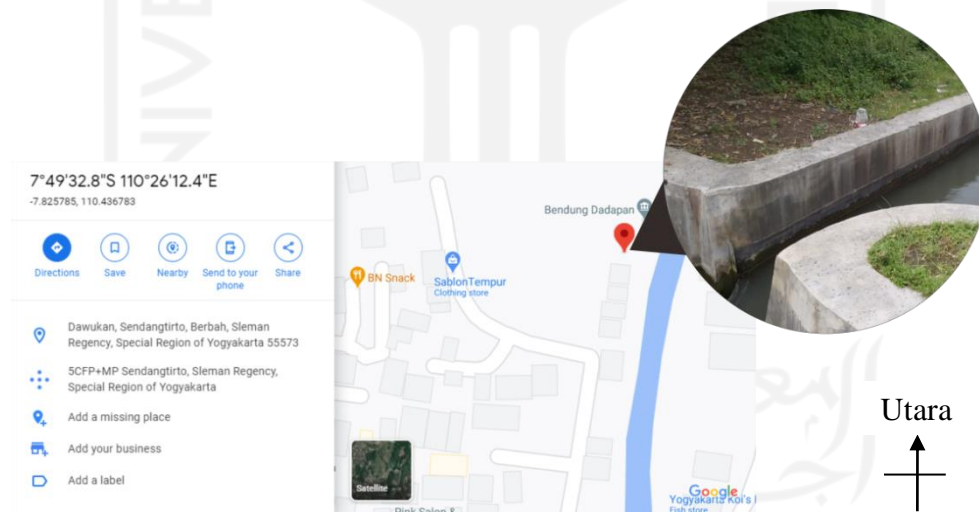
METODE PENELITIAN

4.1. Jenis Penelitian

Penelitian pada tugas akhir ini bersifat analisis, dikarenakan penelitian ini bertujuan untuk mencari kalibrasi alat ukur debit *Cipoletti* pada Saluran Irigasi pada Bendung Dadapan.

4.2. Lokasi Penelitian

Pelaksanaan penelitian pada tugas akhir yang berjudul Kalibrasi Alat Ukur Debit *Cipoletti* dilakukan pada salah satu titik di Saluran Irigasi pada Bendung Dadapan yang berada di Desa Dawukan, Sendangtirto, Berbah, Sleman, Yogyakarta. Saluran irigasi tersebut berasal dari Sungai Kuning. Lokasi bangunan dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut.



Gambar 4. 1 Lokasi Penelitian
(sumber: *Google Maps* dan Survei Lokasi, 24 November 2020)

4.3. Metode Pengambilan Data

Sistem pengambilan data pada penelitian menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dengan cara pengukuran dan pengamatan secara langsung di lapangan yaitu di Saluran Irigasi pada Bendung Dadapan. Sedangkan data sekunder diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum, Perumahan dan Kawasan Permukiman Kabupaten Sleman.

4.4. Data yang dibutuhkan

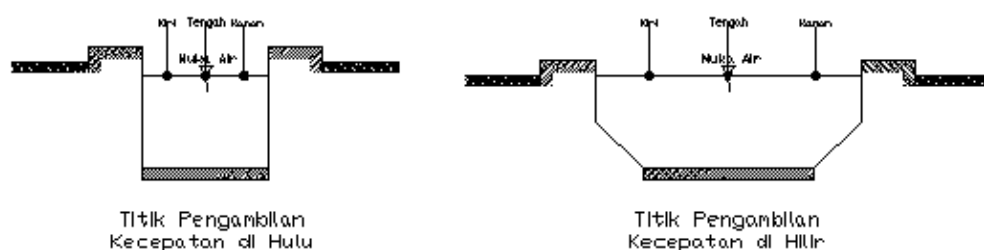
Data lapangan yang dibutuhkan untuk penelitian ini sebagai berikut:

1. Dimensi bangunan *Cipoletti*

Dimensi bangunan *Cipoletti* didapat dari pengukuran langsung di lapangan, dimana dimensi bangunan digunakan untuk mencari karakteristik bangunan *Cipoletti*. Pengukuran bangunan *Cipoletti* menggunakan meteran yang dilakukan pengukuran langsung di lapangan.

2. Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran didapatkan dengan pengukuran langsung di lapangan dengan menggunakan *current meter*. Penggunaan *current meter* dilakukan pada 3 titik yaitu di samping kanan, samping kiri dan di tengah. Dimana setiap titik dilakukan 5 kali percobaan. Pengukuran *current meter* dilakukan berdasarkan metode SNI-2015- Tata Cara Pengukuran Debit Aliran Sungai dan Saluran Terbuka Menggunakan Alat Ukur Arus dan Pelampung. Hasil dari kecepatan aliran digunakan untuk mendapatkan debit nyata. Ilustrasi pengambilan titik kecepatan dapat dilihat pada Gambar 4.2 berikut.



Gambar 4. 2 Titik Pengambilan Kecepatan

(sumber: Survai Lokasi, 24 November 2020)

3. Data kedalaman air di hulu dan hilir

Data kedalaman air di hulu didapatkan dari pengukuran langsung di lapangan, dimana data kedalaman air di hulu akan diolah untuk mencari ketinggian peluapan. Sedangkan kedalaman di hilir digunakan untuk mengetahui metode yang digunakan dalam penggunaan *current meter* dimana sesuai dengan persamaan 3.8 dan persamaan 3.9. Pengukuran mencari kedalaman air di hulu dan menggunakan pita ukur yang dilakukan langsung di lapangan.

4. Tinggi peluapan bangunan

Tinggi peluapan bangunan *Cipoletti* dapat dilakukan dengan 2 cara yang pertama dengan cara mencari beda tinggi antara tinggi air di hulu dengan tinggi bangunan peluap. Selain itu dapat dicari dengan pengukuran langsung di lapangan dengan cara mengukur ketinggian peluapan setiap beberapa detik pada tiap menitnya.

5. Catatan Waktu Tiap Peluapan

Catatan waktu digunakan sebagai batasan dalam mencari tinggi luapan dan juga kecepatan aliran.

6. Debit Bangunan Ukur *Cipoletti* Tercatat

Debit *Cipoletti* ini didapat dari Dinas Pekerjaan Umum, Perumahan dan Kawasan Permukiman Kabupaten Sleman. Debit ini berfungsi sebagai pembandingan antara debit tercatat dan debit pengukuran di lapangan.

7. Data Persamaan Debit

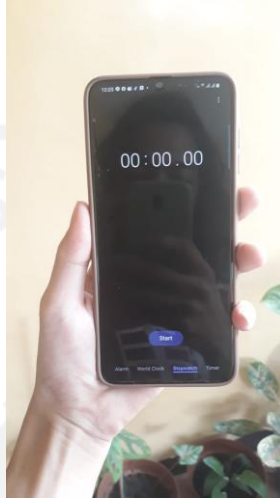
Data persamaan debit didapat dari Dinas Pekerjaan Umum, Perumahan dan Kawasan Permukiman Kabupaten Sleman. Persamaan ini digunakan sebagai acuan dari debit bangunan ukur *Cipolletti* tercatat.

4.5. Alat yang digunakan

Penelitian langsung di lapangan haruslah sesuai dengan kondisi secara nyata. Peralatan ini digunakan untuk membantu penelitian dalam menyelesaikan penelitian di Saluran Irigasi pada Bendung Dadapan. Berikut adalah peralatan yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini:

1. *Stopwatch*

Stopwatch adalah alat yang digunakan untuk mengukur waktu, pada penelitian ini *stopwatch* digunakan untuk mengukur lamanya waktu aliran. *Stopwatch* dapat dilihat pada Gambar 4.3 berikut.



Gambar 4. 3 Stopwatch
(sumber: Dokumentasi Pribadi, 24 November 2020)

2. Alat Ukur

Alat ukur adalah alat yang digunakan untuk mengukur dari segi ketinggian dan lebar. Alat ukur yang dimaksud berupa mistar, meteran dan pita ukur yang berfungsi untuk mengukur bangunan *Cipoletti*, tinggi muka air, tinggi peluap, dan lebar penampang basah. Alat ukur yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 4.4, 4.5 dan 4.6 berikut.



Gambar 4. 4 Meteran Gulung
(sumber: Dokumentasi Pribadi, 24 November 2020)



Gambar 4. 5 Meteran

(sumber: Dokumentasi Pribadi, 24 November 2020)



Gambar 4. 6 Penggaris

(sumber: Dokumentasi Pribadi, 24 November 2020)

3. *Current meter*

Current meter digunakan untuk menentukan nilai kecepatan aliran dan menentukan arah aliran. Alat bantu *current meter* yang digunakan memakai propeler ukuran 10 cm yang mana dapat dilihat pada Gambar 4.7 berikut.



Gambar 4. 7 Current meter
(sumber: Dokumentasi Pribadi, 21 Desember 2020)

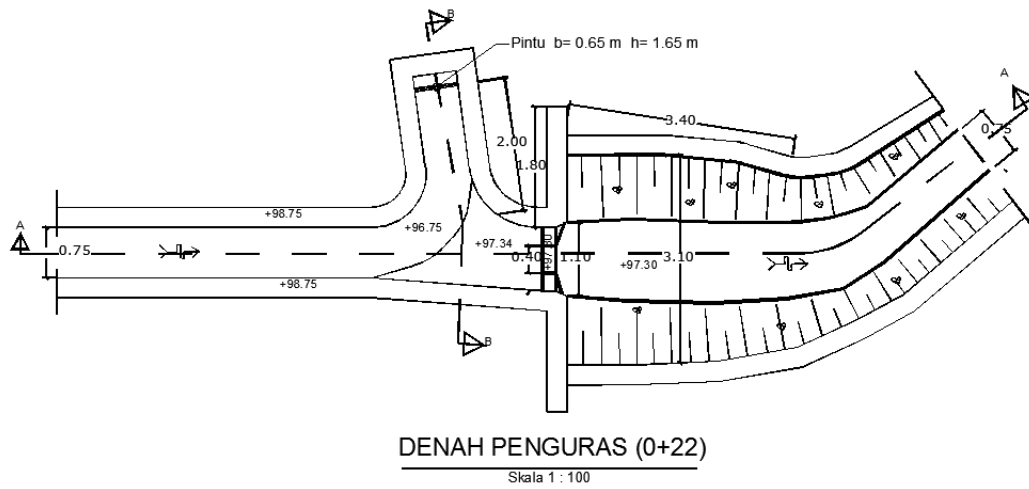
4.6. Cara Pengambilan Data

1. Survei Lokasi

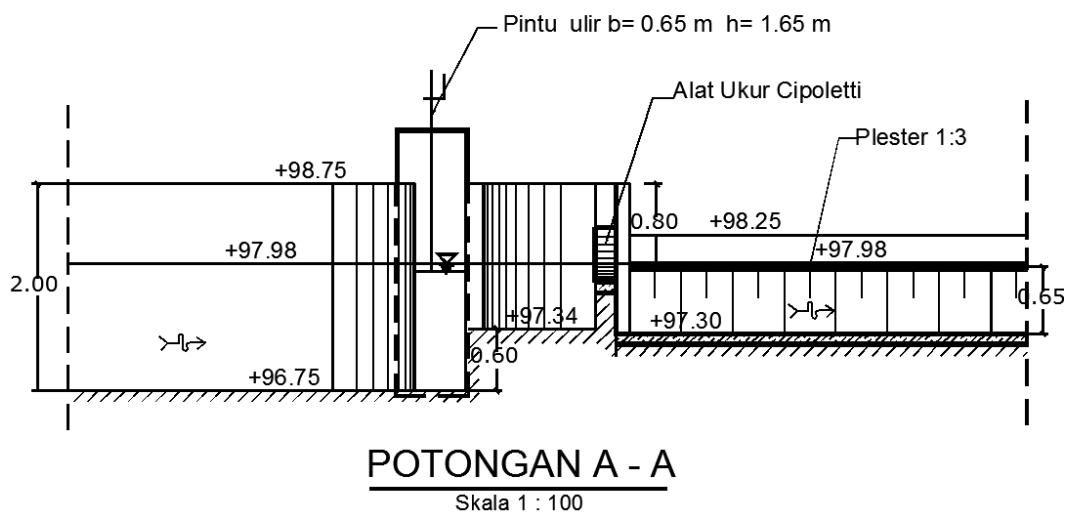
Tahapan pertama pada penelitian ini ialah survei lokasi. Lokasi penelitian didapatkan dari pihak Dinas Pekerjaan Umum, Perumahan dan Energi Sumber Daya Mineral Provinsi Yogyakarta. Lokasi penelitian berada di Saluran Irigasi Bendung Dadapan yang berasal dari Sungai Kuning. Survei lokasi dilakukan untuk mengetahui bangunan *Cipoletti* yang diteliti terkait kondisi dan dimensi bangunan *Cipoletti*. Data yang didapat dari hasil survei lokasi dapat dilihat pada Gambar 4.8, 4.9, 4.10 dan 4.11 berikut.



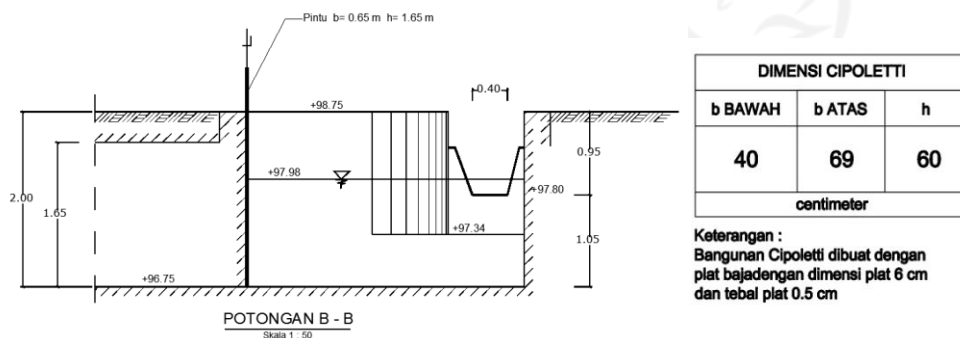
Gambar 4. 8 Kondisi Lapangan
(sumber: Survei, 4 Desember 2020)



Gambar 4. 9 Gambar Tampak Atas
(sumber: Survei, 4 Desember 2020)



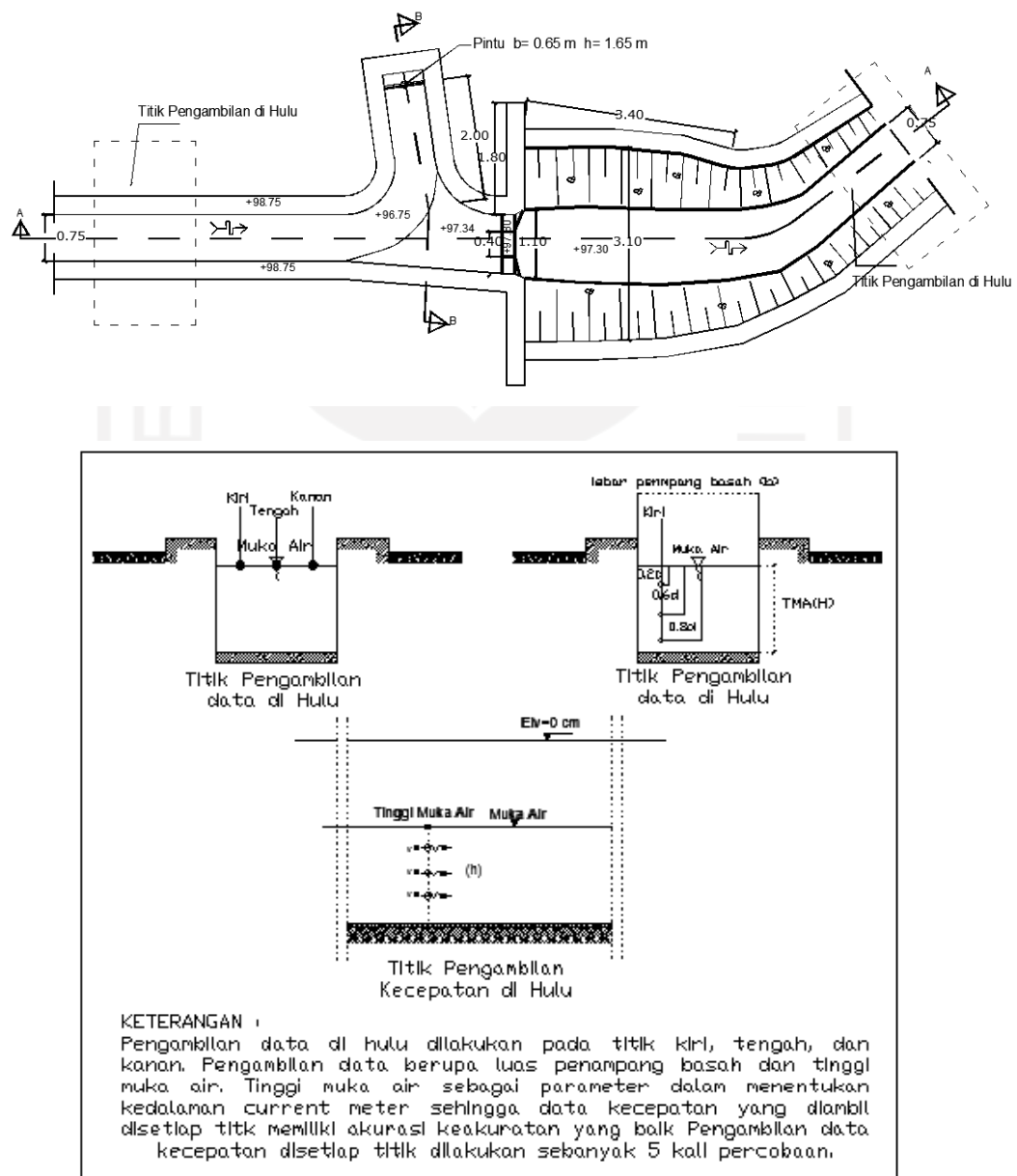
Gambar 4. 10 Potongan A-A
(sumber: Survei, 4 Desember 2020)



Gambar 4. 11 Detail Bangunan Cipoletti
(sumber: Survei, 4 Desember 2020)

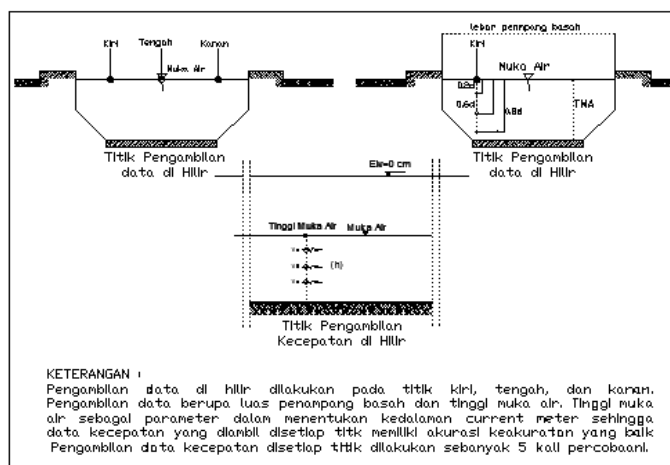
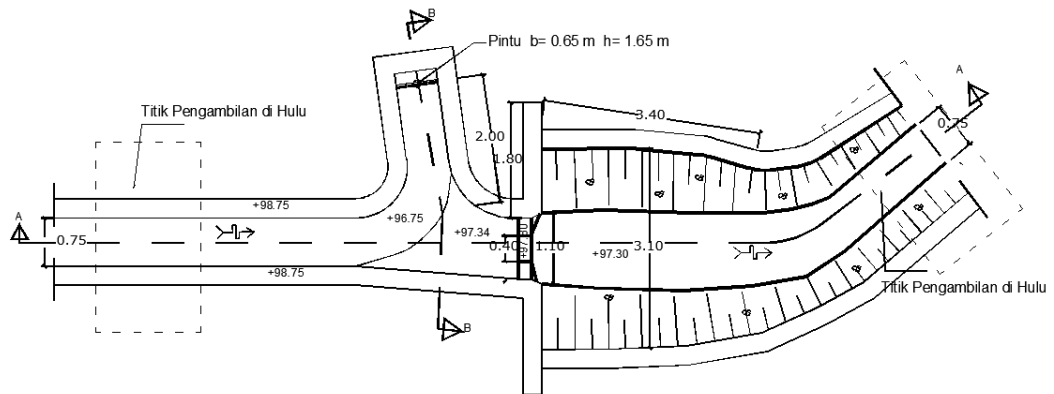
4.7. Pengumpulan Data

Tahap kedua pada penelitian ini ialah pengumpulan data, pengumpulan data dilakukan dengan cara pengukuran data di lapangan. Pada penelitian ini data yang dikumpulkan adalah data kedalaman air hulu, tinggi peluapan, volume air, catatan waktu tiap penelitian dan kecepatan aliran. Untuk titik pengambilan data dapat dilihat pada Gambar 4.12, Gambar 4.13 dan Gambar 4.14 berikut.

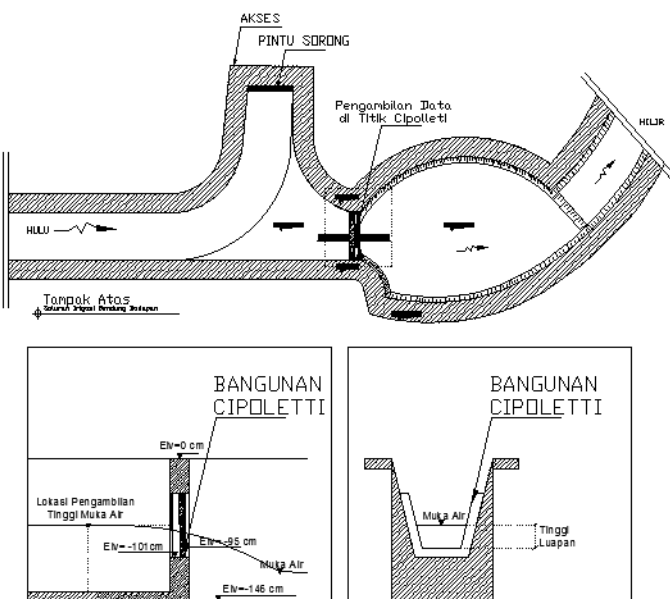


Gambar 4. 12 Titik Penelitian Hulu

(sumber: Survei, 4 Desember 2020)



Gambar 4. 13 Titik Penelitian Hilir
 (sumber: Survei, 4 Desember 2020)



Gambar 4. 14 Titik Penelitian Cipolletti
 (sumber: Survei, 4 Desember 2020)

Gambar 4.12, 4.13 dan 4.14 ialah lokasi penelitian, dimana dibagi menjadi beberapa lokasi yaitu di hulu, tengah, dan hilir. Pengambilan data di ketiga lokasi tersebut bertujuan untuk mencari kecepatan aliran, luas penampang basah, dan tinggi luapan yang nantinya akan diolah menjadi debit. Khusus pengambilan data kecepatan di hulu dan hilir dilakukan di 3 titik yaitu kiri tengah dan kanan, dimana setiap titik dilakukan pengambilan data kecepatan sebanyak 5 kali percobaan. Hasil debit yang didapat nantinya sebagai parameter kalibrasi bangunan ukur.

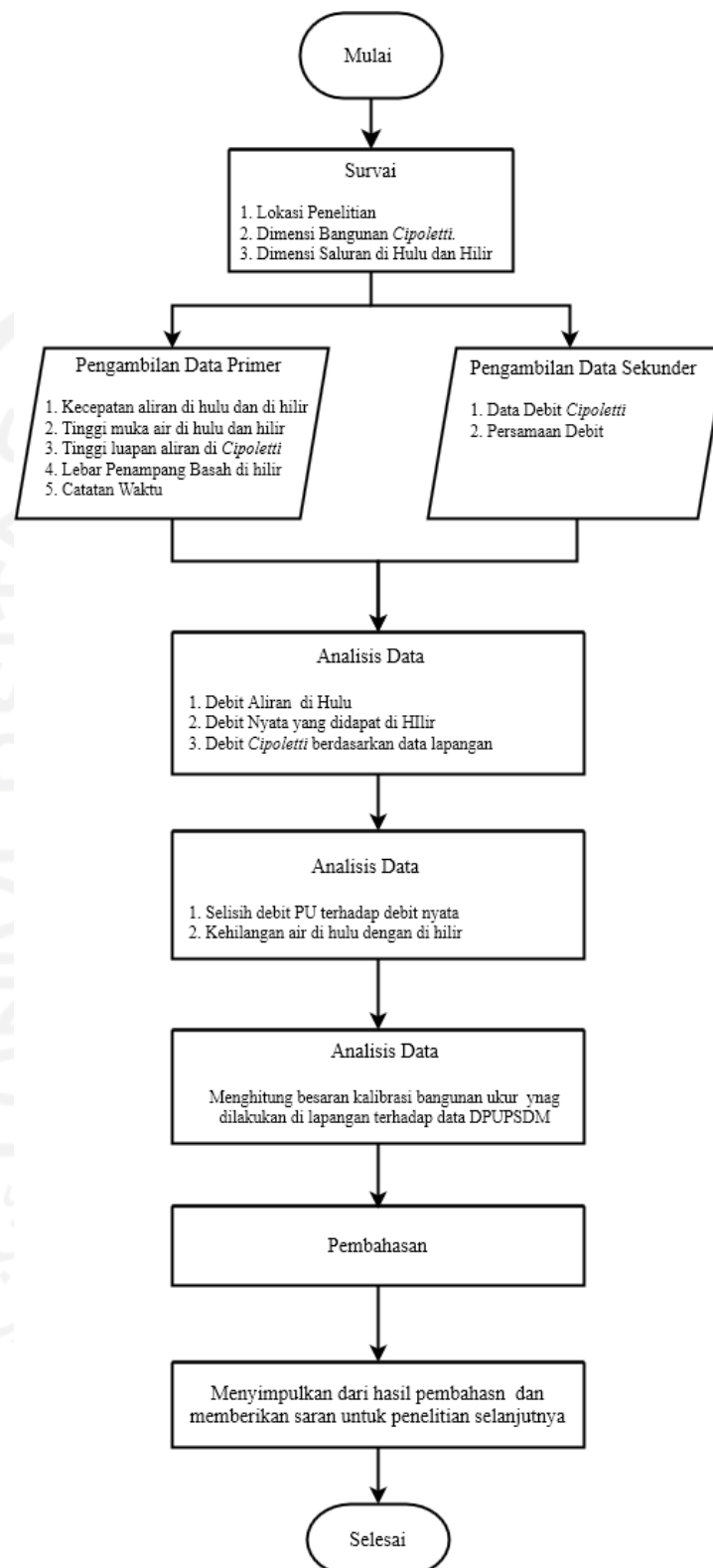
4.8. Cara Analisis Data

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

1. Debit teori aliran bangunan peluap *Cipoletti*
Analisis debit teori aliran bangunan *Cipoletti* menggunakan Persamaan 3.6.
2. Debit nyata melalui aliran
Analisis debit nyata melalui aliran menggunakan Persamaan 3.7.
3. Kalibrasi
Kalibrasi alat menggunakan Persamaan 3.11.

4.9. Bagan Alir

Bagan alir ialah penggambaran proses secara sederhana dalam bentuk simbol yang memiliki makna pada setiap simbolnya. Penggambaran penelitian ini diawali dengan “Mulai” dan diakhiri dengan “Selesai” pada penggambaran disajikan proses kegiatan dengan berbagai simbol sesuai makna tiap simbol. Proses kegiatan penelitian ini mulai dari survai, pengambilan data primer dan sekunder, analisis data, dan diakhiri dengan pembahasan. Bagan alir pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.15 berikut.



Gambar 4. 15 Diagram Alir Pengerjaan Studi

BAB V

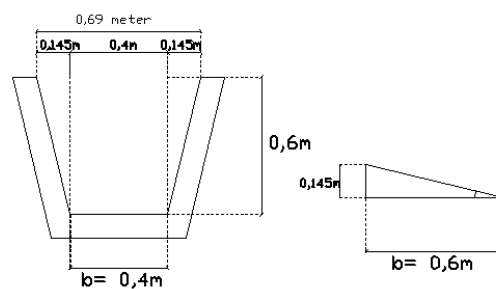
ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

5.1. Data Penelitian

Data penelitian yang digunakan berupa data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh secara langsung di lapangan dengan cara pengukuran, data yang diperoleh di lapangan antara lain dimensi bangunan *Cipolleti*, tinggi peluapan air di atas bangunan peluap (h), tinggi muka air di hulu dan di hilir (H), kecepatan aliran di hulu dan di hilir (v), dan lebar penampang basah di hulu dan di hilir (b). Selain data primer, data sekunder juga digunakan dimana diperoleh dari pihak Dinas Pekerjaan Umum, Perumahan dan Energi Sumber Daya Mineral Provinsi Yogyakarta. Data sekunder yang di dapatkan berupa data debit *Cipolleti* harian dari tahun 2019 hingga tahun 2021.

5.1.1. Data Primer

Data primer dilakukan dengan cara pengukuran langsung di lapangan, berikut merupakan sajian data yang diperoleh dengan cara pengukuran langsung di lapangan.

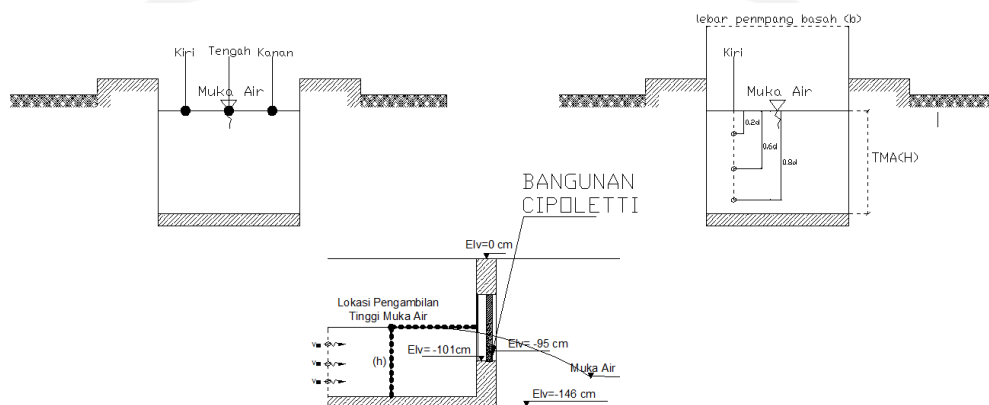


Gambar 5. 1 Dimensi Bangunan *Cipolleti*

sumber: (Data Pribadi, 24 November 2020)

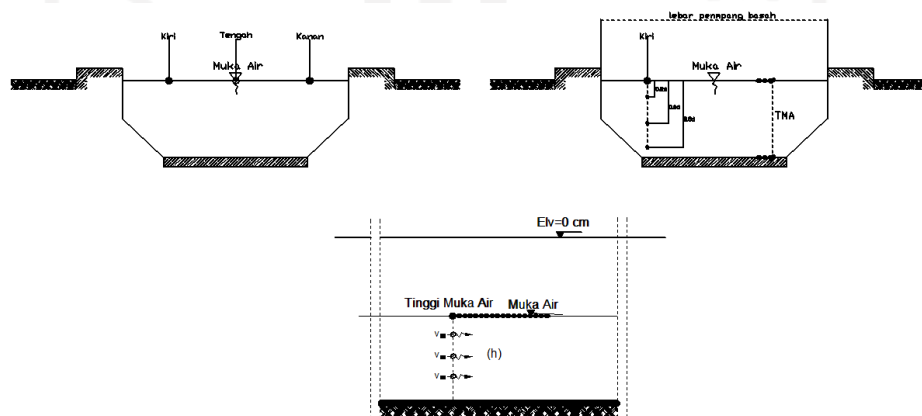
Tabel 5. 1 Dimensi Bangunan Cipolletti

Parmeter	Hasil	Satuan	Catatan
Lebar <i>Cipolletti</i> bawah	0,4	meter	
Gravitasi (g)	9,81	meter/detik ²	
Alfa (α)	13,586	-	$\text{Arctan} = \frac{0,145}{0,6}$
Koefisien Debit (C_d)	0,63	-	Data sekunder



Gambar 5. 2 Dimensi Bangunan di Hulu

sumber: (Data Pribadi, 24 November 2020)



Gambar 5. 3 Dimensi Bangunan di Hilir

sumber: (Data Pribadi, 24 November 2020)

Tabel 5. 2 Rekapitulasi Data Aliran di Hilir dengan Berbagai Variasi “h”

No	TMA Cipoletti (H) (cm)	Peluang Cipoletti (H-35) (cm)	Kecepatan Hilir (meter/detik)			TMA Hilir (cm)	Luas Penampang Basah (cm ²)
			Kiri	Tengah	Kanan		
1	56	21	0,304	0,39	0,488	19	2658,1
			0,291	0,404	0,478		
			0,299	0,39	0,487		
			0,289	0,389	0,475		
			0,3	0,398	0,445		
2	58	23	0,321	0,398	0,498	20,2	2031,11
			0,319	0,408	0,529		
			0,301	0,416	0,483		
			0,312	0,381	0,51		
			0,308	0,411	0,482		
3	59	24	0,331	0,418	0,461	21,5	2173,65
			0,334	0,398	0,496		
			0,331	0,422	0,323		
			0,329	0,412	0,475		
			0,3235	0,4021	0,462		
4	60	25	0,331	0,402	0,394	22,8	2321,04
			0,342	0,397	0,392		
			0,352	0,396	0,400		
			0,354	0,387	0,406		
			0,342	0,391	0,411		
5	62	27	0,381	0,42	0,452	24	2463,6
			0,362	0,421	0,442		
			0,361	0,411	0,412		
			0,358	0,421	0,532		
			0,352	0,44	0,512		
6	64	29	0,372	0,441	0,531	25,3	2618,55
			0,361	0,421	0,541		
			0,381	0,444	0,521		
			0,402	0,431	0,502		
			0,392	0,432	0,551		
7	65	30	0,389	0,422	0,546	26,2	2728,73
			0,382	0,436	0,54		
			0,407	0,466	0,56		
			0,396	0,444	0,553		
			0,393	0,441	0,553		
8	67	32	0,412	0,461	0,561	27	2836,35
			0,432	0,455	0,579		
			0,421	0,431	0,56		
			0,44	0,471	0,583		
			0,432	0,444	0,591		

Lanjutan Tabel 5.2 Data Aliran di Hilir dengan Berbagai Variasi “h”

No	TMA Cipoletti (H) (cm)	Peluang Cipoletti (H-35) (cm)	Kecepatan Hilir (meter / detik)			TMA Hilir (cm)	Luas Penampang Basah (cm ²)
			Kiri	Tengah	Kanan		
9	69	34	0,419	0,47	0,61	28,1	2985,625
			0,456	0,472	0,603		
			0,45	0,434	0,623		
			0,46	0,456	0,61		
			0,449	0,48	0,614		
10	72	37	0,475	0,51	0,6	29	3149,4
			0,483	0,575	0,618		
			0,494	0,483	0,626		
			0,479	0,519	0,632		
			0,477	0,441	0,626		
11	73	38	0,496	0,5	0,65	30	3285
			0,478	0,561	0,651		
			0,498	0,467	0,656		
			0,482	0,511	0,652		
			0,459	0,511	0,536		
12	75	40	0,499	0,536	0,651	32,2	3558,1
			0,5	0,503	0,66		
			0,524	0,511	0,683		
			0,492	0,521	0,695		
			0,488	0,531	0,61		
13	77	42	0,528	0,549	0,72	34	3779,1
			0,529	0,499	0,699		
			0,525	0,535	0,686		
			0,521	0,539	0,686		
			0,519	0,515	0,666		
14	79	44	0,525	0,56	0,699	36	4050
			0,537	0,55	0,685		
			0,531	0,529	0,696		
			0,534	0,511	0,684		
			0,526	0,512	0,756		
15	81	46	0,6	0,561	0,666	37,6	4278,88
			0,531	0,501	0,673		
			0,532	0,621	0,751		
			0,541	0,559	0,742		
			0,541	0,511	0,721		
16	82	47	0,562	0,559	0,718	38,7	4417,605
			0,558	0,604	0,71		
			0,546	0,532	0,7		
			0,561	0,552	0,718		
			0,568	0,559	0,71		

Lanjutan Tabel 5.2 Data Aliran di Hilir dengan Berbagai Variasi “h”

No	TMA Cipoletti (H) (cm)	Peluang Cipoletti (H-35) (cm)	Kecepatan Hilir (meter/detik)			TMA Hilir (cm)	Luas Penampang Basah (cm ²)
			Kiri	Tengah	Kanan		
17	83	48	0,557	0,576	0,718	39,3	4519,5
			0,568	0,588	0,71		
			0,577	0,542	0,695		
			0,567	0,59	0,716		
			0,578	0,58	0,718		
18	84	49	0,586	0,594	0,728	40	4620
			0,575	0,598	0,731		
			0,591	0,578	0,721		
			0,576	0,62	0,725		
			0,579	0,587	0,712		
19	85	50	0,606	0,61	0,737	41,5	4820,225
			0,595	0,598	0,759		
			0,578	0,591	0,711		
			0,6	0,614	0,731		
			0,608	0,599	0,754		
20	86	51	0,611	0,618	0,747	42,3	4951,215
			0,618	0,622	0,741		
			0,605	0,611	0,721		
			0,6219	0,6	0,742		
			0,611	0,621	0,754		
21	87	52	0,603	0,632	0,732	43,9	5138,495
			0,641	0,621	0,755		
			0,611	0,642	0,762		
			0,612	0,619	0,751		
			0,642	0,63	0,752		
22	88	53	0,632	0,633	0,777	44,5	5235,425
			0,638	0,64	0,759		
			0,621	0,63	0,7459		
			0,624	0,62	0,768		
			0,65	0,67	0,754		

5.1.2. Data Sekunder

Data sekunder didapatkan dari pihak Dinas Pekerjaan Umum, Perumahan dan Energi Sumber Daya Mineral Provinsi Yogyakarta. Data sekunder yang di dapatkan berupa data debit *Cipoletti* harian dari tahun 2019 hingga tahun 2021. Berikut merupakan data sekunder yang diperoleh dari pihak Dinas Pekerjaan Umum, Perumahan dan Energi Sumber Daya Mineral Provinsi Yogyakarta.

**Tabel 5. 3 Rekap Data Debit *Cipoletti* Dinas Pekerjaan Umum PESDM
Provinsi Yogyakarta Tahun 2019-2020**

Debit Saluran <i>Cipoletti</i>		
H (cm)	Q (m ³ /detik)	Q (liter/detik)
15	0,0430	43
28	0,1100	110
29	0,1160	116
30	0,1220	122
31	0,1230	123
34	0,1470	147
35	0,1540	154
36	0,1610	161
37	0,1640	164
38	0,1740	174
39	0,1810	181
40	0,1880	188
41	0,1950	195
42	0,2020	202
43	0,2100	210
44	0,2170	217
45	0,2250	225
46	0,2320	232
47	0,2400	240
48	0,2470	247
49	0,2550	255
50	0,2630	263
51	0,2710	271
52	0,2790	279
55	0,3030	303
56	0,3120	312

5.2. Analisis Data

Analisis data ialah salah satu cara untuk mengolah data menjadi informasi agar karakteristik data mudah dipahami dan bermanfaat sehingga didapatkan solusi dari permasalahan. Pada bagian ini data yang didapat kemudian diolah .

5.2.1. Analisis Persamaan Debit Teoritis Sesuai Pengukuran di Lapangan

Data – data yang didapatkan secara langsung di lapangan dapat dianalisis dengan persamaan (3.6), sehingga didapatkan persamaan baru yaitu Persamaan 5.1.

$$Q = Q_{Persegi} + Q_{Segitiga} \quad (5.1)$$

$$Q = \frac{2}{3} \times C_{d1} \times b \times H^{3/2} \sqrt{2 \times g} + \frac{8}{15} \times C_{d1} \times tg \frac{\alpha}{2} \times \sqrt{2 \times g} \times H^{5/2}$$

dengan :

Q = debit air (m³/detik)

C_{d1} = koefisien debit bagian segi empat

C_{d2} = koefisien debit bagian segi tiga

b = lebar ambang (meter)

H = tinggi peluapan (meter)

g = gaya gravitasi (m/s²)

Berikut adalah analisis persamaan debit teoritis sesuai pengukuran di lapangan dengan lebar 0,4 meter, alfa 13,586 dan koefisien debit 0,63:

$$Q = \frac{2}{3} \times C_{d1} \times b \times H^{3/2} \times \sqrt{2 \times g} + \frac{8}{15} \times C_{d1} \times tg \frac{\alpha}{2} \times \sqrt{2 \times g} \times H^{5/2}$$

$$Q = \frac{2}{3} \times 0,63 \times 0,4 \times H^{3/2} \times \sqrt{2 \times 9,81} + \frac{8}{15} \times 0,63 \times tg \frac{13,586}{2} \times \sqrt{2 \times 9,81} \times H^{5/2}$$

$$Q = 0,744 \times H^{3/2} + 0,832H^{5/2}$$

Persamaan tersebut nantinya akan digunakan sebagai analisis debit teoritis dengan variasi tinggi peluapan *Cipoletti* yang bervariasi.

5.2.2. Analisis Debit Teoritis dengan Variasi Tinggi Peluapan “H”

Analisis debit teoritis dengan variasi tinggi peluapan dapat diselesaikan dengan Persamaan 5.1, dimana persamaan tersebut didapatkan dari analisis persamaan debit teoritis sesuai pengukuran di lapangan yang dilakukan sebelumnya.

$$Q = 0,744 \times H^{3/2} + 0,832 \times H^{5/2}$$

dengan:

Q = debit air (m³/detik)

H = tinggi peluapan (meter)

Berikut ini adalah beberapa contoh analisis perhitungan debit *Cipoletti* berdasarkan Persamaan 5.1:

1. Tinggi peluapan (H) 25 cm

$$Q = 0,744 \times H^{3/2} + 0,832 \times H^{5/2}$$

$$Q = 0,744 \times 0,25^{3/2} + 0,832 \times 0,25^{5/2}$$

$$Q = 0,119 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q = 119,002 \text{ liter/detik}$$

2. Tinggi peluapan (H) 30 cm

$$Q = 0,744 \times H^{3/2} + 0,832 \times H^{5/2}$$

$$Q = 0,744 \times 0,3^{3/2} + 0,832 \times 0,3^{5/2}$$

$$Q = 0,163 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q = 163,296 \text{ liter/detik}$$

3. Tinggi peluapan (H) 38 cm

$$Q = 0,744 \times H^{3/2} + 0,832 \times H^{5/2}$$

$$Q = 0,744 \times 0,38^{3/2} + 0,832 \times 0,38^{5/2}$$

$$Q = 0,248 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q = 248,386 \text{ liter/detik}$$

4. Tinggi peluapan (H) 48 cm

$$Q = 0,744 \times H^{3/2} + 0,832 \times H^{5/2}$$

$$Q = 0,744 \times 0,38^{3/2} + 0,832 \times 0,38^{5/2}$$

$$Q = 0,380 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q = 380,98 \text{ liter/detik}$$

Rekapitulasi hasil analisis perhitungan debit teoritis dengan variasi tinggi peluapan dapat dilihat pada Tabel 5.4 berikut.

Tabel 5. 4. Rekapitulasi Hasil Analisis Perhitungan Debit Teoritis dengan Variasi Tinggi Luapan

Debit Saluran			Debit Saluran			Debit Saluran		
H (cm)	Q (m ³ /detik)	Q (liter/detik)	H (cm)	Q (m ³ /detik)	Q (liter/detik)	H (cm)	Q (m ³ /detik)	Q (liter/detik)
1	0,001	0,752	21	0,088	88,429	41	0,285	284,927
2	0,002	2,152	22	0,096	95,679	42	0,298	297,679
3	0,004	3,996	23	0,103	103,194	43	0,311	310,720
4	0,006	6,219	24	0,111	110,975	44	0,324	324,051
5	0,009	8,785	25	0,119	119,022	45	0,338	337,672
6	0,012	11,67	26	0,127	127,338	46	0,352	351,586
7	0,015	14,861	27	0,136	135,922	47	0,366	365,795
8	0,018	18,344	28	0,145	144,776	48	0,380	380,298
9	0,022	22,114	29	0,154	153,900	49	0,395	395,098
10	0,026	26,163	30	0,163	163,296	50	0,410	410,197
11	0,03	30,488	31	0,173	172,964	51	0,426	425,595
12	0,035	35,085	32	0,183	182,907	52	0,441	441,293
13	0,04	39,95	33	0,193	193,125	53	0,457	457,295
14	0,045	45,083	34	0,204	203,619	54	0,474	473,600
15	0,05	50,482	35	0,214	214,391	55	0,490	490,210
16	0,056	56,146	36	0,225	225,442	56	0,507	507,128
17	0,062	62,075	37	0,237	236,773	57	0,524	524,353
18	0,068	68,267	38	0,248	248,386	58	0,542	541,888
19	0,075	74,724	39	0,260	260,282	59	0,560	559,733
20	0,081	81,444	40	0,272	272,461	60	0,578	577,891

Lanjutan Tabel 5.4. Rekapitulasi Hasil Analisis Perhitungan Debit Teoritis dengan Variasi Tinggi Luapan

Debit Saluran			Debit Saluran			Debit Saluran		
H (cm)	Q (m ³ /detik)	Q (liter/detik)	H (cm)	Q (m ³ /detik)	Q (liter/detik)	H (cm)	Q (m ³ /detik)	Q (liter/detik)
61	0,596	596,363	81	1,034	1033,847	101	2,274	2274,006
62	0,615	615,150	82	1,059	1059,230	102	2,316	2316,434
63	0,634	634,254	83	1,085	1084,957	103	2,359	2359,281
64	0,654	653,675	84	1,111	1111,030	104	2,403	2402,548
65	0,673	673,416	85	1,137	1137,450	105	2,446	2446,237
66	0,693	693,478	86	1,164	1164,218	106	2,490	2490,347
67	0,714	713,862	87	1,191	1191,336	107	2,535	2534,881
68	0,735	734,569	88	1,219	1218,804	108	2,580	2579,839
69	0,756	755,602	89	1,247	1246,625	109	2,625	2625,223
70	0,777	776,961	90	1,275	1274,799	110	2,671	2671,033
71	0,799	798,648	91	1,303	1303,328	111	2,717	2717,270
72	0,821	820,663	92	1,332	1332,214	112	2,764	2763,936
73	0,843	843,010	93	1,361	1361,456	113	2,811	2811,031
74	0,866	865,688	94	1,391	1391,058	114	2,859	2858,556
75	0,889	888,700	95	1,421	1421,020	115	2,907	2906,513
76	0,912	912,046	96	1,451	1451,343	116	2,955	2954,903
77	0,936	935,729	97	1,482	1482,029	117	3,004	3003,726
78	0,960	959,749	98	1,513	1513,079	118	3,053	3052,984
79	0,984	984,108	99	1,544	1544,494	119	3,103	3102,677
80	1,009	1008,806	100	1,576	1576,275	120	3,153	3152,807

5.2.3. Analisis Debit Aliran yang Berada di Hulu

Analisis debit aliran di hulu diselesaikan dengan Persamaan 3.7, dimana analisis yang dilakukan di hulu bervariasi berdasarkan tinggi peluapan. Analisis yang dilakukan di hulu terdapat 5 percobaan dengan tinggi peluapan yang berbeda.

$$Q = V_{Total} \times A$$

dengan:

Q = debit air (m³/detik)

V = kecepatan aliran (meter / detik)

A = luas penampang basah (meter)

Berikut ini adalah beberapa contoh analisis perhitungan debit aliran di hulu:

1. Tinggi peluapan (H) 25 cm

a. Sisi kiri aliran

1) Percobaan 1

$$\begin{aligned} Q_1 &= \left(\frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2} \right) \times A \\ &= \left(\frac{0,127 + 0,101}{2} \right) \times (0,75 \times 1,1) \\ &= 0,094 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

2) Percobaan 2

$$\begin{aligned} Q_2 &= \left(\frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2} \right) \times A \\ &= \left(\frac{0,121 + 0,108}{2} \right) \times (0,75 \times 1,1) \\ &= 0,094 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

3) Percobaan 3

$$\begin{aligned} Q_3 &= \left(\frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2} \right) \times A \\ &= \left(\frac{0,100 + 0,103}{2} \right) \times (0,75 \times 1,1) \end{aligned}$$

$$= 0,084 \text{ m}^3/\text{detik}$$

4) Percobaan 4

$$\begin{aligned} Q_4 &= \left(\frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2} \right) \times A \\ &= \left(\frac{0,127 + 0,102}{2} \right) \times (0,75 \times 1,1) \\ &= 0,094 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

5) Percobaan 5

$$\begin{aligned} Q_5 &= \left(\frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2} \right) \times A \\ &= \left(\frac{0,125 + 0,095}{2} \right) \times (0,75 \times 1,1) \\ &= 0,091 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Dengan menggunakan rata-rata maka didapat nilai debit aliran yang berada di hulu dengan pengambilan kecepatan di sebelah kiri dengan 5 kali percobaan, maka nilai debit sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Q_{Kiri} &= \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5}{5} \\ &= \frac{0,094 + 0,094 + 0,084 + 0,094 + 0,091}{5} \\ &= 0,091 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

b. Sisi tengah aliran

1) Percobaan 1

$$\begin{aligned} Q_1 &= \left(\frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2} \right) \times A \\ &= \left(\frac{0,131 + 0,101}{2} \right) \times (0,75 \times 1,1) \\ &= 0,096 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

2) Percobaan 2

$$\begin{aligned}
 Q_2 &= \left(\frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2} \right) \times A \\
 &= \left(\frac{0,131 + 0,101}{2} \right) \times (0,75 \times 1,1) \\
 &= 0,096 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

3) Percobaan 3

$$\begin{aligned}
 Q_3 &= \left(\frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2} \right) \times A \\
 &= \left(\frac{0,100 + 0,095}{2} \right) \times (0,75 \times 1,1) \\
 &= 0,091 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

4) Percobaan 4

$$\begin{aligned}
 Q_4 &= \left(\frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2} \right) \times A \\
 &= \left(\frac{0,127 + 0,104}{2} \right) \times (0,75 \times 1,1) \\
 &= 0,096 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

5) Percobaan 5

$$\begin{aligned}
 Q_5 &= \left(\frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2} \right) \times A \\
 &= \left(\frac{0,125 + 0,116}{2} \right) \times (0,75 \times 1,1) \\
 &= 0,101 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan rata-rata maka didapat nilai debit aliran yang berada di hulu dengan pengambilan kecepatan di sebelah tengah dengan 5 kali percobaan, maka nilai debit sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 Q_{Tengah} &= \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5}{5} \\
 &= \frac{0,096 + 0,096 + 0,091 + 0,097 + 0,101}{5}
 \end{aligned}$$

$$= 0,096 \text{ m}^3/\text{detik}$$

c. Sisi kanan aliran

1) Percobaan 1

$$\begin{aligned} Q_1 &= \left(\frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2} \right) \times A \\ &= \left(\frac{0,134 + 0,112}{2} \right) \times (0,75 \times 1,1) \\ &= 0,101 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

2) Percobaan 2

$$\begin{aligned} Q_2 &= \left(\frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2} \right) \times A \\ &= \left(\frac{0,130 + 0,116}{2} \right) \times (0,75 \times 1,1) \\ &= 0,101 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

3) Percobaan 3

$$\begin{aligned} Q_3 &= \left(\frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2} \right) \times A \\ &= \left(\frac{0,135 + 0,117}{2} \right) \times (0,75 \times 1,1) \\ &= 0,104 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

4) Percobaan 4

$$\begin{aligned} Q_4 &= \left(\frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2} \right) \times A \\ &= \left(\frac{0,149 + 0,111}{2} \right) \times (0,75 \times 1,1) \\ &= 0,107 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

5) Percobaan 5

$$Q_5 = \left(\frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2} \right) \times A$$

$$= \left(\frac{0,139 + 0,101}{2} \right) \times (0,75 \times 1,1)$$

$$= 0,099 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dengan menggunakan rata-rata maka didapat nilai debit aliran yang berada di hulu dengan pengambilan kecepatan di sebelah kanan dengan 5 kali percobaan, maka nilai debit sebagai berikut :

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

$$= \frac{0,101 + 0,101 + 0,104 + 0,107 + 0,099}{5}$$

$$= 0,103 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dari tiga rata-rata debit aliran yang berdasarkan titik pengambilan kecepatan maka didapat nilai debit nyata aliran di hulu sepenuhnya sebagai berikut:

$$Q_{H=25} = \frac{Q_{Kiri} + Q_{Tengah} + Q_{Kanan}}{3}$$

$$= \frac{0,091 + 0,096 + 0,103}{3}$$

$$= 0,097 \text{ m}^3/\text{detik}$$

2. Tinggi peluapan (H) 30 cm

a. Sisi kiri aliran

1) Percobaan 1

$$Q_1 = \left(\frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2} \right) \times A$$

$$= \left(\frac{0,152 + 0,121}{2} \right) \times (0,75 \times 1,25)$$

$$= 0,113 \text{ m}^3/\text{detik}$$

2) Percobaan 2

$$Q_2 = \left(\frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2} \right) \times A$$

$$= \left(\frac{0,153 + 0,127}{2} \right) \times (0,75 \times 1,25)$$

$$= 0,116 \text{ m}^3/\text{detik}$$

3) Percobaan 3

$$Q_3 = \left(\frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2} \right) \times A$$

$$= \left(\frac{0,151 + 0,127}{2} \right) \times (0,75 \times 1,25)$$

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

4) Percobaan 4

$$Q_4 = \left(\frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2} \right) \times A$$

$$= \left(\frac{0,157 + 0,125}{2} \right) \times (0,75 \times 1,25)$$

$$= 0,116 \text{ m}^3/\text{detik}$$

5) Percobaan 5

$$Q_5 = \left(\frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2} \right) \times A$$

$$= \left(\frac{0,153 + 0,116}{2} \right) \times (0,75 \times 1,25)$$

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

Dengan menggunakan rata-rata maka didapat nilai debit aliran yang berada di hulu dengan pengambilan kecepatan di sebelah kiri dengan 5 kali percobaan, maka nilai debit sebagai berikut :

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

$$= \frac{0,113 + 0,116 + 0,115 + 0,116 + 0,111}{5}$$

$$= 0,114 \text{ m}^3/\text{detik}$$

b. Sisi tengah aliran

1) Percobaan 1

$$\begin{aligned}
 Q_1 &= \left(\frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2} \right) \times A \\
 &= \left(\frac{0,161 + 0,121}{2} \right) \times (0,75 \times 1,25) \\
 &= 0,116 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

2) Percobaan 2

$$\begin{aligned}
 Q_2 &= \left(\frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2} \right) \times A \\
 &= \left(\frac{0,156 + 0,122}{2} \right) \times (0,75 \times 1,25) \\
 &= 0,115 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

3) Percobaan 3

$$\begin{aligned}
 Q_3 &= \left(\frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2} \right) \times A \\
 &= \left(\frac{0,173 + 0,120}{2} \right) \times (0,75 \times 1,25) \\
 &= 0,121 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

4) Percobaan 4

$$\begin{aligned}
 Q_4 &= \left(\frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2} \right) \times A \\
 &= \left(\frac{0,161 + 0,125}{2} \right) \times (0,75 \times 1,25) \\
 &= 0,118 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

5) Percobaan 5

$$\begin{aligned}
 Q_5 &= \left(\frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2} \right) \times A \\
 &= \left(\frac{0,163 + 0,124}{2} \right) \times (0,75 \times 1,25) \\
 &= 0,118 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan rata-rata maka didapat nilai debit aliran yang berada di hulu dengan pengambilan kecepatan di sebelah tengah dengan 5 kali percobaan, maka nilai debit sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 Q_{Tengah} &= \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5}{5} \\
 &= \frac{0,116 + 0,115 + 0,121 + 0,118 + 0,118}{5} \\
 &= 0,118 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

c. Sisi kanan aliran

1) Percobaan 1

$$\begin{aligned}
 Q_1 &= \left(\frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2} \right) \times A \\
 &= \left(\frac{0,181 + 0,130}{2} \right) \times (0,75 \times 1,25) \\
 &= 0,128 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

2) Percobaan 2

$$\begin{aligned}
 Q_2 &= \left(\frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2} \right) \times A \\
 &= \left(\frac{0,175 + 0,133}{2} \right) \times (0,75 \times 1,25) \\
 &= 0,127 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

3) Percobaan 3

$$\begin{aligned}
 Q_3 &= \left(\frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2} \right) \times A \\
 &= \left(\frac{0,173 + 0,129}{2} \right) \times (0,75 \times 1,25) \\
 &= 0,125 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

4) Percobaan 4

$$Q_4 = \left(\frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2} \right) \times A$$

$$= \left(\frac{0,174 + 0,131}{2} \right) \times (0,75 \times 1,25)$$

$$= 0,126 \text{ m}^3/\text{detik}$$

5) Percobaan 5

$$Q_5 = \left(\frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2} \right) \times A$$

$$= \left(\frac{0,186 + 0,131}{2} \right) \times (0,75 \times 1,25)$$

$$= 0,131 \text{ m}^3/s$$

Dengan menggunakan rata-rata maka didapat nilai debit aliran yang berada di hulu dengan pengambilan kecepatan di sebelah kanan dengan 5 kali percobaan, maka nilai debit sebagai berikut:

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

$$= \frac{0,128 + 0,127 + 0,125 + 0,126 + 0,131}{5}$$

$$= 0,127 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dari tiga rata-rata debit nyata aliran yang berdasarkan titik pengambilan kecepatan maka didapat nilai debit aliran di hulu sepenuhnya sebagai berikut:

$$Q_{H=30} = \frac{Q_{Kiri} + Q_{Tengah} + Q_{Kanan}}{3}$$

$$= \frac{0,114 + 0,118 + 0,127}{3}$$

$$= 0,120 \text{ m}^3/\text{detik}$$

3. Tinggi peluapan (H) 38 cm

a. Sisi kiri aliran

1) Percobaan 1

$$Q_1 = \left(\frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2} \right) \times A$$

$$= \left(\frac{0,192 + 0,170}{2} \right) \times (0,75 \times 1,47)$$

$$= 0,149 \text{ m}^3/\text{detik}$$

2) Percobaan 2

$$Q_2 = \left(\frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2} \right) \times A$$

$$= \left(\frac{0,186 + 0,168}{2} \right) \times (0,75 \times 1,47)$$

$$= 0,146 \text{ m}^3/\text{detik}$$

3) Percobaan 3

$$Q_3 = \left(\frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2} \right) \times A$$

$$= \left(\frac{0,191 + 0,167}{2} \right) \times (0,75 \times 1,47)$$

$$= 0,148 \text{ m}^3/\text{detik}$$

4) Percobaan 4

$$Q_4 = \left(\frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2} \right) \times A$$

$$= \left(\frac{0,182 + 0,165}{2} \right) \times (0,75 \times 1,47)$$

$$= 0,143 \text{ m}^3/\text{detik}$$

5) Percobaan 5

$$Q_5 = \left(\frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2} \right) \times A$$

$$= \left(\frac{0,186 + 0,169}{2} \right) \times (0,75 \times 1,47)$$

$$= 0,146 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dengan menggunakan rata-rata maka didapat nilai debit aliran yang berada di hulu dengan pengambilan kecepatan di sebelah kiri dengan 5 kali percobaan, maka nilai debit sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Q_{Kiri} &= \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5}{5} \\
 &= \frac{0,149 + 0,146 + 0,148 + 0,143 + 0,146}{5} \\
 &= 0,147 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

b. Sisi tengah aliran

1) Percobaan 1

$$\begin{aligned}
 Q_1 &= \left(\frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2} \right) \times A \\
 &= \left(\frac{0,211 + 0,172}{2} \right) \times (0,75 \times 1,47) \\
 &= 0,158 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

2) Percobaan 2

$$\begin{aligned}
 Q_2 &= \left(\frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2} \right) \times A \\
 &= \left(\frac{0,213 + 0,170}{2} \right) \times (0,75 \times 1,47) \\
 &= 0,158 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

3) Percobaan 3

$$\begin{aligned}
 Q_3 &= \left(\frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2} \right) \times A \\
 &= \left(\frac{0,216 + 0,171}{2} \right) \times (0,75 \times 1,47) \\
 &= 0,160 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

4) Percobaan 4

$$\begin{aligned}
 Q_4 &= \left(\frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2} \right) \times A \\
 &= \left(\frac{0,196 + 0,169}{2} \right) \times (0,75 \times 1,47) \\
 &= 0,151 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

5) Percobaan 5

$$\begin{aligned}
 Q_5 &= \left(\frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2} \right) \times A \\
 &= \left(\frac{0,200 + 0,169}{2} \right) \times (0,75 \times 1,47) \\
 &= 0,152 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan rata-rata maka didapat nilai debit aliran yang berada di hulu dengan pengambilan kecepatan di sebelah tengah dengan 5 kali percobaan, maka nilai debit sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Q_{Tengah} &= \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5}{5} \\
 &= \frac{0,158 + 0,158 + 0,160 + 0,151 + 0,152}{5} \\
 &= 0,156 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

c. Sisi kanan aliran

1) Percobaan 1

$$\begin{aligned}
 Q_1 &= \left(\frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2} \right) \times A \\
 &= \left(\frac{0,232 + 0,134}{2} \right) \times (0,75 \times 1,47) \\
 &= 0,170 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

2) Percobaan 2

$$\begin{aligned}
 Q_2 &= \left(\frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2} \right) \times A \\
 &= \left(\frac{0,234 + 0,178}{2} \right) \times (0,75 \times 1,47) \\
 &= 0,170 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

3) Percobaan 3

$$Q_3 = \left(\frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2} \right) \times A$$

$$= \left(\frac{0,231 + 0,180}{2} \right) \times (0,75 \times 1,47)$$

$$= 0,170 \text{ m}^3 / \text{detik}$$

4) Percobaan 4

$$Q_4 = \left(\frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2} \right) \times A$$

$$= \left(\frac{0,242 + 0,169}{2} \right) \times (0,75 \times 1,47)$$

$$= 0,172 \text{ m}^3 / \text{detik}$$

5) Percobaan 5

$$Q_5 = \left(\frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2} \right) \times A$$

$$= \left(\frac{0,236 + 0,174}{2} \right) \times (0,75 \times 1,47)$$

$$= 0,169 \text{ m}^3 / \text{detik}$$

Dengan menggunakan rata-rata maka didapat nilai debit aliran yang berada di hulu dengan pengambilan kecepatan di sebelah kanan dengan 5 kali percobaan, maka nilai debit sebagai berikut:

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

$$= \frac{0,170 + 0,170 + 0,170 + 0,172 + 0,169}{5}$$

$$= 0,170 \text{ m}^3 / \text{detik}$$

Dari tiga rata-rata debit nyata aliran yang berdasarkan titik pengambilan kecepatan maka didapat nilai debit aliran di hulu sepenuhnya sebagai berikut:

$$Q_{H=38} = \frac{Q_{Kiri} + Q_{Tengah} + Q_{Kanan}}{3}$$

$$= \frac{0,147 + 0,156 + 0,170}{3}$$

$$= 0,157 \text{ m}^3 / \text{detik}$$

Rekapitulasi hasil analisis perhitungan debit aliran di hulu dapat dilihat pada Tabel 5.5 berikut:

Tabel 5. 5 Rekapitulasi Hasil Analisis Debit di Hulu Aliran

No	Tinggi Peluapan (meter)	Debit (m ³ /s)	Debit (liter/detik)
1	0,25	0,097	96,69
2	0,30	0,120	119,625
3	0,38	0,157	157,41
4	0,48	0,202	201,82

5.2.4. Analisis Debit Aliran yang Berada di Hilir

Analisis debit aliran di hilir diselesaikan dengan persamaan 3.7, dimana analisis yang dilakukan di hilir bervariasi berdasarkan tinggi peluapan. Analisis yang dilakukan di hilir terdapat 28 percobaan pengukuran.

$$Q = V_{total} \times A$$

dengan:

Q = debit air (m³/detik)

V = kecepatan aliran (meter/detik)

A = luas penampang basah (meter)

Berikut ini adalah beberapa contoh analisis perhitungan debit aliran di hilir:

1. Tinggi peluapan (H) 25 cm

a. Sisi kiri aliran

1) Percobaan 1

$$\begin{aligned} Q_1 &= V \times A \\ &= 0,378 \times \left(\frac{(1,236 + 0,8) \times 0,228}{2} \right) \\ &= 0,088 \text{ m}^3 / \text{detik} \end{aligned}$$

2) Percobaan 2

$$Q_2 = V \times A$$

$$= 0,361 \times \left(\frac{(1,236 + 0,8) \times 0,228}{2} \right)$$

$$= 0,084 \text{ m}^3/\text{detik}$$

3) Percobaan 3

$$Q_3 = V \times A$$

$$= 0,371 \times \left(\frac{(1,236 + 0,8) \times 0,228}{2} \right)$$

$$= 0,086 \text{ m}^3/\text{detik}$$

4) Percobaan 4

$$Q_4 = V \times A$$

$$= 0,381 \times \left(\frac{(1,236 + 0,8) \times 0,228}{2} \right)$$

$$= 0,088 \text{ m}^3/\text{detik}$$

5) Percobaan 5

$$Q_5 = V \times A$$

$$= 0,371 \times \left(\frac{(1,236 + 0,8) \times 0,228}{2} \right)$$

$$= 0,086 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dengan menggunakan rata-rata maka didapat nilai debit aliran yang berada di hulu dengan pengambilan kecepatan di sebelah kiri dengan 5 kali percobaan, maka nilai debit sebagai berikut:

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

$$= \frac{0,088 + 0,084 + 0,086 + 0,088 + 0,086}{5}$$

$$= 0,086 \text{ m}^3/\text{detik}$$

b. Sisi tengah aliran

1) Percobaan 1

$$Q_1 = V \times A$$

$$= 0,402 \times \left(\frac{(1,236 + 0,8) \times 0,228}{2} \right)$$

$$= 0,093 \text{ m}^3/\text{detik}$$

2) Percobaan 2

$$Q_2 = V \times A$$

$$= 0,410 \times \left(\frac{(1,236 + 0,8) \times 0,228}{2} \right)$$

$$= 0,095 \text{ m}^3/\text{detik}$$

3) Percobaan 3

$$Q_3 = V \times A$$

$$= 0,396 \times \left(\frac{(1,236 + 0,8) \times 0,228}{2} \right)$$

$$= 0,092 \text{ m}^3/\text{detik}$$

4) Percobaan 4

$$Q_4 = V \times A$$

$$= 0,400 \times \left(\frac{(1,236 + 0,8) \times 0,228}{2} \right)$$

$$= 0,093 \text{ m}^3/\text{detik}$$

5) Percobaan 5

$$Q_5 = V \times A$$

$$= 0,412 \times \left(\frac{(1,236 + 0,8) \times 0,228}{2} \right)$$

$$= 0,096 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dengan menggunakan rata-rata maka didapat nilai debit aliran yang berada di hulu dengan pengambilan kecepatan di sebelah tengah dengan 5 kali percobaan, maka nilai debit sebagai berikut

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

$$= \frac{0,093 + 0,092 + 0,092 + 0,090 + 0,091}{5}$$

$$= 0,092 \text{ m}^3/\text{detik}$$

c. Sisi kanan aliran

1) Percobaan 1

$$\begin{aligned} Q_1 &= V \times A \\ &= 0,421 \times \left(\frac{(1,236 + 0,8) \times 0,228}{2} \right) \\ &= 0,098 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

2) Percobaan 2

$$\begin{aligned} Q_2 &= V \times A \\ &= 0,392 \times \left(\frac{(1,236 + 0,8) \times 0,228}{2} \right) \\ &= 0,091 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

3) Percobaan 3

$$\begin{aligned} Q_3 &= V \times A \\ &= 0,400 \times \left(\frac{(1,236 + 0,8) \times 0,228}{2} \right) \\ &= 0,093 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

4) Percobaan 4

$$\begin{aligned} Q_4 &= V \times A \\ &= 0,414 \times \left(\frac{(1,236 + 0,8) \times 0,228}{2} \right) \\ &= 0,096 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

5) Percobaan 5

$$\begin{aligned} Q_5 &= V \times A \\ &= 0,411 \times \left(\frac{(1,236 + 0,8) \times 0,228}{2} \right) \\ &= 0,095 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Dengan menggunakan rata-rata maka didapat nilai debit aliran yang berada di hulu dengan pengambilan kecepatan di sebelah kiri dengan 5 kali percobaan, maka nilai debit sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Q_{Kanan} &= \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5}{5} \\ &= \frac{0,098 + 0,091 + 0,093 + 0,096 + 0,095}{5} \\ &= 0,095 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Dari tiga rata-rata debit aliran yang berdasarkan titik pengambilan kecepatan maka didapat nilai debit nyata aliran di hilir sepenuhnya sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Q_{H=25} &= \frac{Q_{Kiri} + Q_{Tengah} + Q_{Kanan}}{3} \\ &= \frac{0,086 + 0,094 + 0,095}{3} \\ &= 0,092 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

2. Tinggi peluapan (H) 30 cm

a. Sisi kiri aliran

1) Percobaan 1

$$\begin{aligned} Q_1 &= V \times A \\ &= 0,389 \times \left(\frac{(1,283 + 0,8) \times 0,262}{2} \right) \\ &= 0,090 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

2) Percobaan 2

$$\begin{aligned} Q_2 &= V \times A \\ &= 0,382 \times \left(\frac{(1,283 + 0,8) \times 0,262}{2} \right) \\ &= 0,089 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

3) Percobaan 3

$$Q_3 = V \times A$$

$$= 0,407 \times \left(\frac{(1,283 + 0,8) \times 0,262}{2} \right)$$

$$= 0,094 \text{ m}^3/\text{detik}$$

4) Percobaan 4

$$Q_4 = V \times A$$

$$= 0,396 \times \left(\frac{(1,283 + 0,8) \times 0,262}{2} \right)$$

$$= 0,092 \text{ m}^3/\text{detik}$$

5) Percobaan 5

$$Q_5 = V \times A$$

$$= 0,393 \times \left(\frac{(1,283 + 0,8) \times 0,262}{2} \right)$$

$$= 0,091 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dengan menggunakan rata-rata maka didapat nilai debit aliran yang berada di hulu dengan pengambilan kecepatan di sebelah kiri dengan 5 kali percobaan, maka nilai debit sebagai berikut:

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

$$= \frac{0,090 + 0,089 + 0,094 + 0,092 + 0,091}{5}$$

$$= 0,091 \text{ m}^3/\text{detik}$$

b. Sisi tengah aliran

1) Percobaan 1

$$Q_1 = V \times A$$

$$= 0,422 \times \left(\frac{(1,283 + 0,8) \times 0,262}{2} \right)$$

$$= 0,098 \text{ m}^3/\text{detik}$$

2) Percobaan 2

$$Q_2 = V \times A$$

$$= 0,3436 \times \left(\frac{(1,283 + 0,8) \times 0,262}{2} \right)$$

$$= 0,101 \text{ m}^3/\text{detik}$$

3) Percobaan 3

$$Q_3 = V \times A$$

$$= 0,466 \times \left(\frac{(1,283 + 0,8) \times 0,262}{2} \right)$$

$$= 0,108 \text{ m}^3/\text{detik}$$

4) Percobaan 4

$$Q_4 = V \times A$$

$$= 0,444 \times \left(\frac{(1,283 + 0,8) \times 0,262}{2} \right)$$

$$= 0,103 \text{ m}^3/\text{detik}$$

5) Percobaan 5

$$Q_5 = V \times A$$

$$= 0,441 \times \left(\frac{(1,283 + 0,8) \times 0,262}{2} \right)$$

$$= 0,102 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dengan menggunakan rata-rata maka didapat nilai debit aliran yang berada di hulu dengan pengambilan kecepatan di sebelah tengah dengan 5 kali percobaan, maka nilai debit sebagai berikut:

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

$$= \frac{0,098 + 0,101 + 0,108 + 0,103 + 0,102}{5}$$

$$= 0,103 \text{ m}^3/\text{detik}$$

c. Sisi kanan aliran

1) Percobaan 1

$$Q_1 = V \times A$$

$$= 0,546 \times \left(\frac{(1,283 + 0,8) \times 0,262}{2} \right)$$

$$= 0,127 \text{ m}^3/\text{detik}$$

2) Percobaan 2

$$Q_2 = V \times A$$

$$= 0,540 \times \left(\frac{(1,283 + 0,8) \times 0,262}{2} \right)$$

$$= 0,125 \text{ m}^3/\text{detik}$$

3) Percobaan 3

$$Q_3 = V \times A$$

$$= 0,56 \times \left(\frac{(1,283 + 0,8) \times 0,262}{2} \right)$$

$$= 0,130 \text{ m}^3/\text{detik}$$

4) Percobaan 4

$$Q_4 = V \times A$$

$$= 0,553 \times \left(\frac{(1,283 + 0,8) \times 0,262}{2} \right)$$

$$= 0,128 \text{ m}^3/\text{detik}$$

5) Percobaan 5

$$Q_5 = V \times A$$

$$= 0,553 \times \left(\frac{(1,283 + 0,8) \times 0,262}{2} \right)$$

$$= 0,128 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dengan menggunakan rata-rata maka didapat nilai debit aliran yang berada di hulu dengan pengambilan kecepatan di sebelah kanan dengan 5 kali percobaan, maka nilai debit sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Q_{Kanan} &= \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5}{5} \\ &= \frac{0,127 + 0,125 + 0,130 + 0,128 + 0,128}{5} \end{aligned}$$

$$= 0,128 \text{ m}^3 / \text{detik}$$

Dari tiga rata-rata debit nyata aliran yang berdasarkan titik pengambilan kecepatan maka didapat nilai debit aliran di hilir sepenuhnya sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Q_{H=30} &= \frac{Q_{Kiri} + Q_{Tengah} + Q_{Kanan}}{3} \\ &= \frac{0,091 + 0,103 + 0,128}{3} \\ &= 0,107 \text{ m}^3 / \text{detik} \end{aligned}$$

3. Tinggi peluapan (H) 38 cm

a. Sisi kiri aliran

1) Percobaan 1

$$\begin{aligned} Q_1 &= V \times A \\ &= 0,496 \times \left(\frac{(1,390 + 0,8) \times 0,3}{2} \right) \\ &= 0,115 \text{ m}^3 / \text{detik} \end{aligned}$$

2) Percobaan 2

$$\begin{aligned} Q_2 &= V \times A \\ &= 0,478 \times \left(\frac{(1,390 + 0,8) \times 0,3}{2} \right) \\ &= 0,111 \text{ m}^3 / \text{detik} \end{aligned}$$

3) Percobaan 3

$$\begin{aligned} Q_3 &= V \times A \\ &= 0,498 \times \left(\frac{(1,390 + 0,8) \times 0,3}{2} \right) \\ &= 0,116 \text{ m}^3 / \text{detik} \end{aligned}$$

4) Percobaan 4

$$\begin{aligned} Q_4 &= V \times A \\ &= 0,482 \times \left(\frac{(1,390 + 0,8) \times 0,3}{2} \right) \end{aligned}$$

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

5) Percobaan 5

$$\begin{aligned} Q_5 &= V \times A \\ &= 0,459 \times \left(\frac{(1,390 + 0,8) \times 0,3}{2} \right) \\ &= 0,107 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Dengan menggunakan rata-rata maka didapat nilai debit aliran yang berada di hilir dengan pengambilan kecepatan di sebelah kiri sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Q_{Kiri} &= \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5}{5} \\ &= \frac{0,115 + 0,111 + 0,116 + 0,112 + 0,107}{5} \\ &= 0,112 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

b. Sisi Tengah aliran

1) Percobaan 1

$$\begin{aligned} Q_1 &= V \times A \\ &= 0,5 \times \left(\frac{(1,390 + 0,8) \times 0,3}{2} \right) \\ &= 0,116 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

2) Percobaan 2

$$\begin{aligned} Q_2 &= V \times A \\ &= 0,561 \times \left(\frac{(1,390 + 0,8) \times 0,3}{2} \right) \\ &= 0,130 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

3) Percobaan 3

$$\begin{aligned} Q_3 &= V \times A \\ &= 0,467 \times \left(\frac{(1,390 + 0,8) \times 0,3}{2} \right) \end{aligned}$$

$$= 0,108 \text{ m}^3/\text{detik}$$

4) Percobaan 4

$$\begin{aligned} Q_4 &= V \times A \\ &= 0,511 \times \left(\frac{(1,390 + 0,8) \times 0,3}{2} \right) \\ &= 0,119 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

5) Percobaan 5

$$\begin{aligned} Q_5 &= V \times A \\ &= 0,511 \times \left(\frac{(1,390 + 0,8) \times 0,3}{2} \right) \\ &= 0,119 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Dengan menggunakan rata-rata maka didapat nilai debit aliran yang berada di hulu dengan pengambilan kecepatan di sebelah tengah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Q_{Tengah} &= \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5}{5} \\ &= \frac{0,116 + 0,130 + 0,108 + 0,119 + 0,119}{5} \\ &= 0,118 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

c. Sisi kanan aliran

1) Percobaan 1

$$\begin{aligned} Q_1 &= V \times A \\ &= 0,65 \times \left(\frac{(1,390 + 0,8) \times 0,3}{2} \right) \\ &= 0,151 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

2) Percobaan 2

$$\begin{aligned} Q_2 &= V \times A \\ &= 0,651 \times \left(\frac{(1,390 + 0,8) \times 0,3}{2} \right) \end{aligned}$$

$$= 0,151 \text{ m}^3/\text{detik}$$

3) Percobaan 3

$$\begin{aligned} Q_3 &= V \times A \\ &= 0,656 \times \left(\frac{(1,390 + 0,8) \times 0,3}{2} \right) \\ &= 0,152 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

4) Percobaan 4

$$\begin{aligned} Q_4 &= V \times A \\ &= 0,652 \times \left(\frac{(1,390 + 0,8) \times 0,3}{2} \right) \\ &= 0,151 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

5) Percobaan 5

$$\begin{aligned} Q_5 &= V \times A \\ &= 0,536 \times \left(\frac{(1,390 + 0,8) \times 0,3}{2} \right) \\ &= 0,124 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Dengan menggunakan rata-rata maka didapat nilai debit aliran yang berada di hulu dengan pengambilan kecepatan di sebelah kanan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Q_{Kanan} &= \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5}{5} \\ &= \frac{0,151 + 0,151 + 0,152 + 0,151 + 0,124}{5} \\ &= 0,146 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Dari tiga rata-rata debit nyat aliran yang berdasarkan titik pengambilan kecepatan maka nilai debit aliran di hilir sepenuhnya sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Q_{H=38} &= \frac{Q_{Kiri} + Q_{Tengah} + Q_{Kanan}}{3} \\ &= \frac{0,112 + 0,118 + 0,146}{3} \end{aligned}$$

$$= 0,125 \text{ m}^3 / \text{detik}$$

Rekapitulasi hasil analisis perhitungan debit aliran di hilir dapat dilihat pada Tabel 5.6 berikut:

Tabel 5. 6 Rekapitulasi Hasil Analisis Perhitungan Debit Aliran Nyata di Hilir

No	Tinggi Peluapan (meter)	Debit (m ³ /detik)	Debit (liter/detik)
1	21	0,090	90,165
2	23	0,094	94,033
3	24	0,092	91,567
4	25	0,092	91,881
5	27	0,097	97,128
6	29	0,104	104,029
7	30	0,107	107,201
8	32	0,113	112,539
9	34	0,118	117,692

Lanjutan Tabel 5. 6 Rekapitulasi Hasil Analisis Perhitungan Debit Aliran Nyata di Hilir

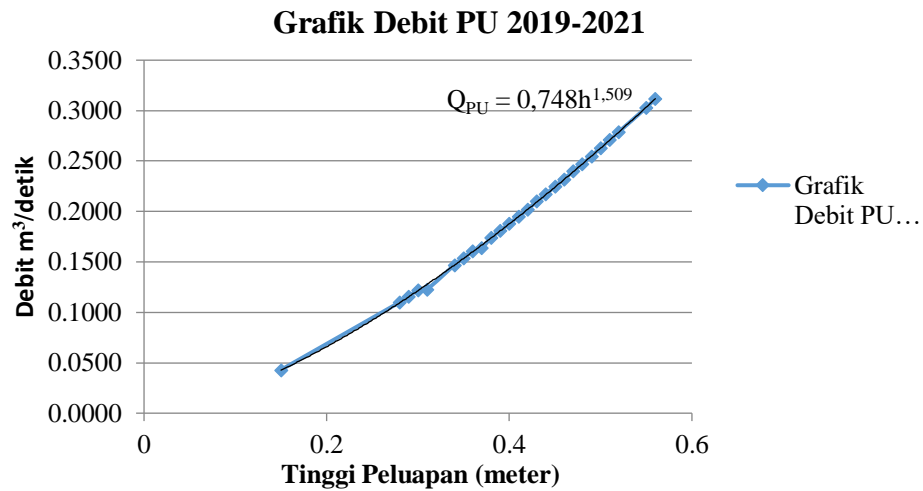
No	Tinggi Peluapan (meter)	Debit (m ³ /detik)	Debit (liter/detik)
10	37	0,124	124,377
11	38	0,125	125,460
12	40	0,130	130,040
13	42	0,135	134,868
14	44	0,137	136,709
15	46	0,140	140,052
16	47	0,142	141,692
17	48	0,144	143,595
18	49	0,147	147,015
19	50	0,150	149,955
20	51	0,152	152,321
21	52	0,155	154,813
22	53	0,157	157,241

5.2.5. Analisis Kalibrasi Bangunan Ukur Debit *Cipoletti* di Bendung Dadapan

Analisis kalibrasi bangunan ukur *Cipoletti* di Bendung Dadapan dilakukan dengan membandingkan data debit yang berbeda yaitu data debit sekunder yang berasal dari Dinas Pekerjaan Umum, Perumahan dan Energi Sumber Daya Mineral Provinsi Yogyakarta dengan data debit nyata yang diambil di hulu aliran. Dari data debit tersebut didapat persamaan debit yang bervariasi walau dengan parameter yang sama yaitu $b = 0,4$ dan $C_d = 0,63$. Persamaan tersebut didapat menggunakan *power equation*, hasil persamaan debit sebagai berikut.

1. Persamaan Debit Sekunder (Q_{PU})

Besaran debit hasil rekapitulasi pada Tabel 5.3 kemudian dijadikan grafik, dari grafik tersebut persamaan debit di dapatkan dengan menggunakan *power equation*. Grafik Rekapitulasi Debit Sekunder (Q_{PU}) dapat dilihat pada Gambar 5.4 berikut.

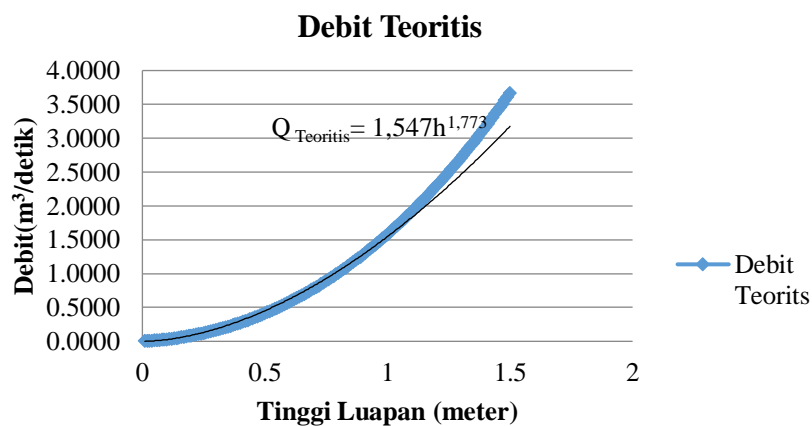


Gambar 5. 4 Grafik Debit PU 2019-2021

Dari Gambar 5.4 dengan bantuan *power equation* didapat persamaan debit sebesar $Q_{PU} = 0,748h^{1,509}$.

2. Persamaan Debit Teoritis

Besaran debit teoritis di dapatkan pada Tabel 5.8 kemudian dijadikan grafik, dari grafik tersebut persamaan debit di dapatkan dengan menggunakan *power equation*. Grafik Rekapitulasi Debit Teoritis ($Q_{Teoritis}$) dapat dilihat pada Gambar.5.5 berikut.

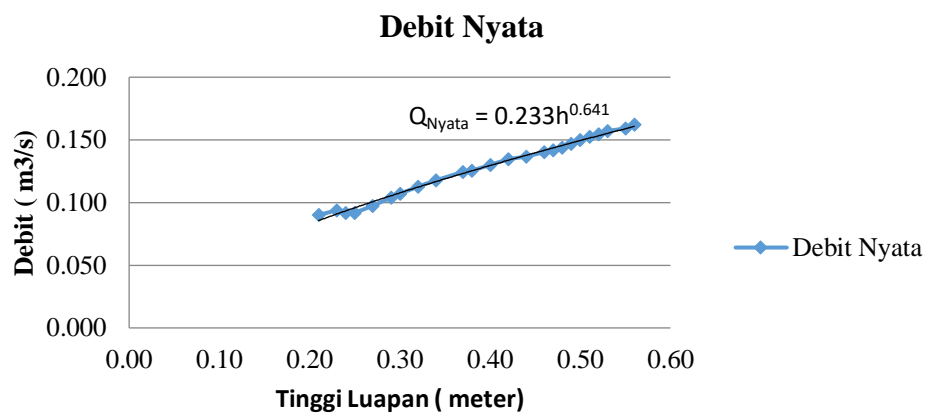


Gambar 5. 5 Grafik Debit Teoritis

Dari Gambar 5.5 dengan bantuan *power equation* didapat persamaan debit sebesar $Q_{\text{Teoritis}} = 1,547 h^{1,773}$

3. Persamaan Debit Nyata (Q_{Nyata})

Besaran debit hasil rekapitulasi pada Tabel 5.15 kemudian dijadikan grafik, dari grafik tersebut persamaan debit di dapatkan dengan menggunakan *power equation*. Grafik Rekapitulasi Debit Nyata (Q_{Nyata}) dapat dilihat pada Gambar. 5.6



Gambar 5. 6 Grafik Debit Nyata Aliran

Dari Gambar 5.6 dengan bantuan *power equation* didapat persamaan debit sebesar $Q_{\text{Nyata}} = 0,233 h^{0,641}$

Hasil dari persamaan memiliki nilai yang berbeda beda tersebut di kalibrasi dengan cara meminimumkan jumlah kuadrat dari selisih antara kedua persamaan atau disebut juga mendefersensialkan jumlah kuadrat dari selisih tersebut ke koefisien. Proses tersebut guna menyamakan pangkat persamaan, hal itu akan menghasilkan nilai koefisien yang baru. Persamaan yang digunakan sebagai tolak ukur yaitu persamaan Q_{Nyata} . Persamaan tersebut memiliki nilai pangkat “h” sebesar “0,641” persamaan debit nyata yang sebagai tolak ukur nantinya akan dicari selisih dengan persamaan debit PU, untuk mencari selisih antara kedua persamaan dapat menggunakan dasar Persamaan 3. 13 berikut.

$$\frac{d}{da} \sum_{i=1}^k (Q_{Pu} - Q_{Nyata})^2 = 0$$

$$\frac{d}{da} \sum_{i=1}^k (Q_{Pu} - a \times h^{0,641})^2 = 0$$

dengan:

Q = debit (m^3/detik)

a = koefisien baru

h = tinggi peluapan (meter)

Persamaan tersebut digunakan untuk mendapatkan nilai koefisien baru. Koefisien baru didapat dengan cara penyamaan pangkat pada persamaan Q_{PU} terhadap Q_{Nyata} sebagai berikut.

Untuk mendapatkan nilai koefisien baru dilakukan dengan cara mendiferensialkan jumlah kuadrat dari selisih sehingga mendapatkan persamaan sebagai berikut.

$$\frac{d}{da} \sum_{i=1}^k (Q_{PU} - Q_{Nyata})^2 = 0$$

$$\frac{d}{da} \sum_{i=1}^k (Q_{PU} - a \times h^{0,641})^2 = 0$$

$$a = \frac{\sum_{i=1}^k h^{0,641} \times Q_{Pu}}{\sum_{i=1}^k h^{1,282}}$$

Dari persamaan tersebut didapat nilai $\sum_{i=1}^k h^{0,641} \times Q_{PU}$ dan $\sum_{i=1}^k h^{1,282}$, dimana dapat dilihat pada Tabel 5.9 berikut.

Tabel 5. 7 Mencari Nilai Koefisien “A” pada Q_{PU}

Debit PU			Menentukan Nilai A		
H (cm)	H (meter)	Q (m ³ /detik)	H ^{0,641}	H ^{1,282}	Q x H ^{0,641}
15	0,150	0,043	0,296	0,001	0,001
28	0,280	0,110	0,442	0,011	0,012
29	0,290	0,116	0,452	0,012	0,013
30	0,300	0,122	0,462	0,014	0,014
31	0,310	0,123	0,472	0,016	0,015
34	0,340	0,147	0,501	0,022	0,022
35	0,350	0,154	0,510	0,024	0,024
36	0,360	0,161	0,520	0,027	0,026
37	0,370	0,164	0,529	0,029	0,028
38	0,380	0,174	0,538	0,032	0,031
39	0,390	0,181	0,547	0,035	0,034
40	0,400	0,188	0,556	0,039	0,037
41	0,410	0,195	0,565	0,042	0,040
42	0,420	0,202	0,573	0,046	0,043
43	0,430	0,210	0,582	0,050	0,047
44	0,440	0,217	0,591	0,054	0,051
45	0,450	0,225	0,599	0,059	0,055
46	0,460	0,232	0,608	0,064	0,059
47	0,470	0,240	0,616	0,069	0,063
48	0,480	0,247	0,625	0,074	0,067
49	0,490	0,255	0,633	0,080	0,072
50	0,500	0,263	0,641	0,086	0,077
51	0,510	0,271	0,649	0,092	0,082
52	0,520	0,279	0,658	0,098	0,088
55	0,550	0,303	0,682	0,120	0,105
56	0,560	0,312	0,690	0,128	0,112
Jumlah				8,323	3,014

Dari Tabel 5.9 nilai “a” dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$a = \frac{\sum_{i=1}^k h^{0,641} \times Q_{PU}}{\sum_{i=1}^k h^{1,282}}$$

$$a = 3,014 / 8,323$$

$$a = 0,362$$

5.3. Pembahasan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan di lapangan terhadap bangunan *Cipolletti* maka didapatkan beberapa hasil analisis yang dapat menjawab rumusan masalah dari tugas akhir ini.

5.3.1. Pembahasan Hasil Analisis Debit (Q)

Berdasarkan data pengukuran di lapangan kemudian di analisis di dapatkan nilai debit nyata yang diambil di hilir dengan tinggi luapan yang bervariasi. Hasil analisis debit yang didapatkan akan dibandingkan dengan data sekunder dan teori *Cipolletti*.

1. Hasil analisis debit nyata

Bangunan *Cipolletti* dengan tinggi peluapan 25 cm didapatkan nilai debit nyata sebesar 0,092 m³/detik. Besaran debit nyata itu berbeda dengan hasil dari perhitungan debit berdasarkan teori *Cipoletti* dan data sekunder. Berdasarkan teori *Cipoletti* sebesar 0,119 m³/detik sedangkan dari data sekunder tidak didapatkan besaran debit dengan luapan 25 cm pada rekapitulasi debit.

Bangunan *Cipoletti* dengan tinggi peluapan 30 cm didapatkan nilai debit nyata sebesar 0,107 m³/detik. Besaran debit nyata itu berbeda dengan hasil dari perhitungan debit berdasarkan teori *Cipoletti* dan data sekunder. Berdasarkan teori *Cipoletti* sebesar 0,163 m³/detik. sedangkan data sekunder sebesar 0,122 m³/detik.

Bangunan *Cipoletti* dengan tinggi peluapan 38 cm didapatkan nilai debit nyata sebesar 0,125 m³/detik. Besaran debit nyata itu berbeda dengan hasil dari perhitungan debit berdasarkan teori *Cipoletti* dan data sekunder. Berdasarkan teori *Cipoletti* sebesar 0,248 m³/detik sedangkan data sekunder sebesar 0,174 m³/detik.

Bangunan *Cipoletti* dengan tinggi peluapan 48 cm didapatkan nilai debit nyata sebesar 0,144 m³/detik. Besaran debit nyata itu berbeda dengan hasil dari perhitungan debit berdasarkan teori *Cipoletti* dan data sekunder. Berdasarkan teori *Cipoletti* sebesar 0,382 m³/detik sedangkan data sekunder sebesar 0,247 m³/detik. Dari beberapa contoh pembahasan di atas maka perbandingan nilai debit dapat dilihat pada Tabel 5.8 berikut.

Tabel 5. 8 Nilai Debit Nyata di Hilir dengan Debit Secara Teori Cipoletti dan Data Sekunder

Debit Saluran			
H (cm)	Q _{PU} (liter/detik)	Q _{Teori} (liter/detik)	Q _{Nyata} (liter/detik)
21		88,429	90,165
22		95,679	
23		103,194	94,033
24		110,975	91,567
25		119,022	91,881
26		127,338	
27		135,922	97,128
28	110	144,776	
29	116	153,900	104,029
30	122	163,296	107,201
31	123	172,964	
32		182,907	112,539
33		193,125	
34	147	203,619	117,692
35	154	214,391	
36	161	225,442	

Lanjutan Tabel 5.8 Nilai Debit Nyata di Hilir dengan Debit Secara Teori Cipoletti dan Data Sekunder

Debit Saluran			
H (cm)	Q_{PU} (liter/detik)	Q_{Teoritis} (liter/detik)	Q_{Nyata} (liter/detik)
37	164	236,773	124,377
38	174	248,386	125,460
39	181	260,282	
40	188	272,461	130,040
41	195	284,927	
42	202	297,679	134,868
43	210	310,720	
44	217	324,051	136,709
45	225	337,672	
46	232	351,586	140,052
47	240	365,795	141,692
48	247	380,298	143,595
49	255	395,098	147,015
50	263	410,197	149,955
51	271	425,595	152,321
52	279	441,293	154,813
53		457,295	157,241
54		473,600	
55	303	490,210	
56	312	507,128	
57		524,353	
57.5		533,081	
58		541,888	
59		559,733	
60		577,891	

2. Perbandingan nilai debit nyata

Berdasarkan Tabel 5.8 perbandingan nilai debit nyata di hilir dengan debit secara teoritis dan data sekunder dapat dilihat pada Gambar 5.7 dan Tabel 5.9 berikut :

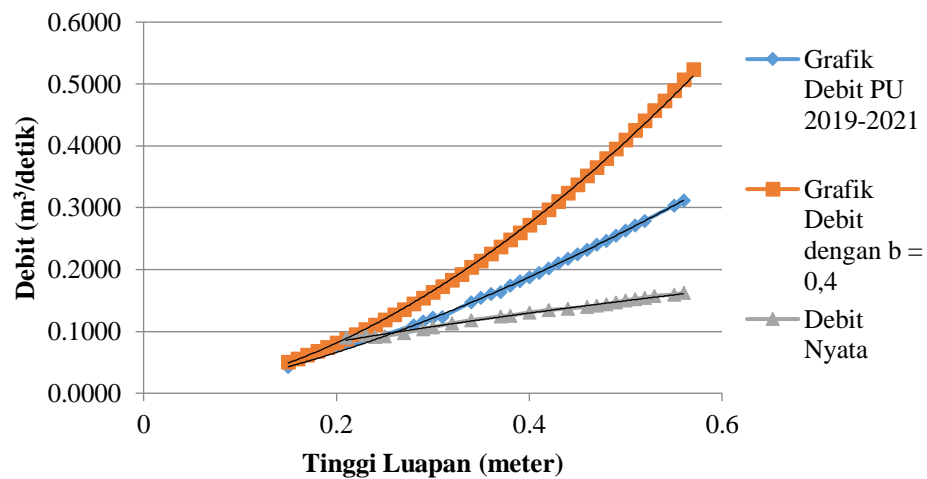
Tabel 5. 9 Perbandingan Nilai Debit Nyata di Hilir dengan Debit Secara Teori Cipolleti dan Data Sekunder

Debit Saluran									
H (cm)	Debit PU (liter/ detik)	Debit Teori (liter/ detik)	Debit Nyata (liter/ detik)	Selisih Debit PU dengan Debit Nyata		Selisih Debit Teoritis dengan Debit Nyata		Selisish Debit Teoritis dengan Debit PU	
				Debit (liter/ detik)	(%)	Debit (liter/ detik)	(%)	Debit (liter/ detik)	(%)
21		88,429	90,165						
22		95,679							
23		103,194	94,033			9,160	8,9		
24		110,975	91,567			19,408	17,5		
25		119,022	91,881			27,141	22,8		
26		127,338							
27		135,922	97,128			38,794	28,5		
28	110	144,776						34,776	24,0
29	116	153,900	104,029	11,971	10,3	49,871	32,4	37,900	24,6
30	122	163,296	107,201	14,799	12,1	56,095	34,4	41,296	25,3
31	123	172,964						49,964	28,9
32		182,907	112,539			70,368	38,5		
33		193,125							
31	123	172,964						49,964	28,9
34	147	203,619	117,692	29,308	19,9	85,927	42,2	56,619	27,8
35	154	214,391						60,391	28,2
36	161	225,442						64,442	28,6
37	164	236,773	124,377	39,623	24,2	112,396	47,5	72,773	30,7
38	174	248,386	125,460	48,540	27,9	122,926	49,5	74,386	29,9
39	181	260,282						79,282	30,5
40	188	272,461	130,040	57,960	30,8	142,421	52,3	84,461	31,0
41	195	284,927						89,927	31,6
42	202	297,679	134,868	67,132	33,2	162,811	54,7	95,679	32,1
43	210	310,720						100,720	32,4
44	217	324,051	136,709	80,291	37,0	187,341	57,8	107,051	33,0
45	225	337,672						112,672	33,4
46	232	351,586	140,052	91,948	39,6	211,535	60,2	119,586	34,0
47	240	365,795	141,692	98,308	41,0	224,103	61,3	125,795	34,4
48	247	380,298	143,595	103,405	41,9	236,703	62,2	133,298	35,1
49	255	395,098	147,015	107,985	42,3	248,084	62,8	140,098	35,5
50	263	410,197	149,955	113,045	43,0	260,242	63,4	147,197	35,9

Lanjutan Tabel 5.9. Perbandingan Nilai Debit Nyata di Hilir dengan Debit Secara Teori *Cipolletti* dan Data Sekunder

Debit Saluran									
H (cm)	Debit PU (liter/detik)	Debit Teori (liter/detik)	Debit Nyata (liter/detik)	Selisih Debit PU dengan Debit Nyata		Selisih Debit Teoritis dengan Debit Nyata		Selisih Debit Teoritis dengan Debit PU	
				Debit (liter/detik)	(%)	Debit (liter/detik)	(%)		
51	271	425,595	152,321	118,679	43,8	273,274	64,2	154,595	36,3
52	279	441,293	154,813	124,187	44,5	286,480	64,9	162,293	36,8
53		457,295	157,241			300,054	65,6		
54		473,600							
55	303	490,210						187,210	38,2
56	312	507,128						195,128	38,5
57		524,353							
57.5		533,081							
58		541,888							
59		559,733							
60		577,891							

Perbandingan Persamaan Debit



Gambar 5. 7 Grafik Perbandingan Nilai Debit

Berdasarkan Tabel 5.11 dan Gambar 5.7 dapat diketahui bahwa nilai debit nyata yang didapat dari pengukuran di lapangan memiliki selisih 20%-44,5% dari data sekunder, jadi semakin tinggi luapan aliran semakin tinggi juga selisih antara

debit perhitungan dengan debit yang diperoleh dari data sekunder. Hasil tersebut kemungkinan dipengaruhi oleh beberapa hal sebagai berikut:

- a. Pembacaan tinggi peluapan yang dilakukan penjaga operasi tidak menggunakan papan duga atau *peil scale* tetapi secara manual dengan bantuan kayu sehingga mempengaruhi debit PU.
- b. Saluran irigasi dalam kondisi yang kurang baik karena adanya retak, dan keropos pada saluran. Hal tersebut merupakan penyebab kehilangan volume air sehingga terjadi perbedaan debit di hulu dan di hilir.
- c. Besaran koefien debit yang digunakan sudah tidak relevan pada persamaan perhitungan debit *Cipoletti* yang dimiliki oleh Dinas Pekerjaan Umum, Perumahan dan Energi Sumber Daya Mineral Provinsi Yogyakarta sehingga perlu adanya kalibrasi pada tabel pembacaan debit.
- d. Penutupan pintu penguras kantong lumpur mengakibatkan adanya endapan pada saluran sehingga mempengaruhi tinggi muka air. Hal ini menyebabkan adanya selisih antara debit PU dengan debit nyata di lapangan yang begitu besar. Dimana debit PU didapat dari penghitungan persamaan debit yang menggunakan parameter tinggi muka air.

5.3.2. Pembahasan Hasil Analisis Debit di Hilir dengan di Hulu

Secara teori debit yang dihasilkan di hilir akan sama dengan yang dihasilkan di hulu. Berdasarkan data pengukuran di lapangan kemudian di analisis di dapatkan nilai debit nyata yang diambil di hilir dengan di hulu terjadi perbedaan. Perbedaan tersebut akan dibahas sebagai berikut.

1. Hasil analisis debit di hilir dan di hulu

Penelitian ini dilakukan di hulu dan di hilir aliran guna dalam menentukan nilai debit keduanya dan selisih antar keduanya. Penelitian yang dilakukan di hulu sebanyak 4 kali percobaan dengan variasi tinggi peluapan yang bermacam-macam. Sedangkan penelitian yang dilakukan di hilir sebanyak 22 kali percobaan, tetapi dalam menentukan selisih antara debit di hulu dan hilir hanya mengambil 4 kali percobaan sesuai dengan penelitian yang dilakukan di hilir.

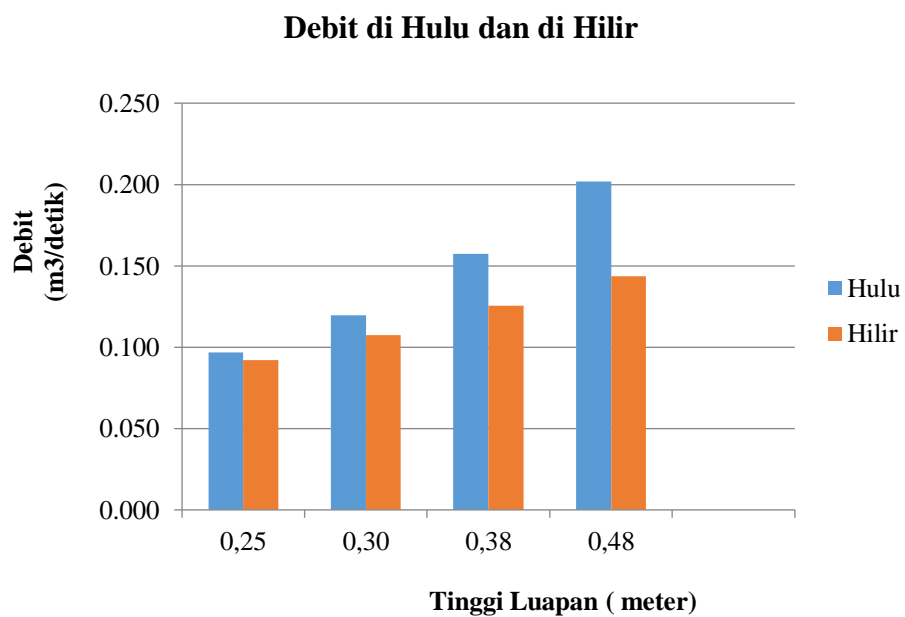
Hasil debit maksimal di hulu pada penelitian ini sebesar 0,202 m³/detik sedangkan di hilir sebesar 0,144 m³/detik dengan tinggi peluapan 48 cm. Hasil debit minimum di hulu pada penelitian ini sebesar 0,097 m³/detik sedangkan di hilir sebesar 0,092 m³/detik dengan tinggi peluapan 25 cm. Jika ditinjau dari 4 percobaan maka besaran debit di hulu memiliki rata rata sebesar 0,144 m³/detik sedangkan di hilir memiliki rata rata 0,117 m³/detik. Dari pembahasan di atas perbedaan debit antara di hulu dan hilir dapat dilihat pada Tabel 5.10 berikut.

Tabel 5. 10 Debit di Hulu dan di Hilir

No	Tinggi Peluapan (meter)	Hulu		Hilir	
		Debit (m ³ /detik)	Debit (liter/detik)	Debit (m ³ /detik)	Debit (liter/detik)
1	0,25	0,097	96,690	0,092	91,881
2	0,30	0,120	119,625	0,107	107,201
3	0,38	0,157	157,410	0,125	125,460
4	0,48	0,202	201,768	0,144	143,595

2. Perbandingan debit di Hulu dan di Hilir

Berdasarkan Tabel 5.10 perbandingan debit di hulu dan di hilir dapat dilihat pada Gambar 5.8 berikut.



Gambar 5. 8 Grafik Perbandingan Debit di Hulu dan di Hilir

Berdasarkan dari grafik di atas dapat diketahui perbedaan nilai debit dan selisih antara debit di hulu dengan debit di hilir. Untuk lebih jelasnya selisih nilai debit dapat dilihat pada Tabel 5.11 berikut.

Tabel 5. 11 Selisih Nilai Debit di Hulu dengan di Hilir

No	Tinggi Luapan (cm)	Hulu		Hilir		Selisih	
		Debit (m ³ /detik)	Debit (liter/detik)	Debit (m ³ /detik)	Debit (liter/detik)	Debit (m ³ /detik)	Persentase (%)
1	25	0,097	96,690	0,092	91,881	0,005	4,973
2	30	0,120	119,625	0,107	107,201	0,012	10,386
3	38	0,157	157,410	0,125	125,460	0,032	20,297
4	48	0,202	201,768	0,144	143,595	0,058	28,831

Berdasarkan Tabel 5.11 dilakukan 4 kali percobaan dan didapat perbedaan debit antara di hulu dan di hilir. Selisih atau kehilangan air yaitu sebesar 4,97% untuk tinggi peluapan 25 cm, 10,39% untuk tinggi peluapan 30 cm, 20,3% untuk tinggi peluapan 38 cm, dan 28,83% untuk tinggi peluapan 48 cm. Sehingga bisa dikatakan bahwa semakin tinggi luapan air maka semakin tinggi pula selisih kehilangan air yang terjadi antara di hulu dan di hilir. Hal tersebut disebabkan adanya rembesan pada hilir aliran dikarenakan dinding saluran terbuat dari batu kali, sehingga mudah terjadi gerusan pada dinding saluran.

5.3.3. Pembahasan Hasil Analisis Kalibrasi

Hasil analisis kalibrasi berupa koefisien baru, dimana koefisien baru didapatkan dari persamaan debit yang diperoleh menggunakan *power equation* pada grafik debit kemudian dikalibrasi dengan cara menyamakan pangkat. Penyamaan pangkat dilakukan dengan cara meminimumkan jumlah kuadrat dari selisih antara kedua persamaan atau disebut juga mendeferensialkan jumlah kuadrat dari selisih tersebut kekoefisien. Hasil dari persamaan debit, hasil kalibrasi, dan persamaan debit baru hasil kalibrasi sebagai berikut.

1. Hasil Persamaan Debit

Untuk grafik debit PU (Q_{PU}) dari Gambar 5. 4 didapat persamaan debit PU yaitu $Q_{PU} = 0.748 h^{1,509}$

Untuk grafik debit teoritis (Q_{Teoritis}) dari Gambar 5. 5 didapat persamaan debit teoritis yaitu $Q_{\text{Teoritis}} = 1,547 h^{1,773}$

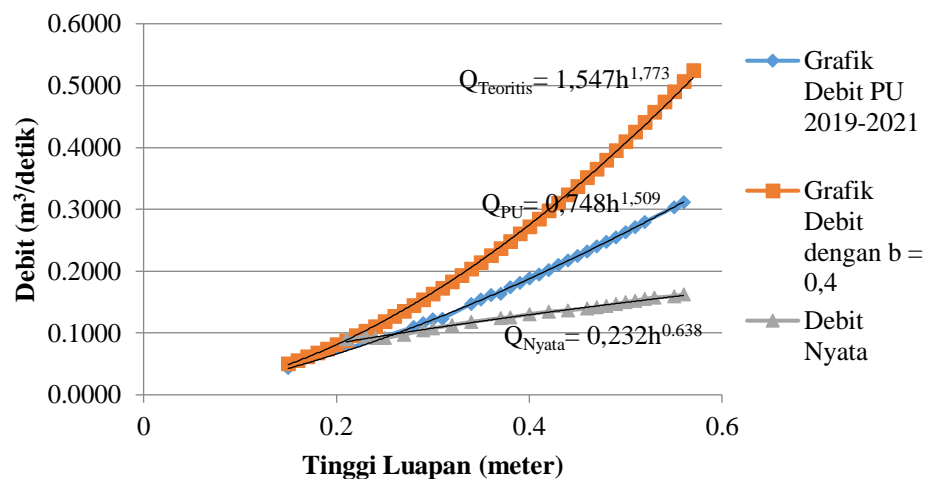
Untuk grafik debit nyata (Q_{Nyata}) dari Gambar 5. 6 didapat persamaan debit nyata yaitu $Q_{\text{Nyata}} = 0,233 h^{0,641}$

Dari hasil pembahasan rekapitulasi persamaan debit dilihat pada Tabel 5.12 dan dapat dilihat pada Gambar 5.9 berikut.

Tabel.5. 12 Rekapitulasi Persamaan Debit

Debit	PU	Teoritis	Nyata
Persamaan	$Q_{\text{PU}} = 0,748h^{1,509}$	$Q_{\text{Teoritis}} = 1,547h^{1,773}$	$Q_{\text{Nyata}} = 0,233h^{0,641}$

Perbandingan Persamaan Debit



Gambar.5. 9 Grafik Perbandingan Persamaan Debit

2. Koefisien Hasil Kalibrasi terhadap Debit Teoritis

Untuk hasil koefisien dengan parameter $B = 0,4$ meter yang didapat dari kalibrasi debit PU terhadap debit teoritis maka besaran koefisien hasil kalibrasi sebesar 0,3602. Hasil pembahasan di atas maka didapatkan persamaan debit hasil kalibrasi yang dapat dilihat pada Tabel 5.13 berikut.

Tabel 5. 13 Persamaan Debit Hasil Kalibrasi dengan B=0.4

Keterangan	PU	Nyata
Persamaan Lama	$Q_{PU} = 0,748h^{1,509}$	$Q_{Nyata} = 0,232h^{0,638}$
Kalibrasi	Terhadap Debit Nyata	
Pesamaan Hasil Kalibrasi	$Q_{PU} 0,3602h^{0,638}$	$Q_{Nyata} = 0,232h^{0,638}$

3. Persamaan Debit Hasil Kalibrasi

Berdasarkan Tabel 5.13 didapatkan persamaan debit hasil kalibrasi dengan $b = 0,4$ meter. Sehingga tanpa mempertimbangkan lebar bangunan maka didapat persamaan yang dapat dilihat pada Tabel 5.14 berikut.

Tabel 5. 14 Persamaan Debit Hasil Kalibrasi

Keterangan	PU	Nyata
Persamaan Lama	$Q_{PU} = 0,748h^{1,509}$	$Q_{Nyata} = 0,233h^{0,638}$
Pesamaan Hasil Kalibrasi dengan B=0.4	$Q_{PU} 0,3602h^{0,638}$	$Q_{Nyata} = 0,233h^{0,638}$
Persamaan Debit Hasil Kalibrasi	$Q_{PU} 0,9 b h^{0,638}$	$Q_{Nyata} = 0,5755 b h^{0,638}$

Berdasarkan Tabel 5.14 nilai koefisien persamaan debit PU perlu dikalibrasi yaitu dari 0,9 menjadi 0,5755 sehingga persamaan baru yang dapat digunakan dalam menghitung debit *Cipoletti* pada Saluran Irigasi Bendung Dadapan adalah $Q = 0,5755 b h^{0,641}$. Kalibrasi yang dilakukan terhadap debit PU dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu perbedaan debit PU dengan debit nyata yang cukup besar. Hal itu dikarenakan debit PU didapat berdasarkan perhitungan dengan menggunakan parameter ketinggian sedangkan debit nyata didapat berdasarkan perhitungan di lapangan dengan parameter kecepatan aliran dan luas tampang basah.

BAB VI

KESIMPULAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian di Bendung Dadapan serta setelah melaksanakan analisis dan pembahasan, maka dari tugas akhir ini dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu :

1. Debit nyata di lapangan didapat lebih kecil dari pada debit PU (data sekunder) dimana memiliki selisih antara 10%- 48 % dengan variasi tinggi pembacaan dari 15cm- 57,5cm
2. Aliran di hulu dan di hilir memiliki perbedaan atau kehilangan air mulai dari 4,97% untuk tinggi peluapan 25 cm, 10,39% untuk tinggi peluapan 30 cm, 20,3% untuk tinggi peluapan 38 cm, dan 28,83% untuk tinggi peluapan 48 cm.
3. Nilai koefisien hasil kalibrasi sebesar 0,5755, sehingga persamaan baru yang dapat digunakan dalam menghitung debit *Cipoletti* pada Saluran Irigasi Bendung Dadapan adalah $Q = 0,5755 b h^{0,638}$.

6.2. Saran

Berdasarkan pengalaman penyusun selama melaksanakan penelitian di Bendung Dadapan, terdapat beberapa kendala sehingga dapat menjadi saran untuk penelitian selanjutnya. Beberapa kendala dalam penelitian yang penyusun temukan yaitu saat pengukuran kecepatan pada tinggi muka air yang besar. Hal tersebut dikarenakan alat ukur current meter yang sangat berat maka perlu keseimbangan dalam memegang alat ukur, jika tidak ada keseimbangan maka dapat mempengaruhi nilai kecepatan. Saran yang diajukan ialah pengambilan data yang dilakukan sangatlah banyak agar didapat nilai yang lebih akurat.

Kedua, kecepatan aliran yang kencang berakibat dalam pembacaan tinggi muka air. Hal itu dikarenakan dalam pembacaan tinggi muka air menggunakan penggaris sehingga perlu dilakukan pembacaan berulang-ulang. Saran yang

diajukan ialah memasang *peil scale* pada saluran sehingga mempermudah dalam pembacaan terlebih bagi penjaga operasi Bendung Dadapan.



DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2013. *Standar Perencanaan Irigasi KP – 01*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Anuz, M. 2019. Analisis Kerusakan Saluran Primer di Sigaso Kecamatan Atinggola Kabupaten Gorontalo Utara. *Radial*. Vol 7 No 1 .Gorontalo.
- Aprilian, Z. 2016. Perancangan Model Eksperimental Alat Ukur Amnbang Lebar Tipe Faiyum. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Febrianto, W. 2018. Perbandingan Koefisien Debit dengan Lebar Saluran Berbeda Menggunakan Uji Fisik Peluap Persegi Panjang dan V-Notch. (Tidak diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Gandakoesuma .1981. *Definisi Irigasi*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Grag, S.K. 1982. *Irrigation Enggineering and Hydraulic Structures*. Khanan Publisher. New Delhi.
- Jamaluddin. 2017. Kalibrasi Bangunan ukur Debit Daerah Irigasi Boro Kab.Purworejo. *Thesis*. Teknik Sipil-Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Purworejo. Purworejo.
- Kadar, S. 2019. Analisa Kalibrasi Bangunan Ukur Debit Pada Daerah Irigasi Bissua Kabupatn Gowa. *Flyover. Volume 3 Issue 2*. Universitas Muslim Indonesia. Makasar.
- Mawardi, E. 2007. *Desain Hidraulik Bangunan Irigasi*. AIT Badan Penerbit Alfabeta. Bandung.
- Nurrochmad, F. 2005. Analisa Kalibrasi Bangunan Ukur Debit Cipoletti. *Media Teknik*. Tahun. XXVII No 3. FT UGM. Yogyakarta.
- Peraturan Pemerintah No. 20. 2006. Irigsi. (PP No. 20 Bab 1 Pasal 1: 2006). Legal Agency.

- Rianto, D. 2016. Pengaruh Sedimentasi terhadap Koefisien Debit pada Alat Ukur Faiyum. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Risman. 2017. Kajian Perilaku Debit Alat UKur Ambang Lebar Terhadap Profil Aliran. *Bangunan Rekapirma*. Vol.03/2/Oktober. Politeknik Negrei Semarang. Semarang
- Standar Nasional Indonesia. 2015. Tata Cara Pengukuran Debit Aliran Sungai dan Saluran Terbuka Menggunakan Alat Ukur Arus dan Pelampung. (SNI 8066: 2015) Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. ANDI Offset. Yogyakarta.
- Susetyaningsih, A., dan Permana, S. 2017. Pengaruh Sedimentasi Terhadap Penyaluran Debit pada Daerah Irigasi Cimanuk. *Jurnal Konstruksi*. Vol. 14 No. 1. Garut.
- Triadmojo, B. 1993. *Hidraulika II*. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Triadmojo, B. 1994. *Hidraulika I*. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Triadmojo, B. 2008. *Hidrologi Terapan*. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.



LAMPIRAN TUGAS AKHIR

A4

الجمعة، الأستد الاندو

Lampiran. 1 Data Aliran di Hulu dan Hilir dengan Tinggi luapan 25 cm

Titik Lokasi	TMA (cm)	Metode Pengukuran Kecepatan	Kecepatan (m/s)									Lebar Penampang Basah (cm)	
			0.8 dari Permukaan			0.2 dari Permukaan			0.6 dari Permukaan			Permukaan	Dasar
			Titik A	Titik B	Titik C	Titik A	Titik B	Titik C	Titik A	Titik B	Titik C		
Hulu	110	Dua Tiik	0,101	0,101	0.112	0.127	0.131	0.134				75	75
			0,108	0,101	0.116	0.121	0.131	0.130					
			0,103	0,095	0.117	0.100	0.125	0.135					
			0,102	0,104	0.111	0.127	0.130	0.149					
			0,095	0,116	0.101	0.125	0.129	0.139					
Hilir	22,8	Satu Titik							0.378	0.402	0.421	123.6	80
									0.361	0.41	0.392		
									0.371	0.396	0.4		
									0.381	0.400	0.414		
									0.371	0.412	0.411		

Lampiran. 2 Data Aliran di Hulu dengan Tinggi Luapan 30 cm

Titik Lokasi	TMA (cm)	Metode Pengukuran Kecepatan	Kecepatan (m/s)									Lebar Penampang Basah (cm)	
			0.8 dari Permukaan			0.2 dari Permukaan			0.6 dari Permukaan			Permukaan	Dasar
			Titik A	Titik B	Titik C	Titik A	Titik B	Titik C	Titik A	Titik B	Titik C		
Hulu	125	Dua Tiik	0.121	0.121	0.129	0.152	0.161	0.181				75	75
			0.127	0.122	0.133	0.153	0.156	0.175					
			0.127	0.12	0.129	0.151	0.173	0.173					
			0.125	0.125	0.131	0.157	0.161	0.174					
			0.116	0.124	0.131	0.153	0.163	0.186					
Hilir	26,2	Satu Titik							0.389	0.422	0.546	128.3	80
									0.382	0.436	0.54		
									0.407	0.466	0.56		
									0.396	0.444	0.553		
									0.393	0.441	0.553		

Lampiran. 3 Data Aliran di Hulu dan Hilir dengan Tinggi Luapan 38 cm

Titik Lokasi	TMA (cm)	Metode Pengukuran Kecepatan	Kecepatan (m/s)									Lebar Penampang Basah (cm)	
			0.8 dari Permukaan			0.2 dari Permukaan			0.6 dari Permukaan			Permukaan	Dasar
			Titik A	Titik B	Titik C	Titik A	Titik B	Titik C	Titik A	Titik B	Titik C		
Hulu	147	Dua Tiik	0.170	0.172	0.179	0.192	0.211	0.232				75	75
			0.168	0.170	0.178	0.186	0.213	0.234					
			0.167	0.171	0.180	0.191	0.216	0.231					
			0.165	0.169	0.175	0.182	0.196	0.242					
			0.169	0.169	0.174	0.186	0.200	0.236					
Hilir	30	Satu Titik							0.496	0.5	0.65	139	80
									0.478	0.561	0.651		
									0.498	0.467	0.656		
									0.482	0.511	0.652		
									0.459	0.511	0.536		

Lampiran. 4 Data Aliran di Hulu dan Hilir dengan Tinggi Luapan 48cm

Titik Lokasi	TMA (cm)	Metode Pengukuran Kecepatan	Kecepatan (m/s)									Lebar Penampang Basah (cm)	
			0.8 dari Permukaan			0.2 dari Permukaan			0.6 dari Permukaan			Permukaan	Dasar
			Titik A	Titik B	Titik C	Titik A	Titik B	Titik C	Titik A	Titik B	Titik C		
Hulu	158	Dua Tiik	0.213	0.239	0.235	0.258	0.263	0.277				75	75
			0.234	0.232	0.216	0.256	0.267	0.278					
			0.239	0.223	0.221	0.246	0.264	0.279					
			0.221	0.226	0.227	0.246	0.268	0.272					
			0.224	0.215	0.237	0.257	0.231	0.273					
Hilir	39.3	Satu Titik							0.557	0.556	0.642	150	80
									0.558	0.533	0.647		
									0.551	0.542	0.645		
									0.542	0.567	0.630		
									0.552	0.55	0.621		

Lampiran. 5 Data Aliran di Hulu dan Hilir dengan Tinggi Luapan 55cm

Titik Lokasi	TMA (cm)	Metode Pengukuran Kecepatan	Kecepatan (m/s)									Lebar Penampang Basah (cm)	
			0.8 dari Permukaan			0.2 dari Permukaan			0.6 dari Permukaan			Permukaan	Dasar
			Titik A	Titik B	Titik C	Titik A	Titik B	Titik C	Titik A	Titik B	Titik C		
Hulu	163	Dua Tiik	0.245	0.275	0.277	0.312	0.342	0.359				75	75
			0.232	0.271	0.281	0.321	0.324	0.358					
			0.236	0.276	0.294	0.311	0.341	0.368					
			0.244	0.261	0.289	0.319	0.342	0.376					
			0.245	0.271	0.276	0.298	0.351	0.365					
Hilir	45.3	Satu Titik							0.634	0.645	0.772	157.8	80
									0.671	0.655	0.767		
									0.605	0.634	0.777		
									0.643	0.654	0.782		
									0.657	0.644	0.754		

Lampiran. 6 Data Debit *Cipolleti* Dinas Pekerjaan Umum PESDM Provinsi Yogyakarta Tahun 2019

Tanggal	Januari			Febuari			Maret			April			Mei			Juni		
	Debit Cipolleti			Debit Cipolleti			Debit Cipolleti			Debit Cipolleti			Debit Cipolleti			Debit Cipolleti		
	cm	m/dt	l/dt	cm	m/dt	l/dt	cm	m/dt	l/dt	cm	m/dt	l/dt	cm	m/dt	l/dt	cm	m/dt	l/dt
1	40	0.188	188	42	0.202	202	44	0.217	217	37	0.164	164	40	0.188	188	43	0.21	210
2	40	0.188	188	42	0.202	202	44	0.217	217	37	0.164	164	40	0.188	188	43	0.21	210
3	40	0.188	188	42	0.202	202	40	0.188	188	37	0.164	164	40	0.188	188	43	0.21	210
4	40	0.188	188	42	0.202	202	40	0.188	188	31	0.123	123	35	0.154	154	43	0.21	210
5	40	0.188	188	42	0.202	202	40	0.188	188	31	0.123	123	35	0.154	154	43	0.21	210
6	40	0.188	188	42	0.202	202	40	0.188	188	36	0.161	161	35	0.154	154	45	0.225	225
7	40	0.188	188	40	0.188	188	15	0.04	40	36	0.161	161	35	0.154	154	45	0.225	225
8	40	0.188	188	40	0.188	188	15	0.04	40	36	0.161	161	40	0.188	188	45	0.225	225
9	45	0.225	225	38	0.174	174	15	0.04	40	36	0.161	161	40	0.188	188	45	0.225	225
10	45	0.225	225	38	0.174	174	15	0.04	40	35	0.154	154	40	0.188	188	45	0.225	225
11	45	0.225	225	38	0.174	174	15	0.24	240	35	0.154	154	40	0.188	188	55	0.303	303
12	42	0.202	202	38	0.174	174	47	0.24	240	36	0.161	161	40	0.188	188	55	0.303	303
13	42	0.202	202	38	0.174	174	47	0.24	240	36	0.161	161	42	0.202	202	55	0.303	303
14	42	0.202	202	50	0.263	263	42	0.24	240	36	0.161	161	42	0.202	202	55	0.303	303
15	42	0.202	202	50	0.263	263	43	0.24	240	36	0.161	161	42	0.202	202	55	0.303	303
16	42	0.202	202	50	0.263	263	41	0.195	195	36	0.161	161	42	0.202	202	55	0.303	303
17	42	0.202	202	40	0.188	188	41	0.195	195	36	0.161	161	42	0.202	202	50	0.263	263
18	42	0.202	202	40	0.188	188	38	0.174	174	36	0.161	161	42	0.202	202	50	0.263	263
19	42	0.202	202	40	0.188	188	30	0.122	122	36	0.161	161	42	0.202	202	50	0.263	263
20	42	0.202	202	40	0.188	188	30	0.122	122	36	0.161	161	42	0.202	202	50	0.263	263
21	42	0.202	202	40	0.188	188	28	0.11	110	36	0.161	161	43	0.21	210	50	0.263	263
22	42	0.202	202	44	0.188	188	35	0.154	154	36	0.161	161	43	0.21	210	50	0.263	263
23	40	0.118	118	44	0.217	217	35	0.154	154	36	0.161	161	43	0.21	210	50	0.263	263
24	40	0.118	118	44	0.217	217	30	0.122	122	35	0.154	154	43	0.21	210	50	0.263	263
25	40	0.118	118	44	0.217	217	30	0.122	122	35	0.154	154	43	0.21	210	50	0.263	263
26	39	0.181	181	44	0.217	217	30	0.122	122	35	0.154	154	43	0.21	210	47	0.24	240
27	39	0.181	181	44	0.217	217	30	0.122	122	35	0.154	154	43	0.21	210	47	0.24	240
28	40	0.188	188	44	0.217	217	37	0.164	164	35	0.154	154	43	0.21	210	47	0.24	240
29	40	0.188	188				37	0.164	164	35	0.154	154	43	0.21	210	47	0.24	240
30	40	0.188	188				35	0.154	154	43	0.21	210	43	0.21	210	47	0.24	240
31	34	0.147	147				35	0.154	154	43	0.21	210	43	0.21	210	47	0.24	240

Lanjutan Lampiran 6 Data Debit *Cipolleti* Dinas Pekerjaan Umum PESDM Provinsi Yogyakarta Tahun 2019

Tanggal	Juli			Agustus			September			Oktober			November			Desember		
	Debit Cipolleti			Debit Cipolleti			Debit Cipolleti			Debit Cipolleti			Debit Cipolleti			Debit Cipolleti		
	cm	m/dt	l/dt	cm	m/dt	l/dt	cm	m/dt	l/dt	cm	m/dt	l/dt	cm	m/dt	l/dt	cm	m/dt	l/dt
1	46	0.232	232	46	0.232	232	50	0.263	263	45	0.225	225	38	0.174	174	36	0.161	161
2	46	0.232	232	46	0.232	232	50	0.263	263	40	0.188	188	38	0.174	174	36	0.161	161
3	46	0.232	232	46	0.232	232	50	0.263	263	37	0.164	164	38	0.174	174	36	0.161	161
4	46	0.232	232	46	0.232	232	50	0.263	263	37	0.164	164	38	0.174	174	37	0.164	164
5	46	0.232	232	45	0.225	225	47	0.24	240	37	0.164	164	38	0.174	174	37	0.164	164
6	46	0.232	232	45	0.225	225	47	0.24	240	37	0.164	164	38	0.174	174	37	0.164	164
7	46	0.232	232	45	0.225	225	47	0.24	240	37	0.164	164	38	0.174	174	37	0.164	164
8	45	0.225	225	45	0.225	225	47	0.24	240	37	0.164	164	37	0.164	164	37	0.164	164
9	45	0.225	225	45	0.225	225	43	0.21	210	37	0.164	164	37	0.164	164	37	0.164	164
10	45	0.225	225	45	0.225	225	43	0.21	210	37	0.164	164	37	0.164	164	37	0.164	164
11	45	0.225	225	45	0.225	225	43	0.21	210	37	0.164	164	37	0.164	164	37	0.164	164
12	45	0.225	225	45	0.225	225	43	0.21	210	37	0.164	164	37	0.164	164	37	0.164	164
13	45	0.225	225	45	0.225	225	43	0.21	210	37	0.164	164	37	0.164	164	37	0.164	164
14	45	0.225	225	45	0.225	225	43	0.21	210	37	0.164	164	37	0.164	164	41	0.195	195
15	45	0.225	225	45	0.225	225	43	0.21	210	37	0.164	164	37	0.164	164	38	0.174	174
16	45	0.225	225	45	0.225	225	43	0.21	210	35	0.154	154	37	0.164	164	38	0.174	174
17	45	0.225	225	45	0.225	225	43	0.21	210	35	0.154	154	37	0.164	164	44	0.217	217
18	45	0.225	225	45	0.225	225	43	0.21	210	35	0.154	154	37	0.164	164	44	0.217	217
19	45	0.225	225	50	0.263	263	40	0.188	188	35	0.154	154	37	0.164	164	44	0.217	217
20	45	0.225	225	50	0.263	263	40	0.188	188	35	0.154	154	37	0.164	164	44	0.217	217
21	46	0.232	232	50	0.263	263	40	0.188	188	35	0.154	154	37	0.164	164	45	0.225	225
22	46	0.232	232	50	0.263	263	40	0.188	188	35	0.154	154	37	0.164	164	45	0.225	225
23	46	0.232	232	50	0.263	263	40	0.188	188	33	0.141	141	37	0.164	164	45	0.225	225
24	46	0.232	232	50	0.263	263	40	0.188	188	33	0.141	141	37	0.164	164	45	0.225	225
25	46	0.232	232	50	0.263	263	40	0.188	188	33	0.141	141	37	0.164	164	45	0.225	225
26	46	0.232	232	50	0.263	263	40	0.188	188	33	0.141	141	37	0.164	164	45	0.225	225
27	46	0.232	232	50	0.263	263	40	0.188	188	33	0.141	141	36	0.161	161	45	0.225	225
28	46	0.232	232	50	0.263	263	40	0.188	188	33	0.141	141	36	0.161	161	44	0.217	217
29	46	0.232	232	50	0.263	263	40	0.188	188	33	0.141	141	36	0.161	161	44	0.217	217
30	46	0.232	232	50	0.263	263	15	0.043	43	33	0.141	141	36	0.161	161	44	0.217	217
31	46	0.232	232	50	0.263	263			93	33	0.141	141				44	0.217	217

Lampiran. 7 Data Debit *Cipolleti* Dinas Pekerjaan Umum PESDM Provinsi Yogyakarta Tahun 2020

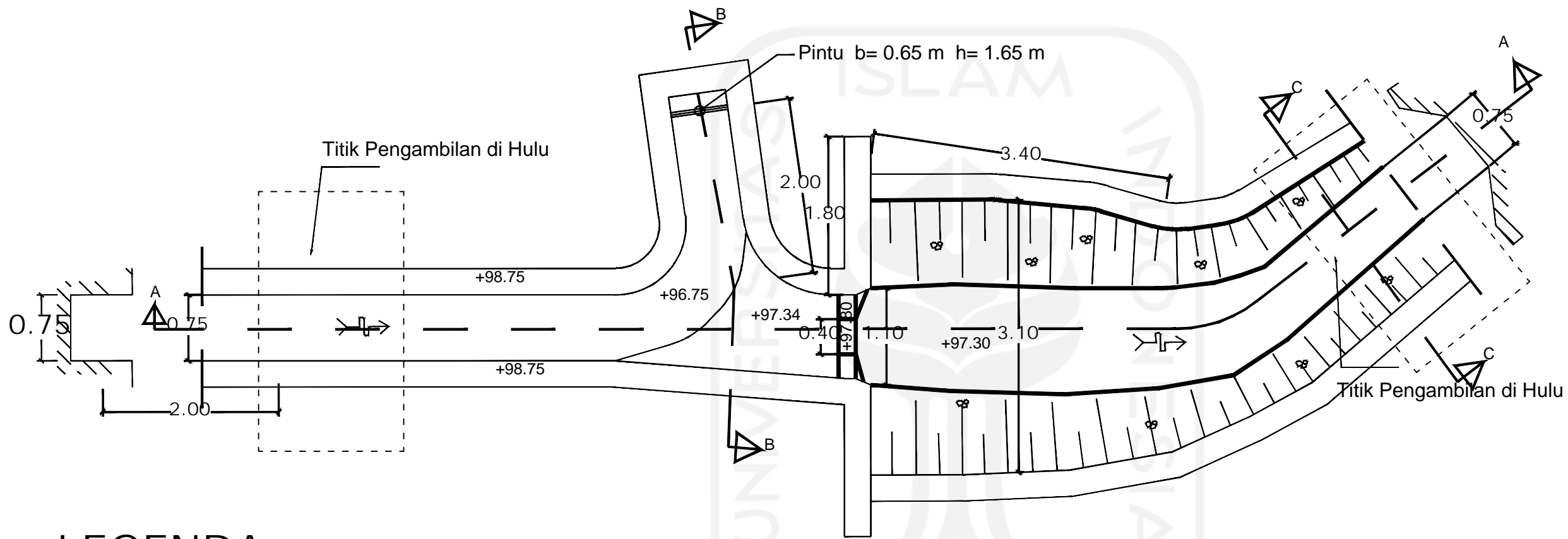
Tanggal	Januari			Februari			Maret			April			Mei			Juni		
	Debit Cipolleti			Debit Cipolleti			Debit Cipolleti			Debit Cipolleti			Debit Cipolleti			Debit Cipolleti		
	cm	m/dt	l/dt	cm	m/dt	l/dt	cm	m/dt	l/dt	cm	m/dt	l/dt	cm	m/dt	l/dt	cm	m/dt	l/dt
1	37	0.164	164	52	0.274	274	40	0.188	188	38	0.174	174	42	0.202	202	49	0.255	255
2	37	0.164	164	52	0.274	274	40	0.188	188	37	0.164	164	42	0.202	202	49	0.255	255
3	37	0.164	164	52	0.274	274	40	0.188	188	37	0.164	164	42	0.202	202	49	0.255	255
4	37	0.164	164	52	0.274	274	40	0.188	188	37	0.164	164	42	0.202	202	49	0.255	255
5	40	0.188	188	52	0.274	274	40	0.188	188	37	0.164	164	42	0.202	202	49	0.255	255
6	40	0.188	188	52	0.274	274	40	0.188	188	35	0.154	154	45	0.225	225	49	0.255	255
7	40	0.188	188	52	0.274	274	40	0.188	188	35	0.154	154	45	0.225	225	48	0.247	247
8	40	0.188	188	52	0.274	274	40	0.188	188	51	0.271	271	45	0.225	225	48	0.247	247
9	40	0.188	188	50	0.263	263	50	0.263	263	51	0.271	271	45	0.225	225	48	0.247	247
10	40	0.188	188	50	0.263	263	50	0.263	263	45	0.225	225	45	0.225	225	48	0.247	247
11	40	0.188	188	50	0.263	263	50	0.263	263	45	0.225	225	45	0.225	225	48	0.247	247
12	36	0.161	161	48	0.247	247	48	0.247	247	45	0.225	225	45	0.225	225	48	0.247	247
13	36	0.161	161	48	0.247	247	48	0.247	247	45	0.225	225	43	0.21	210	48	0.247	247
14	36	0.161	161	48	0.247	247	48	0.247	247	43	0.21	210	43	0.21	210	48	0.247	247
15	36	0.161	161	48	0.247	247	48	0.247	247	43	0.21	210	43	0.21	210	48	0.247	247
16	36	0.161	161	48	0.247	247	48	0.247	247	43	0.21	210	43	0.21	210	48	0.247	247
17	36	0.161	161	48	0.247	247	40	0.188	188	43	0.21	210	43	0.21	210	48	0.247	247
18	36	0.161	161	48	0.247	247	40	0.188	188	35	0.154	154	43	0.21	210	48	0.247	247
19	36	0.161	161	47	0.24	240	40	0.188	188	35	0.154	154	40	0.188	188	48	0.247	247
20	51	0.271	271	47	0.24	240	40	0.188	188	35	0.154	154	40	0.188	188	48	0.247	247
21	51	0.271	271	45	0.225	225	40	0.188	188	35	0.154	154	40	0.188	188	48	0.247	247
22	51	0.271	271	45	0.225	225	40	0.188	188	35	0.154	154	40	0.188	188	48	0.247	247
23	51	0.271	271	45	0.225	225	29	0.116	116	35	0.154	154	35	0.154	154	48	0.247	247
24	51	0.271	271	45	0.225	225	35	0.154	154	40	0.188	188	35	0.154	154	48	0.247	247
25	51	0.271	271	40	0.188	188	35	0.154	154	40	0.188	188	35	0.154	154	48	0.247	247
26	51	0.271	271	40	0.188	188	40	0.188	188	40	0.188	188	35	0.154	154	48	0.247	247
27	51	0.271	271	40	0.188	188	40	0.188	188	40	0.188	188	35	0.154	154	48	0.247	247
28	51	0.271	271	40	0.188	188	40	0.188	188	40	0.188	188	35	0.154	154	48	0.247	247
29	51	0.271	271	40	0.188	188	37	0.164	164	40	0.188	188	45	0.255	255	48	0.247	247
30	51	0.271	271				39	0.181	181	40	0.188	188	45	0.255	255	48	0.247	247
31	52	0.279	279				39	0.181	181				45	0.255	255			

Lanjutan lampiran 7 Data Debit *Cipolleti* Dinas Pekerjaan Umum PESDM Provinsi Yogyakarta Tahun 2020

Tanggal	Januari			Februari			Maret			April			Mei			Juni		
	Debit Cipolleti			Debit Cipolleti			Debit Cipolleti			Debit Cipolleti			Debit Cipolleti			Debit Cipolleti		
	cm	m/dt	l/dt	cm	m/dt	l/dt	cm	m/dt	l/dt	cm	m/dt	l/dt	cm	m/dt	l/dt	cm	m/dt	l/dt
1	37	0.164	164	52	0.274	274	40	0.188	188	38	0.174	174	42	0.202	202	49	0.255	255
2	37	0.164	164	52	0.274	274	40	0.188	188	37	0.164	164	42	0.202	202	49	0.255	255
3	37	0.164	164	52	0.274	274	40	0.188	188	37	0.164	164	42	0.202	202	49	0.255	255
4	37	0.164	164	52	0.274	274	40	0.188	188	37	0.164	164	42	0.202	202	49	0.255	255
5	40	0.188	188	52	0.274	274	40	0.188	188	37	0.164	164	42	0.202	202	49	0.255	255
6	40	0.188	188	52	0.274	274	40	0.188	188	35	0.154	154	45	0.225	225	49	0.255	255
7	40	0.188	188	52	0.274	274	40	0.188	188	35	0.154	154	45	0.225	225	48	0.247	247
8	40	0.188	188	52	0.274	274	40	0.188	188	51	0.271	271	45	0.225	225	48	0.247	247
9	40	0.188	188	50	0.263	263	50	0.263	263	51	0.271	271	45	0.225	225	48	0.247	247
10	40	0.188	188	50	0.263	263	50	0.263	263	45	0.225	225	45	0.225	225	48	0.247	247
11	40	0.188	188	50	0.263	263	50	0.263	263	45	0.225	225	45	0.225	225	48	0.247	247
12	36	0.161	161	48	0.247	247	48	0.247	247	45	0.225	225	45	0.225	225	48	0.247	247
13	36	0.161	161	48	0.247	247	48	0.247	247	45	0.225	225	43	0.21	210	48	0.247	247
14	36	0.161	161	48	0.247	247	48	0.247	247	43	0.21	210	43	0.21	210	48	0.247	247
15	36	0.161	161	48	0.247	247	48	0.247	247	43	0.21	210	43	0.21	210	48	0.247	247
16	36	0.161	161	48	0.247	247	48	0.247	247	43	0.21	210	43	0.21	210	48	0.247	247
17	36	0.161	161	48	0.247	247	40	0.188	188	43	0.21	210	43	0.21	210	48	0.247	247
18	36	0.161	161	48	0.247	247	40	0.188	188	35	0.154	154	43	0.21	210	48	0.247	247
19	36	0.161	161	47	0.24	240	40	0.188	188	35	0.154	154	40	0.188	188	48	0.247	247
20	51	0.271	271	47	0.24	240	40	0.188	188	35	0.154	154	40	0.188	188	48	0.247	247
21	51	0.271	271	45	0.225	225	40	0.188	188	35	0.154	154	40	0.188	188	48	0.247	247
22	51	0.271	271	45	0.225	225	40	0.188	188	35	0.154	154	40	0.188	188	48	0.247	247
23	51	0.271	271	45	0.225	225	29	0.116	116	35	0.154	154	35	0.154	154	48	0.247	247
24	51	0.271	271	45	0.225	225	35	0.154	154	40	0.188	188	35	0.154	154	48	0.247	247
25	51	0.271	271	40	0.188	188	35	0.154	154	40	0.188	188	35	0.154	154	48	0.247	247
26	51	0.271	271	40	0.188	188	40	0.188	188	40	0.188	188	35	0.154	154	48	0.247	247
27	51	0.271	271	40	0.188	188	40	0.188	188	40	0.188	188	35	0.154	154	48	0.247	247
28	51	0.271	271	40	0.188	188	40	0.188	188	40	0.188	188	35	0.154	154	48	0.247	247
29	51	0.271	271	40	0.188	188	37	0.164	164	40	0.188	188	45	0.255	255	48	0.247	247
30	51	0.271	271				39	0.181	181	40	0.188	188	45	0.255	255	48	0.247	247
31	52	0.279	279				39	0.181	181				45	0.255	255			

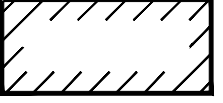

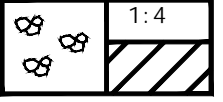
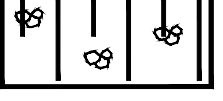
Lampiran. 8 Data Debit *Cipolleti* Dinas Pekerjaan Umum PESDM Provinsi Yogyakarta Tahun 2021

Tanggal	Januari			Februari			Maret			April			Mei			Juni		
	Debit Cipolleti			Debit Cipolleti			Debit Cipolleti			Debit Cipolleti			Debit Cipolleti			Debit Cipolleti		
	cm	m/dt	l/dt	cm	m/dt	l/dt	cm	m/dt	l/dt	cm	m/dt	l/dt	cm	m/dt	l/dt	cm	m/dt	l/dt
1	36	0.161	161															
2	36	0.161	161															
3	46	0.232	232															
4	46	0.232	232															
5	46	0.232	232															
6	46	0.232	232															
7	46	0.232	232															
8	36	0.161	161															
9	36	0.161	161															
10	36	0.161	161															
11	36	0.161	161															
12	39	0.181	181															
13	37	0.164	164															
14	35	0.154	154															
15	35	0.154	154															
16	35	0.154	154															
17	35	0.154	154															
18	35	0.154	154															
19	35	0.154	154															
20	35	0.154	154															
21	35	0.154	154															
22	46	0.232	232															
23	46	0.232	232															
24	46	0.232	232															
25	46	0.232	232															
26	35	0.154	154															
27	35	0.154	154															
28	35	0.154	154															
29	35	0.154	154															
30	35	0.154	154															
31	35	0.154	154															

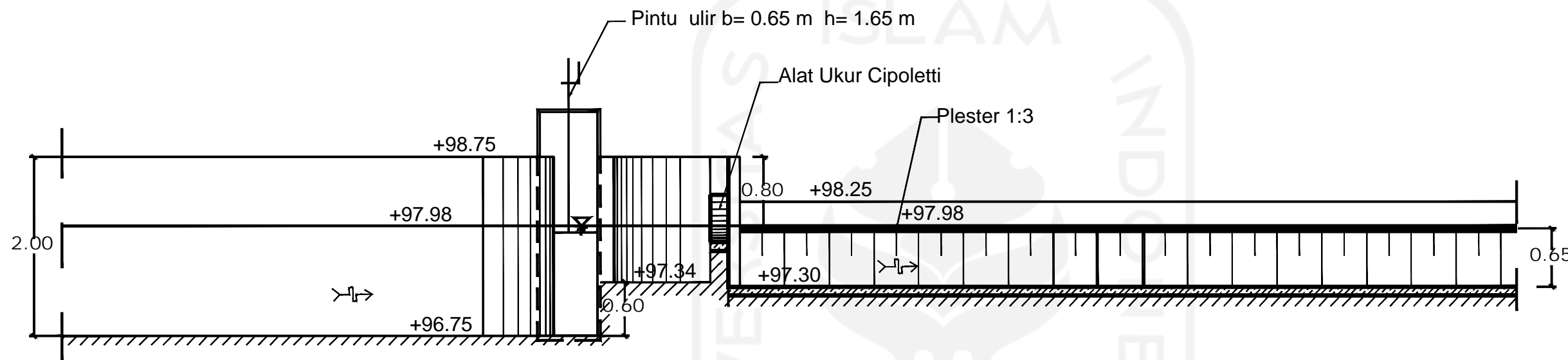


DENAH PENGURAS (0+22)
Skala 1 : 100

LEGENDA

-  Pas. existing
-  Tanah Asli
-  Pas. Batu Kali
-  Pas. Miring Existing

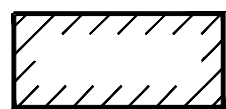
TUGAS AKHIR :
KALIBRASI BANGUNAN UKUR DEBIT CIPOLETTI DI SALURAN IRIGASI BENDUNG DADAPAN
NAMA :
ICHSAN AMAL HUDA
NIM :
16511062
JUDUL GAMBAR :
TAMPAK ATAS SALURAN PRIMER BENDUNG DADAPAN (0+22)
SKALA :
1:100
SUMBER :
PEMERINTAH DAERAH DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA DINAS PEKERJAAN UMUM, PERUMAHAN DAN ENERGI SUMBER DAYA MINERAL
DOSEN PEMBIMBING
DINIA ANGGRAHANI, ST., M.Eng.



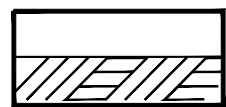
POTONGAN A - A

Skala 1 : 100

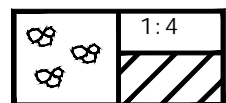
LEGENDA



Pas. existing



Tanah Asli



Pas. Batu Kali



Pas. Miring Existing

TUGAS AKHIR :

KALIBRASI BANGUNAN UKUR DEBIT CIPOLETTI DI SALURAN IRIGASI BENDUNG DADAPAN

NAMA :

ICHSAN AMAL HUDA

NIM :

16511062

JUDUL GAMBAR :

POTONGAN A-A SALURAN PRIMER BENDUNG DADAPAN (0+22)

SKALA :

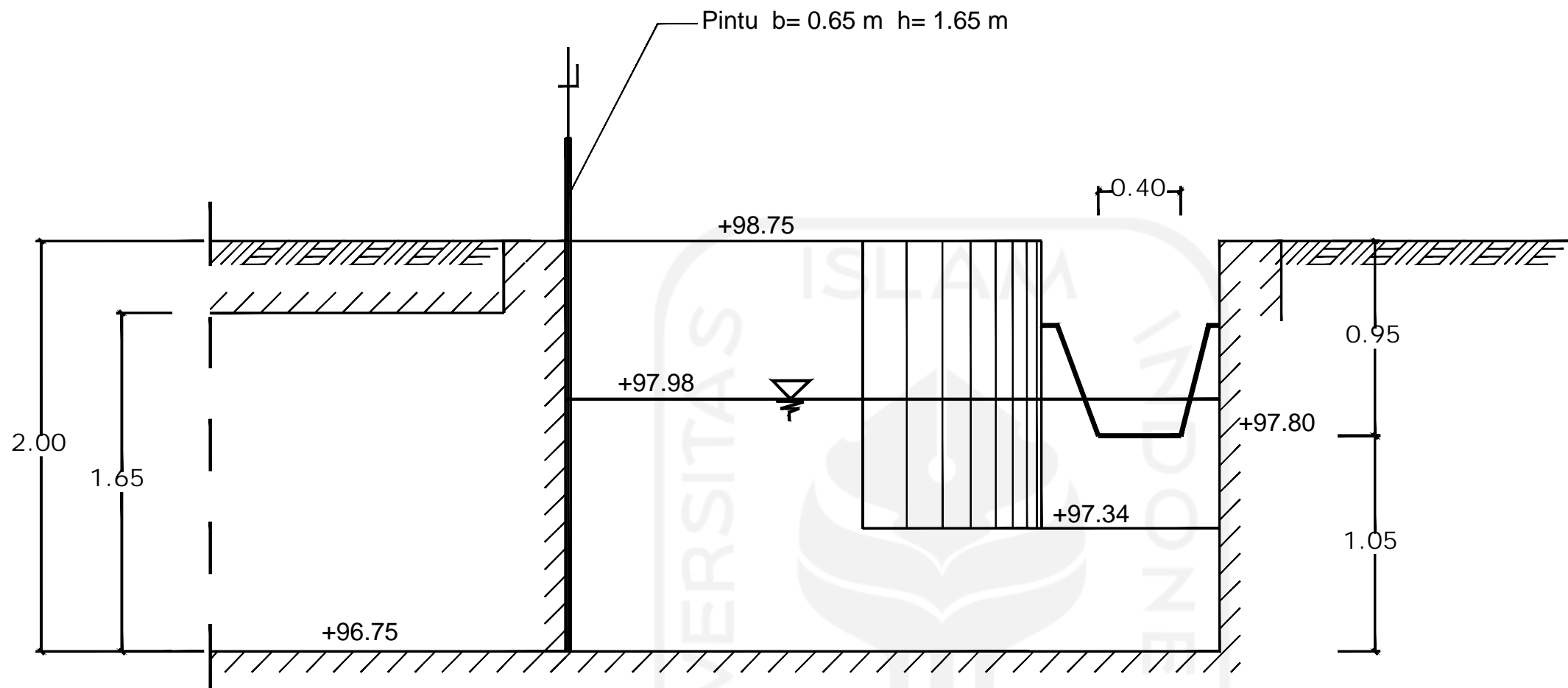
1:100

SUMBER :

PEMERINTAH DAERAH DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA DINAS PEKERJAAN UMUM, PERUMAHAN DAN ENERGI SUMBER DAYA MINERAL

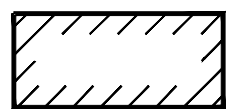
DOSEN PEMBIMBING

DINIA ANGGRAHANI, ST., M.Eng.



POTONGAN B - B
Skala 1 : 50

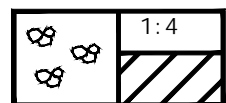
LEGENDA



Pas. existing



Tanah Asli



Pas. Batu Kali



Pas. Miring Existing

TUGAS AKHIR :

KALIBRASI BANGUNAN UKUR DEBIT CIPOLETTI DI SALURAN IRIGASI BENDUNG DADAPAN

NAMA :

ICHSAN AMAL HUDA

NIM :

16511062

JUDUL GAMBAR :

POTONGAN B-B SALURAN PRIMER BENDUNG DADAPAN (0+22)

SKALA :

1:100

SUMBER :

PEMERINTAH DAERAH DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA DINAS PEKERJAAN UMUM, PERUMAHAN DAN ENERGI SUMBER DAYA MINERAL

DOSEN PEMBIMBING

DINIA ANGGRAHANI, ST., M.Eng.



TUGAS AKHIR :

KALIBRASI BANGUNAN UKUR
DEBIT CIPOLETTI DI SALURAN
IRIGASI BENDUNG DADAPAN

NAMA :

ICHSAN AMAL HUDA

NIM :

16511062

JUDUL GAMBAR :

POTONGAN C-C
SALURAN PRIMER BENDUNG
DADAPAN (0+22)

SKALA :

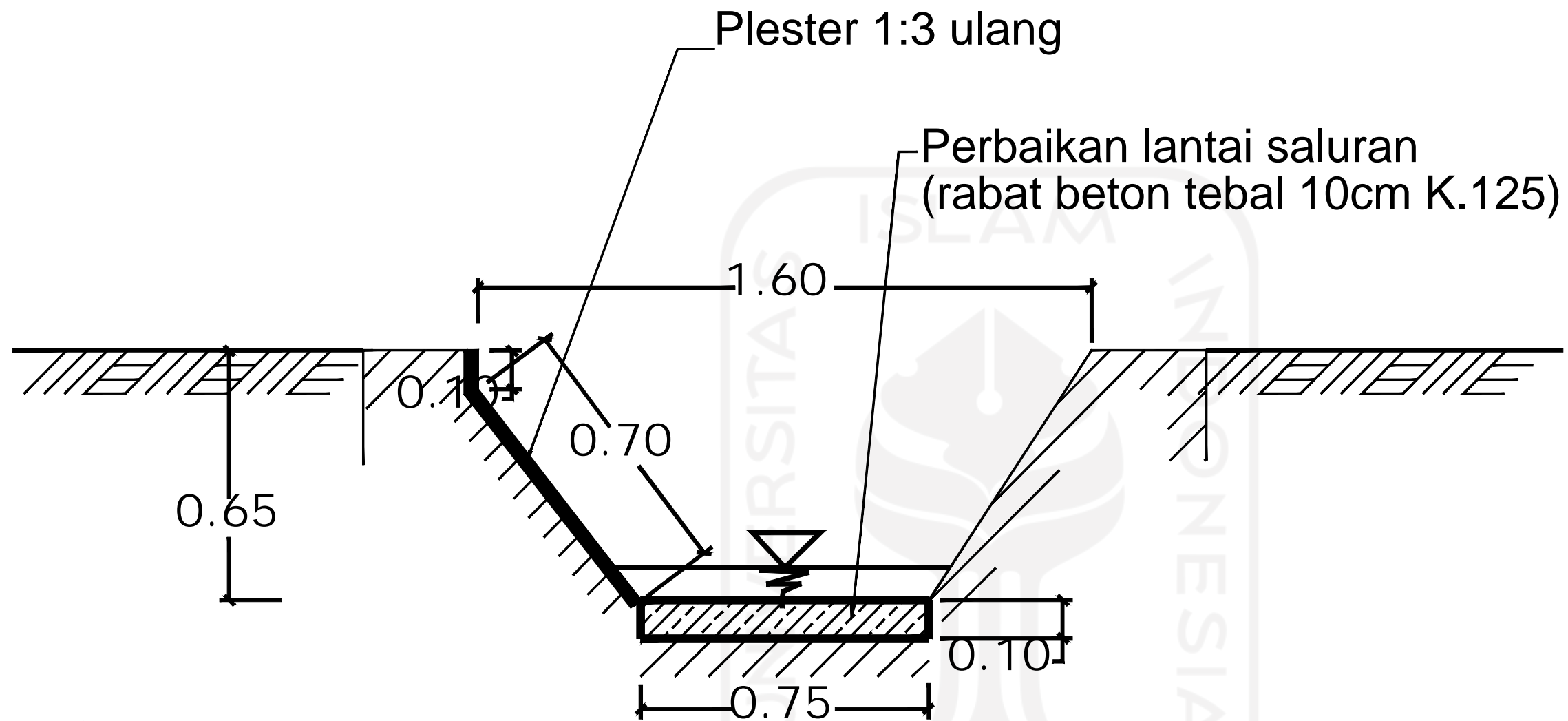
1:100

SUMBER :

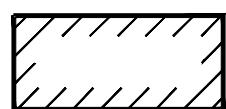
PEMERINTAH DAERAH
DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
DINAS PEKERJAAN UMUM,
PERUMAHAN DAN ENERGI
SUMBER DAYA MINERAL

DOSEN PEMBIMBING

DINIA ANGGRAHANI, ST., M.Eng.



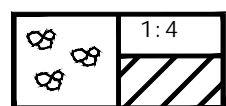
LEGENDA



Pas. existing



Tanah Asli



Pas. Batu Kali



Pas. Miring Existing

POTONGAN C - C

Skala 1 : 10