

**SKRIPSI**

**PENGARUH KEMIRINGAN SALURAN TERHADAP KECEPATAN ALIRAN**

**PADA MODEL AMBANG LEBAR**



**Disusun dan diajukan oleh :**

**IKHWAN HASNAM**

**105 81 2187 14**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

**2019**



**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 KEMIRINGAN SALURAN TERHADAP KECEPATAN ALIRAN PADA MODEL AMBANG LEBAR**

Nama : **IKHWAN HASNAM**


Stambuk : **105 81 2187 14**

Makassar, 25 JUNI 2019

Telah Diperiksa dan Disetujui  
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

Pembimbing II

  
**Dr. Ir. Hj Nurnawaty, ST., MT.**

  
**Dr. Hj. Arsyuni Ali Mustari, ST., MT**

Mengetahui,

Ketua Program studi Teknik Pengairan

Jurusan Teknik Sipil



  
**Andi Makbul Svamsuri, ST., MT.**

NBM : 1183 084



# 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

### PENGESAHAN

Skripsi atas nama Ikhwan Hasnam dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 2187 14, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0001/SK-Y/22201/091004/2019, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu tanggal 25 Juni 2019

Panitia Ujian : Makassar, 21 SYAWAL 1440 H  
25 JUNI 2019 M

#### 1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Prof. Dr. H. Abdul Rahman Rahim, SE., MM.

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Dr. Ir. H. Muhammad Arsyad Thaha, MT.

#### 2. Penguji

a. Ketua : Dr.Ir.H.Darwis Penguriseng, M. Si.

b. Sekretaris : Ir.Andi Makbul Syamsuri, ST.,MT

3. Anggota : 1. Dr.Ir.Hj.Fenty Daud S,MT

2. Ir. Hamzah AL Imran, ST.,MT

3. Ir.Amrullah Mansida,ST.,MT

Mengetahui :

Pembimbing I

Pembimbing II

  
Dr. Ir. Hj Nurnawaty, ST.,MT

  
Dr.Hj.Arsyuni Ali Mustari,ST.,MT

Dekan

  
Ir. Hamzah Al Imran, ST., MT.  
NBM : 855.500

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah Nya, sehingga penulis dapat menyusun Tugas akhir ini dan dapat kami selesaikan dengan baik.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu prasyarat yang harus dipenuhi dalam rangka menyelesaikan program studi pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun judul tugas akhir kami adalah : **Pengaruh Kemiringan Saluran Terhadap Kecepatan Aliran Pada Model Ambang Lebar.**

Tugas akhir ini 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 setinggi tingginya kepada :

1. Ayahanda dan Ibunda tercinta yang senantiasa memberikan limpahan kasih sayang, doa, serta pengorbanan kepada penulis.
2. Bapak **Prof.Dr.H.ABD.Rahman Rahim,SE.,MM.** sebagai Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Bapak **Ir.Hamzah Al Imran,ST.,MT.** sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

4. Bapak **Andi Makbul Syamsuri,ST.,MT.** Sebagai Ketua Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
5. Ibu **Dr.Ir.Hj.Nurnawaty,MT.** selaku pembimbing I dan Ibu **Dr. Hj.Arsyuni Ali Mustari,ST.,MT.** selaku pembimbing II, yang telah meluangkan banyak waktu, memberikan bimbingan dan pengarahan sehingga terwujudnya tugas akhir ini.

Sebagai manusia biasa, penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu penulis akan sangat menghargai saran dan kritik sehingga laporan tugas akhir ini dapat menjadi lebih baik dan menambah pengetahuan kami dalam upaya penyempurnaan laporan selanjutnya. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat berguna bagi penulis khususnya dan untuk pembaca pada umumnya.

**Wassalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh.**

Makassar, Juni 2019

Penulis

## **PENGARUH KEMIRINGAN SALURAN TERHADAP KECEPATAN ALIRAN PADA MODEL AMBANG LEBAR**

**Ikhwan Hasnam<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup>Program Studi Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Unismuh Makassar  
Email : [ikhwanhasnam.teknik@gmail.com](mailto:ikhwanhasnam.teknik@gmail.com)**

### **Abstrak**

Pengaruh kemiringan saluran terhadap kecepatan aliran pada model ambang lebar dibimbing oleh Nurnawaty dan Arsyuni Ali Mustari. Berbagai penelitian tentang saluran terbuka telah banyak dilakukan oleh para ahli untuk mengkaji pengaruh dasar saluran terhadap pergerakan aliran, hal ini dilakukan untuk mengetahui kecepatan aliran pada saluran terbuka. Sejauh ini belum ada penelitian mengenai pengaruh kemiringan dasar saluran terhadap kecepatan aliran pada model ambang lebar. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kemiringan dasar saluran ( $I$ ) terhadap kecepatan aliran ( $v$ ) pada model ambang lebar ( $A$ ). Penelitian dilakukan dengan metode eksperimen di Laboratorium Hidraulika Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar dengan menggunakan ambang lebar buatan pada alat open channel (Flume Test). Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi kemiringan dasar saluran ( $I$ ) berbanding lurus dengan kecepatan aliran ( $v$ ) pada model ambang lebar ( $A$ ). Hal ini dikarenakan karena ada energi potensial pada saluran sehingga kecepatan aliran meningkat, akibat adanya perbedaan tinggi muka air di hulu dan hilir pada saluran. Pada ketiga titik pengamatan menunjukkan bahwa semakin besar kemiringan saluran maka jumlah bilangan froude juga mengalami peningkatan yang menyebabkan perubahan jenis aliran dari sub kritis menjadi super kritis.

Kata kunci: kemiringan, ambang lebar, kecepatan.



## Abstract

*Effect of channel slope on flow velocity on broad crested weir models guided by Nurnawaty and Arsyuni Ali Mustari. Various studies on open channels have been carried out by experts to assess the effect of the channel base on flow movements, this is done to determine the flow velocity in open channels. So far there has been no research on the effect of the channel base slope on flow velocity on the broad crested weir model. The purpose of this study was to determine the effect of the channel base slope ( $I$ ) on velocity ( $v$ ) on the broad crested weir model ( $A$ ). The research was carried out by the experimental method at the Hydraulics Laboratory of the Faculty of Engineering, University of Muhammadiyah Makassar using artificial broad crested weir the Flume Test tool. The results show that the channel slope variation ( $I$ ) is directly proportional to the velocity ( $V$ ) on the broad crested weir model ( $A$ ). This is because there is potential energy in the channel so that the flow velocity increases, due to differences in water level upstream and downstream on the channel. At the three observation points indicate that the greater the slope of the channel, the number of froude numbers also increases which causes changes in flow types from sub critical flow to super critical flow.*

Keywords: slope, broad crested weir, velocity



## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR JUDUL.....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR NOTASI SINGKATAN.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR PERSAMAAN .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan Penelitian.....	3
D. Manfaat Penelitian.....	4
E. Batasan Masalah .....	4
F. Sistematika Penulisan .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
A. Saluran Terbuka .....	6
B. Klasifikasi Aliran.....	10
1. Berdasarkan Perubahan Terhadap Waktu .....	10
2. Berdasarkan Keadaan Aliran .....	11
C. Geometri Saluran .....	14
D. Distribusi Kecepatan Aliran .....	15
E. Persamaan Kontinuitas .....	17
F. Rumus Manning .....	18



G. Debit .....	21
H. Ambang Lebar .....	23
I. Matriks Penelitian Terdahulu .....	26

### **BAB III METODE PENELITIAN**

A. Lokasi Dan Waktu Penelitian .....	30
B. Jenis Penelitian dan Sumber Data .....	30
1. Jenis Penelitian.....	30
2. Sumber Data.....	31
C. Alat Dan Bahan Penelitian .....	31
1. Saluran Terbuka ( Flume ) .....	32
2. Tandon Air.....	32
3. Pompa Air .....	32
4. Penggaris.....	32
5. Air .....	33
6. Ambang Lebar .....	33
D. Metode Penelitian.....	33
1. Tahap Percobaan.....	33
2. Prosedur Percobaan.....	35
3. Desain Model Alat Percobaan .....	36
4. Tabel Pengamatan .....	39
5. Langkah Analisis .....	40
E. Bagan Alur Penelitian.....	43

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

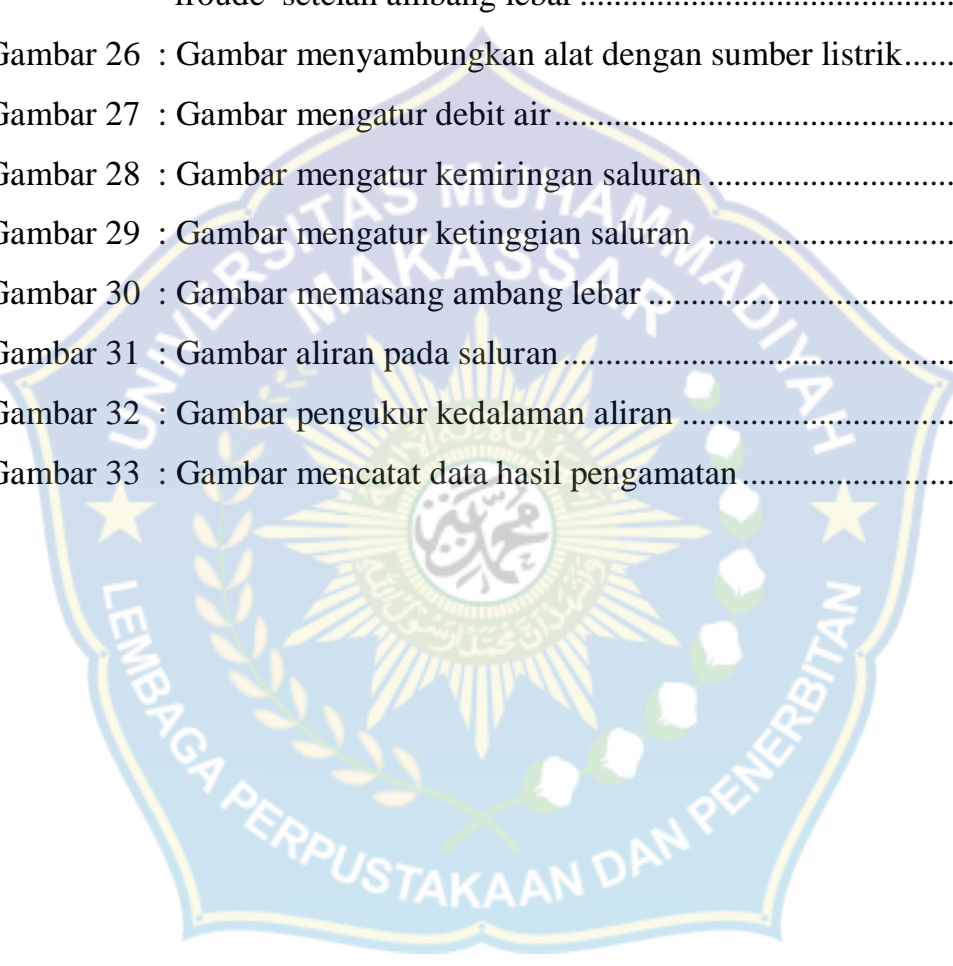
A. Hasil pengamatan	
1. Menentukan kemiringan dan debit pada alat open chanel .....	44
a. Kemiringan Saluran ( I ) .....	44
b. Debit pada saluran terbuka ( Q ) .....	45
2. Pengamatan Kecepatan Aliran Pada Saluran .....	46
a. Pengamatan kecepatan aliran tanpa ambang lebar.....	46

b. Pengamatan Kecepatan Aliran Pada Saluran Yang Menggunakan Ambang Lebar .....	50
1) Perhitungan Kecepatan Aliran Sebelum Ambang Lebar .....	51
2) Perhitungan Kecepatan Aliran Diatas Ambang Lebar .....	54
3) Perhitungan Kecepatan Aliran Setelah Ambang Lebar .....	57
3. Jenis Aliran Pada Saluran Dengan Menggunakan Ambang Lebar ....	60
a. Saluran Tanpa Menggunakan Ambang Lebar.....	60
b. Saluran Dengan Menggunakan Ambang Lebar .....	64
1) Bilangan Froude Kecepatan Aliran Yang Berada Sebelum Ambang Lebar Pada Saluran .....	64
2) Bilangan Froude Pada Kecepatan Aliran Berada Diatas Ambang Lebar Pada Saluran .....	68
3) Bilangan Froude Pada Kecepatan Aliran Yang Berada Setelah Ambang Lebar Pada Saluran .....	72
B. Pembahasan .....	77
1. Pengaruh Kemiringan Saluran Terhadap Kecepatan Aliran .....	77
2. Identifikasi Karakteristik Aliran .....	79
<b>BAB V PENUTUP</b>	
A. Kesimpulan .....	82
B. Saran .....	82
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	
<b>DOKUMENTASI</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 : Aliran permukaan bebas pada saluran terbuka .....	6
Gambar 2 : Aliran seragam dan berubah .....	11
Gambar 3 : Gelombang banjir melalui saluran terbuka.....	12
Gambar 4 : Pola penjalaran gelombang disaluran terbuka .....	14
Gambar 5 : Geometri penampang persegi dan trapesium .....	15
Gambar 6 : Distribusi kecepatan pada saluran terbuka .....	17
Gambar 7 : Peluap ambang ambang lebar .....	24
Gambar 8 : Isometri ambang lebar pada saluran .....	25
Gambar 9 : Saluran terbuka.....	31
Gambar 10 : Denah saluran.....	36
Gambar 11 : Potongan melintang saluran dengan ambang .....	36
Gambar 12 : Potongan melintang saluran tanpa ambang .....	36
Gambar 13 : Potongan memanjang saluran tanpa ambang .....	37
Gambar 14 : Potongan melintang saluran dengan ambang .....	37
Gambar 15 : Detail ambang lebar .....	37
Gambar 16 : Profil saluran .....	38
Gambar 15 : Gambar Bagan Alur penelitian.....	43
Gambar18 : Gambar grafik hubungan antara kemiringan dan kecepatan aliran dengan tanpa ambang lebar .....	48
Gambar 19 : Gambar grafik hubungan antara kemiringan dan kecepatan aliran sebelum ambang lebar .....	52
Gambar 20 : Gambar grafik hubungan antara kemiringan dan kecepatan aliran diatas ambang lebar .....	55
Gambar 21 : Gambar grafik hubungan antara kemiringan dan kecepatan aliran setelah ambang lebar .....	58
Gambar 22 : Gambar grafik hubungan antara kemiringan dengan bilangan froude tanpa ambang lebar.....	61

Gambar 23 : Gambar grafik hubungan antara kemiringan dengan bilangan froude sebelum ambang lebar .....	65
Gambar 24 : Gambar grafik hubungan antara kemiringan dengan bilangan froude diatas ambang lebar .....	69
Gambar 25 : Gambar grafik hubungan antara kemiringan dan bilangan froude setelah ambang lebar .....	73
Gambar 26 : Gambar menyambungkan alat dengan sumber listrik.....	87
Gambar 27 : Gambar mengatur debit air .....	87
Gambar 28 : Gambar mengatur kemiringan saluran .....	87
Gambar 29 : Gambar mengatur ketinggian saluran .....	88
Gambar 30 : Gambar memasang ambang lebar .....	88
Gambar 31 : Gambar aliran pada saluran.....	89
Gambar 32 : Gambar pengukur kedalaman aliran .....	89
Gambar 33 : Gambar mencatat data hasil pengamatan.....	89



## DAFTAR TABEL

Tabel 1	: Tabel nilai n yang diusulkan Manning.....	20
Tabel 2	: Tabel matriks penelitian terdahulu.....	26
Tabel 3	: Tabel pengamatan.....	39
Tabel 4	: Tabel perhitungan kemiringan alat open chanel.....	49
Tabel 5	: Tabel perhitungan debit.....	45
Tabel 6	: Tabel perhitungan kecepatan aliran tanpa menggunakan ambang lebar.....	47
Tabel 7	: Tabel hasil pengamatan menggunakan ambang lebar.....	48
Tabel 8	: Tabel perhitungan kecepatan aliran sebelum ambang.....	51
Tabel 9	: Tabel perhitungan kecepatan aliran diatas ambang.....	55
Tabel 10	: Tabel perhitungan kecepatan aliran setelah ambang.....	59
Tabel 11	: Tabel perhitungan bilangan froude tanpa ambang lebar.....	63
Tabel 12	: Tabel perhitungan bilangan froude sebelum ambang lebar.....	64
Tabel 13	: Tabel perhitungan bilangan diatas ambang lebar.....	68
Tabel 14	: Tabel perhitungan bilangan setelah ambang lebar.....	72

## DAFTAR NOTASI SINGKATAN

$Fr$  = Bilangan froude

$Q$  = Debit aliran

$V$  = Kecepatan aliran

$y$  = Kedalaman aliran

$b$  = Lebar saluran

$h$  = Tinggi aliran

$\alpha$  = Sudut peluap segitiga ( $90^\circ$ )

$Q$  = Debit aliran (m /detik)

$H$  = Tinggi peluapan (m)

$Cd$  = Koefisien debit

$g$  = Gravitasi bumi (m/detik)

$\gamma$  = Berat jenis zat cair

$A$  = Luas tampang basah

$L$  = Panjang saluran



## DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 1 : Persamaan bilangan froude .....	12
Persamaan 2 : Persamaan menghitung luas penampang .....	15
Persamaan 3 : Persamaan menghitung keliling basah.....	15
Persamaan 4 : Persamaan menghitung jari jari hidrolis .....	15
Persamaan 5 : Persamaan kontinuitas.....	17
Persamaan 6 : Persamaan Manning .....	19
Persamaan 7 : Persamaan menghitung kecepatan .....	19
Persamaan 8 : Persamaan menghitung jari jari hidrolis.....	19
Persamaan 9 : Persamaan menghitung kemiringan .....	20
Persamaan 10 : Persamaan menghitung debit aliran dengan volume .....	21
Persamaan 11 : Persamaan menghitung kecepatan .....	21
Persamaan 12 : Persamaan bernouli .....	24
Persamaan 13 : Persamaan menghitung kecepatan .....	24
Persamaan 14 : Persamaan menghitung debit .....	24
Persamaan 15 : Persamaan menghitung debit maks .....	24

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Data pengamatan kemiringan pertama .....	81
Lampiran 2 : Data pengamatan kemiringan kedua.....	82
Lampiran 3 : Data pengamatan kemiringan ketiga .....	83
Lampiran 4 : Data pengamatan kemiringan keempat .....	84
Lampiran 5 : Data pengamatan kemiringan kelima .....	85





## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang**

Saluran terbuka adalah saluran dimana air mengalir dengan muka air bebas. Pada semua titik disepanjang saluran, tekanan dipermukaan air adalah sama. Pada saluran terbuka, misalnya sungai (saluran alam), parameter saluran tidak teratur baik terhadap ruang dan waktu. Parameter tersebut adalah tampang lintang saluran, kekasaran, kemiringan dasar, belokan, pembendungan, debit aliran dan sebagainya (Harseno dan Jonas, 2007).

Debit pada suatu saluran adalah jumlah zat cair yang mengalir melalui tampang lintang aliran tiap satu satuan waktu dan diberi notasi  $Q$ . Debit aliran biasanya diukur dalam volume zat cair tiap satuan waktu, sehingga satuannya adalah meter kubik perdetik atau satuan yang lain (liter/detik, liter/menit, dsb) (Bambang Triatmodjo, 2017).

Kecepatan aliran yang mengalir melalui saluran terbuka dapat mengalami hambatan yang dipengaruhi oleh kekasaran, kemiringan dan ukuran saluran yang dibuat (Kimi, 2015).

Bangunan ukur debit yang biasa digunakan pada umumnya adalah berupa bangunan pelimpah dengan ambang lebar atau ambang tajam (Sudjarwadi, 1987:56).

Bangunan ukur ambang lebar ini bertujuan untuk meninggikan muka air di sungai atau pada saluran irigasi sehingga dapat mengairi areal persawahan yang luas, selain itu dapat digunakan untuk mengukur debit air yang mengalir pada saluran terbuka ( Nurkhaerani, 2015 ).

Berbagai penelitian tentang saluran terbuka telah banyak dilakukan oleh para ahli untuk mengkaji pengaruh dasar saluran terhadap pergerakan aliran, hal ini dilakukan untuk mengetahui distribusi kecepatan aliran pada saluran terbuka. Selain itu, penelitian-penelitian sebelumnya telah meninjau berbagai topik yang berkaitan dengan saluran terbuka. Prinsip aturan dasar yang menyangkut kondisi dasar saluran telah diteliti. Adapun penelitian yang pernah dilakukan diantaranya Studi Resistensi Aliran Dengan Variasi Dasar Saluran Lurus yang mana pada penelitian tersebut untuk menganalisa seberapa besar pengaruh adanya kekasaran/hambatan terhadap karakteristik aliran di suatu saluran terbuka, yang kemudian menghasilkan sebuah hasil bahwa hubungan debit dengan koefisien kekasaran Manning ( $n$ ) semakin besar debit airnya maka koefisien Manning semakin kecil ( Lembang Jeny, 2014).

Melihat dari penelitian tersebut bahwa hambatan pada dasar saluran akan mempengaruhi pergerakan aliran sementara dinyatakan bahwa pergerakan pada aliran bukan hanya dipengaruhi oleh hambatan pada dasar saluran tapi juga kemiringan saluran. Maka dari itu kami memilih untuk

membahas judul “**Pengaruh Kemiringan Saluran Terhadap Kecepatan Aliran Pada Model Ambang Lebar**”.

### **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas maka rumusan masalah dari penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana pengaruh kemiringan saluran terhadap kecepatan aliran pada model ambang lebar?
2. Bagaimana karakteristik aliran akibat perubahan kemiringan saluran pada model ambang lebar?

### **C. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan pada rumusan masalah diatas maka tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Untuk mengetahui pengaruh kemiringan saluran terhadap kecepatan aliran pada model ambang lebar.
2. Untuk mengetahui karakteristik aliran akibat perubahan kemiringan saluran pada model ambang lebar.

### **D. Manfaat penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah :

- 1) Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjelaskan mengenai pengaruh kemiringan saluran terhadap kecepatan aliran.

- 2) Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjelaskan karakteristik aliran pada saluran dengan model ambang lebar.
- 3) Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai salah satu sumber informasi untuk pengembangan penelitian lebih lanjut.

#### **E. Batasan masalah**

Dalam memberikan penjelasan dari permasalahan guna memudahkan dalam menganalisa maka terdapat batasan masalah dalam Penulisan tugas akhir mengenai pengaruh kemiringan saluran terhadap kecepatan aliran pada model ambang lebar. Adapun batasan masalahnya sebagai berikut :

- 1) Alat yang digunakan saluran terbuka ( open chanel )
- 2) 1 jenis model ambang lebar.
- 3) Uji eksperimental di Laboratorium Hidrolika
- 4) 3 jenis variasi debit
- 5) 5 jenis variasi kemiringan

#### **F. Sistematika Penulisan**

Guna memperjelas dan mempermudah bagi pembaca dalam memahami atau mengkaji kandungan tulisan ini, perlu disusun sistematika penulisan. Adapun sistematika penulisan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

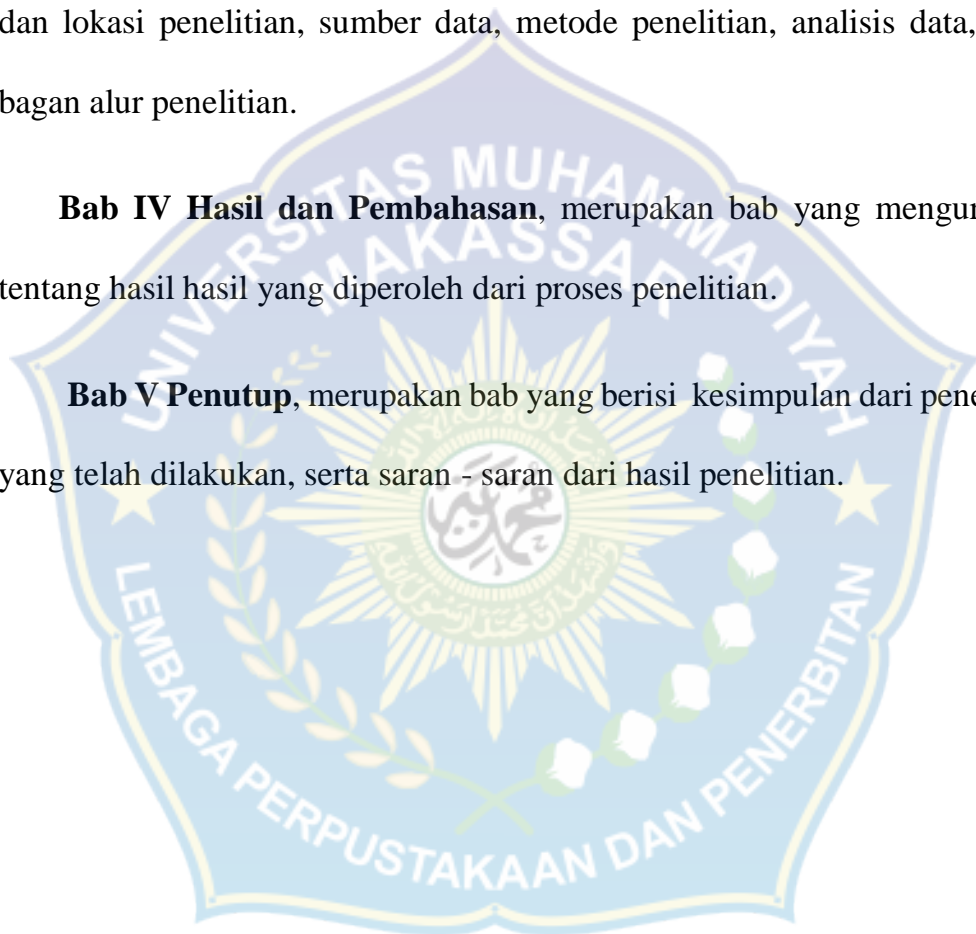
**Bab I Pendahuluan**, merupakan bab yang berisikan penjelasan umum tentang materi pembahasan yakni latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

**Bab II Tinjauan Pustaka**, merupakan bab yang berisikan kajian literatur - literatur yang berhubungan dengan masalah yang dikaji dalam penelitian ini.

**Bab III Metode Penelitian**, merupakan bab yang menjelaskan waktu dan lokasi penelitian, sumber data, metode penelitian, analisis data, serta bagan alur penelitian.

**Bab IV Hasil dan Pembahasan**, merupakan bab yang menguraikan tentang hasil hasil yang diperoleh dari proses penelitian.

**Bab V Penutup**, merupakan bab yang berisi kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan, serta saran - saran dari hasil penelitian.



## BAB II

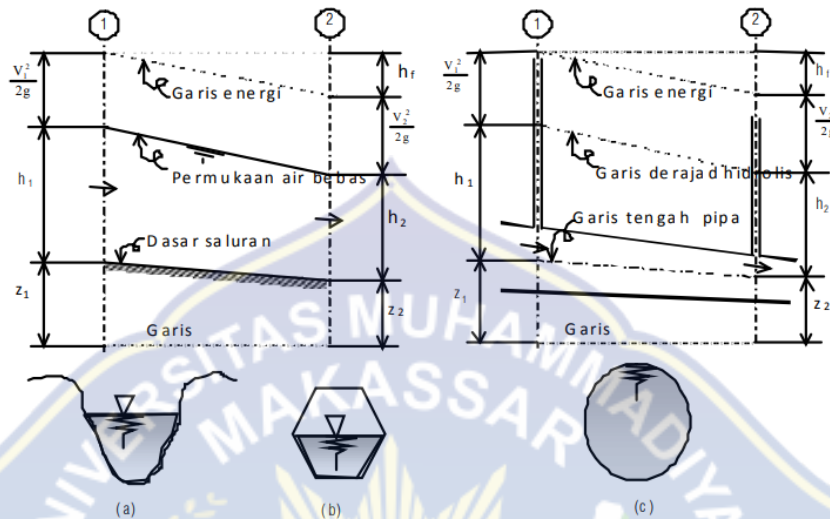
### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Saluran Terbuka

Saluran terbuka adalah saluran dimana air mengalir dengan muka air bebas. Permukaan yang bebas itu merupakan pertemuan dua fluida dengan kerapatan  $\rho$  (density) yang berbeda yaitu udara dan air dimana kerapatan udara jauh lebih kecil dari pada kerapatan air. Gerakan air pada saluran terbuka berdasarkan efek dari gravitasi bumi dan distribusi tekanan di dalam air umumnya bersifat hidrostatis French (1987) dalam Tansil.P.Agitya (2017 : 17).

Analisis aliran melalui saluran terbuka adalah lebih sulit dari pada aliran melalui pipa (saluran tertutup). Dalam saluran tertutup kemungkinan dapat terjadi aliran bebas maupun aliran tertekan pada saat yang berbeda, misalnya gorong-gorong untuk drainase, pada saat normal alirannya bebas, sedang pada saat banjir karena hujan tiba-tiba air akan memenuhi gorong - gorong sehingga alirannya tertekan. Dapat juga terjadi pada ujung saluran tertutup yang satu terjadi aliran bebas, sementara ujung

yang lain alirannya tertekan. Kondisi ini dapat terjadi jika ujung hilir saluran terendam (submerged) (Irmanto, 2016).



Gambar 1. Gambar aliran permukaan bebas pada saluran terbuka (a), aliran permukaan bebas pada saluran tertutup (b), aliran tertekan pada saluran pipa(c) (Irmanto, 2016).

Pada gambar 1 di atas, menjelaskan tekanan yang ditimbulkan oleh air pada setiap penampang saluran setinggi  $y$  di atas dasar saluran. Jumlah energi dalam aliran berdasarkan suatu garis persamaan adalah jumlah tinggi tempat  $z$  diukur dari dasar saluran, tinggi tekanan  $y$  dan kecepatan  $V^2/2g$ , dengan  $V$  adalah kecepatan rata - rata aliran. Energi ini dinyatakan dalam gambar dengan suatu garis derajat energi (*energy grade line*) atau disingkat garis energi (*energy line*). Energi yang hilang ketika pengaliran terjadi dari penampang (1) ke penampang (2) dinyatakan dengan  $h_f$  (Irmanto, 2016 : 7).

V.T Chow ( 1992) mengemukakan bahwa saluran terbuka merupakan saluran yang mengalirkan air dengan suatu permukaan bebas. Berdasarkan asal saluran dapat digolongkan menjadi saluran alamiah (*natural*) yang meliputi semua alur air yang terdapat secara alamiah dipermukaan bumi dan saluran buatan (*artificial*) yang meliputi semua alur air hasil buatan manusia seperti drainase, gorong-gorong, terusan dan lain – lain.

Saluran terbuka adalah saluran dimana air mengalir dengan permukaan bebas. Pada saluran terbuka, saluran alamiah (sungai), variabel aliran sangat tidak teratur terhadap ruang dan waktu. Variabel tersebut adalah tampang lintang saluran, kekasaran, kemiringan dasar, belokan, debit, dan lain sebagainya. Zat cair yang mengalir pada saluran terbuka mempunyai bidang kontak hanya pada dinding dan dasar saluran. Saluran terbuka dapat berupa saluran alamiah atau buatan galian tanah dengan atau tanpa lapisan penahan. Pada saluran terbuka biasanya terbuat dari material pipa, beton, batu, bata, atau material lainnya, dengan bentuk saluran yang bermacam – macam, adapun bentuk saluran tersebut antara lain berbentuk persegi, bentuk segitiga, bentuk trapesium, lingkaran, tapal kuda, atau tidak beraturan ( Bambang Triatmodjo, 2017).

Kwanza dalam Irmanto ( 2016 : 9 ) melakukan investigasi pada efek dari lebar saluran, kemiringan saluran dan debit lateral pada saluran persegi panjang dan trapesium. Mereka mencatat bahwa kenaikan debit sebagai



parameter yang ditentukan adalah bervariasi dan saluran trapesium memiliki sifat *hidrolik* yang lebih efisien dibandingkan dengan saluran yang berbentuk persegi panjang.

Pada saluran terbuka misalnya sungai (saluran alam), variabel aliran sangat tidak teratur baik terhadap ruang maupun waktu. Variabel tersebut adalah tampang lintang, kekasaran, kemiringan dasar, belokan, debit aliran dan sebagainya. Ketidakteraturan tersebut mengakibatkan analisis aliran sangat sulit untuk diselesaikan secara analitis. Oleh karena itu analisis aliran melalui saluran terbuka adalah lebih *empiris* dibanding dengan aliran melalui pipa. Sampai saat ini metode *empiris* masih yang terbaik untuk menyelesaikan masalah tersebut. Untuk saluran buatan seperti saluran irigasi, drainase, saluran pembawa pada pembangkit listrik tenaga air atau untuk keperluan industri, karakteristik aliran disepanjang saluran adalah seragam. Analisis aliran jauh lebih sederhana dari pada aliran melalui saluran alam. Teori aliran yang ada dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dengan teliti (Mulyandari, 2010).

## **B. Klasifikasi Aliran**

Aliran permukaan bebas dapat diklasifikasikan menjadi berbagai tipe tergantung kriteria yang digunakan. Berdasarkan perubahan kedalaman dan/atau kecepatan mengikuti fungsi waktu, aliran dibedakan menjadi aliran permanen (*steady*) dan tidak permanen (*unsteady*), sedangkan berdasarkan

fungsi ruang, aliran dibedakan menjadi aliran seragam (*uniform*) dan tidak seragam (*non-uniform*) ( Mulyandari, 2010 ).

Dengan kriteria sebagai berikut :

#### 1. Berdasarkan Perubahan Terhadap Waktu

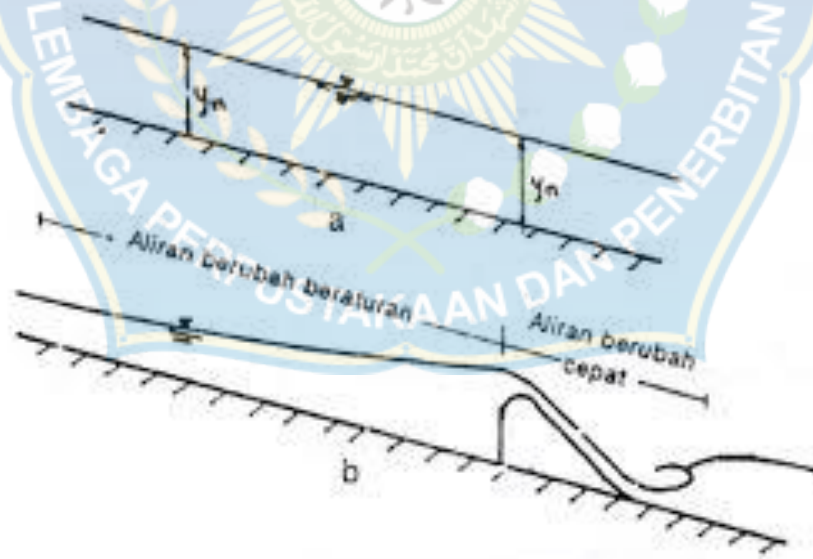
Jika kecepatan aliran pada suatu titik tidak berubah terhadap waktu, maka alirannya disebut aliran permanen atau tunak ( *steady flow* ), jika kecepatan pada suatu lokasi tertentu berubah terhadap waktu maka alirannya disebut aliran tidak permanen atau tidak tunak (*unsteady flow*) ( Bambang Triatmodjo, 2017).

Dalam hal-hal tertentu dimungkinkan mentransformasikan aliran tidak permanen menjadi aliran permanen dengan mengacu pada koordinat referensi yang bergerak. Penyederhanaan ini menawarkan beberapa keuntungan, seperti kemudahan visualisasi, kemudahan penulisan persamaan yang terkait, dan sebagainya. Penyederhanaan ini hanya mungkin jika bentuk gelombang tidak berubah dalam perambatannya ( Tansil.P.Agitya, 2017 ).

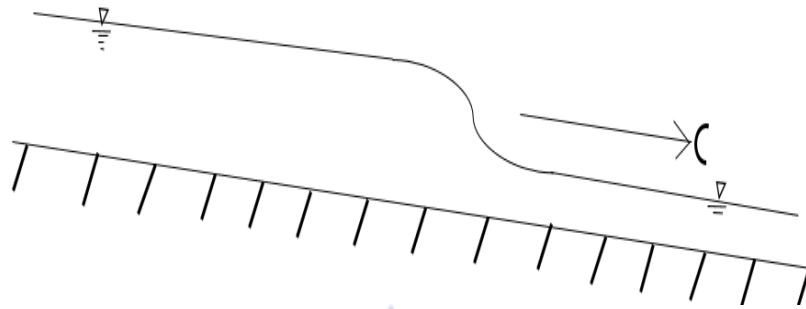
#### 2. Berdasarkan Keadaan Aliran

Aliran melalui saluran terbuka disebut seragam (*uniform*) apabila berbagai variabel aliran seperti kedalaman, tampang basah, kecepatan disepanjang saluran tidak konstan ( Bambang Triatmodjo, 2017 ).

Pada aliran seragam, garis energi, garis muka air dan dasar saluran adalah sejajar sehingga kemiringan dari ketiga garis tersebut adalah sama. Kedalaman air pada aliran seragam disebut dengan kedalaman normal atau  $Y_n$ . Untuk debit aliran dan luas tampang lintang saluran tertentu, kedalaman normal adalah konstan di seluruh panjang saluran. Aliran disebut tidak seragam atau berubah (*non uniform flow atau varied flow*) apabila variabel aliran seperti kedalaman, tampang basah, kecepatan disepanjang saluran tidak konstan. Apabila perubahan aliran terjadi pada jarak yang pendek maka aliran disebut aliran berubah cepat, sedang apabila terjadi pada jarak yang panjang disebut aliran berubah beraturan. Gambar 2 menunjukkan kedua tipe aliran (Bambang Triatmodjo, 2017).



Gambar 2. Aliran seragam ( a ) dan berubah (b) (Bambang Triatmodjo, 2017 ).



Gambar 3. Gelombang banjir melalui saluran terbuka ( Bambang Triatmodjo, 2017 ).

Bambang Triatmodjo ( 2017 ) mengemukakan bahwa aliran disebut mantap apabila variabel aliran disuatu titik seperti kedalaman dan kecepatan tidak berubah terhadap waktu dan apabila berubah terhadap waktu disebut aliran tidak mantap. Gambar 3 adalah gelombang banjir melalui saluran terbuka yang merupakan contoh aliran tidak mantap. Selain itu aliran melalui saluran terbuka juga dapat dibedakan menjadi aliran sub kritis ( mengalir ) dan super kritis ( meluncur ). Diantara kedua tipe tersebut aliran adalah kritis. Aliran disebut sub kritis apabila suatu gangguan ( misalnya batu dilemparkan kedalam aliran sehingga menimbulkan gelombang ) yang terjadi disuatu titik pada aliran dapat menjalar kearah hulu aliran sub kritis dipengaruhi oleh kondisi hilir, dengan kata lain keadaan hilir akan mempengaruhi aliran disebelah hulu. Apabila kecepatan aliran cukup besar sehingga gangguan terjadi tidak menjalar ke hulu maka aliran adalah super kritis. Dalam kondisi di hulu akan mempengaruhi aliran disebelah hilir. Penentuan tipe aliran dapat didasarkan pada nilai angka Froude  $Fr$ , yang

mempunyai bentuk  $Fr = V/\sqrt{g \cdot y}$ , dengan  $V$  dan  $y$  adalah kecepatan dan kedalaman aliran. Aliran ini adalah sub kritis apabila  $Fr < 1$ , kritis apabila  $Fr = 1$ , dan super kritis apabila  $Fr > 1$ .

Gambar 4 menunjukkan 4 perbandingan antara kecepatan aliran dan kecepatan rambat gelombang karena adanya gangguan. Pada gambar 4.a gangguan pada air ( diam = 0 ) akan menimbulkan gelombang yang merambat kesegalah arah. Dalam gambar 4.b dimana aliran adalah sub kritis gelombang masih bisa menjalar kearah hulu. Pada kondisi ini angka Froude  $Fr < 1$  atau  $V < \sqrt{g \cdot y}$  dengan  $\sqrt{g \cdot y}$  adalah kecepatan rambat gelombang sedang  $y$  adalah kedalaman aliran. Gambar 4.c adalah aliran kritis dimana kecepatan aliran sama dengan kecepatan rambat gelombang. Dalam keadaan ini  $Fr = 1$  atau  $V = \sqrt{g \cdot y}$ . Sedang gambar 4.d adalah aliran super kritik dimana gelombang tidak bisa merambat ke hulu karena kecepatan aliran lebih besar dari kecepatan rambat gelombang (  $Fr > 1$  atau  $V > \sqrt{g \cdot y}$  ). Parameter yang menentukan ketiga jenis aliran tersebut adalah nisbah antara gaya gravitasi dan gaya inersia, yang dinyatakan dengan bilangan Froude ( $Fr$ ). Untuk saluran berbentuk persegi, bilangan Froude didefinisikan sebagai berikut ( Bambang Triatmodjo, 2017) :

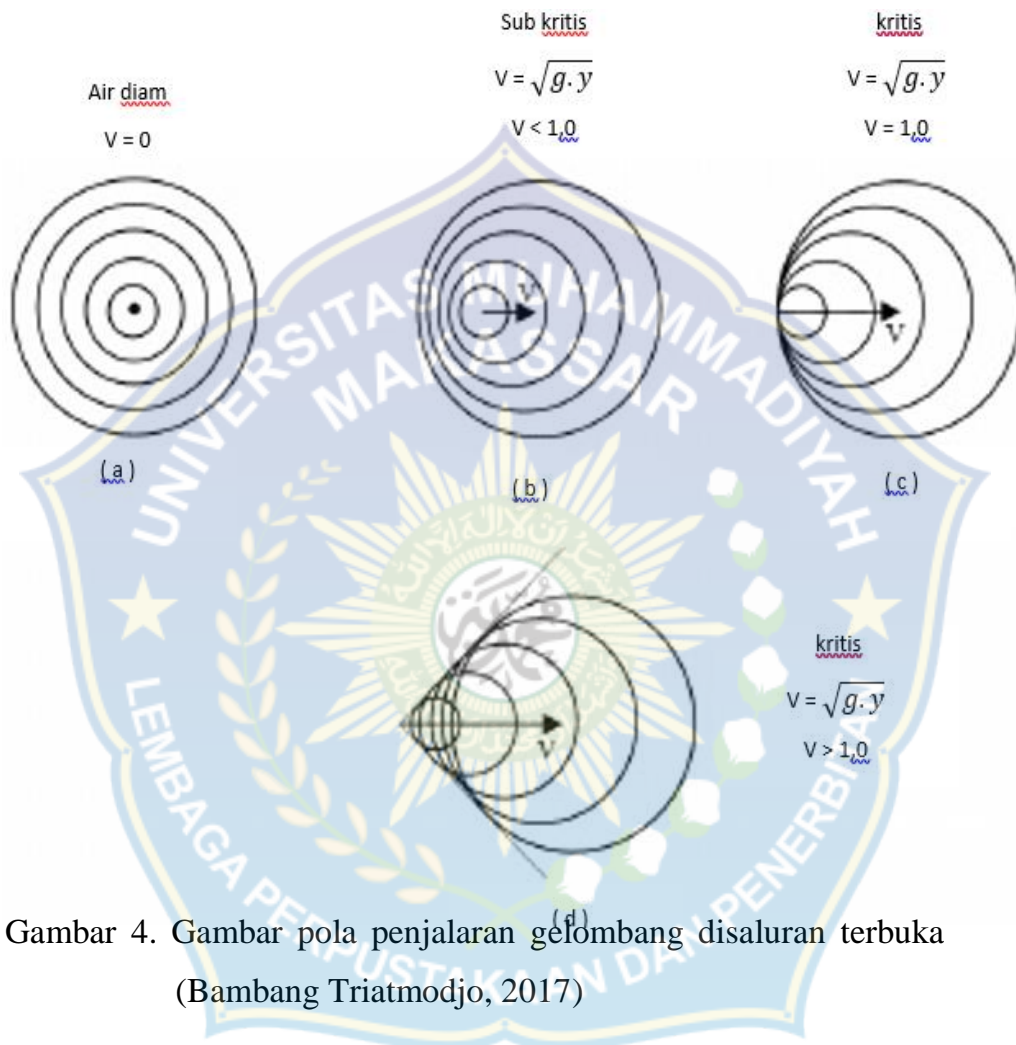
$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot y}} \dots\dots\dots (1)$$

Dengan :

$V = \text{kecepatan aliran (m}^3/\text{detik)}$

$y = \text{kedalaman aliran (m)}$

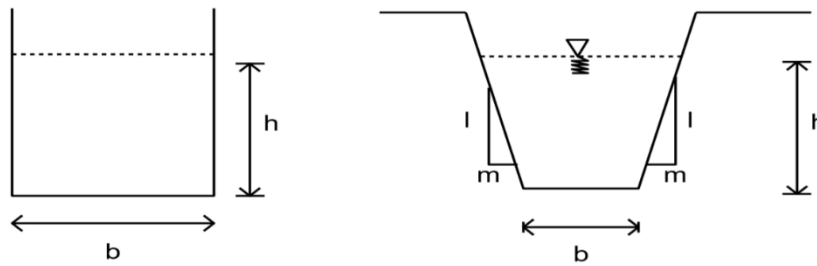
$g = \text{percepatan gravitasi (m/dtk}^2\text{)}$



Gambar 4. Gambar pola penjalaran gelombang disaluran terbuka  
(Bambang Triatmodjo, 2017)

### C. Geometri Saluran

Harseno dan Jonas (2007) mengemukakan bahwa geometri (penampang) saluran, (*channel section*) adalah tegak lurus terhadap arah aliran sedangkan penampang vertikal saluran (*vertical channel section*) adalah suatu penampang melalui titik terbawah atau terendah dari penampang saluran.



Gambar 5. Gambar geometri penampang persegi dan trapezium ( Harseno dan Jonas, 2007 ).

Luas (A) =  $b \times h$  ..... ( 2 )

Keliling basah P =  $b + 2h$ ..... ( 3 )

Jari jari hidraulik  $R = \frac{bh}{b+2h}$  ..... ( 4 )

Dengan:

b = lebar dasar saluran

h = tinggi kedalaman air

**D. Distribusi Kecepatan Aliran**

Saluran terbuka dipengaruhi oleh tekanan atmosfer dipermukaan air yang tersebar merata pada semua titik di sepanjang saluran. Dalam aliran melalui saluran terbuka, distribusi kecepatan tergantung pada banyak faktor seperti bentuk saluran, kekasaran dinding dan juga debit aliran. Distribusi kecepatan tidak merata di setiap titik pada tampang lintang. Distribusi kecepatan pada tampang lintang saluran dengan berbagai bentuk saluran, yang digambarkan dengan garis kontur kecepatan. Terlihat bahwa kecepatan minimum terjadi di dekat dinding batas (dasar tebing ) dan bertambah besar

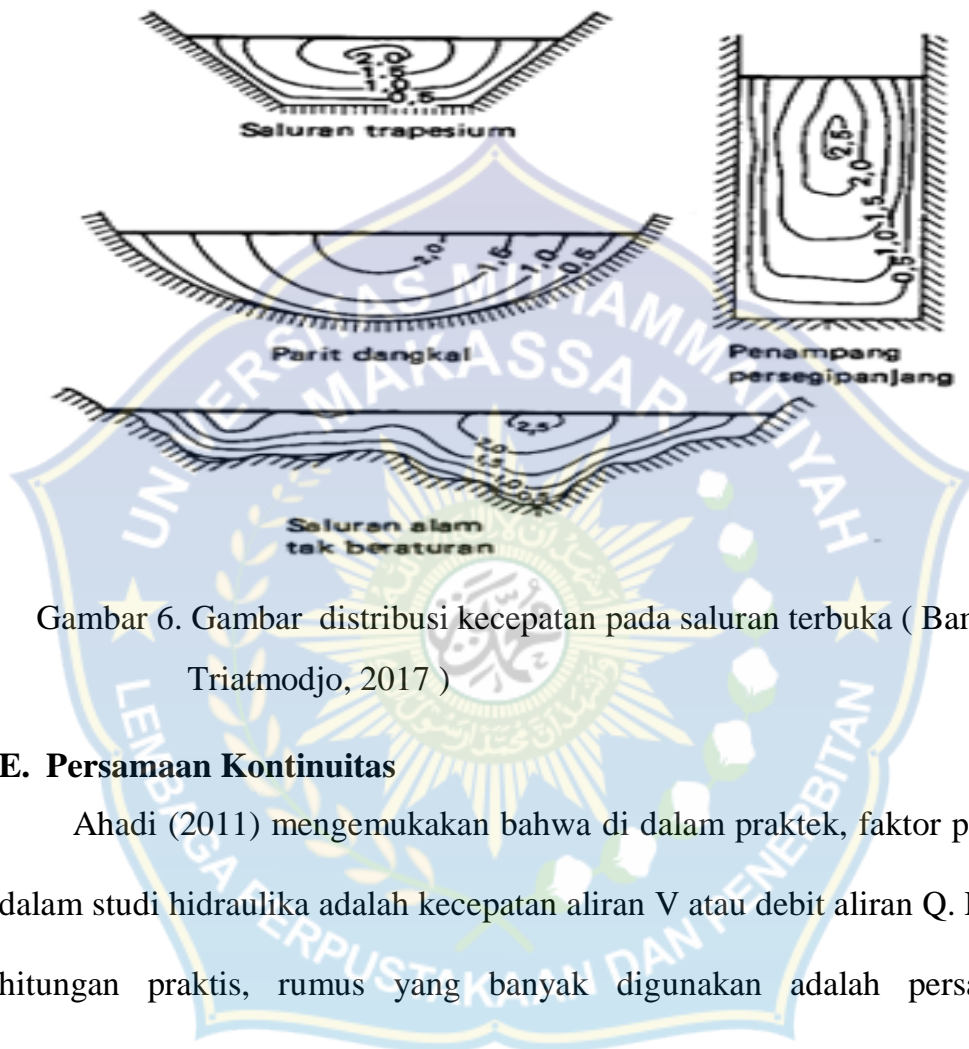
dengan jarak menuju kepermukaan. Garis kontur kecepatan maksimum terjadi disekitar tengah lebar saluran dan sedikit dibawah permukaan. Hal ini terjadi karena adanya gesekan antara zat cair dan tebing saluran dan juga karena adanya gesekan dengan udara pada permukaan. Untuk saluran yang sangat lebar, distribusi kecepatan disekitar bagian tengah tengah saluran adalah sama ( Bambang Triatmodjo, 2017 ).

Hal ini disebabkan karena sisi sisi saluran tidak berpengaruh pada daerah tersebut, sehingga saluran dibagian itu dianggap 2 dimensi (vertikal). Keadaan ini akan terjadi apabila lebar saluran lebih besar dari 5-10 kali kedalaman aliran yang tergantung pada kekasaran dinding. Dalam praktek, saluran dapat dianggap sangat lebar (lebar tak terhingga) apabila lebar saluran lebih dari 10 kali kedalaman. Distribusi kecepatan pada penampang saluran juga tergantung pada faktor bentuk penampang yang tak lazim, kekasaran saluran dan adanya tekukan – tekukan. Pada arus yang lebar, deras dan dangkal atau saluran yang sangat licin kecepatan maksimum, sering terjadi di permukaan bebas, kekasaran saluran dapat menyebabkan pertambahan kelengkungan kurva distribusi kecepatan vertikal ( Bambang Triatmodjo, 2019 ).

Distribusi kecepatan vertikal dapat ditentukan dengan melakukan pengukuran pada berbagai kedalaman. Biasanya pengukuran kecepatan dilapangan dilakukan dengan menggunakan current meter. Alat ini berupa



baling baling yang akan berputar karena adanya aliran, yang kemudian akan memberikan hubungan antara kecepatan sudut baling baling dengan kecepatan aliran ( Bambang Triatmodjo, 2017 ).



Gambar 6. Gambar distribusi kecepatan pada saluran terbuka ( Bambang Triatmodjo, 2017 )

### E. Persamaan Kontinuitas

Ahadi (2011) mengemukakan bahwa di dalam praktek, faktor penting dalam studi hidraulika adalah kecepatan aliran  $V$  atau debit aliran  $Q$ . Dalam hitungan praktis, rumus yang banyak digunakan adalah persamaan kontinuitas:

$$Q = A.V \dots \dots \dots (5)$$

Dengan :

$A$  = Tampang aliran.

$V$  = Kecepatan aliran

Apabila kecepatan dan tampang aliran diketahui, maka debit aliran dapat dihitung. Demikian pula jika kecepatan dan debit aliran diketahui

maka dapat dihitung luas tampang aliran yang diperlukan untuk melewati debit tersebut. Dengan kata lain dimensi pipa atau saluran dapat ditetapkan. Biasanya debit aliran ditentukan oleh kebutuhan air yang diperlukan oleh suatu proyek (kebutuhan air minum suatu kota, untuk irigasi, debit pebangkitan tenaga listrik, dan sebagainya) atau debit yang terjadi pada proyek tersebut (debit aliran melalui sungai). Dengan demikian besarnya debit aliran adalah sudah tertentu. Berarti untuk bisa menghitung tampang aliran  $A$ , terlebih dahulu harus dihitung kecepatan  $V$ . Rumus kecepatan ini diperoleh secara Matematis - Empiris yaitu berdasarkan percobaan percobaan yang dilakukan CHEZY, MANNING dan STRICKLER ( Ahadi, 2011 ).

#### **F. Rumus Manning**

Dalam perhitungan debit untuk saluran alamiah ataupun buatan, penentuan koefisien kekasaran atau koefisien hambatan sering menggunakan nilai pendekatan berdasarkan jenis material permukaan saluran. Kekasaran permukaan di tandai dengan ukuran dan bentuk butiran bahan yang membentuk luas basah dan menimbulkan efek perlawanan terhadap aliran. Pada sungai *aluvial* dimana butiran halus seperti pasir, lempung, lanau, efek hambatan jauh lebih kecil dari pada bahan yang kasar seperti kerikil dan bebatuan. Bila bahannya halus, nilai  $n$  lebih rendah, dan bila bahannya kerikil dan bebatuan, nilai  $n$  biasanya tinggi. Batuan lebih besar biasanya terkumpul

di dasar sungai, mengakibatkan dasar saluran lebih kasar (Lembang Jeny, 2014 ).

Seorang ahli dari Islandia, Robert Manning mengusulkan rumus berikut ini ( Bambang Triatmodjo, 2017 ) .

$$C = \frac{1}{n} R^{\frac{3}{2}} \dots\dots\dots(6)$$

Rumus Manning yang banyak digunakan pada pengaliran di saluran terbuka.

Rumus tersebut mempunyai bentuk ( Bambang Triatmodjo, 2017 ) :

$$V = 1/n R^{2/3} I^{1/2} \dots\dots\dots ( 7 )$$

n adalah koefisien Manning, R adalah jari-jari Hidraulik, yaitu perbandingan antara luas tampang aliran A dan keliling basah P, dan I adalah kemiringan dasar saluran ( Bambang Triatmodjo, 2017).

$$R = \frac{A}{P} \dots\dots\dots ( 8 )$$

Dengan : Luas tampang aliran :  $A = Bh$

Keliling basah :  $P = B + 2h$

Jari-jari hidraulis :  $R = A/P$

Dimana h adalah kedalaman aliran

Adapun rumus untuk kemiringan dasar saluran sebagai berikut (BSN.2012):

$$I = \frac{\Delta H}{L} = \frac{h_1 - h_2}{L} \dots\dots\dots (9)$$

Dengan :

L = panjang saluran

h<sub>1</sub> = ketinggian saluran di hulu

h<sub>2</sub> = ketinggian saluran di hilir

Adapun harga koefisien manning adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Tabel nilai n yang diusulkan manning

Bahan	Kefisien manning (n)
Besi tuang lapis	0,014
Kaca	0,010
Saluran beton	0,013
Bata dilapis mortar	0,015
Pasangan batu disemen	0,025
Saluran tanah bersih	0,022
Saluran tanah	0,030
Saluran dengan dasar batu dan tebing rumput	0,040
Saluran pada galian batu padas	0,040

Sumber : ( Bambang Triatmodjo, 2017 )

## G. Debit

Jumlah zat cair yang mengalir melalui tampang lintang aliran tiap satu satuan waktu disebut debit aliran dan diberi notasi Q. Debit aliran biasanya diukur dalam volume zat cair tiap satuan waktu, sehingga satuannya adalah meter kubik per detik ( Irmanto, 2016 ).

Perhitungan debit bisa dirumuskan dengan ( Veronica dkk., 2018) :

$$Q = \frac{V}{t} \dots\dots\dots ( 10 )$$

Dengan

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

V = volume ( $m^3$  )

t = waktu (detik )

Di dalam zat cair ideal, di mana tidak terjadi gesekan, kecepatan aliran (V) adalah sama di setiap titik pada tampang lintang. Untuk zat cair riil, kecepatan pada dinding batas adalah nol, dan bertambah dengan jarak dari dinding batas. Apabila tampang aliran tegak lurus pada arah aliran adalah A (luasan penampang), sehingga debit aliran adalah ( Bambang Triatmodjo, 2017).

$$Q = V.A \dots\dots\dots ( 5 )$$

Dimana :

$Q = \text{debit (m}^3/\text{detik)}$

$V = \text{kecepatan rata rata ( m/detik)}$

$A = \text{luas penampang ( m}^2/\text{detik)}$

Untuk menghitung luas penampang saluran,dapat menggunakan rumus sebagai berikut ( Irmanto, 2016 ) :

$$A = b.h \dots\dots\dots ( 2 )$$

Dimana :

$A = \text{luas penampang Saluran ( m}^2/\text{detik)}$

$b = \text{lebar Saluran (m)}$

$h = \text{tinggi Saluran (m)}$

untuk kecepatan rata rata, digunakan rumus ( Irmanto 2016 ) :

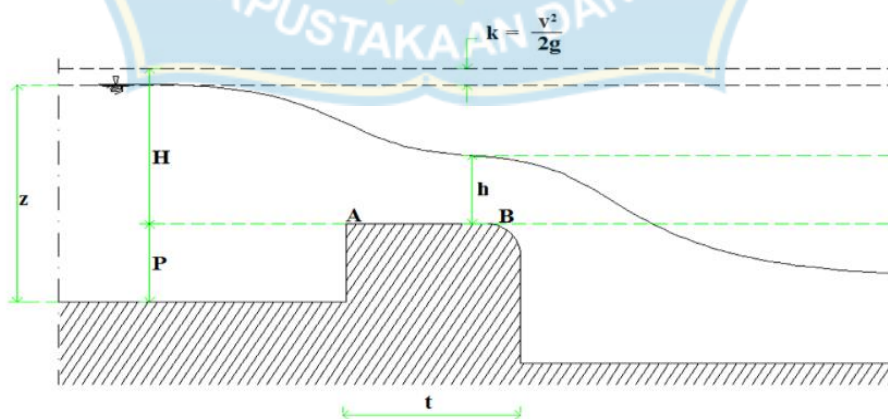
$$V = Q/(b.h) \dots\dots\dots ( 11 )$$

Pada saluran terbuka yang memiliki distribusi kecepatan yang tidak seragam, ditambah lagi jika saluran terdapat penghambat (misalnya pilar), maka akan cukup sulit untuk memperhitungkan debitnya (Irmanto, 2016 ). Metode pengukuran sederhana yang sering dilakukan adalah memasang

sebuah penghalang atau ambang (*weir*) yang memiliki ukuran tertentu dan dipasang melintang pada saluran terbuka. Salah satu fungsi ambang adalah untuk mengukur debit cairan yang mengalir pada saluran melalui pengukuran tinggi permukaan cairan di atas ambang. Berdasarkan pada bentuk puncak peluap biasa berupa ambang tipis maupun lebar. Peluap biasa disebut ambang tipis bila tebal peluap  $t < 0,5 H$  dan disebut ambang lebar apabila  $t > 0,66 H$ . Apabila  $0,5 H < t < 0,66 H$  keadaan aliran adalah tidak stabil dimana dapat terjadi kondisi aliran air melalui peluap ambang tipis atau ambang lebar (Irmanto, 2016).

#### H. Ambang Lebar

Peluap disebut ambang lebar apabila  $t > 0,66 H$  dengan  $t$  adalah tebal peluap dan  $H$  adalah tinggi peluapan. Titik A dan B adalah ujung hulu dan hilir dari peluap. Tinggi air di atas peluap pada titik A adalah  $H$  sedang pada titik B adalah  $h$  dan  $b$  adalah lebar ( panjang dalam arah melintang saluran ) peluap (Wigati dkk., 2012 ).



Gambar 7. Gambar peluap ambang lebar ( Wigati dkk., 2012 ).

Berdasarkan gambar diatas maka kecepatan aliran dapat dihitung dengan Persamaan bernouli

$$P1 + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v1^2 + h1 \cdot \rho \cdot g = P2 + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v2^2 + h2 \cdot \rho \cdot g \quad \dots\dots\dots(12)$$

Dari persamaan tersebut dapat ditentukan kecepatan aliran

$$v = \sqrt{2g(H - h)} \quad \dots\dots\dots (13)$$

Debit aliran:

$$Q = Cd b \sqrt{2g} \times \sqrt{2g(Hh^2 - h^3)} \quad \dots\dots\dots (14)$$

Menurut Nur Yuwono 1997, dalam Wigati dkk, 2012, untuk bermacam-macam bentuk ambang dengan menggunakan harga m sesuai dengan mekonstruksi ambangnya dan persamaanya sebagai berikut :

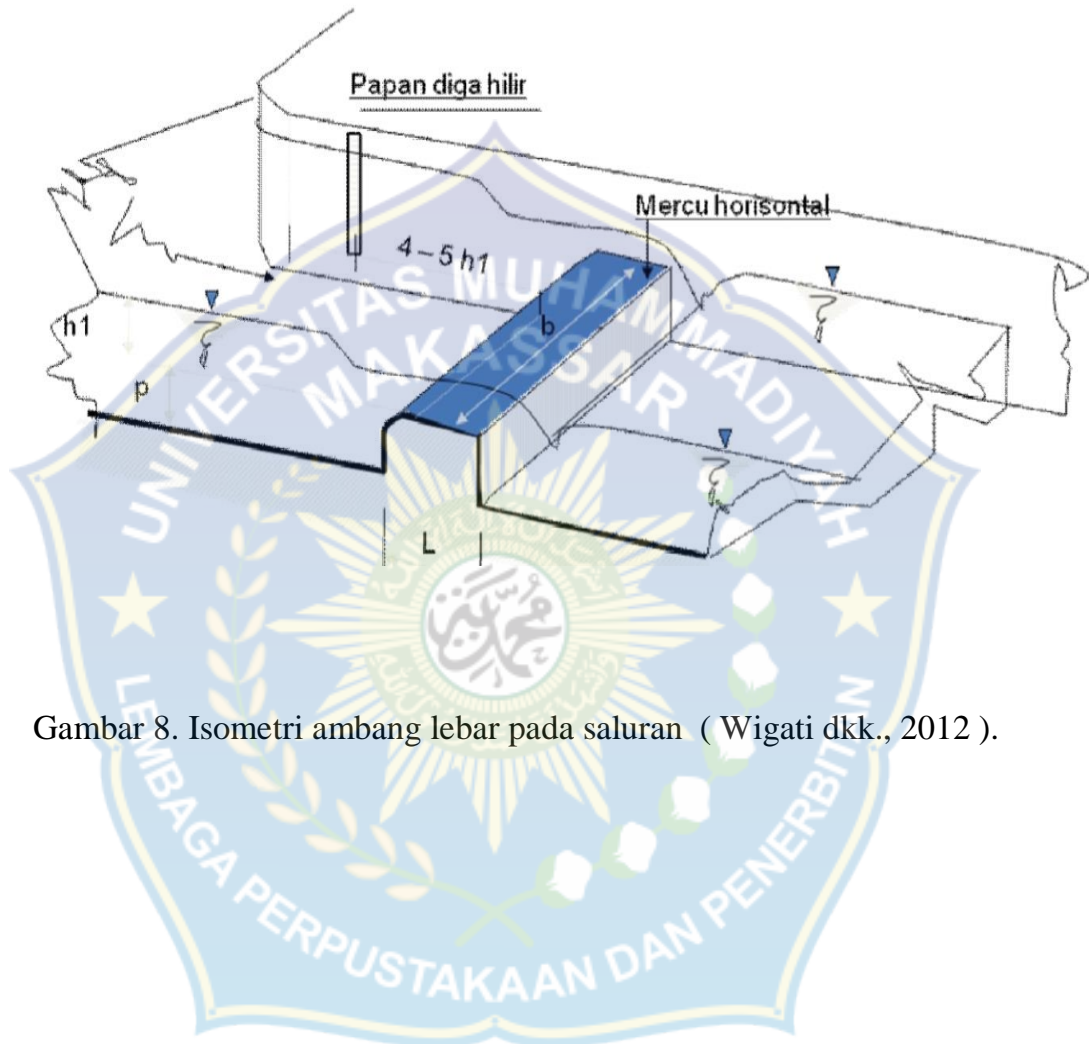
$$Qmaks = 1,71 \times m \times Cd \times b \times H^{\frac{3}{2}} \quad \dots\dots\dots(16)$$

Ambang lebar adalah bagian dasar pelimpah yang berfungsi sebagai alat pengukur aliran. Bentuk penampang pelimpah aliran dari ambang tajam yaitu penampang berbentuk empat persegi panjang (SNI-036455.3-2000; SNI-033-6455.5-2000). Menurut Chow 1959, dalam Wigati dkk, 2012, pengaruh akibat percepatan gravitasi bumi terhadap aliran dinyatakan dengan rasio gaya inersia dengan gaya percepatan gravitasi bumi (g). Rasio ini



diterapkan sebagai bilangan Froude ( $Fr$ ) yang didefinisikan dengan rumus:

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot D}} \dots\dots\dots(1)$$



Gambar 8. Isometri ambang lebar pada saluran ( Wigati dkk., 2012 ).

## I. Matriks Penelitian Terdahulu

**Tabel 2. Matriks Penelitian Terdahulu**

No	Judul penelitian	Nama Penulis	Metode penelitian	Hasil penelitian	kesimpulan
1	<b>Studi Resistensi Aliran Dengan Variasi Dasar Saluran Lurus</b>	Lembang, Jeny (2014)	Percobaan ini menggunakan saluran terbuka (open channel). Percobaan ini dilakukan dengan dasar saluran yang berbeda-beda sesuai jenis kekasarannya, yaitu dengan dasar saluran licin (tanpa hambatan), dasar batu kerikil (gravel bed), dasar saluran bergelombang (wavy bed). dan menggunakan saluran terbuka/tilting flume panjang 15,12 meter, lebar saluran 32 cm, dan tinggi 46 cm, dengan gambaran bahwa saluran ini dilengkapi dengan panel tombol saluran terbuka, katub saluran terbuka, dan pengatur kemiringan saluran.	Dari serangkaian penelitian yang dilakukan dengan berbagai variasi dasar saluaran yaitu dasar saluran licin, dasar saluran bergelombang (ripple), serta dasar saluran batu kerikil yang ada di laboratorium hidrolika, diperoleh hasil perhitungan rata-rata dari nilai koefisien kekasaran Manning (n) dan nilai koefisien gesek (f) sebagai berikut : Untuk dasar saluran licin $n = 0.008256$ $f = 0.333$ Untuk dasar saluran bergelombang (wavy bed) $n = 0.016467$ $f = 1.215$	Dari hasil penelitian dapat disimpulkan : Berdasarkan grafik Hubungan koefisien Gesek (f) dan Koefisien Kekasaran Manning (n) menunjukkan bahwa nilai koefisien gesek (f) dan koefisien Manning berbanding lurus, artinya semakin besar nilai n maka nilai f akan semakin besar. Hal ini juga dipengaruhi oleh perubahan bentuk dasar saluran.

				<p>Untuk dasar saluran batu kerikil (gravel bed)  <math>n = 0.014262</math>  <math>f = 0.913</math></p>	
2	<p><b>Studi Experimen  Distribusi  Kecepatan Aliran  Sungai</b></p>	<p>Sri Nurwahyuni  Umar  2013</p>	<p>Penelitian ini menggunakan model saluran terbuka (open channel). dan menggunakan alat ukur tabung pitot untuk pengambilan data kecepatan. Saluran berbentuk persegi panjang yang berdimensi : panjang 300 cm, lebar :10 cm, Dan tinggi :30 cm sebagai model saluran, dengan gambaran bahwa saluran ini dilengkapi dengan bak penampungan air, bak pengaliran air, pengatur kemiringan serta pompa dengan katup pengatur debit (valve) yang digunakan untuk menentukan jumlah debit yang keluar dalam berbagai kondisi.</p>	<p>hubungan antara Tinggi Muka Air terhadap Debit dari grafik memperlihatkan bahwa seiring bertambahnya Tinggi Muka air maka nilai debit yang dihasilkan akan semakin besar. hubungan antara kecepatan dan debit, dari grafik tersebut memperlihatkan bahwa, seiringbertambahnya kecepatan maka nilai debit yang dihasilkan akan semakin besar.</p>	<p>Dari penelitian tersebut kemudian didapatkan sebuah kesimpulan bahwa, Hubungan antara volume pengaliran terhadap debit adalah berbanding lurus. Semakin besar volume yang diperoleh, maka semakin besar pula nilai debit yang diperoleh. Hubungan kecepatan aliran terhadap debit adalah berbanding lurus. Semakin besar kecepatan aliran maka semakin besar pula debit yang diperoleh.</p>

3	<p><b>Analisis Pengaruh Kemiringan Dasar Saluran Terhadap Distribusi Kecepatan Dan Debit Aliran Pada Variasi Ambang Lebar</b></p>	<p>Wigati dkk., 2012</p>	<p>Alat utama yang dipergunakan dalam pengujian berupa flume dengan panjang 3 m, lebar 0,078 m, dan tinggi 0.25 m. Serta kemiringan dasar saluran dapat diatur hingga maksimum +3% dan kemiringan minimum hingga -1%. Model ambang dasar yang terbuat dari kayu dengan dimensi lebar 7,8 cm, tinggi 10,5 cm, tebal bervariasi mulai dari A1 = 6 cm, A2 = 9 cm, A3 = 12 cm, dan A4 = 15 cm. 3. Alat bantu yang dipergunakan selama proses pengujian ; antara lain tabung pitot, meteran/ penggaris, lilin/ malam.</p>	<p>Pada penelitian ini semakin besar kemiringan dasar saluran (I) distribusi kecepatan aliran hulunya (V1) tidak mengalami perubahan pada setiap variasi ambang lebar (A). Sedangkan semakin besar kemiringan dasar saluran (I) maka semakin besar distribusi kecepatan aliran diatas ambang (V2), distribusi kecepatan aliran hilirnya (V3) dan debit aliran terukurnya(Q terukur) pada setiap variasi ambang lebar (A). Pada penelitian ini semakin tebal ukuran ambang lebar (A) maka semakin kecil debit aliran teoritis dan terukurnya (Q teoritis dan Q terukur) pada setiap variasi kemiringan dasar saluran (I)</p>	<p>Pada penelitian ini kecepatan aliran di titik bagian hulu, diatas ambang dan hilir mengalami perbedaan ( kecepatan meningkat ), karena ada energi potensial diatas ambang lebar dan hilir saluran sehingga kecepatan aliran meningkat. Hal ini karena ada perbedaan tinggi muka air di hulu, diatas ambang, dan hilir.</p>

4	<p style="text-align: center;"><b>Karakteristik Parameter Hidrolis Aliran Melalui Ambang Pada Saluran Terbuka</b></p>	<p style="text-align: center;">Alex Binilang</p>	<p>Pengamatan / pengukuran terhadap parameter parameter aliran pada saluran kecil, seperti : Debit aliran, melalui pembacaan venturi meter. Tinggi muka air sebelah hilir dan udik ambang/sekat. Tinggi muka air diatas ambang/sekat. Pengamatan/pengukuran terhadap setiap parameter pada masing-masing sekat/ambang dilakukan berulang terhadap sejumlah 10 variasi debit aliran. Sedangkan profil aliran digambarkan berdasarkan hasil pengukuran dari 1 debit aliran pada masing-masing ambang dengan 5 perubahan tinggi muka air di bagian hilir sekat/ambang</p>	<p>Grafik profil aliran memperlihatkan terjadinya perubahan karakteristik energi pada aliran yang melalui ambang lebar maupun tajam, akibat dari gangguan yang disebabkan oleh sekat / ambang itu sendiri. Pada kondisi loncat, perubahan tinggi muka air di hilir tidak mempengaruhi tinggi muka air di hulu / udik. Sedangkan pada kondisi tenggelam, maka perubahan tinggi muka air di hilir mempengaruhi perubahan tinggi muka air di hulu, Dari penelitian dapat dipahami adanya suatu fenomena lengkung debit yang menggambarkan bahwa semakin bertambah kedalaman air di sebelah udik sekat/ambang maka semakin besar pula debit aliran yang melaluinya. Dengan kata lain bahwa debit aliran pada suatu saluran/sungai sangat dipengaruhi oleh besarnya tampungan air di sebelah hulu bendung.</p>	<p>Dari penelitian ini telah diperoleh suatu gambaran tentang karakteristik perubahan energi akibat adanya suatu gangguan pada aliran. Secara umum dapat dikatakan bahwa pertambahan tinggi muka aliran air disebelah hulu sekat / ambang akan berubah sesuai dengan pertambahan debit aliran tersebut. Perencanaan bendung berdasarkan nilai Cd yang diperoleh, dapat dilakukan sesuai tinggi muka air yang diinginkan</p>
---	---	--	--	---	---

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Hidrolika Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar, dengan waktu penelitian selama 3 bulan mulai Januari – Maret 2019 .

#### B. Jenis Penelitian Dan Sumber Data

##### 1. Jenis Penelitian

Adapun jenis penelitian ini adalah studi *eksperimental* uji laboratorium. metode *eksperimen* merupakan metode percobaan yang digunakan dalam mempelajari pengaruh suatu variabel terhadap variabel lain dalam kondisi yang diciptakan.

Pada penelitian ini, eksperimen dilakukan dengan menggunakan alat *open chanel* dan ambang lebar, melalui penelitian *eksperimen* ini diharapkan diperoleh pengaruh kemiringan dasar saluran terhadap kecepatan aliran pada model ambang lebar. Selain itu adapun variabel dalam penelitian ini terdiri dari :

- a. Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi variabel lain diantaranya adalah kemiringan (I) dan debit (Q)
- b. Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi variabel lain diantaranya kedalaman aliran (y) dan kecepatan (v).

## 2. Sumber Data

Pada penelitian ini akan menggunakan dua sumber data yaitu data primer dan juga data sekunder. Data primer yakni data yang diteliti langsung dari laboratorium hidrolika dengan menggunakan alat uji *open chanel*. Dimana data primer adalah data yang diperoleh atau dikumpulkan oleh peneliti secara langsung dari sumber datanya.

Data sekunder adalah data yang diperoleh melalui studi pustaka dan mengumpulkan data atau informasi data sekunder dari berbagai sumber terkait misalnya, laporan laboratorium hidrolika, jurnal, buku - buku serta laporan - laporan penelitian.

### C. Alat dan Bahan Penelitian.

Dalam penelitian ini adapun beberapa alat dan bahan yang akan digunakan adalah sebagai berikut :

#### 1. Saluran Terbuka ( *open chanel* )



Sumber : Data pengamatan 2019

Gambar (a). Alat *open chanel*



Sumber : Data pengamatan 2019

Gambar (b). Pengatur kemiringan

Gambar (c). Pengatur debit

Gambar 9. Gambar alat saluran terbuka ( *open chanel* )

## 2. Tandon air

Dalam penelitian ini juga digunakan tandon air yang berfungsi untuk menampung air yang melewati saluran yang selanjutnya juga menjadi sumber air yang akan dipompa untuk dialirkan pada saluran.

## 3. Pompa air

Dalam penelitian ini mesin pompa air berfungsi sebagai alat untuk memompa air dari tandon air menuju saluran.

## 4. Penggaris

Dalam penelitian ini alat pengukur penggaris digunakan dalam proses pengambilan data kedalaman aliran pada titik aliran yang sudah ditentukan pada saluran terbuka ( *open chanel* ).



## 5. Air

Dalam penelitian ini air menjadi bahan yang terpenting dalam penelitian ini, karena menjadi objek penelitian yang akan diteliti oleh peneliti sesuai dengan yang telah direncanakan sebelumnya. Adapun air yang akan dipakai dalam penelitian ini adalah air tawar yang berada di Laboratorium yang dipompa dengan mesin pompa air.

## 6. Ambang lebar

Ambang lebar adalah bagian dasar pelimpah yang berfungsi sebagai alat pengukur aliran. Model ambang yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah model ambang dasar yang terbuat dari *fiber (acrylic)*.

### **D. Metode Penelitian**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *eksperimental* laboratorium dengan menggunakan saluran terbuka (*open chanel*). Percobaan ini dilakukan dengan kemiringan dasar saluran yang berbeda beda.

#### **1. Tahapan percobaan**

Adapun tahapan percobaan yang akan dilakukan adalah sebagai berikut

##### a. Tahap I (Tahap Persiapan)

Meliputi persiapan alat dan bahan yang diperlukan selama penelitian.

Pada tahap ini dilakukan pemeriksaan kesiapan komponen alat saluran terbuka, seperti pompa, bagian penggerak dan instrumen pendukung yang lain. Alat dan bahan yang belum tersedia di Laboratorium Hidrolika dibuat

sendiri dengan modifikasi sesuai kebutuhan pada saat pengujian laboratorium.

b. Tahap II (running pendahuluan)

Pada tahap ini dimulai dengan menentukan jumlah debit pengaliran yang akan digunakan dalam pengambilan data, selanjutnya menentukan kemiringan saluran yang akan digunakan.

c. Tahap III (running pelaksanaan penelitian)

Pada tahap ini, maka dimulailah tahap pelaksanaan penelitian dengan mengambil data sesuai dengan kebutuhan data yang diinginkan dengan menggunakan ambang lebar dan tanpa menggunakan ambang lebar.

d. Tahap IV (Analisis data)

Pada tahap ini data yang sudah diperoleh dari hasil penelitian dianalisis untuk mendapatkan suatu kesimpulan hubungan antara variabel-variabel yang diteliti dalam penelitian.

e. Tahap V (Pengambilan Kesimpulan)

Pada tahap ini dibuat suatu kesimpulan berdasarkan data yang telah dianalisis yang berhubungan dengan tujuan penelitian.

## 2. Prosedur Percobaan

Adapun prosedur dalam pelaksanaan percobaan pada penelitian ini dipaparkan sebagai berikut :

- a. Air dimasukkan ke dalam tangki suplai air sebelum saluran terbuka (*open chanel*) digunakan.

- b. Sebelum mengatur kemiringan maka alat saluran terbuka diatur hingga kemiringan saluran menjadi normal.
- c. Menyetel kemiringan sesuai dengan yang telah direncanakan
- d. Menyetel bukaan air sesuai dengan yang telah direncanakan
- e. Mengambil data ketinggian muka air pada saluran menggunakan alat ukur penggaris.
- f. Setelah itu kemudian kembali menyetel bukaan saluran yang kedua dan selanjutnya yang ketiga sesuai dengan rencana.
- g. Lalu setelah data diatas telah diambil maka selanjutnya kembali mengatur beberapa kemiringan selanjutnya yang akan diteliti.
- h. Setelah semua pengambilan data pada setiap variasi kemiringan maka selanjutnya ambang lebar dipasang pada saluran.
- i. Kemudian setelah ambang lebar dipasang maka kembali langkah e hingga g kembali dilaksanakan.

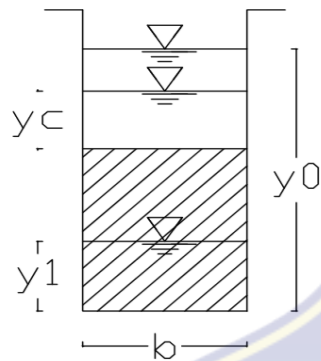
### 3. Desain Model Alat Percobaan

#### a. Denah saluran



Gambar 10 . Gambar Denah saluran terbuka ( *flume test* )

b. Potongan melintang saluran



Keterangan

$y_c$  = kedalaman aliran diatas ambang

$y_0$  = kedalaman aliran sebelum ambang

$y_1$  = kedalaman aliran setelah ambang

gambar 11 . potongan saluran dengan menggunakan Ambang lebar



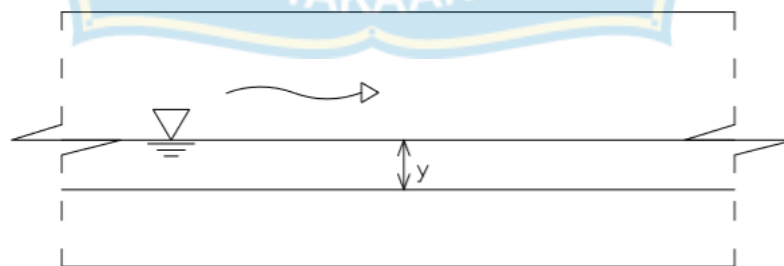
Keterangan

$y_c$  = kedalaman aliran

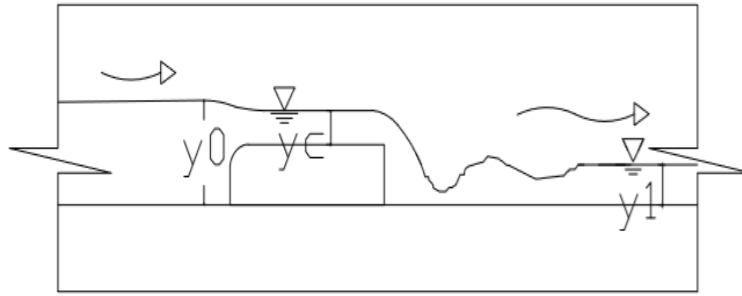
$b$  = lebar saluran

Gambar 12. Gambar Potongan saluran tanpa menggunakan ambang lebar

c. Potongan memanjang saluran

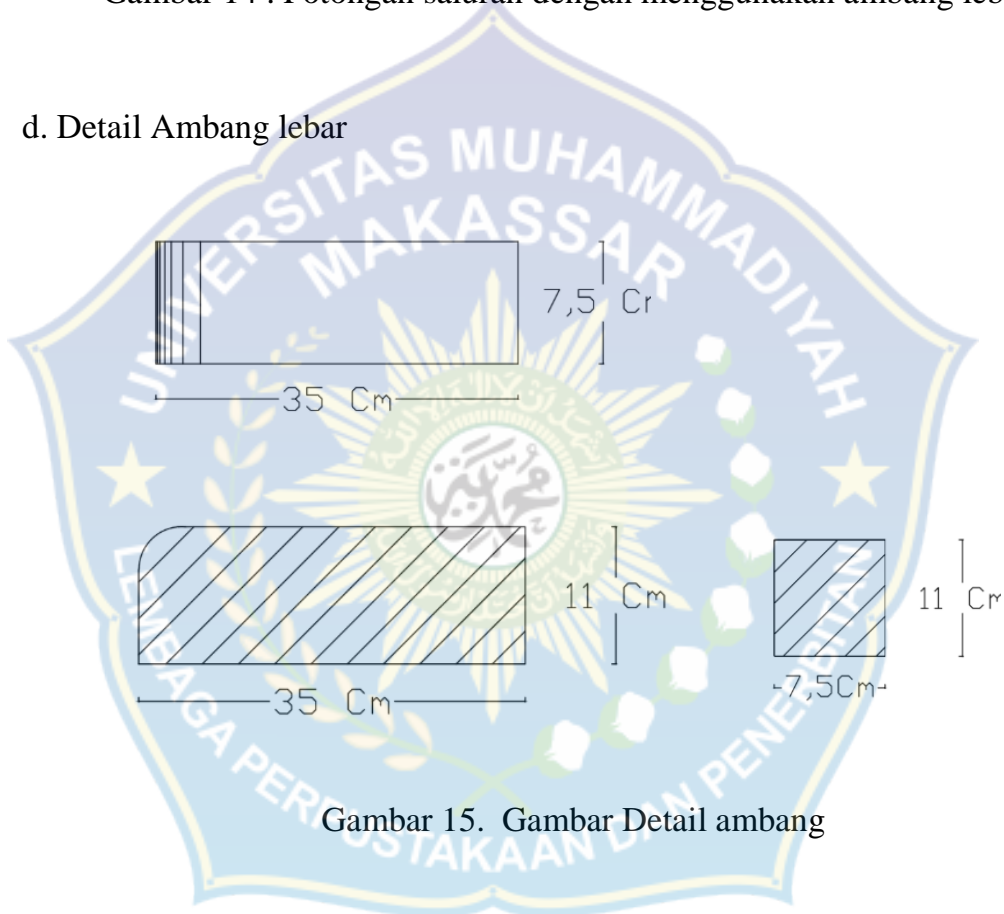


Gambar 13 . Potongan saluran tanpa menggunakan ambang lebar



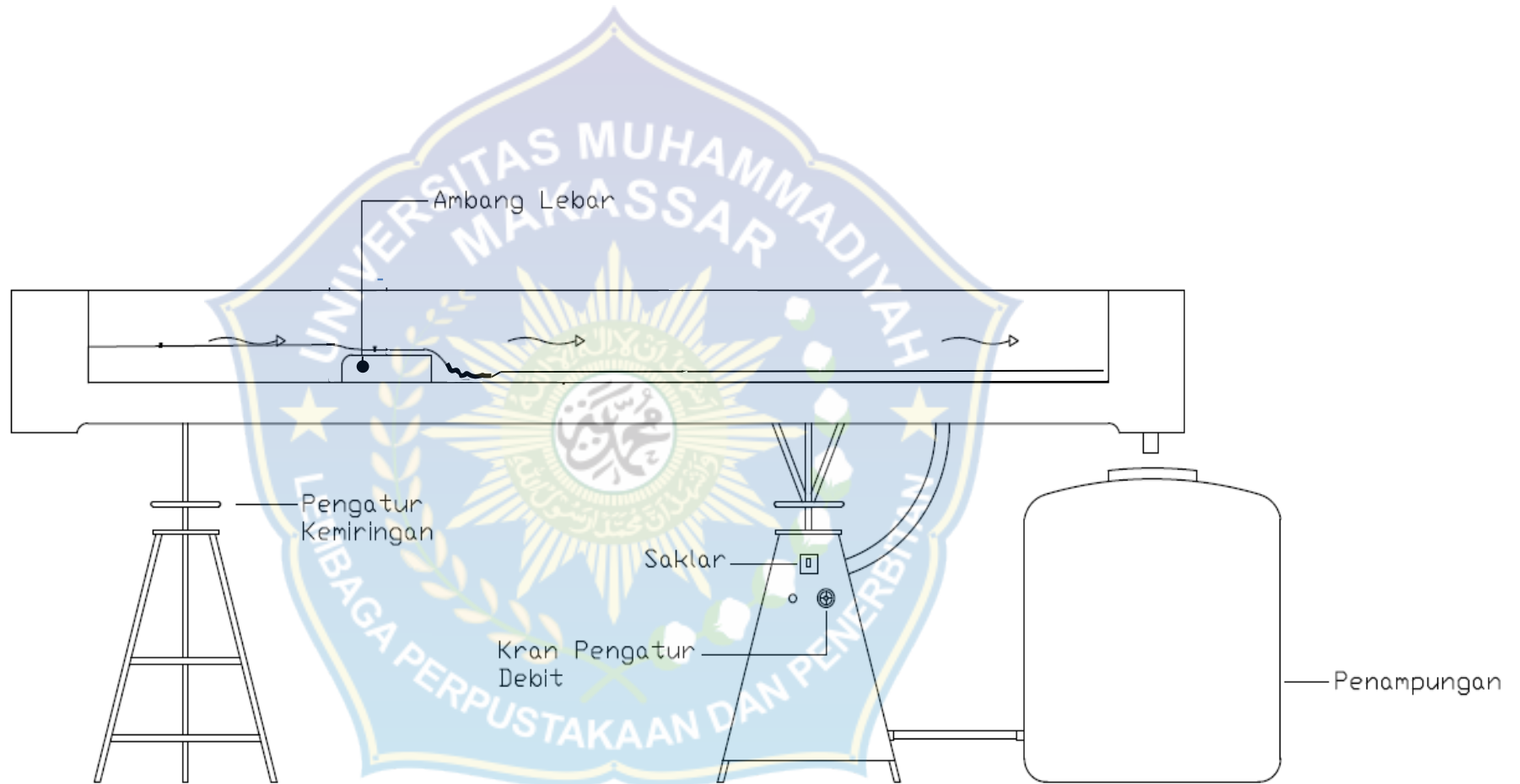
Gambar 14 . Potongan saluran dengan menggunakan ambang lebar

d. Detail Ambang lebar



Gambar 15. Gambar Detail ambang

e. Profil saluran



Gambar 14. Gambar profil saluran

#### 4. Tabel pengamatan

Dalam penelitian ini adapun tabel pengamatan yang digunakan dalam pengambilan data pada saat percobaan sebagai berikut :

Tabel 3. Tabel data pengamatan

No	Variabel bebas		Variabel Terikat			
			Kedalaman aliran			
	DEBIT	KEMIRINGAN	y0 (m)	yc (m)	y1 (m)	v (m <sup>3</sup> /det)
1	Q1 (Bukaan 1) (0,000399 m <sup>3</sup> /detik)	Kemiringan 1 (0,001)	y01	yc1	y1a	v1a
		Kemiringan 2 (0,011)	y02	yc2	y1b	v1b
		Kemiringan 3 (0,020)	y03	yc3	y1c	v1c
		Kemiringan 4 ( 0,029 )	y0	yc4	y1d	v1d
		Kemiringan 5 ( 0,038 )	y05	yc5	y1e	v1e
2	Q2 (bukaan 2) (0,000430 m <sup>3</sup> /detik)	Kemiringan 1 (0,001)	y06	yc6	y1f	v1f
		Kemiringan 2 (0,011)	y07	yc7	y1g	v1g
		Kemiringan 3 (0,020)	y08	yc8	y1i	v1h
		Kemiringan 4 ( 0,029 )	y09	yc9	y1j	v1i
		Kemiringan 5 ( 0,038 )	y010	yc10	y1k	v1j
3	Q3 ( bukaan 3) (0,000464 m <sup>3</sup> /detik)	Kemiringan 1 (0,001)	y011	yc11	y1l	v1k
		Kemiringan 2 (0,011)	y012	yc12	y1m	v1l
		Kemiringan 3 (0,020)	y013	yc13	y1n	v1m
		Kemiringan 4 ( 0,029 )	y014	yc14	y1o	v1n
		Kemiringan 5 ( 0,038 )	y015	yc15	y1p	v1o

## 5. Langkah Analisis

Setelah semua data diperoleh, selanjutnya dilakukan analisis data.

### 1. Menghitung kecepatan aliran.

Setelah mendapatkan data ketinggian muka air pada aliran pada pengamatan maka selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mendapatkan kecepatan aliran yang melewati saluran tanpa ambang lebar.

### 2. Menghitung kecepatan aliran sebelum ambang

Setelah menghitung kecepatan aliran pada saluran tanpa ambang lebar maka selanjutnya menghitung kecepatan aliran yang mengalir pada saluran yang memiliki ambang lebar, dimulai dengan perhitungan kecepatan aliran yang mengalir sebelum ambang.

### 3. Menghitung kecepatan aliran diatas ambang

Menghitung kecepatan aliran yang mengalir diatas ambang lebar dengan menggunakan data yang tersedia yaitu ketinggian muka air diatas ambang lebar.

### 4. Menghitung kecepatan aliran setelah ambang lebar

Menghitung kecepatan aliran yang mengalir setelah melewati ambang lebar dengan menggunakan data yang tersedia yaitu ketinggian muka air setelah ambang lebar. Adapun rumus yang digunakan untuk



melihat pengaruh kemiringan saluran dengan kecepatan pada model  
 ambang lebar adalah sebagai berikut

Rumus tersebut mempunyai bentuk:

$$V = 1/n R^{2/3} I^{1/2} \dots\dots\dots(7)$$

Dengan n adalah koefisien Manning dan R adalah jari-jari Hydraulik,  
 yaitu perbandingan antara luas tampang aliran A dan keliling basah P, dan I  
 adalah kemiringan dasar saluran.

$$R = \frac{A}{P} \dots\dots\dots(8)$$

Dengan

$$\text{Luas tampang aliran : } A = Bh \dots\dots\dots(2)$$

$$\text{Keliling basah : } P = B + 2h \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

#### 5. Menghitung Bilangan Froude

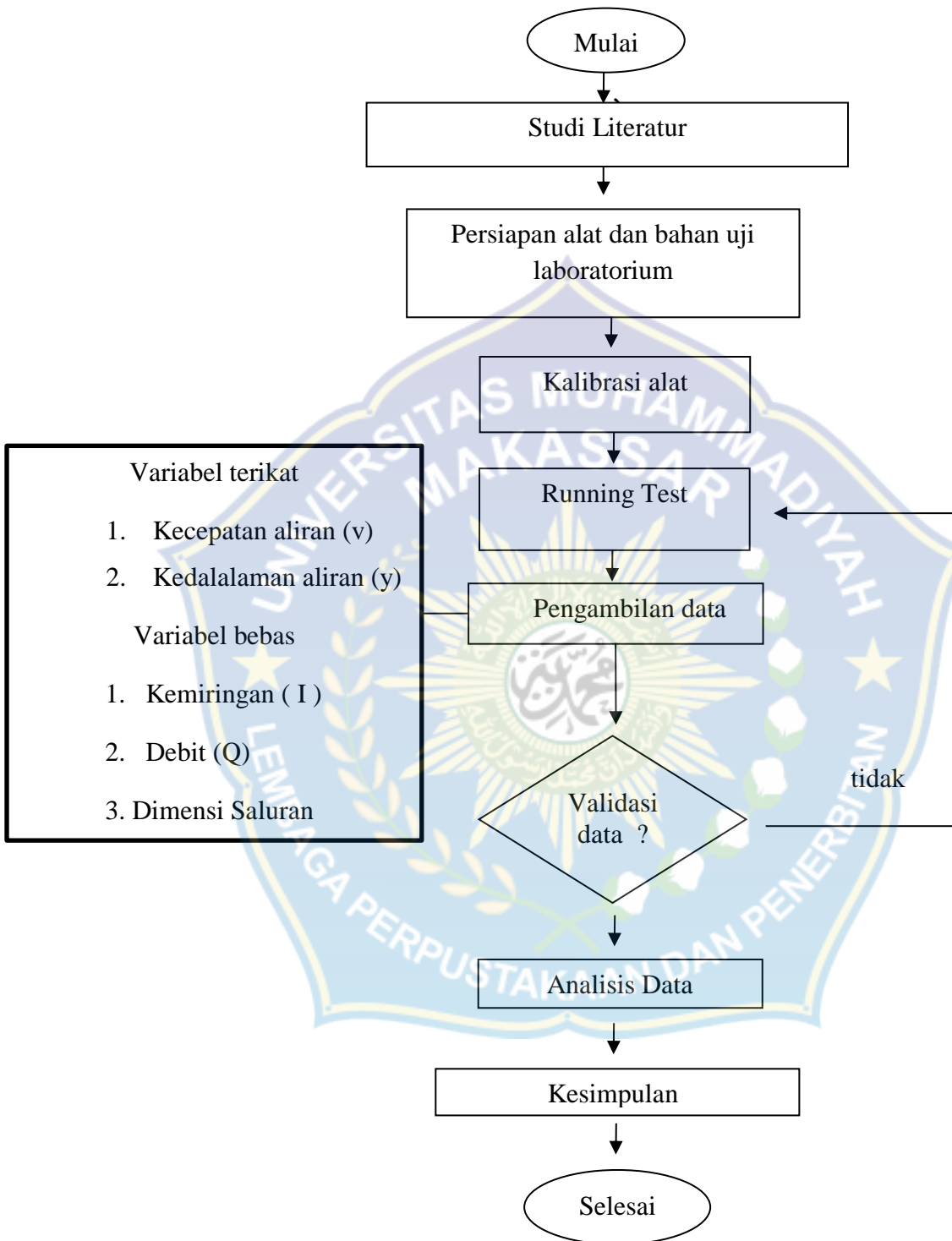
Bilangan *froude* berfungsi untuk mengetahui jenis aliran yang  
 mengalir pada titik titik perhitungan kecepatan aliran pada model saluran  
 yang terdapat ambang lebar apakah jenis alirannya termasuk aliran sub kritis,  
 aliran kritis, aliran super kritis.

Adapun rumus yang digunakan dalam menghitung bilangan froude sebagai berikut :

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot y}} \dots\dots\dots(1)$$



### E. Bagan Alur Penelitian



Gambar 17 . Gambar bagan alur penelitian

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pembahasan dengan menggunakan alat *open chanel (flume test)* di Laboratorium Hidrolika Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Makassar, didapatkan hasil berupa meningkatnya kecepatan aliran pada saluran seiring dengan bertambahnya kemiringan saluran.

#### A. Hasil Pengamatan

##### 1. Menentukan Kemiringan dan Debit Pada Alat Open Chanel

###### a. Kemiringan saluran ( I )

Untuk menentukan kemiringan saluran dilakukan pengukuran ketinggian alat di hulu dan hilir saluran.

Tabel 4. tabel perhitungan kemiringan saluran terbuka

No	Ketinggian saluran di hulu h1 (m)	Ketinggian saluran di hilir h2 (m)	Panjang saluran L (m)	Besar kemiringan
1	1.29	1.285	4	0,001
2	1.31	1.268	4	0,011
3	1.33	1.251	4	0,020
4	1.35	1.234	4	0,029
5	1.37	1.217	4	0,038

Selain menentukan kemiringan saluran yang akan digunakan, juga dilakukan pengukuran debit yang digunakan dalam pengujian sebagai berikut.

b. Debit Aliran Pada Saluran Terbuka (Q)

Adapun perhitungan penentuan debit yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

Tabel 5 tabel perhitungan debit

Q	Percobaan	Volume	t	Q	Q	Q Rata - rata
		(ml)	(dtk)	(cm <sup>3</sup> /dtk)	(m <sup>3</sup> /dtk)	(m <sup>3</sup> /dtk)
1	1	600	2.4	250.000	0.000250	0,000399
	2	950	2	475.000	0.000475	
	3	850	1.8	472.222	0.000472	
2	1	800	1.8	444.444	0.000444	0.00043
	2	850	2	425.000	0.000425	
	3	840	2	420.000	0.000420	
3	1	860	1.8	477.778	0.000478	0.000464
	2	825	1.8	458.333	0.000458	
	3	1000	2.2	454.545	0.000455	

2. Pengamatan Kecepatan Aliran Pada Saluran

Dari hasil pengamatan dengan menggunakan alat *open chanel (flume test)* di Laboratorium Hidrolika Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Makassar, didapatkan hasil berupa data ketinggian muka air pada saluran

yang menggunakan ambang lebar maupun saluran yang tidak menggunakan ambang lebar.

Data-data yang diperoleh pada pengamatan alat *open chanel* berupa data lebar saluran ( $b$ ), ketinggian air pada saluran ( $h$ ), kemiringan saluran ( $I$ ). Data-data tersebut kemudian dianalisa untuk mendapatkan kecepatan aliran yang mengalir pada saluran tanpa menggunakan ambang lebar dan saluran dengan menggunakan ambang lebar.

Pada saluran dengan menggunakan ambang lebar, adapun titik pengamatan yang akan menjadi titik pengamatan kecepatannya yaitu kecepatan aliran sebelum ambang lebar ( $v_0$ ), kecepatan aliran di atas ambang lebar ( $v_c$ ), dan kecepatan aliran setelah ambang lebar ( $v_1$ ).

Serta dengan menganalisa jumlah bilangan froude kemudian akan ditentukan jenis aliran yang mengalir dalam saluran yang menggunakan ambang lebar apakah termasuk aliran (*sub kritis, kritis atau super kritis*).

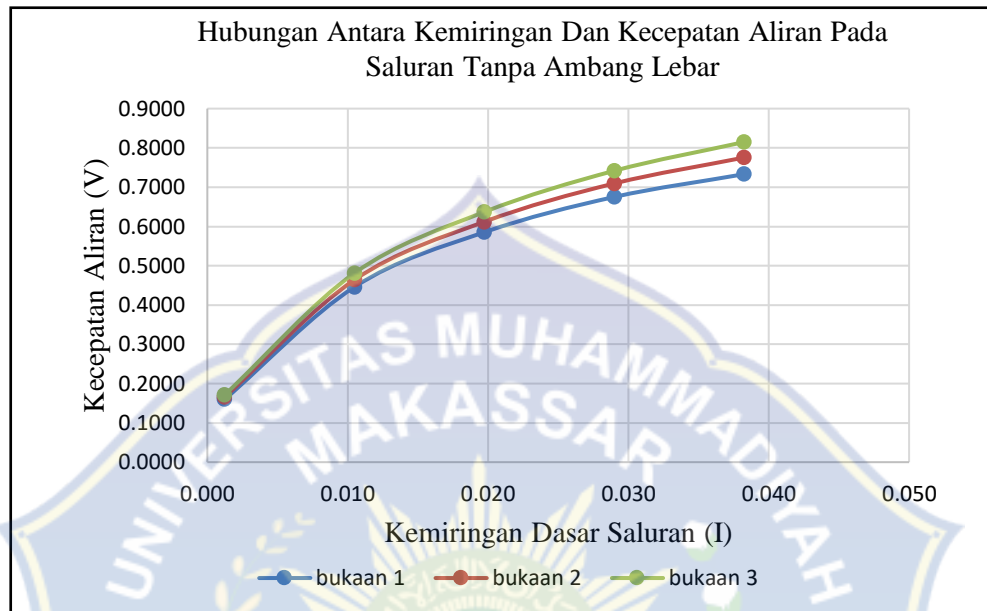
#### a. Pengamatan Kecepatan Aliran Tanpa Menggunakan Ambang Lebar

Dari data hasil pengamatan dengan menggunakan alat *open chanel (flume test)*, selanjutnya melakukan Perhitungan kecepatan aliran pada saluran, dan untuk perhitungan awal akan dilakukan perhitungan pada saluran tanpa menggunakan ambang lebar. Adapun perhitungan kecepatan alirannya disajikan pada tabel berikut ini.

Tabel 6. Tabel perhitungan kecepatan aliran tanpa menggunakan ambang lebar

Q (m <sup>3</sup> /dtk)	I	b (m)	y (m)	P (m)	n	A (m <sup>2</sup> )	R (m)	v (m/dtk)
Q1 0.000399	0.001	0.075	0.013	0.101	0.010	0.00098	0.0097	0.1603
	0.011	0.075	0.012	0.099	0.010	0.0009	0.0091	0.4463
	0.020	0.075	0.011	0.097	0.010	0.00083	0.0085	0.5856
	0.029	0.075	0.010	0.095	0.010	0.00075	0.0079	0.6752
	0.038	0.075	0.009	0.093	0.010	0.00068	0.0073	0.7332
Q2 0.00043	0,001	0,0075	0.014	0,103	0.010	0.00105	0,0102	0,1662
	0.011	0.075	0.013	0.101	0.010	0.00098	0.0097	0.4646
	0.020	0.075	0.012	0.099	0.010	0.0009	0.0091	0.6121
	0.029	0.075	0.011	0.097	0.010	0.00083	0.0085	0.7096
	0.038	0.075	0.010	0.095	0.010	0.00075	0.0079	0.7754
Q3 0.000464	0.001	0.075	0.015	0.105	0.010	0.00113	0.0107	0.1718
	0.011	0.075	0.014	0.103	0.010	0.00105	0.0102	0.4818
	0.020	0.075	0.013	0.101	0.010	0.00098	0.0097	0.6371
	0.029	0.075	0.012	0.099	0.010	0.0009	0.0091	0.7418
	0.038	0.075	0.011	0.097	0.010	0.00083	0.0085	0.8149

Selanjutnya dari tabel di atas kemudian dibuat grafik pengaruh kemiringan dasar saluran (I) dengan kecepatan aliran tanpa ambang lebar



Gambar 18 .Gambar grafik hubungan antara kemiringan dengan kecepatan aliran

Dari gambar grafik di atas, dapat dilihat bahwa pada bukaan 1 ( $q_1$ ) 0.000399 kemiringan dasar saluran mempengaruhi kecepatan aliran dimana pada kemiringan pertama ( $I_1$ ) 0,001 kecepatan aliran adalah 0.1603 m/dtk, lalu pada kemiringan selanjutnya di kemiringan kedua ( $I_2$ ) 0,011 kecepatan aliran menjadi 0,4463 m/dtk dari dua kemiringan tersebut terlihat adanya peningkatan kecepatan yang terjadi karena adanya perubahan kemiringan dasar saluran. Begitupun dengan kemiringan kemiringan selanjutnya pada bukaan 1 ( $q_1$ ) terus terjadi peningkatan kecepatan baik di kemiringan ketiga ( $I_3$ ) 0,020 ,kemiringan keempat ( $I_4$ ) 0,029 dan kemiringan kelima ( $I_5$ ) yang mana pada kemiringan kelima ( $I_5$ ) 0,038 kecepatan aliran menjadi 0,7332



m/dtk. Jadi dari kemiringan pertama ke kemiringan kelima terjadi peningkatan kecepatan disetiap kemiringan saluran.

Kemudian pada bukaan kedua ( $q_2$ ) 0.000430 ,hal yang sama terjadi seperti pada bukaan pertama ( $q_1$ ), dimana pada setiap kemiringan dasar saluran juga terus mengalami peningkatan kecepatan aliran ( $v$ ) ,hal ini terlihat pada kemiringan pertama ( $I_1$ ) 0,001 pada bukaan kedua ( $q_2$ ) kecepatan aliran adalah 0,1662 m/dtk dan pada kemiringan selanjutnya yaitu pada kemiringan kedua ( $I_2$ ) 0,011 kecepatan menjadi 0,4646 m/dtk,begitupun pada kemiringan kemiringan selanjutnya hal yang sama juga terjadi dimana terus terjadi peningkatan disetiap kemiringan dasar saluran.

Pada bukaan ketiga ( $q_3$ ) 0.000464 ,hal yang sama terjadi seperti pada bukaan bukaan sebelumnya , dimana pada setiap kemiringan dasar saluran juga terus mengalami peningkatan kecepatan aliran ( $v$ ) , hal ini terlihat pada kemiringan pertama ( $I_1$ ) 0,001 pada bukaan ketiga ( $q_3$ ) 0.000464 kecepatan aliran adalah 0,1718 m/dtk dan pada kemiringan selanjutnya yaitu pada kemiringan kedua ( $I_2$ ) 0,011 kecepatan menjadi 0,4818 m/dtk, begitupun pada kemiringan ketiga ( $I_3$ ) 0,020 kecepatan menjadi 0,6371, kemudian pada kemiringan ke empat ( $I_4$ ) 0,029 kecepatan meningkat menjadi 0,7418, begitupun pada kemiringan kemiringan selanjutnya hal yang sama juga terjadi dimana terus terjadi peningkatan kecepatan aliran disetiap kemiringan dasar saluran.

b. Pengamatan Kecepatan Pada Saluran Yang Menggunakan Ambang Lebar.

Adapun data awal Pengamatan kecepatan aliran dengan menggunakan ambang lebar dengan panjang ambang lebar (L) 0,35 m, lebar ambang lebar ( b ) 0,075 m dan tinggi ambang (p) 0,110 m, sesuai dengan yang telah direncanakan disajikan pada tabel berikut.

Tabel 7. Tabel hasil pengamatan menggunakan ambang lebar

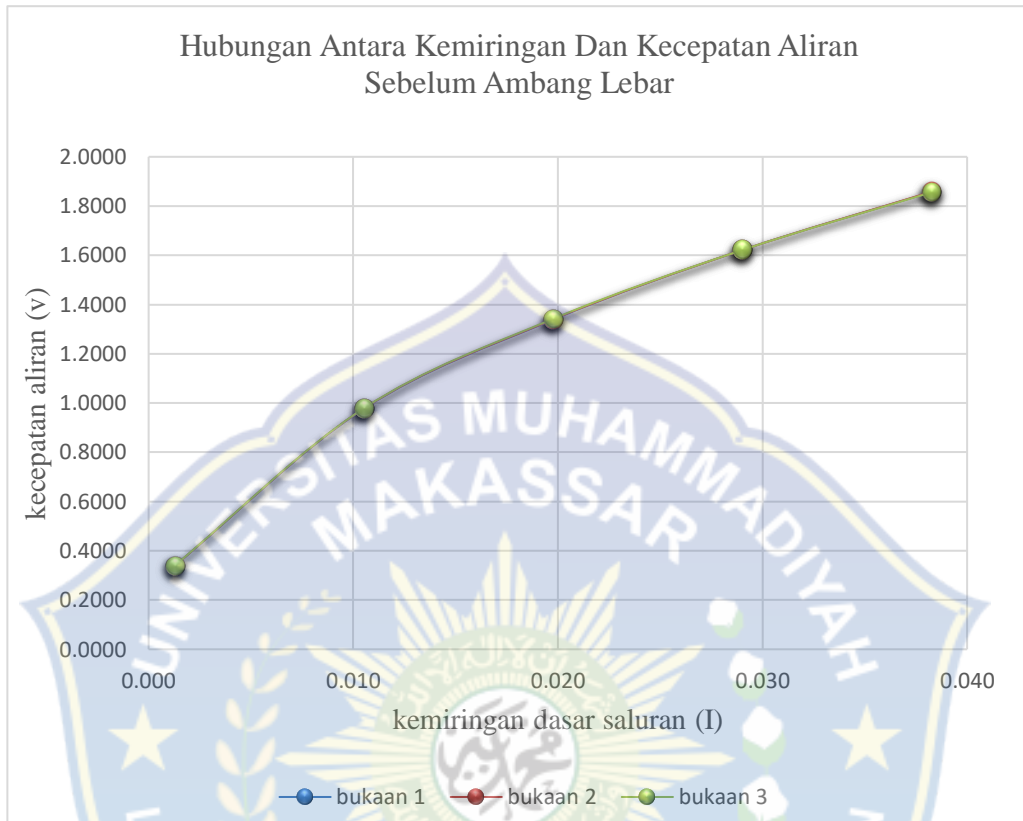
No	Variabel bebas		Variabel Terikat		
			Kedalaman aliran		
	Q dan I		y <sub>0</sub> (m)	y <sub>c</sub> (m)	y <sub>1</sub> (m)
1	Q1 (0.000399)	Kemiringan 1 (0,001)	0,138	0,019	0,0070
		Kemiringan 2 (0,011)	0,136	0,014	0,0060
		Kemiringan 3 (0,020)	0,136	0,013	0,0053
		Kemiringan 4 ( 0,029 )	0,136	0,012	0,0043
		Kemiringan 5 ( 0,038 )	0,133	0,011	0,0040
2	Q2 (0.000430)	Kemiringan 1 (0,001)	0,139	0,020	0,0080
		Kemiringan 2 (0,011)	0,137	0,016	0,0070
		Kemiringan 3 (0,020)	0,0137	0,013	0,0060
		Kemiringan 4 ( 0,029 )	0,136	0,0013	0,0055
		Kemiringan 5 ( 0,038 )	0,134	0,012	0,0050
3	Q3 (0.000464)	Kemiringan 1 (0,001)	0,141	0,021	0,0090
		Kemiringan 2 (0,011)	0,138	0,016	0,0078
		Kemiringan 3 (0,020)	0,138	0,014	0,0070
		Kemiringan 4 ( 0,029 )	0,0136	0,013	0,0063
		Kemiringan 5 ( 0,038 )	0,133	0,012	0,0060

1). Perhitungan Kecepatan Aliran Yang Berada Sebelum Ambang Lebar

Tabel 8. Tabel perhitungan kecepatan aliran yang berada sebelum ambang lebar

Q (m <sup>3</sup> /dtk)	I	b (m)	y <sub>0</sub> (m)	P (m)	n	A (m <sup>2</sup> )	R (m)	v <sub>0</sub> (m/dtk)
Q <sub>1</sub> (0.000399)	0.001	0.075	0.1380	0.351	0.010	0.0104	0.0295	0.3375
	0.011	0.075	0.136	0.347	0.010	0.0102	0.0294	0.9760
	0.020	0.075	0.136	0.3465	0.010	0.0102	0.0294	1.3382
	0.029	0.075	0.136	0.346	0.010	0.0102	0.0294	1.6211
	0.038	0.075	0.133	0.341	0.010	0.0100	0.0293	1.8568
Q <sub>2</sub> (0.000430)	0.001	0.075	0.139	0.353	0.010	0.0104	0.0295	0.3378
	0.011	0.075	0.137	0.349	0.010	0.0103	0.0294	0.9770
	0.020	0.075	0.137	0.348	0.010	0.0102	0.0294	1.3392
	0.029	0.075	0.136	0.346	0.010	0.0102	0.0294	1.6211
	0.038	0.075	0.134	0.342	0.010	0.0100	0.0293	1.8578
Q <sub>3</sub> (0.000464)	0.001	0.075	0.141	0.357	0.010	0.0106	0.0296	0.3385
	0.011	0.075	0.138	0.351	0.010	0.0104	0.0295	0.9780
	0.020	0.075	0.138	0.351	0.010	0.0104	0.0295	1.3413
	0.029	0.075	0.136	0.346	0.010	0.0102	0.0294	1.6211
	0.038	0.075	0.134	0.3435	0.010	0.0101	0.0293	1.8593

Dari tabel perhitungan diatas kemudian dibuat grafik dibawah ini.



Gambar 19 . Gambar grafik hubungan antara kemiringan dengan kecepatan aliran sebelum ambang lebar

Dari gambar tabel dan grafik di atas, dapat dilihat bahwa pada bukaan pertama ( $q_1$ ) kemiringan dasar saluran mempengaruhi kecepatan aliran dimana pada kemiringan pertama ( $I_1$ ) 0,001 kecepatan aliran adalah 0,3375 m/dtk, lalu pada kemiringan selanjutnya di kemiringan kedua ( $I_2$ ) 0,011 kecepatan aliran menjadi 0,9760 m/dtk dari dua kemiringan tersebut terlihat adanya peningkatan kecepatan yang terjadi karena adanya perubahan kemiringan dasar saluran. Begitupun dengan kemiringan kemiringan selanjutnya pada bukaan 1 ( $q_1$ ) 0,000399 terus terjadi peningkatan kecepatan

baik di kemiringan ketiga ( $I_3$ ) 0,020 ,kemiringan keempat ( $I_4$ ) 0,029 dan kemiringan kelima ( $I_5$ ) yang mana pada kemiringan kelima ( $I_5$ ) 0,038 kecepatan aliran menjadi 1,8568 m/dtk. Jadi dari kemiringan pertama ke kemiringan kelima terjadi peningkatan kecepatan disetiap kemiringan saluran.

Kemudian pada bukaan kedua ( $q_2$ ) 0.000430,hal yang sama terjadi seperti pada bukaan pertama ( $q_1$ ), dimana pada setiap kemiringan dasar saluran juga terus mengalami peningkatan kecepatan aliran ( $v$ ) ,hal ini terlihat pada kemiringan pertama ( $I_1$ ) 0,001 pada bukaan kedua ( $q_2$ ) kecepatan aliran adalah 0,3378 m/dtk dan pada kemiringan selanjutnya yaitu pada kemiringan kedua ( $I_2$ ) 0,011 kecepatan menjadi 0,9770 m/dtk, begitupun pada kemiringan selanjutnya hal terjadi hal yang sama dimana terus terjadi peningkatan disetiap kemiringan dasar saluran.

Pada bukaan ketiga ( $q_3$ ) (0.000464) ,hal yang sama terjadi seperti pada bukaan bukaan sebelumnya , dimana pada setiap kemiringan dasar saluran juga terus mengalami peningkatan kecepatan aliran ( $v$ ) , hal ini terlihat pada kemiringan pertama ( $I_1$ ) 0,001 pada bukaan ketiga ( $q_3$ ) kecepatan aliran adalah 0,3385 m/dtk dan pada kemiringan selanjutnya yaitu pada kemiringan kedua ( $I_2$ ) 0,011 kecepatan menjadi 0,9780 m/dtk, kemudian pada kemiringan ketiga ( $I_3$ ) 0,020 kecepatan menjadi 1,3413, lalu pada kemiringan ke ( $I_4$ ) 0,029 kecepatan menjadi 1,6211 begitupun pada kemiringan

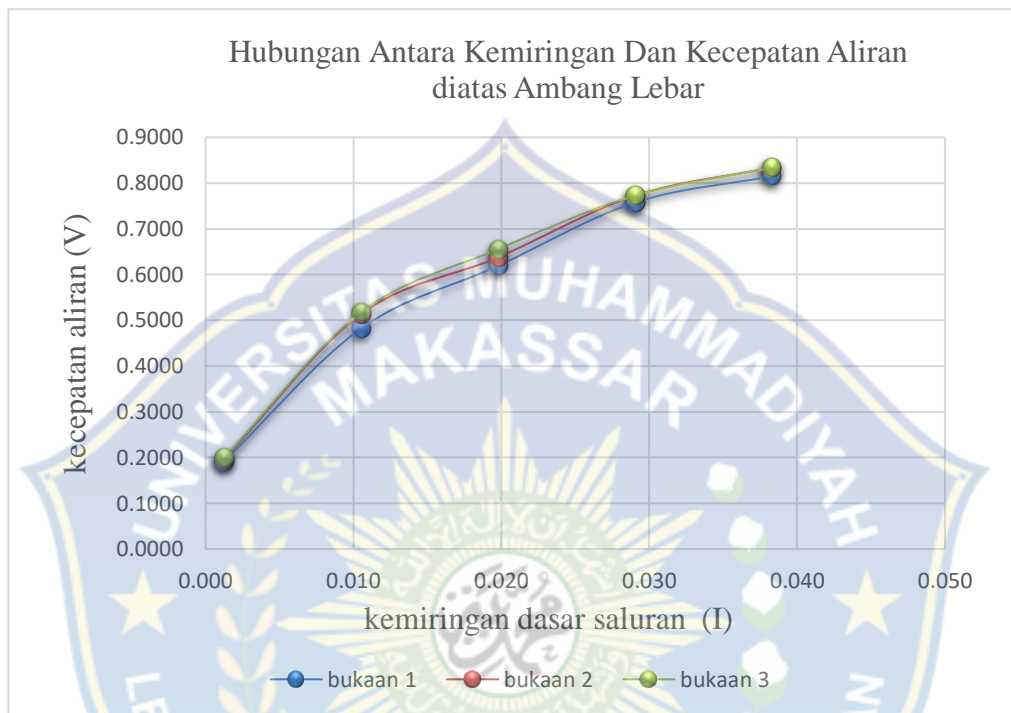
kemiringan selanjutnya hal yang sama juga terjadi dimana terus terjadi peningkatan kecepatan disetiap kemiringan dasar saluran.

## 2) Perhitungan Kecepatan Aliran Di atas Ambang Lebar

Tabel 9. Tabel Perhitungan Kecepatan Aliran Di atas Ambang Lebar

Q (m <sup>3</sup> /dtk)	I	b (m)	yc (m)	P (m)	n	A (m <sup>2</sup> )	R (m)	vc (m/dtk)
Q1 (0.000399)	0.001	0.075	0.019	0.113	0.010	0.0014	0.0126	0.1915
	0.011	0.075	0.014	0.103	0.010	0.0011	0.0102	0.4818
	0.020	0.075	0.013	0.100	0.010	0.0009	0.0094	0.6248
	0.029	0.075	0.012	0.100	0.010	0.0009	0.0092	0.7495
	0.038	0.075	0.011	0.097	0.010	0.0008	0.0085	0.8149
Q2 (0.000430)	0.001	0.075	0.020	0.115	0.010	0.0015	0.0130	0.1959
	0.011	0.075	0.016	0.107	0.010	0.0012	0.0112	0.5134
	0.020	0.075	0.013	0.101	0.010	0.0010	0.0097	0.6371
	0.029	0.075	0.013	0.101	0.010	0.0010	0.0097	0.7721
	0.038	0.075	0.012	0.098	0.010	0.0009	0.0088	0.8337
Q3 (0.000464)	0.001	0.075	0.021	0.117	0.010	0.0016	0.0135	0.2001
	0.011	0.075	0.016	0.108	0.010	0.0012	0.0113	0.5171
	0.020	0.075	0.014	0.103	0.010	0.0010	0.0101	0.6550
	0.029	0.075	0.013	0.101	0.010	0.0010	0.0097	0.7721
	0.038	0.075	0.012	0.098	0.010	0.0009	0.0088	0.8337

Dari tabel diatas kemudian selanjutnya dibuat grafik pengaruh kemiringan dasar saluran pada kecepatan aliran yang mengalir setelah ambang lebar.



Gambar 20 . Gambar grafik hubungan antara kemiringan kecepatan aliran diatas ambang lebar

Dari gambar grafik di atas,dapat dilihat bahwa pada bukaan pertama ( $q_1$ ) kemiringan dasar saluran mempengaruhi kecepatan aliran dimana pada kemiringan pertama ( $I_1$ ) 0,001 kecepatan aliran adalah 0.1915 m/dtk, lalu pada kemiringan selanjutnya di kemiringan kedua ( $I_2$ ) 0,011 kecepatan aliran menjadi 0,4818 m/dtk dari dua kemiringan tersebut terlihat adanya peningkatan kecepatan yang terjadi karena adanya perubahan kemiringan dasar saluran.Begitupun dengan kemiringan kemiringan selanjutnya pada bukaan 1 ( $q_1$ )terus terjadi peningkatan kecepatan baik di kemiringan ketiga

(I<sub>3</sub>) 0,020 ,kemiringan keempat (I<sub>4</sub>) 0,029 dan kemiringan kelima (I<sub>5</sub>) yang mana pada kemiringan kelima (I<sub>5</sub>) 0,038 kecepatan aliran menjadi 0,8149 m/dtk.jadi dari kemiringan pertama ke kemiringan kelima terjadi peningkatan kecepatan pada setiap kemiringan saluran.

Kemudian pada bukaan kedua (q<sub>2</sub>) ,hal yang sama terjadi seperti pada bukaan pertama (q<sub>1</sub>), dimana pada setiap kemiringan dasar saluran juga terus mengalami peningkatan kecepatan aliran (v) ,hal ini terlihat pada kemiringan pertama (I<sub>1</sub>) 0,001 pada bukaan kedua (q<sub>2</sub>) kecepatan aliran adalah 0,1959 m/dtk dan pada kemiringan selanjutnya yaitu pada kemiringan kedua (I<sub>2</sub>) 0,011 kecepatan menjadi 0,5134 m/dtk, begitupun pada kemiringan kemiringan selanjutnya hal yang sama juga terjadi dimana terus terjadi peningkatan pada setiap kemiringan dasar saluran.

Pada bukaan ketiga (q<sub>3</sub>), hal yang sama terjadi seperti pada bukaan bukaan sebelumnya , dimana pada setiap kemiringan dasar saluran juga terus mengalami peningkatan kecepatan aliran (v), hal ini terlihat pada kemiringan pertama (I<sub>1</sub>) 0,001 pada bukaan ketiga (q<sub>3</sub>) kecepatan aliran adalah 0,2001 m/dtk dan pada kemiringan selanjutnya yaitu pada kemiringan kedua (I<sub>2</sub>) 0,011 kecepatan menjadi 0,5171 m/dtk, begitupun pada kemiringan kemiringan selanjutnya hal yang sama juga terjadi dimana terus terjadi peningkatan kecepatan pada setiap kemiringan dasar saluran.

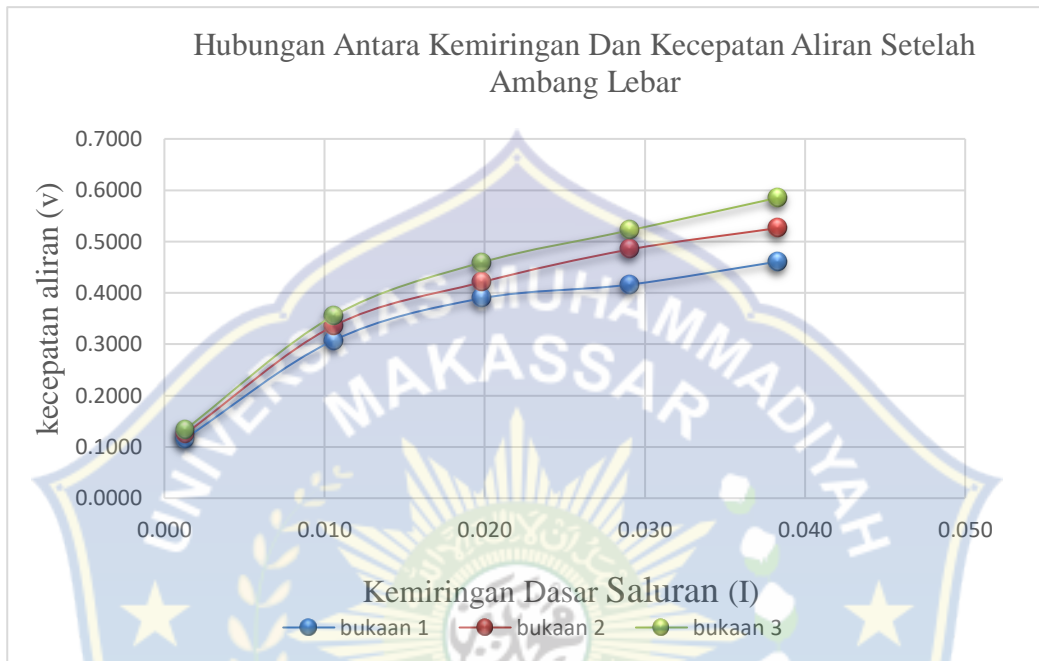


3). Perhitungan kecepatan aliran setelah ambang lebar

Tabel 10. Tabel perhitungan kecepatan aliran setelah ambang lebar

Q (m <sup>3</sup> /dtk)	I	b (m)	y <sub>l</sub> (m)	P (m)	n	A (m <sup>2</sup> )	R (m)	v <sub>l</sub> (m/dtk)
Q1 (0.000399)	0.001	0.075	0.007	0.089	0.010	0.0005	0.0059	0.1154
	0.011	0.075	0.006	0.087	0.010	0.0005	0.0052	0.3065
	0.020	0.075	0.005	0.086	0.010	0.0004	0.0046	0.3890
	0.029	0.075	0.004	0.084	0.010	0.0003	0.0038	0.4160
	0.038	0.075	0.004	0.083	0.010	0.0003	0.0036	0.4606
Q2 (0.000430)	0.001	0.075	0.008	0.091	0.010	0.0006	0.0066	0.1243
	0.011	0.075	0.007	0.089	0.010	0.0005	0.0059	0.3345
	0.020	0.075	0.006	0.087	0.010	0.0005	0.0052	0.4203
	0.029	0.075	0.006	0.086	0.010	0.0004	0.0048	0.4843
	0.038	0.075	0.005	0.085	0.010	0.0004	0.0044	0.5261
Q3 (0.000464)	0.001	0.075	0.009	0.093	0.010	0.0007	0.0073	0.1325
	0.011	0.075	0.008	0.091	0.010	0.0006	0.0064	0.3541
	0.020	0.075	0.007	0.089	0.010	0.0005	0.0059	0.4588
	0.029	0.075	0.006	0.088	0.010	0.0005	0.0054	0.5214
	0.038	0.075	0.006	0.087	0.010	0.0005	0.0052	0.5849

Dari tabel diatas kemudian selanjutnya dibuat grafik hubungan kemiringan dasar saluran pada kecepatan aliran yang mengalir setelah ambang lebar.



Gambar 21. Gambar grafik hubungan antara kemiringan dasar saluran dengan kecepatan aliran setelah ambang lebar

Dari gambar grafik di bahwa pada bukaan debit pertama ( $q_1$ ) kemiringan dasar saluran mempengaruhi kecepatan aliran dimana pada kemiringan pertama ( $I_1$ ) 0,001 kecepatan aliran adalah 0.1154 m/dtk, lalu pada kemiringan selanjutnya di kemiringan kedua ( $I_2$ ) 0,011 kecepatan aliran menjadi 0,3065 m/dtk dari dua kemiringan tersebut terlihat adanya peningkatan kecepatan yang terjadi karena adanya perubahan kemiringan dasar saluran. begitupun dengan kemiringan kemiringan selanjutnya pada bukaan 1 ( $q_1$ ) terus terjadi peningkatan kecepatan baik di kemiringan ketiga ( $I_3$ ) 0,020 ,kemiringan keempat ( $I_4$ ) 0,029 dan kemiringan kelima ( $I_5$ ) yang

mana pada kemiringan kelima ( $I_5$ ) 0,038 kecepatan aliran menjadi 0,4606 m/dtk. Jadi dari kemiringan pertama ke kemiringan kelima terjadi peningkatan kecepatan disetiap kemiringan saluran.

Kemudian pada bukaan kedua ( $q_2$ ), hal yang sama terjadi seperti pada bukaan pertama ( $q_1$ ), dimana pada setiap kemiringan dasar saluran juga terus mengalami peningkatan kecepatan aliran ( $v$ ), hal ini terlihat pada kemiringan pertama ( $I_1$ ) 0,001 pada bukaan kedua ( $q_2$ ) kecepatan aliran adalah 0,1243 m/dtk dan pada kemiringan selanjutnya yaitu pada kemiringan kedua ( $I_2$ ) 0,011 kecepatan menjadi 0,3345 m/dtk, begitupun pada kemiringan kemiringan selanjutnya hal yang sama juga terjadi dimana terus terjadi peningkatan disetiap kemiringan dasar saluran.

Pada bukaan ketiga ( $q_3$ ), hal yang sama terjadi seperti pada bukaan bukaan sebelumnya, dimana pada setiap kemiringan dasar saluran juga terus mengalami peningkatan kecepatan aliran ( $v$ ), hal ini terlihat pada kemiringan pertama ( $I_1$ ) 0,001 pada bukaan ketiga ( $q_3$ ) kecepatan aliran adalah 0,1325 m/dtk dan pada kemiringan selanjutnya yaitu pada kemiringan kedua ( $I_2$ ) 0,011 kecepatan menjadi 0,3541 m/dtk, kemudian pada kemiringan ketiga ( $I_3$ ) 0,020 kecepatan menjadi 0,4588, lalu pada kemiringan ke ( $I_4$ ) 0,029 kecepatan menjadi 0,5214, begitupun pada kemiringan kemiringan selanjutnya hal yang sama juga terjadi dimana terus terjadi peningkatan kecepatan disetiap kemiringan dasar saluran.

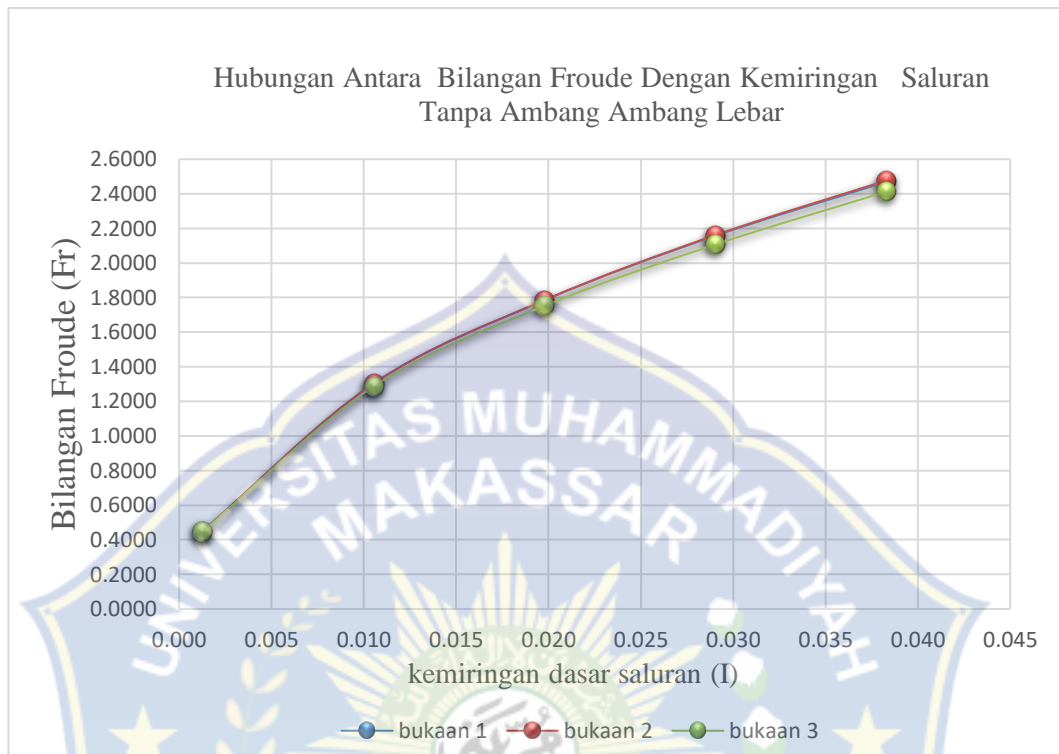
### 3. Karakteristik Aliran pada saluran

#### a. Saluran Tanpa Menggunakan Ambang Lebar

Tabel 11. Tabel perhitungan bilangan froude pada saluran tanpa ambang lebar

Q (m <sup>3</sup> /dtk)	I	v (m <sup>2</sup> /dtk)	h (m)	g (m/dtk <sup>2</sup> )	fr	Jenis aliran
<b>1</b>	0.001	0.1603	0.013	9.81	0.4489	Sub kritis
	0.011	0.4463	0.012	9.81	0.8700	Sub kritis
	0.02	0.5856	0.011	9.81	1.7825	Super kritis
	0.029	0.6752	0.01	9.81	2.1557	Super kritis
	0.038	0.7332	0.009	9.81	2.4674	Super kritis
<b>2</b>	0.001	0.1662	0.014	9.81	0.4485	Sub kritis
	0.011	0.4646	0.013	9.81	0.8834	Sub kritis
	0.02	0.6121	0.012	9.81	1.7841	Super kritis
	0.029	0.7096	0.011	9.81	2.1600	Super kritis
	0.038	0.7754	0.01	9.81	2.4757	Super kritis
<b>3</b>	0.001	0.1718	0.015	9.81	0.4479	Sub kritis
	0.011	0.4818	0.014	9.81	0.9201	Sub kritis
	0.02	0.6371	0.013	9.81	1.7842	Super kritis
	0.029	0.7418	0.012	9.81	2.1619	Super kritis
	0.038	0.8149	0.011	9.81	2.4807	Super kritis

Dari tabel diatas kemudian dibuat grafik



Gambar 22. Gambar grafik hubungan antara bilangan froude dengan kemiringan dasar saluran tanpa ambang lebar

Pada debit pertama (  $Q_1$  ) 0,000399 bilangan froude dari kemiringan pertama (I1) 0,001 adalah 0,4489 ,dan merupakan aliran sub kritis lalu mengalami peningkatan bilangan froude pada kemiringan kedua (I2) 0,011 menjadi 0,8700 , setelah itu bilangan froude kembali mengalami peningkatan pada kemiringan ketiga (I3) 0,020 adalah 1,7825 sehingga jenis airan menjadi super kritis kemudian pada kemiringan ke empat (I4) 0,029 kembali mengalami peningkatan bilangan froude yaitu 2,1557 lalu bilangan froude pada kemiringan kelima (I5) 0,038 adalah 2,4674 sehingga terlihat bahwa

terus terjadi peningkatan bilangan froude dari kemiringan (I1) 0,001 hingga kemiringan kelima (I5) 0,038.

Dari grafik diatas pada debit pertama ( Q1 ) 0,000399 juga dapat memperhatikan bahwa bilangan froude terendah berada pada kemiringan pertama (I1) 0,001 dimana bilangan froudenya adalah 0,4489 dan bilangan froude tertinggi berada pada kemiringan kelima (I5) 0,038 adalah 2,1557

Pada debit kedua ( Q2 ) 0,000430 bilangan froude dari kemiringan pertama (I1) 0,001 adalah 0,4485, dan merupakan aliran sub kritis lalu mengalami peningkatan bilangan froude pada kemiringan kedua (I2) 0,011 menjadi 0,8834, setelah itu bilangan froude kembali mengalami peningkatan pada kemiringan ketiga (I3) 0,020 adalah 1,7841 sehingga jenis aliran berubah menjadi aliran super kritis. Kemudian pada kemiringan ke empat (I4) 0,029 kembali mengalami peningkatan bilangan froude yaitu 2,1600 lalu bilangan froude pada kemiringan kelima (I5) 0,038 adalah 2,4757 sehingga terlihat bahwa terus terjadi peningkatan bilangan froude dari kemiringan (I1) 0,001 pertama hingga kemiringan kelima (I5) 0,038.

Pada debit kedua (Q2) 0,000430 dapat diperhatikan bahwa bilangan froude terendah berada pada kemiringan pertama (I1) 0,001 yaitu 0,4485 dan bilangan froude tertinggi berada pada kemiringan kelima (I5) 0,038 yaitu 2,4757.

Pada debit ketiga ( Q3 ) 0.000464 bilangan froude dari kemiringan pertama(I1) 0,001 yaitu 0,4479 ,dan merupakan aliran sub kritis lalu mengalami peningkatan bilangan froude pada kemiringan kedua (I2) 0,011 menjadi 0,9201, Setelah itu bilangan froude kembali mengalami peningkatan pada kemiringan ketiga (I3) 0,020 yaitu 1,7842 sehingga jenis aliran berubah menjadi aliran super kritis, begitupun pada kemiringan kemiringan selanjutnya terjadi peningkatan bilangan froude dari kemiringan pertama (I1) 0,001 hingga kemiringan kelima (I5) 0,038.

Dari ketiga debit diatas yaitu debit pertama (Q1) 0.000399, debit kedua (Q2) 0.000430, debit ketiga (Q3) 0.000464 terlihat bahwa bilangan froude terendah berada pada kemiringan pertama (I1) 0,001 dan bilangan froude tertinggi berada pada kemiringan kelima (I5) 0,038. dengan meningkatnya bilangan froude maka jenis aliranyapun berubah dari kemiringan (I1) 0,001 yaitu sub kritis menjadi super kritis pada kemiringan (I3) 0,02, hal tersebut terjadi pada debit pertama (Q1) 0,000399, debit kedua (Q2) 0,000430, dan debit ketiga (Q3) 0,000464.

#### b. Saluran Dengan Menggunakan Ambang Lebar

Untuk mengetahui jenis dari perilaku aliran yang terjadi dalam proses pengaliran di hulu dan hilir ambang lebar dalam saluran dapat dijabarkan berdasarkan bilangan froude (Fr) .

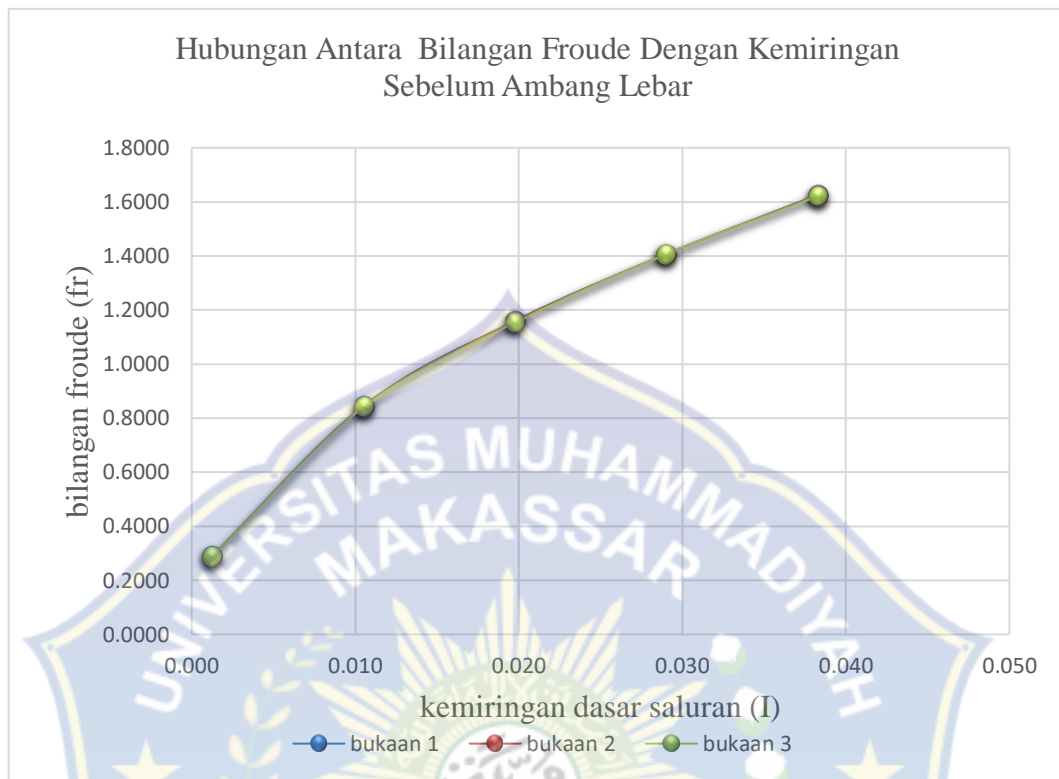
1) Perhitungan Bilangan Froude Kecepatan Aliran Yang Berada Sebelum Ambang Lebar Pada Saluran.

Tabel 12. Tabel perhitungan bilangan froude sebelum ambang lebar

Q (m <sup>3</sup> /dt)	I	v <sub>0</sub> (m/dt)	y <sub>0</sub> (m)	g (m/dtk <sup>2</sup> )	fr (y <sub>0</sub> )	Jenis aliran
Q1 (0.000399)	0.001	0.3375	0.138	9.81	0.2900	sub kritis
	0.011	0.9760	0.136	9.81	0.8450	sub kritis
	0.020	1.3382	0.136	9.81	1.1596	super kritis
	0.029	1.6211	0.136	9.81	1.4061	super kritis
	0.038	1.8568	0.133	9.81	1.6255	super kritis
Q2 (0.000430)	0.001	0.3378	0.139	9.81	0.2893	sub kritis
	0.011	0.9770	0.137	9.81	0.8428	sub kritis
	0.020	1.3392	0.137	9.81	1.1573	super kritis
	0.029	1.6211	0.136	9.81	1.4061	super kritis
	0.038	1.8578	0.134	9.81	1.6234	super kritis
Q3 (0.000464)	0.001	0.3385	0.141	9.81	0.2878	sub kritis
	0.011	0.9780	0.138	9.81	0.8406	sub kritis
	0.020	1.3413	0.138	9.81	1.1528	super kritis
	0.029	1.6211	0.136	9.81	1.4061	super kritis
	0.038	1.8557	0.133	9.81	1.6277	super kritis



dari tabel diatas kemudian dibuat grafik sebagai berikut



Gambar 22. Gambar grafik hubungan antara bilangan froude dengan kemiringan dasar saluran sebelum ambang lebar

Dari gambar 22 grafik dan tabel di atas menunjukkan bahwa pada debit pertama ( $Q_1$ ) 0,000399 bilangan froude dari kemiringan pertama ( $I_1$ ) 0,001 adalah 0,2900 ,dan merupakan aliran sub kritis lalu mengalami peningkatan bilangan froude pada kemiringan kedua ( $I_2$ ) 0,011 menjadi 0,8450 , setelah itu bilangan froude kembali mengalami peningkatan pada kemiringan ketiga ( $I_3$ ) 0,020 yaitu 1,1596 yang menyebabkan aliran kemudian berubah menjadi super kritis. kemudian pada kemiringan ke empat ( $I_4$ ) 0,029 kembali mengalami peningkatan bilangan froude yaitu 1,4061 dan bilangan froude pada kemiringan kelima ( $I_5$ ) 0,038 adalah 1,6255 sehingga

terlihat bahwa terus terjadi peningkatan bilangan froude dari kemiringan (I1) 0,001 hingga kemiringan kelima (I5) 0,038.

Dari grafik di atas pada debit pertama ( Q1 ) 0.000399 juga dapat memperhatikan bahwa bilangan froude terendah berada pada kemiringan pertama (I1) 0,001 dimana bilangan froudenya adalah 0,8450 dan bilangan froude tertinggi berada pada kemiringan kelima (I5) 0,038 adalah 1,6255.

Pada debit kedua ( Q2 ) 0.000430 bilangan froude dari kemiringan pertama (I1) 0,001 adalah 0,2893 ,dan merupakan aliran sub kritis lalu mengalami peningkatan bilangan froude pada kemiringan kedua (I2) 0,011 menjadi 0,8428, setelah itu bilangan froude kembali mengalami peningkatan pada kemiringan ketiga (I3) 0,020 adalah 1,1573 sehingga jenis aliran berubah menjadi aliran super kritis, kemudian pada kemiringan ke empat (I4) 0,029 kembali mengalami peningkatan bilangan froude yaitu 1,4061 dan bilangan froude pada kemiringan kelima (I5) 0,038 adalah 1,6234 sehingga terlihat bahwa terus terjadi peningkatan bilangan froude dari kemiringan (I1) 0,001 pertama hingga kemiringan kelima (I5) 0,038.

Dari grafik di atas pada debit kedua ( Q2 ) 0.000430 dapat diperhatikan bahwa bilangan froude terendah berada pada kemiringan pertama (I1) 0,001 yaitu 0,4423 dan bilangan froude tertinggi berada pada kemiringan kelima (I5) 0,038 yaitu 2,4821

Pada debit kedua ( Q3 ) 0.000464 bilangan froude dari kemiringan pertama (I1) 0,001 yaitu 0.2878,dan merupakan aliran sub kritis lalu mengalami peningkatan bilangan froude pada kemiringan kedua (I2) 0,011 menjadi 0.8406, setelah itu bilangan froude kembali mengalami peningkatan pada kemiringan ketiga (I3) 0,020 yaitu 1.1528 sehingga jenis aliran berubah menjadi aliran super kritis kemudian pada kemiringan ke empat (I4) 0,029 kembali mengalami peningkatan bilangan froude yaitu 1.4061 dan bilangan froude pada kemiringan kelima (I5) 0,038 yaitu 1.6277 sehingga terlihat bahwa terus terjadi peningkatan bilangan froude dari kemiringan pertama (I1) 0,001 hingga kemiringan kelima (I5) 0,038.

Dari grafik diatas pada debit ketiga ( Q3 ) 0.000464 dapat diperhatikan bahwa bilangan froude terendah berada pada kemiringan pertama (I1) 0,001 yaitu 0.2878 dan jumlah bilangan froude tertinggi pada kemiringan kelima (I5) 0,038 yaitu 1.6277

Dari ketiga debit di atas yaitu debit pertama (Q1) 0.000399, debit kedua (Q2) 0.000430 debit ketiga (Q3) 0.000464 terlihat bahwa bilangan froude terendah berada pada kemiringan pertama (I1) 0,001 dan bilangan froude tertinggi berada pada kemiringan kelima (I5) 0,038. dengan meningkatnya bilangan froude maka jenis aliranyapun berubah dari kemiringan (I1) 0,001 yaitu sub kritis menjadi super kritis pada kemiringan

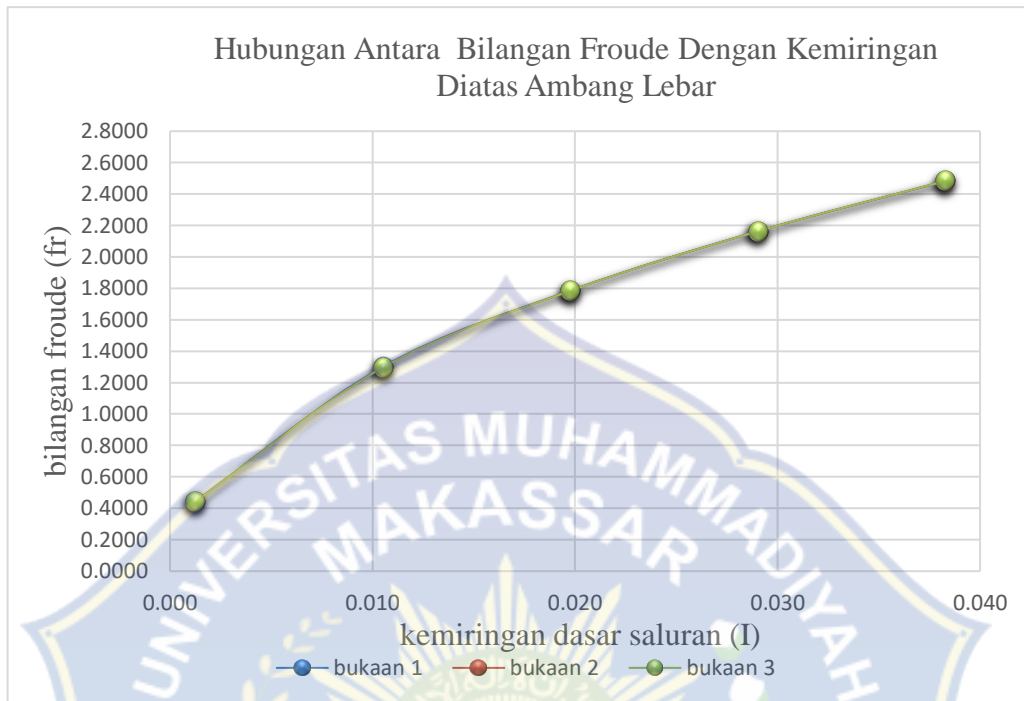
(I3) 0,029 , hal tersebut terjadi pada debit pertama (Q1) 0.000399, debit kedua (Q2) ) 0.000430, dan debit ketiga (Q3) 0.000464.

2) Bilangan Froude Pada Kecepatan Aliran Yang Berada di Atas Ambang Lebar Pada Saluran

Tabel 13. Tabel perhitungan bilangan froude diatas ambang lebar

Q (m <sup>3</sup> /dtk)	I	vc (m/dtk)	yc (m)	g (m/dtk <sup>2</sup> )	fr (yc)	Jenis aliran
Q1 (0.000399)	0.001	0.1915	0.019	9.81	0.4437	sub kritis
	0.011	0.4818	0.014	9.81	0.8520	sub kritis
	0.020	0.6248	0.013	9.81	1.7843	super kritis
	0.029	0.7495	0.012	9.81	2.1621	super kritis
	0.038	0.8149	0.011	9.81	2.4807	super kritis
Q2 (0.000430)	0.001	0.1959	0.020	9.81	0.4423	sub kritis
	0.011	0.5134	0.016	9.81	0.8600	sub kritis
	0.020	0.6371	0.013	9.81	1.7842	super kritis
	0.029	0.7721	0.013	9.81	2.1620	super kritis
	0.038	0.8337	0.012	9.81	2.4821	super kritis
Q3 (0.000464)	0.001	0.2001	0.021	9.81	0.4408	sub kritis
	0.011	0.5171	0.016	9.81	0.8750	sub kritis
	0.020	0.6550	0.014	9.81	1.7833	super kritis
	0.029	0.7721	0.013	9.81	2.1620	super kritis
	0.038	0.8337	0.012	9.81	2.4821	super kritis

Dari tabel di atas kemudian dibuat grafik dibawah ini



Gambar 23. Gambar grafik hubungan antara kemiringan dengan jumlah bilangan froude di atas ambang lebar

Dari gambar 23 grafik dan tabel 9 diatas memperlihatkan bahwa pada debit pertama (  $Q_1$  ) 0,000399 bilangan froude dari kemiringan pertama ( $I_1$ ) 0,001 adalah 0,4437 ,dan merupakan aliran sub kritis lalu mengalami peningkatan bilangan froude pada kemiringan kedua ( $I_2$ ) 0,011 menjadi 0,8520 , setelah itu bilangan froude kembali mengalami peningkatan pada kemiringan ketiga ( $I_3$ ) 0,020 adalah 1,7843 sehingga aliran berubah menjadi super kritis, pada kemiringan ke empat ( $I_4$ ) 0,029 kembali mengalami peningkatan bilangan froude yaitu 2,1621 lalu bilangan froude pada kemiringan kelima ( $I_5$ ) 0,038 adalah 2,4807 sehingga terlihat bahwa terus

terjadi peningkatan bilangan froude dari kemiringan (I1) 0,001 hingga kemiringan kelima (I5) 0,038.

Dari grafik di atas pada debit pertama ( Q1 ) 0,000399 juga dapat memperhatikan bahwa bilangan froude terendah berada pada kemiringan pertama (I1) 0,001 dimana bilangan froudenya adalah 0,4437 dan bilangan froude tertinggi berada pada kemiringan kelima (I5) 0,038 adalah 2,4807

Pada debit kedua ( Q2 ) 0,000430 bilangan froude dari kemiringan pertama (I1) 0,001 adalah 0,4423 ,dan merupakan aliran sub kritis lalu mengalami peningkatan bilangan froude pada kemiringan kedua (I2) 0,011 menjadi 0,8600, setelah itu bilangan froude kembali mengalami peningkatan pada kemiringan ketiga (I3) 0,020 adalah 1,7842 sehingga jenis aliran berubah menjadi super kritis, kemudian pada kemiringan ke empat (I4) 0,029 kembali mengalami peningkatan bilangan froude yaitu 2,1620 lalu bilangan froude pada kemiringan kelima (I5) 0,038 adalah 2,4821 sehingga terlihat bahwa terus terjadi peningkatan bilangan froude dari kemiringan (I1) 0,001 pertama hingga kemiringan kelima (I5) 0,038. Pada debit kedua (Q2) 0,000430 dapat diperhatikan bahwa bilangan froude terendah berada pada kemiringan pertama (I1) 0,001 yaitu 0,4423 dan bilangan froude tertinggi berada pada kemiringan kelima (I5) 0,038 yaitu 2,4821.

Pada debit kedua (  $Q_3$  ) 0.000464 bilangan froude dari kemiringan pertama (I1) 0,001 yaitu 0,4408 yang merupakan aliran sub kritis lalu mengalami peningkatan bilangan froude pada kemiringan kedua (I2) 0,011 menjadi 0,8750 sehingga jenis aliran berubah menjadi aliran super kritis , setelah itu bilangan froude kembali mengalami peningkatan pada kemiringan ketiga (I3) 0,020 yaitu 1,7833 sehingga jenis aliran berubah menjadi super kritis, kemudian pada kemiringan ke empat (I4) 0,029 kembali mengalami peningkatan bilangan froude yaitu 2,1620 lalu bilangan froude pada kemiringan kelima (I5) 0,038 yaitu 2,4821 sehingga terlihat bahwa terus terjadi peningkatan bilangan froude dari kemiringan pertama (I1) 0,001 hingga kemiringan kelima (I5) 0,038.

Dari grafik di atas pada debit ketiga (  $Q_3$  ) 0.000464 dapat diperhatikan bahwa bilangan froude terendah berada pada kemiringan pertama (I1) 0,001 yaitu 0,4408 dan jumlah bilangan froude tertinggi pada kemiringan kelima (I5) 0,038 yaitu 2,4821

Dari ketiga debit diatas yaitu debit pertama (Q1) 0.000399, debit kedua (Q2) 0.000430, debit ketiga (Q3) 0.000464 terlihat bahwa bilangan froude terendah berada pada kemiringan pertama (I1) 0,001 dan bilangan froude tertinggi berada pada kemiringan kelima (I5) 0,038. Dengan meningkatnya bilangan froude maka jenis aliranyapun berubah dari pada kemiringan 0,001 yaitu sub kritis menjadi super kritis pada kemiringan 0,038.

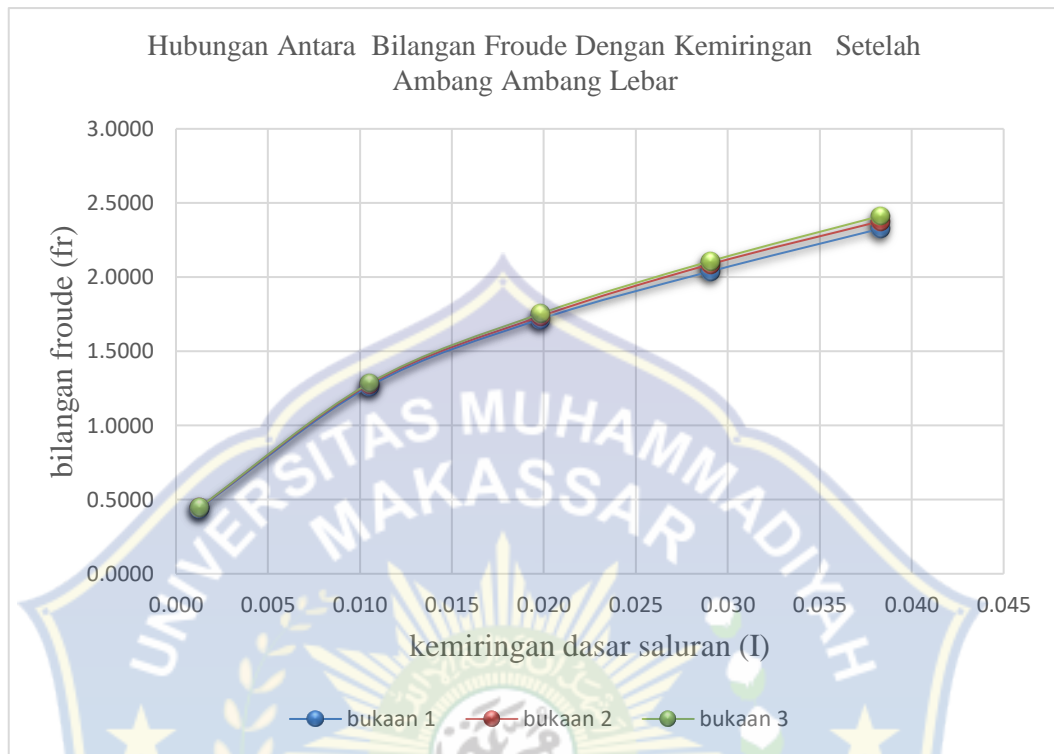
3) Bilangan Froude Pada Kecepatan Aliran Yang Berada Setelah Ambang Lebar Pada Saluran

Tabel 14. Tabel perhitungan bilangan froude pada kecepatan aliran setelah ambang lebar.

Q ( $m^3/detik$ )	I	v1 (m/det)	y1 (m)	g (m/dtk <sup>2</sup> )	fr (y1)	Jenis aliran
Q1 (0.000399)	0.001	0.1154	0.007	9.81	0.4405	sub kritis
	0.011	0.3065	0.006	9.81	1.2632	super kritis
	0.020	0.3890	0.005	9.81	1.7141	super kritis
	0.029	0.4160	0.004	9.81	2.0371	super kritis
	0.038	0.4606	0.004	9.81	2.3253	super kritis
Q2 (0.000430)	0.001	0.1243	0.008	9.81	0.4438	sub kritis
	0.011	0.3345	0.007	9.81	1.2766	super kritis
	0.020	0.4203	0.006	9.81	1.7325	super kritis
	0.029	0.4843	0.006	9.81	2.0851	super kritis
	0.038	0.5261	0.005	9.81	2.3754	super kritis
Q3 (0.000464)	0.001	0.1325	0.009	9.81	0.4460	sub kritis
	0.011	0.3541	0.008	9.81	1.2841	super kritis
	0.020	0.4588	0.007	9.81	1.7508	super kritis
	0.029	0.5214	0.006	9.81	2.1056	super kritis
	0.038	0.5849	0.006	9.81	2.4110	super kritis



Dari tabel di atas kemudian dibuat grafik dibawah ini



Gambar 24 . Gambar grafik hubungan antara kemiringan kecepatan aliran setelah ambang lebar

Dari gambar 22 grafik dan tabel di atas memperlihatkan bahwa pada debit pertama (  $Q_1$  ) 0,000399 bilangan froude dari kemiringan pertama ( $I_1$ ) 0,001 adalah 0,4405 ,dan merupakan aliran sub kritis lalu mengalami peningkatan bilangan froude pada kemiringan kedua ( $I_2$ ) 0,011 menjadi 1,2632 sehingga jenis aliran berubah menjadi aliran super kritis, setelah itu bilangan froude kembali mengalami peningkatan pada kemiringan ketiga ( $I_3$ ) 0,020 adalah 1,7141 kemudian pada kemiringan ke empat ( $I_4$ ) 0,029 kembali mengalami peningkatan bilangan froude yaitu 2,0371 dan bilangan froude pada kemiringan kelima ( $I_5$ ) 0,038 adalah 2,3253 sehingga terlihat

bahwa terus terjadi peningkatan bilangan froude dari kemiringan (I1) 0,001 hingga kemiringan kelima (I5) 0,038.

Dari grafik diatas pada debit pertama ( Q1 ) 0,000399 dapat diperhatikan bahwa bilangan froude terendah berada pada kemiringan pertama (I1) 0,001 dimana bilangan froudenya adalah 0,4405 dan bilangan froude tertinggi berada pada kemiringan kelima (I5) 0,038 adalah 2,3253

Pada debit kedua ( Q2 ) 0,000430 bilangan froude dari kemiringan pertama (I1) 0,001 adalah 0,4438 m/dtk, dan merupakan aliran sub kritis lalu mengalami peningkatan bilangan froude pada kemiringan kedua (I2) 0,011 menjadi 1,2766 sehingga jenis aliran berubah menjadi aliran super kritis , setelah itu bilangan froude kembali mengalami peningkatan pada kemiringan ketiga (I3) 0,020 adalah 1,7325 kemudian pada kemiringan ke empat (I4) 0,029 kembali mengalami peningkatan bilangan froude yaitu 2,0851 dan bilangan froude pada kemiringan kelima (I5) 0,038 adalah 2,3754 sehingga terlihat bahwa terus terjadi peningkatan bilangan froude dari kemiringan (I1) 0,001 pertama hingga kemiringan kelima (I5) 0,038.

Dari grafik diatas pada debit kedua ( Q2 ) 0,000430 dapat diperhatikan bahwa bilangan froude terendah berada pada kemiringan pertama (I1) 0,001 yaitu 0,4438 dan bilangan froude tertinggi berada pada kemiringan kelima (I5) 0,038 yaitu 2,3754.

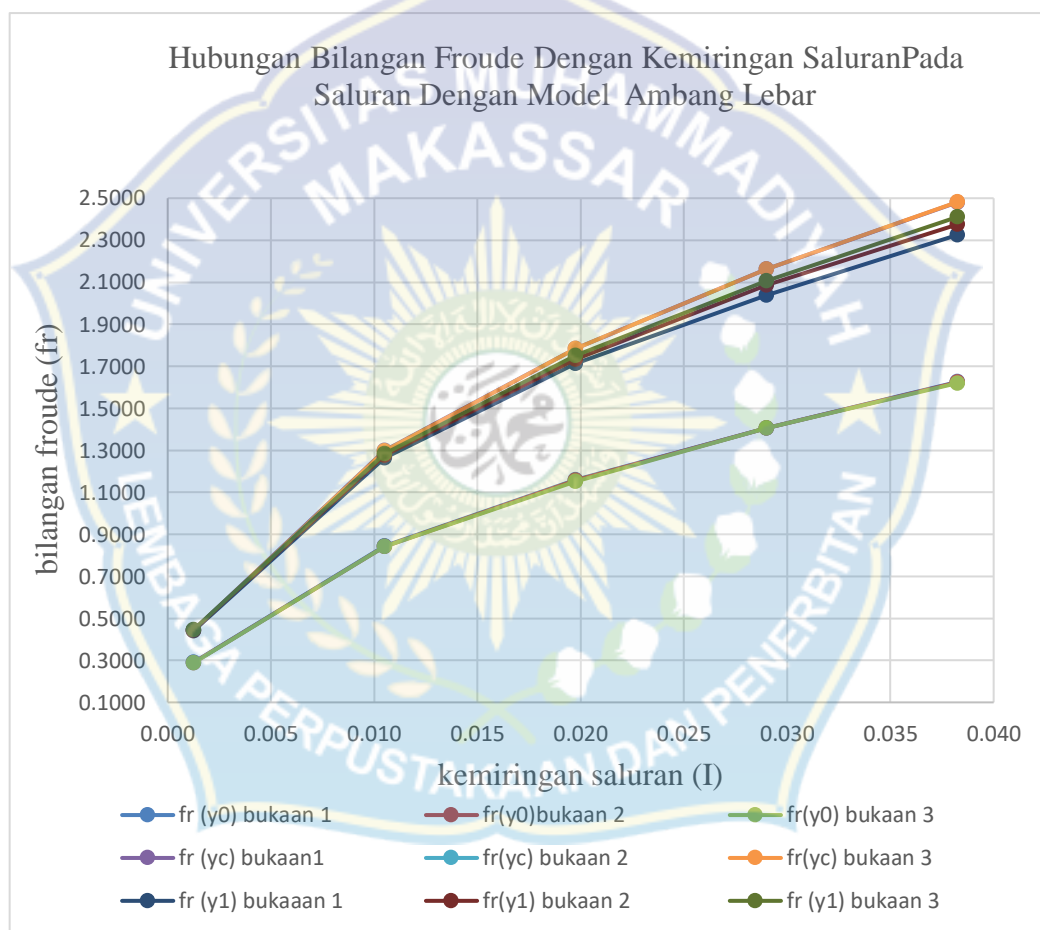
Pada debit ketiga ( Q3 ) 0,000464 bilangan froude dari kemiringan pertama (I1) 0,001 yaitu 0,4460 ,dan merupakan aliran sub kritis lalu mengalami peningkatan bilangan froude pada kemiringan kedua (I2) 0,011 menjadi 1,2841 sehingga jenis aliran berubah menjadi aliran super kritis , setelah itu bilangan froude kembali mengalami peningkatan pada kemiringan ketiga (I3) 0,020 yaitu 1,7508 kemudian pada kemiringan ke empat (I4) 0,029 kembali mengalami peningkatan bilangan froude yaitu 2,1056 dan bilangan froude pada kemiringan kelima (I5) 0,038 yaitu 2,4110 sehingga terlihat bahwa terus terjadi peningkatan bilangan froude dari kemiringan pertama (I1) 0,001 hingga kemiringan kelima (I5) 0,038.

Dari grafik di atas pada debit ketiga ( Q3 ) 0,000464 dapat diperhatikan bahwa bilangan froude terendah berada pada kemiringan pertama (I1) 0,001 yaitu 0,4460 dan jumlah bilangan froude tertinggi pada kemiringan kelima (I5) 0,038 yaitu 2,4110

Dari ketiga debit di atas yaitu debit pertama (Q1) 0,000399, debit kedua (Q2) 0,000430, debit ketiga (Q3) 0,000464 terlihat bahwa bilangan froude terendah berada pada kemiringan pertama (I1) 0,001 dan bilangan froude tertinggi berada pada kemiringan kelima (I5) 0,038. dengan meningkatnya bilangan froude maka jenis aliranyapun berubah dari kemiringan (I1) 0,001 yaitu sub kritis menjadi super kritis pada kemiringan (I2) 0,011 , hal tersebut

terjadi pada debit pertama (Q1) 0,000399, debit kedua (Q2) 0,000430, dan debit ketiga (Q3) 0,000464.

Adapun grafik keseluruhan dari hubungan kemiringan saluran dengan besar bilangan froude pada saluran dengan model ambang lebar disajikan pada grafik berikut.



Gambar 25. Gambar grafik keseluruhan hubungan antara kemiringan saluran dengan bilangan froude aliran pada saluran dengan model ambang lebar

## **B. Pembahasan**

### **1. Pengaruh Kemiringan Saluran Terhadap Kecepatan Aliran**

Dari hasil pengamatan dengan menggunakan desain alat *open chanel* (*flume test*) dengan model ambang lebar di laboratorium, pada titik pengamatan aliran sebelum ambang lebar pada kemiringan pertama ( $I_1$ ) kecepatan aliran adalah 0.3375 m/dtk, lalu pada kemiringan selanjutnya kemiringan kedua ( $I_2$ ) 0,011 kecepatan aliran menjadi 0,9760 m/dtk dari dua kemiringan tersebut terlihat adanya peningkatan kecepatan yang terjadi karena adanya perubahan kemiringan dasar saluran. Begitupun dengan kemiringan - kemiringan selanjutnya pada bukaan 1 ( $q_1$ ) terus terjadi peningkatan kecepatan di kemiringan ketiga ( $I_3$ ) 0,020 ,kemiringan keempat ( $I_4$ ) 0,029 dan kemiringan kelima ( $I_5$ ) yang mana pada kemiringan kelima ( $I_5$ ) 0,038 kecepatan aliran menjadi 1,8568 m/dtk. Jadi dari kemiringan pertama hingga kemiringan kelima terjadi peningkatan kecepatan disetiap kemiringan saluran,hal yang sama terjadi pada bukaan kedua ( $q_2$ ), dan bukaan ketiga ( $q_3$ ). Peningkatan kemiringan dapat dilihat dilihat pada grafik 19.

Pada titik pengamatan yang kedua yaitu di atas ambang lebar pada kemiringan pertama ( $I_1$ ) 0,001 kecepatan aliran adalah 0.1915 m/dtk,pada kemiringan selanjutnya kemiringan kedua ( $I_2$ ) 0,011 kecepatan aliran menjadi 0,4818 m/dtk, kemudian pada kemiringan ketiga ( $I_3$ ) 0,020 kecepatan aliran menjadi 0,6248 dari ketiga kemiringan tersebut terlihat adanya peningkatan kecepatan yang terjadi karena adanya perubahan

kemiringan dasar saluran. Begitupun dengan kemiringan kemiringan selanjutnya pada bukaan 1 (q1) terus terjadi peningkatan kecepatan baik dikemiringan keempat (I<sub>4</sub>) 0,029 dan kemiringan kelima (I<sub>5</sub>) yang mana pada kemiringan kelima (I<sub>5</sub>) 0,038 kecepatan aliran menjadi 0,8149 m/dtk. Jadi dari kemiringan pertama hingga kemiringan kelima terjadi peningkatan kecepatan disetiap kemiringan saluran, hal yang sama terjadi pada bukaan kedua (q2), dan bukaan ketiga (q3). Peningkatan kemiringan dapat dilihat dilihat pada grafik 20

Pada titik pengamatan yang ketiga yaitu setelah ambang lebar pada kemiringan pertama (I<sub>1</sub>) 0,001 kecepatan aliran adalah 0,1154 m/dtk, pada kemiringan selanjutnya kemiringan kedua (I<sub>2</sub>) 0,011 kecepatan aliran menjadi 0,3065 m/dtk, kemudian pada kemiringan ketiga (I<sub>3</sub>) 0,020 kecepatan aliran menjadi 0,3890 dari ketiga kemiringan tersebut terlihat adanya peningkatan kecepatan yang terjadi karena adanya perubahan kemiringan dasar saluran. Begitupun dengan kemiringan kemiringan selanjutnya pada bukaan 1 (q1) terus terjadi peningkatan kecepatan baik di kemiringan keempat (I<sub>4</sub>) 0,029 dan kemiringan kelima (I<sub>5</sub>) yang mana pada kemiringan kelima (I<sub>5</sub>) 0,038 kecepatan aliran menjadi 0,4606 m/dtk. Jadi dari kemiringan pertama hingga kemiringan kelima terjadi peningkatan kecepatan disetiap kemiringan saluran, hal yang sama terjadi pada bukaan

kedua ( $q_2$ ), dan bukaan ketiga. Peningkatan kemiringan dapat dilihat dilihat pada grafik 21

Dari penjelasan di atas terlihat bahwa kecepatan aliran terus meningkat seiring dengan bertambah besarnya kemiringan saluran, yang mana diketahui bahwa semakin besar kemiringan maka beda tinggi aliran di hulu dan hilir saluran semakin besar. Sesuai dengan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Wigati, dkk (2012), yang kemudian menyimpulkan bahwa kecepatan aliran di titik bagian hulu, di atas ambang dan hilir mengalami peningkatan, karena ada energi potensial pada saluran sehingga kecepatan aliran meningkat, hal ini karena ada perbedaan tinggi muka air di hulu dan hilir pada saluran.

## **2. Identifikasi Karakteristik Aliran**

Dari hasil analisa data yang dilakukan untuk mengetahui jenis aliran dengan memperhatikan besar bilangan froude aliran pada titik pengamatan sebelum ambang lebar bilangan froude pada kemiringan pertama ( $I_1$ ) 0,001 bukaan 1 ( $q_1$ ) adalah 0,2900 dengan jenis aliran sub kritis kemudian mengalami peningkatan bilangan froude pada kemiringan kedua ( $I_2$ ) 0,011 menjadi 0,8450, setelah itu bilangan froude kembali mengalami peningkatan pada kemiringan ketiga ( $I_3$ ) 0,020 menjadi 1,1596 yang menyebabkan jenis aliran kemudian berubah menjadi super kritis. Kemudian pada kemiringan ke empat ( $I_4$ ) 0,029 bilangan froude kembali mengalami peningkatan yaitu

1,4061 lalu bilangan froude pada kemiringan kelima (I5) 0,038 adalah 1,6255 sehingga terlihat bahwa terus terjadi peningkatan bilangan froude yang menyebabkan jenis aliran menjadi super kritis. Hal yang sama terjadi pada bukaan kedua (q2) maupun bukaan ketiga (q3) dapat dilihat pada tabel 12 dan grafik 22.

Pada titik pengamatan di atas ambang lebar untuk bukaan 1 (q1) bilangan froude pada kemiringan pertama (I1) 0,001 adalah 0,4437, dan merupakan aliran sub kritis lalu mengalami peningkatan bilangan froude pada kemiringan kedua (I2) 0,011 menjadi 0,8520, setelah itu bilangan froude kembali mengalami peningkatan pada kemiringan ketiga (I3) 0,020 adalah 1,7843, sehingga aliran berubah menjadi super kritis, pada kemiringan keempat (I4) 0,029 kembali mengalami peningkatan bilangan froude yaitu 2,1621 lalu bilangan froude pada kemiringan kelima (I5) 0,038 adalah 2,4807 sehingga terlihat bahwa terus terjadi peningkatan bilangan froude dari kemiringan (I1) 0,001 hingga kemiringan kelima (I5) 0,038. Hal yang sama terjadi pada bukaan kedua (q2) maupun bukaan ketiga (q3) dapat dilihat pada tabel 13 dan grafik 23.

Pada titik pengamatan setelah ambang lebar untuk bukaan 1 (q1) bilangan froude pada kemiringan pertama (I1) 0,001 adalah 0,4405, yang merupakan aliran sub kritis lalu mengalami peningkatan bilangan froude pada kemiringan kedua (I2) 0,011 menjadi 1,2632, sehingga jenis aliran



berubah menjadi aliran super kritis , setelah itu bilangan froude kembali mengalami peningkatan pada kemiringan ketiga (I3) 0,020 adalah 1,7141, kemudian pada kemiringan ke empat (I4) 0,029 kembali mengalami peningkatan bilangan froude yaitu 2,0371, lalu bilangan froude pada kemiringan kelima (I5) 0,038 adalah 2,3253, sehingga terlihat bahwa terus terjadi peningkatan bilangan froude dari kemiringan (I1) 0,001 hingga kemiringan kelima (I5) 0,038. Hal yang sama terjadi pada bukaan kedua (q2) maupun bukaan ketiga (q3) dapat dilihat pada tabel 14 dan grafik 24.

Pada ketiga titik pengamatan di atas menunjukkan bahwa semakin besar kemiringan saluran maka jumlah bilangan froude juga mengalami peningkatan yang menyebabkan perubahan jenis aliran dari sub kritis menjadi super kritis.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisa data dan pembahasan sebelumnya maka dapat disimpulkan antara lain :

1. Bahwa kemiringan saluran berbanding lurus dengan kecepatan aliran, semakin kecil kemiringan saluran maka semakin kecil pula kecepatan aliran begitupun sebaliknya semakin besar kemiringan saluran maka semakin besar pula kecepatan aliran.
2. Bahwa dengan adanya pengaruh kemiringan dan ambang lebar pada saluran menyebabkan jenis aliran setelah ambang menjadi super kritis dibandingkan dengan sebelum ambang maupun di atas ambang, perubahan jenis aliran dari sub kritis menjadi super kritis lebih cepat berubah pada titik setelah ambang lebar.

#### **B. Saran**

Berdasarkan analisis dan pembahasan hasil penelitian maka disarankan hal-hal sebagai berikut :

1. Karena karakteristik aliran setelah ambang umumnya adalah super kritis maka sebaiknya saluran setelah ambang dibuat kolam olak untuk mengurangi gerusan pada saluran.

2. Penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan memperhatikan variasi bentuk ambang, tinggi dan jenis material ambang.
3. Hasil penelitian ini akan lebih optimal apabila variasi dengan tebal ambang lebar dilakukan semakin banyak sehingga pengaruh yang optimal dapat diketahui, walaupun akan memerlukan waktu cukup lama.





# LAMPIRAN

Peneliti : IKHWAN HASNAM

Lokasi penelitian : laboratorium hidrolika

Waktu pengambilan data : Januari 2019

Tabel data pengamatan

NO	Variabel bebas		percobaan		Variabel terikat		
	kemiringan	Debit $m^3/detik$			Kedalaman aliran		
			y0 (m)	Yc (m)	y1 (m)		
1	I Kemiringan 1 (0,001)	Q1 (Bukaan 1)  (0,000399 $m^3/detik$ )	1	sisi kiri	13.8	1.9	0.7
				sisi kanan	13.8	1.9	0.7
			2	sisi kiri	13.8	1.9	0.7
				sisi kanan	13.8	1.9	0.7
	II Kemiringan 1 (0,001)	Q1 (Bukaan 1)  (0,000430 $m^3/detik$ )	1	sisi kiri	13.9	2.0	0.8
				sisi kanan	13.9	2.0	0.8
			2	sisi kiri	13.9	2.0	0.8
				sisi kanan	13.9	2.0	0.8
		Q1 (Bukaan 1)  (0,000464 $m^3/detik$ )	1	sisi kiri	14.1	2.1	0.9
				sisi kanan	14.1	2.1	0.9
			2	sisi kiri	14.1	2.1	0.9
				sisi kanan	14.1	2.1	0.9

Peneliti : IKHWAN HASNAM

Lokasi penelitian : laboratorium hidrolika

Waktu pengambilan data : Januari 2019

Tabel data pengamatan

NO	Variabel bebas		Variabel terikat				
	kemiringan	Debit $m^3/detik$	Kedalaman aliran				
			percobaan	y0 (m)	Yc (m)	y1 (m)	
2	I Kemiringan 1 (0,011)	Q1 (Bukaan 1) (0,000399 $m^3/detik$ )	1	sisi kiri	13.6	1.4	0.6
				sisi kanan	13.6	1.4	0.6
			2	sisi kiri	13.6	1.4	0.6
				sisi kanan	13.6	1.4	0.6
		Q1 (Bukaan 1) (0,000430 $m^3/detik$ )	1	sisi kiri	13.7	1.6	0.7
				sisi kanan	13.7	1.6	0.7
			2	sisi kiri	13.7	1.6	0.7
				sisi kanan	13.7	1.6	0.7
	Q1 (Bukaan 1) (0,000464 $m^3/detik$ )	1	sisi kiri	13.8	1.6	0.8	
			sisi kanan	13.8	1.6	0.8	
		2	sisi kiri	13.8	1.7	0.7	
			sisi kanan	13.8	1.6	0.8	

Peneliti : IKHWAN HASNAM

Lokasi penelitian : laboratorium hidrolika

Waktu pengambilan data : Januari 2019

Tabel data pengamatan

NO	Variabel bebas			Variabel terikat			
	kemiringan	Debit $m^3/detik$	percobaan	Kedalaman aliran			
				y0 (m)	Yc (m)	y1 (m)	
3	I Kemiringan 1 (0,020)	Q1 (Bukaan 1) (0,000399 $m^3/detik$ )	1	sisi kiri	13.6	1.2	0.5
				sisi kanan	13.5	1.3	0.5
			2	sisi kiri	13.6	1.3	0.6
				sisi kanan	13.6	1.2	0.5
		Q1 (Bukaan 1) (0,000430 $m^3/detik$ )	1	sisi kiri	13.7	1.3	0.6
				sisi kanan	13.6	1.3	0.6
	Q1 (Bukaan 1) (0,000464 $m^3/detik$ )	2	sisi kiri	13.7	1.3	0.6	
			sisi kanan	13.6	1.3	0.6	
		1	sisi kiri	13.7	1.3	0.7	
			sisi kanan	13.7	1.4	0.7	
			2	sisi kiri	13.7	1.4	0.7
				sisi kanan	13.7	1.4	0.7

Peneliti : IKHWAN HASNAM

Lokasi penelitian : laboratorium hidrolika

Waktu pengambilan data : Januari 2019

Tabel data pengamatan penelitian laboratorium

NO	Variabel bebas		Variabel terikat				
	kemiringan	Debit $m^3/detik$	percobaan		Kedalaman aliran		
					y0 (m)	Yc (m)	y1 (m)
4	I1 Kemiringan 1 (0,029)	Q1 (Bukaan 1) (0,000399 $m^3/detik$ )	1	sisi kiri	13.4	1.2	0.4
				sisi kanan	13.6	1.2	0.5
			2	sisi kiri	13.6	1.2	0.4
				sisi kanan	13.6	1.3	0.4
		Q1 (Bukaan 1) (0,000430 $m^3/detik$ )	1	sisi kiri	13.5	1.3	0.6
				sisi kanan	13.6	1.3	0.5
			2	sisi kiri	13.5	1.3	0.6
				sisi kanan	13.6	1.3	0.5
	Q1 (Bukaan 1) (0,000464 $m^3/detik$ )	1	sisi kiri	13.5	1.3	0.6	
			sisi kanan	13.6	1.3	0.6	
		2	sisi kiri	13.5	1.3	0.7	
			sisi kanan	13.6	1.3	0.6	



Peneliti : IKHWAN HASNAM

Lokasi penelitian : laboratorium hidrolika

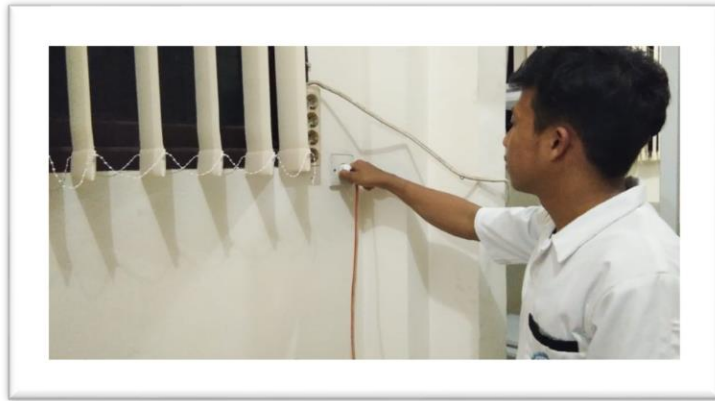
Waktu pengambilan data : Januari 2019

Tabel data pengamatan penelitian laboratorium

NO	Variabel bebas		percobaan	Variabel terikat				
	kemiringan	Debit $m^3/detik$		Kedalaman aliran				
				y0 (m)	yc (m)	y1 (m)		
5	I Kemiringan 1 (0,038)	Q1 (Bukaan 1) (0,000399 $m^3/detik$ )	1	sisi kiri	13.2	1.1	0.4	
				sisi kanan	13.4	1.1	0.4	
			2	sisi kiri	13.2	1.1	0.4	
				sisi kanan	13.4	1.1	0.4	
		II Kemiringan 1 (0,038)	Q1 (Bukaan 1) (0,000430 $m^3/detik$ )	1	sisi kiri	13.3	1.2	0.5
					sisi kanan	13.4	1.1	0.5
				2	sisi kiri	13.3	1.2	0.5
					sisi kanan	13.4	1.1	0.5
		Q1 (Bukaan 1) (0,000464 $m^3/detik$ )	1	sisi kiri	13.4	1.2	0.6	
				sisi kanan	13.4	1.2	0.6	
			2	sisi kiri	13.5	1.1	0.6	
				sisi kanan	13.4	1.1	0.6	



# **DOKUMENTASI**



Gambar 26. menyambungkan alat dengan sumber listrik



Gambar 27. mengatur debit air



Gambar. 28 mengatur kemiringan saluran



Gambar. 29 pengukuran ketinggian saluran



Gambar. 30 memasang Ambang Lebar



Gambar. 31 gambar aliran pada saluran



Gambar 32. pengukur kedalaman aliran

