

**SKRIPSI**

**Pengaruh Kemiringan *Baffle Block* Terhadap Karakteristik  
Aliran Di Hilir Peredam Energi**



**RUSDI KURNIAWAN**

**105 81 1655 12**

**MOH. SYAHWAL**

**105 81 1742 12**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL PENGAIRAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR  
MAKASSAR  
2019**

**Pengaruh Kemiringan *Baffle Block* Terhadap Karakteristik Aliran Dihilir  
Peredam Energi**

**SKRIPSI**

*Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Guna Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Sipil Pengairan Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Makassar*



**Disusun dan Diajukan Oleh :**

**RUSDI KURNIAWAN**

**105 81 1655 12**

**MOH. SYAHWAL**

**105 81 1742 12**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL PENGAIRAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR  
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 BUFFLE BLOCK TERHADAP KARAKTERISTIK ALIRAN DI HILIR PEREDAM ENERGI**

Nama : **RUSDI KURNIAWAN**  
**MOH. SYAWAL**

Stambuk : **105 81 1655 12**  
**105 81 1742 12**

Makassar, 5 September 2019

Telah Diperiksa dan Disetujui  
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

**Dr. Ir. H. Abd. Rakhim Nanda, MT.**

Pembimbing II

**Ir. Mahmuddin, ST., MT.**

Mengetahui :

Ketua Prodi Teknik Pengairan  
Jurusan Teknik Sipil

**Andi Makbul Syamsuri, ST., MT.**

NBM : 1183 084





بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama Rusdi Kurniawan dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 1655 12 dan Moh. Syawal dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 1742 12, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0004/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 Rabu tanggal 07 Agustus 2019

Makassar, 5 muharam 1441 H  
5 September 2019 M

Panitia Ujian :

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. Hj. Sukmasari Antaria, M.Si

b. Sekretaris : Ir. Fauzan Hamdi, ST., MT., IPM

3. Anggota

: 1. Dr. Ir. H. Muh. Idrus Ompo, Sp. PSDA :

2. Dr. Ir. Nenny T Karim, ST., MT., IPM :

3. Ir. Amrullah Mansida, ST., MT., IPM :

Mengetahui :

Pembimbing I

Dr. Ir. H. Abd. Rakhim Nanda., MT

Pembimbing II

Mahmuddin, ST., MT

Dekan

Ir. Hamzah Al Imran, ST., MT

NBM : 855 500

# **PENGARUH KEMIRINGAN *BAFFLE BLOCK* TERHADAP KARAKTERISTIK ALIRAN DIHILIR PEREDAM *ENERGI***

**Rusdi Kurniawan<sup>1)</sup>, Moh. Syahwal<sup>2)</sup>, Rakhim Nanda<sup>3)</sup> dan Mahmuddin<sup>4)</sup>**

<sup>1)</sup>Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar  
e-mail : [Rusdikurniawan012@gmail.com](mailto:Rusdikurniawan012@gmail.com)

<sup>2)</sup>Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar  
e-mail : [Sawalteknik@gmail.com](mailto:Sawalteknik@gmail.com)

<sup>3)</sup>Dosen Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar

<sup>4)</sup>Dosen Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar

## **ABSTRAK**

Guna mereduksi energi yang terdapat di dalam aliran tersebut, maka di ujung hilir saluran peluncur biasanya dibuat bangunan peredam *energi* pencegah gerusan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui karakteristik aliran di hilir peredam *type solid roller bucket* tanpa *baffle block* untuk mengetahui pengaruh kemiringan *baffle block* terhadap karakteristik aliran di hilir peredam *energi type solid roller bucket*. Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimen laboratorium, dengan model saluran terbuka (*flume*). Karakteristik aliran yang terjadi tanpa menggunakan *baffle block* yaitu aliran super kritis dengan nilai  $Fr = 3,356$ . Sedangkan nilai bilangan Reynold ( $Re$ ) = 10987,789 menunjukkan jenis aliran turbulensi. Pengaruh kemiringan *baffle block* terhadap karakteristik aliran di hilir peredam energi *type solid roller bucket* menunjukkan hasil yang signifikan, dari ketiga perlakuan yang diberikan. Karakteristik aliran yang terjadi pada *baffle block* dengan kemiringan hulu tegak, 1:1, 1:2 adalah aliran super kritis sedangkan jenis aliran yang terjadi adalah transisi dan turbulensi.

**Kata Kunci :** *loncatan Hidrolik, baffle block, solid ruller bucket*

## **ABSTRAK**

*In order to reduce the energy contained in the flow, at the downstream end of the launching channel usually made scour damaging energy buildings. The purpose of this study is to determine the flow characteristics in the downstream type solid roller bucket silencer without baffle block to determine the effect of the slope of the baffle block on the flow characteristics in the downstream type of solid roller bucket energy damper. The research method used in this study is a type of laboratory experimental research, with an open channel model (flume). Flow characteristics that occur without using a buffer block are super critical flow with a value of  $Fr = 3.356$ . While the value of Reynold's number ( $Re$ ) = 10987,789 shows the type of turbulence flow. The influence of the slope of the baffle block on the flow characteristics in the downstream of the solid roller bucket type energy dampers showed significant results, from the three treatments given. The flow characteristics that occur in baffle blocks with upstream slope upright, 1:1, 1:2 are super critical flow while the types of flow that occur are transition and turbulence.*

**Keywords:** *Hydraulic jumps, baffle block, solid ruller bucket*



## KATA PENGANTAR

***Assalamualaikum, Wr. Wb***

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Proposal ini dengan baik.

Tugas ini disusun sebagai salah satu persyaratan yang harus dipenuhi dalam rangka menyelesaikan Program Studi pada Jurusan Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun judul tugas akhir kami adalah: **“Pengaruh Kemiringan *Baffle Block* Terhadap Karakteristik Aliran Di Hilir Peredam Energi”**

Dalam penyusunan tugas ini penulis mendapatkan banyak masukan yang berguna dari berbagai pihak sehingga tugas ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu dengan segala ketulusan serta keikhlasan hati, kami mengucapkan Terima kasih kepada **Ayahanda** dan **Ibunda** tercinta yang senantiasa memberikan limpahan kasih sayang, doa, serta pengorbanan kepada penulis. Dan ucapkan terima kasih kepada Bapak **Dr. Ir. H. Abd. Rakhim Nanda, MT** selaku pembimbing I dan Bapak **Mahmuddin, ST., MT** selaku pembimbing II, yang telah meluangkan banyak waktu, memberikan bimbingan dan pengarahan sehingga terwujudnya tugas ini.

Demikian pula ucapan terima kasih kepada Bapak **Ir. Hamzah Al Imran, ST., MT** sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar dan Bapak **Andi Makbul Syamsuri, ST., MT** sebagai Ketua Program Study Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Selanjutnya ucapan terima kasih kepada Bapak dan Ibu dosen, serta staf pegawai pada Fakultas Teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani kami selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar. Dan yang terakhir tak lupa pula rekan-rekan mahasiswa Fakultas Teknik, terkhusus Saudaraku angkatan 2012 dengan rasa persaudaran yang tinggi banyak membantu dan memberi dukungan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Pada akhir penulisan tugas Akhir ini, penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu penulis meminta saran dan kritik sehingga laporan tugas akhir ini dapat menjadi lebih baik dan menambah pengetahuan kami dalam menulis laporan selanjutnya. Semoga laporan tugas akhir ini dapat berguna bagi penulis khususnya dan untuk pembaca pada umumnya.

***Wassalamu`alaikum, Wr. Wb.***

Makassar, agustus 2019

**Penulis**

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>x</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	2
C. Tujuan Penelitian .....	3
D. Manfaat Penelitian .....	3
E. Batasan Masalah .....	4
F. Sistematika Penulisan4 .....	
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
A. Landasan Teori .....	6
1. Gaya Hidrostatik dan hidrodinamis .....	6
2. Peredam Energi .....	8
2. Loncatan Hidrolis.....	12
3. Konsep Aliran .....	16
a. Karakteristik Aliran .....	16



b. Tipe Aliran .....	18
c. Sifat Aliran .....	20
4. Baffle Blocks .....	20
5. Ruang Olak <i>Tipe Roller Bucket</i> .....	26
6. Debit Aliran .....	28

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

A. Lokasi dan Waktu Penelitian .....	30
B. Jenis Penelitian dan Sumber Data .....	30
1. Jenis Penelitian .....	30
2. Sumber Data .....	30
C. Alat dan Bahan .....	31
1. Alat .....	31
2. Bahan .....	32
D. Model Penelitian .....	32
E. Pengambilan Data .....	35
F. Analisis Data .....	37
G. Variabel yang Diteliti .....	38
H. Flow Chart Penelitian .....	39

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

A. Hasil Penelitian .....	40
1. Data .....	41
a. Kalibrasi Debit Aliran .....	41

b.	Data Hasil Pengamatan .....	41
B.	Analisis Hasil44	
1.	Perhitungan Bilangan Froude .....	42
a.	Perhitungan Bilangan Froude Akibat Tanpa <i>Baffle Block</i> .....	44
b.	Perhitungan Bilangan Froude Akibat <i>Baffle Block</i> Variasi Kemiringan Tegak .....	44
c.	Perhitungan Bilangan Froude Akibat <i>Baffle Block</i> Variasi Kemiringan 1:1 .....	45
d.	Perhitungan Bilangan Froude Akibat <i>Baffle Block</i> Variasi Kemiringan 1:2 .....	47
2.	Perhitungan Bilangan Reynold .....	48
a.	Perhitungan Bilangan Reynold Akibat Tanpa <i>Baffle Block</i> ...	49
b.	Perhitungan Bilangan Reynold Akibat <i>Baffle Block</i> Variasi Kemiringan Tegak .....	53
c.	Perhitungan Bilangan Reynold Akibat <i>Baffle Block</i> Variasi Kemiringan 1:1 .....	55
d.	Perhitungan Bilangan Reynold Akibat <i>Baffle Block</i> Variasi Kemiringan 1:2 .....	57
C.	Pembahasan .....	57
1.	Mengetahui Karakteristik Aliran Di Hilir Peredam <i>Type</i> <i>Solid Roller Bucket</i> Tanpa <i>Baffle Block</i> .....	57

2. Mengetahui Pengaruh Kemiringan <i>Baffle Block</i> Terhadap Karakteristik Aliran Di Hilir Peredam Energi <i>Type Solid Roller Bucket</i> .....	58
---	----

**BAB V PENUTUP**

A. Kesimpulan .....	61
B. Saran .....	61

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

**DOKUMENTASI**





## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kolam Olakan Tipe USBR.....	9
Gambar 2. Kolam Olakan Tipe USBR.....	10
Gambar 3. Kolam Olakan Tipe USBR III.....	11
Gambar 4. Kolam Olakan Tipe USBR IV.....	12
Gambar 5. Loncatan Hidrolik ( <i>Hydrolic jump</i> ).....	13
Gambar 6. Kecepatan Loncatan Air.....	15
Gambar 7. Aliran Turbulen Dan Laminer.....	22
Gambar 8. Pola Penjalaran Gelombang Disaluran Terbuka.....	24
Gambar 9. Pemasangan <i>Buffle Block</i> .....	25
Gambar 10. Kolam Olak Tipe <i>Solid Roller Bucket</i> .....	27
Gambar 11. Kolam Olak Tipe <i>Slottet Roller Bucket</i> .....	28
Gambar 12. Kolam Olak Tipe <i>Trajectory Bucket/Sky Jump</i> .....	29
Gambar 13. Denah saluran.....	33
Gambar 14. Potongan memanjang.....	33
Gambar 15. Potongan melintang.....	34
Gambar 16. Potongan <i>baffle block</i> kemiringan tegak.....	34
Gambar 17. Potongan <i>buffle block</i> kemiringan 1.1.....	34
Gambar 18. Potongan <i>buffle block</i> kemiringan 1:2.....	35
Gambar 19. Bagan Dan Alur Penelitian.....	39
Gambar 20. Hubungan Antar Variasi Debit dan H V Notch Weir.....	40

Gambar 21. Hubungan Antara Kecepatan Aliran (m/det) Dan Bilangan Froude Pada Variasi Debit .....	43
Gambar 22. Hubungan Antara Kecepatan Aliran (m/det) Dan Bilangan Froude Pada Variasi Debit .....	45
Gambar 23. Hubungan Antara Kecepatan Aliran (m/det) Dan Bilangan Froude Pada Variasi Debit .....	46
Gambar 24. Hubungan Antara Kecepatan Aliran (m/det) Dan Bilangan Froude Pada Variasi Debit .....	48
Gambar 25. Hubungan Antara Kecepatan Aliran (m/det) Dan Bilangan Reynold.....	51
Gambar 26. Hubungan Antar Kecepatan Aliran (m/det) dan Bilangan Reynold.....	53
Gambar 27. Hubungan Antar Kecepatan Aliran (m/det) dan Bilangan Reynold .....	55
Gambar 28. Hubungan Antar Kecepatan Aliran (m/det) dan Bilangan Reynold .....	57
Gambar 29. Hubungan Antar Kecepatan Aliran (m/det) dan Bilangan Reynold .....	59
Gambar 30. Hubungan Antara Debit Aliran (m/det) dan Perhitungan Bilangan Froude (Fr) .....	59

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kolam Olakan Tipe USBR.....	12
Tabel 2. Angka Reynold .....	22
Tabel 3. Perhitungan Debit Aliran Untuk Tinggi Muka Air pada Pintu Thompson .....	40
Tabel 4. Hasil Perhitungan Bilangan Froude Tanpa Menggunakan <i>Buffle Block</i> .....	42
Tabel 5. Hasil Perhitungan Bilangan Froude Menggunakan <i>Buffle Block</i> Variasi Kemiringan Tegak .....	44
Tabel 6. Hasil Perhitungan Bilangan Froude Menggunakan <i>Buffle Block</i> Variasi Kemiringan 1:1 .....	46
Tabel 7. Hasil Perhitungan Bilangan Froude Menggunakan <i>Buffle Block</i> Variasi Kemiringan 1:2 .....	47
Tabel 8. Hasil Perhitungan Bilangan Reynold (Re) Tanpa Menggunakan <i>Buffle Block</i> .....	50
Tabel 9. Hasil Perhitungan Bilangan Reynold (Re) Menggunakan <i>Buffle Block</i> Variasi Kemiringan Tegak .....	52
Tabel 10. Hasil Perhitungan Bilangan Reynold (Re) Menggunakan <i>Buffle Block</i> Variasi Kemiringan 1:156	
Tabel 11. Hasil Perhitungan Bilangan Reynold (Re) Pemasangan <i>Buffle Block</i> Variasi Kemiringan 1:2 .....	54



Tabel 12. Hasil Perhitungan Nilai Rata-rata Bilangan Froude (Fr) Menggunakan <i>Buffle Block</i> .....	56
Tabel 13. Hasil Perhitungan Nilai Rata - rata Bilangan Reynold (Re) Menggunakan <i>Buffle Block</i> .....	59



# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar belakang

Pelimpah, sebagai salah satu komponen dari saluran pengatur aliran, dibuat untuk meninggikan muka air. Sehingga air akan mengalir atau melintas di atas bangunan pelimpah. Akibat dari peninggian muka air tersebut terjadi perubahan aliran yang cepat dan energi yang sangat besar yang menyebabkan penggerusan saluran di bawah pelimpah. Sebelum aliran air melintasi bendung (bangunan pelimpah), aliran air bersifat alami. Tetapi setelah melewati pelimpah aliran akan mempunyai kecepatan tinggi dalam kondisi superkritis. Aliran tersebut harus diperlambat dan dirubah menjadi aliran subkritis sehingga energi dengan daya gerus yang timbul dalam aliran tersebut dapat direduksi hingga mencapai tingkat yang normal kembali, dan aliran tersebut kembali kesungai tanpa membahayakan kestabilan alur sungai yang bersangkutan. Guna mereduksi energi yang terdapat di dalam aliran tersebut, maka di ujung hilir saluran peluncur biasanya dibuat bangunan peredam energi pencegah gerusan (*scour protection stilling basin*). Bangunan peredam energi yang dipakai biasanya adalah kolam olakan (*stilling basin*). Dilihat dari segi ekonomi kolam olak tipe *solid roller bucket* sangat murah pembuatannya, karena panjang kolam olak tipe *solid roller bucket* sangat pendek. Karena kolam olak pendek,

kemampuan redaman energi kurang baik sehingga perlu ditambahkan *baffle block* atau blok-blok halang untuk menambah efektifitas redaman energi. Penempatan posisi *baffle blocks* pada kolam olak juga sangat berpengaruh dalam meredam energi, sehingga *baffle blocks* harus ditempatkan pada posisi yang tepat agar dapat menghasilkan redaman yang efektif dan efisien.

Penelitian ini berusaha untuk mengetahui pengaruh kemiringan hilir bendung dan susunan penempatan *baffle blocks* terhadap turbulensi aliran, panjang loncatan air dan peredam energi. sehingga saya dapat mengangkat judul ini “**Pengaruh Kemiringan *Baffle Block* Terhadap Karakteristik Aliran Di Hilir Peredam Energi**”.

## **B . Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka permasalahan dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana mengetahui karakteristik aliran di hilir peredam *type solid roller bucket* tanpa *baffle block*.
2. Bagaimana mengetahui pengaruh kemiringan *baffle block* terhadap karakteristik aliran di hilir peredam energi *type solid roller bucket*.

## **C. Tujuan Penelitian**

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah sebagai berikut :



1. Untuk mengetahui karakteristik aliran di hilir peredam *type solid roller bucket* tanpa *baffle block*.
2. Untuk mengetahui pengaruh kemiringan *baffle block* terhadap karakteristik aliran di hilir peredam energi *type solid roller bucket*.

#### **D. Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat diantaranya :

1. Sebagai referensi untuk membuat bangunan pelindung kolam olakan pada bangunan peredam energi yang dapat meminimalisir atau mengurangi gerusan yang berakibat kerusakan.
2. Penelitian ini dapat menambah wawasan penulis tentang pengaruh bentuk pelimpah terhadap karakteristik pengaliran, serta dapat dijadikan sebagai acuan dalam perencanaan bangunan air yang ada di lapangan.
3. Sebagai sarana untuk menerapkan ilmu pengentahuan yang dapat di bangku perkuliahan.
4. Sebagai referensi untuk penelitian-penelitian lanjut dan yang serupa.

#### **E. Batasan Masalah**

Untuk membatasi objek ruang lingkup penelitian ini agar langkahnya sistematis dan terarah, maka diperlukan batasan-batasan masalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini menggunakan saluran terbuka, di atas permukaan beton tanpa tulangan.
2. Peredam energi yang digunakan adalah *type solid roller bucket*.
3. Tinggi jatuh aliran (z) 50 cm.
4. Kemiringan terjunan 1:1.
5. Bahan *baffle block* terbuat dari beton tanpa tulangan.
6. Sirkulasi aliran menggunakan pompa alkon dengan kapasitas aliran (Q).

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

Sistematik tulisan ini terdiri dari tiga bab, dimana masing-masing bab sistematikanya sebagai berikut :

BAB I Pendahuluan berisi latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II Tinjauan pustaka, menguraikan tinjauan mengenai permasalahan yang akan menjadi bahan penelitian dalam penulisan tugas akhir pada suatu wilayah tertentu. Dimana dalam hal ini mencakup teori-teori beserta formula yang berkaitan langsung dengan penelitian yang akan dilakukan. Meliputi loncatan hidrolis, konsep aliran, peredam energi, *baffle block*, ruang olak *type roller bucket*, dan debit aliran.

BAB III Metodologi penelitian merupakan gambaran umum mengenai lokasi penelitian, peralatan penelitian serta metode penelitian yang akan digunakan.

BAB IV Hasil penelitian dan pembahasan, bab ini mencakup mengenai gambaran dari hasil penelitian, uraian pembahasan dan analisa data dari hasil uji model laboratorium yang telah dilaksanakan selama penelitian.

BAB V Penutup, pada bab ini berisi simpulan dan saran.





## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Landasan Teori

##### 1. Gaya Hidrostatik Dan Hidrodinamis

Saluran terbuka adalah saluran dimana air mengalir dengan muka air bebas. Kajian tentang perilaku aliran dikenal dengan Mekanika Fluida (*Fluid mechanics*). Hal ini menyangkut sifat-sifat fluida dan pengaruhnya terhadap pola aliran dan gaya yang akan timbul di antara fluida dan pembatas (dinding). Telah diketahui secara umum bahwa akibat adanya perilaku terhadap aliran untuk memenuhi kebutuhan manusia, menyebabkan terjadinya perubahan alur aliran dalam arah horizontal maupun vertikal. (Bambang Triatmodjo: 2011)

Suatu fluida yang mengalami tekanan akan mengerahkan sebuah gaya pada setiap permukaan yang bersentuhan dengan fluida tersebut, hal ini sesuai dengan prinsip Archimedes. Untuk suatu cairan dengan sebuah permukaan bebas (*free surface*), maka  $h$  adalah selisih jarak dari permukaan bebas tersebut sampai titik tertentu dibawahnya (kedalaman) dimana tekanan akan diukur. Dengan rumus sebagai berikut:

$$p = p_0 + \rho gh \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

$P$  = Tekanan hidrostatik ( $N/m^2$ ) atau (Pa)

$\rho$  = masa jenis ( $kg/m^3$ )

$g$  = percepatan *gravitasi* ( $m/s^2$ )

$h$  = tinggi (m)

Dari persamaan tersebut dapat diketahui pula hubungan antara tekanan, massa jenis, percepatan *gravitasi* dan kedalaman  $h$  yang semuanya menunjukkan hubungan yang berbanding lurus. Jadi, semakin besar nilai massa jenis maka semakin besar tekanannya, begitu juga jika percepatan gravitasi maupun kedalamannya semakin besar, maka nilai tekanan akan semakin besar (Resnick, 1991:201). Sehingga jika suatu benda dicelupkan ke dalam wadah berisi air, maka semakin dalam benda tersebut tercelup atau masuk ke dalam air, tekanan yang dialami benda pun semakin besar. Sementara jika suatu benda diubah ukurannya tidak akan menyebabkan tekanan atau gaya yang dialami benda berubah selama massa jenisnya tetap. Berdasarkan prinsip Archimedes, bila sebuah benda seluruhnya atau sebagian dicelupkan di dalam suatu fluida yang diam, maka fluida tersebut akan mengerahkan tekanan pada setiap bagian permukaan benda yang bersentuhan dengan fluida tersebut. Tekanan tersebut adalah lebih besar pada bagian benda yang tercelup lebih dalam. Resultan semua gaya adalah sebuah gaya yang mengarah ke atas yang dinamakan kakas apung (*buoyancy*) dari benda yang tercelup. Gaya resultan, yang mengarah ke atas pada benda tersebut akan menyamai beratnya dan akan beraksi secara vertikal yang arahnya ke atas melalui pusat gravitasinya (Resnick, 1991:54).

Jika suatu benda besar gaya apungnya lebih besar dari gaya beratnya, maka benda tersebut akan terapung dan sebaliknya jika gaya apungnya lebih kecil dari gaya beratnya benda akan tenggelam. Sementara jika besarnya gaya apung dan gaya berat sama maka benda akan melayang di dalam fluida. Sebuah benda dengan massa jenis tertentu bisa saja tidak tenggelam jika diletakkan di permukaan air jika bentuknya diubah. Misalnya sebuah plastisin berbentuk bola atau kubus yang diletakkan di atas permukaan air akan tenggelam, namun jika bentuknya diubah menjadi seperti perahu dengan kecekungan tertentu maka plastisin tersebut tidak akan tenggelam.

## 2. Peredam Energi

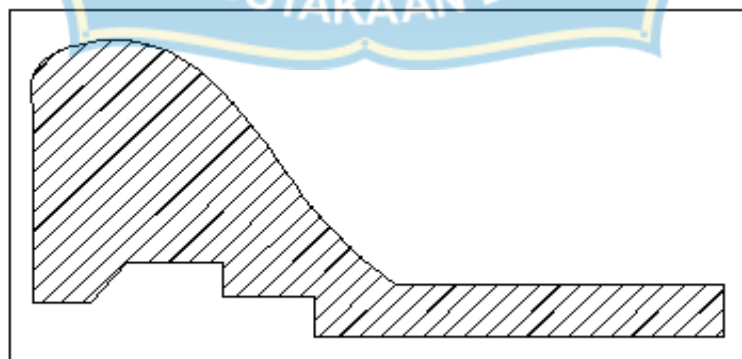
Kolam olakan adalah suatu konstruksi yang berfungsi sebagai peredam energi yang terkandung dalam aliran dengan memanfaatkan loncatan hidraulis dari suatu aliran yang berkecepatan tinggi. Kolam olakan sangat ditentukan oleh loncatan hidraulis yang terjadi di dalam aliran. Dimana loncatan air dapat menimbulkan kerusakan-kerusakan pada bendung terutama pada kolam olakan.

Pembra (2013) sangat mempengaruhi loncatan air dan juga tata letak baffle blocks yang berbeda akan menghasilkan panjang kolam olakan yang berbeda pula. Sedangkan pada model pelimpah yang tidak memakai baffle blocks loncatan yang dihasilkan lebih panjang dibandingkan model yang memakai *baffle blocks*.

Secara umum terdapat banyak bentuk kolam olakan yang digunakan oleh loncatan hidraulis untuk meredam energi. Ada beberapa rancangan umum dari kolam olakan yang menggunakan loncatan sebagai peredam energi kolam olak tipe USBR (*united state biro reclamation*), bentuk tersebut diantaranya :

1) Kolam olak tipe USBR I

Kolam olak USBR I adalah suatu kolam olakan dengan dasar yang datar dan terjadinya peredaman energi yang terkandung dalam aliran air dengan benturan secara langsung aliran tersebut ke atas permukaan dasar kolam, karena penyempurnaan redaman terjadi akibat gesekan-gesekan yang terjadi antara molekul-molekul air di dalam kolam olakan, sehingga air yang meninggalkan kolam tersebut mengalir memasuki alur sungai dalam kondisi yang sudah tenang. Akan tetapi kolam olakan menjadi lebih panjang dan karenanya tipe I ini hanya sesuai untuk mengalirkan debit yang relatif kecil dengan kapasitas peredaman energi yang kecil pula dan kolam olakannya pun akan berdimensi kecil dengan angka Froude  $< 2,5$ .

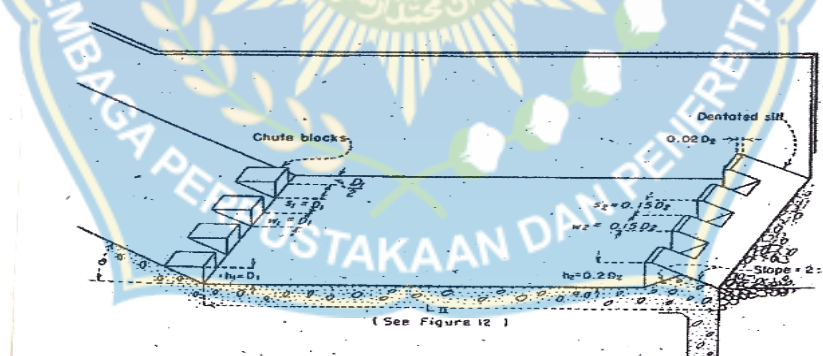


Gambar 1. Kolam Olakan Tipe USBR I.



## 2) Kolam olak tipe USBR II

Kolam olak USBR II, dimana terjadinya peredaman energi yang terkandung didalam aliran adalah akibat gesekan diantara molekul-molekul air di dalam kolam dan dibantu oleh perlengkapan-perengkapan yang dibuat berupa gigi pemencar aliran dipinggir udik dasar kolam dan ambang bergerigi di pinggir hilirnya. Kolam olakan tipe ini cocok digunakan untuk aliran dengan tekanan hidrostatik yang tinggi dan debit yang besar ( $Q < 45 \text{ m}^3/\text{det}$ ,  $V < 15 \text{ m/det}$ , tekanan hidrostatik  $> 60 \text{ m}$  dan angka Froude  $> 4,5$ ). Gigi pemencar aliran berfungsi untuk lebih meningkatkan effeektifitas peredaman sedang ambang bergerigi berfungsi untuk menstabilkan loncatan hidrolis dalam kolam olakan tersebut. Kolam olakan tipe ini sangat sesuai untuk bendungan urugan dan penggunaannyapun cukup luas.

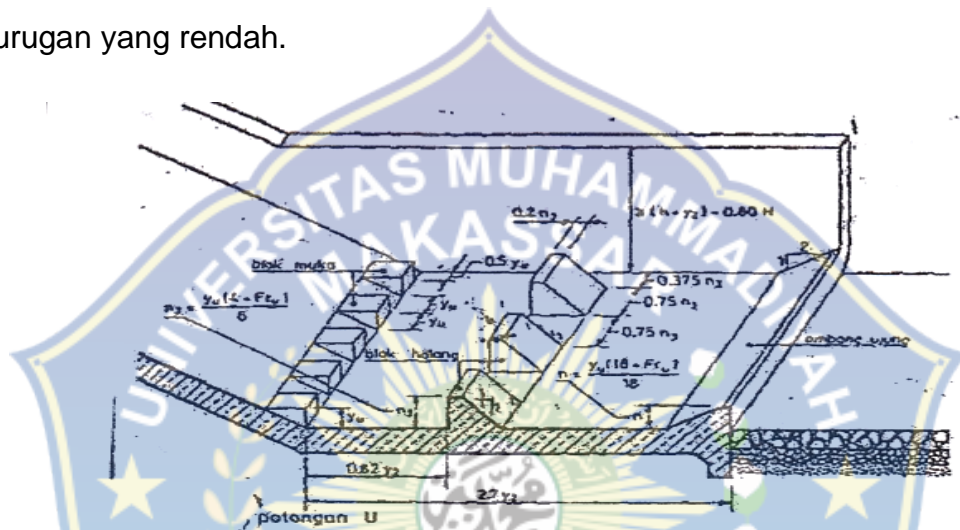


Gambar 2. Kolam Olakan Tipe USBR-II

## 3) Kolam olak tipe USBR III

Kolam olak USBR III pada hakekatnya prinsip kerja dari kolam olakan ini sangat mirip dengan sistim dari kolam olakan USBR Tipe II, akan tetapi lebih sesuai untuk mengalirkan air dengan tekanan hydrostatik

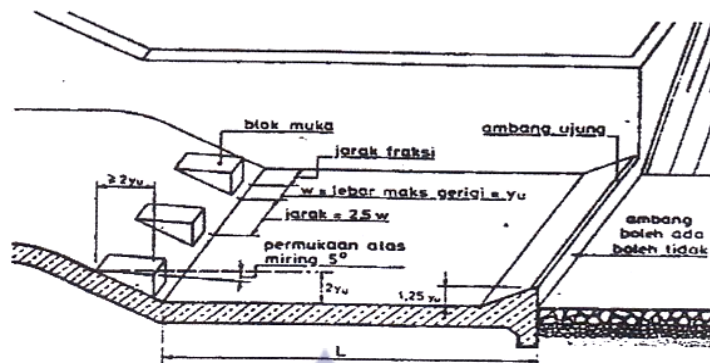
yang rendah dan debit yang akan kecil ( $Q < 18,5 \text{ m}^3/\text{det}$ ,  $V > 15 \text{ m/det}$ , tekanan hidrostatis  $< 60 \text{ m}$  dan angka Froude  $> 4,5$ ). Untuk mengurangi panjang kolam olakan, biasanya dibuat gigi pemencar aliran ditepi udik dasar kolam, gigi penghadang aliran (gigi benturan) pada kolam olakan. Kolam olakan ini biasanya untuk bangunan pelimpah pada bendungan urugan yang rendah.



Gambar 3. Kolam Olakan Tipe USBR-III

#### 4) Kolam olak tipe USBR IV

Sistim kerja kolam olakan tipe ini sama dengan sistim kerja kolam olakan tipe III akan tetapi penggunaannya yang paling cocok adalah untuk aliran dengan tekanan hidrostatis yang rendah (tekanan hidrostatis  $< 60 \text{ m}$ ) dan debit yang besar per unit lebar ( $Q > 18,5 \text{ m}^3/\text{det}$ ), serta aliran dalam kondisi super kritis dengan angka Froude antara 2,5 - 4,5. Biasanya kolam olakan tipe ini dipergunakan pada bangunan pelimpah suatu bendungan urugan yang sangat rendah atau pada bendung, penyadap bendung konsolidasi, bendung penyangga dan lain-lain.



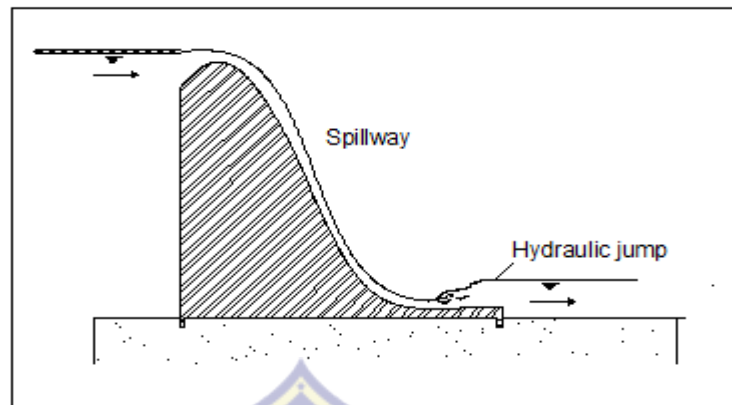
Gambar 4. Kolam Olakan Tipe USBR-IV

Tabel 1. Kolam Olakan Tipe USBR. Sumber : (Sosdarsono &amp; Takeda, 1997)

No	Kolam Olak Tipe Usbr	Kriteria Penggunaan
1	Tipe USBR I	$Fr < 2,5$ dengan debit yang relatif kecil
2	Tipe USBR II	$Fr > 4,5$ ( $Q < 45 \text{ m}^3/\text{det}$ , $V < 15 \text{ m}/\text{det}$ dan tekanan hidrostatis $> 60 \text{ m}$ .)
3	Tipe USBR III	$Fr > 4,5$ ( $Q < 18,5 \text{ m}^3/\text{det}$ , $V > 15 \text{ m}/\text{det}$ dan tekanan hidrostatis $< 60 \text{ m}$ .)
4	Tipe USBR IV	$Fr$ antara $2,5-4,5$ ( $Q > 18,5 \text{ m}^3/\text{det}$ , dan tekanan hidrostatis $< 60 \text{ m}$ .)

### 3. Loncatan Hidrolis

Air luapan jatuh bebas pada pelimpah terjunan akan memutar kurvturnya dan bergerak secara perlahan-lahan hingga menjadi aliran superkritis pada lapisan lindung. Akibatnya, akan terbentuk loncatan hidrolis pada hilir. Loncatan hidrolis ini terjadi apabila terjadi perubahan kedalaman yang mendadak terhadap kedalaman lanjutannya. Salah satu perilaku loncatan hidrolis yang penting adalah letak dan panjang loncatan hidrolis.



Gambar 5. Loncatan Hidrolik *Hydrolic Jump* (Chow, 1992).).

Loncatan hidrolik mempunyai ciri-ciri aliran air mengalami suatu perubahan baik kecepatan atau kedalaman saluran basah ataupun perubahan kemiringan saluran. Suatu loncatan hidrolik terjadi apabila aliran super-kritis berubah menjadi aliran sub-kritis. Terdapat suatu kenaikan tiba-tiba pada permukaan dan kehilangan yang berukuran besar dalam loncatan hidrolik. Pusaran turbulen yang berukuran besar terbentuk pada awal loncatan, pusaran ini menarik energi utama dan pusaran terpecah ke dalam bagian-bagian yang lebih kecil dan mengalir ke bagian hilir. Energi tersebut diredamkan ke dalam pusaran-pusaran ini.

Dari pandangan pemakaian praktis, loncatan hidrolik sangat berguna sebagai peredam berlebih pada aliran sup-kritis. Peredaman ini berguna untuk mencegah erosi yang mungkin terjadi pada saluran pelimpah, saluran curam, dan pintu air geser tegak, dengan cara memperkecil kecepatan aliran pada lapisan pelindung hingga pada suatu titik di mana aliran tidak mempunyai kemampuan untuk mengikis dasar saluran di bagian hilir (Chow, 1992).



Loncatan hidrolis yang digunakan sebagai peredam energi, biasanya meliputi sebagian atau seluruh kolam saluran yang dinamakan kolam olakan. Bagian bawah kolam olakan diratakan untuk menahan pengikisan. Pada umumnya jarang sekali kolam olakan dirancang untuk menahan seluruh loncatan bebas, karena kolam olakan demikian sangat mahal biayanya. Akibatnya, peralatan untuk mengontrol loncatan hidrolis biasanya dipasang pada kolam olakan. Tujuannya adalah untuk memperpendek selang waktu terjadinya loncatan sehingga memperkecil ukuran dan biaya kolam olakan, memperbaiki fungsi peredaman kolam olakan, menstabilkan gerakan loncatan dan juga dapat memperbesar faktor keamanan, di mana kolam olakan ini sangatlah berfungsi menjadi sebuah peredam energi yang bisa memperlambat laju *infiltrasi* dalam kecepatan maksimal.

Untuk kecepatan awal loncatan hidrolis pada saluran terbuka dapat ditentukan dengan rumus berikut:

$$V_1 = \sqrt{2g \left( \frac{1}{2} H_1 + z \right)} \dots \dots \dots (2)$$

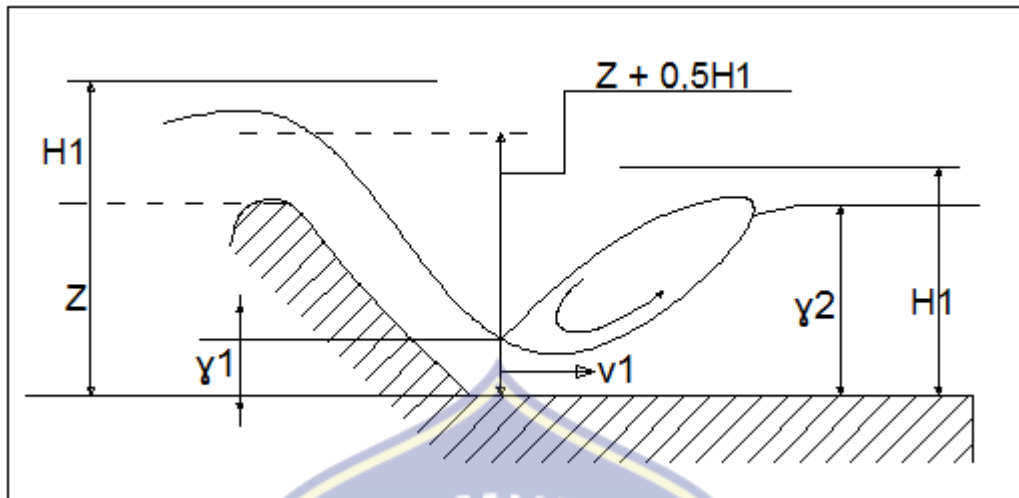
Dengan :

$V_1$  = Kecepatan awal loncatan (m/det)

$g$  = Percepatan gravitasi (m/det)

$H_1$  = Tinggi energi di atas ambang (m)

$z$  = Tinggi jatuh air (m)



Gambar 6. Kecepatan Loncatan Air (Chow, 1992).

#### 1. Tipe Loncatan Hidrolik

Loncatan hidrolik yang terjadi pada dasar mendatar, terdiri dari beberapa jenis yang berbeda-beda. Biro Reklamasi Amerika Serikat membedakan jenisnya berdasarkan bilangan *Froude* ( $Fr$ ) (Chow, 1992), jenis tersebut:

- a) Untuk  $Fr = 1$ , aliran adalah kritis. Pada aliran ini tidak terbentuk loncatan.
- b) Untuk  $Fr = 1$  sampai dengan 1,7 terjadi ombak pada permukaan air, dan loncatan yang terjadi dinamakan loncatan yang berombak.
- c) Untuk  $Fr = 1,7$  sampai dengan 2,5, terbentuk rangkaian gulungan ombak pada permukaan loncatan, tapi permukaan di hilir masi halus. Secara keseluruhan kecepatan seragam, dan kehilangan energy kecil, loncatan ini dinamakan loncatan lemah.
- d) Untuk  $Fr = 2,5$  sampai 4,5 terdapat semburan bersilasi setiap osilasi dan menghasilkan gelombang tak teratur yang besar dan

mengjalar sampai jauh. Hal ini menyebabkan kerusakan pada tanggul-tanggul dan loncatan ini dinamakan berosilasi.

- e) Untuk  $Fr = 4,5$  sampai dengan 9 ujung permukaan hilir akan bergulung, dan titik di mana kecepatan semburannya tinggi cenderung memisahkan diri dari aliaran. Loncatan hidroliknya sangat seimbang. Peredam energinya berselam antara 45 sampai dengan 70% loncatan ini dinamakan loncatan lunak atau lemah.
- f) Untuk  $Fr = 9$  dan lebih besar, kecepatan semburan yang tinggi akan memisahkan hempasan gelombang gulung dari permukaan loncatan dan menimbulkan gelombang-gelombang hilir. Jika permukaannya kasar, akan mempengaruhi gelombang yang terjadi.

#### 4. Konsep Aliran

Menurut ilmu mekanika fluida aliran fluida khususnya air diklasifikasikan berdasarkan perbandingan antara gaya inersia dan gaya-gaya kekentalanya menjadi tiga bagian yaitu aliran laminar, turbulin, dan transisi (Frank, 1986). Variable yang dipakai untuk klarifikasi ini adalah bilangan Reynolds.

##### a. Karakteristik Aliran

Kondisi biofisik setiap saluran terbuka memiliki karakter yang berbeda yang mencerminkan tingkat kepekaan dan potensi suatu saluran.

Pengumpulan data fisik dengan mencatat beberapa faktor yang dominan pada suatu wilayah akan mencerminkan karakteristik suatu saluran.

Karakteristik aliran adalah gambaran spesifik mengenai aliran yang dicirikan oleh parameter yang berkaitan dengan keadaan topografi, tanah, geologi, vegetasi, penggunaan lahan, hidrologi, dan manusia. Aliran pada saluran terbuka merupakan aliran yang mempunyai permukaan yang bebas. Permukaan yang bebas itu merupakan pertemuan dua fluida dengan kerapatan  $\rho$  (*density*) yang berbeda. Biasanya pada saluran terbuka itu dua fluida itu adalah udara dan air dimana kerapatan udara jauh lebih kecil daripada kerapatan air.

Gerakan air pada saluran terbuka berdasarkan efek dari gravitasi bumi yang didistribusi tekanan dalam air umumnya bersifat hidrostatis karena kuantitasnya tergantung dari berat jenis aliran dalam kedalaman. Karena jenis berat aliran dapat diasumsikan tetap, maka tekanan hanya tergantung dari kedalamannya; semakain dalam tekanannya semakin besar. Namun pada beberapa kondisi bisa ditemukan distribusi tekanan tidak hidrostatis.

Aliran pada saluran terbuka. Saluran terbuka adalah saluran dengan muka air bebas pada semua titik di sepanjang saluran dengan tekanan di permukaan air adalah sama, yang biasanya adalah tekanan atmosfer. Pengaliran melalui suatu pipa (saluran tertutup) yang tidak penuh (masih ada muka air bebas) masih termasuk dalam aliran terbuka (Raju, 1986). Aliran air dalam suatu saluran dapat berupa aliran dalam saluran terbuka,

dan dapat pula berupa aliran dalam pipa. Kedua jenis aliran tersebut memiliki prinsip yang sangat berbeda. Aliran melalui saluran terbuka adalah aliran yang memiliki permukaan bebas sehingga memiliki tekanan udara walaupun berada dalam saluran tertutup. Adapun aliran dalam pipa merupakan aliran yang tidak memiliki permukaan bebas, karena aliran air mengisi saluran secara terus menerus, sehingga tidak dipengaruhi oleh tekanan udara dan hanya dipengaruhi oleh tekanan hidrostatis. Di mana hidrostatis banyak faktor mempengaruhinya. Banyak faktor aliran yang berpengaruh terhadap pengendapan partikel dalam suatu aliran, tetapi yang terpenting adalah kecepatan endap dan karakteristik aliran. Simmon dan Senturk (1992) menekankan pentingnya turbulensi terhadap keberadaan sedimen di dalam suspensi. Turbulensi menjaga sedimen yang tersuspensi untuk tidak mengendap, bahkan mampu mengangkat sedimen yang sudah mengendap untuk tersuspensi lagi.

Karakter aliran yang paling sesuai untuk mengendapkan partikel sedimen adalah aliran laminar dengan kecepatan yang rendah. Banyak cara dilakukan untuk mendapatkan pola aliran yang seperti ini, atau yang lebih dikenal dengan "*plug-flow*", seperti merancang posisi *inlet* dan *outlet* (Pearson *et.al*, 1995), mencegah pembentukan gelombang di permukaan dengan meminimalkan angin (Kim dan Kim, 2000).

#### **b. Tipe Aliran**

Mengkaji suatu aliran pada saluran terbuka, haruslah dipahami tentang sifat dan jenis aliran itu sendiri. Adapun tipe aliran pada saluran



terbuka yakni dipengaruhi oleh adanya suatu permukaan bebas yang berkaitan langsung dengan parameter-parameter aliran seperti kecepatan, kekentalan, gradient serta geometri saluran. Aliran saluran terbuka dapat digolongkan berdasarkan pada berbagai kriteria, salah satu kriteria utama adalah perubahan kedalaman aliran ( $h$ ) terhadap waktu ( $t$ ) dan terhadap tempat ( $s$ ).

a. Tipe Aliran Berdasarkan Kriteria Waktu yaitu:

- 1) Aliran Tetap/mantap (*Steady Flow*) yaitu aliran di mana kedalaman air ( $h$ ) tidak berubah menurut waktu atau dianggap tetap dalam suatu interval waktu, dengan demikian kecepatan aliran pada suatu titik tidak berubah terhadap waktu dan segala variabel disepanjang saluran sama.
- 2) Aliran tidak tetap/Tidak Mantap (*Unsteady Flow*) yaitu apabila kedalaman air ( $h$ ) berubah menurut waktu demikian pula kecepatannya berubah menurut waktu. Aliran ini terbagi dua yaitu: Aliran seragam tidak tetap (*unsteady uniform flow*) dan aliran tidak tetap dan berubah-ubah (*unsteady varied flow*). Aliran ini hampir tidak pernah terjadi.
- 3) Aliran Seragam (*uniform flow*) yaitu aliran dimana segala variabel seperti kedalaman, luas, debit, konstan disepanjang saluran sama.
- 4) Aliran tidak seragam (*un-uniform Flow*) yaitu aliran berubah-ubah (*varied flow*) disepanjang saluran terhadap kedalaman, luas, dan debit, Yang terdiri dari: Aliran tetap berubah lambat laun (*gradually*

*varied flow*) dan Aliran tetap berubah dengan cepat (*rapidle varied flow*).

b. Tipe Aliran Berdasarkan Kriteria Tempat yaitu:

1) Aliran seragam (*uniform flow*) yaitu: aliran dimana segala variabel seperti kedalaman, luas penampang, dan debit konstan disepanjang saluran sama. Aliran ini terbagi dua yaitu:

a) Aliran seragam tetap (*steady uniform flow*) yaitu aliran seragam yang tidak berubah terhadap waktu.

b) Aliran seragam tidak tetap (*unsteady uniform flow*) yaitu aliran yang dapat pula berubah terhadap waktu apabila fruktusi muka air terjadi dari waktu ke waktu namun tetap paralel dengan dasar saluran.

2) Aliran Tidak seragam (*non uniform flow*) yaitu aliran dimana segala variabel seperti kedalaman, luas penampang, dan debit berubah di sepanjang saluran. Aliran ini disebut juga aliran berubah-ubah (*varied flow*).

c. **Sifat Aliran**

Sifat-sifat aliran saluran terbuka pada dasarnya ditentukan oleh adanya Pengaruh kekentalan (*viscositas*) dan pengaruh gravitasi dalam perbandingannya dengan gaya-gaya kelembaman (*inersia*) dari aliran. Tegangan permukaan sebenarnya juga dapat berpengaruh pada sifat-sifat aliran, namun dalam kebanyakan aliran tegangan permukaan

tidak memegang peranan penting, oleh karena itu tidak diperhitungkan. Selanjutnya apabila perbandingan antara pengaruh gaya-gaya kelembaman dengan gaya-gaya kekentalan yang dipertimbangkan maka aliran dapat dibedakan menjadi: aliran laminar, dan aliran turbulen serta aliran transisi. Parameter yang dipakai sebagai dasar untuk membedakan sifat aliran tersebut adalah suatu parameter tidak berdimensi yang dikenal dengan angka Reynold ( $Re$ ) yaitu: perbandingan (*ratio*) dari gaya kelembaman (*inersia*) terhadap gaya-gaya kekentalan (*viscositas*) persatuan volume.

1. Sifat-sifat aliran berdasarkan pengaruh gaya kelembaman dengan gaya kekentalan yaitu:
  - a) Aliran Laminar yaitu suatu aliran dimana gaya-gaya kekentalan relatif lebih besar dibanding dengan gaya kelembaman sehingga kekentalan berpengaruh besar terhadap sifat aliran. Pada aliran ini partikel cairan seolah-olah bergerak secara teratur menurut lintasan tertentu.
  - b) Aliran Turbulen yaitu apabila kecepatan aliran lebih besar daripada kekentalan dalam hal ini butiran-butiran air bergerak menurut lintasan yang tidak teratur, tidak lancar, tidak tetap, walaupun butiran bergerak maju dalam kesatuan aliran secara keseluruhan.
  - c) Aliran Transisi yaitu Aliran peralihan dari laminar ke aliran turbulen dimana kekentalan relatif terhadap kecepatan.

Pengaruh kekentalan terhadap kelembaban dapat dinyatakan dengan bilangan Reynold. Reynold menerapkan Analisis dimensi pada hasil percobaannya dan menyimpulkan bahwa perubahan dari aliran laminar ke aliran turbulen terjadi suatu harga yang dikenal dengan angka Reynold (Re). Angka ini menyatakan perbandingan antara gaya-gaya kelembaman dengan gaya-gaya kekentalan yaitu:

$$Re = \frac{\tilde{v}R}{\mu} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana:

Re = Angka Reynold

$\tilde{v}$  = Kecepatan rata-rata aliran (m/det)

R = Jari-jari Hidrolis (m)

$\mu$  = kekentalan (*viscositas*) kinematik cairan (m<sup>2</sup>/det)

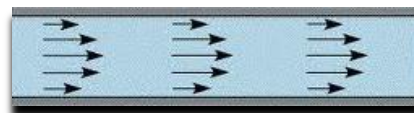
Kemudian dari berbagai percobaan disimpulkan bahwa untuk saluran terbuka :

Tabel 2 Angka Reynold

Angka Reynold	Aliran
Re < 500	aliran laminar
500 < Re < 12.500	aliran transisi
Re > 12.500	aliran turbulen



(a)



(b)

Gambar 7. Aliran (a) Turbulen dan ( b) laminar

2. Sifat-sifat aliran berdasarkan Perbandingan gaya kelembaman dengan gaya Gravitasi.

- a) Aliran super kritis yaitu suatu aliran dimana kecepatan alirannya lebih besar daripada kecepatan gelombangnya.
- b) Aliran kritis yaitu suatu aliran dimana kecepatan alirannya sama besar dengan kecepatan gelombangnya.
- c) Aliran subkritis yaitu suatu aliran dimana kecepatan alirannya lebih kecil daripada kecepatan gelombangnya.

Parameter yang membedakan ketiga aliran tersebut adalah parameter yang tidak berdimensi yang dikenal dengan angka Froude (Fr) yaitu angka perbandingan antara gaya kelembaman dan gaya gravitasi, di rumuskan dengan :

$$Fr = \frac{\tilde{v}}{\sqrt{g \cdot h}} \dots\dots\dots(4)$$

Dimana :

Fr = Angka Froude

$\tilde{v}$  = Kecepatan rata-rata aliran (m/det)

h = Kedalaman aliran (m)

g = Gaya Gravitasi (m/det<sup>2</sup>)

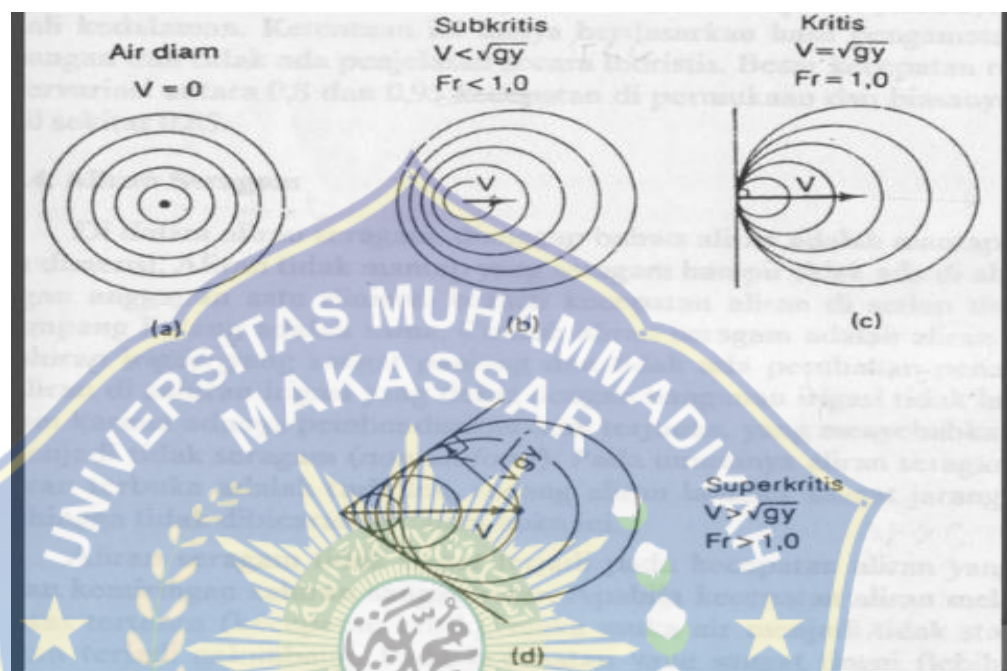
Sehingga:

- a. Aliran bersifat Kritis apabila  $Fr = 1$ , dimana kecepatan aliran sama dengan kecepatan rambat gelombang .
- b. Aliran bersifat subkritis apabila  $Fr < 1$ , dimana kecepatan aliran lebih kecil daripada kecepatan rambat gelombang .



- c. Aliran bersifat superkritis apabila  $Fr > 1$ , dimana kecepatan aliran lebih besar daripada kecepatan rambat gelombang.

Berikut gambar aliran sub kritis, aliran super gratis, aliran kritis:



Gambar 8. Pola Penjalaran Gelombang Disaluran Terbuka (Bambang Triatmojo,2008)

Pada gambar di atas diperlihatkan suatu saluran panjang dengan tiga jenis kemiringan, subkritis, kritis dan superkritis. Pada kemiringan subkritis (Gambar a) permukaan air di zona peralihan tampak bergelombang. Aliran dibagian tengah saluran bersifat seragam namun kedua ujungnya bersifat berubah. Pada kemiringan kritis (Gambar b) permukaan air dari aliran kritis ini tidak stabil. Dibagian tengah dapat terjadi gelombang tetapi kedalaman rata-ratanya konstan dan alirannya dapat dianggap seragam. Pada kemiringan subkritis (Gambar c) permukaan air bealih dari keadaan subkritis menjadi superkritis setelah

melalui terjunan hidrolis lambat laun.

## 5. Baffle Blok

Baffle Blocks adalah berupa kotak kubus, balok penghalang atau blok-blok beton buatan dengan ukuran dan volume tertentu yang digunakan antara lain sebagai tambahan peredam energi di hilir bendung dan berfungsi pula sebagai lapisan untuk mengurangi kedalaman gerusan setempat dan untuk melindungi dasar kolam olak bendung. Pemasangan Baffle blocks bersifat mereduksi momentum aliran, yang akan menurunkan kecepatan setelah terjadi loncatan air.



Gambar 9. Pemasangan *Baffle Blocks* (Hubert Chanson 2016)

Beberapa penelitian yang pernah dilakukan berkaitan dengan pemasangan *Baffle Blocks* sebagai pemecah energi di kolam olak diantaranya :

Agnes (1999) melakukan penelitian dan menyimpulkan bahwa pemasangan *Baffle Blocks* sangat mempengaruhi loncatan air dan juga tata letak *baffle blocks* yang berbeda akan menghasilkan panjang kolam olak yang berbeda pula. Sedangkan pada model pelimpah yang tidak

memakai baffle blocks loncatan dihasilkan lebih panjang dibanding model yang memakai *baffle blocks*.

Admaja (2003) melakukan penelitian tentang efektivitas ukuran baffle blocks pada kolam olakan tipe IV, pada penelitian tersebut dapat diperoleh baffle blocks dalam berbagai ukuran akan mempengaruhi kecepatan aliran di hilir ( $V_2$ ) panjang loncatan di hilir ( $L_j$ ). Pemasangan baffle blocks sangat efektif untuk meredam kecepatan di hilir ( $V_2$ ) dan panjang loncatan di hilir ( $L_j$ ).

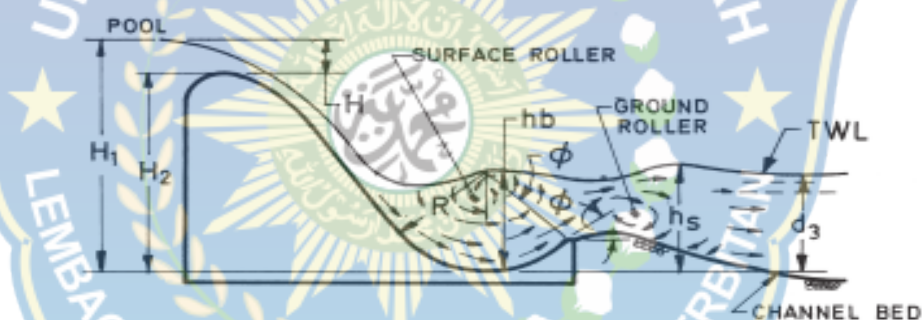
Irawan (2011) melakukan percobaan penelitian pengaruh variasi kemiringan pada hulu bendung dan penggunaan kolam olak tipe solid roller bucket terhadap loncatan air dan gerusan setempat. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa kedalaman air saat awal loncatan hidrolis lebih rendah dibandingkan setelah loncatan, tetapi energi spesifik saat awal loncatan hidrolis lebih besar dibanding setelah loncatan. Dengan debit aliran yang sama dari variasi kemiringan hulu bendung, tidak terjadi perbedaan yang berarti terhadap panjang gerusan.

## **6. Ruang Olak Tipe Roller Bucket**

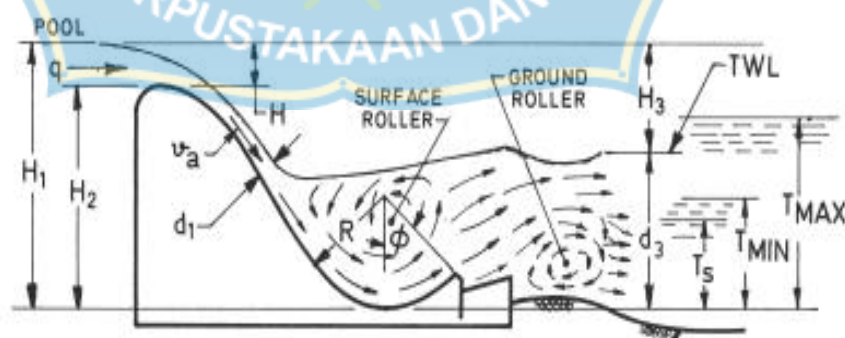
Kolam peredam energi ini terdiri dari tiga tipe, yaitu *solid roller bucket*, *slotted roller bucket* dan *sky jump*. Ketiga ini mempunyai bentuk hampir sama dengan tipe *Vlughter*, namun perbedaannya sedikit pada ujung ruang olakan. Umumnya peredam ini di gunakan bilamana sungai membawa batuan sebesar kepala (*boulder*). Untuk menghindarkan

kerusakan lantai belakang maka di buat lantai yang melengkung sehingga bilamana ada batuan yang terbawa akan melanting ke arah hilirnya (USBR, 1984; Mawardi & Mamed, 2002).

Pembangunan konstruksi di hilir pelimpah atau *outlet* yang berupa kolam olak sebagai peredam energi, peredam energi (*energy dissipater*) atau kolam olak (*stilling basin*) adalah struktur dari bangunan di hilir tubuh bendung yang terdiri dari beberapa tipe dan bentuk, di kanan dan kirinya dibatasi oleh tembok pangkal bendung dilanjutkan dengan tembok sayap hilir dengan bentuk tertentu (Desain Hidrolik Bendung Tetap, 2002). Bentuk kolam olak tipe *roller bucket* di tunjukkan pada gambar berikut.

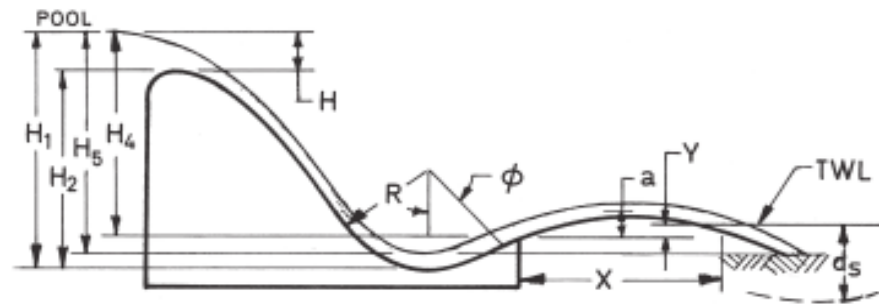


Gambar 10. Kolam Olak Tipe *Solid Roller Bucket* (Peterka, 1974)



Gambar 11. Kolam Olak Tipe *Slotted Roller Bucket* (Peterka, 1974)





Gambar 12. Kolam Olak Tipe *Trajectory Bucket/ Sky Jump* (Peterka, 1974)

## 7. Debit Aliran

Debit aliran adalah jumlah air yang mengalir dalam satuan volume persatuan waktu. Debit adalah satuan besaran air yang keluar dari daerah aliran sungai (DAS). (Ari Praja, 2009) melakukan penelitian tentang stepped spillway, dan menghasilkan kesimpulan bahwa stepped spillway merupakan cara yang sangat efektif untuk mengendalikan debit banjir dan secara signifikan dapat meningkatkan kehilangan energi dan juga mereduksi panjang kolam olak Satuan debit yang digunakan adalah meter kubik perdetik ( $m^3/det$ ). Debit aliran adalah laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang sungai per satuan waktu (Asdak, 2002). Dalam praktek, sering variasi kecepatan pada tampang melintang diabaikan, dan kecepatan aliran dianggap seragam di setiap titik pada tampang melintang yang besarnya sama dengan kecepatan rerata  $V$ , sehingga debit aliran adalah :

$$Q = A \times V \dots\dots\dots(4)$$

Dengan :



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

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

$V$  = kecepatan aliran ( $m/det$ )

Debit air sungai merupakan tinggi permukaan air sungai yang terukur oleh alat ukur permukaan air sungai (Mulyana, 2007).



## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **A. Lokasi Dan Waktu Penelitian**

Lokasi penelitian ini dilaksanakan di laboratorium sungai Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar dengan estimasi waktu yang direncanakan akan kurang lebih 6 bulan.

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

##### **1. Jenis Penelitian**

Jenis penelitian yang akan dilakukan adalah penelitian eksperimental, dimana kondisi tersebut dibuat dan diatur sendiri oleh peneliti dengan mengacu pada literatur yang berkaitan dengan judul penelitian tersebut, serta adanya kontrol, dengan tujuan untuk menyelidiki ada tidaknya hubungan sebab akibat serta besar pengaruh tersebut dengan memberikan perlakuan-perlakuan tertentu pada beberapa kelompok eksperimental dan menyelidiki pengaruh kontrol untuk perbandingan.

##### **2. Sumber Data**

Penelitian ini menggunakan dua sumber data, yang terdiri dari data primer dan sekunder :

- a. Data primer, yaitu data yang diperoleh dengan cara pengamatan langsung pada saat melakukan simulasi experimental dilaboratorium teknik sungai.
- b. Data sekunder, yaitu data yang diperoleh dari literatur, baik dalam bentuk buku karya ilmiah dan website yang tentunya memiliki keterkaitan dengan penelitian yang kami lakukan dan diantaranya karya hasil penelitian yang telah disetujui oleh pakar ataupun pembimbing penelitian.

### **C. Alat dan Bahan**

Pada penelitian yang akan kami lakukan dibutuhkan alat dan bahan pada saat melakukan simulasi, dalam rangka mendapatkan data penelitian.

#### **1. Alat**

Peralatan yang dibutuhkan pada penelitian yang akan kami lakukan sebagai berikut :

- a. Pompa, berfungsi sebagai alat untuk sirkulasi aliran air saat melakukan simulasi daya maksimum pompa yang dibutuhkan, memiliki daya dorong dengan kapasitas 10 liter/detik.
- b. Current meter, alat ini dipergunakan untuk mengukur kecepatan aliran pada saat melakukan simulasi.

- c. Pintu Sorong, berfungsi untuk mengatur besarnya debit ( $Q$ ) yang di aliran.
- d. Stopwatch, berfungsi untuk mengukur interval waktu.
- e. Busur derajat, berfungsi untuk mengukur pengaliran sebelum pengamatan
- f. Kertas dan alat tulis untuk mencatat data-data yang diambil pada saat uji coba penelitian.

## 2. Bahan

- a. Pipa PVC 2" yang digunakan sebagai jaringan sirkulasi air
- b. Air untuk mengamati aliran pada saluran
- c. Pasir
- d. Semen
- e. Batu bata
- f. Fiber gelas

## D. Model Penelitian

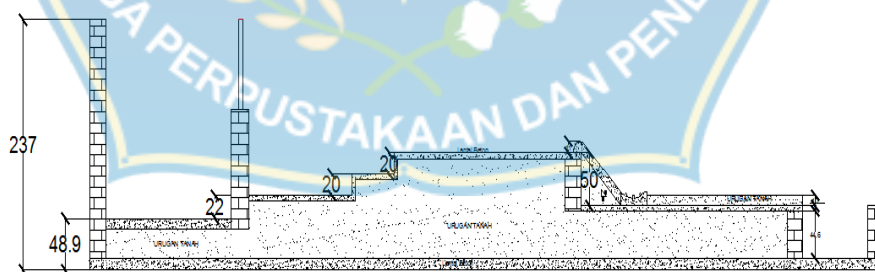
Untuk mendukung pelaksanaan penelitian digunakan fasilitas Laboratorium Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar dengan alat-alat sebagai berikut:

1. Flume yang digunakan mempunyai lebar 30 cm x 40 cm x 700 m.
2. Bahan terjunan dibuat dari beton dengan ketinggian 50 cm skala 1:1.

3. Perlakuan debit dilakukan dengan variasi debit.
4. Model bangunan peredam dibuat dari bahan beton.
5. Pompa alkon dengan kapasitas tertentu.
6. Bak penampung air untuk menyuplai air ke model yang dilengkapi dengan kran pengatur air dan alat pengukur debit sehingga dapat diketahui debit yang mengalir adalah konstan.
7. Current meter untuk mengukur kecepatan aliran.



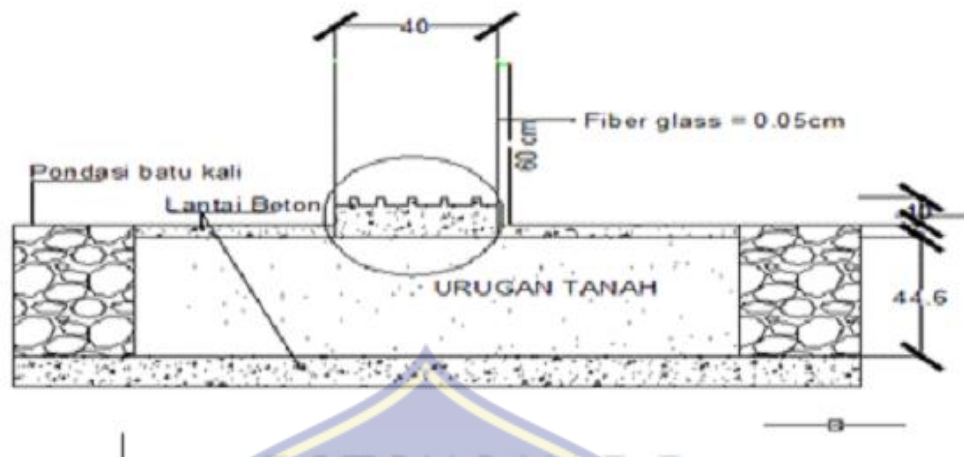
Gambar 13. denah saluran



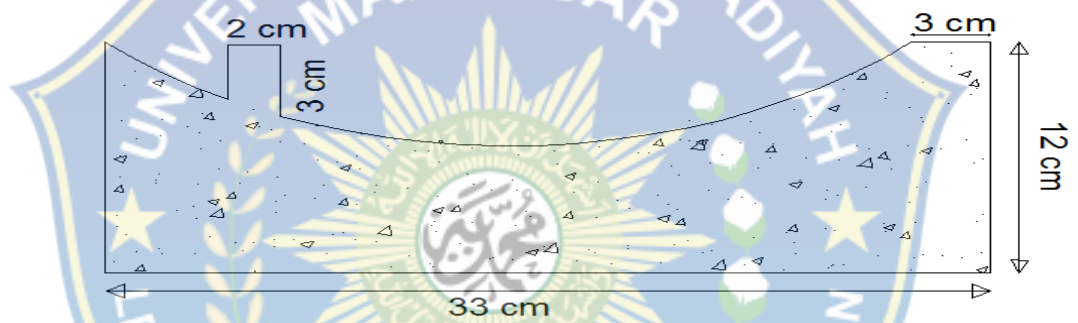
POTONGAN A-A  
Skala 1 : 100

Gambar 14. Potongan memanjang

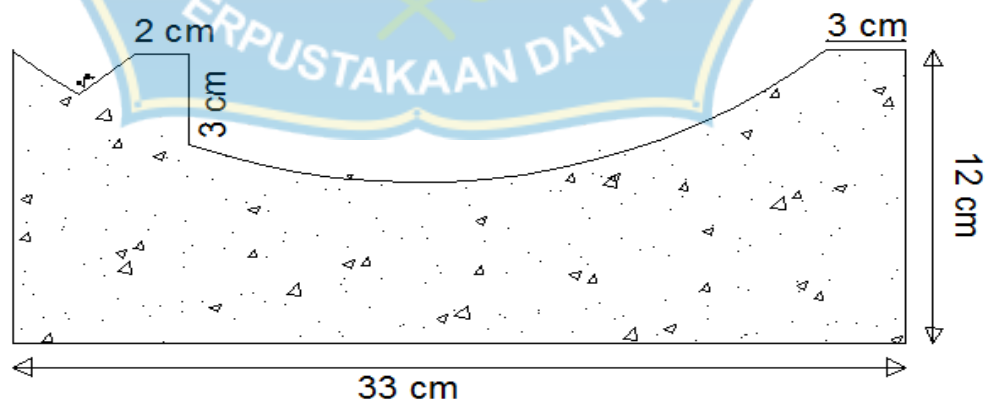




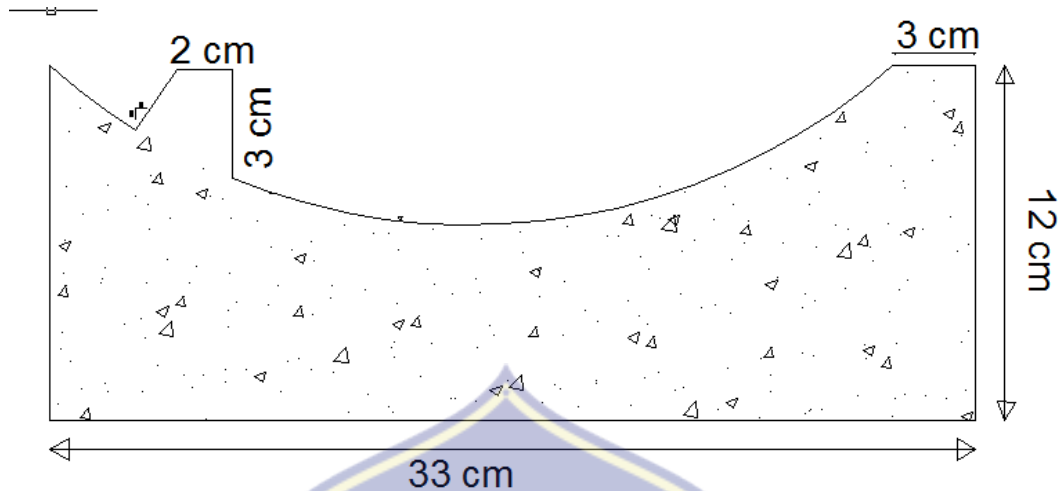
Gambar 15. Potongan melintang



Gambar 16. Potongan baffle block kemiringan tegak



Gambar 17. Potongan baffle block kemiringan 1:1



Gambar 18. Potongan baffle block kemiringan 1 : 2

#### E. Pengambilan Data

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan saluran terbuka, yang terdapat di Laboratorium. Adapun data-data yang harus diambil meliputi :

Memasang bangunan ukur di tempat yang telah ditentukan.

1. Mengalirkan air pada saluran dengan 3 variasi debit.
2. Mengukur kedalaman dan kecepatan aliran di bagian hulu sebelum loncatan terjadi, mengukur kedalaman dan kecepatan aliran di bagian hilir setelah loncatan terjadi. Pengukuran kecepatan aliran di lakukan dengan alat curren meter, baik untuk kecepatan aliran dibagian hulu, dibagian ketika terjadi loncatan maupun bagian hilir.
3. Mengukur muka air pada saat terjadi loncatan air yang berguna untuk mencari nilai penamampang basah.
4. Menghitung kecepatan debit.

## F. Analisis Data

Data dari laboratorium diolah sebagai bahan analisa terhadap hasil study ini, sesuai dengan tujuan dan sasaran penelitian. Data yang diolah adalah data yang relevan yang dapat mendukung dalam menganalisa hasil penelitian.

Analisa data yang menyangkut hubungan antara variabel-variabel dalam penelitian dilakukan dengan tahap sebagai berikut :

1. Perhitungan debit menggunakan persamaan

$$Q = ( A \cdot V )$$

Dimana:

Q = debit aliran (*m/det*)

A = luas penampang ( $m^2$ )

V = kecepatan aliran (*m/det*)

2. Perhitungan loncatan hidrolik menggunakan persamaan

$$V_1 = \sqrt{2g \left( \frac{1}{2} H_1 + z \right)}$$

dimana:

$V_1$  = Kecepatan awal loncatan (*m/det*)

g = Percepatan gravitasi (*m/det*)

$H_1$  = Tinggi energi di atas ambang (m)

z = Tinggi jatuh air (m)

### 3. Angka Reynold

$$Re = \frac{\tilde{v}R}{\mu}$$

Dimana:

Re = Angka Reynold

$\tilde{v}$  = Kecepatan rata-rata aliran (m/det)

R = Jari-jari Hidrolis (m)

$\mu$  = kekentalan (viscositas) kinematik cairan (m<sup>2</sup>/det)

### 4. Kecepatan aliran

$$Fr = \frac{\tilde{v}}{\sqrt{g \cdot h}}$$

Dimana:

Fr = Angka Froude

$\tilde{v}$  = Kecepatan rata-rata aliran (m/det)

h = Kedalaman aliran (m)

g = Gaya Gravitasi (m/det<sup>2</sup>)

## G. Variabel Yang Diteliti

Sesuai tujuan penelitian ini yang dilaksanakan pada model saluran terbuka (*flume*), dengan kajian untuk mengetahui aliran yang terjadi pada hilir kolam olakan yang mengacu pada rancangan yang telah disetujui untuk mendapatkan data sebagai bahan kajian.

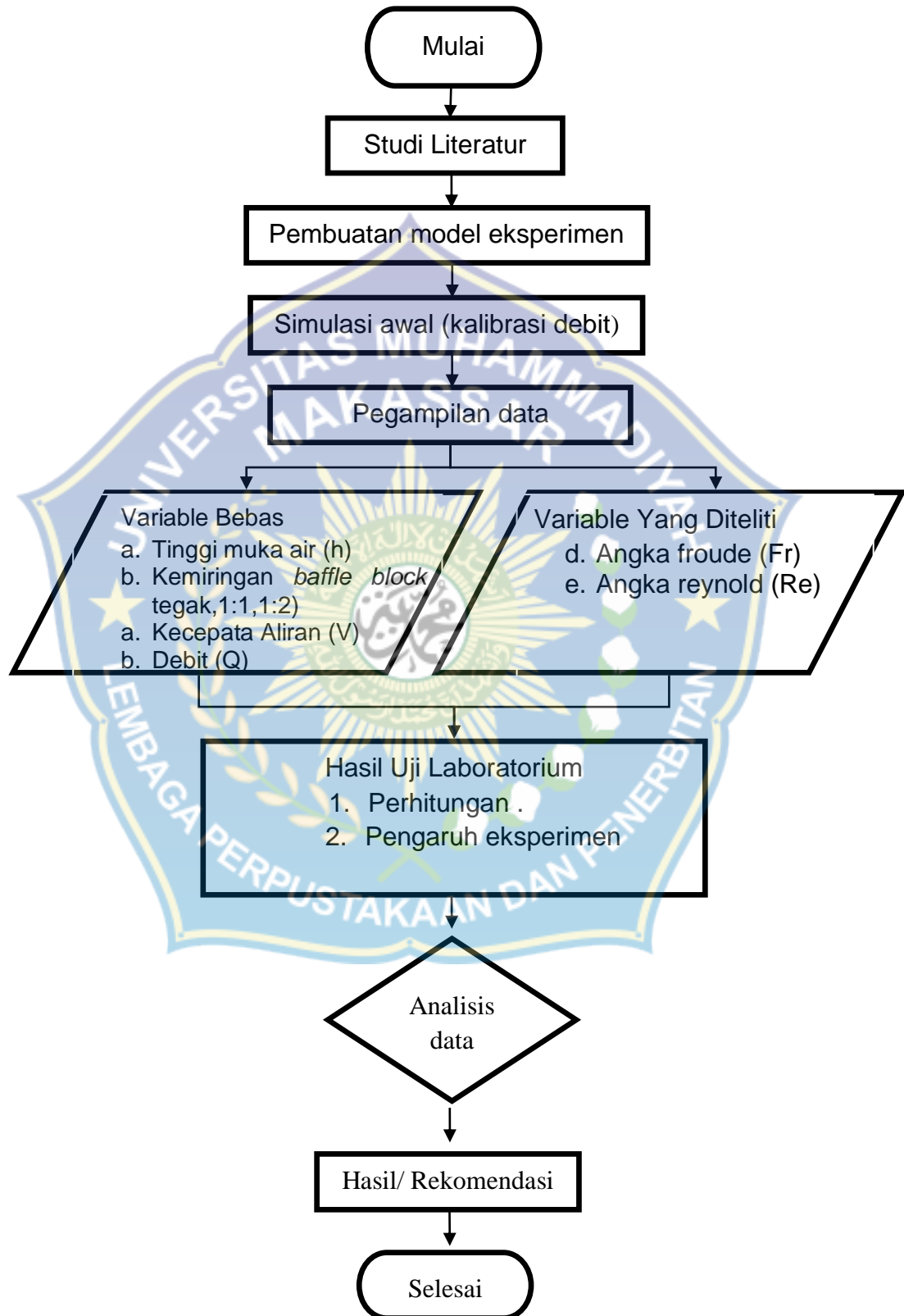
Variabel yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Variabel bebas :
  - a) Tinggi muka air (h)
  - b) Kemiringan *baffle block* (tegak, 1:1, 1:2)
  - c) Kecepatan Aliran (v)
  - d) Debit (Q)
2. Variabel yang diteliti :
  - a) Angka froude (Fr)
  - b) Angka reynold (Re)





## I. Flow Chart Penelitian



Gambar 19. Bagan Dan Alur Penelitian

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil Penelitian

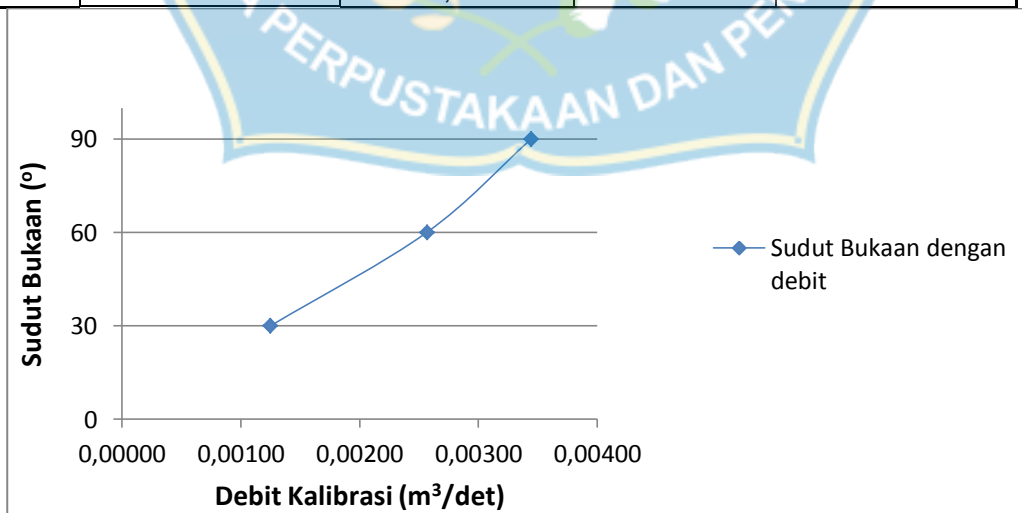
##### 1. Data

##### a. Kalibrasi Debit Aliran

Adapun hasil penelitian debit aliran untuk tinggi muka air pada pintu thompson dari pengamatan di laboratorium adalah sebagai berikut :

Tabel 3. Perhitungan Debit Aliran Untuk Tinggi Muka Air Pada Pintu Thompson.

No.	Bukaan Stop Crant sudut (°)	Tinggi Bukaan Pintu (h) (m)	Koesfisien Debit (Cd)	Debit Thompson (Q) m <sup>3</sup> /det
1	30	0,06	0,60	0,00125
2	60	0,08	0,60	0,00257
3	90	0,09	0,60	0,00344



Gambar 20. Hubungan Antara Variasi Debit Dan H V-Notch Weir

Pada gambar 1 memperlihatkan graafik hubungan bukaan stop kran dengan debit kalibrasi. Dari hasil kalibrasi tersebut memperlihatkan sudut  $30^{\circ}$  output debit ( $Q_1$ ) =  $0,00125 \text{ m}^3/\text{det}$ , selanjutnya sudut  $60^{\circ}$  output debit ( $Q_2$ ) =  $0,00257 \text{ m}^3/\text{det}$ , dan sudut  $90^{\circ}$  output debit  $Q_3 = 0,00344 \text{ m}^3/\text{det}$ .

#### **b. Data Hasil Pengamatan**

Data hasil pengamatan terdiri dari 4 variasi percobaan yaitu:

Titik pengamatan tepat dan pengukuran tepat d belakang buaffle block.

- 1) Data hasil percobaan tanpa menggunakan *buffle block*.
- 2) Data hasil percobaan menggunakan *buffle block* dengan bentuk kemiringan hulu tegak
- 3) Data hasil percobaan menggunakan *buffle block* dengan bentuk kemiringan hulu 1 : 1
- 4) Data hasil percobaan menggunakan *buffle block* dengan bentuk kemiringan hulu 1 : 2

Setiap variasi masing-masing dirunning dengan tiga variasi debit aliran. Variabel yang diamati setiap running adalah kecepatan aliran ( $v$ ) dan tinggi muka air ( $h$ ). Setiap running dilakukan pembacaan tiga kali, masing-masing dalam rentang waktu 2 menit.

### **B. Analisis Hasil**

#### **1. Perhitungan Bilangan Froude**

Untuk mengetahui dan menetapkan jenis aliranyang terjadi dalam proses pengaliran dalam saluran dapat dijabarkan berdasarkan dengan angka

bilangan Froude (Fr).

#### a. Perhitungan Bilangan Froude Tanpa Menggunakan *Baffle Block*

Perhitungan bilangan Froude bertujuan untuk mengetahui dan menetapkan jenis aliran yang terjadi pada saat simulasi. Data penelitian yang digunakan dalam menghitung bilangan Froude adalah kecepatan aliran dan kedalaman aliran. Contoh perhitungan bilangan froude diambil dari data variasi tanpa baffle block sebagai berikut:

Diketahui:

$$V = 0,9 \text{ m/det}$$

$$h = 0,040 \text{ m.}$$

$$Fr = \frac{0,9}{\sqrt{9,8 \times 0,040}}$$

$$Fr = 1.491$$

Untuk perhitungan bilangan Froude (Fr), tanpa *Baffle block*, tegak, 1:1 dan 1:2 diperlihatkan dalam tabel 6, 7, 8 dan 9.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Bilangan Froude Tanpa Menggunakan *Baffle Block*

Variasi bukaan	Waktu pengamatan	Kedalaman aliran (h)	Lebar Dasar Saluran (b)	Kecepatan Aliran (v)	Bilangan Froude (Fr)	Kriteria aliran	Keterangan
(°)	menit	m	m	m/det			-
30	2	0,040	0,30	0,9	1,491	> 1	Super Kritis
	4	0,038	0,30	0,9	1,420	> 1	Super Kritis
	6	0,035	0,30	0,7	1,138	> 1	Super Kritis
60	2	0,050	0,30	1,7	2,429	> 1	Super Kritis

	4	0,047	0,30	1,4	2,112	> 1	Super Kritis
	6	0,045	0,30	1,2	1,857	> 1	Super Kritis
90	2	0,060	0,30	2,8	3,608	> 1	Super Kritis
	4	0,055	0,30	2,4	3,269	> 1	Super Kritis
	6	0,050	0,30	2,2	3,143	> 1	Super Kritis



Gambar 9. Hubungan Antara Kecepatan Aliran (m/det) Dan Bilangan Froude Pada Variasi Debit.

Pada gambar diatas memeperlihatkan analisa untuk bilangan Froude dapat diketahui bahwa kecepatan aliran berbanding lurus dengan bilangan Froude, semakin cepat kecepatan aliran maka semakin besar pula bilangan Froudenya, hal ini terlihat pada grafik diatas di mana Q1 lebih besar dari Q2, dan Q2 lebih besar dari Q3, karena bukaan Q1 memakai  $30^{\circ}$ , bukaan Q2 memakai  $60^{\circ}$ , sedangkan Q3 memakai  $90^{\circ}$ , maka dapat saya simpulkan bahwasanya kecepatan aliran dari Q3 sangatlah deras .

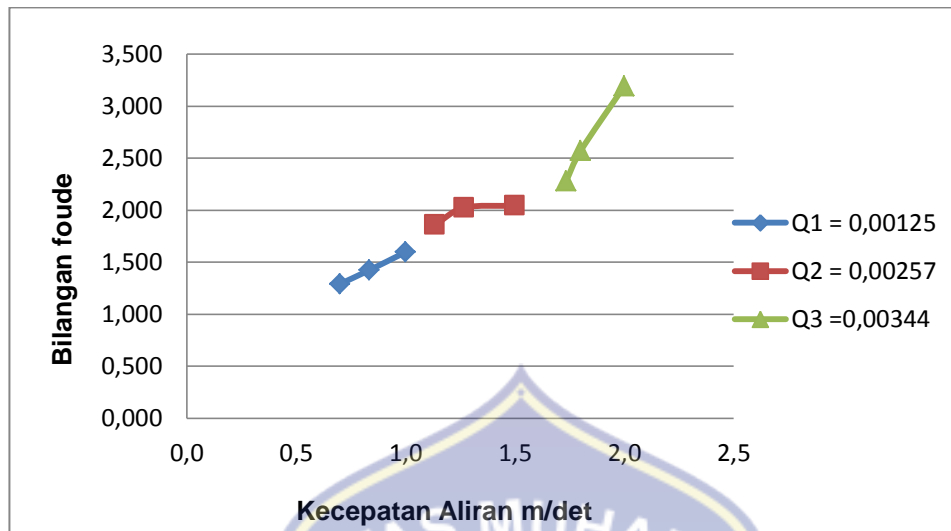


### b. Perhitungan Bilangan Froude Menggunakan *Buffle Block* Variasi Kemiringan Tegak

Berdasarkan tabel hasil penelitian yang didapatkan maka dapat dibuat tabel hasil perhitungan bilangan Froude pada berbagai debit dan waktu yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Bilangan Froude Menggunakan *Buffle Block* Variasi Kemiringan Tegak

Variasi bukaan	Waktu pengamatan	Kedalaman aliran (h)	Lebar Dasar Saluran (b)	Kecepatan Aliran (v)	Bilangan Froude (Fr)	Kriteria aliran	Keterangan
( $^{\circ}$ )	menit	M	m	m/det			
30	2	0,040	0,30	1,0	1,597	>1	Super Kritis
	4	0,035	0,30	0,8	1,423	>1	Super Kritis
	6	0,030	0,30	0,7	1,291	>1	Super Kritis
60	2	0,055	0,30	1,5	2,043	>1	Super Kritis
	4	0,040	0,30	1,3	2,023	>1	Super Kritis
	6	0,038	0,30	1,1	1,857	>1	Super Kritis
90	2	0,059	0,30	1,7	2,280	>1	Super Kritis
	4	0,050	0,30	1,8	2,571	>1	Super Kritis
	6	0,040	0,30	2,0	3,194	>1	Super Kritis



Gambar 22. Hubungan Antara Kecepatan Aliran (m/det) Dan Bilangan Froude Pada Variasi Debit.

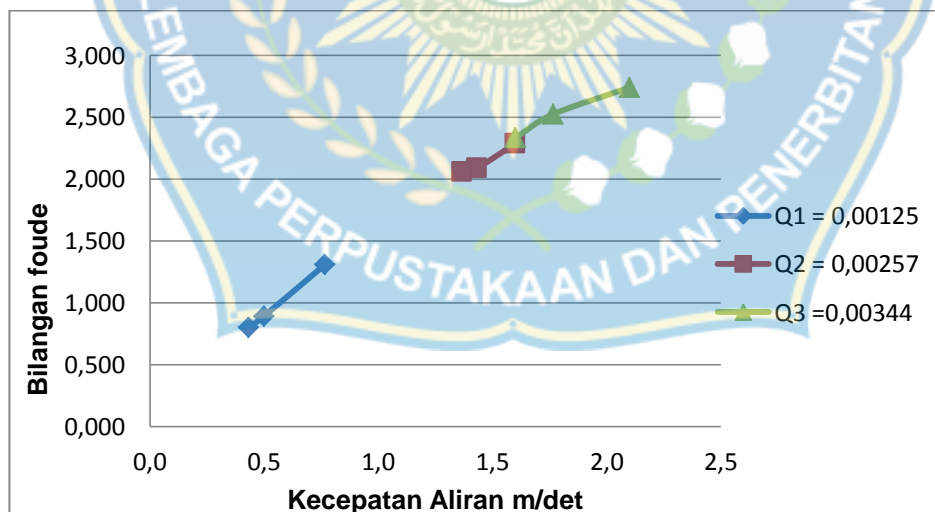
Pada gambar diatas memeperlihatkan analisa untuk bilangan Froude dapat diketahui bahwa kecepatan aliran berbanding lurus dengan bilangan Froude, semakin cepat kecepatan aliran maka semakin besar pula bilangan Froudenya hal ini terlihat pada grafik diatas hal ini terlihat pada grafik diatas di mana Q1 lebih besar dari Q2, dan Q2 lebih besar dari Q3, karena bukaan Q1 memakai  $30^{\circ}$ , bukaan Q2 memakai  $60^{\circ}$  sedangkan Q3 memakai  $90^{\circ}$ , maka dapat saya simpulkan bahwasanya kecepatan aliran dari Q3 sangatlah deras.

### c. Perhitungan Bilangan Froude Menggunakan *Buffle Block* Variasi Kemiringan 1:1

Berdasarkan tabel hasil penelitian yang didapatkan maka dapat dibuat tabel hasil perhitungan bilangan Froude pada berbagai debit dan waktu yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 6. Hasil Perhitungan Bilangan Froude Menggunakan Buffle Block Variasi Kemiringaan 1:1

variasi bukaan	Waktu pengamatan	Kedalaman aliran (h)	Lebar Dasar Saluran (b)	Kecepatan Aliran (v)	Bilangan Froude (Fr)	Kriteria	Keterangan
(°)	menit	m	m	m/det			
30	2	0,035	0,30	0,8	1,309	>1	Super Kritis
	4	0,032	0,30	0,5	0,893	>1	Super Kritis
	6	0,030	0,30	0,4	0,799	>1	Super Kritis
60	2	0,050	0,30	1,6	2,286	>1	Super Kritis
	4	0,048	0,30	1,4	2,090	>1	Super Kritis
	6	0,045	0,30	1,4	2,058	>1	Super Kritis
90	2	0,060	0,30	2,1	2,739	>1	Super Kritis
	4	0,050	0,30	1,8	2,524	>1	Super Kritis
	6	0,048	0,30	1,6	2,333	>1	Super Kritis



Gambar 23. Hubungan Antara Kecepatan Aliran (m/det) Dan Bilangan Froude Pada Variasi Debit.

Pada gambar diatas memeperlihatkan analisa untuk bilangan Froude dapat diketahui bahwa kecepatan aliran berbanding lurus dengan bilangan Froude, semakin cepat kecepatan aliran maka semakin besar pula bilangan Froudenya hal ini terlihat pada grafik diatas di mana Q1 lebih besar dari Q2, dan Q2 lebih besar dari Q3, karena bukaan Q1 memakai  $30^{\circ}$ , bukaan Q2 memakai  $60^{\circ}$ , sedangkan Q3 memakai  $90^{\circ}$ , maka dapat saya simpulkan bahwasanya kecepatan aliran dari Q3 sangatlah deras.

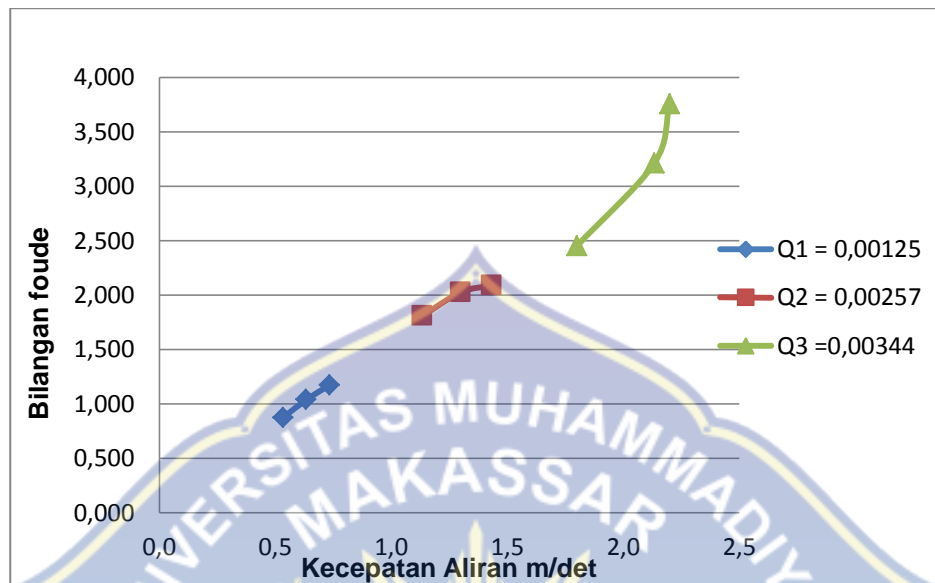
#### d. Perhitungan Bilangan Froude Menggunakan *Buffle Block* Variasi Kemiringan 1:2

Berdasarkan tabel hasil penelitian yang didapatkan maka dapat dibuat tabel hasil perhitungan bilangan Froude pada berbagai debit dan waktu yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 7. Hasil Perhitungan Bilangan Froude Menggunakan *Buffle Block* Variasi Kemiringaan 1:2

variasi Bukaan	Waktu pengamatan	Kedalaman aliran (h)	Lebar Dasar Saluran	Kecepatan Aliran (v)	Bilangan Froude (Fr)	Kriteria	Keterangan
( $^{\circ}$ )	menit	m	m	m/det			
30	2	0,040	0,30	0,7	1,171	>1	Super Kritis
	4	0,038	0,30	0,6	1,038	>1	Super Kritis
	6	0,038	0,30	0,5	0,874	>1	Super Kritis
60	2	0,048	0,30	1,4	2,090	>1	Super Kritis
	4	0,042	0,30	1,3	2,026	>1	Super Kritis
	6	0,040	0,30	1,1	1,810	>1	Super Kritis
90	2	0,055	0,30	1,8	2,452	>1	Super Kritis
	4	0,045	0,30	2,1	3,212	>1	Super Kritis

	6	0,035	0,30	2,2	3,756	>1	Super Kritis
--	---	-------	------	-----	-------	----	--------------



Gambar 24. Hubungan Antara Kecepatan Aliran (m/det) Dan Bilangan Froude Pada Variasi Debit.

Pada gambar diatas memeperlihatkan analisa untuk bilangan Froude dapat diketahui bahwa kecepatan aliran berbanding lurus dengan bilangan Froude, semakin cepat kecepatan aliran maka semakin besar pula bilangan Froudenya hal ini terlihat pada grafik diatas di mana Q1 lebih besar dari Q2, dan Q2 lebih besar dari Q3, karena bukaan Q1 memakai  $30^{\circ}$ , bukaan Q2 memakai  $60^{\circ}$ , sedangkan Q3 memakai  $90^{\circ}$ , maka dapat saya simpulkan bahwasanya kecepatan aliran dari Q3 sangatlah deras.

## 2. Perhitungan Bilangan Reynold

Keadaan atau prilaku aliran pada saluran terbuka pada dasarnya ditentukan oleh pengaruh kekentalan dan grafitasi. Pengaruh kekentalan (viscosity) aliran dapat bersifat laminer, turbolen dan perairan tergantung pada



pengaruh kekentalan relative dapat dinyatakan dengan bilangan Reynold yang didefinisikan sebagai berikut :

Di ketahui:

$$V = 0,93$$

$$R = 0.003$$

$$Re = \frac{(0,93 \cdot 0,003)}{0,000000809}$$

$$Re = 3964,395$$

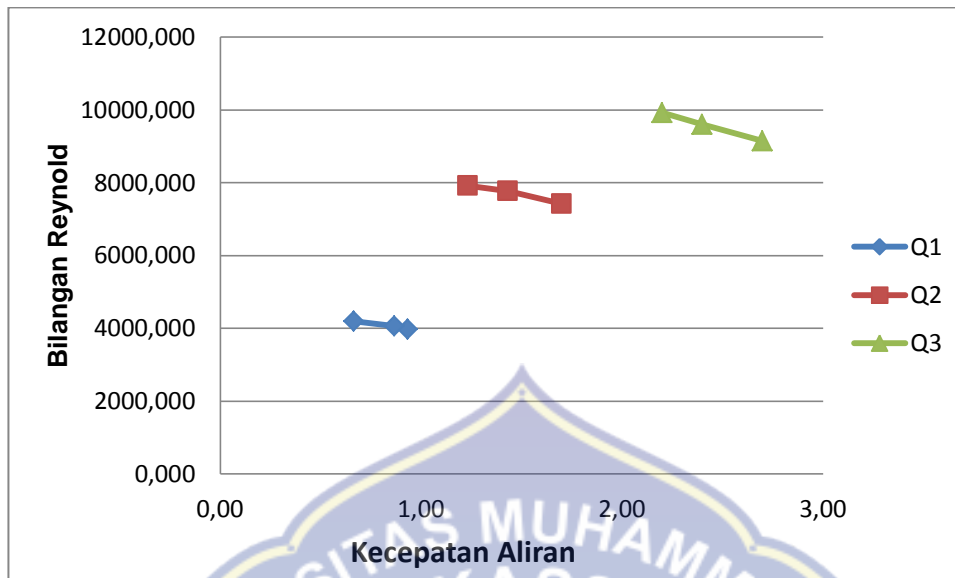
Perhitungan bilangan reynold (Re), tanpa Buffle block, tegak, 1:1 dan 1:2 diperlihatkan dalam tabel 10, 11, 12 dan 13.

**a. Perhitungan Bilangan Reynold pada Variasi tanpa Menggunakan Buffle Block**

Berdasarkan tabel hasil penelitian yang didapatkan maka dapat dibuat tabel hasil perhitungan bilangan Reynold pada berbagai debit dan waktu yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 8. Hasil Perhitungan Bilangan Renold (Re) Tanpa Menggunakan *Buffle Block*

Variasi Debit	Waktu pengamatan	Kedalaman Rata-rata (h)	Lebar Dasar Saluran (b)	Kecepatan Aliran (v) m	Luas Penampang (A)	Keliling Basah (P)	Jari-jari Hidrolis (R)	Suhu (°C)	Viskositas	Bilangan Reynold (Re)	Keterangan
	menit	m	m	m/det	m <sup>2</sup>	m	m		m <sup>2</sup> /det		
Q <sub>1</sub> =	2	0,040	0,30	0,93	0,0013	0,389	0,003	29,5	0,000000809	3964,395	Transisi
	4	0,038	0,30	0,87	0,0014	0,385	0,004	30,0	0,000000799	4060,621	Transisi
	6	0,035	0,30	0,67	0,0019	0,378	0,005	30,5	0,000000789	4184,990	Transisi
Q <sub>2</sub> =	2	0,050	0,30	1,70	0,0015	0,412	0,004	28,0	0,000000839	7421,137	Turbulen
	4	0,047	0,30	1,43	0,0018	0,405	0,004	29,3	0,000000815	7772,447	Turbulen
	6	0,045	0,30	1,23	0,0021	0,401	0,005	29,6	0,000000809	7917,523	Turbulen
Q <sub>3</sub> =	2	0,060	0,30	2,70	0,0012	0,434	0,003	27,7	0,000000847	9141,484	Turbulen
	4	0,055	0,30	2,40	0,0014	0,423	0,003	27,6	0,000000848	9599,677	Turbulen
	6	0,050	0,30	2,20	0,0016	0,412	0,004	27,9	0,000000843	9922,712	Turbulen



Gambar 25. Hubungan Antara Kecepatan Aliran (m/det) Dan Bilangan Reynold

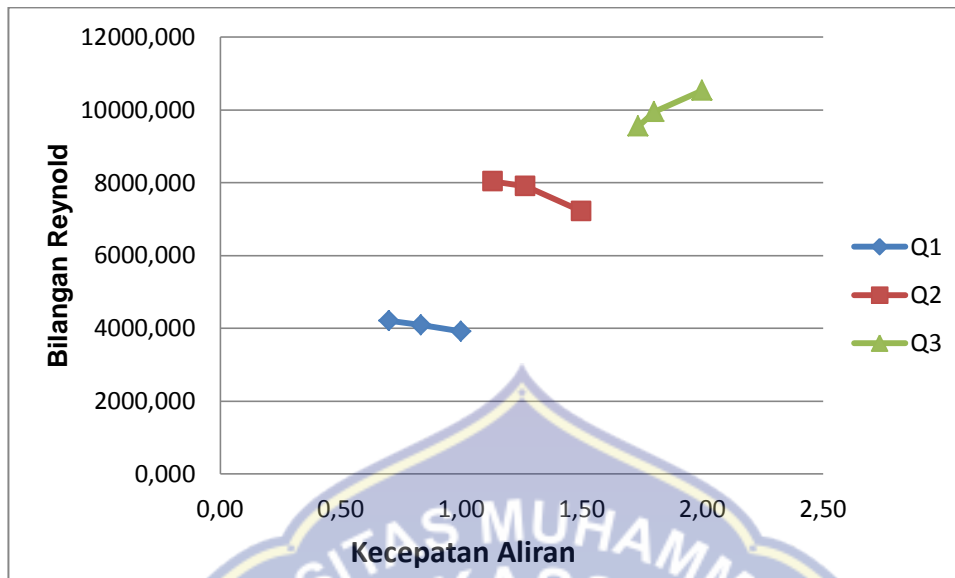
Dari hasil analisa untuk bilangan Reynold dapat diketahui bahwa kecepatan aliran berbanding lurus dengan bilangan Reynold, semakin besar kecepatan aliran maka semakin besar pula bilangan Reynold hal ini terlihat pada gambar diatas.

#### b. Perhitungan Bilangan Reynold pada Variasi bentuk Kemiringan hulu Tegak

Berdasarkan tabel hasil penelitian yang didapatkan maka dapat dibuat tabel hasil perhitungan bilangan Reynold pada berbagai debit dan waktu yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 9. Hasil Perhitungan Bilangan Reynold (Re) Menggunakan Bafll Block Variasi Kemiringan Tegak

Variasi Kemiringan	Variasi bukaan	Waktu pengamatan	Kedalaman Rata-rata (h)	Lebar Dasar Saluran (b)	Kecepatan Aliran (v)	Luas Penampang (A)	Keliling Basah (P)	Jari-jari Hidrolis (R)	Suhu (°C)	Viskositas	Bilangan Reynold (Re)	Keterangan
	$m^3/det$	menit	m	m	m/det	$m^2$	m	m		$m^2/det$		
Tegak	Q <sub>1</sub> = 0,00125	2	0,040	0,30	1,00	0,0012	0,389	0,003	29,0	0,000000821	3909,647	Transisi
		4	0,035	0,30	0,83	0,0015	0,378	0,004	29,5	0,000000809	4081,571	Transisi
		6	0,030	0,30	0,70	0,0018	0,367	0,005	29,5	0,000000810	4202,424	Transisi
	Q <sub>2</sub> = 0,00257	2	0,055	0,30	1,50	0,0017	0,423	0,004	27,9	0,000000842	7202,098	Turbulen
		4	0,040	0,30	1,27	0,0020	0,389	0,005	28,3	0,000000834	7897,419	Turbulen
		6	0,038	0,30	1,13	0,0023	0,385	0,006	28,5	0,000000829	8034,117	Turbulen
	Q <sub>3</sub> = 0,00344	2	0,059	0,30	1,73	0,0020	0,432	0,005	28,3	0,000000834	9558,697	Turbulen
		4	0,050	0,30	1,80	0,0019	0,412	0,005	28,0	0,000000840	9954,213	Turbulen
		6	0,040	0,30	2,00	0,0017	0,389	0,004	28,0	0,000000839	10534,115	Turbulen



Gambar 26. Hubungan Antara Kecepatan Aliran (m/det) Dan Bilangan Reynold

Dari hasil analisa untuk bilangan Reynold dapat diketahui bahwa kecepatan aliran berbanding lurus dengan bilangan Reynold, semakin besar kecepatan aliran maka semakin besar pula bilangan Reynold hal ini terlihat pada gambar diatas.

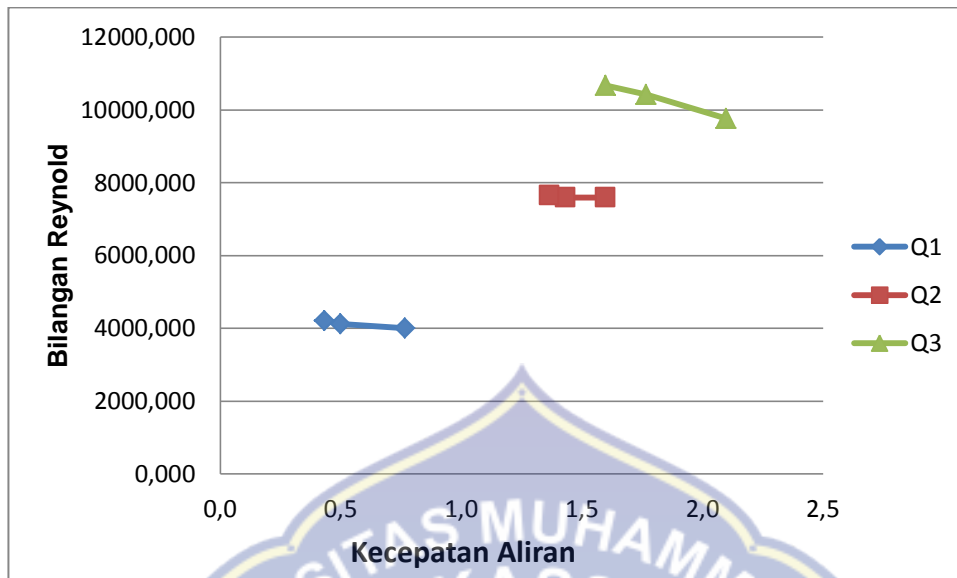
### c. Perhitungan Bilangan Reynold pada Variasi bentuk Kemiringan hulu 1:1

Berdasarkan tabel hasil penelitian yang didapatkan maka dapat dibuat tabel hasil perhitungan bilangan Reynold pada berbagai debit dan waktu yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada tabel berikut.



Tabel 10. Hasil Perhitungan Bilangan Reynold (Re) Menggunakan *Baffle Block Variasi Kemiringan 1:1*

Variasi Kemiringan	Debit Pintu Thompson	Waktu (t)	Kedalaman Rata-rata (h)	Lebar Dasar Saluran (b)	Kecepatan Aliran (v)	Luas Penampang (A)	Keliling Basah (P)	Jari-jari Hidrolis (R)	Suhu (°C)	Viskositas	Bilangan Reynold	Keterangan
	$m^3/det$	menit	M	m	m/det	$m^2$	m	m		$m^2/det$	(Re)	
1;1	Q <sub>1</sub> = 0,00125	2	0,035	0,30	0,8	0,0016	0,378	0,004	28,7	0,000000826	3999,215	Transisi
		4	0,032	0,30	0,5	0,0025	0,372	0,007	29,2	0,000000817	4117,949	Transisi
		6	0,030	0,30	0,4	0,0029	0,367	0,008	29,5	0,000000811	4198,968	Transisi
	Q <sub>2</sub> = 0,00257	2	0,050	0,30	1,6	0,0016	0,412	0,004	29,0	0,000000821	7589,936	Turbulen
		4	0,048	0,30	1,4	0,0018	0,407	0,004	28,5	0,000000830	7586,981	Turbulen
		6	0,045	0,30	1,4	0,0019	0,401	0,005	28,1	0,000000837	7646,461	Turbulen
	Q <sub>3</sub> = 0,00344	2	0,060	0,30	2,1	0,0016	0,434	0,004	29,3	0,000000813	9751,101	Turbulen
		4	0,050	0,30	1,8	0,0019	0,412	0,005	29,9	0,000000803	10417,199	Turbulen
		6	0,048	0,30	1,6	0,0022	0,407	0,005	30,4	0,000000793	10664,433	Turbulen



Gambar 27. Hubungan Antara Kecepatan Aliran (m/det) Dan Bilangan Reynold

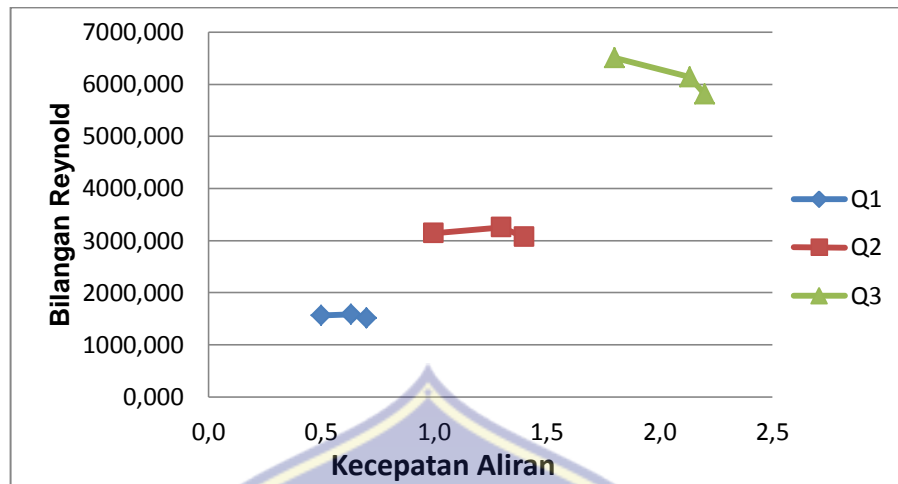
Dari hasil analisa untuk bilangan Reynold dapat diketahui bahwa kecepatan aliran berbanding lurus dengan bilangan Reynold, semakin besar kecepatan aliran maka semakin besar pula bilangan Reynold hal ini terlihat pada gambar diatas.

#### d. Perhitungan Bilangan Reynold pada Variasi bentuk Kemiringan hulu 1:2

Berdasarkan tabel hasil penelitian yang didapatkan maka dapat dibuat tabel hasil perhitungan bilangan Reynold pada berbagai debit dan waktu yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 11. Hasil Perhitungan Bilangan Reynold (Re) Menggunakan *Buffle Block* Variasi Kemiringan 1:2

Variasi Kemiringan	Debit Pintu Thompson	Waktu (t)	Kedalaman Rata-rata (h)	Lebar Dasar Saluran (b)	Kecepatan Aliran (v)	Luas Penampang (A)	Keliling Basah (P)	Jari-jari Hidrolis (R)	Suhu (°C)	Viskositas	Bilangan Reynold	Keterangan
	$m^3/det$	menit	m	m	m/det	$m^2$	m	m		$m^2/det$	(Re)	
1:2	$Q_1=0,00125$	2	0,040	0,30	0,5	0,0017	0,389	0,004	0,0	0,000001400	1562,590	Transisi
		4	0,038	0,30	0,6	0,0020	0,385	0,005	0,0	0,000001400	1581,982	Transisi
		6	0,038	0,30	0,7	0,0023	0,385	0,006	0,0	0,000001400	1511,123	Transisi
	$Q_2=0,00257$	2	0,048	0,30	1,0	0,0018	0,407	0,004	0,0	0,000001400	3138,137	Transisi
		4	0,042	0,30	1,3	0,0020	0,394	0,005	0,0	0,000001400	3254,675	Transisi
		6	0,040	0,30	1,4	0,0023	0,389	0,006	0,0	0,000001400	3065,564	Transisi
	$Q_3=0,00344$	2	0,055	0,30	2,2	0,0019	0,423	0,005	0,0	0,000001400	5814,661	Turbulen
		4	0,045	0,30	2,1	0,0016	0,401	0,004	0,0	0,000001400	6139,205	Turbulen
		6	0,035	0,30	1,8	0,0016	0,378	0,004	0,0	0,000001400	6502,119	Turbulen



Gambar 28. Hubungan Antara Kecepatan Aliran (m/det) Dan Bilangan Reynold

Dari hasil analisa untuk bilangan Reynold dapat diketahui bahwa kecepatan aliran berbanding lurus dengan bilangan Reynold, semakin besar kecepatan aliran maka semakin besar pula bilangan Reynold hal ini terlihat pada gambar diatas.

### C. Pembahasan

#### 1. Mengetahui Karakteristik Aliran Di Hilir Peredam *Type Solid Roller Bucket Tanpa Buffle Block*.

Berdasarkan analisis dapat diketahui bahwa pembahasan tentang pengaruh pemasangan *Buffle block* pada variasi debit yang berbeda terhadap karakteristik aliran pada saluran, menunjukkan pengaruh yang signifikan.

Dari perlakuan yang diberikan tanpa menggunakan *Buffle block* , dilakukan uji kinerja dengan tiga variasi debit aliran untuk bilangan Froude

(Fr), dan bilangan reynold Perlakuan yang dilakukan uji kinerja tanpa menggunakan *Buffle block*, tersebut memperlihatkan hasil bahwa Super kritis aliran maximum terjadi pada kinerja tanpa menggunakan *Buffle block*, dan aliran turbulensi. Semakin besar debit aliran maka kecepatan air pada saluran semakin meningkat, dengan nilai bilangan froude aliran 3,356, super kritis. Dan nilai bilangan reynold 10987,789 Turbulen.

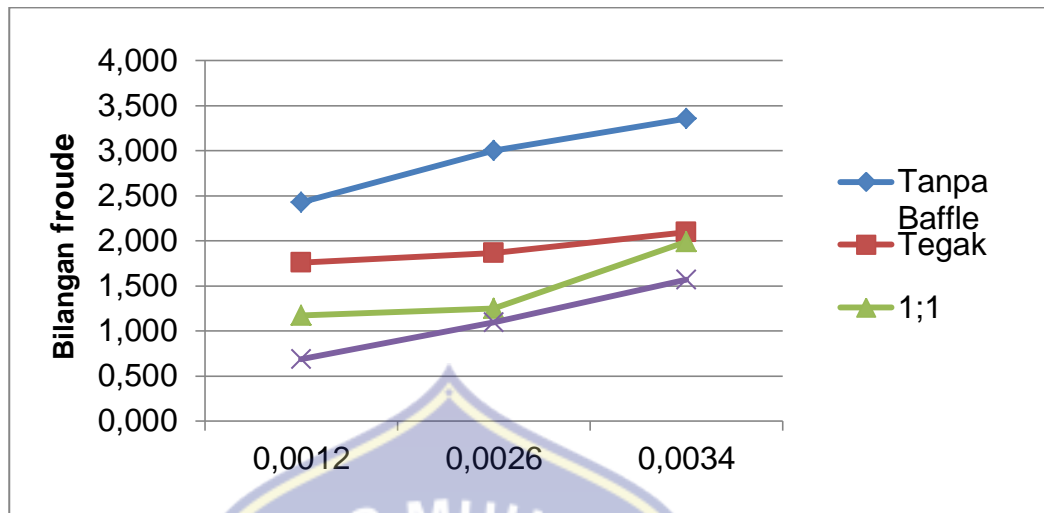
## 2. Mengetahui Pengaruh Kemiringan *Buffle Block* Terhadap Karakteristik Aliran Di Hilir Peredam Energi *Type Solid Roller Bucket*.

Berdasarkan tabel hasil penelitian yang didapatkan maka dapat dibuat tabel hasil perhitungan bilangan Froude (Fr) dan bilangan Reynold (Re) pada berbagai debit dan waktu yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 16. Hasil Perhitungan Nilai Rata-Rata Bilangan Froude (Fr) Pemasangan *Buffle Block*.

Debir Q m <sup>3</sup> /det	Nilai rata-rata bilangan Froude (Fr)			
	tanpa	tegak	1;1	1;2
0,0012	2,426	1,756	1,172	0,687
0,0026	2,998	1,865	1,252	1,098
0,0034	3,356	2,098	1,988	1,568

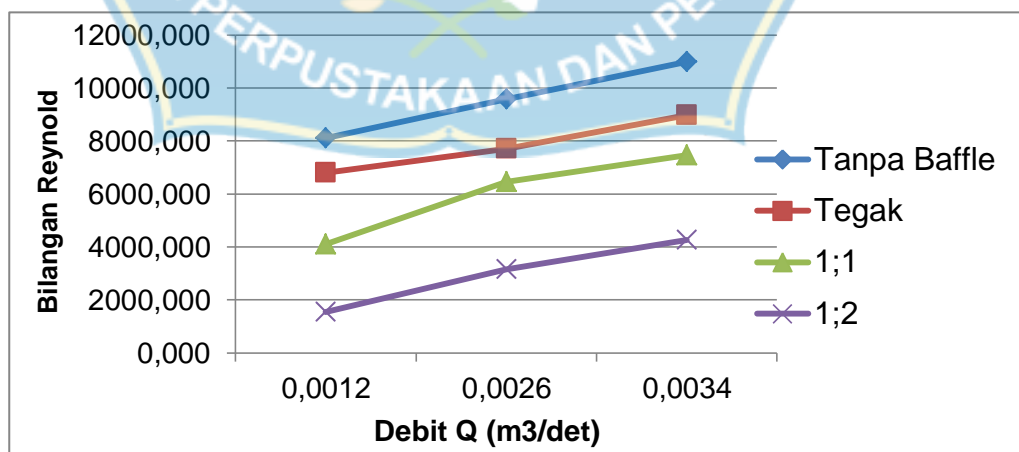




Gambar 29. Hubungan Antara Debit Aliran (m/det) Dan Perhitungan Bilangan Froude (Fr).

Tabel 12. Hasil Perhitungan Nilai Rata-Rata Bilangan Reynold (Re) Menggunakan *Buffle Block*.

Debit Q m <sup>3</sup> /det	Nilai rata-rata bilangan Reynold (Re)			
	Tanpa	tegak	1;1	1;2
0,0012	8098,456	6789,879	4105,377	1551,898
0,0026	9567,867	7711,211	6453,978	3152,792
0,0034	10987,789	8978,765	7456,675	4256,097



Gambar 30. Hubungan Antara Debit Aliran (m/det) Dan Perhitungan Bilangan Reynold (Re).

Berdasarkan analisis dapat diketahui bahwa pembahasan tentang pengaruh pemasangan *Baffle block* pada variasi debit yang berbeda terhadap bilangan Froude pada saluran, menunjukkan pengaruh yang signifikan.

Dari empat perlakuan yang diberikan, masing-masing dilakukan uji kinerja dengan tiga variasi debit aliran untuk bilangan Reynold ( $Re$ ). Perlakuan pertama adalah dilakukan uji kinerja tanpa menggunakan *Baffle block*, uji kinerja yang kedua adalah menggunakan *Baffle block* dengan variasi kemiringan tegak, uji kinerja yang ketiga adalah menggunakan *Baffle block* dengan variasi kemiringan 1:1. Dan , uji kinerja yang keempat adalah menggunakan *Baffle block* dengan variasi kemiringan 1:2

Dari empat perlakuan tersebut menunjukkan hasil bahwa turbolensi aliran maximum terjadi pada kinerja tanpa menggunakan *Baffle block*. Uji kinerja dengan variasi kemiringan *Baffle block* menunjukkan bahwa dari tiga variasi kemiringan menggunakan *Baffle block* yaitu tegak, 1:1, dan, 1:2. Setelah dianalisis menghasilkan bahwa variasi kemiringan yang paling minimum yaitu variasi kemiringan 1:2. Pada variasi 1:2 bilangan Froude yang paling terkecil yaitu 0,687 Sub kritis, dan karakteristik bilangan reynold yang paling kecil 1551,898 transisi.

## BAB V

### PENUTUP

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan tujuan penelitian ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Karakteristik aliran yang terjadi tanpa menggunakan *Baffle block* yaitu aliran super kritis dengan nilai  $Fr = 3,356$ . Sedangkan nilai bilangan Reynold ( $Re$ ) = 10987,789 menunjukkan jenis aliran turbulensi.
2. Pengaruh kemiringan *Baffle block* terhadap karakteristik aliran di hilir peredam energi *type solid roller bucket* menunjukkan hasil yang signifikan, dari ketiga perlakuan yang diberikan. Karakteristik aliran yang terjadi pada *baffle block* dengan kemiringan hulu tegak, 1:1, 1:2 adalah aliran super kritis sedangkan jenis aliran yang terjadi adalah transisi dan turbulensi.

#### B. Saran

Dari pengamatan di dalam penelitian ini penulis memberikan saran-saran untuk penelitian lebih lanjut, yaitu :

1. Diperlukan modifikasi alat agar dalam mempermudah pembuatan bentuk saluran

2. Pada penelitian selanjutnya dilakukan pada bentuk penampang dan bentuk *Baffle block* yang berbeda.
3. Dari hasil penelitian perlu di kaji lagi mengenai penggunaan variasi kemiringan *Baffle block*.
4. Untuk peneitian selanjutnya menggunakan pipa PVC3 " yg lebih besar untuk mendapat debit yang lebih maksimum.



## DAFTAR PUSTAKA

- Admaja, I.T. (2003). "Efektifitas Ukuran Baffle Balok halang pada kolam olakan USBR IV," Skripsi (Tidak diterbitkan) Universitas Sebelas Maret (UNS), Surakarta.
- Agnes.1999. "Pengaruh Tataletak Baffle Block Pada Kolam Olakan USBR Tipe IV Lantai Miring," Skripsi (Tidak Diterbitkan) Universitas Sebelas Maret (UNS), Surakarta.
- Ari Praja, T. (2009). "Kajian Peredam Energi Pada Kolam Olak Tipe USBR Type Solid Roller Bucket dengan Baffle Blocks Bentuk kotak." Skripsi, Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Asdak,Chay. 2002. *Hidrologi Dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Chanson, H. (2016). *Self-Aeration On Chute Spilways* – School Of Civil Engineering. ([Staff.civil.uq.edu.au/h.chanson/civ410.html](http://staff.civil.uq.edu.au/h.chanson/civ410.html)).
- Chow, V.T. (1992). *Hidrolika Saluran Terbuka*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Frank M. White. 1986. *Mekanika Fluida Jilid I*. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Gambar Kolam Olak tipe Vlugther. <http://academia.edu.com>. (diunduh pada tanggal 15 November 2018, 10:27).
- Gambar Aliran pada Saluran Terbuka. <http://pt.slideshare.net/01-hidrolika>. (diunduh pada tanggal 20 November 2018, 22:19).
- Irawan, Jati. 2011. Pengaruh Variasi Kemiringan pada Tubuh Hulu Bendung dan Penggunaan Kolam Olak Tipe Solid Roller Bucket terhadap Loncat Air dan Gerusan Setempat, Skripsi (tidak diterbitkan), Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Kim, Y. and Kim, W. J. 2000. . "Roles of Water Hyacinth and their Roots for Reducing Algal Concentration in the Effluent from Waste Stabilization Ponds", Water Research, vol. 34, no.13, pp. 3285-3294.
- Mawardi, E. dan Mamed, M. (2002). *Desain Hdraulik Bendung Tetap Untuk Irigasi Teknis*, Alfabeta, Bandung.



- Mulyana, 2007. *Pemodelan Debit Air Sungai*. Makalah Inisiatif Pengembangan Infrastruktur Data. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Muttamara, S. and Puetpaiboon, U.1997.“*Roles of Baffles in Waste Stabilisation Ponds*”,*Water Science & Technology*, vol. 35, no.8, pp.275-284.
- Pearson et.al, 1995; Pedahzur et.al, 1993; Vega et.al, 2001. *Xianghua and Desain Bangunan Penangkap Sedimen dengan Teknologi Baffle (Sekat)*.
- Pembra Juned Adipura. 2013. *Pengaruh Variasi Kemiringan Tubuh Bendung dan Penempatan Baffle Blocks Pada Kolam Olak Tipe Solid Roller Bucket Terhadap Loncatan Hidrolis dan Peredam Energi*, *Jurnal Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta*.
- Peterka, A.J. (1974). *Hidrolics Design Of Stilling Basin And Energy Dissipaters*. United States Departement Of Interior, Bureau Of Reclamation. Denfer, Colorado.
- Puslitbang SDA. (2008). *Pengkajian Hidraulik Bangunan Bendung Mariyat Tipe Berganda Dengan Uji Model Fisik. Laporan Teknis*. Tidak Diterbitkan, Jakarta.
- Raju, Ranga K.J. (1986). *Aliran Melalui Saluran Terbuka*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Simons, D. B., and Senturk, F. 1992. *Sediment Transport Technology-Water and Sediment Dynamics*.Water Resources Publications,Littleton,CO.
- Sosrodarsono, S., 1997 *Bendung Tipe Urugan*, Dirjen pengairan Depertemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, PT Pradaya Paramita, Jakarta.
- Triatmodjo, Bambang. 2008. *Hidrolika II*. Beta Offset. Yogyakarta.
- USBR. (1984). *Design Of Small Dams*. USBR, Oxford and IBH Publishing CO, New Delhi. Bombay-Calcuta.

**LAMPIRAN 1: Data pengujian tanpa menggunakan *baffle block* dengan tiga variasi debit.**

Variasi Model	Variasi Kemiringan	Debit Q	Waktu T	Kecepatan Aliran			V	Tinggi Muka Air			H	Suhu t°C			Suhu Rata-rata	Tinggi V Noch
							Rata-rata				Rata-rata				H	
		m <sup>3</sup> /det	Det	Kiri	Tengah	Kanan	(m/det)	Kiri	Tengah	Kanan	(m)	Kiri	Tengah	Kanan		(M)
1	Tanpa Baffle Block	0,00125	2	0,8	1,3	0,7	0,9	0,04	0,04	0,04	0,04	29,1	29,6	29,9	29,5	0,06
			4	0,7	1,1	0,8	0,9	0,038	0,038	0,038	0,038	29,6	30,2	30,3	30,0	
			6	0,5	0,8	0,7	0,7	0,035	0,035	0,035	0,035	30,5	30,6	30,5	30,5	
		0,00257	2	2,0	2,0	2,3	2,1	0,05	0,05	0,05	0,05	27,5	28,2	28,4	28,0	0,08
			4	1,5	1,7	1,1	1,4	0,047	0,047	0,047	0,047	28,8	29,6	29,4	29,3	
			6	1,1	1,4	1,2	1,2	0,045	0,045	0,045	0,045	29,5	29,6	29,6	29,6	
		0,00344	2	2,5	2,8	3,0	2,8	0,06	0,06	0,06	0,06	27,7	27,6	27,7	27,7	0,10
			4	1,4	2,2	1,5	1,7	0,055	0,055	0,055	0,055	28,1	28,3	26,4	27,6	
			6	1,5	2,1	1,8	1,8	0,05	0,05	0,05	0,05	28,6	26,5	28,5	27,9	

Sumber: Hasil Pengamatan/Pengukuran

2. Data pengujian variasi kemiringan *baffle blok* tegak dengan tiga variasi debit.

Variasi Model	Variasi Kemiringan	Debit Q	Waktu T	Kecepatan Aliran			V	Tinggi Muka Air			H	Suhu t°C			Suhu Rata-rata	Tinggi V Noch
							Rata-rata				Rata-rata				H	
		m <sup>3</sup> /det	Det	Kiri	Tengah	Kanan	(m/det)	Kiri	Tengah	Kanan	(m)	Kiri	Tengah	Kanan		(M)
1	Tanpa Baffle Block	0,00125	2	0,8	1,3	0,7	0,9	0,04	0,04	0,04	0,04	29,1	29,6	29,9	29,5	0,06
			4	0,7	1,1	0,8	0,9	0,038	0,038	0,038	0,038	29,6	30,2	30,3	30,0	
			6	0,5	0,8	0,7	0,7	0,035	0,035	0,035	0,035	30,5	30,6	30,5	30,5	
		0,00257	2	2,0	2,0	2,3	2,1	0,05	0,05	0,05	0,05	27,5	28,2	28,4	28,0	0,08
			4	1,5	1,7	1,1	1,4	0,047	0,047	0,047	0,047	28,8	29,6	29,4	29,3	
			6	1,1	1,4	1,2	1,2	0,045	0,045	0,045	0,045	29,5	29,6	29,6	29,6	
		0,00344	2	2,5	2,8	3,0	2,8	0,06	0,06	0,06	0,06	27,7	27,6	27,7	27,7	0,10
			4	1,4	2,2	1,5	1,7	0,055	0,055	0,055	0,055	28,1	28,3	26,4	27,6	
			6	1,5	2,1	1,8	1,8	0,05	0,05	0,05	0,05	28,6	26,5	28,5	27,9	

Sumber: Hasil Pengamatan/Pengukuran

3. Data pengujian variasi kemiringan *baffle blok* 1:1 dengan tiga variasi debit.

Variasi Model	Variasi Kemiringan	Debit Q	Waktu T	Kecepatan Aliran			V	Tinggi Muka Air			H	Suhu t°C			Suhu Rata-rata	Tinggi V Noch
							Rata-rata				Rata-rata				H	
		m <sup>3</sup> /det	Det	Kiri	Tengah	Kanan	(m/det)	Kiri	Tengah	Kanan	(m)	Kiri	Tengah	Kanan		(M)
2	Tegak	0,00125	2	1,4	0,4	0,8	0,9	0,04	0,04	0,04	0,04	28,5	28,9	29,5	29,0	0,06
			4	1,1	0,5	0,9	0,8	0,035	0,035	0,035	0,035	29,6	29,5	29,5	29,5	
			6	0,4	0,4	0,6	0,5	0,03	0,03	0,03	0,03	29,5	29,5	29,5	29,5	
		0,00257	2	2,1	1,7	1,5	1,8	0,055	0,055	0,055	0,055	27,8	27,9	28,0	27,9	0,08
			4	1,3	1,2	1,3	1,3	0,04	0,04	0,04	0,04	28,2	28,3	28,4	28,3	
			6	1,4	0,9	1,1	1,1	0,038	0,038	0,038	0,038	28,5	28,5	28,6	28,5	
		0,00344	2	2,1	1,1	2,0	1,7	0,037	0,07	0,07	0,059	28,4	28,4	28,1	28,3	0,10
			4	1,5	1,8	1,2	1,5	0,05	0,05	0,05	0,05	28,0	28,0	28,0	28,0	
			6	1,6	2,2	1,1	1,6	0,04	0,04	0,04	0,04	28,0	28,1	28,0	28,0	

Sumber: Hasil Pengamatan/Pengukuran

#### 4. Data Pengujian Variasi Kemiringan Baffle Block 1:2 Dengan Tiga Variasi Debit.

Variasi Model	Variasi Kemiringan	Debit Q	Waktu T	Kecepatan Aliran			V Rata-rata (m/det)	Tinggi Muka Air			H Rata-rata (m)	Suhu t°C			Suhu Rata-rata	Tinggi V Noch
				Kiri	Tengah	Kanan		Kiri	Tengah	Kanan		Kiri	Tengah	Kanan		H
		m <sup>3</sup> /det	Det												(M)	
3	1;1	0,00125	2	0,6	1,1	0,6	0,8	0,035	0,035	0,035	0,035	28,9	28,5	28,7	28,7	0,06
			4	0,5	0,6	0,4	0,5	0,032	0,032	0,032	0,032	29,1	29,2	29,2	29,2	
			6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,03	0,03	0,03	0,03	29,4	29,4	29,6	29,5	
		0,00257	2	2,4	2,0	2,2	2,2	0,05	0,05	0,05	0,05	28,4	28,9	29,6	29,0	0,08
			4	1,5	1,7	1,1	1,4	0,048	0,048	0,048	0,048	28,6	28,5	28,4	28,5	
			6	1,3	1,6	1,2	1,4	0,045	0,045	0,045	0,045	28,2	28,1	28,1	28,1	
		0,00344	2	1,5	2,7	2,1	2,1	0,06	0,06	0,06	0,06	29,2	29,3	29,5	29,3	0,10
			4	1,6	2,3	1,4	1,8	0,05	0,05	0,05	0,05	29,6	29,8	30,2	29,9	
			6	1,6	2,5	1,4	1,8	0,048	0,048	0,048	0,048	30,1	30,5	30,5	30,4	

Sumber: Hasil Pengamatan/Pengukuran



## LAMPIRAN DOCUMENTASI



Pembersihan lokasi dalam membuat sebuah saluran  
dengan ukuran 40 cm x 30 cm x 5,50 m



Pembuatan saluran



Pengukuran debit air di pintu tomshong



Pengukuran debit tinggi muka air





Mengukur tinggi loncatan debit setelah *baffle block* Dengan menggunakan mistar



mengukur debit aliran dan kecepatan arus menggunakan *current meter* setelah *baffle block*