

**SKRIPSI**

**“PENGARUH BANGUNAN PELIMPAH TIPE OGEE VERTIKAL TERHADAP  
PERUBAHAN KARAKTERISTIK ALIRAN”**



**Disusun dan diajukan oleh:**

**ANDI RESKI RAMDANI  
105 81 2211 14**

**ULFA ANGRENI PUTRI  
105 81 2194 14**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR  
2018**



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

# FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website : [www.unismuh.ac.id](http://www.unismuh.ac.id), e-mail : [unismuh@gmail.com](mailto:unismuh@gmail.com)

Website : <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

## PENGESAHAN

Skripsi atas nama Andi Reski Ramdani dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 2211 14 dan Ulfa Angreni putri dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 2194 14, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0009/SK-Y/22201/091004/2018, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Rabu tanggal 6 Juni 2018

Makassar, 21 Ramadhan 1439 H  
6 Juni 2018 M

Panitia Ujian :

### 1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Dr. H. ABD. RAHMAN RAHIM, SE., MM.

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar

Dr. Ir. H. MUHAMMAD ARSYAD THAHA, MT.

### 2. Penguji

a. Ketua : Dr. Ir. Hj. Fenty Daud S. MT

b. Sekretaris : Farida Gaffar, ST., MT

### 3. Anggota

1. Ir. H. Maruddin Laining, MS

2. Amrullah Mansida, ST., MT

3. Ir. Mahmuddin, ST., MT

Mengetahui :

Pembimbing I

Dr. Ir. Hj. Ratna Musa, MT

Pembimbing II

Hj. Arsyuni Ali Mustari, ST., MT

Dekan

Ir. Hamzah Al Imran, ST., MT,

NBM : 855 500



**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

## **FAKULTAS TEKNIK**

**GEDUNG MENARA IQRA LT. 3**

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website : [www.unismuh.ac.id](http://www.unismuh.ac.id), e-mail : [unismuh@gmail.com](mailto:unismuh@gmail.com)

Website : <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

### **HALAMAN PENGESAHAN**

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **PENGARUH BANGUNAN PELIMPAH TIPE OGEE VERTIKAL TERHADAP PERUBAHAN KARAKTERISTIK ALIRAN**

Nama : **ANDI RESKI RAMDANI**  
**ULFA ANGRENI PUTRI**

Stambuk : **105 81 2211 14**  
**105 81 2194 14**

Makassar, 6 Juni 2018

Telah Diperiksa dan Ditetujui  
Oleh Dosen Pembimbing:

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Ir. Hj. Ratna Musa, MT

Hj. Arsyuni Ali Mustari, ST., MT

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Sipil



Muh. Syafaat S. Kuba, ST., MT

NBM : 975 288

## ABSTRAK

Pengaruh bangunan pelimpah tipe ogee vertikal terhadap perubahan karakteristik aliran dibimbing oleh Ratna Musa dan Arsyuni Ali Mustari. Dalam mencegah banjir pada bendungan dibutuhkan bangunan pelimpah. Bangunan pelimpah merupakan bangunan air beserta instalasinya yang berfungsi untuk mengalirkan debit banjir yang masuk kedalam waduk agar tidak membahayakan keamanan bendungan terhadap overtopping dan gerusan dihilir. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik aliran pada saluran terbuka. Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian eksperimen laboratorium. Berdasarkan pada pengukuran dan perhitungan menggunakan tiga variasi debit yaitu 0,0015 m<sup>3</sup>/det, 0,0020 m<sup>3</sup>/det, dan 0,0025 m<sup>3</sup>/det, pada bagian hulu alirannya merupakan aliran sub kritis yaitu ( $Fr = 0.1125, 0.1114, 0.1111 < 1$ ), pada saat diatas mercu alirannya berubah menjadi aliran kritis ( $Fr = 1$ ), dan pada saat melewati bangunan pelimpah alirannya merupakan aliran super kritis ( $Fr = 1.2472, 1.3229, 1.3416 > 1$ ), sedangkan pada daerah hilir ( $Fr = 0.3386, 0.3193, 0.4143 < 1$ ). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin besar debit maka semakin besar pula bilangan *froude* yang terjadi disaluran.

**Kata Kunci:** Saluran Terbuka, Pelimpah Tipe Ogee, Bilangan *Froude*.

## ABSTRACT

*The influence of vertical ogee-type overflow buildings on changes in flow characteristics is guided by Ratna Musa and Arsyuni Ali Mustari. In preventing flooding of dams it takes a spillway building. Abandoned building is a water building and its installation that serves to drain the flood discharge into the reservoir so as not to endanger the dam security against overtopping and scouring downstream. The purpose of this research is to know the flow characteristics of open channel. The research method used is laboratory experimental research method. Based on the measurements and calculations using three variations of the discharge of 0.0015 m<sup>3</sup> / s, 0.0020 m<sup>3</sup> / s, and 0.0025 m<sup>3</sup> / s, in the upstream flow is a sub-critical flow that is ( $Fr = 0.1125, 0.1114, 0.1111 < 1$ ), at the moment the top of the stream is turned into a critical stream ( $Fr = 1$ ), and as it passes through its overflow building it is a super critical stream ( $Fr = 1.2472, 1.3229, 1.3416 > 1$ ), while in the downstream region ( $Fr = 0.3386, 0.3193, 0.4143 < 1$ ). The results of this study indicate that the greater the discharge the greater the number of *froude* that occur disaluran.*

**Keywords:** Open Channels, Ogee Type Overflow, *Froude* Numbers.

## KATA PENGANTAR



Syukur Alhamdulillah atas panjatkan kehadiat Allah SWT, karena rahmat dan hidayah-Nyalah sehingga penulis dapat menyusun skripsi dengan judul “Pengaruh bangunan pelimpah tipe ogee vertikal terhadap perubahan karakteristik aliran”.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa di dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan dan kesalahan, hal ini disebabkan penulis sebagai manusia biasa tidak lepas dari kekhilafan baik itu dari segi teknis penulisan. Oleh karena itu penulis menerima dengan ikhlas dan senang hati segala koreksi serta perbaikan guna penyempurnaan tulisan ini agar kelak dapat lebih bermanfaat.

Skripsi ini dapat terwujud berkat adanya bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan segala ketulusan dan kerendahan hati, kami mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Bapak Hamzah Al Imran, ST.,MT sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Bapak Muh. Syafaat S. Kuba, ST. sebagai Ketua Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Ibu Dr.Ir.Hj.Ratna Musa,ST.,MT. selaku Pembimbing I dan Ibu Hj. Arsyuni Ali Mustari,ST.,MT selaku pembimbing II, yang telah banyak meluangkan

waktu, memberikan bimbingan dan pengarahan sehingga terwujudnya skripsi ini.

4. Bapak dan Ibu dosen serta staf pegawai pada Fakultas Teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani penulis selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
5. Kedua orang tua kami yang selalu memberikan dukungan moril, maupun material, doa kepada kami.
6. Saudara-saudara yang tercinta, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala limpahan kasih sayang, do'a, dorongan dan pengorbanannya.

Semoga semua pihak tersebut di atas mendapat pahala yang berlipat ganda di sisi Allah SWT dan proposal penelitian yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi penulis, rekan-rekan, masyarakat serta bangsa dan negara. Amin.

Makassar,..... 2018

**P□□□□□**

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
ABSTRAK .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN .....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	3
C. Tujuan Penelitian .....	3
D. Manfaat Penelitian .....	3
E. Batasan Masalah .....	4
F. Sistematika Penulisan .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Bangunan Pelimpah Tipe Ogee .....	6
B. Aliran Saluran Terbuka .....	8
C. Klasifikasi Aliran .....	11
D. Energi Spesifik ( <i>specific Energy</i> ) .....	16
E. Penampang Saluran .....	19

F. Parameter Hidrolis Kecepatan dan Debit	.....21
G. Skala Model	.....23
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
A. Tempat dan Waktu Penelitian	.....26
B. Jenis Penelitian dan Sumber Data	.....26
C. Alat dan Bahan	.....27
D. Variabel yang diteliti	.....28
E. Prosedur / Langkah Penelitian	.....31
<b>BAB IV ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Analisa koefisien debit (cd) pada pelimpah tipe ogee	.....33
B. Analisa Hasil penelitian	.....34
1. Segmen A (daerah hulu)	.....35
a. Ketinggian air	.....35
b. Kecepatan aliran	.....36
c. Bilangan froude	.....37
d. Energi spesifik	.....39
2. Segmen B (diatas bangunan)	.....41
a. Ketinggian air	.....41
b. Kecepatan aliran	.....42
c. Bilangan froude	.....43
d. Energi spesifik	.....45
3. Segemen C (setelah melewati bangunan)	.....47
a. Ketinggian air	.....47



b. Kecepatan aliran	.....50
c. Bilangan froude	.....54
d. Energi spesifik	.....59
e. Kehilangan energi	.....64
4. Segmen D (daerah hilir)	.....68
a. Ketinggian air	.....68
b. Kecepatan aliran	.....70
c. Bilangan froude	.....71
d. Energi spesifik	.....72
C. Pembahasan	.....73

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	.....76
B. Saran	.....76

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN

## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Bangunan Pelimpah Tipe Ogee	7
2. Bentuk-bentuk pelimpah tipe ogee	8
3. Aliran seragam dan aliran tak seragam	13
4. Parameter energi spesifik	18
5. Sketsa aliran air dan titik pengamatan pada flume	30
6. Flow chart penelitian	32
7. Hubungan antara kecepatan dan bilangan froude pada daerah hulu	38
8. Hubungan antara kecepatan dan energi spesifik pada daerah hulu	40
9. Hubungan antara kecepatan dan bilangan froude pada daerah setelah bangunan	58
10. Hubungan antara kecepatan dan energi spesifik pada daerah setelah bangunan	63
11. Profil aliran pada debit $0.0015 \text{ m}^3/\text{det}$ , $0.002 \text{ m}^3/\text{det}$ dan $0.0025 \text{ m}^3/\text{det}$	69

## DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
Tabel 1 harga-harga K dan n berbagai kemiringan hilir	7
Tabel 2. Tabel penelitian	29
Tabel 3. Perhitungan perhitungan koefisien debit	34
Tabel 4. Tinggi air pada daerah hulu pada	35
Tabel 5.Kecepatan aliran didaerah hulu menggunakan pelampung	36
Tabel 6. Hasil perhitungan bilangan froude pada daerah hulu	37
Tabel 7. Hasil perhitungan energi spesifik pada daerah hulu	39
Tabel 8. Tinggi air pada saat diatas bangunan	41
Tabel 9. Hasil perhitungan kecepatan pada bangunan dengan debit 0,0015 m <sup>3</sup> /det, 0,0020 m <sup>3</sup> /det, dan 0,0025 m <sup>3</sup> /det	42
Tabel 10. Hasil perhitungan bilangan froude diatas bangunan pada debit 0,0015 m <sup>3</sup> /det, 0,0020 m <sup>3</sup> /det, dan 0,0025 m <sup>3</sup> /det	44
Tabel 11. Hasil perhitungan energi spesifik diatas bangunan pada debit 0,0015 m <sup>3</sup> /det, 0,0020 m <sup>3</sup> /det, dan 0,0025 m <sup>3</sup> /det	46
Tabel 12. Tinggi air pada saat melewati bangunan dengan debit 0,0015 m <sup>3</sup> /det	47
Tabel 13. Tinggi air pada saat melewati bangunan dengan debit 0,0020 m <sup>3</sup> /det	48
Tabel 14. Tinggi air pada saat melewati bangunan dengan debit 0,0025 m <sup>3</sup> /det	49
Tabel 15. Perhitungan kecepatan aliran pada daerah setelah bangunan dengan debit 0,0015 m <sup>3</sup> /det.	51

Tabel 16. Perhitungan kecepatan aliran pada daerah setelah bangunan dengan debit 0,002 m <sup>3</sup> /det	52
Tabel 17. Perhitungan kecepatan aliran pada daerah setelah bangunan dengan debit 0,0025 m <sup>3</sup> /det	53
Tabel 18. Hasil perhitungan bilangan froude setelah bangunan pelimpah pada debit 0,0015 m <sup>3</sup> /det	55
Tabel 19. Hasil perhitungan bilangan froude setelah bangunan pelimpah pada debit 0,002 m <sup>3</sup> /det	56
Tabel 20. Hasil perhitungan bilangan froude setelah bangunan pelimpah pada debit 0,0025 m <sup>3</sup> /det	57
Tabel 21. Hasil Perhitungan energi spesifik pada daerah setelah bangunan pada debit 0,0015 m <sup>3</sup> /det	60
Tabel 22. Hasil Perhitungan energi spesifik pada daerah setelah bangunan pada debit 0,002 m <sup>3</sup> /det	61
Tabel 23. Hasil Perhitungan energi spesifik pada daerah setelah bangunan pada debit 0,0025 m <sup>3</sup> /det	62
Tabel 24. Hasil perhitungan Kehilangan Energi pada debit 0.0015 m <sup>3</sup> /det	65
Tabel 25. Hasil perhitungan Kehilangan Energi pada debit 0.002 m <sup>3</sup> /det	66
Tabel 26. Hasil perhitungan Kehilangan Energi pada debit 0.0025 m <sup>3</sup> /det	67
Tabel 27. Tinggi air pada daerah hilir dengan debit 0,0015 m <sup>3</sup> /det, 0,002 m <sup>3</sup> /det, dan 0,0025 m <sup>3</sup> /det	68
Tabel 28. Perhitungan kecepatan aliran pada daerah hilir dengan jarak dan tinggi muka air	70
Tabel 29. Hasil perhitungan bilangan froude pada daerah hilir	

dengan debit 0,0015 m <sup>3</sup> /det, 0,0020 m <sup>3</sup> /det, 0,0025 m <sup>3</sup> /det	71
Tabel 30. Hasil perhitungan energi spesifik pada daerah hilir	
dengan debit 0,0015 m <sup>3</sup> /det, 0,0020 m <sup>3</sup> /det, 0,0025 m <sup>3</sup> /det	72

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

Notasi	Defenisi dan Keterangan
$V$	Kecepatan aliran
$A$	Luas penampang
$b$	Lebar dasar saluran
$w$	Tinggi jagaan saluran
$P$	Keliling basah saluran
$R$	Jari-jari hidrolis
$E_s$	Energi spesifik
$Fr$	Bilangan Froude
$h = y$	Tinggi muka air
$g$	Kecepatan gravitasi
$C_d$	koefisien debit
$Q$	Debit
$V_c$	kecepatan kritis
$y_c$	ketinggian kritis
$\Delta E$	kehilangan energi

## BAB I

### BENDUNGAN

#### A. PENDAHULUAN

Bendungan adalah bangunan yang dibentuk dengan membendung aliran sungai, sehingga membuat genangan air dan menampung air dalam volume yang banyak, sehingga air sungai tadi dapat dialirkan melalui pintu sadap ke saluran-saluran pembagi kemudian hingga ke lahan-lahan pertanian. Kelebihan dari sebuah bendungan, yaitu dengan memiliki daya tampung tersebut, sejumlah besar air sungai yang melebihi kebutuhan dapat disimpan dalam waduk dan baru dilepaskan mengalir ke dalam sungai lagi di hilirnya sesuai dengan kebutuhan dan pada waktu yang ditentukan. Alat yang digunakan untuk membendung aliran sungai atau aliran mata air bisa berupa tembok beton maupun dibuat dari tanah. Pada dasarnya, dibuatnya bendungan tentu saja bukan tanpa tujuan, tetapi untuk dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar bendungan untuk berbagai hal dan mencukupi kebutuhan air masyarakat sekitar bendungan.

Dalam mencegah banjir pada bendungan dibutuhkan bangunan pelimpah. Bangunan pelimpah merupakan bangunan air beserta instalasinya yang berfungsi untuk mengalirkan debit banjir yang masuk ke dalam waduk agar tidak membahayakan keamanan bendungan terhadap *overtopping* dan gerusan dihilir. Dimana kapasitasnya ditentukan terutama berdasarkan debit banjir yang diperhitungkan akan melalui bangunan air. Dengan adanya pelimpah, elevasi

muka air di hulu didesain tidak akan melampaui batas maksimum berkaitan dengan debit banjir rencana. Karakteristik aliran yang melewati bangunan pelimpah akan tergantung pada bentuk dan sifat pelimpah itu sendiri. Untuk kepentingan perencanaan bangunan-bangunan air seperti bendungan, atau bangunan air yang lain maka perihal karakteristik sebagaimana disebut diatas menjadi sangat penting. Hal ini akan menentukan tipe bangunan yang akan dipilih sesuai kebutuhannya. Terkait tentang hal dimaksudkan dapat dilakukan melalui suatu penelitian terhadap aliran melalui saluran terbuka berukuran kecil yang melewati suatu pelimpah, dalam hal ini dilakukan penelitian melalui model bangunan pelimpah tipe ogee.

Pelimpah tipe ogee berbentuk tirai luapan bawah dari bendung ambang tajam aerasi. Oleh karena itu tipe ini tidak akan memberikan tekanan subatmosfir pada permukaan mercu sewaktu bendung mengalirkan air pada debit rencana. Untuk debit yang lebih rendah, air akan memberikan tekanan kebawah pada mercu. Untuk bagian hulu mercu bervariasi sesuai dengan kemiringan permukaan hilir. Salah satu alasan dalam perencanaan digunakan tipe ogee adalah karena tanah disepanjang kolam olah, tanah berada dalam keadaan baik, maka tipe mercu yang cocok adalah tipe mercu ogee.

Sifat suatu aliran yang melewati (sebelum, sedang, dan sesudah) bangunan pelimpah memiliki kecenderungan tersendiri sesuai jenis dan bentuk bangunan pelimpah itu sendiri. Perbedaan-perbedaan yang terjadi tentu saja membutuhkan penelitian agar tidak terjadi kesalahan dalam perencanaan. Sehubungan dengan hal diatas, maka peneliti tertarik meneliti karakteristik aliran saluran terbuka





## **E. B M**

Mengingat banyaknya permasalahan yang bisa ditemukan tentang karakteristik aliran, perlu adanya batasan masalah yang jelas mengenai apa yang dibuat dan diselesaikan, maka untuk lebih fokus dalam penulisan ilmiah ini penulis akan meneliti tentang laju aliran yang melewati bangunan pelimpah tipe ogee dengan perubahan parameter aliran sehingga peneliti dapat mengetahui karakteristik dan energi spesifik aliran. Pada penelitian ini peneliti tidak melakukan kalibrasi alat sehingga debit yang masuk didalam flume hanya berdasar kepada alat pembaca debit dan kran air, pada penelitian ini peneliti hanya menggunakan satu model pelimpah.

## **F. S P**

Susunan sistematika tugas akhir ini dapat diuraikan sebagai berikut :

Bab I pendahuluan. Dalam Bab ini menguraikan hal-hal yang melatar belakangi penelitian ini (pendahuluan), dilanjutkan dengan uraian rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

Bab II Tinjauan Pustaka. Dalam bab ini dijelaskan mengenai kerangka acuan yang berisi tentang teori singkat yang digunakan dalam menyelesaikan dan membahas permasalahan penelitian.

Bab III Metode Penelitian. Dalam bab ini dijelaskan langkah-langkah sistematika penelitian dan menguraikan tentang lokasi dan waktu penelitian, jenis

penelitian dan sumber data, alat dan bahan, desain pelimpah tipe ogee, variable yang diteliti dan simulasi penelitian.

Bab IV Analisa hasil pembahasan. Dalam bab ini berisi hasil penelitian dan pembahasan mengenai rumusan masalah diuraikan berdasarkan teori-teori yang ada di dalam Bab II.

Bab V Penutup. Dalam bab ini berisi hasil keseluruhan dari hasil penelitian yakni kesimpulan serta saran atas permasalahan yang di bahas pada bab sebelumnya.

## BAB II

### INJENIERAN

#### A. BANGUNAN PELIMPAH

Bangunan pelimpah atau yang biasa disebut dengan *spillway* (aliran pelimpah), menurut *Civil Engineering* adalah struktur yang dikonstruksi untuk mengalirkan air banjir yang tumpah dari bendungan ke hilir atau sungai tempat dimana bendungan dibangun, dengan debit yang aman. Fungsi dari pelimpah ini selain itu adalah membuat bendungan tidak mudah rusak karena memiliki jalur tempat air dapat keluar.

Bangunan pelimpah juga dapat diartikan sebagai bangunan pelengkap dari suatu bendungan yang berguna untuk mengalirkan kelebihan air reservoir agar bendungan tetap aman bila terjadi banjir. Secara umum bangunan pelimpah terdiri dari saluran pengarah, pelimpah, saluran peluncur dan pemecah energi. Bangunan pelimpah harus didesain secara hati-hati dan jangan sampai berdampak merugikan terhadap tubuh bendungan, pondasi dan reservoir.

Salah satu bentuk bangunan pelimpah yang sering digunakan adalah bangunan pelimpah tipe ogee. Pelimpah tipe ogee berbentuk tirus luapan bawah dari bendung ambang tajam aerasi. Oleh karena itu pelimpah ini tidak akan memberikan tekanan subatmosfir pada permukaan mercu sewaktu bendung mengalirkan air pada debit rencana. Untuk debit yang lebih rendah, air akan memberikan tekanan kebawah pada mercu.



Gambar 1. Bangunan pelimpah tipe ogee

Untuk merencanakan permukaan mercu ogee dipakai persamaan dari buku kriteria perencanaan 02 :

$$X^{1,85} = 2,0 \text{ hd}^{0,85} y \quad (1)$$

Tab. 1.1. Kriteria

K	K	N
V	2,000	1,850
3 : 1	1,936	1,836
3 : 2	1,939	1,810
1 : 1	1,873	1,776

Perencanaan

perencanaan (04):

$$Q = \frac{2}{3} C_d \cdot b \sqrt{2g} H^{1,5} \quad (2)$$

Dimana:

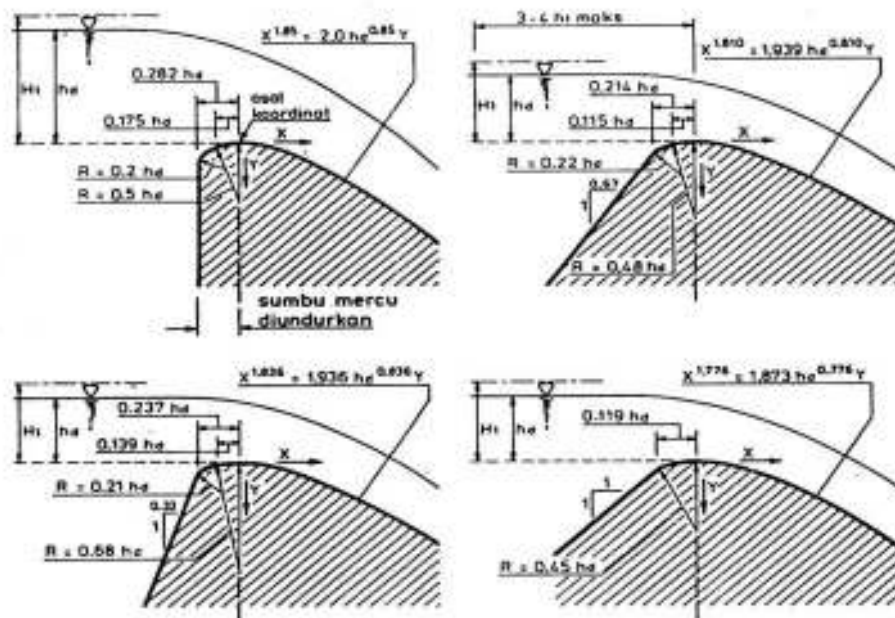
$Q$  = debit  $m^3/dt$

$C_d$  = koefisien debit ( $C_d = C_0C_1C_2$ )

$g$  = percepatan gravitasi,  $m/det^2$  (9,8)

$b$  = lebar mercu (m)

$H$  = tinggi air di mercu (m)



Gambar 2. Bentuk-bentuk pelimpah tipe ogee (kriteria perencanaan KP-02)

## B. Analisis Struktur

Saluran terbuka adalah aliran dimana air mengalir dengan muka air bebas. Kajian tentang perilaku aliran dikenal dengan mekanika fluida (*fluid mechanics*). Hal ini menyangkut sifat-sifat fluida dan pengaruhnya terhadap pola aliran dan gaya yang akan timbul diantara fluida dan pembatas (dinding). Telah diketahui

secara umum akibat adanya perilaku terhadap aliran untuk memenuhi kebutuhan manusia, menyebabkan terjadinya perubahan alur aliran dalam arah horizontal maupun vertikal.

Berbagai permasalahan teknik yang berhubungan dengan aliran terkadang tidak dapat diselesaikan secara analitis, maka harus melakukan pengamatan dengan membuat suatu bentuk saluran atau alat peraga, bentuk saluran ini mempunyai bentuk yang sama dengan permasalahan yang diteliti, tetapi ukuran dimensi lebih kecil dari yang ada di lapangan. Saluran digolongkan menjadi dua macam yaitu, saluran alam (*natural*) dan saluran buatan (*artificial*).

Saluran alam merupakan suatu aliran yang meliputi semua alur aliran air secara alami, seperti sungai yang kecil dan besar dimana alirannya mengalir dari hulu kehilir. Sedangkan saluran buatan merupakan saluran yang dibuat dan direncanakan sesuai dengan konteks pemanfaatannya seperti, saluran irigasi, saluran drainase, saluran pembawa pada pembangkit listrik tenaga air dan saluran untuk industri. Karakteristik yang terjadi pada saluran buatan merupakan aliran seragam yang terjadi disepanjang saluran.

Menurut asalnya saluran dapat dibedakan menjadi dua, *saluran alam* dan *saluran buatan*.

Saluran alam meliputi semua aliran air yang terdapat secara alamiah di bumi, mulai dari aliran selokan kecil dipegunungan, selokan kecil, kali, sungai kecil, dan sungai besar sampai muara sungai. Aliran air dibawah tanah disebut juga aliran saluran terbuka alamiah.

Saluran buatan dibentuk oleh manusia, seperti saluran pelayanan, saluran pembangkit listrik, saluran irigasi dan talang, parit pembuangan, pelimpah tekanan, saluran banjir, saluran pengangkutan kayu, selokan dan sebagainya. Hal ini disebut *hidrolika sungai*.

Saluran buatan yang dibentuk oleh manusia termasuk model saluran yang dibuat dilaboratorium untuk keperluan penelitian. Sifat-sifat hidrolis saluran semacam ini dapat diatur menurut keinginan atau direncanakan untuk memenuhi persyaratan tertentu. Oleh karena itu, penerapan teori hidrolika untuk saluran buatan dapat membuahkan hasil yang cukup sesuai dengan kondisi sesungguhnya, dan demikian cukup teliti untuk keperluan perencanaan praktis.

Pada berbagai keadaan dalam praktik teknik saluran terbuka buatan diberi istilah yang berbeda-beda seperti "saluran" (canal), "talang" (flume)

(channel), "parit" (ditch), "parit pembuangan" (drainage ditch), "parit

limpas" (overflow ditch).

Talangan

flume

saluran

channel

saluran

canal

parit

ditch

parit

limpas

overflow ditch

parit



### C. KAWALAN ALIRAN

Aliran saluran terbuka dapat digolongkan menjadi beberapa jenis dan diuraikan dengan berbagai cara, adalah sebagai berikut (Rangga Raju, 1981):

#### 1. Aliran Tunak (Steady) dan Aliran Tak Tunak (Unsteady)

Aliran dalam saluran terbuka dikatakan tunak (Steady) bila kedalaman aliran tidak berubah atau dianggap konstan selama selang waktu tertentu. Aliran dikatakan tak tunak (Unsteady) bila kedalamannya berubah sesuai dengan waktu. Sebagian besar persoalan tentang saluran terbuka umumnya hanya memerlukan penelitian mengenai perilaku aliran dalam keadaan tunak. Debit  $Q$  pada suatu penampang saluran untuk sembarang aliran dinyatakan dengan persamaan :

$$Q = VA \quad (3)$$

Dengan :

$Q$  = debit aliran

$V$  = kecepatan rata-rata aliran

$A$  = luas penampang melintang tegak lurus terhadap arah aliran.

Sebagian besar persoalan aliran tunak, berdasarkan suatu pertimbangan, maka debit diasumsikan tetap disepanjang bagian saluran yang luas, dengan kata lain aliran bersifat tunak kontinu (steady), sehingga dari persamaan (2.1) :

$$Q = V_1 A_1 = V_2 A_2 \quad (4)$$

Dengan subscript 3 dan 4 menunjukkan penampang saluran yang berlainan. Persamaan tidak dapat dipakai bila debit aliran tunak tak seragam

(*nonuniform*) disepanjang saluran kerana terjadi limpahan. Jenis aliran ini dikenal sebagai aliran berubah beraturan (*spatially varied flow*) atau aliran discontinue (*diskontinuous flow*) yang terdapat pada pelimpah samping, air pembilas melalui saringan, cabang saluran sekitar tangki pengolah air buangan, saluran pembuang utama dan saluran pembawa dalam sistem irigasi.

## 2. Aliran Seragam (*uniform*)

Aliran pada saluran terbuka dikatakan seragam jika kedalaman aliran sama pada setiap penampang saluran. Suatu aliran seragam dapat bersifat tunak dan tidak tunak, tergantung apakah kedalamannya berubah sesuai dengan perubahan waktu. Aliran seragam yang tunak (*steady uniform*) merupakan jenis aliran pokok yang dibahas dalam hidrolika saluran terbuka dengan kedalaman aliran tidak berubah selama waktu tertentu yang telah diperhitungkan.

Penetapan bahwa suatu aliran bersifat seragam tak tunak (*unsteady uniform*) harus dengan syarat bahwa permukaan air berfluktuasi sepanjang saluran. Aliran disebut berubah (*variable*) bila kedalaman aliran berubah disepanjang saluran dan dapat bersifat tunak maupun tidak tunak.

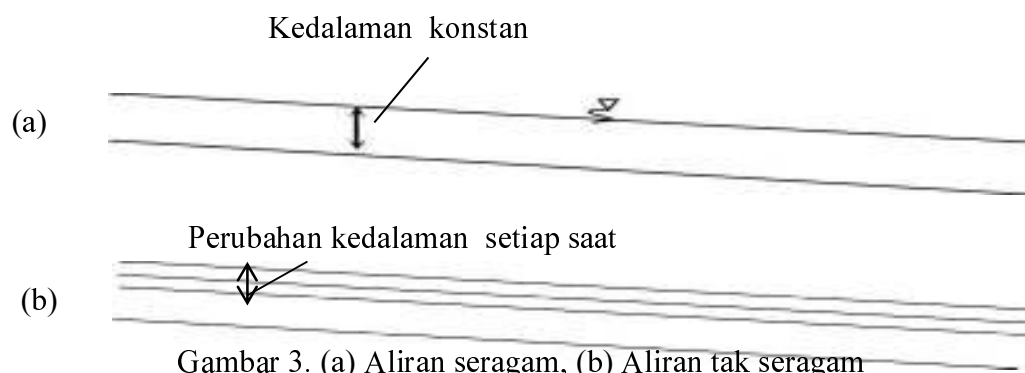
## 3. Aliran Tak Seragam (*nonuniform*)

Aliran tak seragam adalah kedalaman dan kecepatan aliran disepanjang saluran tidak konstan, garis tenaga tidak sejajar dengan garis muka air dan dasar saluran. Analisis aliran tak seragam biasanya bertujuan untuk mengetahui profil aliran disepanjang saluran atau sungai. Analisis ini banyak dilakukan dalam

perencanaan perbaikan sungai atau penanggulangan banjir, elevasi jembatan dan sebagainya.

Dalam hal ini analisis aliran menjadi jauh lebih mudah dan hasil hitungan akan lebih aman, karena debit yang diperhitungkan adalah debit puncak yang sebenarnya terjadi sesaat, tetapi dalam analisis ini dianggap terjadi dalam waktu yang lama. Aliran tak seragam dapat dibedakan dalam dua kelompok berikut ini:

- a. Aliran berubah beraturan (*gradually varied flow*), terjadi jika parameter hidraulis (kecepatan, tampang basah) berubah secara progresif dari satu tampang ketampang yang lain. Apabila diujung hilir saluran terdapat bending muka akan terjadi profil muka air pembendungan dimana kecepatan aliran akan berkurang (diperlambat), sedangkan apabila terdapat terjunan maka profil aliran akan menurun dan kecepatan akan bertambah (dipercepat) contoh aliran pada sungai.
- b. Aliran berubah cepat (*rapidly varied flow*), terjadi jika parameter hidraulis berubah secara mendadak (saluran transisi), loncat air, terjunan, aliran melalui bangunan pelimpah dan pintu air.



Gambar 3. (a) Aliran seragam, (b) Aliran tak seragam

(bersumber *Majalah Ilmiah U* [11112007](#))

#### 4. Aliran Turbulen dan Aliran Laminar

Aliran fluida khususnya air diklasifikasikan berdasarkan perbandingan antara gaya-gaya inersia (*inertial forces*) dengan gaya-gaya akibat kekentalan (*viscous forces*) menjadi tiga bagian, yaitu aliran laminar, aliran transisi dan aliran turbulen.

#### 5. Aliran Kritis dan Superkritis

Aliran dikatakan kritis apabila bilangan Froude (F) sama dengan satu (1), sedangkan aliran disebut subkritis atau kadang-kadang dinamakan aliran tenang (*trianguil flow*) apabila  $F < 1$  ~~atau~~ (*rapid flow*) apabila  $F > 1$ .

Apabila

Froude, ~~dit~~

~~dit~~  $b$

(Re) ~~dit~~

Te~~dit~~ :

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{gh}} \quad (5)$$

Pa~~dit~~

~~dit~~

D, ~~dit~~

F dapat ditulis sebagai

$$Fr = V / \sqrt{gD} \quad (6)$$

$$Fr = \frac{Q}{A \sqrt{gA}} \quad (7)$$

Dg:

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{gD}} \quad Fd$$

$$V = \frac{Q}{A} \quad - \frac{Q}{A}$$

$g$  = percepatan gravitasi ( $m^2/det$ ),

$h$  = Kedalaman hidrolis saluran (m)

$Q$  = debit ( $m^3/det$ )

$A$  = Luas penampang ( $m^2$ )

## 6. Aliran Berubah Beraturan

Aliran berubah beraturan (*spatially varied flow*) atau lambat laun (*gradually*) memiliki debit seragam akibat penambahan ataupun pengurangan air disepanjang saluran. Pertambahan maupun pengurangan air ini akan menyebabkan gangguan pada energy atau kadar momentum (*momentum content*) aliran. Maka sifat-sifat hidrolis aliran berubah beraturan akan lebih rumit dibandingkan dengan aliran yang debitnya tetap. Sifat-sifat hidrolis aliran berubah beraturan yang debitnya bertambah besar dalam hal-hal tertentu berbeda dengan aliran yang sama namun debitnya berkurang. Adapun jenis aliran berubah beraturan pada saluran adalah :

### a. Aliran dengan penambahan debit (*flow with increasing discharge*)

Aliran ini terjadi jika campuran turbulensi penambahan air yang mengalir disepanjang aliran. Maka kehilangan energy yang besar membuat saluran yang direncanakan untuk aliran berubah beraturan secara hidrolis kurang berfungsi secara tepat.

### b. Aliran dengan penurunan debit (*flow with decreasing discharge*)

Pada dasarnya aliran berubah beraturan ini dapat dianggap sebagai aliran terbagi yaitu : air yang terbagi tidak mempengaruhi tingkat energy. Jenis aliran ini telah diteliti dan diperiksa secara teori maupun hasil percobaan. Maka

penggunaan persamaan energy dapat mempermudah dalam menyelesaikan masalah ini.

#### D. Energi Spesifik (*Specific Energy*)

Energi spesifik adalah energy relatif terhadap dasar saluran. Prinsip energy yang diturunkan untuk aliran melalui pipa dapat juga digunakan untuk aliran melalui saluran terbuka. Energi yang terkandung dalam satu satuan berat air yang mengalir didalam saluran terbuka terdiri dari tiga bentuk yaitu energi kinetik, energy tekanan, dan energi elevasi diatas garis referensi.

Energi kinetic pada suatu tampang disaluran terbuka diberikan oleh bentuk  $V^2/2g$ , dengan  $V$  adalah kecepatan rerata aliran di tampang tersebut. Apabila koefisien koreksi energi  $C_v$

$V^2/2g$ . Nilai  $C_v$  adalah 0,25

1.

Ohman  $h_{Lp}$

$h_{Lp}$

dan  $\sum h_L = 0$  (tanpa  $E_g$ )

1.1

$h_{Lp}$

an  $A_p$

$h_{Lp}$

$A_p$

1.2  $h_{Lp}$

$u_y$

$h_{Lp}$

$y_p/$  . Tep

$h_{Lp}$

bangunan pelimpah atau bending, gaya sentrifugal yang terjadi karena massa air yang mengalir pada dasar lengkung tersebut dapat menyebabkan perbedaan tekanan yang cukup besar dari tekanan yang diukur dari kedalaman aliran. Untuk air yang mengalir diatas kurva cembung, gaya sentrifugal bekerja dalam arah yang berlawanan dengan gaya gravitasi.

Energi spesifik adalah tinggi tenaga pada sembarang tampang diukur dari dasar saluran. Besarnya energi spesifik dapat dirumuskan sebagai berikut (Ven Te Chow, 1959 dalam Robert, J.K., 2002) :

$$E = \frac{v^2}{2g} \quad (8)$$

Energi spesifik aliran pada penampang tertentu sebagai total energy pada penampang yang dihitung dengan menggunakan dasar saluran sebagai titik duga ditentukan dengan (Robert j. kodoatie, hidraulika terapan):

$$E1 = h1 + \left( \frac{v^2}{2g} \right) \quad (9)$$

Dengan :

$E1$  = tinggi energy (m)

$h$  = tinggi muka air (m)

$V$  = kecepatan aliran (m/det)

$g$  = kecepatan gravitasi (m/det)

energi spesifik untuk aliran kritis pada saluran persegi panjang dengan lebar  $B$

dapat ditulis (Robert j. kodoatie, hidraulika terapan):

$$E_c = \frac{v_c^2}{2g} + y_c = \frac{Q^2}{2gy_c^3 B^2} + y_c \quad (10)$$

Simpulan

$$Y_c = \sqrt[3]{\frac{Q}{B \cdot g}} = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} \tag{11}$$

Untuk mencari kecepatan :

$$V_c = \sqrt{g y_c} \tag{12}$$

Jika  $Fr = 1$  maka

di titik kritis

$$Fr = \frac{V_c}{\sqrt{g y_c}} = 1 \tag{13}$$

Dik

$$Y_c = \dots$$

$$Q = D^3 \dots$$

$$g = \dots$$

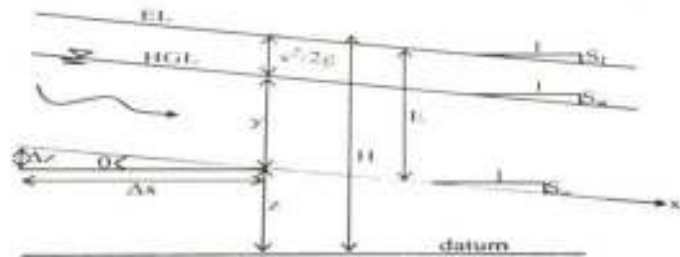
$$V_c = K \dots$$

$$Fr = B \dots$$

Hydraulic

Energi  $E = \dots$

di  $r = 1$ .





### E. Penampang Saluran

Menurut jurnal Hidayah S 2015, geometri atau penampang saluran adalah tegak lurus terhadap arah aliran, sedangkan penampang vertikal saluran adalah suatu penampang melalui titik terbawah atau terendah dari penampang saluran. Unsur-unsur geometri/penampang pada saluran terbuka berbentuk segi empat, adalah sebagai berikut:

#### a) Luas penampang melintang (A)

Luas penampang melintang (A) adalah luas cairan yang dipotong oleh penampang melintang dan tegak lurus terhadap aliran. Adapun persamaannya yaitu:

$$A = b \times h \quad (14)$$

Keterangan:

A = Luas penampang basah saluran ( $m^2$ )

b = Lebar dasar saluran (m)

h = kedalaman hidrolis saluran (m)

#### b) Tinggi jagaan saluran (w)

Tinggi jagaan saluran (w) adalah tinggi saluran mulai dari permukaan air sampai tanggul. Adapun persamaan dari tinggi jagaan saluran, yaitu:

$$W = 0,3 + 0,25 h \quad (15)$$

Dimana:

W = tinggi jagaan saluran (m)

h = kedalaman hidrolis saluran (m)

## c) Keliling basah (P)

Keliling basah saluran (P) adalah panjang dan sisi-sisi sampai permukaan cairan. Adapun persamaan dari keliling basah saluran, yaitu:

$$P = b + 2h \quad (16)$$

Dimana:

P = keliling basah saluran (m)

b = Lebar dasar saluran (m)

h = kedalaman hidrolis saluran (m)

## d) Jari-jari hidrolis (R)

Jari-jari hidrolis (R) adalah perbandingan luas penampang melintang dan keliling basah. Adapun persamaan jari-jari hidrolis, yaitu:

$$R = \frac{A}{P} \quad (17)$$

Dimana:

R = Jari-jari hidrolis saluran (m)

A = luas penampang basah saluran (m<sup>2</sup>)

P = keliling basah saluran (m)

## e) Lebar dasar (b)

Lebar dasar (b) adalah lebar permukaan air bagian bawah atau dasar saluran. Adapun lebar dasar saluran, yaitu:

$$b = n \times h \quad (18)$$



saluran, kekasaran dan kondisi kelurusan saluran. Kecepatan maksimum dalam saluran biasanya umumnya terjadi dibawah permukaan bebas sedalam 0,05 sampai 0,25 kedalamannya (Karnisah Iin, 2010)

## 2. Kecepatan Aliran

Dalam hitung praktis rumus yang banyak digunakan adalah persamaan kontinuitas (Robert j. kodoatie, hidraulika terapan):

$$V = \frac{Q}{A} \quad (20)$$

Dimana:

V = Kecepatan aliran (m/det)

Q = debit (cm<sup>3</sup>/det)

A = luas penampang (cm<sup>2</sup>)

Besarnya kecepatan kritis dicari dengan (Bambang Triatmodjo, Hidraulika II, 2017):

$$V_c = \sqrt{gy_c} \quad (21)$$

Dimana :

V<sub>c</sub> = kecepatan kritis

g = percepatan gravitasi (cm/det<sup>2</sup>)

y<sub>c</sub> = ketinggian kritis

## 3. Debit Aliran

Debit aliran (Q) adalah laju aliran air dalam bentuk volume air yang melewati suatu penampang melintang saluran per satuan waktu. Dalam sistem satuan internasional (SI) besarnya debit dinyatakan dalam satuan meter kubik per

detik (m /l Daple UHh)

(YIG.S, 2014).

Appl

(Rj kodaø h ::

$$Q = A \text{ IV} \tag{22}$$

Kg:

$$Q = h(m /h)$$

$$A = h(r)$$

$$V = h(r)$$

### G. SODELM

#### 1. Um

Men Bm Trm 2011, k h h h

Model p

h h h h

h h h h. Tes h

k h h

h h h h h h h h

h h h

-h

D h h h h

h:

a Sk h h h h h h

h h h

- b. Skala model harus sensitif, sensitivitas skala model harus disesuaikan dengan kebutuhan yang diinginkan dalam memproduksi proses alam yang diamati.
- c. Skala model harus ekonomis, model yang terbaik bukanlah model yang terbesar, tetapi skala model yang juga memperhitungkan pertimbangan ekonomi.

## 2. Jenis Model

Menurut jurnal suprijanto (2013), secara umum pengertian model adalah suatu untuk menciptakan suatu replika/tiruan dari suatu fenomena/peristiwa alam.

Ada tiga model yaitu:

### a) Model fisik

Pada model fisik replika/tiruan tersebut dilaksanakan dengan menirukan domain/ruang/daerah dimana fenomena/peristiwa alam itu terjadi. Tiruan domain ini dapat lebih besar atau lebih kecil dibandingkan dengan domain aslinya dilapangan/alam. Kecocokan dari model ini tergantung dari seberapa mungkin kesebangunan (geometri, kinematis, dan dinamis) di alam dapat ditirukan dalam model. Contoh: model bendung, model bangunan pelimpah, model karburator.

### b) Model analogi

Pada model analogi replika/tiruan tersebut dilaksanakan dengan menganalogikan fenomena/peristiwa/alam dengan fenomena/peristiwa alam yang lain untuk kemudian dibuat model fisiknya. Misalnya peristiwa aliran tanah dibawah bendung ditirukan dengan model yang menggunakan arus listrik.

c) Model matematik

Pada model matematik replica/tiruan tersebut dilaksanakan dengan mendeskripsikan fenomena/peristiwa alam dengan satu set persamaan. Kecocokan model terhadap fenomena/peristiwa alamnya tergantung dari ketepatan formulasi persamaan matematis dalam mendeskripsikan fenomena/peristiwa alam yang ditirukan.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Tempat dan Waktu Penelitian**

##### 1. Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Hidrolika Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Muslim Indonesia.

##### 2. Waktu Penelitian

Penelitian ini direncanakan selama 3 bulan, dimana bulan (1) pertama dan (2) kedua merupakan kajian literature mengenai karakteristik aliran pada saluran terbuka dan melakukan desain alat kemudian dilanjutkan dengan running, selanjutnya pada bulan (3) ketiga kami melakukan pengambilan dan analisis data.

#### **B. Jenis Penelitian dan Sumber Data**

##### 1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian laboratorium yang meliputi, pengamatan atau pengukuran terhadap karakteristik aliran dengan debit konstan dan debit divariasikan pada saluran terbuka berbentuk segi empat dengan menggunakan pelimpah tipe ogee.



## 2. Sumber Data

Pada penelitian ini menggunakan dua sumber data:

1. Data primer yakni data yang diperoleh langsung dari pengamatan di Laboratorium.
2. Data sekunder yakni data yang diperoleh dari literature yang berkaitan dengan bangunan pelimpah tipe ogee.

## C. Alat dan Bahan

Secara umum, alat dan bahan yang digunakan dalam menunjang penelitian ini terdiri dari:

1. Alat
  - a. Pompa yang digunakan adalah pompa sentrifugal.
  - b. Current meter untuk mengukur kecepatan aliran.
  - c. Mistar taraf untuk mengukur ketinggian muka air.
  - d. Stopwatch untuk mengukur waktu yang digunakan pada debit aliran.
  - e. Kamera digital digunakan untuk merekam tahapan dalam proses penelitian.
  - f. Tabel data untuk mencatat data-data yang diukur.
  - g. Alat tulis menulis.
2. Bahan
  - a. Bak penampung air dan bak sirkulasi dengan kapasitas maksimum  $1 \text{ m}^3$  yang terdiri dari 2 bak sirkulasi.
  - b. Pipa PVC 3 in digunk sebagai ~~pipa~~ ~~air~~
  - c. ~~Stop~~ (pegatdebit).

- d. Model saluran terbuka
- e. Kayu sebagai bahan pembuatan bangunan pelimpah tipe ogee.

#### **D. Variabel yang diteliti**

Dalam penelitian ini digunakan dua jenis variabel, yaitu variabel bebas dan variabel terikat, yaitu:

##### 1. Variabel Bebas (*independen*)

Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab terjadinya perubahan atau timbulnya variabel terikat (*dependen*). Dinamakan sebagai variabel bebas karena bebas dalam mempengaruhi variabel lain. Dalam penelitian ini variabel bebas yang digunakan, yaitu:

- a. Debit pengaliran
- b. Dimensi pelimpah
- c. Dimensi saluran terbuka

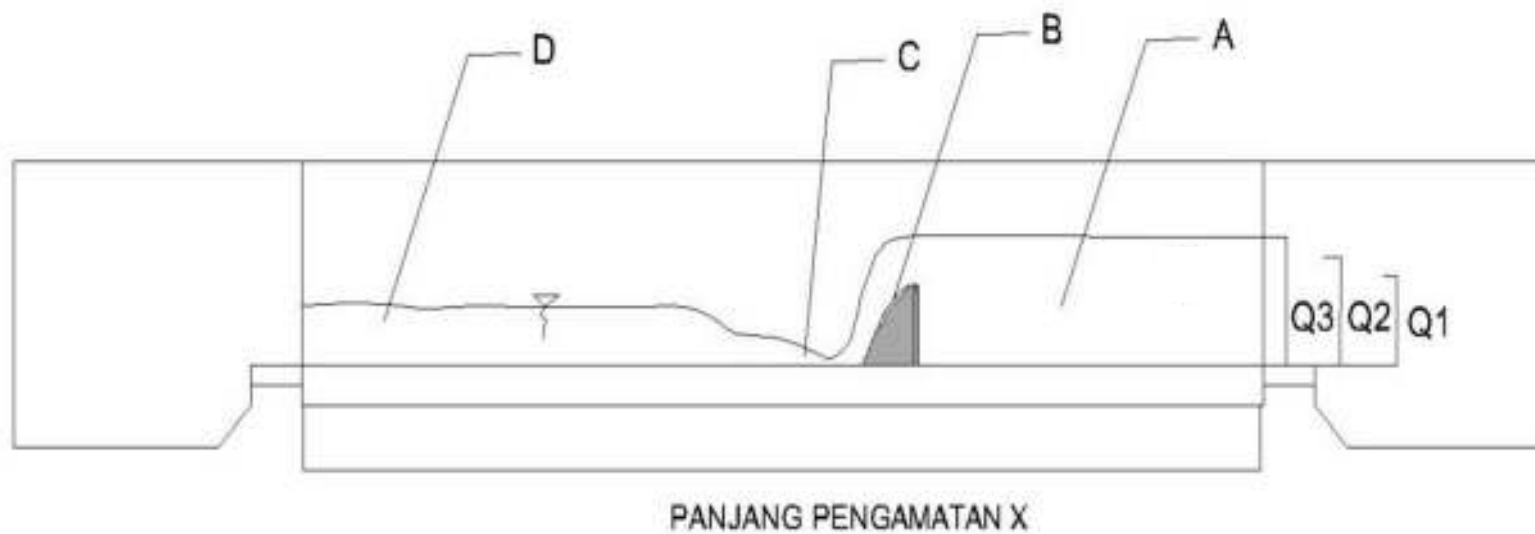
##### 2. Variabel Terikat

Variabel terikat adalah variabel yang di pengaruhi atau yang menjadi akibat karena adanya variabel bebas. Dalam penelitian ini variabel terikat digunakan:

- a. Kecepatan Aliran
- b. Karakteristik aliran
- c. Energi spesifik

Tabel 2. Tabel Penelitian

No	Debit (m <sup>3</sup> /de)	Bagian	b (m)	panjang X (m)	Tinggi h (m)	V (m <sup>3</sup> )	(F)	(E)	s (m)
1	0.0015	Hu							
		Datas bangunan							
		stah bangunan							
		Ht							
2	0.002	Hu							
		Datas bangunan							
		stah bangunan							
		Ht							
3	0.0025	Hu							
		Datas bangunan							
		stah bangunan							
		Ht							



Ket :

A = DAERAH HULU

B = DI ATAS BANGUNAN

C = MELEWATI BANGUNAN

D = DAERAH HILIR

Gambar 5. Sketsa aliran air dan titik pengamatan dalam flume

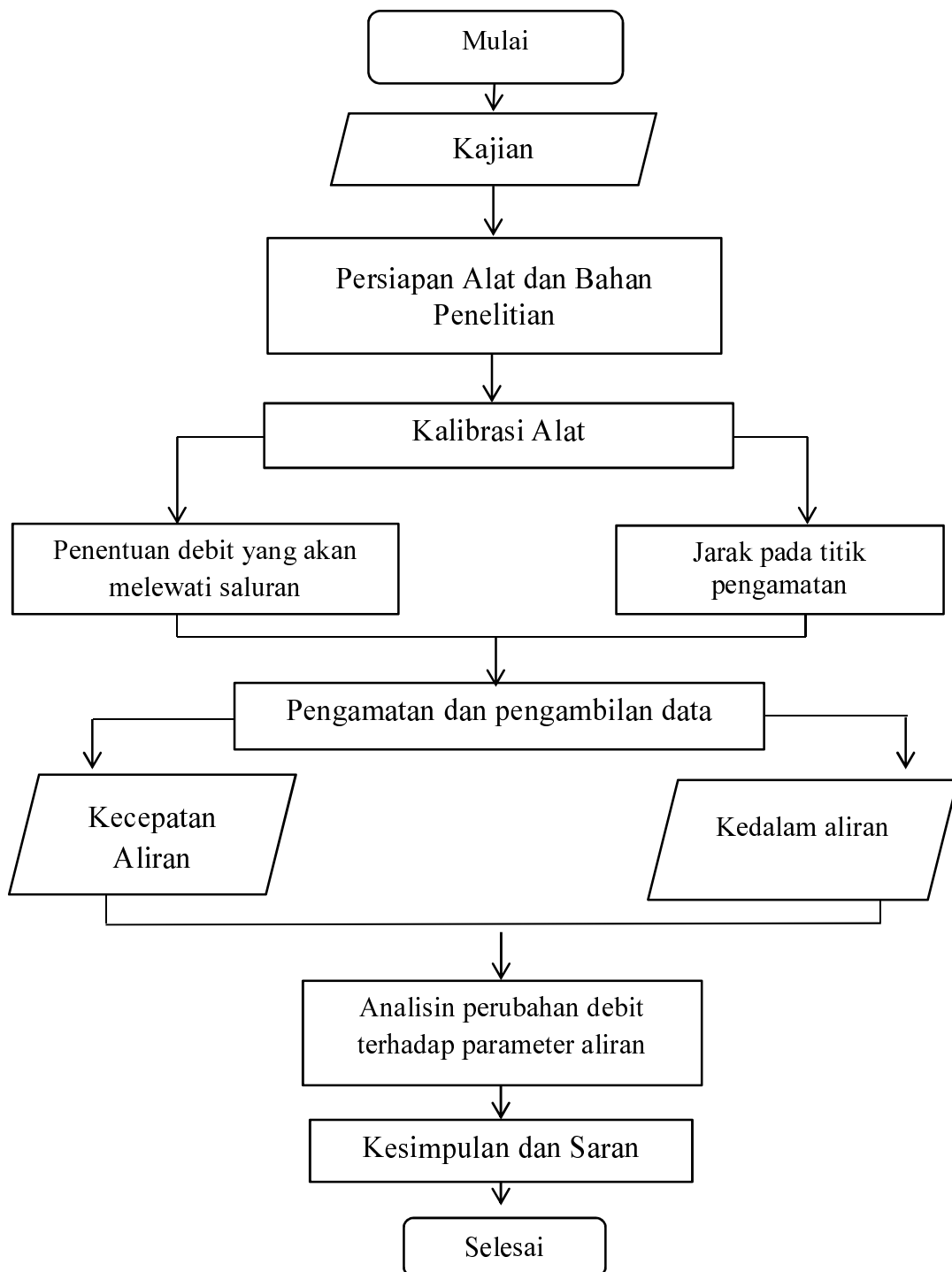
### **E. Prosedur / Langkah Penelitian**

Adapun prosedur penelitian pengaruh bangunan pelimpah tipe ogee terhadap karakteristik aliran adalah sebagai berikut :

1. Mempersiapkan semua peralatan dilaboratorium termasuk saluran dengan lebar dasar 7.8 cm dengan tinggi 35 cm dan kemiringan 1:1.
2. Membuat model fisik pelimpah dengan lebar 7.8 cm dengan tinggi 10 cm dan panjang 7.7 cm.
3. Selanjutnya saluran diberikan bangunan pelimpah tipe ogee.
4. Kemudian menjalankan pompa selama  $t = 5$  menit (running) dan mengalirkan air pada variasi debit yang direncanakan.
5. Dari percobaan running tersebut didapatkan data kecepatan aliran dengan menggunakan alat ukur current meter pada titik pengukuran kemudian jarak dan tinggi muka air pada setiap titik pengukuran dan hasilnya dicatat pada tabel.
6. Kemudian menganalisis data hasil percobaan.

### **FLOW CHART PENELITIAN**

Secara garis besar penelitian ini dapat dilihat dalam diagram alur sebagai berikut :



Gambar 6. Flowchart Penelitian

## BAB IV

### ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Analisa Koefisien Debit (Cd) Pada Pelimpah Tipe Ogee

Cd merupakan koefisien debit pada pelimpah, Cd pada pelimpah dapat dilihat pada tabel 3, dan besarnya Cd rata-rata adalah 1,130479, sebagai contoh untuk (H) = 0.033 m, volume air (v) = 0.01 m<sup>3</sup>, dengan waktu pengaliran sebagai berikut : 6,34 detik, 6,88 detik, 6,88 detik. Total waktu pengaliran = 19,9 detik.

$$\text{Waktu aliran rata-rata } tr = \frac{19,9}{3} = 6,63 \text{ det}$$

$$Q = \frac{\text{volume } (v)}{\text{waktu rata-rata } (tr)} = \frac{0,010 \text{ m}^3}{6,63} = 0,001508 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$Cd = \frac{Q}{\frac{2}{3} b \sqrt{2g} H^{1,5}} = \frac{0,001508}{\frac{2}{3} \cdot 0,078 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81} \cdot 0,033^{1,5}} = 1,091803$$

Perhitungan selanjutnya diselesaikan dengan cara yang sama dan hasilnya dirangkum dalam tabel 3 dengan masing-masing volume 0,01 m<sup>3</sup>:

Tabel 3. Perhitungan koefisien debit

No	b (m)	h (m)	t (s)			! t (s)	V (m/s)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Cd
			t1	t2	t3				
1	0.078	0.033	6.34	6.88	6.68	6.6333	0.01	0.00150754	1.091803
2	0.078	0.034	7.21	6.72	6.88	6.9367	0.01	0.00144161	0.998339
3	0.078	0.034	6.19	6.53	6.55	6.4233	0.01	0.00155682	1.078123
4	0.078	0.038	4.75	4.4	5.03	4.7267	0.01	0.00211566	1.239986
5	0.078	0.039	4.94	5.24	5.34	5.1733	0.01	0.00193299	1.089632
6	0.078	0.04	4.85	4.84	5.76	5.15	0.01	0.00194175	1.05378
7	0.078	0.043	3.81	4	3.81	3.8733	0.01	0.00258176	1.25707
8	0.078	0.044	4.23	4.22	4.12	4.19	0.01	0.00238663	1.122675
9	0.078	0.045	3.79	4.35	4	4.0467	0.01	0.00247117	1.123908
10	0.078	0.045	3.84	3.3	3.78	3.64	0.01	0.00274725	1.249473
Rata-rata Cd								1.130479	

Pada tabel diatas menunjukkan perhitungan koefisien debit, dimana semakin tinggi debit maka semakin tinggi pula koefisien debit yang didapatkan, dimana hasil koefisien rata-rata yang didapatkan sebesar  $Cd = 1.130479$ .

## B. Analisa Hasil Penelitian

Pada penelitian ini pengolahan data dibagi dalam 4 (empat) segmen yaitu:

1. Segmen A (daerah hulu)
2. Segmen B (diatas bangunan)
3. Segmen C (setelah melewati bangunan)
4. Segmen D (daerah hilir)



Adapun perhitungan tiap segmen dalam penelitian adalah:

1. Segmen A (daerah hulu)
  - a. Ketinggian air

Hasil pengukuran tinggi air pada daerah hulu dapat dilihat pada table 4.

Tabel 4. Tinggi air pada daerah hulu pada debit 0,0015 m<sup>3</sup>/det, 0,0020 m<sup>3</sup>/det, dan 0,0025 m<sup>3</sup>/det.

No	Debit (m <sup>3</sup> /dtk)	Panjang pengamatan X (m)	Tinggi h (m)
1	0.0015	0	0.15
2		0.35	0.149
3		0.65	0.144
1	0.0020	0	0.16
2		0.35	0.155
3		0.65	0.151
1	0.0025	0	0.164
2		0.35	0.16
3		0.64	0.15

Pada tabel diatas menunjukkan tinggi muka air didaerah hulu pada setiap debit dimana muka air tertinggi terjadi pada debit 0.0025 m<sup>3</sup>/det yaitu 0.164 m dan muka air terendah terjadi pada debit 0.0015 m<sup>3</sup>/det yaitu 0.144 m.

b. Kecepatan aliran

Hasil perhitungan kecepatan aliran pada daerah hulu dapat dilihat pada tabel sebagai berikut dengan debit 0,0015 m<sup>3</sup>/det, 0,0020 m<sup>3</sup>/det, dan 0,0025 m<sup>3</sup>/det. Kecepatan di daerah hulu dilakukan lima kali percobaan tiap jarak, pada debit 0,0015 m<sup>3</sup>/det dengan waktu pengaliran 4.97 detik, 5.16 detik, 5.28 detik, 5.38 detik, 4.63 detik. Total waktu pengaliran = 25.42 detik

$$\text{Waktu aliran rata-rata } t_r = \frac{25.42}{5} = 5.084 \text{ detik.}$$

$$V = \frac{\text{Jarak}}{\text{wakturata-rata } (t_r)} = \frac{0.75}{5.084} = 0.1364 \text{ m/det}$$

Perhitungan selanjutnya dilakukan dengan cara yang sama dan dirangkum pada tabel sebagai berikut:

Tabel 5. Kecepatan aliran di daerah hulu menggunakan pelampung:

No.	Debit (m <sup>3</sup> /dtk)	Jarak (m)	TMA (m)	Waktu (dtk)						Jarak (m)	Kecepatan (m/dtk)
				t1	t2	t3	t4	t5	t rata-rata		
1.	0.0015	0.00	0.150	5.97	5.23	5.28	5.38	5.63	5.498	0.75	0.1364
		0.35	0.149	3.68	3.94	3.31	3.42	3.81	3.632	0.40	0.1101
		0.65	0.144	1.04	1.14	1.32	1.26	1.23	1.198	0.10	0.0835
2.	0.0020	0.00	0.160	5.53	5.27	5.13	5.82	5.12	5.374	0.75	0.1396
		0.35	0.155	3.51	3.71	3.31	3.81	3.21	3.510	0.40	0.1140
		0.65	0.151	1.13	1.21	1.11	1.21	1.18	1.168	0.10	0.0856
3.	0.0025	0.00	0.164	5.23	5.19	5.12	5.41	5.65	5.320	0.75	0.1410
		0.35	0.160	3.25	3.23	3.41	3.37	3.54	3.360	0.40	0.1190
		0.64	0.150	1.12	1.05	1.21	1.10	1.14	1.124	0.11	0.0979

Pada tabel diatas menunjukkan perhitungan kecepatan pada daerah hulu dengan menggunakan pelampung dan setiap titik dilakukan 5 kali percobaan, dimana kecepatan terbesar terjadi pada debit 0.0025 m<sup>3</sup>/det yaitu 0.1410 m/det dan terendah terjadi pada debit 0.0015 m<sup>3</sup>/det yaitu 0.0835 m/det.

c. Bilangan froude

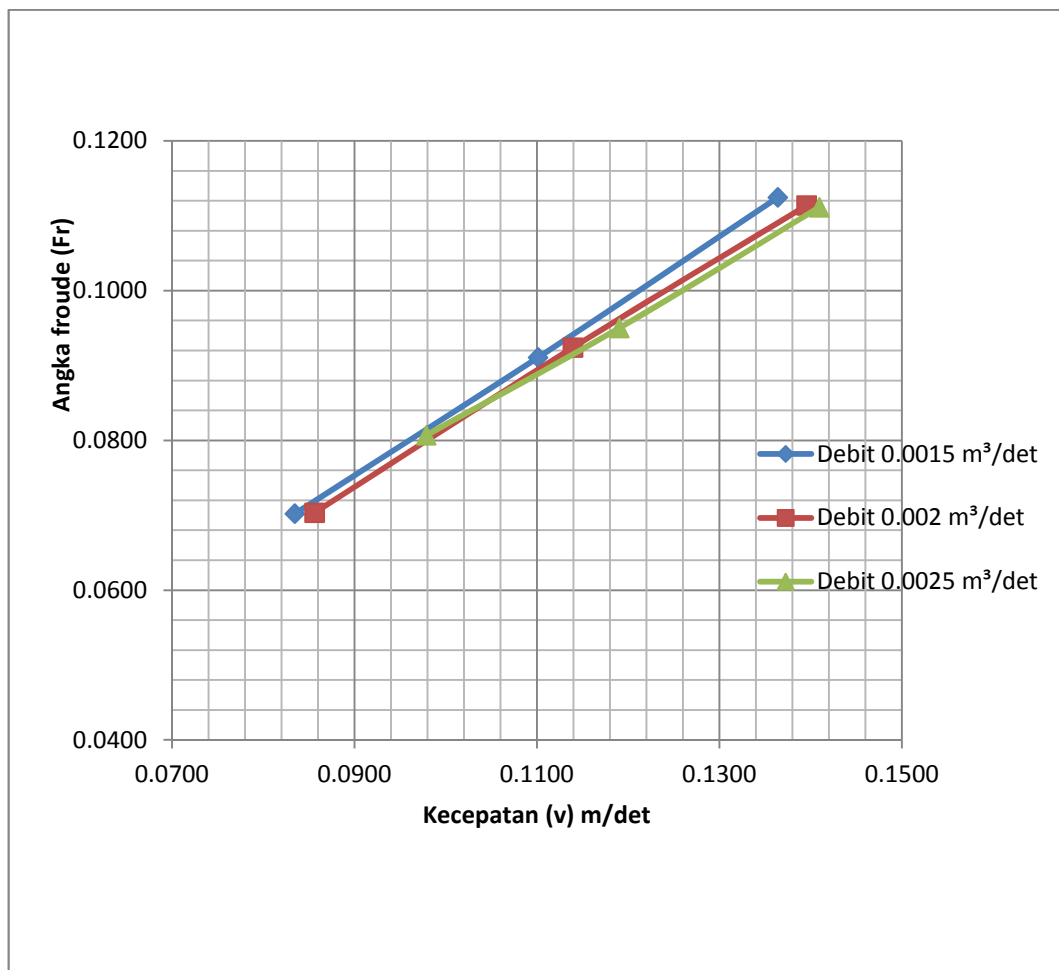
Hasil perhitungan bilangan froude pada debit 0,0015 m<sup>3</sup>/det, 0,0020 m<sup>3</sup>/det, dan 0,0025 m<sup>3</sup>/det di daerah hulu dapat dilihat pada tabel berikut, pada debit 0,0015 m<sup>3</sup>/det V = 0,1364 m/det, g = 9,81 m<sup>2</sup>/det, h = 0,15 m dan dijabarkan sebagai berikut:

$$Fr = \frac{0,1364}{\sqrt{981015}} = 0,1125$$

Tabel 6. Hasil perhitungan bilangan froude pada daerah hulu:

No	Debit (m <sup>3</sup> /dtk)	Panjang pengamatanX (m)	Tinggi h (m)	V (m/det)	Fr	Ket
1	0.0015	0	0.15	0.1364	0.1125	Sub Kritis
2		0.35	0.149	0.1101	0.0911	Sub Kritis
3		0.65	0.144	0.0835	0.0702	Sub Kritis
1	0.0020	0	0.16	0.1396	0.1114	Sub Kritis
2		0.35	0.155	0.1140	0.0924	Sub Kritis
3		0.65	0.151	0.0856	0.0701	Sub Kritis
1	0.0025	0	0.164	0.1410	0.1111	Sub Kritis
2		0.35	0.16	0.1190	0.0950	Sub Kritis
3		0.64	0.15	0.0979	0.0807	Sub Kritis

Pada tabel diatas menunjukkan bilangan froude didaerah hulu dengan masing-masing debit, dimana bilangan froude tertinggi terjadi pada debit 0.0015 m<sup>3</sup>/det yaitu 0.1125 sedangkan yang terendah terjadi pada debit 0.002 m<sup>3</sup>/det yaitu 0.0701.



Gambar 7. Hubungan antara kecepatan dan bilangan froude pada bagian hulu

Pada gambar diatas hubungan antara kecepatan dan bilangan froude pada daerah hulu dengan debit pengaliran (0.0015 m<sup>3</sup>/det, 0.002 m<sup>3</sup>/det, dan 0.0025 m<sup>3</sup>/det) menunjukkan bahwa semakin besar kecepatan aliran maka bilangan froude semakin besar.

d. Energi spesifik

Hasil perhitungan energi spesifik pada debit 0,0015 m<sup>3</sup>/det, 0,0020 m<sup>3</sup>/det, dan 0,0025 m<sup>3</sup>/det di daerah hulu dapat dilihat pada tabel berikut. Pada debit 0,0015 m<sup>3</sup>/det dimana h = 0,15 m, V = 0,1364 m/det, g = 9,81 dan dijabarkan sebagai berikut:

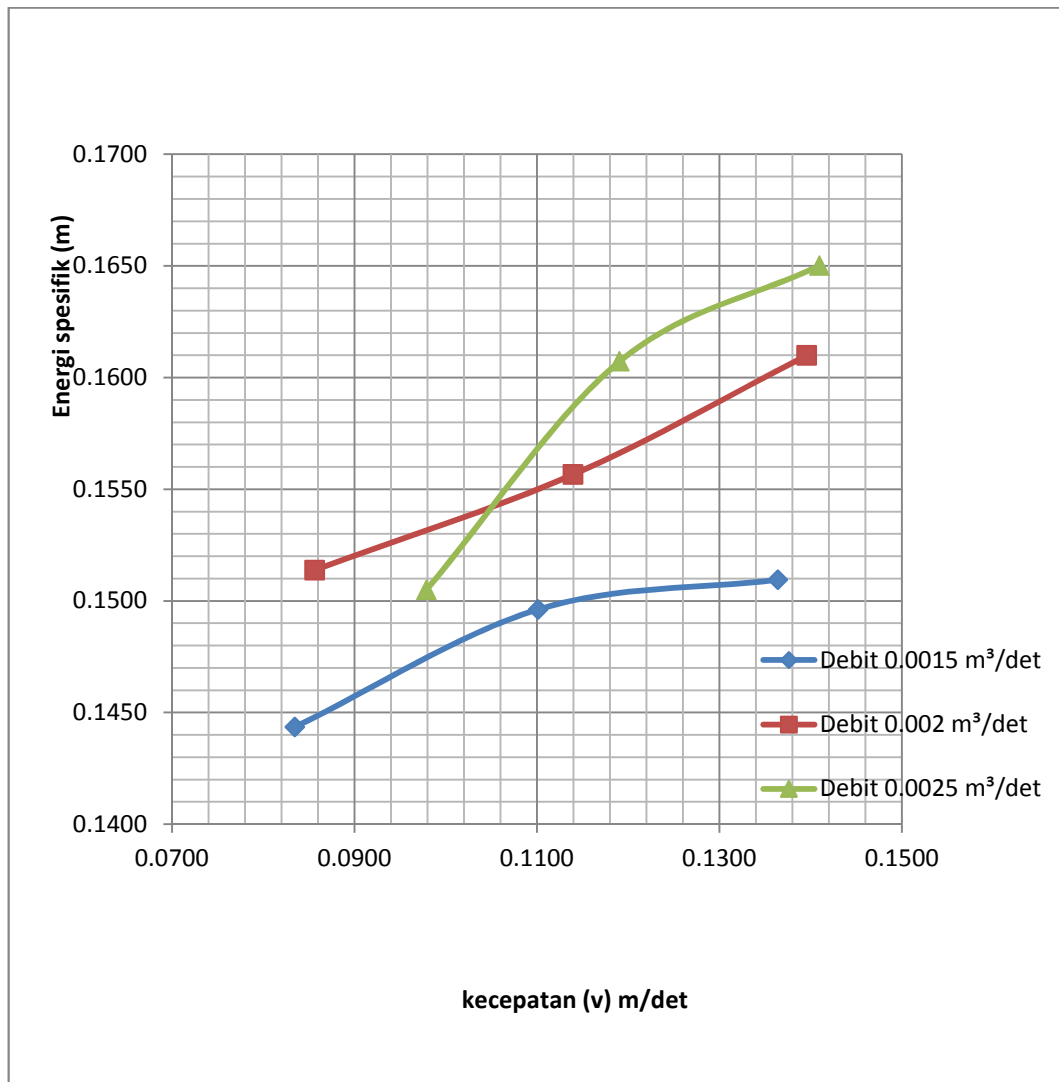
$$Es = 0,15 + \left(\frac{0,1364^2}{2 \cdot 9,81}\right) = 0,1509 \text{ m}$$

Perhitungan selanjutnya dihitung dengan cara yang sama dan dirangkum pada tabel sebagai berikut:

Tabel 7. Hasil perhitungan energi spesifik pada daerah hulu:

No	Debit (m <sup>3</sup> /dtk)	Panjang pengamatan X (m)	Tinggi (m)	V (m/det)	Fr	Es
1	0.0015	0	0.15	0.1364	0.1125	0.1509
2		0.35	0.149	0.1101	0.0911	0.1496
3		0.65	0.144	0.0835	0.0702	0.1444
1	0.0020	0	0.16	0.1396	0.1114	0.1610
2		0.35	0.155	0.1140	0.0924	0.1557
3		0.65	0.151	0.0856	0.0703	0.1514
1	0.0025	0	0.164	0.1410	0.1111	0.1650
2		0.35	0.16	0.1190	0.0950	0.1607
3		0.64	0.15	0.0979	0.0807	0.1505

Pada tabel di atas dapat dilihat bahwa pada daerah hulu pada debit 0.0025 m<sup>3</sup>/det energi spesifiknya adalah 0.1650 m dan pada debit 0.0015 m<sup>3</sup>/det energi spesifiknya adalah 0.1444 m.



Gambar 8. Hubungan antara kecepatan dan energi spesifik pada daerah hulu

Pada gambar diatas dapat dilihat bahwa energi spesifik akan tergantung pada besarnya kecepatan yang terjadi. Apabila kecepatannya besar maka energi spesifiknya akan tinggi. Dapat dilihat bahwa energi spesifik yang paling tinggi terdapat pada debit 0.0025 m<sup>3</sup>/dtk tetapi pada titik pertama energi spesifik mengalami penurunan di karenakan kurangnya ketelitian dalam pengambilan data tinggi muka air pada daerah ini.

## 2. Segmen B (diatas bangunan)

### a. Ketinggian air

Hasil pengukuran tinggi air pada saat diatas bangunan dirangkum pada tabel sebagai berikut:

Tabel 8. Tinggi air pada saat diatas bangunan debit  $0.0015 \text{ m}^3/\text{det}$ ,  $0.0020 \text{ m}^3/\text{det}$ , dan  $0.0025 \text{ m}^3/\text{det}$ .

No	Debit ( $\text{m}^3/\text{dtk}$ )	Panjang pengamatanX (m)	Tinggi h (m)
1	0.0015	0.77	0.033
2		0.79	0.033
3		0.81	0.033
4		0.83	0.033
5		0.85	0.033
1	0.0020	0.77	0.04
2		0.79	0.04
3		0.81	0.04
4		0.83	0.04
5		0.85	0.04
1	0.0025	0.77	0.044
2		0.79	0.044
3		0.81	0.044
4		0.83	0.044
5		0.85	0.044

Pada tabel diatas menunjukkan tinggi muka air diatas bangunan dimana muka air tertinggi terjadi pada debit  $0.0025 \text{ m}^3/\text{det}$  yaitu 0.044 m dan muka air terendah terjadi pada debit  $0.0015 \text{ m}^3/\text{det}$  yaitu 0.033 m.

b. Kecepatan aliran

Perhitungan kecepatan pada bangunan dengan debit 0,0015 m<sup>3</sup>/det, 0,0020 m<sup>3</sup>/det, dan 0,0025 m<sup>3</sup>/det dirangkum pada tabel 9, dimana Q = 0,0015 m<sup>3</sup>/det, b = 0,078 m, g = 9,81 m<sup>2</sup>/det dan dijabarkan sebagai berikut:

$$q = \frac{Q}{b} = \frac{0.0015}{0.078} = 0.0192 \text{ m}^3/\text{dk}$$

$$y_c = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} = \sqrt[3]{\frac{0.0192^2}{9.81}} = 0.0335 \text{ m}$$

$$V_c = \sqrt{g \cdot y_c} = \sqrt{9.81 \times 0.0335} = 0.5733 \text{ m/d}$$

Perhitungan yang dilakukan pada

tabel 9.

Tabel 9. Hasil hitung pada bangunan dengan debit 0,0015 m<sup>3</sup>/det dan 0,0020 m<sup>3</sup>/det dan 0,0025 m<sup>3</sup>/det

No	Debit (m <sup>3</sup> /d)	Panjang bangunan (m)	Tinggi (m)	b (m)	q (m <sup>3</sup> /dk/m)	y <sub>c</sub> (m)	V <sub>c</sub> (m/d)
1	0.0015	0.77	0.033	0.078	0.0192	0.0335	0.5735
2		0.79	0.033		0.0192	0.0335	0.5735
3		0.81	0.033		0.0192	0.0335	0.5735
4		0.83	0.033		0.0192	0.0335	0.5735
5		0.85	0.033		0.0192	0.0335	0.5735
1	0.0020	0.77	0.04	0.078	0.0256	0.0406	0.6313
2		0.79	0.04		0.0256	0.0406	0.6313
3		0.81	0.04		0.0256	0.0406	0.6313
4		0.83	0.04		0.0256	0.0406	0.6313
5		0.85	0.04		0.0256	0.0406	0.6313



Lanjutan tabel 9.

No	Debit (m <sup>3</sup> /dtk)	Panjang pengamatn X (m)	Tg (m)	b (m)	$q$ (m <sup>3</sup> /dtk/m)	$y_c$ (m)	$V_c$ (m/s)
1	0.0025	0.77	0.044	0.078	0.0321	0.0471	0.6800
2		0.79	0.044		0.0321	0.0471	0.6800
3		0.81	0.044		0.0321	0.0471	0.6800
4		0.83	0.044		0.0321	0.0471	0.6800
5		0.85	0.044		0.0321	0.0471	0.6800

Pada tabel di atas menunjukkan pada saat das  
 bagan pada bit 0.0015 m<sup>3</sup>/d 0.0020 m<sup>3</sup>/d dan 0.0025 m<sup>3</sup>/d dan  
 gkan , dan pada saat pada bit 0.0025 m<sup>3</sup>/d  
 yu 0.6800 m dan dah pada bit 0.0015 m<sup>3</sup>/d  
 id

c. Bagn

Pembagian pada bagan pada bit 0,0015 m<sup>3</sup>/d  
 0,0020 m<sup>3</sup>/d dan 0,0025 m<sup>3</sup>/d pada tabel 10 , dan  $Q = 0,0015$   
 m<sup>3</sup>/d  $b = 0,078$  m,  $g = 0,01$  m/s<sup>2</sup> dan j bakar bagib :

$$q = \frac{Q}{b} = \frac{0.0015}{0.078} = 0.0192 \text{ m}^3/\text{dm}$$

$$y_c = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} = \sqrt[3]{\frac{0.0192^2}{9.81}} = 0.033 \text{ m}$$

$$V_c = \sqrt{g \cdot y_c} = \sqrt{9.81 \times 0.033} = 0.5735 \text{ m/det}$$

$$Fr = \frac{V_c}{\sqrt{g y_c}} = \frac{0.5735}{\sqrt{9810033}} = 1$$

Perhitungan selanjutnya dihitung dengan cara yang sama dan dirangkum pada tabel 10.

Tabel 10. Hasil perhitungan bilangan froude diatas bangunan pada debit 0,0015 m<sup>3</sup>/det, 0,0020 m<sup>3</sup>/det, dan 0,0025 m<sup>3</sup>/det

No	Debit (m <sup>3</sup> /dtk)	Panjang pengamatan X (m)	Tinggi h (m)	b (m)	□ (m / dtk / m)	g (m)	V <sub>c</sub> (m)	Fr	K <sub>t</sub>
1	0.0015	0.77	0.033	0.078	0.0192	0.0335	0.5735	1	K <sub>t</sub>
2		0.79	0.033		0.0192	0.0335	0.5735	1	K <sub>t</sub>
3		0.81	0.033		0.0192	0.0335	0.5735	1	K <sub>t</sub>
4		0.83	0.033		0.0192	0.0335	0.5735	1	K <sub>t</sub>
5		0.85	0.033		0.0192	0.0335	0.5735	1	K <sub>t</sub>
1	0.0020	0.77	0.04	0.078	0.0256	0.0406	0.6313	1	K <sub>t</sub>
2		0.79	0.04		0.0256	0.0406	0.6313	1	K <sub>t</sub>
3		0.81	0.04		0.0256	0.0406	0.6313	1	K <sub>t</sub>
4		0.83	0.04		0.0256	0.0406	0.6313	1	K <sub>t</sub>
5		0.85	0.04		0.0256	0.0406	0.6313	1	K <sub>t</sub>
1	0.0025	0.77	0.044	0.078	0.0321	0.0471	0.6800	1	K <sub>t</sub>
2		0.79	0.044		0.0321	0.0471	0.6800	1	K <sub>t</sub>
3		0.81	0.044		0.0321	0.0471	0.6800	1	K <sub>t</sub>
4		0.83	0.044		0.0321	0.0471	0.6800	1	K <sub>t</sub>
5		0.85	0.044		0.0321	0.0471	0.6800	1	K <sub>t</sub>

Pada tabel diatas menunjukkan bilangan froude pada daerah diatas bangunan pada berbagai variasi debit yaitu pada debit  $0.0015 \text{ m}^3/\text{det}$ ,  $0.002 \text{ m}^3/\text{det}$  dan  $0.0025 \text{ m}^3/\text{det}$ . Dimana seperti yang kita lihat pada tabel diatas pada perhitungan bilangan froude pada daerah diatas bangunan memperoleh nilai froude yang sama yaitu 1, yang artinya pada bagian ini mengalami aliran superkritis karena  $Fr=1$ .

d. Energi spesifik

Perhitungan energi spesifik pada bangunan dengan menggunakan variasi debit  $0.0015 \text{ m}^3/\text{det}$ ,  $0.002 \text{ m}^3/\text{det}$  dan  $0.0025 \text{ m}^3/\text{det}$  dihitung dengan menggunakan rumus, dimana pada  $Q = 0,0015 \text{ m}^3/\text{det}$ ,  $y_c = 0,0335 \text{ m}$ ,  $V = 0,0503 \text{ m}/\text{det}$ ,  $g = 9,81 \text{ m}^2/\text{det}$  dan dijabarkan sebagai berikut :

$$E_s = 0,0335 + \left( \frac{0,0503^2}{2 \cdot 9,81} \right) = 0,0503 \text{ m}$$

Perhitungan selanjutnya dihitung dengan cara yang sama dan dirangkum pada tabel 11.

Tabel 11. Hasil perhitungan energi spesifik diatas bangunan pada debit 0.0015 m<sup>3</sup>/det, 0.0020 m<sup>3</sup>/det, dan 0.0025 m<sup>3</sup>/det

No	Debit (m <sup>3</sup> /dtk)	Panjang pengamatan X (m)	Tg (m)	b (m)	$\frac{Q^2}{gA^3}$ (m/dtk/m)	$\frac{Q^2}{gA^3}$ (m)	Vc (m)	Fr	Es
1	0.0015	0.77	0.033	0.078	0.0192	0.0335	0.5735	1	0.0503
2		0.79	0.033		0.0192	0.0335	0.5735	1	0.0503
3		0.81	0.033		0.0192	0.0335	0.5735	1	0.0503
4		0.83	0.033		0.0192	0.0335	0.5735	1	0.0503
5		0.85	0.033		0.0192	0.0335	0.5735	1	0.0503
1	0.0020	0.77	0.04	0.078	0.0256	0.0406	0.6313	1	0.0609
2		0.79	0.04		0.0256	0.0406	0.6313	1	0.0609
3		0.81	0.04		0.0256	0.0406	0.6313	1	0.0609
4		0.83	0.04		0.0256	0.0406	0.6313	1	0.0609
5		0.85	0.04		0.0256	0.0406	0.6313	1	0.0609
1	0.0025	0.77	0.044	0.078	0.0321	0.0471	0.6800	1	0.0707
2		0.79	0.044		0.0321	0.0471	0.6800	1	0.0707
3		0.81	0.044		0.0321	0.0471	0.6800	1	0.0707
4		0.83	0.044		0.0321	0.0471	0.6800	1	0.0707
5		0.85	0.044		0.0321	0.0471	0.6800	1	0.0707

Pada tabel di atas, hasil perhitungan energi spesifik di atas bangunan pada berbagai debit yaitu pada debit 0.0015 m<sup>3</sup>/det, 0.0020 m<sup>3</sup>/det dan 0.0025 m<sup>3</sup>/det, dimana energi spesifik pada debit 0.0015 m<sup>3</sup>/det adalah 0.0503 m dan pada debit 0.0020 m<sup>3</sup>/det adalah 0.0609 m dan pada debit 0.0025 m<sup>3</sup>/det adalah 0.0707 m.

### 3. Segmen C (setelah melewati bangunan)

#### a. Ketinggian air

Hasil pengukuran tinggi air pada saat melewati bangunan dirangkum pada tabel 12,13, dan 14.

Tabel 12. Tinggi air pada saat melewati bangunan dengan debit 0,0015 m<sup>3</sup>/det

No	Debit (m <sup>3</sup> /dtk)	Panjang pengamatan X (m)	Tinggi (m)
1	0.0015	0.87	0.045
2		0.89	0.045
3		0.91	0.05
4		0.93	0.054
5		0.95	0.057
6		0.97	0.06
7		0.99	0.063
8		1.01	0.066
9		1.03	0.068
10		1.05	0.065
11		1.07	0.068
12		1.09	0.07
13		1.11	0.072
14		1.13	0.073
15		1.15	0.074
16		1.17	0.075
17		1.19	0.075
18		1.21	0.075
19		1.23	0.076
20		1.25	0.077
21		1.27	0.079
22		1.29	0.075
23		1.31	0.075
24		1.33	0.075
25		1.35	0.075
26		1.37	0.075
27		1.39	0.075
28		1.41	0.075
29		1.43	0.075

Tabel 13. Tinggi air pada saat melewati bangunan dengan debit 0,0020 m<sup>3</sup>/det

No	Debit (m <sup>3</sup> /dtk)	Panjang pengamatan X (m)	Tinggi (m)
1	0.0020	0.87	0.048
2		0.89	0.047
3		0.91	0.048
4		0.93	0.053
5		0.95	0.055
6		0.97	0.062
7		0.99	0.065
8		1.01	0.069
9		1.03	0.07
10		1.05	0.072
11		1.07	0.074
12		1.09	0.076
13		1.11	0.078
14		1.13	0.08
15		1.15	0.084
16		1.17	0.084
17		1.19	0.085
18		1.21	0.085
19		1.23	0.085
20		1.25	0.085
21		1.27	0.085
22		1.29	0.085
23		1.31	0.085
24		1.33	0.085
25		1.35	0.085
26		1.37	0.085
27		1.39	0.085
28		1.41	0.085
29		1.43	0.085

Tabel 14. Tinggi air pada saat melewati bangunan dengan debit 0,0025 m<sup>3</sup>/det

No	Debit (m <sup>3</sup> /dtk)	Panjang pengamatan X (m)	Tinggi (m)
1	0.0025	0.87	0.05
2		0.89	0.049
3		0.91	0.051
4		0.93	0.053
5		0.95	0.059
6		0.97	0.062
7		0.99	0.074
8		1.01	0.076
9		1.03	0.078
10		1.05	0.083
11		1.07	0.085
12		1.09	0.086
13		1.11	0.088
14		1.13	0.088
15		1.15	0.088
16		1.17	0.088
17		1.19	0.088
18		1.21	0.088
19		1.23	0.088
20		1.25	0.088
21		1.27	0.089
22		1.29	0.089
23		1.31	0.088
24		1.33	0.089
25		1.35	0.091
26		1.37	0.093
27		1.39	0.093
28		1.41	0.093
29		1.43	0.093

Tabel diatas menunjukkan tinggi muka air setelah bangunan pelimpah, dimana tinggi muka air tertinggi terjadi pada debit 0.0025 m<sup>3</sup>/det yaitu 0.09 m dan muka air terendah terjadi pada debit 0.0015 m<sup>3</sup>/det yaitu 0.045 m. Ini menunjukkan bahwa semakin besar debit maka semakin tinggi pula muka air yang terjadi dan semakin jauh jarak air maka tinggi muka air pun semakin tinggi.

b. Kecepatan aliran

Perhitungan kecepatan pada daerah setelah bangunan dengan debit 0,0015 m<sup>3</sup>/det, 0,0020 m<sup>3</sup>/det, dan 0,0025 m<sup>3</sup>/det dirangkum pada tabel 15,16, dan 17 dimana  $Q = 0,0015 \text{ m}^3/\text{det}$ ,  $b = 0,078 \text{ m}$ ,  $g = 9,81 \text{ m}^2/\text{det}$ ,  $y_2 = 0,08$  dan dijabarkan sebagai berikut:

$$\Delta y = y_2 - y_1 = 0,08 - 0,045 = 0,035 \text{ m}$$

$$V = \sqrt{2 \cdot g \cdot \Delta y} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,035} = 0,8287 \text{ m/d}$$

Pada tabel 15, 16 dan 17:  
pada tabel 15, 16 dan 17:

dan



Tabel 15. Perhitungan kecepatan aliran pada daerah setelah bangunan dengan debit 0,0015 m<sup>3</sup>/det:

No	Debit (m <sup>3</sup> /dtk)	Panjang pengamatan X (m)	Tinggi h = y (m)	y (m)	V (m/dt)	
1	0.0015	0.87	0.045	0.08	0.0350	0.8287
2		0.89	0.045		0.0350	0.8287
3		0.91	0.05		0.0300	0.7672
4		0.93	0.054		0.0260	0.7142
5		0.95	0.057		0.0230	0.6718
6		0.97	0.06		0.0200	0.6264
7		0.99	0.063		0.0170	0.5775
8		1.01	0.066		0.0140	0.5241
9		1.03	0.068		0.0120	0.4852
10		1.05	0.065		0.0150	0.4852
11		1.07	0.068		0.0120	0.4852
12		1.09	0.07		0.0100	0.4429
13		1.11	0.072		0.0080	0.3962
14		1.13	0.073		0.0070	0.3706
15		1.15	0.074		0.0060	0.3431
16		1.17	0.075		0.0050	0.3132
17		1.19	0.075		0.0050	0.3132
18		1.21	0.075		0.0050	0.3132
19		1.23	0.076		0.0040	0.2801
20		1.25	0.077		0.0030	0.2426
21		1.27	0.079		0.0010	0.1401
22		1.29	0.079		0.0010	0.1401
23		1.31	0.079		0.0010	0.1401
24		1.33	0.079		0.0010	0.1401
25		1.35	0.079		0.0010	0.1401
26		1.37	0.079		0.0010	0.1401
27		1.39	0.079		0.0010	0.1401
28		1.41	0.079		0.0010	0.1401
29		1.43	0.079		0.0010	0.1401

Tabel 16. Perhitungan kecepatan aliran pada daerah setelah bangunan dengan debit 0,002 m<sup>3</sup>/det:

No	Debit (m <sup>3</sup> /dtk)	Panjang pengamatan X (m)	Tinggi h = y (m)	y (m)	V (m/dt)	
1	0.0020	0.87	0.048	0.09	0.0420	0.9078
2		0.89	0.047		0.0430	0.9185
3		0.91	0.048		0.0420	0.9078
4		0.93	0.053		0.0370	0.8520
5		0.95	0.055		0.0350	0.8287
6		0.97	0.062		0.0280	0.7412
7		0.99	0.065		0.0250	0.7004
8		1.01	0.069		0.0210	0.6419
9		1.03	0.07		0.0200	0.6264
10		1.05	0.072		0.0180	0.5943
11		1.07	0.074		0.0160	0.5603
12		1.09	0.076		0.0140	0.5241
13		1.11	0.078		0.0120	0.4852
14		1.13	0.08		0.0100	0.4429
15		1.15	0.084		0.0060	0.3431
16		1.17	0.084		0.0060	0.3431
17		1.19	0.085		0.0050	0.3132
18		1.21	0.085		0.0050	0.3132
19		1.23	0.085		0.0050	0.3132
20		1.25	0.085		0.0050	0.3132
21		1.27	0.085		0.0050	0.3132
22		1.29	0.085		0.0050	0.3132
23		1.31	0.085		0.0050	0.3132
24		1.33	0.085		0.0050	0.3132
25		1.35	0.085		0.0050	0.3132
26		1.37	0.085		0.0050	0.3132
27		1.39	0.085		0.0050	0.3132
28		1.41	0.085		0.0050	0.3132
29		1.43	0.085		0.0050	0.3132

Tabel 17. Perhitungan kecepatan aliran pada daerah setelah bangunan dengan debit 0,0025 m<sup>3</sup>/det:

No	Debit (m <sup>3</sup> /det)	Panjang pengamatan X (m)	Tinggi h = y (m)	y (m)	V (m/det)	
1	0.0025	0.87	0.05	0.095	0.0450	0.9396
2		0.89	0.049		0.0460	0.9500
3		0.91	0.051		0.0440	0.9291
4		0.93	0.053		0.0420	0.9078
5		0.95	0.059		0.0360	0.8404
6		0.97	0.062		0.0330	0.8046
7		0.99	0.074		0.0210	0.6419
8		1.01	0.076		0.0190	0.6106
9		1.03	0.078		0.0170	0.5775
10		1.05	0.083		0.0120	0.4852
11		1.07	0.085		0.0100	0.4429
12		1.09	0.086		0.0090	0.4202
13		1.11	0.088		0.0070	0.3706
14		1.13	0.088		0.0070	0.3706
15		1.15	0.088		0.0070	0.3706
16		1.17	0.088		0.0070	0.3706
17		1.19	0.088		0.0070	0.3706
18		1.21	0.088		0.0070	0.3706
19		1.23	0.088		0.0070	0.3706
20		1.25	0.088		0.0070	0.3706
21		1.27	0.089		0.0060	0.3431
22		1.29	0.089		0.0060	0.3431
23		1.31	0.088		0.0070	0.3706
24		1.33	0.089		0.0060	0.3431
25		1.35	0.091		0.0040	0.2801
26		1.37	0.093		0.0020	0.1981
27		1.39	0.093		0.0020	0.1981
28		1.41	0.093		0.0020	0.1981
29		1.43	0.093		0.0020	0.198091

Pada tabel diatas menunjukkan perhitungan kecepatan aliran pada saat melewati bangunan pada berbagai variasi debit yaitu pada debit  $0,0015 \text{ m}^3/\text{det}$ ,  $0,0020 \text{ m}^3/\text{det}$ , dan  $0,0025 \text{ m}^3/\text{det}$ , dimana seperti yang kita lihat pada tabel diatas kecepatan terbesar terjadi pada debit  $0,0025 \text{ m}^3/\text{det}$  yaitu  $0,9396 \text{ m}/\text{det}$  dan terendah terjadi pada debit  $0,0015 \text{ m}^3/\text{det}$  yaitu  $0,1401 \text{ m}/\text{det}$ .

### c. Bilangan Froude

Perhitungan bilangan froude pada daerah setelah melewati bangunan pelimpah pada berbagai variasi debit yaitu pada debit  $0,0015 \text{ m}^3/\text{det}$ ,  $0,0020 \text{ m}^3/\text{det}$ , dan  $0,0025 \text{ m}^3/\text{det}$  dirangkum pada tabel 18,19 dan 20, dimana  $Q = 0,0015 \text{ m}^3/\text{det}$ ,  $b = 0,078 \text{ m}$ ,  $g = 9,81 \text{ m}^2/\text{det}$   $V = 0,8287 \text{ m}/\text{det}$ ,  $y_1 = 0,045 \text{ m}$  dan dijabarkan sebagai berikut :

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{gy_1}} = \frac{0,8287}{\sqrt{981,0045}} = 1,2472$$

Perhitungan selanjutnya dilakukan dengan cara yang sama dan dirangkum pada tabel 18,19 dan 20.

Tabel 18. Hasil perhitungan bilangan froude setelah bangunan pelimpah pada debit 0,0015 m<sup>3</sup>/det:

No	Debit (m <sup>3</sup> /dtk)	Panjang pengamatan X (m)	Tg h = y (m)	y (m)	V (m/d )	Fr	Ke	
1	0.0015	0.87	0.045	0.08	0.0350	0.8287	1.2472	SpKs
2		0.89	0.045		0.0350	0.8287	1.2472	SpKs
3		0.91	0.05		0.0300	0.7672	1.0954	SpKs
4		0.93	0.054		0.0260	0.7142	0.9813	Sub Ks
5		0.95	0.057		0.0230	0.6718	0.8983	Sub Ks
6		0.97	0.06		0.0200	0.6264	0.8165	Sub Ks
7		0.99	0.063		0.0170	0.5775	0.7346	Sub Ks
8		1.01	0.066		0.0140	0.5241	0.6513	Sub Ks
9		1.03	0.068		0.0120	0.4852	0.5941	Sub Ks
10		1.05	0.065		0.0150	0.4852	0.6076	Sub Ks
11		1.07	0.068		0.0120	0.4852	0.5941	Sub Ks
12		1.09	0.07		0.0100	0.4429	0.5345	Sub Ks
13		1.11	0.072		0.0080	0.3962	0.4714	Sub Ks
14		1.13	0.073		0.0070	0.3706	0.4379	Sub Ks
15		1.15	0.074		0.0060	0.3431	0.4027	Sub Ks
16		1.17	0.075		0.0050	0.3132	0.3651	Sub Ks
17		1.19	0.075		0.0050	0.3132	0.3651	Sub Ks
18		1.21	0.075		0.0050	0.3132	0.3651	Sub Ks
19		1.23	0.076		0.0040	0.2801	0.3244	Sub Ks
20		1.25	0.077		0.0030	0.2426	0.2791	Sub Ks
21		1.27	0.079		0.0010	0.1401	0.1591	Sub Ks
22		1.29	0.079		0.0010	0.1401	0.1591	Sub Ks
23		1.31	0.079		0.0010	0.1401	0.1591	Sub Ks
24		1.33	0.079		0.0010	0.1401	0.1591	Sub Ks
25		1.35	0.079		0.0010	0.1401	0.1591	Sub Ks
26		1.37	0.079		0.0010	0.1401	0.1591	Sub Ks
27		1.39	0.079		0.0010	0.1401	0.1591	Sub Ks
28		1.41	0.079		0.0010	0.1401	0.1591	Sub Ks
29		1.43	0.079		0.0010	0.1401	0.1591	Sub Ks

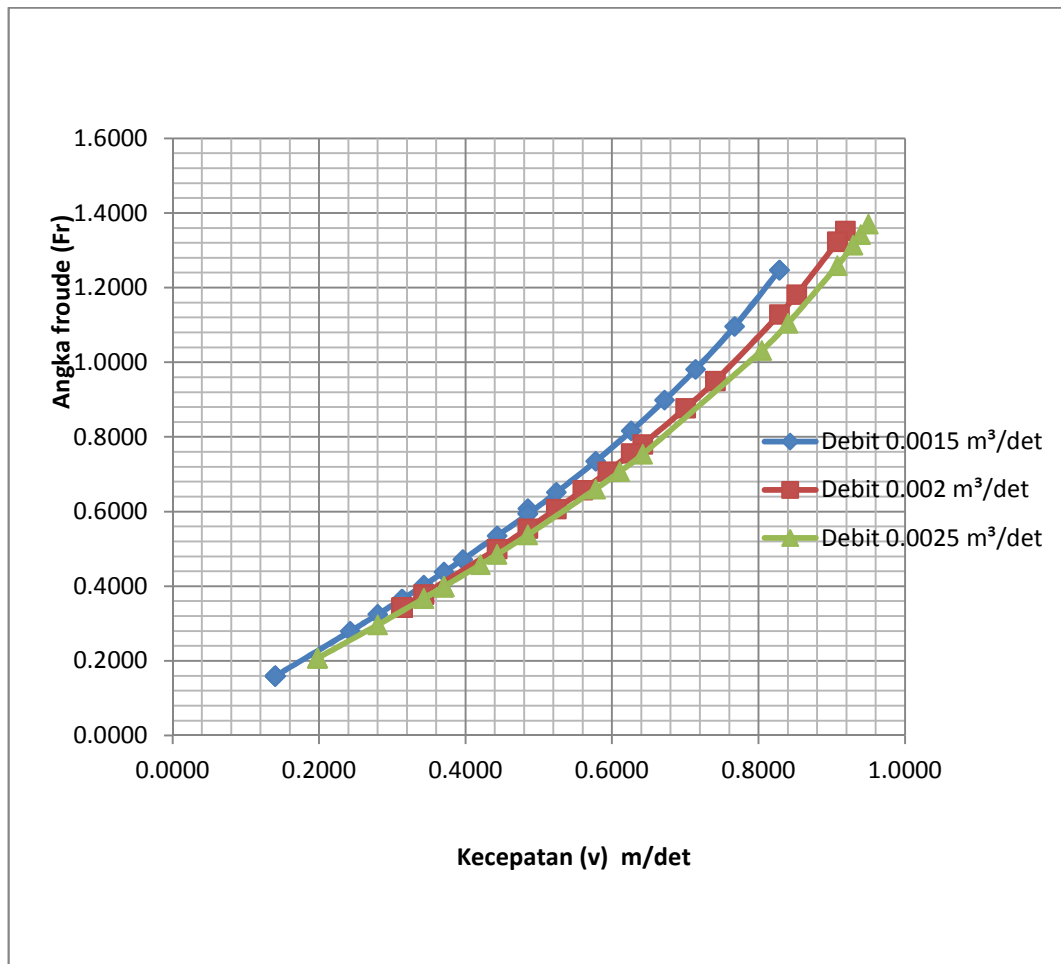
Tabel 19. Hasil perhitungan bilangan froude setelah bangunan pelimpah pada debit 0,0020 m<sup>3</sup>/det:

No	Debit (m <sup>3</sup> /dtk)	Panjang pengamatan X (m)	Tinggi h = y (m)	z (m)	y (m)	V (m/dt)	Fr	Ke
1	0.0020	0.87	0.048	0.09	0.0420	0.9078	1.3229	SpKt
2		0.89	0.047		0.0430	0.9185	1.3527	SpKt
3		0.91	0.048		0.0420	0.9078	1.3229	SpKt
4		0.93	0.053		0.0370	0.8520	1.1816	SpKt
5		0.95	0.055		0.0350	0.8287	1.1282	SpKt
6		0.97	0.062		0.0280	0.7412	0.9504	Sub Kt
7		0.99	0.065		0.0250	0.7004	0.8771	Sub Kt
8		1.01	0.069		0.0210	0.6419	0.7802	Sub Kt
9		1.03	0.07		0.0200	0.6264	0.7559	Sub Kt
10		1.05	0.072		0.0180	0.5943	0.7071	Sub Kt
11		1.07	0.074		0.0160	0.5603	0.6576	Sub Kt
12		1.09	0.076		0.0140	0.5241	0.6070	Sub Kt
13		1.11	0.078		0.0120	0.4852	0.5547	Sub Kt
14		1.13	0.08		0.0100	0.4429	0.5000	Sub Kt
15		1.15	0.084		0.0060	0.3431	0.3780	Sub Kt
16		1.17	0.084		0.0060	0.3431	0.3780	Sub Kt
17		1.19	0.085		0.0050	0.3132	0.3430	Sub Kt
18		1.21	0.085		0.0050	0.3132	0.3430	Sub Kt
19		1.23	0.085		0.0050	0.3132	0.3430	Sub Kt
20		1.25	0.085		0.0050	0.3132	0.3430	Sub Kt
21		1.27	0.085		0.0050	0.3132	0.3430	Sub Kt
22		1.29	0.085		0.0050	0.3132	0.3430	Sub Kt
23		1.31	0.085		0.0050	0.3132	0.3430	Sub Kt
24		1.33	0.085		0.0050	0.3132	0.3430	Sub Kt
25		1.35	0.085		0.0050	0.3132	0.3430	Sub Kt
26		1.37	0.085		0.0050	0.3132	0.3430	Sub Kt
27		1.39	0.085		0.0050	0.3132	0.3430	Sub Kt
28		1.41	0.085		0.0050	0.3132	0.3430	Sub Kt
29		1.43	0.085		0.0050	0.3132	0.3430	Sub Kt

Tabel 20. Hasil perhitungan bilangan froude setelah bangunan pelimpah pada debit 0,0025 m<sup>3</sup>/det:

No	Debit (m <sup>3</sup> /dtk)	Panjang pengamatan X (m)	Tinggi h = y (m)	z (m)	y (m)	V (m/dt)	Fr	Ke
1	0.0025	0.87	0.05	0.095	0.0450	0.9396	1.3416	SpKb
2		0.89	0.049		0.0460	0.9500	1.3702	SpKb
3		0.91	0.051		0.0440	0.9291	1.3136	SpKb
4		0.93	0.053		0.0420	0.9078	1.2589	SpKb
5		0.95	0.059		0.0360	0.8404	1.1047	SpKb
6		0.97	0.062		0.0330	0.8046	1.0318	SpKb
7		0.99	0.074		0.0210	0.6419	0.7534	Sub Kb
8		1.01	0.076		0.0190	0.6106	0.7071	Sub Kb
9		1.03	0.078		0.0170	0.5775	0.6602	Sub Kb
10		1.05	0.083		0.0120	0.4852	0.5377	Sub Kb
11		1.07	0.085		0.0100	0.4429	0.4851	Sub Kb
12		1.09	0.086		0.0090	0.4202	0.4575	Sub Kb
13		1.11	0.088		0.0070	0.3706	0.3989	Sub Kb
14		1.13	0.088		0.0070	0.3706	0.3989	Sub Kb
15		1.15	0.088		0.0070	0.3706	0.3989	Sub Kb
16		1.17	0.088		0.0070	0.3706	0.3989	Sub Kb
17		1.19	0.088		0.0070	0.3706	0.3989	Sub Kb
18		1.21	0.088		0.0070	0.3706	0.3989	Sub Kb
19		1.23	0.088		0.0070	0.3706	0.3989	Sub Kb
20		1.25	0.088		0.0070	0.3706	0.3989	Sub Kb
21		1.27	0.089		0.0060	0.3431	0.3672	Sub Kb
22		1.29	0.089		0.0060	0.3431	0.3672	Sub Kb
23		1.31	0.088		0.0070	0.3706	0.3989	Sub Kb
24		1.33	0.089		0.0060	0.3431	0.3672	Sub Kb
25		1.35	0.091		0.0040	0.2801	0.2965	Sub Kb
26		1.37	0.093		0.0020	0.1981	0.2074	Sub Kb
27		1.39	0.093		0.0020	0.1981	0.2074	Sub Kb
28		1.41	0.093		0.0020	0.1981	0.2074	Sub Kb
29		1.43	0.093		0.0020	0.1981	0.2074	Sub Kb

Pada tabel diatas menunjukkan bilangan froude pada daerah setelah melewati bangunan pada debit  $0.0015 \text{ m}^3/\text{det}$ ,  $0.002 \text{ m}^3/\text{det}$  dan  $0.0025 \text{ m}^3/\text{det}$  dimana bilangan froude tertinggi terjadi pada debit  $0.0025 \text{ m}^3/\text{det}$  yaitu  $0.3416$  sedangkan yang terendah terjadi pada debit  $0.0015 \text{ m}^3/\text{det}$  yaitu  $0.1591$ . Dan pada tabel diatas menunjukkan bahwa beberapa titik terjadi aliran superkritis dan berubah menjadi aliran subkritis, dimana aliran superkritis paling panjang terjadi pada debit  $0.0025 \text{ m}^3/\text{det}$  dan paling pendek pada debit  $0.0015 \text{ m}^3/\text{det}$ .



Gambar 9. Hubungan antara kecepatan dan bilangan froude pada daerah setelah bangunan.



Pada gambar diatas Hubungan antara kecepatan dan bilangan froude pada saat melewati bangunan dengan debit pengaliran ( $0.0015 \text{ m}^3/\text{det}$ ,  $0.002 \text{ m}^3/\text{det}$ , dan  $0.0025 \text{ m}^3/\text{det}$ ) menunjukkan bahwa semakin besar kecepatan aliran maka bilangan froude semakin besar.

d. Energi spesifik

Perhitungan energi spesifik pada daerah setelah melewati bangunan pada berbagai variasi debit yaitu pada debit  $0,0015 \text{ m}^3/\text{det}$ ,  $0,0020 \text{ m}^3/\text{det}$ ,  $0,0025 \text{ m}^3/\text{det}$  dirangkum pada tabel sebagai berikut. Pada debit  $0,0015 \text{ m}^3/\text{det}$ , dimana  $\Delta y = 0,0350 \text{ m}$ ,  $V = 0.8287 \text{ m/det}$ ,  $g = 9,81$  dan dijabarkan sebagai berikut:

$$E_s = 0,0350 + \left( \frac{0.8287^2}{2 \cdot 9.81} \right) = 0,07 \text{ m}$$

Perhitungan selanjutnya dihitung dengan cara yang sama dan dirangkum pada tabel 21, 22 dan 23:

Tabel 21. Hasil Perhitungan energi spesifik pada daerah setelah bangunan pada debit 0,0015 m<sup>3</sup>/det:

No	Debit (m <sup>3</sup> /dtk)	Panjang pengamatan X (m)	Tg h y (m)	z (m)	y (m)	V (m/d )	Fr	Es
1	0.0015	0.87	0.045	0.08	0.0350	0.8287	1.2472	0.07
2		0.89	0.045		0.0350	0.8287	1.2472	0.07
3		0.91	0.05		0.0300	0.7672	1.0954	0.06
4		0.93	0.054		0.0260	0.7142	0.9813	0.052
5		0.95	0.057		0.0230	0.6718	0.8983	0.046
6		0.97	0.06		0.0200	0.6264	0.8165	0.04
7		0.99	0.063		0.0170	0.5775	0.7346	0.034
8		1.01	0.066		0.0140	0.5241	0.6513	0.028
9		1.03	0.068		0.0120	0.4852	0.5941	0.024
10		1.05	0.065		0.0150	0.4852	0.6076	0.027
11		1.07	0.068		0.0120	0.4852	0.5941	0.024
12		1.09	0.07		0.0100	0.4429	0.5345	0.02
13		1.11	0.072		0.0080	0.3962	0.4714	0.016
14		1.13	0.073		0.0070	0.3706	0.4379	0.014
15		1.15	0.074		0.0060	0.3431	0.4027	0.012
16		1.17	0.075		0.0050	0.3132	0.3651	0.01
17		1.19	0.075		0.0050	0.3132	0.3651	0.01
18		1.21	0.075		0.0050	0.3132	0.3651	0.01
19		1.23	0.076		0.0040	0.2801	0.3244	0.008
20		1.25	0.077		0.0030	0.2426	0.2791	0.006
21		1.27	0.079		0.0010	0.1401	0.1591	0.002
22		1.29	0.079		0.0010	0.1401	0.1591	0.002
23		1.31	0.079		0.0010	0.1401	0.1591	0.002
24		1.33	0.079		0.0010	0.1401	0.1591	0.002
25		1.35	0.079		0.0010	0.1401	0.1591	0.002
26		1.37	0.079		0.0010	0.1401	0.1591	0.002
27		1.39	0.079		0.0010	0.1401	0.1591	0.002
28		1.41	0.079		0.0010	0.1401	0.1591	0.002
29		1.43	0.079		0.0010	0.1401	0.1591	0.002

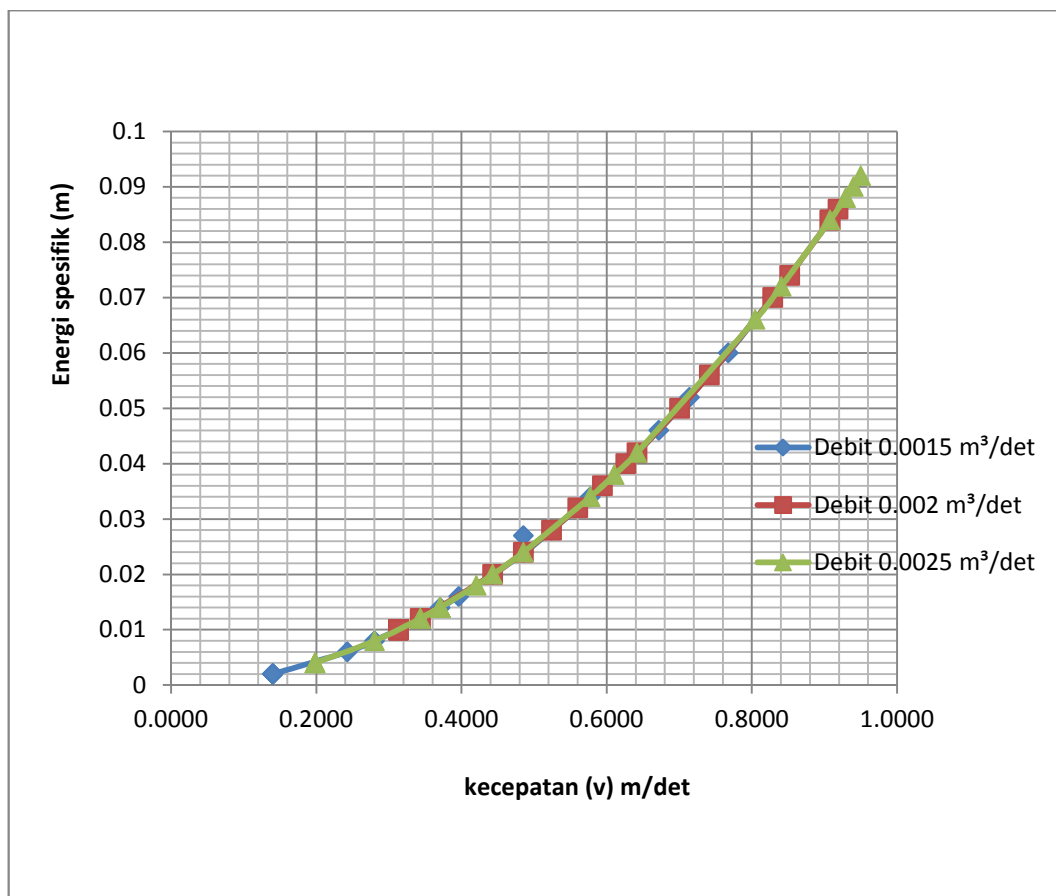
Tabel 22. Hasil Perhitungan energi spesifik pada daerah setelah bangunan pada debit 0,0020 m<sup>3</sup>/det:

No	Debit (m <sup>3</sup> /dtk)	Panjang pengamatan X (m)	Tinggi y (m)	z (m)	y (m)	V (m/dt)	Fr	Es
1	0.0020	0.87	0.048	0.09	0.0420	0.9078	1.3229	0.084
2		0.89	0.047		0.0430	0.9185	1.3527	0.086
3		0.91	0.048		0.0420	0.9078	1.3229	0.084
4		0.93	0.053		0.0370	0.8520	1.1816	0.074
5		0.95	0.055		0.0350	0.8287	1.1282	0.07
6		0.97	0.062		0.0280	0.7412	0.9504	0.056
7		0.99	0.065		0.0250	0.7004	0.8771	0.05
8		1.01	0.069		0.0210	0.6419	0.7802	0.042
9		1.03	0.07		0.0200	0.6264	0.7559	0.04
10		1.05	0.072		0.0180	0.5943	0.7071	0.036
11		1.07	0.074		0.0160	0.5603	0.6576	0.032
12		1.09	0.076		0.0140	0.5241	0.6070	0.028
13		1.11	0.078		0.0120	0.4852	0.5547	0.024
14		1.13	0.08		0.0100	0.4429	0.5000	0.02
15		1.15	0.084		0.0060	0.3431	0.3780	0.012
16		1.17	0.084		0.0060	0.3431	0.3780	0.012
17		1.19	0.085		0.0050	0.3132	0.3430	0.01
18		1.21	0.085		0.0050	0.3132	0.3430	0.01
19		1.23	0.085		0.0050	0.3132	0.3430	0.01
20		1.25	0.085		0.0050	0.3132	0.3430	0.01
21		1.27	0.085		0.0050	0.3132	0.3430	0.01
22		1.29	0.085		0.0050	0.3132	0.3430	0.01
23		1.31	0.085		0.0050	0.3132	0.3430	0.01
24		1.33	0.085		0.0050	0.3132	0.3430	0.01
25		1.35	0.085		0.0050	0.3132	0.3430	0.01
26		1.37	0.085		0.0050	0.3132	0.3430	0.01
27		1.39	0.085		0.0050	0.3132	0.3430	0.01
28		1.41	0.085		0.0050	0.3132	0.3430	0.01
29		1.43	0.085		0.0050	0.3132	0.3430	0.01

Tabel 23. Hasil Perhitungan energi spesifik pada daerah setelah bangunan pada debit 0,0025 m<sup>3</sup>/det:

No	Debit (m <sup>3</sup> /dtk)	Panjang pengamatan X (m)	Tg # y (m)	z (m)	y (m)	V (m/d )	Fr	Es
1	0.0025	0.87	0.05	0.095	0.0450	0.9396	1.3416	0.09
2		0.89	0.049		0.0460	0.9500	1.3702	0.092
3		0.91	0.051		0.0440	0.9291	1.3136	0.088
4		0.93	0.053		0.0420	0.9078	1.2589	0.084
5		0.95	0.059		0.0360	0.8404	1.1047	0.072
6		0.97	0.062		0.0330	0.8046	1.0318	0.066
7		0.99	0.074		0.0210	0.6419	0.7534	0.042
8		1.01	0.076		0.0190	0.6106	0.7071	0.038
9		1.03	0.078		0.0170	0.5775	0.6602	0.034
10		1.05	0.083		0.0120	0.4852	0.5377	0.024
11		1.07	0.085		0.0100	0.4429	0.4851	0.02
12		1.09	0.086		0.0090	0.4202	0.4575	0.018
13		1.11	0.088		0.0070	0.3706	0.3989	0.014
14		1.13	0.088		0.0070	0.3706	0.3989	0.014
15		1.15	0.088		0.0070	0.3706	0.3989	0.014
16		1.17	0.088		0.0070	0.3706	0.3989	0.014
17		1.19	0.088		0.0070	0.3706	0.3989	0.014
18		1.21	0.088		0.0070	0.3706	0.3989	0.014
19		1.23	0.088		0.0070	0.3706	0.3989	0.014
20		1.25	0.088		0.0070	0.3706	0.3989	0.014
21		1.27	0.089		0.0060	0.3431	0.3672	0.012
22		1.29	0.089		0.0060	0.3431	0.3672	0.012
23		1.31	0.088		0.0070	0.3706	0.3989	0.014
24		1.33	0.089		0.0060	0.3431	0.3672	0.012
25		1.35	0.091		0.0040	0.2801	0.2965	0.008
26		1.37	0.093		0.0020	0.1981	0.2074	0.004
27		1.39	0.093		0.0020	0.1981	0.2074	0.004
28		1.41	0.093		0.0020	0.1981	0.2074	0.004
29		1.43	0.093		0.0020	0.198091	0.2074	0.004

Pada tabel diatas menunjukkan perhitungan energi spesifik setelah bangunan pada berbagai variasi debit yaitu pada debit  $0.0015 \text{ m}^3/\text{det}$ ,  $0.002 \text{ m}^3/\text{det}$  dan  $0.0025 \text{ m}^3/\text{det}$  dimana energi spesifik tertinggi terjadi pada debit  $0.0025 \text{ m}^3/\text{det}$  yaitu  $0.09 \text{ m}$  dan terendah terjadi pada debit  $0.0015 \text{ m}^3/\text{det}$  yaitu  $0.002 \text{ m}$ .



Gambar 10. Hubungan antara kecepatan dan energi spesifik pada daerah setelah bangunan.

Pada gambar diatas dapat dilihat bahwa energi spesifik akan tergantung pada besarnya kecepatan yang terjadi. Apabila kecepatannya besar maka energi spesifiknya akan tinggi. Dapat dilihat bahwa energi spesifik yang paling tinggi terdapat pada debit  $0.0025 \text{ m}^3/\text{det}$  dan terendah pada debit  $0.0015 \text{ m}^3/\text{det}$ .

e. Kehilangan energi

Kehilangan energi spesifik pada daerah hulu dan hilir pada debit  $0.0015 \text{ m}^3/\text{det}$  dititik tinjauan dengan jarak  $0.65 \text{ m}$  sebelum pelimpah dan jarak  $2.00 \text{ m}$  pada daerah hilir dimana  $E_{s1} = 0.1444$   $E_{s2} = 0.0846$  dan dijabarkan sebagai berikut

$$\Delta E = 0.1444 - 0.0846 = 0.0598 \text{ m}$$

Kehilangan energi spesifik pada daerah hulu dan hilir pada debit  $0.002 \text{ m}^3/\text{det}$  dititik tinjauan dengan jarak  $0.64 \text{ m}$  sebelum pelimpah dan jarak  $2.00 \text{ m}$  pada daerah hilir dimana  $E_{s1} = 0.1514$   $E_{s2} = 0.0946$  dan dijabarkan sebagai berikut:

$$\Delta E = 0.1514 - 0.0946 = 0.0568 \text{ m}$$

Kehilangan energi spesifik pada daerah hulu dan hilir pada debit  $0.0025 \text{ m}^3/\text{det}$  dititik tinjauan dengan jarak  $0.64 \text{ m}$  sebelum pelimpah dan jarak  $2.00 \text{ m}$  pada daerah hilir dimana  $E_{s1} = 0.1505$   $E_{s2} = 0.1032$  dan dijabarkan sebagai berikut :

$$\Delta E = 0.1505 - 0.1032 = 0.0473 \text{ m.}$$

Kehilangan energi spesifik pada daerah setelah bangunan pada berbagai variasi debit yaitu pada debit  $0.0015 \text{ m}^3/\text{det}$ ,  $0.002 \text{ m}^3/\text{det}$  dan  $0.0025 \text{ m}^3/\text{det}$ , dirangkum pada tabel 24, 25 dan 26. Pada debit  $0.0015 \text{ m}^3/\text{det}$  dengan  $y_1 = 0.045 \text{ m}$ ,  $y_2 = 0.08 \text{ m}$  dihitung dan dijabarkan sbb :

$$\Delta y = y_2 - y_1 = 0.08 - 0.045 = 0.0350 \text{ m}$$

$$E = \frac{(y_2 - y_1)^3}{4xy_2y_1} = \frac{0.0350^3}{4 \times 0.1 \times 0.045} = 0.0017 \text{ m}$$

Perhitungan selanjutnya dihitung dengan cara yang sama dan dirangkum pada tabel 24, 25 dan 26.

Tabel 24. Hasil perhitungan Kehilangan Energi pada debit 0.0015 m<sup>3</sup>/det:

No	Debit (m <sup>3</sup> /dtk)	Panjang pengamatan X (m)	Tinggi y (m)	z (m)	y (m)	V (m/dt)	Fr	Es	E (m)
1	0.0015	0.87	0.045	0.08	0.0350	0.8287	1.2472	0.07	0.0017
2		0.89	0.045		0.0350	0.8287	1.2472	0.07	0.0017
3		0.91	0.05		0.0300	0.7672	1.0954	0.06	0.0009
4		0.93	0.054		0.0260	0.7142	0.9813	0.052	0.0006
5		0.95	0.057		0.0230	0.6718	0.8983	0.046	0.0004
6		0.97	0.06		0.0200	0.6264	0.8165	0.04	0.0002
7		0.99	0.063		0.0170	0.5775	0.7346	0.034	0.0001
8		1.01	0.066		0.0140	0.5241	0.6513	0.028	0.0001
9		1.03	0.068		0.0120	0.4852	0.5941	0.024	0.0000
10		1.05	0.065		0.0150	0.4852	0.6076	0.027	0.0001
11		1.07	0.068		0.0120	0.4852	0.5941	0.024	0.0000
12		1.09	0.07		0.0100	0.4429	0.5345	0.02	0.0000
13		1.11	0.072		0.0080	0.3962	0.4714	0.016	0.0000
14		1.13	0.073		0.0070	0.3706	0.4379	0.014	0.0000
15		1.15	0.074		0.0060	0.3431	0.4027	0.012	0.0000
16		1.17	0.075		0.0050	0.3132	0.3651	0.01	0.0000
17		1.19	0.075		0.0050	0.3132	0.3651	0.01	0.0000
18		1.21	0.075		0.0050	0.3132	0.3651	0.01	0.0000
19		1.23	0.076		0.0040	0.2801	0.3244	0.008	0.0000
20		1.25	0.077		0.0030	0.2426	0.2791	0.006	0.0000
21		1.27	0.079		0.0010	0.1401	0.1591	0.002	0.0000
22		1.29	0.079		0.0010	0.1401	0.1591	0.002	0.0000
23		1.31	0.079		0.0010	0.1401	0.1591	0.002	0.0000
24		1.33	0.079		0.0010	0.1401	0.1591	0.002	0.0000
25		1.35	0.079		0.0010	0.1401	0.1591	0.002	0.0000
26		1.37	0.079		0.0010	0.1401	0.1591	0.002	0.0000
27		1.39	0.079		0.0010	0.1401	0.1591	0.002	0.0000
28		1.41	0.079		0.0010	0.1401	0.1591	0.002	0.0000
29		1.43	0.079		0.0010	0.1401	0.1591	0.002	0.0000

Tabel 25. Hasil perhitungan Kehilangan Energi pada debit 0.0020 m<sup>3</sup>/det:

No	Debit (m <sup>3</sup> /dtk)	Panjang pengamatan X (m)	Tinggi y (m)	φ (m)	y(m)	V (m/d )	Fr	Es	E (m)
1	0.0020	0.87	0.048	0.09	0.0420	0.9078	1.3229	0.084	0.0027
2		0.89	0.047		0.0430	0.9185	1.3527	0.086	0.0029
3		0.91	0.048		0.0420	0.9078	1.3229	0.084	0.0027
4		0.93	0.053		0.0370	0.8520	1.1816	0.074	0.0017
5		0.95	0.055		0.0350	0.8287	1.1282	0.07	0.0014
6		0.97	0.062		0.0280	0.7412	0.9504	0.056	0.0006
7		0.99	0.065		0.0250	0.7004	0.8771	0.05	0.0004
8		1.01	0.069		0.0210	0.6419	0.7802	0.042	0.0002
9		1.03	0.07		0.0200	0.6264	0.7559	0.04	0.0002
10		1.05	0.072		0.0180	0.5943	0.7071	0.036	0.0001
11		1.07	0.074		0.0160	0.5603	0.6576	0.032	0.0001
12		1.09	0.076		0.0140	0.5241	0.6070	0.028	0.0001
13		1.11	0.078		0.0120	0.4852	0.5547	0.024	0.0000
14		1.13	0.08		0.0100	0.4429	0.5000	0.02	0.0000
15		1.15	0.084		0.0060	0.3431	0.3780	0.012	0.0000
16		1.17	0.084		0.0060	0.3431	0.3780	0.012	0.0000
17		1.19	0.085		0.0050	0.3132	0.3430	0.01	0.0000
18		1.21	0.085		0.0050	0.3132	0.3430	0.01	0.0000
19		1.23	0.085		0.0050	0.3132	0.3430	0.01	0.0000
20		1.25	0.085		0.0050	0.3132	0.3430	0.01	0.0000
21		1.27	0.085		0.0050	0.3132	0.3430	0.01	0.0000
22		1.29	0.085		0.0050	0.3132	0.3430	0.01	0.0000
23		1.31	0.085		0.0050	0.3132	0.3430	0.01	0.0000
24		1.33	0.085		0.0050	0.3132	0.3430	0.01	0.0000
25		1.35	0.085		0.0050	0.3132	0.3430	0.01	0.0000
26		1.37	0.085		0.0050	0.3132	0.3430	0.01	0.0000
27		1.39	0.085		0.0050	0.3132	0.3430	0.01	0.0000
28		1.41	0.085		0.0050	0.3132	0.3430	0.01	0.0000
29		1.43	0.085		0.0050	0.3132	0.3430	0.01	0.0000



Tabel 26. Hasil perhitungan Kehilangan Energi pada debit 0.0025 m<sup>3</sup>/det:

No	Debit (m <sup>3</sup> /dtk)	Panjang pengamatan X (m)	Tinggi y (m)	z (m)	y (m)	V (m)	Fr	Es	E (m)
1	0.0025	0.87	0.05	0.095	0.0450	0.9396	1.3416	0.09	0.0032
2		0.89	0.049		0.0460	0.9500	1.3702	0.092	0.0034
3		0.91	0.051		0.0440	0.9291	1.3136	0.088	0.0029
4		0.93	0.053		0.0420	0.9078	1.2589	0.084	0.0024
5		0.95	0.059		0.0360	0.8404	1.1047	0.072	0.0014
6		0.97	0.062		0.0330	0.8046	1.0318	0.066	0.0010
7		0.99	0.074		0.0210	0.6419	0.7534	0.042	0.0002
8		1.01	0.076		0.0190	0.6106	0.7071	0.038	0.0002
9		1.03	0.078		0.0170	0.5775	0.6602	0.034	0.0001
10		1.05	0.083		0.0120	0.4852	0.5377	0.024	0.0000
11		1.07	0.085		0.0100	0.4429	0.4851	0.02	0.0000
12		1.09	0.086		0.0090	0.4202	0.4575	0.018	0.0000
13		1.11	0.088		0.0070	0.3706	0.3989	0.014	0.0000
14		1.13	0.088		0.0070	0.3706	0.3989	0.014	0.0000
15		1.15	0.088		0.0070	0.3706	0.3989	0.014	0.0000
16		1.17	0.088		0.0070	0.3706	0.3989	0.014	0.0000
17		1.19	0.088	0.0070	0.3706	0.3989	0.014	0.0000	
18		1.21	0.088	0.0070	0.3706	0.3989	0.014	0.0000	
19		1.23	0.088	0.0070	0.3706	0.3989	0.014	0.0000	
20		1.25	0.088	0.0070	0.3706	0.3989	0.014	0.0000	
21		1.27	0.089	0.0060	0.3431	0.3672	0.012	0.0000	
22		1.29	0.089	0.0060	0.3431	0.3672	0.012	0.0000	
23		1.31	0.088	0.0070	0.3706	0.3989	0.014	0.0000	
24		1.33	0.089	0.0060	0.3431	0.3672	0.012	0.0000	
25		1.35	0.091	0.0040	0.2801	0.2965	0.008	0.0000	
26		1.37	0.093	0.0020	0.1981	0.2074	0.004	0.0000	
27		1.39	0.093	0.0020	0.1981	0.2074	0.004	0.0000	
28		1.41	0.093	0.0020	0.1981	0.2074	0.004	0.0000	
29		1.43	0.093	0.0020	0.198091	0.2074	0.004	0.0000	

Pada tabel di atas dikka n kehilangan energi  
 ban pada debit 0.0015 m<sup>3</sup>/d 0.002 m<sup>3</sup>/d dan 0.0025 m<sup>3</sup>/d

dimana kehilangan energi terbesar terjadi pada debit  $0.0025 \text{ m}^3/\text{det}$  yaitu  $0.0032 \text{ m}$  dan perlahan menurun ketika aliran air telah menjauhi bangunan pelimpah.

#### 4. Segmen D (daerah hilir)

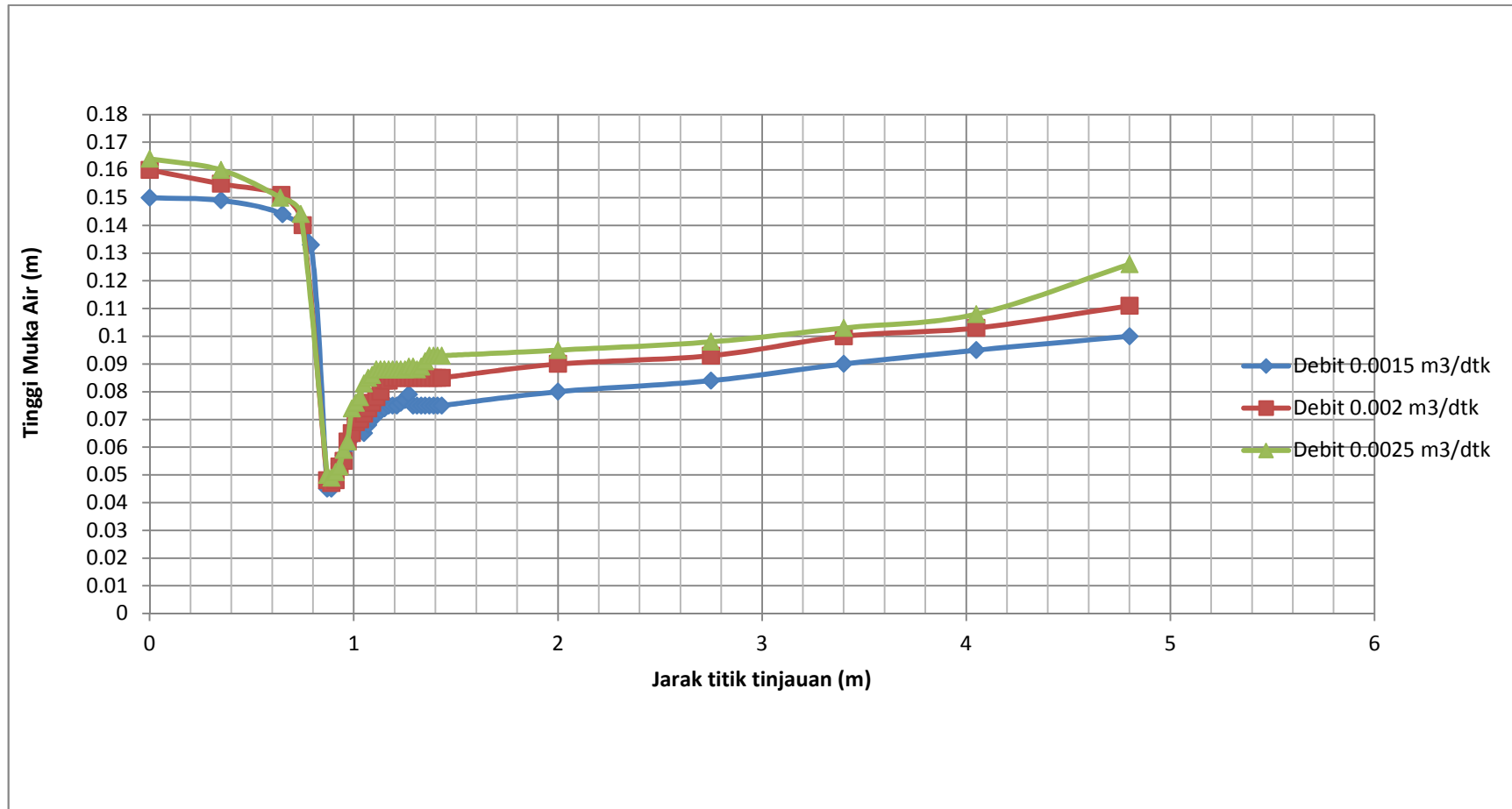
##### a. Ketinggian air

Hasil pengukuran tinggi air pada daerah hilir pada debit  $0.0015 \text{ m}^3/\text{det}$ ,  $0.002 \text{ m}^3/\text{det}$  dan  $0.0025 \text{ m}^3/\text{det}$  dirangkum pada tabel 27.

Tabel 27. Tinggi air pada daerah hilir dengan debit  $0,0015 \text{ m}^3/\text{det}$ ,  $0,0020 \text{ m}^3/\text{det}$ , dan  $0,0025 \text{ m}^3/\text{det}$ .

No	Debit ( $\text{m}^3/\text{det}$ )	Panjang pengamatan X (m)	Tinggi (m)
1	0.0015	2	0.08
2		2.75	0.084
3		3.4	0.09
4		4.05	0.095
5		4.8	0.1
1	0.0020	2	0.09
2		2.75	0.093
3		3.4	0.1
4		4.05	0.103
5		4.8	0.111
1	0.0025	2	0.095
2		2.75	0.098
3		3.4	0.103
4		4.05	0.108
5		4.8	0.126

Tabel 27. Tinggi air pada daerah hilir pada berbagai debit yaitu  $0.0015 \text{ m}^3/\text{det}$  dan  $0.0025 \text{ m}^3/\text{det}$  dan  $0.0025 \text{ m}^3/\text{det}$  dirangkum pada tabel 27. Hasil pengukuran tinggi air pada daerah hilir pada debit  $0.0015 \text{ m}^3/\text{det}$ ,  $0.002 \text{ m}^3/\text{det}$  dan  $0.0025 \text{ m}^3/\text{det}$  dirangkum pada tabel 27. Hasil pengukuran tinggi air pada daerah hilir pada debit  $0.0015 \text{ m}^3/\text{det}$ ,  $0.002 \text{ m}^3/\text{det}$  dan  $0.0025 \text{ m}^3/\text{det}$  dirangkum pada tabel 27. Hasil pengukuran tinggi air pada daerah hilir pada debit  $0.0015 \text{ m}^3/\text{det}$ ,  $0.002 \text{ m}^3/\text{det}$  dan  $0.0025 \text{ m}^3/\text{det}$  dirangkum pada tabel 27.



Gambar 11. Profil aliran air pada debit 0,0015 m<sup>3</sup>/det, 0,002 m<sup>3</sup>/det, 0,0025 m<sup>3</sup>/dtk

Pada gambar diatas menunjukkan bahwa hubungan antara tinggi muka air dengan debit  $0.0015 \text{ m}^3/\text{det}$ ,  $0.002 \text{ m}^3/\text{det}$  dan  $0.0025 \text{ m}^3/\text{det}$  berbanding lurus, dimana semakin tinggi debit aliran maka tinggi muka airnya semakin besar. Dimana tinggi muka air paling besar terdapat pada debit ( $Q_3 = 0.0025 \text{ m}^3/\text{det}$ ).

b. Kecepatan aliran

Hasil perhitungan kecepatan pada daerah hilir pada debit  $0,0015 \text{ m}^3/\text{det}$ ,  $0,0020 \text{ m}^3/\text{det}$ ,  $0,0025 \text{ m}^3/\text{det}$ , dicari menggunakan currentmeter dan dirangkum pada tabel 28:

Tabel 28. Perhitungan kecepatan aliran pada daerah hilir dengan jarak dan tinggi muka air

No	Debit ( $\text{m}^3/\text{det}$ )	Panjang pengamatan X (m)	Tinggi h (m)	V (m/det)
1	0.0015	2	0.08	0.30
2		2.75	0.084	0.30
3		3.4	0.09	0.20
4		4.05	0.095	0.20
5		4.8	0.1	0.20
1	0.0020	2	0.09	0.30
2		2.75	0.093	0.30
3		3.4	0.1	0.30
4		4.05	0.103	0.30
5		4.8	0.111	0.30
1	0.0025	2	0.095	0.40
2		2.75	0.098	0.40
3		3.4	0.103	0.40
4		4.05	0.108	0.30
5		4.8	0.126	0.30

Pada tabel diatas menunjukkan perhitungan kecepatan pada daerah hilir pada debit berbagai debit,, dimana kecepatan terbesar terjadi pada debit 0.0025 m<sup>3</sup>/det yaitu 0.40 m/det dan terendah terjadi pada debit 0.0015 m<sup>3</sup>/det yaitu 0.20 m/det.

### c. Bilangan Froude

Hasil perhitungan bilangan froude pada daerah hilir pada debit 0,0015 m<sup>3</sup>/det, 0,0020 m<sup>3</sup>/det, 0,0025 m<sup>3</sup>/det, pada debit 0,0015 m<sup>3</sup>/det dimana V = 0,30 m, g = 9,81, y = 0,08 dan dijabarkan sebagai berikut :

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{gy}} = \frac{0,30}{\sqrt{981,008}} = 0,3386$$

Tabel 29. Hasil perhitungan bilangan froude pada daerah hilir dengan debit 0,0015 m<sup>3</sup>/det, 0,0020 m<sup>3</sup>/det, 0,0025 m<sup>3</sup>/det.

No	Debit (m <sup>3</sup> /dtk)	Panjang pengamatan X (m)	Tinggi (m)	V (m/dt)	Fr	Ke
1	0.0015	2	0.08	0.30	0.3386	Sub K <sub>1</sub>
2		2.75	0.084	0.30	0.3305	Sub K <sub>1</sub>
3		3.4	0.09	0.20	0.2129	Sub K <sub>1</sub>
4		4.05	0.095	0.20	0.2072	Sub K <sub>1</sub>
5		4.8	0.1	0.20	0.2019	Sub K <sub>1</sub>
1	0.0020	2	0.09	0.30	0.3193	Sub K <sub>1</sub>
2		2.75	0.093	0.30	0.3141	Sub K <sub>1</sub>
3		3.4	0.1	0.30	0.3029	Sub K <sub>1</sub>
4		4.05	0.103	0.30	0.2984	Sub K <sub>1</sub>
5		4.8	0.111	0.30	0.2875	Sub K <sub>1</sub>
1	0.0025	2	0.095	0.40	0.4143	Sub K <sub>1</sub>
2		2.75	0.098	0.40	0.4080	Sub K <sub>1</sub>
3		3.4	0.103	0.40	0.3979	Sub K <sub>1</sub>
4		4.05	0.108	0.30	0.2915	Sub K <sub>1</sub>
5		4.8	0.126	0.30	0.2698	Sub K <sub>1</sub>

Pada tabel diatas menunjukkan bilangan froude pada daerah hilir pada debit 0,0015 m<sup>3</sup>/det, 0,0020 m<sup>3</sup>/det, 0,0025 m<sup>3</sup>/det, dimana bilangan froude tertinggi terjadi pada debit 0.0025 m<sup>3</sup>/det yaitu 0.4143 sedangkan yang terendah terjadi pada debit 0.0015 m<sup>3</sup>/det yaitu 0.02019.

#### d. Energi Spesifik

Hasil perhitungan energi spesifik pada daerah hilir pada debit 0,0015 m<sup>3</sup>/det, 0,0020 m<sup>3</sup>/det, 0,0025 m<sup>3</sup>/det, pada debit 0,0015 m<sup>3</sup>/det dimana h = 0,08 m, V = 0,30 m/det, g = 9,81 dan dijabarkan sebagai berikut:

$$Es = 0,08 + \left(\frac{0,30^2}{2 \cdot 9,81}\right) = 0,084 \text{ m}$$

Perhitungan energi spesifik

ditampilkan sebagai berikut

Tabel 30. Hasil perhitungan energi spesifik pada daerah hilir debit 0,0015 m<sup>3</sup>/det, 0,0020 m<sup>3</sup>/det, 0,0025 m<sup>3</sup>/det

No	Debit (m <sup>3</sup> /det)	Panjang saluran X (m)	Tinggi (m)	V (m/det)	Fr	Es
1	0.0015	2	0.08	0.30	0.3386	0.0846
2		2.75	0.084	0.30	0.3305	0.0886
3		3.4	0.09	0.20	0.2129	0.0920
4		4.05	0.095	0.20	0.2072	0.0970
5		4.8	0.1	0.20	0.2019	0.1020
1	0.0020	2	0.09	0.30	0.3193	0.0946
2		2.75	0.093	0.30	0.3141	0.0976
3		3.4	0.1	0.30	0.3029	0.1046
4		4.05	0.103	0.30	0.2984	0.1076
5		4.8	0.111	0.30	0.2875	0.1156
1	0.0025	2	0.095	0.40	0.4143	0.1032
2		2.75	0.098	0.40	0.4080	0.1062
3		3.4	0.103	0.40	0.3979	0.1112
4		4.05	0.108	0.30	0.2915	0.1126
5		4.8	0.126	0.30	0.2698	0.1306

Pada tabel diatas menunjukkan perhitungan energi spesifik pada daerah hilir dengan debit  $0,0015 \text{ m}^3/\text{det}$ ,  $0,0020 \text{ m}^3/\text{det}$ ,  $0,0025 \text{ m}^3/\text{det}$ , dimana energi spesifik terbesar terjadi pada debit  $0,0025 \text{ m}^3/\text{det}$  yaitu  $0.1306 \text{ m}$  sedangkan terendah terjadi pada debit  $0.0015 \text{ m}^3/\text{det}$  yaitu  $0.0846 \text{ m}$ .

### **C. Pembahasan**

#### **a. Debit**

Dari penelitian ini digunakan 3 variasi debit yaitu  $0,0015 \text{ m}^3/\text{det}$ ,  $0,0020 \text{ m}^3/\text{det}$ ,  $0,0025 \text{ m}^3/\text{det}$ .

#### **b. Kecepatan Aliran**

Dari hasil perhitungan pada tabel 5 diperoleh nilai kecepatan pada daerah hulu dengan menggunakan pelampung dimana semakin tinggi muka air maka semakin besar kecepatan yang terjadi. Dari hasil perhitungan pada tabel 15,16 dan 17 diperoleh nilai kecepatan pada daerah setelah bangunan dengan menggunakan rumus dimana semakin tinggi muka air maka semakin rendah kecepatan yang terjadi. Dari hasil perhitungan pada tabel 28 diperoleh nilai kecepatan pada daerah hilir dengan menggunakan current meter dimana semua kecepatan sama pada beberapa titik tinjauan dibagian hilir. Dari hasil perhitungan kecepatan paling besar terjadi pada saat setelah air melewati bangunan pelimpah dan perlahan-lahan menurun ketika air menjauhi bangunan pelimpah.

#### **c. Bilangan Froude**

Dari hasil perhitungan diperoleh bilangan Froude yang cukup bervariasi dikarenakan pengambilan data dilakukan pada jarak tertentu tiap titiknya. Dapat

dilihat ditabel 6, pada daerah hulu diperoleh nilai bilangan froude < 1 yang pada daerah hilir subkrit. Pada tabel 10 dapat dilihat pada daerah hilir yang das dan pada tabel 18,19 dan 20 dapat dilihat pada daerah hilir pada bit 0,0015 m<sup>3</sup>/d pada pampang X 0,87 sampai 0,91 m pada daerah hilir dan dalam hilir bagian hilir subkrit pada pampang X 0,93 sampai, dengan bit 0,002 m<sup>3</sup>/d dan pada pampang X 0,87 sampai pampang X 0,95 dan benbahu hilir subkrit pada pampang X 0,97 sampai, dan bit 0,0025 m<sup>3</sup>/d dan pada pampang X 0,87 sampai pampang X 0,97 dan benbahu hilir subkrit pada pampang X 0,99 sampai, dan dapat dilihat pada tabel 29 pada daerah hilir bagian hilir yang pada daerah hilir subkrit. Terhadap bagian hilir yang besar bit yang naik dan hilir bagian hilir subkrit.

#### d. Energi

Dari tabel 29 pada daerah hilir dapat dilihat pada tabel 27 dan 28 dapat dilihat pada gambar 8, dan bagian hilir yang besar bit dan bagian hilir subkrit bit 0,0025 m<sup>3</sup>/d dan bagian hilir subkrit bagian hilir



pada saat pengambilan data. Pada daerah setelah bangunan dapat dilihat pada tabel 21,22 dan 23 dan perbandingannya dapat dilihat pada gambar 10, dimana semakin besar kecepatan maka semakin besar pula energi spesifik yang terjadi. Pada daerah hilir dapat dilihat pada tabel 30 dan perbandingannya dapat dilihat pada gambar 13, dimana semakin besar kecepatan maka semakin kecil energi yang terjadi, tetapi pada debit  $0.002 \text{ m}^3/\text{det}$  terlihat grafik kecepatan berbentuk vertikal karena kecepatan pada tiap titik pengamatan relatif sama.

#### e. Kehilangan energi

Dari hasil perhitungan kehilangan energi dapat dilihat pada daerah hulu dan hilir dimana semakin tinggi debit maka kehilangan energi semakin rendah. Kemudian pada saat setelah bangunan pelimpah semakin tinggi debit maka kehilangan energi juga semakin rendah.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Adapun kesimpulan pada penelitian pengaruh bangunan pelimpah tipe ogee vertikal terhadap perubahan karakteristik dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 1) Perubahan karakteristik aliran akibat bangunan pelimpah tipe ogee vertikal yaitu, pada hulu dan hilir mengalami aliran subkritis, pada saat diatas bangunan mengalami aliran kritis dan pada saat melewati bangunan mengalami aliran superkritis.
- 2) Energi spesifik yang terjadi akibat bangunan pelimpah tipee ogee yaitu Semakin tinggi muka air pada bangunan pelimpah maka energi spesifik yang dihasilkan semakin rendah.

#### **B. Saran**

Disadari bahwa penelitian ini jauh dari kesempurnaan, sehingga penelitian ini masih perlu dikaji untuk beberapa kondisi sebagai berikut:

- 1) Pengukuran kecepatan aliran dan tinggi muka air agar dilakukan dengan teliti lagi agar mendapatkan hasil yang lebih akurat.
- 2) Untuk penyempurnaan dan pengembangan penelitian ini, penelitian selanjutnya disarankan untuk memvariasikan bentuk pelimpah dan memakai

kolam olakan dan menggunakan saluran yang lebih lebar lagi dibandingkan saluran pada penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Linda prasetyorini,dwi priyantoro. 2015 *Penggunaan Stilling Basin Tipe Bremen Modifikasi Pelimpah Bendung Tugu di Kabupaten Trenggalek*. Jurnal Teknik pengairan. Vol. 6, Nomor 1, Mei 2015, hlm 116-124
- Risman,Warsiti,Mawardi,Martono,Lilik Satriyadi. *Kajian Perilaku Aliran Melalui Alat Ukur Debit mercu Bulat Terhadap Tinggi Muka Air*. Jurnal Teknik Sipil Politeknik, Semarang.
- Dany Elisa Victory,Siswanto,Trimaijon.2016 *Kajian Lebar Bangunan Pelimpah Tipe Lengkung Terhadap Elevasi Muka Banjir*. Jurnal Teknik Sipil. Volume. 3, No. 2, Oktober 2016
- Warid Muttafaq,Mohammad Taufiq,Very Dermawan. Jurnal Teknik Pengairan Universitas Brawijaya. Malang (<http://Google>, diakses 13 Maret 2018)
- Abdillah Salam Nur,Rosmawati. 2014 *Analisis Energi Spesifik Akibat Perubahan Dasar Saluran Pada Saluran Terbuka*, skripsi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Makassar.
- Karnisa Iin,. 2010, *Hidrolika Terapan (Bagian 2 Aliran Dalam Saluran Terbuka)*. Bandung :KBK Teknik Sumber Daya Air Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bandung.
- Suprijanto, H., Masrevaniah, A., Prasetyo, H., Sisingsih, D., & Priatno A. (2013). *Tinjauan ekohidrolika Pada Uji Model Fisik Bangunan Pelimpah Waduk Pidekso Kabupaten Wonogiri*, 4, 30-38.
- Mawardi M & Mardiana, 2010. *Desain Hidrolika Bendung Tetap* (Edisi Revisi). Bag CV Angkas
- Rhidho Ernandi,. 2012 Aliran Fluida. 17 Mei 2012. Online dari <http://Ridho-Ernandi/aliran-fluida.htm> Diakses pada tanggal 11 Maret 2018, p.3:25.
- Rangga Rajul 981 *Aliran Melalui Saluran Terbuka*.Erlangga,Jakarta.
- Triatnabag 2017 *Hidrolika II*,Beta Office Yogyakarta.
- Robert j. Kodoatie,*hidrolika Terapan*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Lucio Canonica,2013,*Memahami Hidrolika*,Penerbit Angkasa,Bandung.
- Triatnabag 2016, *Hidrolika I*, Beta Office Yogyakarta.