

JURNAL REKAYASA

TEKNIK SIPIL STT

KALIBRASI BANGUNAN UKUR CIPOLETTI (BDL02) SALURAN INDUK DALEM DAERAH IRIGASI CIPAGER

Andriyan Sarnubi¹, Sonie Apriyanto²6

PERENCANAAN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG 3 (TIGA) LANTAI STUDY KASUS HOTEL MUTIARA KOTA CIREBON

Ari Setiawan¹, Edi Rohadi², Nandang Susanto³27

ANALISIS ANGKA KEBUTUHAN NYATA OPERASI DAN PEMELIHARAAN (AKNOP) SITU GUNUNG HAYU KABUPATEN KUNINGAN

Bayu Dwi Saputro¹, Sonie Apriyanto², Adha Fuad³33

ANALISIS KEBUTUHAN AIR BERSIH WADUK DARMA UNTUK MASYARAKAT KABUPATEN KUNINGAN

Dea Mohammad Maulana¹, Sonie Apriyanto², Asep Saefudi³39

ANALISIS KETERSEDIAAN DAN KEBUTUHAN AIR DI BENDUNGAN SEDONG KECAMATAN SEDONG KABUPATEN CIREBON

Lia Amaliah¹, Indra Pratama²45

ANALISIS KAPASITAS APRON DI BANDAR UDARA CAKRABHUWANA KOTA CIREBON

Luna Widyawati¹, Adil Prayitno², Dedi Hermawan³56

ANALISA KINERJA PADA RUAS JALAN H.IKSAN PAMANUKAN KECAMATAN PAMANUKAN - KABUPATEN SUBANG

Ryan Syahril¹, Dedi Hermawan², Dennis Bintang³64

EVALUASI TRAYEK ANGKUTAN UMUM RUTE SADAMANTRA-KUNINGAN KOTA KABUPATEN KUNINGAN

Nila Juwita Rahmawati¹, Avip Suherdian²74

JURNAL

REKAYASA

TEKNIK SIPIL STTC

VOLUME 02

NOMOR 01 / APRIL 2024



Program Studi Teknik Sipil
Sekolah Tinggi Teknologi Cirebon
Jl. Evakuasi No.11 Cirebon (0231) 482616

Program Studi Teknik Sipil
Sekolah Tinggi Teknologi Cirebon
Jl. Evakuasi No.11 Cirebon (0231) 482196

KATA PENGANTAR

Jurnal Rekayasa | Teknik Sipil STTC adalah jurnal yang diperuntukan bagi mahasiswa dan dosen program studi teknik sipil dalam menyebarkan ilmu pengetahuan melalui penelitian dan pengabdian dengan ruang lingkup penelitian dan pengabdian mengenai ilmu teknik sipil diantaranya bidang keilmuan struktur bangunan, geoteknik, manajemen konstruksi, hidrologi, dan transportasi.

Jurnal Rekayasa | Teknik Sipil STTC menyambut baik kontribusi yang mempromosikan pertukaran ide. dan wacana rasional antara pendidik, praktisi dan peneliti teknik sipil.

Hasil kajian dan penelitian dalam Jurnal ini didedikasikan untuk memajukan batas pengetahuan dan teknologi dengan mendorong penelitian lintas disiplin dan aplikasi inovatif dalam proyek-proyek rekayasa teknik sipil. Semoga hasil kajian dan penelitian pada **Jurnal Rekayasa | Teknik Sipil STTC** Volume 02 No. 01 April 2024 ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan khususnya pada keilmuan teknik sipil.

Hormat Saya,
Ketua Editor

Ir. Dedi Hermawan, S.T., M.Sc., IPM

TIM PENGELOLA

Penanggung Jawab

Ketua Program Studi Teknik Sipil | Sekolah Tinggi Teknologi Cirebon, Indonesia

Sekretaris

Ir. Dertawan Widagdo, S.T., M.T., IPM | Sekolah Tinggi Teknologi Cirebon.

Ketua Editor

Ir. Dedi Hermawan, S.T., M.Sc., IPM | Sekolah Tinggi Teknologi Cirebon.

Editor

Lia Amaliah, S.T., M.Si. | Sekolah Tinggi Teknologi Cirebon.

H. Edi Rohadi, S.T., M.T. | Sekolah Tinggi Teknologi Cirebon.

Neti Nuryati, SPd., M.P.Mat. | Sekolah Tinggi Sains Islam Bina Cendekia Utama Cirebon

Ir. H. Sumarman, M.T. | Universitas Swadaya Gunung Jati Cirebon

Managing Editor

Nono Carsono, ST, MT | Sekolah Tinggi Teknologi Cirebon.

IT Manager

R. Radian Baratasena, S.Kom., M.Kom | Sekolah Tinggi Ilmu Komputer POLTEK Cirebon

Jurnal Rekayasa | Teknik Sipil STTC

© Redaksi Jurnal Rekayasa | Teknik Sipil STTC

Program Studi Teknik Sipil Sekolah Tinggi Teknologi Cirebon

Gd.Lt.1 Jl.Evakuasi No.11, Cirebon 45135

Telp. (0231) 482196 - 482616 Fax. (0231) 482196 E-mail jurnaltekniksipil@sttcirebon.ac.id

website : <http://ejournal.sttcirebon.ac.id/Jts>

MITRA BESTARI

Dr. Iwan Purnama, S.T., M.T. | Prodi Arsitektur | Sekolah Tinggi Teknologi Cirebon.

Dr. Adam Safitri, S.T., M.T. | Prodi Teknik Sipil | Sekolah Tinggi Teknologi Cirebon.

Eka Widiyananto, S.T., M.T. | Prodi Arsitektur | Sekolah Tinggi Teknologi Cirebon.

Nurhidayah, S.T., M.Ars. | Prodi Arsitektur | Sekolah Tinggi Teknologi Cirebon.

Dr. Ir. Atie Tri Juniati, M.T. | Prodi Teknik Sipil | Universitas Pancasila Jakarta.

Dr. Ir., Martinus Agus Sugiyanto, M.T. | Prodi Teknik Sipil | Universitas Gunung Jati Cirebon.

Dr. Jimat Susilo, S.Pd., M.Pd. | Prodi Pendidikan Bahasa dan Sastra Indonesia | Universitas Gunung Jati Cirebon.

Abdul Khamid, S.T., M.T. | Prodi Teknik Sipil | Universitas Muhadi Setiabudi Brebes.

Agung Biantoro, S.T., M.T. | Prodi Teknik Mesin | Universitas Mercu Buana Jakarta.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	2
TIM PENGELOLA	3
MITRA BESTARI	4
DAFTAR ISI	5
KALIBRASI BANGUNAN UKUR CIPOLETTI (BDI.02) SALURAN INDUK DALEM DAERAH IRIGASI CIPAGER	
<i>Andriyan Sarnubi¹ , Sonie Apriyanto²</i>	<i>6</i>
PERENCANAAN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG 3 (TIGA) LANTAI STUDY KASUS HOTEL MUTIARA KOTA CIREBON	
<i>Ari Setiawan¹, Edi Rohadi², Nandang Susanto³</i>	<i>27</i>
ANALISIS ANGKA KEBUTUHAN NYATA OPERASI DAN PEMELIHARAAN (AKNOP) SITU GUNUNG HAYU KABUPATEN KUNINGAN	
<i>Bayu Dwi Saputro¹, Sonie Apriyanto², Adha Fuad³</i>	<i>33</i>
ANALISIS KEBUTUHAN AIR BERSIH WADUK DARMA UNTUK MASYARAKAT KABUPATEN KUNINGAN	
<i>Dea Mohammad Maulana¹, Sonie Apriyanto² , Asep Saefudi³</i>	<i>39</i>
ANALISIS KETERSEDIAAN DAN KEBUTUHAN AIR DI BENDUNGAN SEDONG KECAMATAN SEDONGKABUPATEN CIREBON	
<i>Lia Amaliah¹, Indra Pratama²</i>	<i>45</i>
ANALISIS KAPASITAS APRON DI BANDAR UDARA CAKRABHUWANA KOTA CIREBON	
<i>Luna Widyawati¹, Adil Prayitno², Dedi Hermawan³</i>	<i>56</i>
ANALISA KINERJA PADA RUAS JALAN H.IKSAN PAMANUKAN KECAMATAN PAMANUKAN - KABUPATEN SUBANG	
<i>Ryan Syahril¹, Dedi Hermawan², Dennis Bintang³</i>	<i>64</i>
EVALUASI TRAYEK ANGKUTAN UMUM RUTE SADAMANTRA-KUNINGAN KOTA KABUPATEN KUNINGAN	
<i>Nila Juwita Rahmawati¹, Avip Suherdian²</i>	<i>74</i>

KALIBRASI BANGUNAN UKUR CIOLETTI (BDI.02) SALURAN INDUK DALEM DAERAH IRIGASI CIPAGER

Andriyan Sarnubi¹, Sonie Apriyanto²

Program Studi Teknik Sipil - Sekolah Tinggi Teknologi Cirebon

Andrisarnubi.sdajabar@gmail.com, sonieapriyanto@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi dan fungsi bangunan ukur cipoletti yang berfungsi, mengetahui kondisi bangunan cipoletti, fungsi ukur dan hasil ukur yang ada. Metode penelitian yang digunakan adalah metode statistik kualitatif bersifat deskriptif-induktif. Pengumpulan data dilakukan dengan inventarisasi data primer dan survei untuk mendapatkan data sekunder dari hasil percobaan pengukuran debit dengan alat ukur bantu current meter. Penelitian ini dilakukan di jaringan irigasi induk dalam daerah irigasi cipager yang merupakan lokasi kinerja dari UPTD PSDA Wilayah Sungai Cimanuk-Cisanggarung yang berada di Desa Kubang Kecamatan Talun Kabupaten Cirebon. Berdasarkan hasil analisis kinerja jaringan irigasi diketahui bahwa kondisi dan fungsi bangunan ukur cipoletti induk dalam (B.DI.2) mengalami deviasi yang cukup besar. Debit nyata di lapangan di dapat lebih kecil dari pada debit PU (data sekunder) dimana memiliki selisih antara 70% - 90% dengan variasi tinggi pembacaan dari 15 cm – 49 cm. Aliran di hulu dan aliran di hilir memiliki perbedaan atau kehilangan air mulai dari 39,90% untuk tinggi peluapan 25 cm, 30,93% untuk tinggi peluapan 31 cm dan 22,97% untuk tinggi peluapan 39 cm. Nilai koefisien hasil kalibrasi sebesar 1.916,16, sehingga persamaan baru yang dapat digunakan dalam menghitung debit cipoletti pada saluran induk dalam daerah irigasi cipager adalah $Q = 0,5755 b h ^ 0,638$.

Kata Kunci : Alat Ukur Current Meter, Kalibrasi Bangunan Ukur Cipoletti.

ABSTRACT

This study aims to determine the condition and function of the functioning Cipoletti measuring building, knowing the condition of the Cipoletti building, measuring functions and existing measuring results. The research method used is a descriptive-inductive qualitative statistical method. Data collection was carried out by inventorying primary data and surveys to obtain secondary data from the results of discharge measurement experiments with current meter auxiliary measuring devices. This research was conducted in the main irrigation network in the Cipager irrigation area which is the performance location of the UPTD PSDA for the Cimanuk-Cisanggarung River Region in Kubang Village, Talun District, Cirebon Regency. Based on the results of the analysis of the performance of irrigation networks, it is known that the condition and function of the main dalem cipoletti measuring building (B.DI.2) has a considerable deviation. The real discharge in the field can be smaller than the PU discharge (secondary data) which has a difference between 70% - 90% with variations in reading height from 15 cm - 49 cm. The upstream and downstream flows have differences or water losses ranging from 39.90% for a 25 cm overflow height, 30.93% for a 31 cm overflow height and 22.97% for a 39 cm overflow height. The coefficient value of the calibration result is 1,916.16, so that the new equation that can be used to calculate the cipoletti discharge in the main canal in the Cipager irrigation area is $Q = 0.5755 b h ^ 0.638$.

Keywords : Calibration for Cipoletti Measurement Buildings, Current Meter Measuring Instruments.

I. PENDAHULUAN

Keberadaan sistem irigasi yang handal merupakan sebuah syarat mutlak bagi terselenggaranya sistem pangan nasional yang kuat dan penting bagi sebuah negara. Sistem irigasi merupakan upaya yang dilakukan oleh manusia untuk memperoleh air dengan menggunakan bangunan dan saluran buatan untuk mengairi lahan pertaniannya. Upaya ini meliputi prasarana irigasi, air irigasi, manajemen irigasi, kelembagaan pengelolaan irigasi dan sumber daya manusia. Terkait prasarana irigasi, dibutuhkan suatu perencanaan yang baik, agar sistem irigasi yang dibangun merupakan irigasi yang efektif, efisien dan berkelanjutan, sesuai fungsinya mendukung produktivitas usaha tani.

Pengembangan irigasi di Indonesia yang telah berjalan lebih dari satu abad, telah memberikan pengalaman yang berharga dan sangat bermanfaat dalam kegiatan pengembangan irigasi di masa mendatang. Pengalaman-pengalaman tersebut didapatkan dari pelaksanaan tahap studi, perencanaan, hingga tahap pelaksanaan dan lanjut ke tahap operasi dan pemeliharaan.

Dalam hal ini, kita membicarakan berbagai unsur sebuah jaringan irigasi teknis, yang selanjutnya hanya akan disebut “jaringan irigasi” saja. Di sini kita akan melakukan dukungan teknis efektifitas pelayanan air irigasi yang sesuai harapan alokasi air berdasarkan pengaturan pemberian air irigasi yang diperketat dari hasil pengukuran bangunan ukur cipoletti, dengan melakukan kalibrasi bangunan ukur cipoletti sebagai bentuk monitoring kelayakan pembagian air yang efektif (efektifitas debit saluran irigasi).

Dalam hal ini lokasi kegiatan kalibrasi adalah **bangunan ukur cipoletti (BDI.02) yang berada di saluran induk dalem pada daerah irigasi cipager di wilayah kerja UPTD PSDA WS Cimanuk-Cisanggarung**. Berdasarkan kondisi bangunan ukur cipoletti (BDI.02) dan inventarisasi data debit saluran tahun 2022. Perubahan kondisi bangunan dan debit andalan yang dinamis menjadi dasar penelitian efektifitas debit saluran irigasi pada bangunan ukur cipoletti.

Pada saat pelaksanaan musim tanam, pembagian air pada saluran induk terkadang mengalami inektifitas debit yang direncanakan. Untuk itu diperlukan monitoring bangunan ukur cipoletti (BDI.02) tersebut diatas agar terlaksana efektifitas debit saluran irigasi.

Agar kegiatan kalibrasi ini bisa menjadi sarana monitoring kelayakan perhitungan dan perencanaan pembagian air sesuai dengan eksisting perhitungan bangunan ukur.

Tujuan kalibrasi bangunan ukur ini adalah untuk mengembalikan fungsi bangunan ukur cipoletti (BDI.02) sesuai dengan fungsi awalnya.

Manfaat dan sasaran dari kalibrasi bangunan ukur ini agar dapat menjadi dasar perhitungan operasi saluran irigasi dan menjadi dasar perencanaan pemeliharaan bangunan ukur cipoletti serta pencapaian fungsi saluran irigasi yang efektif dan efisien.

II. TINJAUAN PUSTAKA

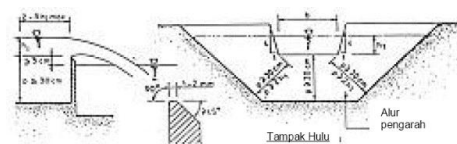
2.1 Pengukuran Debit

Tujuan dilaksanakannya pengukuran dan pengaturan debit adalah agar pembagian air dapat dilakukan secara adil dan merata menurut kebutuhannya. Apabila belum ada bangunan ukur maka pintu sorong dan balok sekat (skotbalk) dapat digunakan untuk mengukur debit apabila diketahui hal-hal sebagai berikut: (a) selisih elevasi muka air di hulu dan hilir lubang pintu; (b) lebar bukaan pintu, atau lebar skotbalk.

Pengukuran debit dapat dilaksanakan dengan 2 cara, yaitu: pengukuran debit secara langsung dan pengukuran debit secara tidak langsung.

2.2 Bangunan Ukur Cipoletti

Alat ukur cipoletti merupakan penyempurnaan alat ukur ambang tajam yang dikontraksi sepenuhnya. Alat ukur cipoletti memiliki potongan pengontrol trapesium. Ambang pengukur dibuat dari plat baja (besi siku) sisi tajam dan tergolong bangunan ukur yang berambang tajam mercunya horisontal dan sisi-sisinya miring ke samping dengan kemiringan 1 vertikal banding ¼ horisontal. (Lihat Gambar II-).



Gambar II-2: Alat Ukur Cipoletti

Bangunan ukur cipoletti cocok digunakan di saluran yang mengalirkan debit sampai dengan 2.500 lt/det. Kehilangan tinggi tekanan (h_d) yang disebabkan rintangan adalah 0,15 m - 0,45 m. Bangunan ukur cipoletti tidak cocok dipakai pada saluran yang kemiringan dasarnya landai.

Persamaan debit untuk alat ukur cipoletti adalah:

$$Q = \frac{CdCv^2}{3\sqrt{2gh_1^{1,5}}}$$

Persamaan II-2: Persamaan debit alat ukur cipoletti

Dimana:

- Q = Debit, m³/dt
- Cd = Koefisien debit ($\approx 0,63$)
- Cv = Koefisien kecepatan datang

- g = Koefisien gravitasi m/dt^2 ($\approx 9,8$)
- b = Lebar mercu, m
- h1 = Tinggi energi hulu, m

Karakteristik Bangunan Cipoletti

- (a) Bangunan ini sederhana dan mudah dibuat.
- (b) Biaya pelaksanaannya tidak mahal.
- (c) Jika papan buka diberi skala liter, petani pemakai air dapat mengecek persediaan air.
- (d) Sedimentasi terjadi di hulu bangunan, yang dapat mengganggu berfungsinya alat ukur, benda-benda yang hanyut tidak bisa lewat dengan mudah, ini dapat menyebabkan kerusakan dan mengganggu ketelitian pengukuran debit.
- (e) Pengukuran debit tidak mungkin dilakukan jika muka air hilir naik di atas elevasi ambang bangunan ukur tersebut.
- (f) Kehilangan tinggi energi besar sekali dan khususnya di daerah datar, di mana kehilangan tinggi energi yang tersedia kecil sekali, alat ukur tipe ini tidak digunakan.

Alat ukur cipoletti yang dikombinasi dengan pintu sorong sering dipakai sebagai bangunan sedap tersier. Karena jarak antara pintu dan bangunan ukur jauh, eksploitasi pintu menjadi rumit. Oleh sebab itu, lebih dianjurkan untuk memakai bangunan kombinasi. Pemakaian alat ukur ini tidak lagi dianjurkan, kecuali di lingkungan laboratorium.

2.3 Pengukuran Debit Secara Tidak Langsung (Menggunakan Current Meter dan Pelampung)

Current meter adalah alat yang digunakan untuk mengukur kecepatan arus air di dalam suatu sungai atau badan air. Alat ini biasanya terdiri dari sebuah sensor yang dipasang di bagian bawah sungai atau badan air yang dapat mendeteksi arus air, dan sebuah unit pengukur yang dapat menampilkan hasil pengukuran. Current meter biasanya digunakan oleh ahli hidrologi atau ilmuwan lingkungan untuk melakukan penelitian tentang dinamika arus air dan kondisi lingkungan di sekitar sungai atau badan air.

Fungsi utama current meter adalah untuk mengukur kecepatan arus air di dalam suatu sungai atau badan air. Informasi ini berguna untuk mengetahui kondisi dinamika arus air di sekitar sungai atau badan air, yang dapat digunakan untuk berbagai tujuan, seperti:

- (a) Menentukan kebutuhan air bagi pertanian atau industri di sekitar sungai atau badan air.
- (b) Merencanakan pengelolaan air di sekitar sungai atau badan air untuk menghindari banjir atau kekeringan.
- (c) Menentukan tingkat polusi air di sekitar sungai atau badan air.
- (d) Menentukan kebutuhan oksigen bagi ikan dan organisme lainnya yang hidup di sekitar sungai atau badan air.

- (e) Menentukan kondisi habitat bagi ikan dan organisme lainnya yang hidup di sekitar sungai atau badan air.

Selain itu, current meter juga dapat digunakan untuk mengukur kecepatan arus air di dalam pipa atau saluran air, sehingga dapat membantu dalam perencanaan dan pengelolaan sistem distribusi air.

Prinsip kerja current meter adalah dengan menggunakan sensor yang dapat mendeteksi kecepatan arus air di dalam sungai atau badan air. Sensor ini biasanya terdiri dari sebuah kumparan yang dapat berputar ketika terkena arus air, atau sebuah propeller yang dapat berputar ketika terkena arus air.

Ketika arus air mengenai kumparan atau propeller tersebut, maka akan terjadi perubahan medan magnetik di sekitar kumparan atau propeller tersebut. Perubahan medan magnetik ini akan menghasilkan sinyal elektrik yang dapat diukur oleh unit pengukur yang terhubung ke sensor.

Unit pengukur ini akan mengkonversi sinyal elektrik yang dihasilkan oleh sensor menjadi sebuah nilai kecepatan arus air, yang kemudian dapat ditampilkan pada layar atau dicatat untuk analisis lebih lanjut. Dengan demikian, current meter dapat digunakan untuk mengukur kecepatan arus air di dalam sungai atau badan air secara akurat dan tepat waktu.

Untuk menggunakan sebuah current meter arus sungai, kita harus memastikan bahwa alat tersebut telah dihubungkan dengan benar ke sungai yang ingin kita ukur arusnya. Setelah itu, kita dapat mengaktifkan current meter dengan mengikuti petunjuk yang terdapat dalam manual pengguna yang disertakan dengan alat tersebut. Biasanya, untuk mengukur arus sungai dengan current meter, kita harus menempatkan sondanya pada bagian yang ingin kita ukur arusnya. Setelah itu, kita dapat membaca hasil pengukuran pada layar atau display yang terdapat pada current meter tersebut. Disarankan untuk selalu membaca manual pengguna yang disertakan dengan alat tersebut sebelum menggunakannya, agar kita dapat menggunakan current meter dengan benar dan aman. Selain itu, pastikan juga bahwa kita menggunakan current meter arus sungai sesuai dengan peraturan yang berlaku di wilayah tersebut, dan selalu memperhatikan keselamatan diri saat menggunakan alat tersebut.

Pengukuran debit secara tidak langsung adalah upaya untuk mengetahui besarnya debit melalui pengukuran kecepatan air dan luas penampang basah dimana air itu mengalir. Setelah kecepatan dan

penampang basah diketahui maka besaran dapat ditentukan dengan rumus:

$$Q = V \cdot A$$

Persamaan II-3: Perhitungan Debit

Dimana:

Q = Debit (m³/dtk)
V = Kecepatan air (m/dtk)
A = Luas penampang basah (m²)

Faktor utama untuk mengetahui penampang basah adalah elevasi muka air atau tinggi air melalui dasar saluran, untuk itu diperlukan AWLR, atau yang manual. Sedangkan untuk kecepatan aliran bisa menggunakan current meter atau pakai cara pelampung.

2.4 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 15 bentuk peluap trapesium yang merupakan gabungan dari peluap segi empat dan dua peluap segitiga seperti ditunjukkan pada gambar 2.4.



Gambar II-4: Bangunan Ukur Cipoletti

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 II-.

$$Q = Q_{\text{segiempat}} + Q_{\text{segitiga}} \\ = \frac{2}{3} * C_{d1} * b * H^{3/2} \sqrt{2 * g} + \frac{8}{15} * C_{d2} * \tan \frac{\alpha}{2} * \sqrt{2 * g} * H^{5/2}$$

Persamaan II-4: Debit Aliran Melalui Alat Ukur Cipoletti

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)

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

2.5 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 II- berikut:

$$Q = A * v$$

Persamaan II-5: Debit Nyata Aliran

Dengan:

Q = Debit aliran nyata (m³/detik)
A = Luas (m²)
v = Kecepatan (meter/detik)

2.6 Kalibrasi

Kalibrasi Menurut ISO/IEC Guide 17025:2005 dan Vocabulary of International Metrology (VIM) adalah serangkaian kegiatan yang membentuk

hubungan antara nilai yang ditunjukkan oleh instrumen ukur atau sistem pengukuran, atau nilai yang diwakili oleh bahan ukur, dengan nilai-nilai yang sudah diketahui yang berkaitan dari besaran yang diukur dalam kondisi tertentu. Dengan kata lain kalibrasi adalah kegiatan untuk menentukan kebenaran konvensional nilai penunjukan alat ukur dan bahan ukur dengan cara membandingkan terhadap standar ukur yang traceable ke Standar Nasional Indonesia maupun internasional.

Tujuan Kalibrasi:

- (a) Mencapai ketertelusuran pengukuran dan hasil pengukuran dapat dikaitkan atau ditelusuri sampai ke standar yang lebih tinggi atau teliti (standar primer nasional dan internasional), melalui rangkaian perbandingan yang tak terputus.
- (b) Menentukan deviasi kebenaran nilai konvensional penunjukan suatu instrumen ukur.
- (c) Menjamin hasil pengukuran sesuai dengan standar nasional maupun internasional.

Manfaat Kalibrasi:

- (a) Menjaga kondisi instrumen ukur dan bahan ukur agar sesuai dengan spesifikasinya.
- (b) Untuk mendukung sistem mutu yang diterapkan di berbagai industri pada peralatan laboratorium dan produksi yang dimiliki.
- (c) Mengetahui perbedaan antara harga benar dengan harga yang ditunjukkan alat ukur.

Prinsip Dasar Kalibrasi:

- (a) Objek ukur (Unit Under Test).
- (b) Standar ukur atau alat standar kalibrasi (prosedur/metode standar kalibrasi mengacu ke standar internasional atau prosedur yang dikembangkan sendiri oleh laboratorium yang sudah teruji atau diverifikasi).
- (c) Operator atau teknisi (dipersyaratkan operator/teknisi yang mempunyai kemampuan teknis kalibrasi atau bersertifikat).
- (d) Menurut ISO/IEC Guide 17025:2005 bahwa semua alat ukur setelah melewati mobilisasi atau pergeseran dari satu tempat ke tempat lainnya, maka sebaiknya dilakukan kalibrasi menyeluruh untuk mendapatkan keakuratan.
- (e) Lingkungan yang dikondisikan (suhu dan kelembaban selalu dikontrol, gangguan faktor lingkungan luar selalu diminimalkan & sumber ketidakpastian pengukuran).

Hasil Kalibrasi:

- (a) Nilai objek ukur.
- (b) Nilai koreksi atau penyimpangan.
- (c) Nilai ketidakpastian pengukuran (besarnya kesalahan yang mungkin terjadi dalam pengukuran, dievaluasi setelah ada hasil

pekerjaan yang diukur dan analisis ketidakpastian yang benar dengan memperhitungkan semua sumber ketidakpastian yang ada di dalam metode perbandingan yang digunakan serta besarnya kesalahan yang mungkin terjadi dalam pengukuran).

- (d) Sifat metrologi lain seperti faktor kalibrasi dan kurva kalibrasi.

Persyaratan Kalibrasi:

- (a) Standar acuan yang mampu telusur ke standar nasional/Internasional.
- (b) Metode kalibrasi yang diakui secara nasional/Internasional.
- (c) Personil kalibrasi yang terlatih, yang dibuktikan dengan sertifikasi dari laboratorium yang terakreditasi.
- (d) Ruangan/tempat kalibrasi yang terkondisi, seperti suhu, kelembaban, tekanan udara, aliran udara, dan kedap getaran.
- (e) Alat yang dikalibrasi dalam keadaan berfungsi baik.

Sistem manajemen kualitas memerlukan sistem pengukuran yang efektif, termasuk di dalamnya kalibrasi formal, periodik dan terdokumentasi, untuk semua perangkat pengukuran. ISO 9000 dan ISO 17025 memerlukan sistem kalibrasi yang efektif.

Kebutuhan Akan Kalibrasi:

- (a) Perangkat baru
- (b) Suatu perangkat setiap waktu tertentu
- (c) Suatu perangkat setiap waktu penggunaan tertentu (jam operasi)
- (d) Ketika suatu perangkat mengalami tumbukan atau getaran yang berpotensi mengubah kalibrasi
- (e) Ketika hasil pengamatan dipertanyakan

Kalibrasi, pada umumnya, merupakan proses untuk menyesuaikan keluaran atau indikasi dari suatu perangkat pengukuran agar sesuai dengan besaran dari standar yang digunakan dalam akurasi tertentu. Contohnya, termometer dapat dikalibrasi sehingga kesalahan indikasi atau koreksi dapat ditentukan dan disesuaikan (melalui konstanta kalibrasi), sehingga termometer tersebut menunjukkan temperatur yang sebenarnya dalam celcius pada titik-titik tertentu di skala.

Di beberapa negara termasuk Indonesia, memiliki Lembaga Meteorologi Nasional. Di Indonesia terdapat Pusat Penelitian Kalibrasi Instrumentasi dan Metrologi (Puslit KIM LIPI) yang memiliki standar pengukuran tertinggi (dalam SI dan satuan turunannya) yang akan digunakan sebagai acuan bagi perangkat yang dikalibrasi. Puslit KIM LIPI juga mendukung infrastruktur meteorologi di suatu negara dengan membangun rantai pengukuran dari

standar tingkat tinggi/internasional dengan perangkat yang digunakan.

Hasil kalibrasi harus disertai pernyataan "traceable uncertainty" untuk menentukan tingkat kepercayaan yang di evaluasi dengan saksama dengan analisis ketidakpastian.

2.7 Penelitian Terdahulu

Peneliti melakukan studi atau tinjauan pustaka untuk menemukan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan bangunan pengukur debit. Penelitian ini menggunakan studi terdahulu yang ditemukan memiliki kaitan dengan bangunan pengukur debit, sehingga dapat diusung sebagai bahan pertimbangan dalam proses penelitian. Berikut merupakan penelitian terdahulu terkait kalibrasi bangunan ukur cipoletti.

Ichsan (2021), dalam jurnal penelitiannya dilakukan menggunakan salah satu bangunan pengukur debit air yaitu cipoletti. Sebelum dilakukan penelitian terkait cipoletti, 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 cipoletti. Debit terukur yang didapat dari hasil penelitian dipakai sebagai kalibrator untuk debit yang lewat bangunan ukur cipoletti. 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 cipoletti. Hasil dari penelitian ini ialah perlunya dikalibrasi bangunan ukur dari koefisien 1,86 menjadi 2,32.

Berdasarkan tinjauan pustaka dari penelitian dan tugas akhir terdahulu, adapun perbedaan penelitian terdahulu dengan penelitian yang akan dilakukan akan dijelaskan berikut ini.

Perbedaan antara penelitian terdahulu terkait tujuan, metode, dan hasil. Penelitian yang akan dilakukan ialah kalibrasi bangunan ukur cipoletti (BD1.02). Perbedaan antara penelitian ini dengan penelitian sebelumnya ialah pada bangunan ukur, penelitian ini menggunakan bangunan ukur cipoletti, sedangkan penelitian sebelumnya Ichsan (2021) yaitu pengambilan nilai kecepatan, dan persamaan debit cipoletti sekunder yang dihasilkan. Pada penelitian ini pengambilan nilai kecepatan menggunakan alat current meter sedangkan penelitian Ichsan (2021) menggunakan **pelampung yang telah dikalibrasi**.

III. METODOLOGI, ASUMSI DAN PROSEDUR

3.1 Prosedur Penelitian

Dalam penyusunan tugas akhir, dibutuhkan data-data untuk diolah sebagai dasar penarikan kesimpulan. Oleh karena itu, metodologi penelitian perlu disusun agar pengambilan data-data yang menghasilkan penarikan kesimpulan yang akurat. Metodologi penelitian adalah prosedur yang digunakan dalam melakukan penelitian guna mendapatkan kesimpulan secara sistematis.

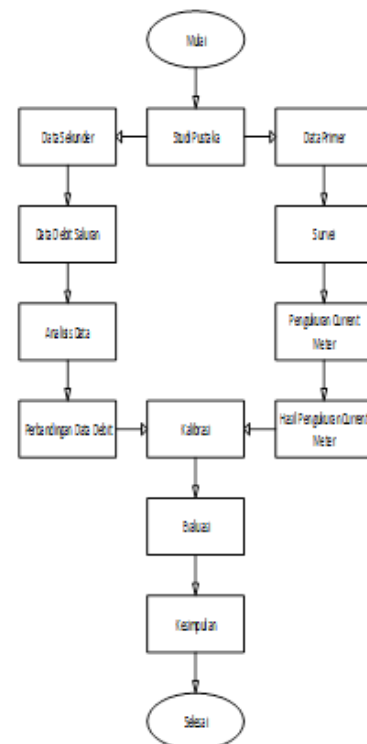
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Bangunan ukur cipoletti (BD1.02) yang berada di saluran induk dalam pada daerah irigasi cipager di wilayah kerja UPTD PSDA WS Cimanuk-Cisanggarung.

3.3 Tahapan Penelitian

Sistematika penelitian merupakan segala kegiatan dari awal penelitian sampai pada pengolahan data untuk menyimpulkan masalah dan menyelesaikan masalah.

3.4 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.4 : Bagan Alir Penelitian

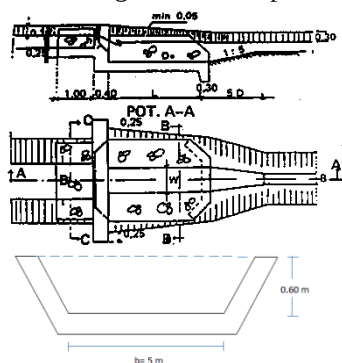
Data yang dipakai dalam penelitian ini adalah data sekunder dan data primer.

- (a) Data Debit Saluran. Data debit saluran adalah data yang dibutuhkan untuk menentukan analisis data debit terhadap perbandingan data hasil pengukuran current meter.
- (b) Peta Jaringan Irigasi. Peta jaringan irigasi digunakan untuk melihat lokasi bangunan ukur cipoletti (BD1.02) yang telah ada agar mempermudah melakukan pengukuran debit dengan menggunakan alat current meter sehingga rencana perjalanan dan kegiatan lebih efektif dan efisien.

3.6 Teknik Pengambilan Sampel

- (a) Survei Data Saluran Irigasi. Survei ini dilakukan untuk mengetahui data debit saluran hasil bangunan ukur cipoletti (BDI.02) setiap 15 hari dalam satu bulan dalam blangko 06-O (blangko debit saluran).
- (b) Survei Pengukuran Debit dengan Alat Current Meter. Survei pengukuran debit dengan alat current meter bertujuan untuk mengetahui debit terkini pada saluran irigasi yang dilakukan di hilir bangunan ukur cipoletti (BDI.02).

(a) Analisa Debit Saluran. Analisa debit saluran dilakukan untuk mendapatkan perbandingan data hasil bangunan ukur cipoletti dan hasil



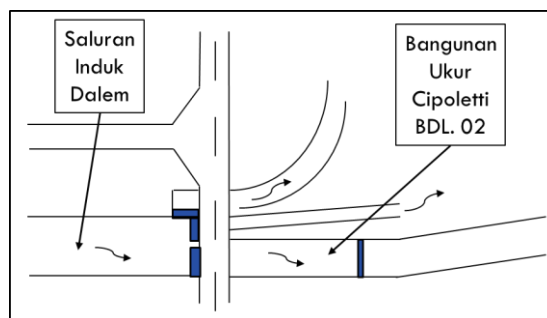
(b) Perhitungan Debit Saluran Rencana. Perhitungan debit saluran rencana ini dilakukan untuk efektifitas perhitungan pengaliran air irigasi sesuai kebutuhan lapangan yang diakibatkan oleh efektifitas bangunan ukur yang terkalibrasi.

4.1 Data Penelitian

Selain data primer, data sekunder juga digunakan dimana diperoleh dari pihak Dinas SDA Provinsi Jawa Barat UPTD PSDA WS Cimanuk-Cisanggarung. Data sekunder yang di dapatkan berupa data debit cipoletti harian dari tahun 2020 hingga tahun 2022.

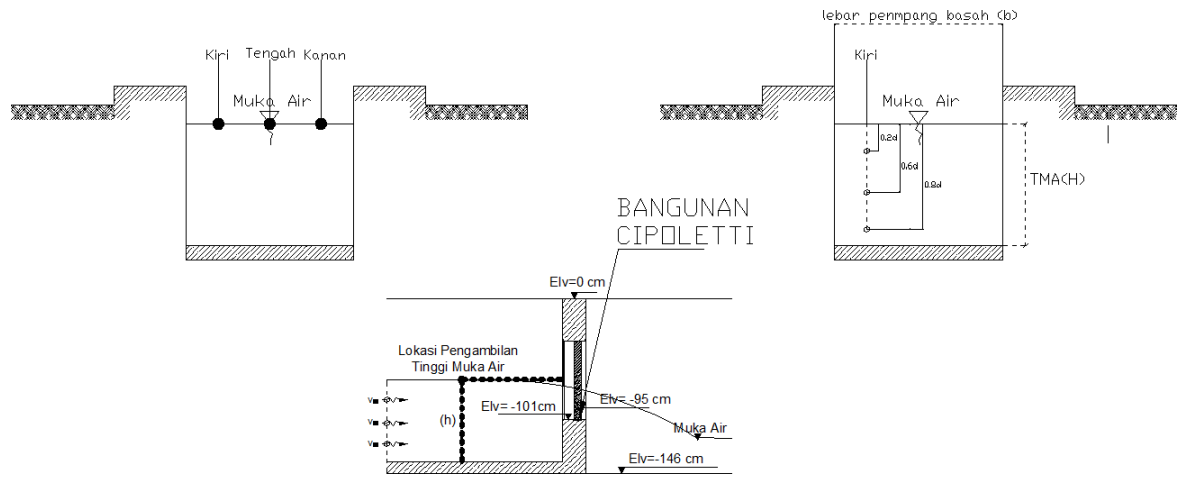
Saluran induk dalam ini adalah bangunan pembawa yang memiliki karakter kontur yang ekstrim dan trek yang berbelok-belok, elevasi dasar saluran (I) di dominasi (I) alam, sehingga kecepatan debit air bervariasi dan ekstrim. Posisi landai I saluran di hulu bangunan cipoletti hanya berjarak 30 meter dan elevasi hulu naik ekstrim 3 meter lebih.

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

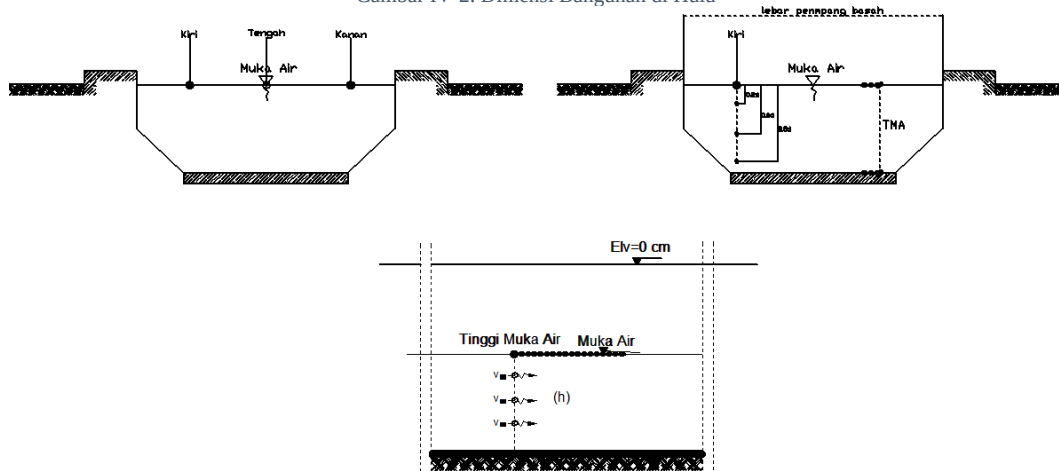


Gambar IV-1: Dimensi Bangunan Cipoletti
Tabel IV-1: Dimensi Bangunan Cipoletti

Parmeter	Hasil	Satuan	Catatan
Lebar Cipoletti bawah	5	Meter	
Gravitasi (g)	9,81	meter/detik ²	
Alfa (α)	13,586	-	Arctan= 0,145 0,6
Koefisien Debit (C_d)	0,63	-	Data sekunder



Gambar IV-2: Dimensi Bangunan di Hulu



Gambar IV-3: Dimensi Bangunan di Hilir

12	66	31	49,90	53,60	65,10	40	15.740,25
			50,00	50,30	66,00		
			52,40	51,10	68,30		
13	68	33	52,80	54,90	72,00	40	16.772,25
			52,90	49,90	69,90		
			52,50	53,50	68,60		
14	70	35	52,50	56,00	69,90	40	17.806,25
			53,70	55,00	68,50		
			53,10	52,90	69,60		
15	72	37	60,00	56,10	66,60	45	18.842,25
			53,10	50,10	67,30		
			53,20	62,10	75,10		
16	74	39	56,20	55,90	71,80	45	19.880,25
			55,80	60,40	71,00		
			54,60	53,20	70,00		
17	76	41	55,70	57,60	71,80	45	20.920,25
			56,80	58,80	71,00		
			57,70	54,20	69,50		
18	77	42	58,60	59,40	72,80	45	21.441,00
			57,50	59,80	73,10		
			59,10	57,80	72,10		
19	79	44	60,60	61,00	73,70	45	22.484,00
			59,50	59,80	75,90		
			57,80	59,10	71,10		
20	81	46	61,10	61,80	74,70	50	23.529,00
			61,80	62,20	74,10		
			60,50	61,10	72,10		
21	83	48	60,30	63,20	73,20	55	24.576,00
			64,10	62,10	75,50		
			61,10	64,20	76,20		
22	84	49	63,20	63,30	77,70	60	25.100,25
			63,80	64,00	75,90		
			62,10	63,00	74,59		

4.2.2 Data Sekunder

Data sekunder berasal dari UPTD PSDA WS Cimanuk-Cisanggarung. Data sekunder yang didapat berupa data debit cipoletti harian dari tahun 2020 hingga tahun 2022. Berikut merupakan data sekunder yang diperoleh, Tabel IV-3.

Tabel IV-3: Rekap Data Debit Cipoletti UPTD PSDA WS Cimanuk-Cisanggarung Tahun 2020 - 2022

Debit Saluran Cipoletti		
H (cm)	Q (cm ³ /detik)	Q (liter/detik)
15	537.500,00	537,50
28	1.375.000,00	1.375,00
29	1.450.000,00	1.450,00
30	1.525.000,00	1.525,00
31	1.537.500,00	1.537,50
34	1.837.500,00	1.837,50
35	1.925.000,00	1.925,00
36	2.012.500,00	2.012,50
37	2.050.000,00	2.050,00
38	2.175.000,00	2.175,00
39	2.262.500,00	2.262,50
40	2.350.000,00	2.350,00
41	2.437.500,00	2.437,50
42	2.525.000,00	2.525,00
43	2.625.000,00	2.625,00
44	2.712.500,00	2.712,50
45	2.812.500,00	2.812,50
46	2.900.000,00	2.900,00
47	3.000.000,00	3.000,00
48	3.087.500,00	3.087,50
49	3.187.500,00	3.187,50
50	3.287.500,00	3.287,50
51	3.387.500,00	3.387,50
52	3.487.500,00	3.487,50
55	3.787.500,00	3.787,50
56	3.900.000,00	3.900,00

4.3 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.

4.3.1 Analisis Persamaan Debit Teoritis Sesuai Pengukuran di Lapangan

Data-data yang didapatkan secara langsung di lapangan dapat dianalisis dengan Persamaan II-, sehingga didapatkan persamaan baru yaitu Persamaan IV-1.

$$Q = Q_{\text{segiempat}} + Q_{\text{segitiga}}$$

$$= \frac{2}{3} * C_{d1} * b * H^{3/2} \sqrt{2 * g} + \frac{8}{15} * C_{d2} * \text{tg} \frac{\alpha}{2} * \sqrt{2 * g} * H^{5/2}$$

Persamaan IV-1: Persamaan Debit Baru

dengan:

- Q = Debit air (m³/detik)
- Cd1 = Koefisien debit bagian segi empat
- Cd2 = 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 5 meter, alfa 13,586 dan koefisien debit 0,63:

$$Q = \frac{2}{3} * C_{d1} * b * H^{3/2} \sqrt{2 * g} + \frac{8}{15} * C_{d2} * tg \frac{\alpha}{2} * \sqrt{2 * g} * H^{5/2}$$

$$= \frac{2}{3} * 0,63 * 5 * H^{3/2} \sqrt{2 * 9,81}$$

$$+ \frac{8}{15} * 0,63 * tg \frac{13,586}{2} * \sqrt{2 * 9,81} * H^{5/2}$$

$$= 2,1 * H^{3/2} + 0,832 H^{5/2}$$

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

4.3.2 Analisis Debit Teoritis dengan Variasi Tinggi Peluapan “H”

Analisis debit teoritis dengan variasi tinggi peluapan dapat diselesaikan dengan Persamaan IV-1, dimana persamaan tersebut didapatkan dari analisis persamaan debit teoritis sesuai pengukuran di lapangan yang dilakukan sebelumnya.

$$Q = 2,1 * H^{3/2} + 0,832 * H^{5/2}$$

dengan:

Q = debit air (m3/detik)

H = tinggi peluapan (meter)

Berikut ini adalah beberapa contoh analisis perhitungan debit Cipoletti berdasarkan Persamaan IV-1:

- (1) Tinggi peluapan (H) 25 cm
 $Q = 2,1 * H^{3/2} + 0,832 * H^{5/2}$
 $= 2,1 * 25^{3/2} + 0,832 * 25^{5/2}$
 $= 2.862,50 \text{ cm}^3/\text{detik}$
 $= 2,8625 \text{ liter/detik}$
- (2) Tinggi peluapan (H) 31 cm
 $Q = 2,1 * H^{3/2} + 0,832 * H^{5/2}$
 $= 2,1 * 31^{3/2} + 0,832 * 31^{5/2}$
 $= 4.814,18 \text{ cm}^3/\text{detik}$
 $= 4,8142 \text{ liter/detik}$
- (3) Tinggi peluapan (H) 39 cm
 $Q = 2,1 * H^{3/2} + 0,832 * H^{5/2}$
 $= 2,1 * 39^{3/2} + 0,832 * 39^{5/2}$
 $= 8.414,34 \text{ cm}^3/\text{detik}$
 $= 8,4143 \text{ liter/detik}$

Rekapitulasi hasil analisis perhitungan debit teoritis dengan variasi tinggi peluapan dapat dilihat pada Tabel IV-4 berikut.

Tabel IV-4: Rekapitulasi Hasil Analisis Perhitungan Debit Teoritis dengan Variasi Tinggi Luapan

Debit Saluran			Debit Saluran			Debit Saluran		
H(cm)	Q(cm3/detik)	Q(liter/detik)	H(cm)	Q(cm3/detik)	Q(liter/detik)	H(cm)	Q(cm3/detik)	Q(liter/detik)
1	2,93	0,0029	21	1.883,49	1,8835	41	9.506,67	9,5067
2	10,65	0,0106	22	2.105,47	2,1055	42	10.083,05	10,0830
3	23,88	0,0239	23	2.342,42	2,3424	43	10.679,89	10,6799
4	43,42	0,0434	24	2.594,66	2,5947	44	11.297,43	11,2974
5	69,99	0,0700	25	2.862,50	2,8625	45	11.935,91	11,9359
6	104,23	0,1042	26	3.146,26	3,1463	46	12.595,55	12,5955
7	146,75	0,1468	27	3.446,23	3,4462	47	13.276,58	13,2766
8	198,13	0,1981	28	3.762,72	3,7627	48	13.979,23	13,9792
9	258,88	0,2589	29	4.096,02	4,0960	49	14.703,72	14,7037
10	329,51	0,3295	30	4.446,41	4,4464	50	15.450,28	15,4503
11	410,51	0,4105	31	4.814,18	4,8142	51	16.219,13	16,2191
12	502,32	0,5023	32	5.199,60	5,1996	52	17.010,47	17,0105
13	605,40	0,6054	33	5.602,95	5,6029	53	17.824,53	17,8245
14	720,16	0,7202	34	6.024,49	6,0245	54	18.661,53	18,6615
15	847,02	0,8470	35	6.464,50	6,4645	55	19.521,66	19,5217
16	986,37	0,9864	36	6.923,23	6,9232	56	20.405,14	20,4051
17	1.138,59	1,1386	37	7.400,95	7,4009	57	21.312,19	21,3122
18	1.304,05	1,3041	38	7.897,90	7,8979	58	22.242,99	22,2430
19	1.483,12	1,4831	39	8.414,34	8,4143	59	23.197,77	23,1978
20	1.676,16	1,6762	40	8.950,51	8,9505	60	24.176,71	24,1767

4.3.3 Analisis Debit Aliran yang Berada di Hulu

Analisis debit aliran di hulu diselesaikan dengan Persamaan II-, dimana analisis yang dilakukan di hulu bervariasi berdasarkan tinggi peluapan. Analisis yang dilakukan di hulu terdapat 3 percobaan dengan tinggi peluapan yang berbeda.

$$Q = A * V_{\text{total}}$$

dengan:

Q = Debit air (m3/detik)

A = Luas penampang basah (m2)

v = Kecepatan aliran (meter/detik)

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

- (a) Tinggi peluapan (H) 25 cm
- a) Sisi kiri aliran

- Percobaan 1
 $Q_1 = \left(\frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2} \right) * A$
 $= \left(\frac{10,78 + 43,12}{2} \right)$
 $* 34.500,00$
 $= 929.775,00 \text{ cm}^3/\text{detik}$
- Percobaan 2
 $Q_2 = \left(\frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2} \right) * A$
 $= \left(\frac{9,12 + 36,48}{2} \right) * 34.500,00$
 $= 786.600,00 \text{ cm}^3/\text{detik}$

- Percobaan 3

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

$$= \left(\frac{9,00 + 36,00}{2} \right) * 34.500,00$$

$$= 776.250,00 \text{ cm}^3/\text{detik}$$

Dengan menggunakan rata-rata maka didapat nilai debit aliran yang berada di hulu dengan pengambilan kecepatan di sebelah kiri dengan 3 kali percobaan, maka nilai debit sebagai berikut:

$$Q_{\text{kiri}} = \frac{929.775,00 + 786.600,00 + 776.250,00}{3}$$

$$= 830.875,00 \text{ cm}^3/\text{detik}$$

- b) Sisi tengah aliran

- Percobaan 1

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

$$= \left(\frac{11,80 + 47,20}{2} \right) * 34.500,00$$

$$= 1.017.750,00 \text{ cm}^3/\text{detik}$$

- Percobaan 2

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

$$= \left(\frac{9,44 + 37,76}{2} \right) * 34.500,00$$

$$= 814.200,00 \text{ cm}^3/\text{detik}$$

- Percobaan 3

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

$$= \left(\frac{8,68 + 34,72}{2} \right) * 34.500,00$$

$$= 748.650,00 \text{ cm}^3/\text{detik}$$

Dengan menggunakan rata-rata maka didapat nilai debit aliran yang berada di hulu dengan pengambilan kecepatan di sebelah tengah dengan 3 kali percobaan, maka nilai debit sebagai berikut:

$$Q_{\text{tengah}} = \frac{1.017.750,00 + 814.200,00 + 748.650,00}{3}$$

$$= 860.200,00 \text{ cm}^3/\text{detik}$$

- c) Sisi kanan aliran

- Percobaan 1

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

$$= \left(\frac{9,80 + 39,20}{2} \right) * 34.500,00$$

$$= 845.250,00 \text{ cm}^3/\text{detik}$$

- Percobaan 2

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

$$= \left(\frac{12,06 + 48,24}{2} \right) * 34.500,00$$

$$= 1.040.175,00 \text{ cm}^3/\text{detik}$$

- Percobaan 3

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

$$= \left(\frac{12,46 + 49,84}{2} \right) * 34.500,00$$

$$= 1.074.675,00 \text{ cm}^3/\text{detik}$$

Dengan menggunakan rata-rata maka didapat nilai debit aliran yang berada di hulu dengan pengambilan kecepatan di sebelah kanan dengan 3 kali percobaan, maka nilai debit sebagai berikut:

$$Q_{\text{kanan}} = \frac{845.250,00 + 1.040.175,00 + 1.074.675,00}{3}$$

$$= 986.700,00 \text{ cm}^3/\text{detik}$$

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

$$Q_{H=25} = \frac{Q_{\text{kiri}} + Q_{\text{tengah}} + Q_{\text{kanan}}}{3}$$

$$= \frac{830.875,00 + 860.200,00 + 986.700,00}{3}$$

$$= 892.591,67 \text{ cm}^3/\text{detik}$$

Rekapitulasi hasil analisis perhitungan debit aliran di hulu dapat dilihat pada Tabel IV-5 berikut:

Tabel IV-5: Rekapitulasi Hasil Analisis Debit di Hulu Aliran

No.	Tinggi Peluapan (cm)	Debit (cm ³ /detik)	Debit (liter/detik)
01	12	416.669,17	416,67
02	14	456.900,30	456,90
03	15	472.948,61	472,95
04	17	497.593,20	497,59
05	19	556.065,60	556,07
06	20	615.872,81	615,87
07	21	701.453,51	701,45
08	23	798.223,07	798,22
09	25	892.591,67	892,59
10	27	989.949,52	989,95
11	29	1.062.297,60	1.062,30
12	31	1.160.283,12	1.160,28
13	33	1.257.731,78	1.257,73
14	35	1.320.999,17	1.321,00
15	37	1.407.083,20	1.407,08
16	39	1.490.942,34	1.490,94
17	41	1.572.165,13	1.572,17
18	42	1.658.212,54	1.658,21
19	44	1.731.503,90	1.731,50
20	46	1.820.998,58	1.821,00
21	48	1.925.144,31	1.925,14
22	49	2.008.257,49	2.008,26

4.3.4 Analisis Debit Aliran yang Berada di Hilir

Analisis debit aliran di hilir diselesaikan dengan Persamaan II-, dimana analisis yang dilakukan di hilir bervariasi berdasarkan tinggi peluapan. Analisis yang dilakukan di hilir terdapat 3 percobaan dengan tinggi peluapan yang berbeda.

$$Q = A * V_{\text{total}}$$

dengan:

Q = Debit air (m³/detik)

A = Luas penampang basah (m²)

v = Kecepatan aliran (meter/detik)

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

(a) Tinggi peluapan (H) 25 cm

a) Sisi kiri aliran

- Percobaan 1
 $Q_1 = V * A$
 $= 41,9 * 12.656,25$
 $= 530.296,88 \text{ cm}^3/\text{detik}$
- Percobaan 2
 $Q_2 = V * A$
 $= 45,60 * 12.656,25$
 $= 577.125,00 \text{ cm}^3/\text{detik}$
- Percobaan 3
 $Q_3 = V * A$
 $= 45,00 * 12.656,25$
 $= 569.531,25 \text{ cm}^3/\text{detik}$

Dengan menggunakan rata-rata maka didapat nilai debit aliran yang berada di hulu dengan pengambilan kecepatan di sebelah kiri dengan 3 kali percobaan, maka nilai debit sebagai berikut:

$$Q_{\text{kiri}} = \frac{530.296,88 + 577.125,00 + 569.531,25}{3} = 558.984,38 \text{ cm}^3/\text{detik}$$

b) Sisi tengah aliran

- Percobaan 1
 $Q_1 = V * A$
 $= 47,00 * 12.656,25$
 $= 594.843,75 \text{ cm}^3/\text{detik}$
- Percobaan 2
 $Q_2 = V * A$
 $= 47,20 * 12.656,25$
 $= 597.375,00 \text{ cm}^3/\text{detik}$
- Percobaan 3
 $Q_3 = V * A$
 $= 43,40 * 12.656,25$
 $= 549.281,25 \text{ cm}^3/\text{detik}$

Dengan menggunakan rata-rata maka didapat nilai debit aliran yang berada di hulu dengan pengambilan kecepatan di sebelah tengah dengan 3 kali percobaan, maka nilai debit sebagai berikut:

$$Q_{\text{tengah}} = \frac{594.843,75 + 597.375,00 + 549.281,25}{3} = 580.500,00 \text{ cm}^3/\text{detik}$$

c) Sisi kanan aliran

- Percobaan 1
 $Q_1 = V * A$
 $= 61,00 * 12.656,25$
 $= 772.031,25 \text{ cm}^3/\text{detik}$
- Percobaan 2
 $Q_2 = V * A$
 $= 60,30 * 12.656,25$
 $= 763.171,88 \text{ cm}^3/\text{detik}$
- Percobaan 3
 $Q_3 = V * A$
 $= 62,30 * 12.656,25$
 $= 788.484,38 \text{ cm}^3/\text{detik}$

Dengan menggunakan rata-rata maka didapat nilai debit aliran yang berada di hulu dengan pengambilan kecepatan di sebelah kanan dengan 3 kali percobaan, maka nilai debit sebagai berikut:

$$Q_{\text{kanan}} = \frac{772.031,25 + 763.171,88 + 788.484,38}{3} = 774.562,50 \text{ cm}^3/\text{detik}$$

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

$$Q_{H=25} = \frac{Q_{\text{kiri}} + Q_{\text{tengah}} + Q_{\text{kanan}}}{3} = \frac{558.984,38 + 580.500,00 + 774.562,50}{3} = 638.015,63 \text{ cm}^3/\text{detik}$$

Rekapitulasi hasil analisis perhitungan debit aliran di hilir dapat dilihat pada Tabel IV-6 berikut:

Tabel IV-6: Rekapitulasi Hasil Analisis Debit di Hilir Aliran

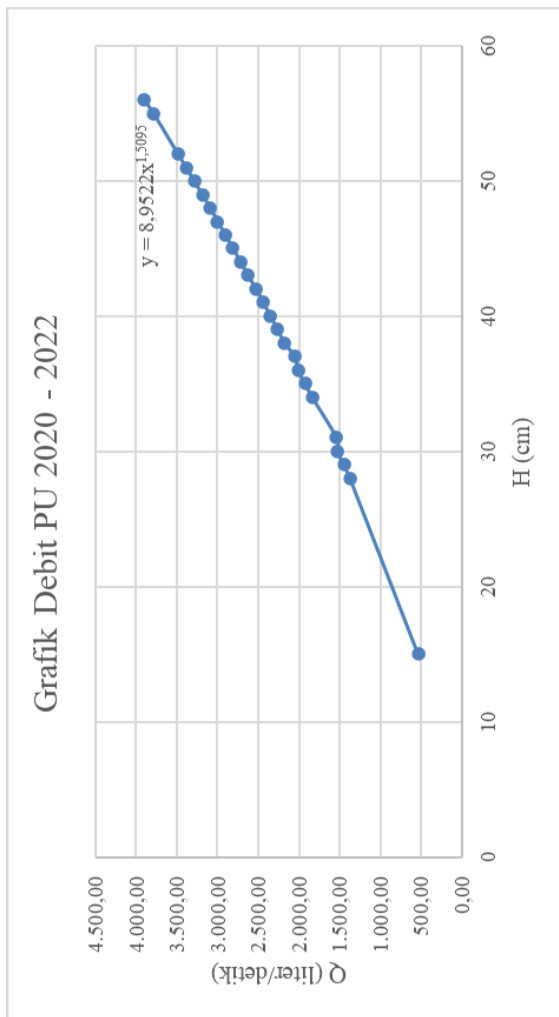
No.	Tinggi Peluapan (cm)	Debit (cm ³ /detik)	Debit (liter/detik)
01	12	236.812,40	236,81
02	14	287.677,52	287,68
03	15	295.029,58	295,03
04	17	324.412,04	324,41
05	19	390.216,62	390,22
06	20	450.347,78	450,35
07	21	489.014,63	489,01
08	23	557.314,02	557,31
09	25	638.015,63	638,02
10	27	739.449,60	739,45
11	29	810.207,88	810,21
12	31	886.176,08	886,18
13	33	982.108,42	982,11
14	35	1.050.964,44	1.050,96
15	37	1.138.071,90	1.138,07
16	39	1.212.474,36	1.212,47
17	41	1.285.665,59	1.285,67
18	42	1.358.406,47	1.358,41
19	44	1.445.221,56	1.445,22
20	46	1.540.888,07	1.540,89
21	48	1.638.126,93	1.638,13
22	49	1.694.517,88	1.694,52

4.3.5 Analisis Kalibrasi Bangunan Ukur Cipoletti (BDI.02) di Saluran Induk Dalem pada Daerah Irigasi Cipager

Analisis kalibrasi bangunan ukur cipoletti dilakukan dengan membandingkan data debit yang berbeda yaitu data debit sekunder yang berasal dari UPTD PSDA WS Cimanuk-Cisanggarung dengan data debit nyata yang diambil di hulu aliran. Dari data debit tersebut didapat persamaan debit yang bervariasi walau dengan parameter yang sama yaitu $b = 5$ dan $C_d = 0,63$. Persamaan tersebut didapat menggunakan power equation, hasil persamaan debit sebagai berikut.

(a) Persamaan Debit Sekunder (QPU)

Besaran debit hasil rekapitulasi pada Tabel IV-3 kemudian dijadikan grafik, dari grafik tersebut persamaan debit di dapatkan dengan menggunakan power equation. Grafik Rekapitulasi Debit Sekunder (QPU) dapat dilihat pada Gambar IV-5 berikut.

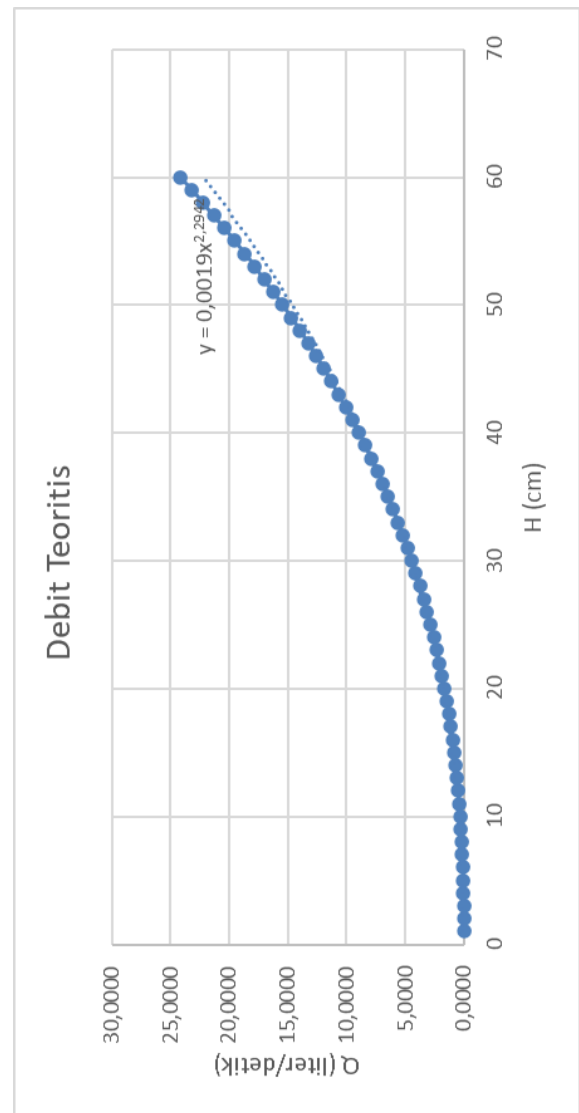


Gambar IV-5: Grafik Debit PU 2020-2022

Dari Gambar IV-5 dengan bantuan power equation didapat persamaan debit sebesar $Q_{PU} = 8,9522x^{1,5095}$.

(b) Persamaan Debit Teoritis

Besaraan debit teoritis di dapatkan pada Tabel IV-4 kemudian dijadikan grafik, dari grafik tersebut persamaan debit di dapatkan dengan menggunakan power equation. Grafik Rekapitulasi Debit Teoritis ($Q_{Teoritis}$) dapat dilihat pada Gambar IV-6 berikut.

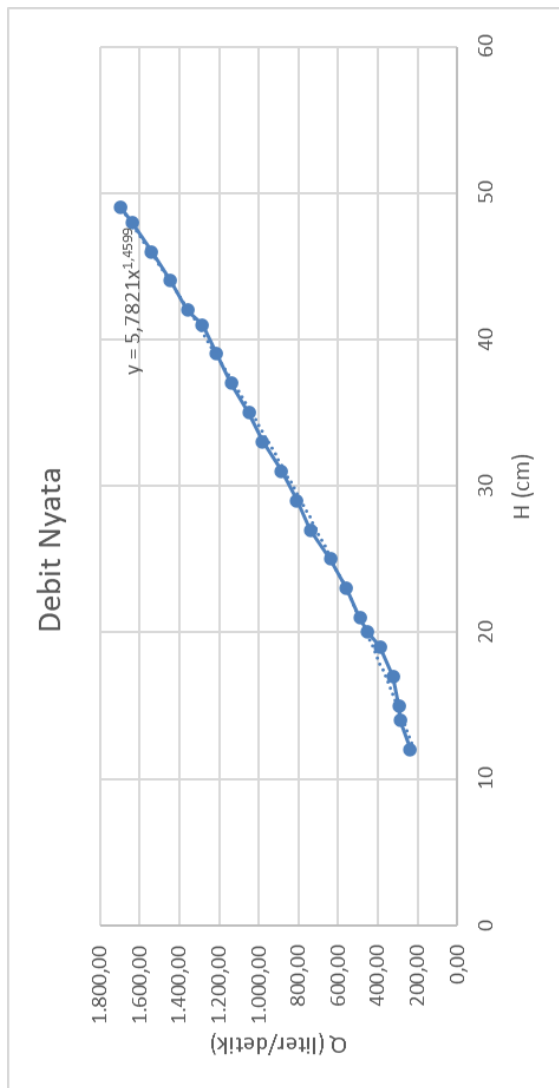


Gambar IV-6: Grafik Debit Teoritis

Dari Gambar IV-6 dengan bantuan power equation didapat persamaan debit sebesar $Q_{Teoritis} = 0,0019x^{2,2942}$.

(c) Persamaan Debit Nyata (Q_{Nyata})

Besaraan debit hasil rekapitulasi pada Tabel IV-6 kemudian dijadikan grafik, dari grafik tersebut persamaan debit di dapatkan dengan menggunakan power equation. Grafik Rekapitulasi Debit Nyata (Q_{Nyata}) dapat dilihat pada Gambar IV-7.



Gambar IV-7: Grafik Debit Nyata Aliran

Dari Gambar IV-7 dengan bantuan power equation didapat persamaan debit sebesar $Q_{Nyata} = 5,7821x^{1,4599}$.

Hasil dari persamaan memiliki nilai yang berbeda beda tersebut di kalibrasi dengan cara meminimumkan jumlah kuadrat dari selisih antara kedua persamaan atau disebut juga mendeferensialkan 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 “1,4599” 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 IV-2 berikut.

$$\frac{d}{da} \sum_{i=1}^k (Q_{PU} - Q_{Nyata})^2 = \frac{d}{da} \sum_{i=1}^k (Q_{PU} - a \cdot h^{1,4599})^2 = 0$$

Persamaan IV-2

dengan:

Q = debit (m3/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 QPU terhadap Q_{Nyata} sebagai berikut. Untuk mendapatkan nilai koefisien baru dilakukan dengan cara mendeferensialkan jumlah kuadrat dari selisih sehingga mendapatkan persamaan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \frac{d}{da} \sum_{i=1}^k (8,9522x^{1,5095} - 5,7821x^{1,4599})^2 \\ = (8,9522x^{1,5095} - 5,7821x^{1,4599}) \\ * (8,9522x^{1,5095} - 5,7821x^{1,4599}) \\ = (80,141x^{3,019} - 51,7625x^{2,9694} + 33,43x^{2,9198} - 51,762x^{2,9694}) \\ = 80,141x^{3,019} - 102,524x^{2,9694} + 33,43x^{2,9198} \\ = 241,945x^{2,019} - 304,434x^{1,9694} + 97,6089x^{1,9198} \end{aligned}$$

Dari persamaan tersebut didapat nilai $\sum_{i=1}^k h^{1,9198} * Q_{PU}$ dan $\sum_{i=1}^k h^{2,019}$, dimana dapat dilihat pada Tabel IV-7 berikut.

Tabel IV-7: Mencari Nilai Koefisien “A” pada QPU

Debit PU		Menentukan Nilai A		
H(cm)	Q(ltr/det)	H ^{1,9198}	H ^{2,019}	Q * H ^{1,9198}
15	537,50	181,08	236,88	97.328,15
28	1.375,00	600,14	835,24	825.195,19
29	1.450,00	641,97	896,56	930.849,95
30	1.525,00	685,14	960,08	1.044.833,84
31	1.537,50	729,65	1.025,79	1.121.840,99
34	1.837,50	871,23	1.236,11	1.600.886,61
35	1.925,00	921,09	1.310,61	1.773.097,29
36	2.012,50	972,28	1.387,31	1.956.705,34
37	2.050,00	1.024,79	1.466,22	2.100.813,65
38	2.175,00	1.078,62	1.547,33	2.345.998,93
39	2.262,50	1.133,77	1.630,65	2.565.159,77
40	2.350,00	1.190,24	1.716,17	2.797.065,48
41	2.437,50	1.248,02	1.803,89	3.042.055,08
42	2.525,00	1.307,12	1.893,83	3.300.466,81
43	2.625,00	1.367,52	1.985,97	3.589.732,18
44	2.712,50	1.429,22	2.080,32	3.876.771,42
45	2.812,50	1.492,24	2.176,89	4.196.912,50
46	2.900,00	1.556,55	2.275,66	4.513.988,86
47	3.000,00	1.622,16	2.376,65	4.866.477,53
48	3.087,50	1.689,07	2.479,85	5.214.994,97
49	3.187,50	1.757,27	2.585,27	5.601.297,35
50	3.287,50	1.826,76	2.692,90	6.005.489,00
51	3.387,50	1.897,55	2.802,75	6.427.950,56
52	3.487,50	1.969,62	2.914,81	6.869.061,99
55	3.787,50	2.193,55	3.264,32	8.308.085,03
56	3.900,00	2.270,76	3.385,26	8.855.966,83
Jumlah			48.967,33	93.829.025,30

Dari Tabel IV-7 nilai “a” dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$a = \frac{\sum_{i=1}^k h^{1,9198} * Q_{PU}}{\sum_{i=1}^k h^{2,019}} = \frac{93.819.025,30}{48.967,33} = 1.916,16$$

4.4 Pembahasan

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

4.4.1 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 cipoletti.

(a) Hasil Analisis Debit Nyata

Bangunan cipoletti dengan tinggi peluapan 25 cm didapatkan nilai debit nyata sebesar 638,02 liter/detik. Besaran debit nyata itu berbeda dengan hasil dari perhitungan debit berdasarkan teori cipoletti dan data sekunder. Berdasarkan teori cipoletti sebesar 2,8625 liter/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 828,96 liter/detik. Besaran debit nyata itu berbeda dengan hasil dari perhitungan debit berdasarkan teori cipoletti dan data sekunder. Berdasarkan teori cipoletti sebesar 4,4464 liter/detik. sedangkan data sekunder sebesar 1.525,00 liter/detik.

Bangunan cipoletti dengan tinggi peluapan 38 cm didapatkan nilai debit nyata sebesar 1.170,61 liter/detik. Besaran debit nyata itu berbeda dengan hasil dari perhitungan debit berdasarkan teori cipoletti dan data sekunder. Berdasarkan teori cipoletti sebesar 7,8979 liter/detik sedangkan data sekunder sebesar 2.175,00 liter/detik.

Bangunan cipoletti dengan tinggi peluapan 48 cm didapatkan nilai debit nyata sebesar 1.638,13 liter/detik. Besaran debit nyata itu berbeda dengan hasil dari perhitungan debit berdasarkan teori cipoletti dan data sekunder. Berdasarkan teori cipoletti sebesar 13,9792 liter/detik sedangkan data sekunder sebesar 3.087,50 liter/detik. Dari beberapa contoh pembahasan di atas maka perbandingan nilai debit dapat dilihat pada Tabel IV-8 berikut.

Tabel IV-8: Nilai Debit Nyata di Hilir dengan Debit Secara Teori Cipoletti dan Data Sekunder

H(cm)	Q PU(ltr/det)	Q Teori(ltr/det)	Q Nyata(ltr/det)
1		0,0029	
2		0,0106	
3		0,0239	
4		0,0434	
5		0,0700	

H(cm)	Q PU(ltr/det)	Q Teori(ltr/det)	Q Nyata(ltr/det)
6		0,1042	
7		0,1468	
8		0,1981	
9		0,2589	
10		0,3295	
11		0,4105	
12		0,5023	236,8124
13		0,6054	
14		0,7202	287,6775
15	537,5000	0,8470	295,0296
16		0,9864	
17		1,1386	324,4120
18		1,3041	
19		1,4831	390,2166
20		1,6762	450,3478
21		1,8835	489,0146
22		2,1055	
23		2,3424	557,3140
24		2,5947	
25		2,8625	638,0156
26		3,1463	
27		3,4462	739,4496
28	1.375,0000	3,7627	
29	1.450,0000	4,0960	810,2079
30	1.525,0000	4,4464	
31	1.537,5000	4,8142	886,1761
32		5,1996	
33		5,6029	982,1084
34	1.837,5000	6,0245	
35	1.925,0000	6,4645	1.050,9644
36	2.012,5000	6,9232	
37	2.050,0000	7,4009	1.138,0719
38	2.175,0000	7,8979	
39	2.262,5000	8,4143	1.212,4744
40	2.350,0000	8,9505	
41	2.437,5000	9,5067	1.285,6656
42	2.525,0000	10,0830	1.358,4065
43	2.625,0000	10,6799	
44	2.712,5000	11,2974	1.445,2216
45	2.812,5000	11,9359	
46	2.900,0000	12,5955	1.540,8881
47	3.000,0000	13,2766	
48	3.087,5000	13,9792	1.638,1269
49	3.187,5000	14,7037	1.694,5179
50	3.287,5000	15,4503	
51	3.387,5000	16,2191	
52	3.487,5000	17,0105	
53		17,8245	
54		18,6615	
55	3.787,5000	19,5217	
56	3.900,0000	20,4051	
57		21,3122	
58		22,2430	
59		23,1978	
60		24,1767	

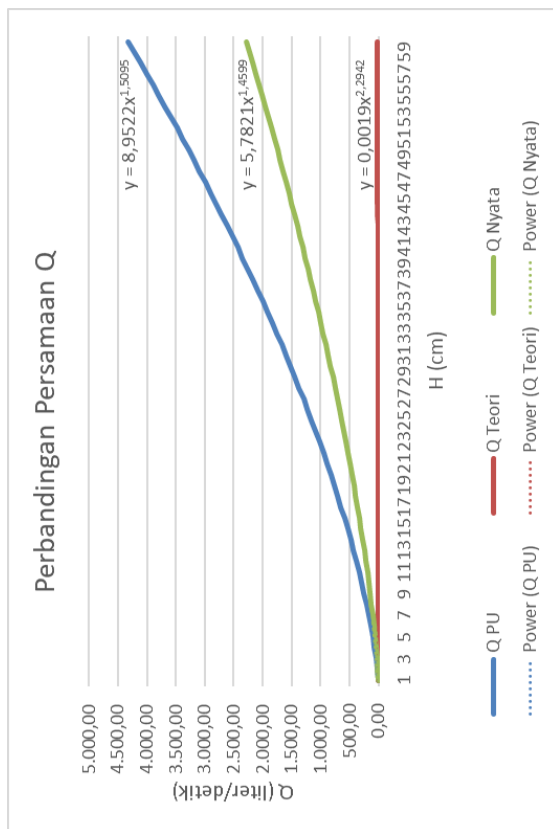
(b) Perbandingan Nilai Debit Nyata

Berdasarkan Tabel IV-8 perbandingan nilai debit nyata di hilir dengan debit secara teoritis dan data sekunder dapat dilihat pada Gambar IV-8 dan Tabel IV-9 berikut:

Tabel IV-9: Perbandingan Nilai Debit Nyata di Hilir dengan Debit Secara Teori Cipoletti dan Data Sekunder

H (cm)	Q PU (ltr/det)	Q Teori (ltr/det)	Q Nyata (ltr/det)	Selisih QPU dan QNyata		Selisih QTeori dan QNyata		Selisih QTeori dan QPU	
				Q (ltr/det)	(%)	Q (ltr/det)	(%)	Q (ltr/det)	(%)
1		0,00							
2		0,01							
3		0,02							
4		0,04							
5		0,07							

H (cm)	Q PU (ltr/det)	Q Teori (ltr/det)	Q Nyata (ltr/det)	Selisih QPU dan QNyata		Selisih QTeori dan QNyata		Selisih QTeori dan QPU	
				Q (ltr/det)	(%)	Q (ltr/det)	(%)	Q (ltr/det)	(%)
6		0,10							
7		0,15							
8		0,20							
9		0,26							
10		0,33							
11		0,41							
12		0,50	236,81			236,31	47.043,50		
13		0,61							
14		0,72	287,68			286,96	39.846,10		
15	537,50	0,85	295,03	242,47	82,19	294,18	34.731,42	536,65	63.357,66
16		0,99							
17		1,14	324,41			323,27	28.392,50		
18		1,30							
19		1,48	390,22			388,73	26.210,45		
20		1,68	450,35			448,67	26.767,88		
21		1,88	489,01			487,13	25.863,17		
22		2,11							
23		2,34	557,31			554,97	23.692,25		
24		2,59							
25		2,86	638,02			635,15	22.188,76		
26		3,15							
27		3,45	739,45			736,00	21.356,75		
28	1.375,00	3,76						1.371,24	36.442,67
29	1.450,00	4,10	810,21	639,79	78,97	806,11	19.680,36	1.445,90	35.300,21
30	1.525,00	4,45						1.520,55	34.197,32
31	1.537,50	4,81	886,18	651,32	73,50	881,36	18.307,63	1.532,69	31.836,91
32		5,20							
33		5,60	982,11			976,51	17.428,42		
34	1.837,50	6,02						1.831,48	30.400,49
35	1.925,00	6,46	1.050,96	874,04	83,17	1.044,50	16.157,47	1.918,54	29.678,02
36	2.012,50	6,92						2.005,58	28.968,79
37	2.050,00	7,40	1.138,07	911,93	80,13	1.130,67	15.277,38	2.042,60	27.599,16
38	2.175,00	7,90						2.167,10	27.438,98
39	2.262,50	8,41	1.212,47	1.050,03	86,60	1.204,06	14.309,63	2.254,09	26.788,64
40	2.350,00	8,95						2.341,05	26.155,49
41	2.437,50	9,51	1.285,67	1.151,83	89,59	1.276,16	13.423,83	2.427,99	25.539,90
42	2.525,00	10,08	1.358,41	1.166,59	85,88	1.348,32	13.372,18	2.514,92	24.942,03
43	2.625,00	10,68						2.614,32	24.478,90
44	2.712,50	11,30	1.445,22	1.267,28	87,69	1.433,92	12.692,48	2.701,20	23.909,88
45	2.812,50	11,94						2.800,56	23.463,35
46	2.900,00	12,60	1.540,89	1.359,11	88,20	1.528,29	12.133,59	2.887,40	22.924,01
47	3.000,00	13,28						2.986,72	22.496,18
48	3.087,50	13,98	1.638,13	1.449,37	88,48	1.624,15	11.618,29	3.073,52	21.986,34
49	3.187,50	14,70	1.694,52	1.492,98	88,11	1.679,81	11.424,41	3.172,80	21.578,18
50	3.287,50	15,45						3.272,05	21.177,93
51	3.387,50	16,22						3.371,28	20.785,83
52	3.487,50	17,01						3.470,49	20.402,08
53		17,82							
54		18,66							
55	3.787,50	19,52						3.767,98	19.301,53
56	3.900,00	20,41						3.879,59	19.012,83
57		21,31							
58		22,24							
59		23,20							
60		24,18							



Gambar IV-8: Grafik Perbandingan Nilai Debit

Berdasarkan Tabel IV-9 dan Gambar IV-8 dapat diketahui bahwa nilai debit nyata yang didapat dari pengukuran di lapangan memiliki selisih 70% s/d 90% 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:

- Pembacaan tinggi peluapan yang dilakukan penjaga operasi tidak menggunakan papan duga tetapi secara manual dengan bantuan kayu sehingga mempengaruhi debit PU.
- 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.
- Besaran koefien debit yang digunakan sudah tidak relevan pada persamaan perhitungan debit cipoletti yang dimiliki oleh UPTD PSDA WS Cimanuk-Cisanggarung sehingga perlu adanya kalibrasi pada tabel pembacaan debit.
- Kondisi bangunan ukur cipoletti yang mengalami kerusakan yang mengakibatkan 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.

4.4.2 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.

- 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 3 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 3 kali percobaan sesuai dengan penelitian yang dilakukan di hilir.

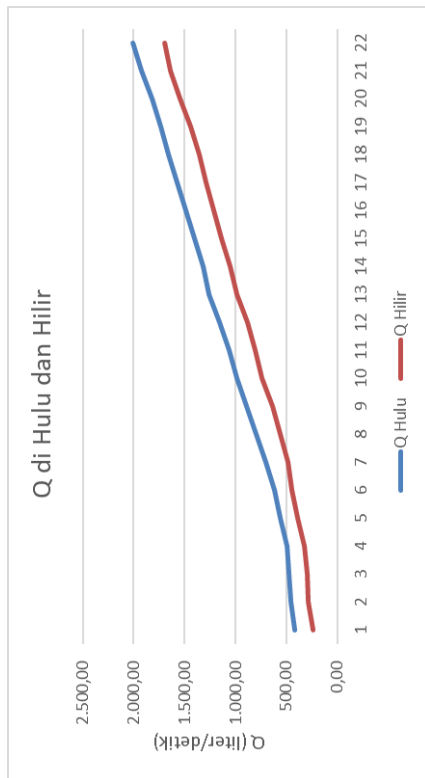
Hasil debit maksimal di hulu pada penelitian ini sebesar 2.008,26 liter/detik sedangkan di hilir sebesar 1.694,52 liter/detik dengan tinggi peluapan 49 cm. Hasil debit minimum di hulu pada penelitian ini sebesar 416,67 liter/detik sedangkan di hilir sebesar 236,81 liter/detik dengan tinggi peluapan 12 cm. Jika ditinjau dari 22 percobaan maka besaran debit di hulu memiliki rata rata sebesar 1.127,90 liter/detik sedangkan di hilir memiliki rata rata 884,14 liter/detik.

Dari pembahasan di atas perbedaan debit antara di hulu dan hilir dapat dilihat pada Tabel IV-10 berikut.

Tabel IV-10: Debit di Hulu dan di Hilir

No	Peluapan (cm)	Q Hulu (liter/detik)	Q Hilir (liter/detik)
1	12	416,67	236,81
2	14	456,90	287,68
3	15	472,95	295,03
4	17	497,59	324,41
5	19	556,07	390,22
6	20	615,87	450,35
7	21	701,45	489,01
8	23	798,22	557,31
9	25	892,59	638,02
10	27	989,95	739,45
11	29	1.062,30	810,21
12	31	1.160,28	886,18
13	33	1.257,73	982,11
14	35	1.321,00	1.050,96
15	37	1.407,08	1.138,07
16	39	1.490,94	1.212,47
17	41	1.572,17	1.285,67
18	42	1.658,21	1.358,41
19	44	1.731,50	1.445,22
20	46	1.821,00	1.540,89
21	48	1.925,14	1.638,13
22	49	2.008,26	1.694,52
Rata-rata		1.127,90	884,14

- Perbandingan Debit di Hulu dan di Hilir
Berdasarkan Tabel IV-10 perbandingan debit di hulu dan di hilir dapat dilihat pada Gambar IV-9 berikut.



Gambar IV-9: 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 IV-11 berikut.

Tabel IV-11: Selisih Nilai Debit di Hulu dengan di Hilir

No	Peluapan (cm)	Q Hulu (ltr/det)	Q Hilir (ltr/det)	Selisih	
				Q (ltr/det)	%
1	12	416,67	236,81	179,86	75,95
2	14	456,90	287,68	169,22	58,82
3	15	472,95	295,03	177,92	60,31
4	17	497,59	324,41	173,18	53,38
5	19	556,07	390,22	165,85	42,50
6	20	615,87	450,35	165,53	36,75
7	21	701,45	489,01	212,44	43,44
8	23	798,22	557,31	240,91	43,23
9	25	892,59	638,02	254,58	39,90
10	27	989,95	739,45	250,50	33,88
11	29	1.062,30	810,21	252,09	31,11
12	31	1.160,28	886,18	274,11	30,93
13	33	1.257,73	982,11	275,62	28,06
14	35	1.321,00	1.050,96	270,03	25,69
15	37	1.407,08	1.138,07	269,01	23,64
16	39	1.490,94	1.212,47	278,47	22,97
17	41	1.572,17	1.285,67	286,50	22,28
18	42	1.658,21	1.358,41	299,81	22,07
19	44	1.731,50	1.445,22	286,28	19,81
20	46	1.821,00	1.540,89	280,11	18,18
21	48	1.925,14	1.638,13	287,02	17,52
22	49	2.008,26	1.694,52	313,74	18,51

Berdasarkan Tabel IV-11 dilakukan 22 kali percobaan dan didapat perbedaan debit antara di hulu dan di hilir. Selisih atau kehilangan air diantaranya, yaitu sebesar 39,90% untuk tinggi peluapan 25 cm, 30,93% untuk tinggi peluapan 31 cm, 22,97% untuk tinggi peluapan 39 cm, dan 17,52% 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.

4.4.3 Pembahasan Hasil Analis 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.

(a) Hasil Persamaan Debit

Untuk grafik debit PU (QPU) dari Gambar IV-5 didapat persamaan debit PU yaitu $QPU = 8,9522x^{1,5095}$.

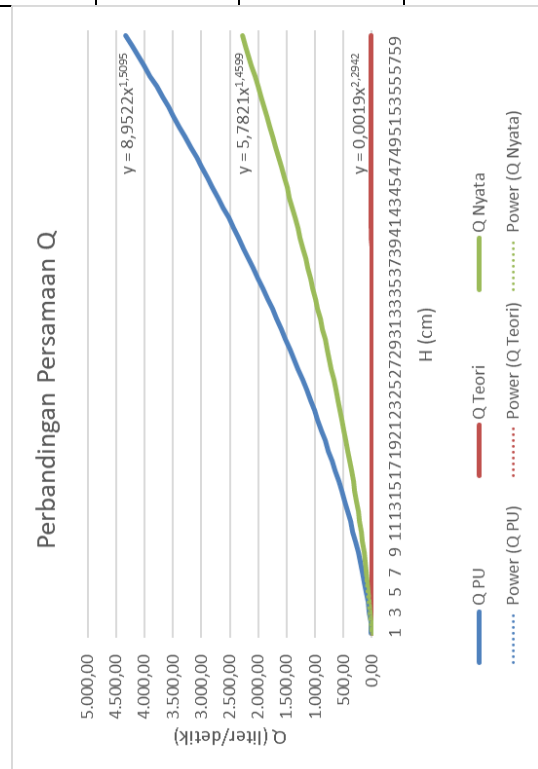
Untuk grafik debit teoritis (QTeoritis) dari Gambar IV-6 didapat persamaan debit teoritis yaitu $QTeoritis = 0,0019x^{2,2942}$.

Untuk grafik debit nyata (QNyata) dari Gambar IV-7 didapat persamaan debit nyata yaitu $QNyata = 5,7821x^{1,4599}$.

Dari hasil pembahasan rekapitulasi persamaan debit dilihat pada Tabel IV-12 dan dapat dilihat pada Gambar IV-10 berikut.

Tabel IV-12: Rekapitulasi Persamaan Debit

Debit	PU	Teoritis	Nyata
Persamaan	$QPU = 8,9522x^{1,5095}$	$QTeoritis = 0,0019x^{2,2942}$	$QNyata = 5,7821x^{1,4599}$



Gambar IV-10: Grafik Perbandingan Persamaan Debit

- (b) Koefisien Hasil Kalibrasi terhadap Debit Teoritis
Untuk hasil koefisien dengan parameter $b = 5$ meter yang didapat dari kalibrasi debit PU terhadap debit teoritis maka besaran koefisien hasil kalibrasi sebesar 1.916,16. Hasil pembahasan di atas maka didapatkan persamaan debit hasil kalibrasi yang dapat dilihat pada Tabel IV-13 berikut.

Tabel IV-13: Persamaan Debit Hasil Kalibrasi dengan $b = 5$

Keterangan	PU	Nyata
Persamaan Lama	$Q_{PU} = 8,9522x^{1,5095}$	$Q_{Nyata} = 5,7821x^{1,4599}$
Kalibrasi	Terhadap Debit Nyata	
Pesamaan Hasil Kalibrasi	$Q_{PU} = 1.916,16h^{0,638}$	$Q_{Nyata} = 5,7821x^{1,4599}$

- (c) Persamaan Debit Hasil Kalibrasi
Berdasarkan Tabel IV-13 didapatkan persamaan debit hasil kalibrasi dengan $b = 5$ meter. Sehingga tanpa mempertimbangkan lebar bangunan maka didapat persamaan yang dapat dilihat pada Tabel IV-14 berikut.

Tabel IV-14: Persamaan Debit Hasil Kalibrasi

Keterangan	PU	Nyata
Persamaan Lama	$Q_{PU} = 8,9522x^{1,5095}$	$Q_{Nyata} = 5,7821x^{1,4599}$
Pesamaan Hasil Kalibrasi dengan $B=5$	$Q_{PU} = 1.916,16h^{0,638}$	$Q_{Nyata} = 5,7821x^{1,4599}$
Persamaan Debit Hasil Kalibrasi	$Q_{PU} = 8,9522x^{1,5095}$	$Q_{Nyata} = 0,5755 b h^{0,638}$

Berdasarkan Tabel IV-14 nilai koefisien persamaan debit PU perlu dikalibrasi yaitu dari 8,9 menjadi 0,5755 sehingga persamaan baru yang dapat digunakan dalam menghitung debit cipoletti pada saluran induk dalem di daerah irigasi cipager adalah $Q = 0,5755 b h^{0,638}$. 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.

V. KESIMPULAN, SARAN DAN REKOMENDASI

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian pada bangunan ukur cipoletti (BDI.02) yang berada di saluran induk dalem pada daerah irigasi cipager di wilayah kerja UPTD PSDA WS Cimanuk-Cisanggarung serta setelah melaksanakan analisis dan pembahasan, maka dari tugas akhir ini dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu:

- (a) Debit nyata di lapangan didapat lebih kecil dari pada debit PU (data sekunder) dimana memiliki selisih antara 70% - 90% dengan variasi tinggi pembacaan dari 15cm - 49cm.
(b) Aliran di hulu dan di hilir memiliki perbedaan atau kehilangan air mulai dari 39,90% untuk tinggi peluapan 25 cm, 30,93%

untuk tinggi peluapan 31 cm dan 22,97% untuk tinggi peluapan 39 cm.

- (c) Nilai koefisien hasil kalibrasi sebesar 1.916,16, sehingga persamaan baru yang dapat digunakan dalam menghitung debit Cipoletti pada Saluran Induk Dalem Daerah Irigasi Cipager adalah $Q = 0,5755 b h^{0,638}$.

5.2 Saran

Berdasarkan pelaksanaan penelitian di lapangan, 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 peilscale yang sudah usang sehingga perlu dilakukan pembacaan berulang-ulang. Saran yang diajukan ialah memasang peilscale yang baru pada bangunan BDI.02 sehingga mempermudah dalam pembacaan terlebih bagi penjaga pintu air di bangunan BDI.02.

DAFTAR PUSTAKA

- Buku Saku Mantri, Dinas Sumber Daya Air Provinsi Jawa Barat, 2014.
Keputusan Mentri Pekerjaan Umum Nomor 293/KPTS/M/2014 tentang Penetapan Status Daerah Irigasi yang Pengelolaannya Menjadi Wewenang dan Tanggung Jawab Pemerintah, Pemerintah Provinsi, dan Pemerintah Kabupaten/Kota.
Nurrochmad, F. 2005. Analisa Kalibrasi Bangunan Ukur Debit Cipoletti. Media Teknik. Tahun. XXVII No 3. FT UGM. Yogyakarta.
Peraturan Gubernur Jawa Barat Nomor 14 Tahun 2013 tentang Kebijakan Pengelolaan Sumber Daya Air Provinsi Jawa Barat.
Peraturan Gubernur Jawa Barat Nomor 74 Tahun 2017 tentang Tugas Pokok dan Fungsi Rincian Tugas Unit dan Tata Kerja Dinas Sumber Daya Air Provinsi Jawa Barat.
Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 04/PRT/M/2015 tentang Kriteria dan Penetapan Wilayah Sungai.
Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 12/PRT/M/2015 tentang Eksploitasi dan Pemeliharaan Jaringan Irigasi.

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 30/PRT/M/2015 tentang Pengembangan dan Pengelolaan Jaringan Irigasi.

Peraturan Pemerintah Nomor 18 Tahun 2016 tentang Perangkat Daerah.

Standar Perencanaan Irigasi, Jilid 1 Bagian Jaringan Irigasi, Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Direktorat Irigasi dan Rawa, 2013.

Standar Perencanaan Irigasi, Jilid 2 Bagian Bangunan Utama, Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Direktorat Irigasi dan Rawa, 2013.

Standar Perencanaan Irigasi, Jilid 3 Bagian Saluran, Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Direktorat Irigasi dan Rawa, 2013.

Standar Perencanaan Irigasi, Jilid 4 Bagian Bangunan, Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Direktorat Irigasi dan Rawa, 2013.

Standar Perencanaan Irigasi, Jilid 5 Bagian Petak Tersier, Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Direktorat Irigasi dan Rawa, 2013.

Standar Perencanaan Irigasi, Jilid 6 Bagian Parameter Bangunan, Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Direktorat Irigasi dan Rawa, 2013.

Standar Perencanaan Irigasi, Jilid 7 Bagian Standar Penggambaran, Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Direktorat Irigasi dan Rawa, 2013.

Standar Perencanaan Irigasi, Jilid 8 Bagian Perencanaan, Pemasangan, Operasi dan Pemeliharaan, Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Direktorat Irigasi dan Rawa, 2013.

Standar Perencanaan Irigasi, Jilid 9 Bagian Spesifikasi Teknis, Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Direktorat Irigasi dan Rawa, 2013.

Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2014 tentang Pemerintahan Daerah.

Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2019 tentang Sumber Daya Air.