

**SKRIPSI**

**PENGARUH PEMASANGAN FORMASI MODEL TIANG TERHADAP  
BILANGAN FROUDE DAN ENERGI SPESIFIK  
DI HILIR PINTU AIR OTOMATIS**

oleh

**AGNES RAFELIA**  
NIM. DAB 114 125



**JURUSAN/PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA  
PALANGKA RAYA  
2021**

## SKRIPSI

# PENGARUH PEMASANGAN FORMASI MODEL TIANG TERHADAP BILANGAN FROUDE DAN ENERGI SPESIFIK DI HILIR PINTU AIR OTOMATIS

oleh

AGNES RAFELIA  
NIM. DAB 114 125

Disetujui sesuai dengan revisi dalam Form Rekomendasi  
dan Berita Acara Ujian Skripsi

Palangka Raya, 12 April 2021

(Ketua Penguji/Penguji 1)



Dr. Ir. I MADE KAMIANA, M.T.  
NIP. 196208181990021001

(Sekretaris/Penguji 2)

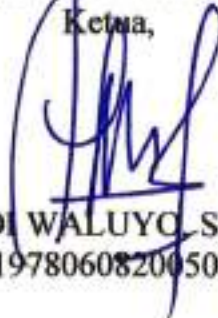


DWI ANUNG NINDITO, S.T., M.T.  
NIP. 197610262003121001

Mengetahui:

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya

Ketua,



Dr. RUDI WALUYO, S.T., M.T.  
NIP. 197806082005011003

**PENGARUH PEMASANGAN FORMASI MODEL TIANG TERHADAP  
BILANGAN FROUDE DAN ENERGI SPESIFIK  
DI HILIR PINTU AIR OTOMATIS**

**SKRIPSI**

Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan  
Program Strata-1 pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya

oleh


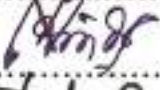
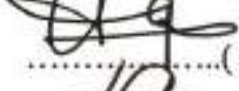
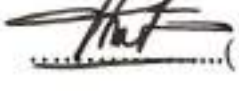
**AGNES RAFELIA**  
NIM. DAB 114 125

**Telah dipertahankan di depan Tim Penguji, pada :**

Hari/Tanggal : Jumat / 26 Maret 2021  
Waktu : 09.00 – 11.00 WIB  
Tempat : Ruang Sidang Sarjana

Tim Penguji :

1. Dr. Ir. I MADE KAMIANA, M.T.  
NIP. 196208181990021001
2. DWI ANUNG NINDITO, S.T., M.T.  
NIP. 197610262003121001
3. Ir. ALLAN RESTU JAYA, M.T.  
NIP. 196312041992031001
4. Ir. HENDRO SUYANTO, M.T.  
NIP. 195908311989031002

  
.....( Ketua Penguji/Penguji 1 )  
  
.....( Sekretaris/Penguji 2 )  
  
.....( Penguji 3 )  
  
.....( Penguji 4 )

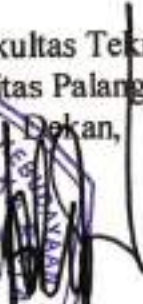
Mengetahui :

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya

Ketua,

  
Dr. RUDI WALUYO, S.T., M.T.  
NIP. 19780608 200501 1 003

Fakultas Teknik  
Universitas Palangka Raya  
Dekan,

  
Ir. WALUYO NUSWANTORO, M.T.  
NIP. 1965/11/19 199302 1 001

## BIODATA



### Data Pribadi

Nama : **AGNES RAFELIA**  
NIM : DAB 114 125  
Tempat, Tgl lahir : Jingah, 19 Juni 1996  
Status : Belum Menikah  
Agama : Katolik  
Pekerjaan : Mahasiswa  
Alamat : Jln. Swadaya RT/RW 002/001 Kel. Jingah, Kec. Teweh Baru, Barito Utara  
No. Telp. Rumah : -  
Alamat Asal : Jingah, Barito Utara, Kalimantan Tengah  
E-mail : [agnesrafelia1996@gmail.com](mailto:agnesrafelia1996@gmail.com)  
No. HP : 081348245229  
No. WA : 085754246129  
Instagram : Agnes Rafelia  
Facebook : Agnes Rafelia  
Line : -  
Nama Ayah : Jemi Romio  
Pekerjaan Ayah : Petani  
Alamat Ayah : Jingah, Barito Utara, Kalimantan Tengah  
Nama Ibu : Milo Yati  
Pekerjaan Ibu : Ibu Rumah Tangga  
Alamat Ibu : Jingah, Barito Utara, Kalimantan Tengah

### Riwayat Pendidikan\*)

- TK : TK TERATAI MUARA TEWEH (2001-2002)
- SD : SDN-1 JINGAH (2002-2008)
- SLTP : SMPN-2 MUARA TEWEH (2008-2011)
- SLTA : SMAN-1 MUARA TEWEH (2011-2014)
- S1 : Mulai mengikuti perkuliahan Program Strata-1 pada jurusan/Program Studi Teknik Sipil Universitas Palangka Raya bulan Agustus 2014

Palangka Raya, April 2021  
Yang membuat pernyataan,

AGNES RAFELIA  
NIM. DAB 114 125

# LEMBAR PERSEMBAHAN

**BERSYUKUR ATAS APA YG SUDAH  
DITEMPUH SELAMA INI, MESKIPUN  
PROSESNYA TERASA LAMA .**

**UTK SEMUA ORANG YG BERJASA DALAM HIDUPKU, SY UCAPKAN  
TERIMA KASIH & MOHON DOANYA AGAR BISA MENJADI ANAK YG  
BERBAKTI & SUKSES KE DEPANNYA.**



**TERIMA KASIH KEPADA TUHAN, MAMAH, PAPAH, AYES,  
ALIN, MBA ENDAH SEKELUARGA (BOSS KOS),  
DOSEN2 FT TERUTAMA PEMBIMBING UTAMA,  
PENDAMPING SKRIPSI, PEMBIMBING AKADEMIK &  
SEMUA PARA SAHABAT KU MASA KECIL, KAMPUS,  
MAUPUN BISNIS PT DUTA ELOK PERSADA.**



TERIMA KASIH UTK DIRI SENDIRI SUDAH MAU DIBAWA SUSAH & SENANG. SUDAH MAU KULIAH SAMBIL BERBISNIS DAN BISA DIBILANG CUKUP SUKSES UTK SAAT INI. SOSMED SKINCARE + BISNIS KU YG MENEMANI PERJALANAN KULIAH-SKRIPSI  
@NUAMOOREA\_PKY & AMOOREA AGNES RAFELIA



## **SURAT PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sungguh, bahwa Skripsi saya belum pernah dipakai sebelumnya untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi manapun. Segala kutipan dan pikiran dari berbagai sumber yang diungkapkan sebagaimana disebutkan lengkap dalam daftar pustaka. Apabila dikemudian hari ternyata pernyataan saya ini tidak benar, maka saya bersedia menerima segala konsekuensi akibat dari ketidakbenaran pernyataan saya.

Palangka Raya, 12 April 2021



AGNES RAFELIA

NIM. DAB 114 125

## RINGKASAN

**PENGARUH PEMASANGAN FORMASI MODEL TIANG TERHADAP BILANGAN FROUDE DAN ENERGI SPESIFIK DI HILIR PINTU AIR OTOMATIS**, Agnes Rafelia, DAB 114 125, Jurusan / Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya.

Pintu air otomatis pada saluran terbuka dapat membuat aliran menjadi tidak seragam dikarenakan kedalaman maupun kecepatan aliran berubah pada tiap tampang dan menyebabkan loncatan hidraulik. Untuk meminimalisir hal tersebut dipasang formasi model tiang berupa bambu kuning di hilir pintu air otomatis. Studi bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemasangan formasi model tiang (tanpa dan dengan model tiang) pada saluran prisma terhadap bilangan Froude ( $Fr$ ) dan energi spesifik ( $E_s$ ) di hilir pintu air otomatis, serta meninjau formasi pemasangan model tiang yang paling berpengaruh.

Studi dilakukan di Laboratorium dengan menggunakan *flume* berukuran panjang 6 m; lebar 0,2 m; dan tinggi 0,38 m. Dasar saluran dilapisi kayu mahoni berukuran panjang 4 m; lebar 0,19 m; dan tinggi 0,04 m. Formasi pemasangan model tiang yaitu formasi paralel dan zig-zag (penuh, setengah hulu, setengah hilir, kombinasi 1 dan kombinasi 2). Pada percobaan *running* dengan variasi empat debit, diukur kedalaman aliran menggunakan *point gauge*. Jarak antar titik pengukuran adalah 10 cm (16 titik). Titik pengukuran dimulai dari pintu air otomatis sampai hilir formasi model tiang.

Dari hasil studi yang dilakukan, formasi model tiang yang paling berpengaruh terhadap penurunan bilangan Froude ( $Fr$ ) dan paling besar persentase peningkatan energi spesifik ( $\Delta E_s$ ) adalah formasi paralel penuh dengan tinggi model tiang 12 cm atau  $6/19$  dari tinggi *flume*.  $Fr$  setelah pemasangan model tiang umumnya subkritis ( $Fr < 1$ ),  $\Delta E_s$  rata-rata pada (a) debit  $0.00129 \text{ m}^3/\text{dt} = 20.55\%$ , (b) debit  $0.00191 \text{ m}^3/\text{dt} = 35.54\%$ , (c) debit  $0.00512 \text{ m}^3/\text{dt} = 25.80\%$ , (d) debit  $0.00774 \text{ m}^3/\text{dt} = 22.50\%$ .

**Kata Kunci:** bilangan froude, energi spesifik, formasi tiang.

## SUMMARY

**THE EFFECT OF INSTALLATION OF PILE MODEL FORMATION ON FROUDE NUMBER AND SPECIFIC ENERGY IN THE AUTOMATIC FLOODGATE**, Agnes Rafelia, DAB 114 125, Department / Civil Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Palangka Raya University.

*The automatic floodgate on the open channel can make the non-uniform flow because the depth and flow velocity change at each face and cause hydraulic jumps. To minimize this, a pole formation in the form of Bambusa vulgaris was installed at the downstream of the automatic floodgate. The study aims to determine the effect of installing a pile model formation (without and with a pile model) on the prismatic channel to the Froude number ( $Fr$ ) and specific energy ( $E_s$ ) downstream of the automatic floodgate, and to examine the most influential pile model installation formation.*

*The study was carried out in the laboratory using a 6 m long flume; 0.2 m wide; and a height of 0.38 m. The base of the channel is covered with mahogany measuring 4 m long; width 0.19 m; and a height of 0.04 m. Pile model installation formations are parallel and zigzag formation (full, half upstream, half downstream, combination 1 and combination 2). In the running experiment with four discharge variations, the depth of flow was measured using a point gauge. The distance between measurement points is 10 cm (16 points). The measuring point starts from the automatic floodgate to the downstream of the pole model formation.*

*From the results of the study conducted, the pile model formation that has the most influence on decreasing the Froude number ( $Fr$ ) and the greatest percentage increase in specific energy ( $\Delta E_s$ ) is a fully parallel formation with a pile model height of 12 cm or 6/19 of the flume height.  $Fr$  after installation of the pile model is generally subcritical ( $Fr < 1$ ),  $\Delta E_s$  average at (a) discharge  $0.00129 \text{ m}^3/\text{s} = 20.55\%$ , (b) discharge  $0.00191 \text{ m}^3/\text{s} = 35.54\%$ , (c) discharge  $0.00512 \text{ m}^3/\text{s} = 25.80\%$ , (d) discharge  $0.00774 \text{ m}^3/\text{s} = 22.50\%$ .*

**Keywords:** froude number, specific energy, pile formation.

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan penyertaan-Nya, sehingga Skripsi ini dapat diselesaikan.

Skripsi berjudul “**PENGARUH PEMASANGAN FORMASI MODEL TIANG TERHADAP BILANGAN FROUDE DAN ENERGI SPESIFIK DI HILIR PINTU AIR OTOMATIS**” disusun sebagai salah satu syarat, yang harus dilaksanakan untuk menyelesaikan studi Program Strata-1, pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

Pada kesempatan ini, diucapkan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada:

1. Bapak Ir. Waluyo Nuswantoro, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
2. Ibu Frieda, S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Akademik Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya dan selaku Dosen Pembimbing Akademik.
3. Bapak Dr. Sutan P. S., STP., S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Umum dan Keuangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
4. Bapak Tatau Wijaya Garib, S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Kemahasiswaan dan Keuangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
5. Bapak Dr. Rudi Waluyo S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
6. Bapak Dr. Ir. I. Made Kamiana, M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama.

7. Bapak Dwi Anung Nindito, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Pendamping.
8. Bapak Ir. Allan Restu Jaya, M.T. selaku Dosen Pembahas/Penelaah 1.
9. Bapak Ir. Hendro Suyanto, M.T. selaku Dosen Pembahas/Penelaah 2.
10. Ibu Nomeritae, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Moderator.
11. Seluruh Dosen Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
12. Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
13. Keluarga, rekan-rekan mahasiswa Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya khususnya kepada Angkatan 2014 dan semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan dan penyelesaian Tugas Akhir ini.

Akhir kata, dengan segala kerendahan hati dan menyadari bahwa penulisan Skripsi ini banyak terdapat kekurangan dan kelemahan, oleh karena itu diharapkan berbagai tanggapan, kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa mendatang. Terima Kasih.

Palangka Raya, April 2021

AGNES RAFELIA  
NIM. DAB 114 125

## DAFTAR ISI

Halaman

<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>BIODATA MAHASISWA</b> .....	iii
<b>SURAT PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>LEMBAR PERSEMBAHAN</b> .....	v
<b>RINGKASAN</b> .....	vi
<b>SUMMARY</b> .....	vii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xv
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	2
1.5 Tujuan Penelitian .....	4
1.6 Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Saluran Terbuka .....	5
2.2 Klasifikasi Aliran Pada Saluran Terbuka.....	5
2.2.1 Aliran Permanen dan Tidak Permanen .....	6
2.2.2 Aliran Tidak Seragam dan Tidak Seragam .....	7
2.3 Kecepatan Aliran.....	9
2.4 Energi Dalam Saluran Terbuka.....	10
2.5 Tipe Aliran Sub Kritis, Kritis dan Super Kritis .....	14
2.6 Penelitian Terdahulu .....	15

### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian .....	17
3.2 Data Penelitian yang Digunakan.....	17
3.3 Instrumen Pengukuran .....	17
3.4 Pembuatan Model .....	18
3.4.1 Pembuatan Bantalan Dengan Bahan Kayu Mahoni.....	18
3.4.2 Pembuatan Model Tiang Dengan Bahan Bambu Kuning.....	19
3.5 Teknik Pengumpulan Data.....	26
3.6 Analisis Data.....	28
3.7 Bagan Alir Penelitian.....	36

### **BAB IV PEMBAHASAN**

4.1 Pengaruh Pemasangan Formasi Model Tiang Terhadap Bilangan <i>Froude</i> ( $Fr$ ) Di Hilir Pintu Air Otomatis .....	37
4.1.1 Pemasangan Formasi Model Tiang.....	37
4.1.2 Kedalaman dan Kecepatan Aliran.....	37
4.1.3 Bilangan <i>Froude</i> ( $Fr$ ) Di Hilir Pintu Air Otomatis .....	38
4.2 Pengaruh Pemasangan Formasi Model Tiang Terhadap Energi Spesifik ( $E_s$ ) Di Hilir Pintu Air Otomatis .....	45

### **BAB IV KESIMPULAN**

5.1 Kesimpulan .....	49
5.2 Saran .....	50

### **DAFTAR PUSTAKA**

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Penelitian terdahulu.....	15
Tabel 3.1 Data pengukuran kedalaman aliran (y) .....	29
Tabel 3.2 Data Energi Spesifik ( $E_s$ ).....	33

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Klasifikasi aliran pada saluran terbuka .....	6
Gambar 2.2 Ilustrasi aliran seragam.....	7
Gambar 2.3 Aliran seragam (a) dan berubah (b).....	8
Gambar 2.4 (a) Distribusi kecepatan pada berbagai bentuk potongan melintang saluran .....	9
Gambar 2.4 (b) Pola distribusi kecepatan sebagai fungsi kedalaman .....	10
Gambar 2.5 Parameter energi spesifik .....	12
Gambar 2.6 Profil aliran melalui penyempitan .....	13
Gambar 3.1 Bantalan dengan panjang 4 m .....	19
Gambar 3.2 Formasi model tiang paralel penuh tinggi 7 cm.....	20
Gambar 3.3 Formasi model tiang paralel setengah hulu tinggi 7 cm.....	20
Gambar 3.4 Formasi model tiang paralel setengah hilir tinggi 7 cm .....	21
Gambar 3.5 Formasi model tiang paralel penuh tinggi 12 cm.....	21
Gambar 3.6 Formasi paralel setengah hulu tinggi 12 cm.....	21
Gambar 3.7 Formasi model tiang paralel setengah hilir tinggi 12 cm .....	22
Gambar 3.8 Formasi model tiang paralel kombinasi I.....	22
Gambar 3.9 Formasi model tiang paralel kombinasi II.....	22
Gambar 3.10 Formasi model tiang zig-zag penuh tinggi 7 cm .....	23
Gambar 3.11 Formasi model tiang zig-zag setengah hulu tinggi 7 cm.....	23
Gambar 3.12 Formasi model tiang zig-zag setengah hilir tinggi 7 cm .....	23
Gambar 3.13 Formasi model tiang zig-zag penuh tinggi 12 cm .....	24
Gambar 3.14 Formasi model tiang zig-zag setengah hulu tinggi 12 cm.....	24
Gambar 3.15 Formasi model tiang zig-zag setengah hilir tinggi 12 cm .....	24
Gambar 3.16 Formasi model tiang zig-zag kombinasi I.....	25
Gambar 3.17 Formasi model tiang zig-zag kombinasi II.....	25
Gambar 3.18 Tanpa formasi model tiang di dalam <i>flume</i> kaca.....	25
Gambar 3.19 Dengan formasi model tiang di dalam <i>flume</i> kaca .....	26
Gambar 3.20 Posisi bukaan kran air .....	26

Gambar 3.21 Titik pengukuran kedalaman.....	27
Gambar 3.22 Bagan alir penelitian.....	36
Gambar 4.1 Grafik perbandingan bilangan <i>Froude</i> (Fr) dengan jarak pada variasi debit pertama (Q1).....	39
Gambar 4.2 Grafik perbandingan bilangan <i>Froude</i> (Fr) dengan pada variasi debit kedua (Q2) .....	41
Gambar 4.3 Grafik perbandingan bilangan <i>Froude</i> (Fr) dengan pada variasi debit ketiga (Q3).....	42
Gambar 4.4 Grafik perbandingan bilangan <i>Froude</i> (Fr) dengan pada variasi debit keempat (Q4) .....	43
Gambar 4.5 Grafik perbandingan energi spesifik ( $E_s$ ) dengan jarak pada variasi debit pertama (Q1).....	46
Gambar 4.6 Grafik perbandingan energi spesifik ( $E_s$ ) dengan jarak pada variasi debit kedua (Q2) .....	46
Gambar 4.7 Grafik perbandingan energi spesifik ( $E_s$ ) dengan jarak pada variasi debit ketiga (Q3).....	47
Gambar 4.8 Grafik perbandingan energi spesifik ( $E_s$ ) dengan jarak pada variasi debit keempat (Q4) .....	47

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Data Kedalaman Aliran ( $y$ )
- Lampiran 2. Kecepatan Aliran ( $V$ )
- Lampiran 3. Bilangan *Froude* ( $Fr$ )
- Lampiran 4. Energi Spesifik ( $E_s$ )
- Lampiran 5. Persentase Peningkatan atau Penurunan Energi Spesifik ( $\Delta E_s$ )
- Lampiran 6. Rekapitulasi Persentase Peningkatan atau Penurunan Energi Spesifik ( $\Delta E_s$ )
- Lampiran 7. Dokumentasi
- Lampiran 8. Jurnal

## DAFTAR NOTASI

Notasi	Keterangan	Satuan
A	Luas penampang basah	(m <sup>2</sup> )
$\alpha$	Percepatan	(m/dt <sup>2</sup> )
$\alpha$	Faktor koreksi energi	-
B	Lebar penampang basah	(m)
D	Diameter model vegetasi	(cm)
E <sub>s</sub>	Energi Spesifik	m
F	Gaya	(N/m <sup>2</sup> )
Fr	Bilangan <i>Froude</i>	-
g	Percepatan gravitasi	(m/dt <sup>2</sup> )
H	Tinggi Energi total	-
M	Massa	(N)
p	Tekanan	(N/m <sup>2</sup> )
$\rho$	Rapat massa	(Kg/m <sup>3</sup> )
Q	Debit	(m <sup>3</sup> /dt)
t	Tinggi vegetasi	(cm)
V	Kecepatan aliran	(m/dt)
V <sub>c</sub>	Kecepatan kritis	(m/dt)
y	Kedalaman aliran	(m)
Y <sub>c</sub>	Kedalaman kritis	(m)
Y <sub>n</sub>	Kedalaman normal	(m)
$\gamma$	Berat jenis	(N/m <sup>3</sup> )
Z	Elevasi	-
$\Delta E_s$	Persentase peningkatan atau penurunan energi spesifik	(%)

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Saluran terbuka ialah saluran dimana air mengalir dengan muka air bebas, seperti aliran air pada *flume* kaca. Aliran dikatakan seragam bila variabel kedalaman aliran, tampang basah, kecepatan serta debit pada tiap tampang di sepanjang saluran selalu konstan.

Pintu air otomatis pada saluran terbuka dapat membuat aliran menjadi tidak seragam dikarenakan kedalaman maupun kecepatan berubah pada tiap tampang dan menyebabkan loncatan hidraulik. Pada aliran air yang mengalir di saluran terbuka terdapat energi yang terbentuk yaitu energi potensial, energi tekanan dan energi kinetik. Energi tersebut dapat dihitung menggunakan persamaan *Bernoulli*, dimana data yang diperlukan adalah kedalaman aliran, kecepatan aliran, debit konstan. Energi spesifik yang merupakan energi pada tampang lintang saluran, dihitung terhadap dasar saluran. Jumlah dari kedalaman air dan tinggi kecepatan adalah sama dengan energi spesifik yang memiliki persamaan:  $E_s = y + V^2/2g$ , dimana  $y$  adalah kedalaman air dan  $V^2/2g$  adalah tinggi kecepatan.

Indonesia diperkirakan terdapat 157 jenis bambu. Jumlah jenis bambu tersebut kira-kira 10% dari jenis bambu di dunia. Jenis bambu di dunia diperkirakan terdiri dari 1.250 –1.350 jenis. Di antara jenis bambu yang terdapat di Indonesia, 50% di antaranya merupakan bambu endemik yang telah dimanfaatkan oleh penduduk dan sangat berpotensi untuk dikembangkan (Widjaja dan Karsono, 2004). Di Indonesia bambu merupakan sumberdaya alam yang

sangat melimpah dan memiliki keanekaragaman yang cukup tinggi, di Kalimantan Tengah belum banyak diteliti tentang keanekaragaman bambu, sedangkan berdasarkan penelitian Della, dkk, (2016) menyebutkan bahwa di Kalimantan Selatan, di kawasan wisata air terjun Rampah Menjangan Loksado terdiri dari 7 jenis bambu, *Bambusa vulgaris* termasuk kedalam jenis-jenis bambu yang ditemukan hidup di kawasan tersebut. Bambu kuning (*Bambusa vulgaris*) memiliki buluh dengan tinggi mencapai 20 m, dengan diameter 5-12 cm (Ekayanti, 2016). Pada penelitian ini menggunakan bambu kuning yang merupakan bambu endemik yang hidup di Barito Utara, Kalimantan Tengah.



**Gambar 1.1 Bambu kuning di Barito Utara, Kalimantan Tengah**

Wulandari (2020) menyatakan bahwa pemasangan formasi model tiang dengan pola paralel maupun zig-zag di hilir pintu air mampu meninggikan kedalaman aliran sehingga tidak terjadi loncatan hidraulik, dan mampu merubah karakteristik aliran pada titik-titik tinjauan dari superkritis menjadi subkritis. Sehingga penelitian ini menggunakan formasi model tiang berbahan rautan dari bambu kuning yang berdiameter 0,2 cm dan memiliki 2 (dua) variasi tinggi yaitu 7 cm dan 12 cm. Terdapat 16 variasi formasi model tiang dan 4 variasi debit. Formasi model tiang dipasang pada bantalan yang terbuat dari kayu mahoni yang memiliki dimensi panjang 4 m, lebar 0,19 m, tebal 0,04 m. Bantalan dan formasi

model tiang diletakkan pada *flume* yang terbuat dari dasar dan dinding kaca dengan dimensi saluran panjang 6 m, lebar 0,2 m, tinggi 0,38 m. Pada bagian hulu model tiang dipasang pintu air otomatis. Penelitian ini mengamati pengaruh formasi model tiang dan tanpa formasi model tiang terhadap bilangan *Froude* ( $Fr$ ) dan energi spesifik ( $E_s$ ) di hilir pintu air otomatis.

## 1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh pemasangan formasi model tiang dan tanpa formasi model tiang terhadap bilangan *Froude* ( $Fr$ ) di hilir pintu air otomatis?
2. Bagaimana pengaruh pemasangan formasi model tiang dan tanpa formasi model tiang terhadap energi spesifik ( $E_s$ ) di hilir pintu air otomatis?

## 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah penelitian sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di Laboratorium Hidrologi dan Hidrolika Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Palangka Raya.
2. Model tiang dibuat dari bahan Bambu Kuning (*Bambusa vulgaris*) yang diambil di Desa Jingah, Kabupaten Barito Utara, Kalimantan Tengah. Model tiang memiliki diameter 0,2 cm, tinggi 7 cm dan 12 cm. Bantalan menggunakan Kayu Mahoni dengan dimensi: panjang 4 m; lebar 0,19 m; tebal 0,04 m.
3. Pada bagian hulu model tiang dipasang pintu air otomatis.

4. Penelitian ini tidak membahas tentang pintu air otomatis.
5. Penelitian ini tidak menghitung kekasaran bantalan.
6. Model tiang dan bantalan dipasang pada saluran prismatic (*flume*) yang terbuat dari dasar dan dinding kaca dengan dimensi: panjang 6 m; lebar 0,2 m; dan tinggi 0,38 m.
7. Penelitian ini tidak mengamati erosi maupun sedimentasi.
8. Penelitian ini tidak menghitung Rancangan Anggaran Biaya (RAB).

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh pemasangan formasi model tiang dan tanpa formasi model tiang terhadap bilangan *Froude* ( $Fr$ ) di hilir pintu air otomatis.
2. Mengetahui pengaruh pemasangan formasi model tiang dan tanpa formasi model tiang terhadap energi spesifik ( $E_s$ ) di hilir pintu air otomatis.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian sebagai berikut:

1. Manfaat secara akademis dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dan memahami manfaat pemasangan formasi model tiang berbahan bambu kuning dalam mengatasi masalah pada hilir pintu air otomatis.
2. Menjadi salah satu referensi untuk penelitian selanjutnya.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Saluran Terbuka**

Saluran terbuka merupakan saluran dimana air mengalir dengan muka air bebas. Pada saluran terbuka, misalnya sungai (saluran alam) variabel aliran sangat tidak teratur terhadap ruang dan waktu. Variabel tersebut adalah tampang lintang saluran, kekasaran, kemiringan dasar, belokan debit aliran dan sebagainya (Triatmodjo, 1993).

Aliran dalam saluran terbuka maupun saluran tertutup yang mempunyai permukaan bebas disebut aliran permukaan bebas (*free surface flow*) atau aliran saluran terbuka (*open channels flow*) (Suripin, 2004).

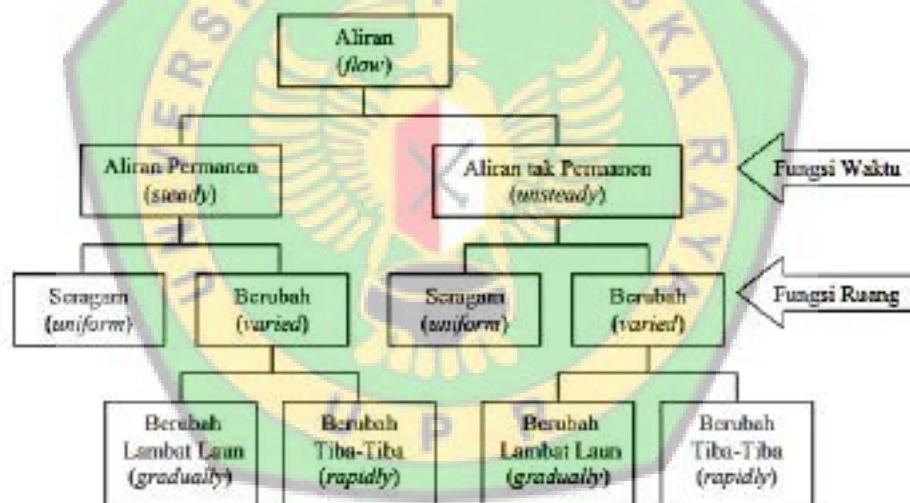
### **2.2 Klasifikasi Aliran Pada Saluran Terbuka**

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*) (Suripin, 2004).

Menurut Suripin (2004) aliran saluran terbuka diklasifikasikan menjadi dua kategori yaitu:

1. Aliran permanen/tunak (*steady flow*)
  - a. Seragam (*uniform*)

- b. Berubah (*non-uniform/ varied*)
  - 1) Berubah lambat laun (*gradually*)
  - 2) Berubah tiba-tiba (*rapidly*)
- 2. Aliran tidak permanen/tidak tunak (*unsteady flow*)
  - a. Seragam (*uniform*)
  - b. Berubah (*non-uniform/ varied*)
    - 1) Berubah lambat laun (*gradually*)
    - 2) Berubah tiba-tiba (*rapidly*)



Sumber: Suripin, 2004

**Gambar 2.1** Klasifikasi aliran pada saluran terbuka

### 2.2.1 Aliran Permanen dan Tidak Permanen

Jika kecepatan aliran pada suatu titik tidak berubah terhadap waktu, maka aliran disebut aliran permanen atau tunak (*steady flow*), jika kecepatan pada suatu lokasi

tertentu berubah terhadap waktu maka aliran disebut aliran tidak permanen atau tidak tunak (*unsteady flow*) (Suripin, 2004).

### 2.2.2 Aliran Seragam dan Tidak Seragam

Aliran seragam apabila variabel aliran seperti kedalaman, tampang basah, kecepatan dan debit pada setiap tampang di sepanjang saluran konstan. Di dalam aliran seragam, kedalaman air di sepanjang saluran adalah konstan yang dikenal dengan kedalaman normal ( $y_n$ ) (Triatmodjo, 1993).

Aliran dikatakan seragam jika aliran tersebut konstan sepanjang saluran, baik kedalaman, luas penampang basah, maupun kecepatan alirannya. Aliran seragam dapat terjadi hanya pada saluran prismatis, lurus dan panjang, atau pada saluran yang memungkinkan terjadinya kecepatan aliran tetap (Kamiana, 2018).

Suatu saluran yang penampang melintangnya dibuat tidak berubah-ubah dan kemiringan dasarnya tetap disebut saluran prismatic (Chow, 1997).



**Gambar 2.2 Ilustrasi aliran seragam**

Aliran tidak seragam atau aliran berubah (*non uniform flow* atau *varied flow*) apabila variabel aliran seperti kedalaman, tampang basah, kecepatan di sepanjang saluran tidak konstan (Triatmodjo, 1993; Kamiana, 2018).

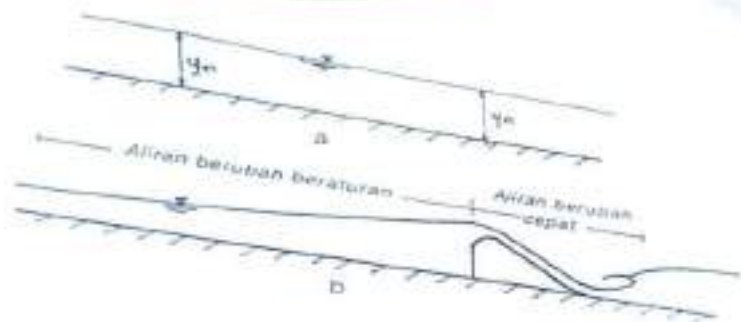
Aliran tidak seragam dapat dibedakan menjadi 2 (dua) (Triatmodjo, 1993) yaitu:

1. Aliran berubah beraturan (*gradually varied flow*)

Parameter hidraulis (kecepatan, tampang basah) berubah secara progresif dari satu tampang ke tampang yang lain. Kecepatan aliran di sepanjang saluran dapat dipercepat atau diperlambat yang tergantung pada kondisi saluran. Apabila di ujung hilir saluran terdapat bendung, maka profil muka air akan terjadi pembendungan dimana kecepatan aliran akan berkurang (diperlambat). Sedangkan apabila terjadi terjunan maka profil aliran akan menurun dan kecepatan akan bertambah (dipercepat).

2. Aliran berubah cepat (*rapidly varied flow*)

Parameter hidraulis berubah secara mendadak dan kadang-kadang juga tidak kontinu (*discontinue*). Contoh dari aliran ini adalah perubahan tampang mendadak (saluran transisi), loncatan air, terjunan, aliran melalui bangunan pelimpah, pintu air dan sebagainya.



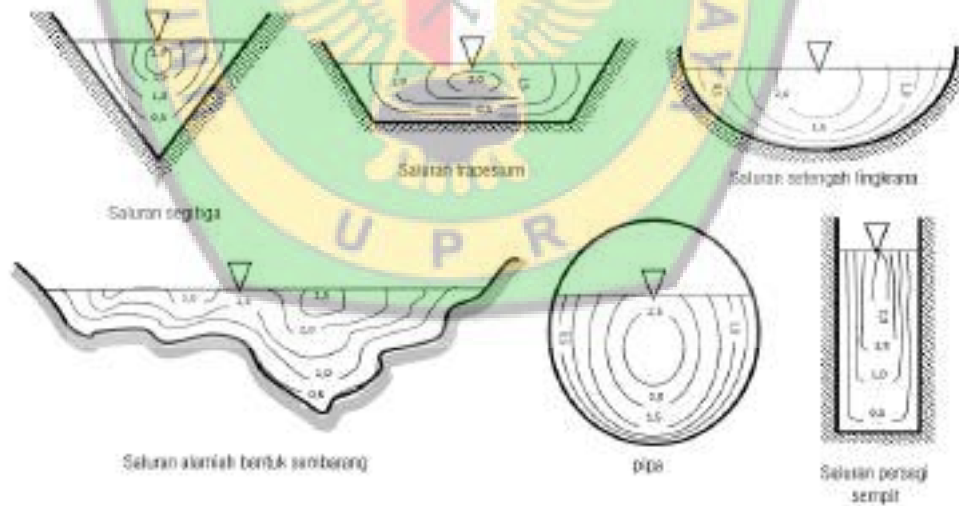
Sumber: Triatmodjo (1993)

**Gambar 2.3 Aliran seragam (a) dan berubah (b)**

### 2.3 Kecepatan Aliran

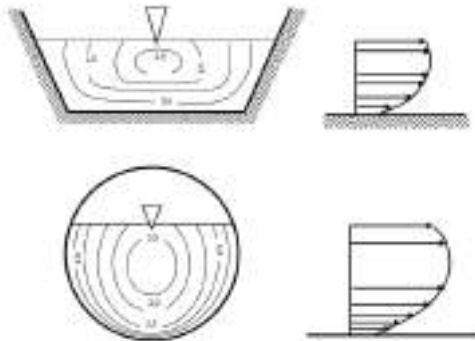
Saluran terbuka adalah saluran di mana air mengalir dengan muka air bebas, saluran terbuka dipengaruhi oleh tekanan atmosfer di permukaan air yang tersebar merata pada semua titik di sepanjang saluran (Triatmodjo, 1993).

**Gambar 2.4 (a) dan (b)** menunjukkan pengukuran kecepatan aliran dilakukan dengan cara antara lain menggunakan alat pengukur aliran (*current meter*) mengukur kecepatan rata-rata pada segmen-segmen penampang dengan membagi-bagi penampang saluran secara vertikal, menggunakan pelampung yang dihanyutkan ke dalam aliran dengan mencatat laju pelampung pada jarak tertentu, dan distribusi kecepatan secara umum (Chow, 1959).



Sumber: (Chow, 1959)

**Gambar 2.4 (a) Distribusi kecepatan pada berbagai bentuk potongan melintang saluran**



Sumber: (Chow, 1959)

**Gambar 2.4 (b) Pola distribusi kecepatan sebagai fungsi kedalaman**

## 2.4 Energi Dalam Saluran Terbuka

Pada persamaan energi atau *Bernoulli*, apabila kehilangan energi akibat gesekan diabaikan, maka jumlah tinggi tekan dari pada elemen air pada suatu tempat sama dengan jumlah tinggi tekan dari pada elemen air di tempat yang lain.

Tiga macam energi pertama (potensial, tekanan dan kinetik) sering berubah-ubah pada aliran air. Bila dianggap tidak terjadi kehilangan energi, maka persamaan energi yang disajikan dalam tinggi tekan adalah sebagai berikut (Anwar, 1986):

Ketinggian elemen air di atas bidang persamaan (datum):

$$\frac{\text{Energi potensial}}{\text{Satuan berat}} = \frac{F \cdot z}{F} = z \quad (2-1)$$

Tinggi tekan air:

$$\frac{\text{Energi tekan}}{\text{Satuan berat}} = \frac{p \cdot V}{\gamma \cdot V} = \frac{p}{\gamma} \quad (2-2)$$

Tinggi tekan akibat kecepatan air:

$$\frac{\text{Energi kinetik}}{\text{Satuan berat}} = \frac{\frac{1}{2} \cdot m \cdot V}{m \cdot g} = \frac{V^2}{2g} \quad (2-3)$$

Persamaan Bernoulli untuk aliran sepanjang garis arus didasarkan pada Hukum Newton II tentang gerak ( $F=Ma$ ) (Triatmodjo, 1993).

$$z + \frac{p}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} = H \quad (2-4)$$

Tinggi energi total pada setiap tampang di saluran terbuka adalah (Triatmodjo, 1993):

$$H = z + y + \frac{v^2}{2g} \quad (2-5)$$

dengan:

$z$  : elevasi

$\frac{p}{\gamma}$  : tinggi tekanan

$\frac{v^2}{2g}$  : tinggi kecepatan

dengan:

$V$  : kecepatan rerata aliran di tampang, apabila koefisien koreksi  $\alpha$

diperhitungkan, maka energi kinetik menjadi  $\alpha \frac{V^2}{2g}$ . Nilai  $\alpha$  antara 1,05 dan 1,2 yang tergantung pada bentuk distribusi kecepatan.

$p$  : tekanan pada permukaan air adalah konstan dan diambil  $p = 0$

(sebagai tekanan referensi), karena aliran melalui saluran terbuka mempunyai permukaan aliran bebas yang terbuka ke atmosfer.

$H$  adalah tinggi energi total, yang merupakan jumlah dari elevasi, tinggi tekanan dan tinggi kecepatan, yang berbeda dari garis arus yang satu ke garis arus yang lain. Energi yang terkandung di dalam satu satuan berat air yang mengalir di

dalam saluran terbuka terdiri dari tiga bentuk yaitu kinetik, energi tekanan dan energi elevasi di atas garis referensi (Triatmodjo, 1993).

Energi spesifik ( $E_s$ ) adalah sama dengan jumlah dari kedalaman air dan tinggi kecepatan yang ditulis dalam persamaan berikut (Triatmodjo, 1993):

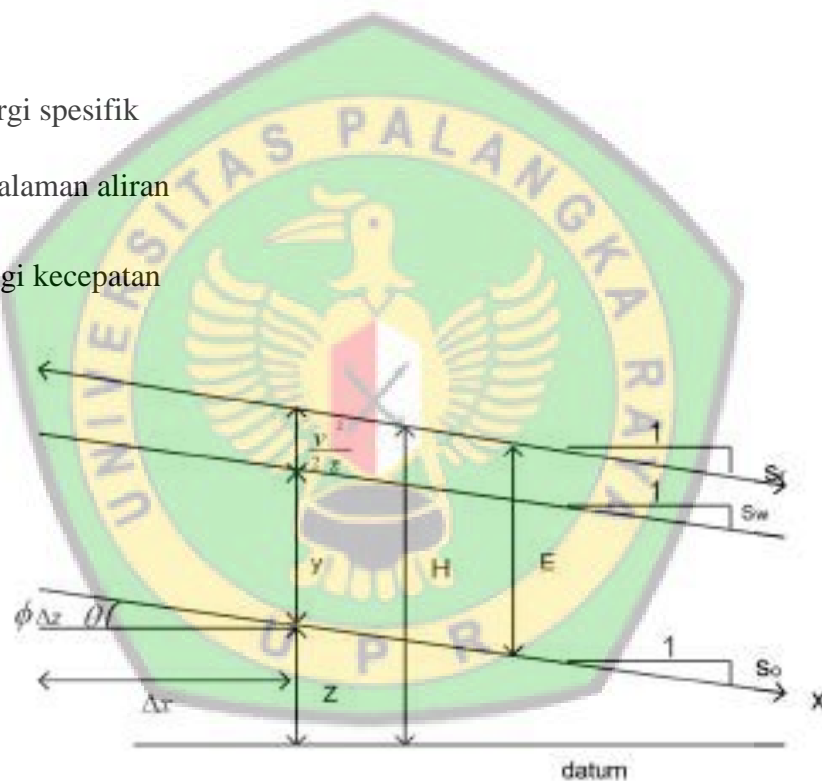
$$E_s = y + \frac{v^2}{2g} \quad (2-6)$$

dimana:

$E_s$  : energi spesifik

$y$  : kedalaman aliran

$\frac{v^2}{2g}$  : tinggi kecepatan



Sumber: Robert. J. K. (2002) dalam Jurnal Harianja, J. A., & Gunawan, S. (2007)

### Gambar 2.5 Parameter energi spesifik

Pada **Gambar 2.5** dasar saluran diasumsikan mempunyai kemiringan landai atau tanpa kemiringan. Dimana Z adalah ketinggian dasar di atas garis referensi yang

dipilih,  $y$  adalah kedalaman aliran,  $\frac{v^2}{2g}$  adalah tinggi kecepatan,  $H$  adalah tinggi energi total dan faktor koreksi energi ( $\alpha$ ) dimisalkan sama dengan satu.

Penyempitan saluran adalah suatu fenomena yang biasa dijumpai pada saluran terbuka. Suatu penyempitan pada saluran terbuka, terdiri atas daerah penyempitan penampang lintang saluran secara mendadak. Pengaruh penyempitan tergantung pada geometri (bentuk) bagian lengkungan masuk penyempitan, kecepatan aliran dan keadaan aliran (*Chow dalam Harianja, J. A., & Gunawan, S., 2007*).



Sumber: Chow (1992) dalam Harianja, J. A., & Gunawan, S. (2007)

**Gambar 2.6 Profil aliran melalui penyempitan**

Dari **Gambar 2.6** diperoleh persamaan besarnya kehilangan energi ( $\Delta E$ ) sebagai berikut:

$$\Delta E = y_1 + \frac{v_1^2}{2g} - y_3 - \frac{v_3^2}{2g} \quad (2-7)$$

$$\Delta E = y_1 + \frac{Q^2}{2gA_1^2} - y_3 - \frac{Q^2}{2gA_3^2} \quad (2-8)$$

dimana:

- $\Delta E$  : kehilangan energi (m)
- $y_1$  : tinggi air sebelum penyempitan (m)
- $y_3$  : tinggi air pada penyempitan (m)
- $V_1$  : kecepatan air sebelum penyempitan (m/dt)
- $V_3$  : kecepatan air pada penyempitan (m/dt)
- $A_1$  : luas penampang titik 1 (m<sup>2</sup>)
- $A_2$  : luas penampang titik 3 (m<sup>2</sup>)

## 2.5 Tipe Aliran Sub Kritis, Kritis dan Super Kritis

Perbandingan antara kecepatan rerata aliran ( $V$ ) dan cepat rambat gelombang di air dengan kedalaman hidraulis ( $y$ ) dikenal dengan bilangan Froude ( $Fr$ ). Penentuan tipe aliran dapat didasarkan pada nilai angka Froude ( $Fr$ ), yang mempunyai bentuk sebagai berikut: (Triatmodjo, 1993).

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{gy}} \quad (2-9)$$

dengan:

- $V$  : kecepatan aliran (m/dt)
- $y$  : kedalaman aliran (m)
- $g$  : percepatan gravitasi (m/dt<sup>2</sup>)
- $\sqrt{gy}$  : kecepatan gelombang dangkal

Aliran adalah sub kritis apabila  $Fr < 1$ , kritis apabila  $Fr = 1$ , dan super kritis apabila  $Fr > 1$  (Triatmodjo, 1993).

## 2.6 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu sebagai acuan untuk melakukan suatu studi, berikut penelitian terdahulu yang digunakan:

**Tabel 2.1 Penelitian terdahulu**

No.	Peneliti	Metode Penelitian	Hasil
1.	Bagus A. Setiohadi (2016)	Penelitian dilakukan di laboratorium terhadap saluran terbuka berbentuk persegi dan trapesium yang pada bagian tertentu terdapat penyempitan. Penyempitan saluran dibuat dengan menebalkan dinding saluran sepanjang 50 cm sehingga tercapai lebar 12 cm, 9 cm, dan 5 cm. Di bak awal dan tengah saluran, dipasang pintu air.	Semakin besar debit dan penyempitan pada saluran maka perubahan $\Delta Froude$ dan $\Delta E$ spesifik yang terjadi semakin besar, disebabkan tinggi muka air naik karena adanya penyempitan.
2.	Frida Amanda (2017)	Penelitian ini dilakukan di laboratorium Hidroteknik Fakultas Teknik, Universitas Jember. Penelitian ini menggunakan pintu radial dengan variasi bukaan (1 cm, 1.5 cm dan 2 cm) dan tebal penyempitan (3 cm dan 4 cm) yang dipasang pada <i>flume</i> berdimensi: lebar 7.8 cm, tinggi 25 cm dan panjang 4.9 m. Penelitian ini mengamati pengaruh terhadap ketinggian muka air.	Semakin besar penyempitan, semakin besar tinggi muka air, dikarenakan muka air naik akibat efek pembendungan.

Tabel 2.1 Lanjutan

No.	Peneliti	Metode Penelitian	Hasil
3.	Ayuni Wulandari (2020)	<p>Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Hidrologi dan Hidrolika Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Palangka Raya. saluran prismatik berdimensi 6x0,2x0,38 m. Dasar saluran dilapisi kayu berukuran 4x0,19x0,04 m. Tiang dibuat dari kayu galam yang diraut dengan diameter 0,5 cm. Tinggi tiang adalah t=7 cm, t=12 cm, kombinasi 1 (t=7 cm; t=12 cm), dan kombinasi 2 (t=12 cm; t= 7 cm) dengan formasi pemasangan zig-zag. Formasi zig-zag terdiri dari: penuh, ½ hulu, dan ½ hilir. Pada setiap formasi kedalaman aliran diukur menggunakan <i>point gauge</i> dengan dua variasi debit. Jarak antar titik pengukuran adalah 10 cm yang berada di pintu air, di hulu formasi tiang, di tengah formasi tiang dan hilir formasi tiang.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pada pengaliran di hilir pintu air, kondisi tanpa tiang adalah aliran berubah cepat. Tipe aliran pada hilir pintu air adalah superkritis menjadi subkritis yang menyebabkan terjadinya loncat air.</li> <li>2. Setelah dilakukan pemasangan formasi tiang, terjadi kenaikan kedalaman aliran dengan pengaliran yang berubah beraturan (tergantung variasi pemasangan formasi tiang) sehingga aliran adalah subkritis.</li> </ol>

## **BAB III METODE PENELITIAN**

### **3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian**

Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober 2019 dengan menggunakan model tiang berbahan serutan bambu kuning pada saluran prisma kaca, di Laboratorium Hidrologi dan Hidrolika Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya.

### **3.2 Data Penelitian yang Digunakan**

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer, terdiri dari kedalaman aliran ( $y$ ) pada formasi model tiang dan tanpa formasi model tiang di saluran prisma.

### **3.3 Instrumen Pengukuran**

Pada pelaksanaan pengukuran diperlukan beberapa peralatan untuk mendukung pelaksanaan pengukuran yang dilakukan yaitu:

1. *Point Gauge*

*Point gauge* berfungsi untuk mengukur kedalaman aliran saat kondisi aliran sudah stabil. Data yang didapatkan berupa kedalaman yang dimasukkan pada form pengujian, yang nantinya akan digunakan untuk perhitungan dan pembuatan grafik.

## 2. *Current Meter*

*Current meter* digunakan untuk pengukuran kecepatan aliran pada *flume* pada saat kondisi aliran stabil atau konstan. Pada penelitian ini kecepatan aliran dianalisis dengan menggunakan data kedalaman aliran dan debit konstan.

### 3.4 Pembuatan Model

Pembuatan model dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

- a) Pembuatan bantalan dengan bahan kayu mahoni.
- b) Pembuatan model tiang dengan bahan bambu kuning.

#### 3.4.1 Pembuatan Bantalan Dengan Bahan Kayu Mahoni

1. Membuat bantalan saluran menggunakan bahan dari kayu mahoni dengan dimensi: panjang 4 m, lebar 0,19 m dan tebal 0,04 m.
2. Lubangi bantalan dengan diameter lubang 0,2 cm, jarak 2 x 2,5 cm, sepanjang 975 cm seperti pada **Gambar 3.1**.
3. Bantalan siap dipasang pada *flume* kaca.



**Gambar 3.1 Bantalan dengan panjang 4 m**

### 3.4.2 Pembuatan Model Tiang Dengan Bahan Bambu Kuning

Alat dan bahan yang digunakan untuk membuat model sebagai berikut:

a) Alat

*Cutter*, gergaji, meteran, pisau, spidol dan lain-lain.

b) Bahan

Bambu kuning.

Langkah-langkah pembuatan model:

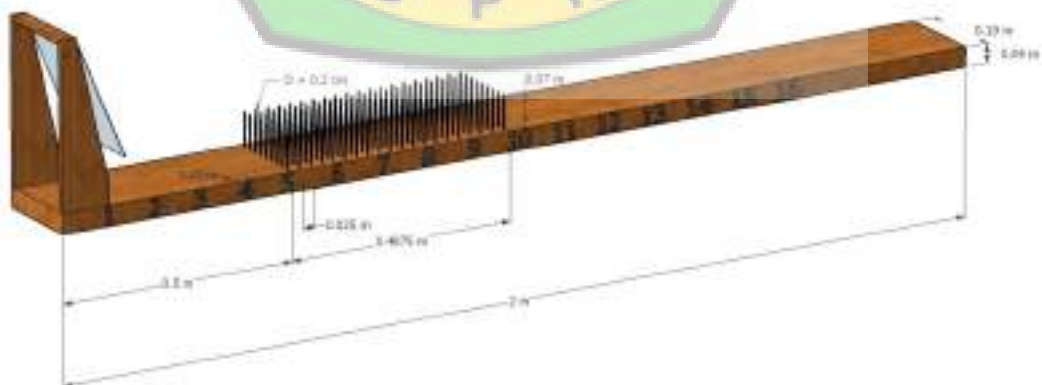
1. Memotong beberapa buah bambu kuning dengan pisau.
2. Ukur panjang bambu kuning yang digunakan sebagai model tiang menggunakan meteran, tandai dengan menggunakan spidol. Kemudian gergaji sesuai ukuran.
3. Belah bambu kuning dan serut menggunakan *cutter* sehingga memiliki diameter 0,2 cm, tinggi 7 cm dan tinggi 12 cm.

4. Model tiang dari bahan bambu kuning akan dipasang pada bantalan kayu mahoni dengan variasi formasi paralel dan zig-zag (16 formasi) serta tanpa formasi tiang.

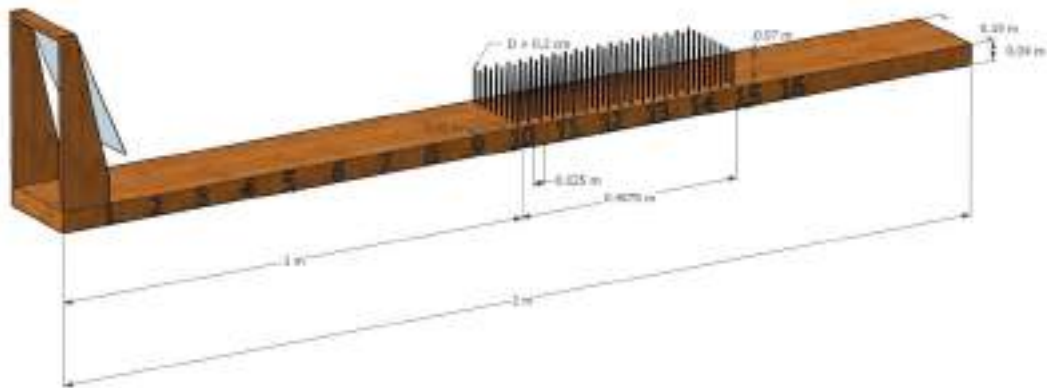
Model tiang kemudian dialiri pada *flume* kaca dengan dimensi panjang 6 m; lebar 0,2 m; dan tinggi 0,38 m. Formasi model tiang dapat dilihat pada **Gambar 3.2** sampai dengan **Gambar 3.19**.



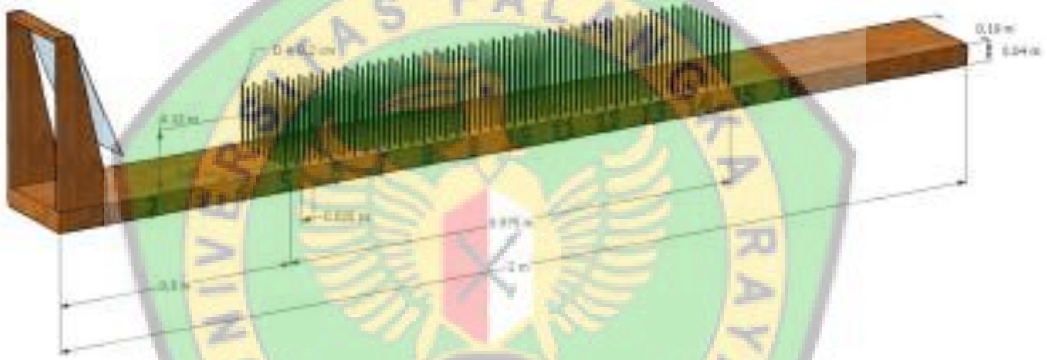
**Gambar 3.2 Formasi model tiang paralel penuh tinggi 7 cm**



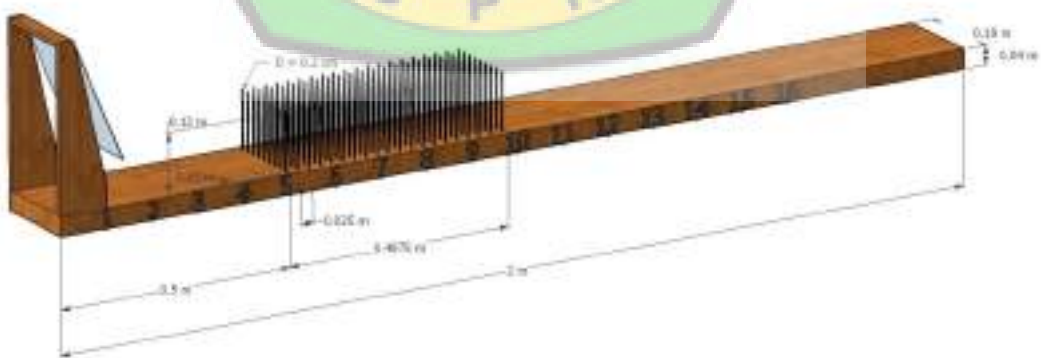
**Gambar 3.3 Formasi model tiang paralel setengah hulu tinggi 7 cm**



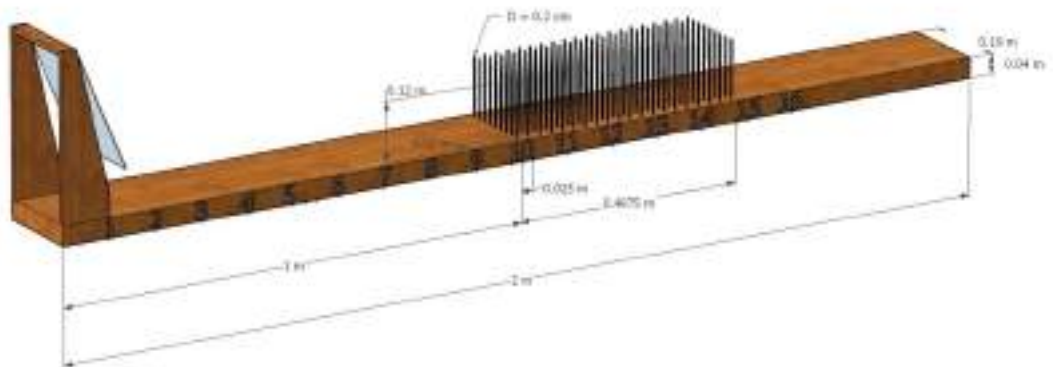
**Gambar 3.4 Formasi model tiang paralel setengah hilir tinggi 7 cm**



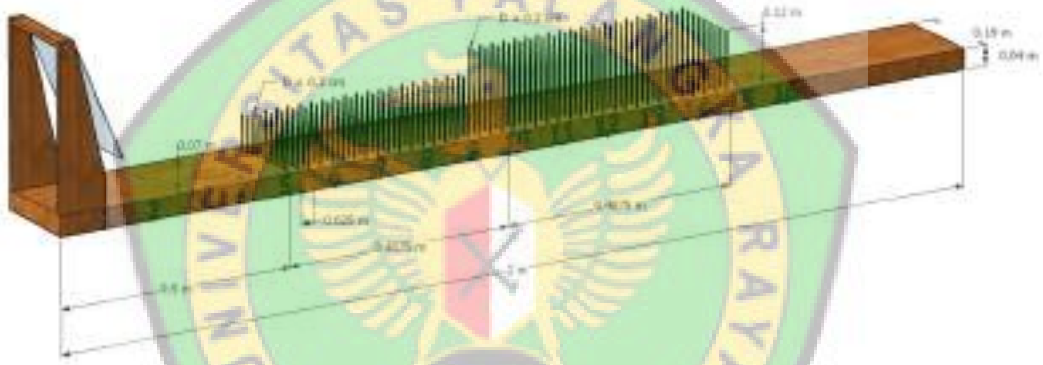
**Gambar 3.5 Formasi model tiang paralel penuh tinggi 12 cm**



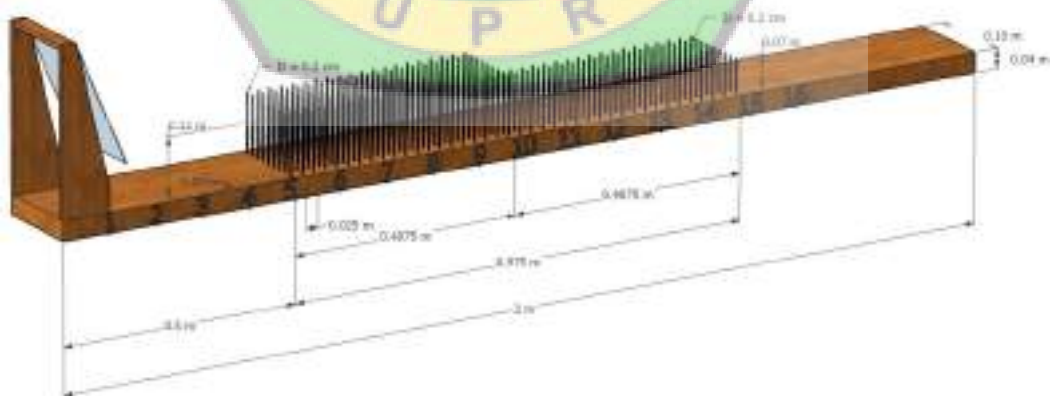
**Gambar 3.6 Formasi model tiang paralel setengah hulu tinggi 12 cm**



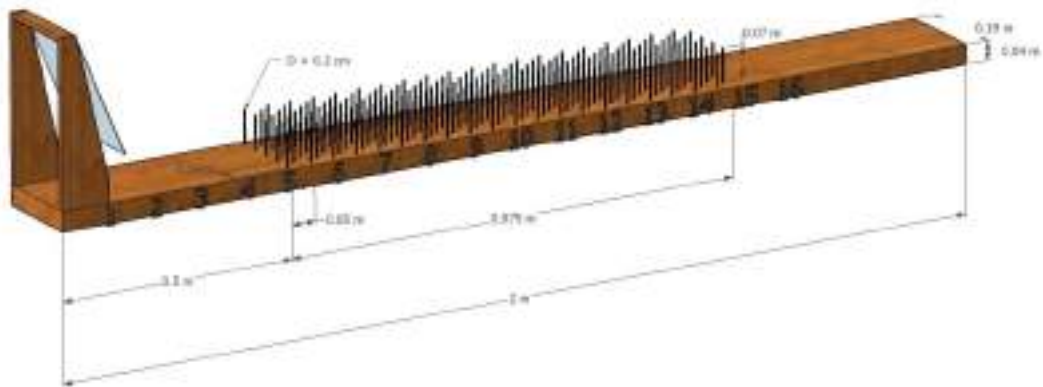
**Gambar 3.7 Formasi model tiang paralel setengah hilir tinggi 12 cm**



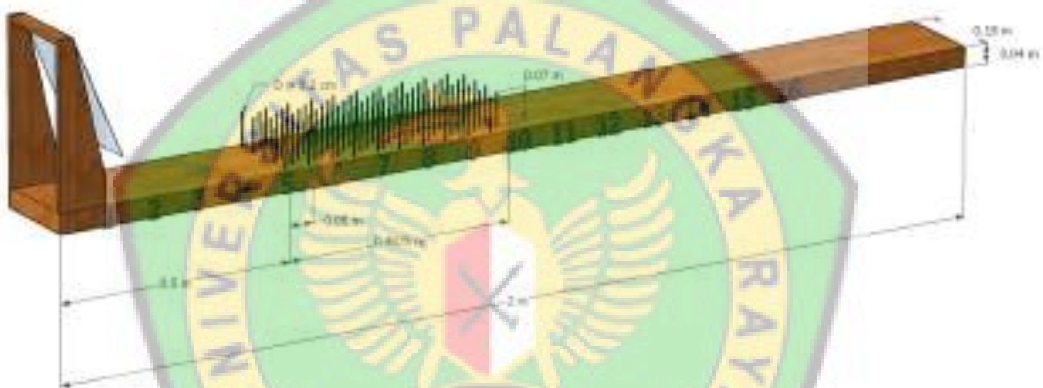
**Gambar 3.8 Formasi model tiang paralel kombinasi I**



**Gambar 3.9 Formasi model tiang paralel kombinasi II**



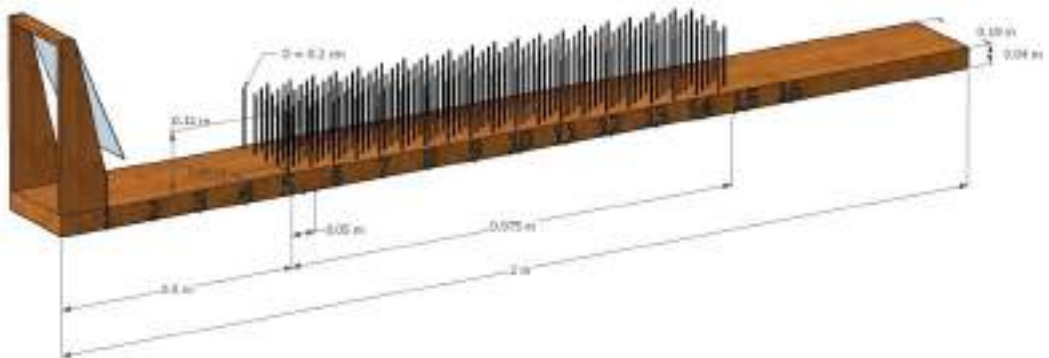
**Gambar 3.10 Formasi model tiang zig-zag penuh tinggi 7 cm**



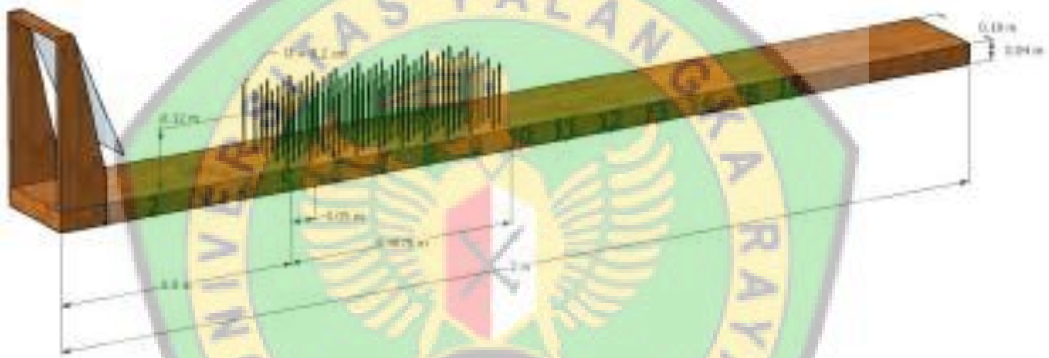
**Gambar 3.11 Formasi model tiang zig-zag setengah hulu tinggi 7 cm**



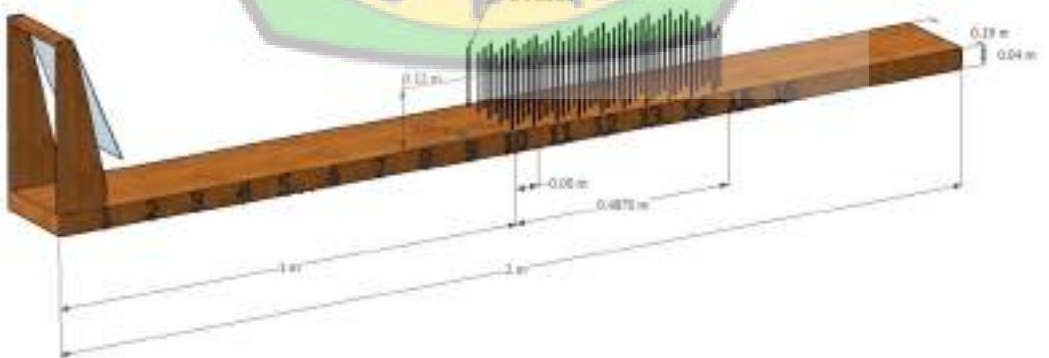
**Gambar 3.12 Formasi model tiang zig-zag setengah hilir tinggi 7 cm**



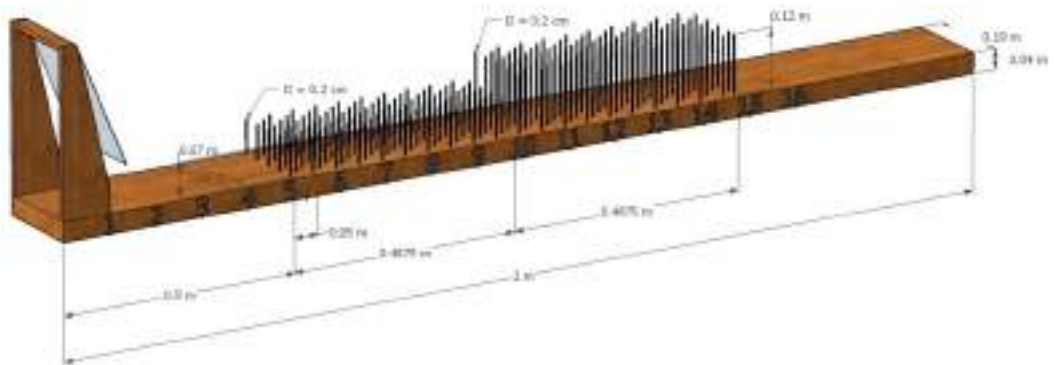
**Gambar 3.13 Formasi model tiang zig-zag penuh tinggi 12 cm**



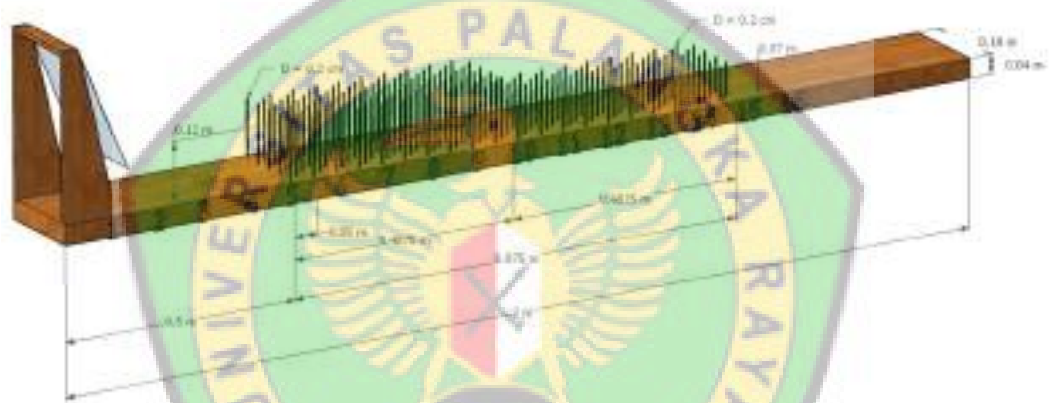
**Gambar 3.14 Formasi model tiang zig-zag setengah hulu tinggi 12 cm**



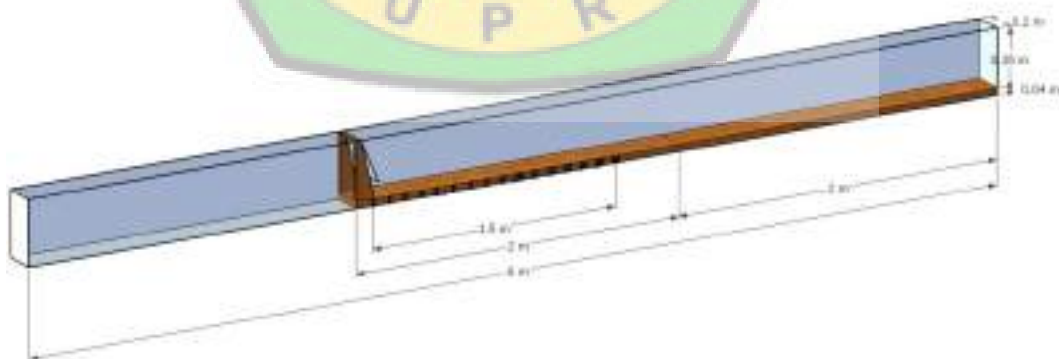
**Gambar 3.15 Formasi model tiang zig-zag setengah hilir tinggi 12 cm**



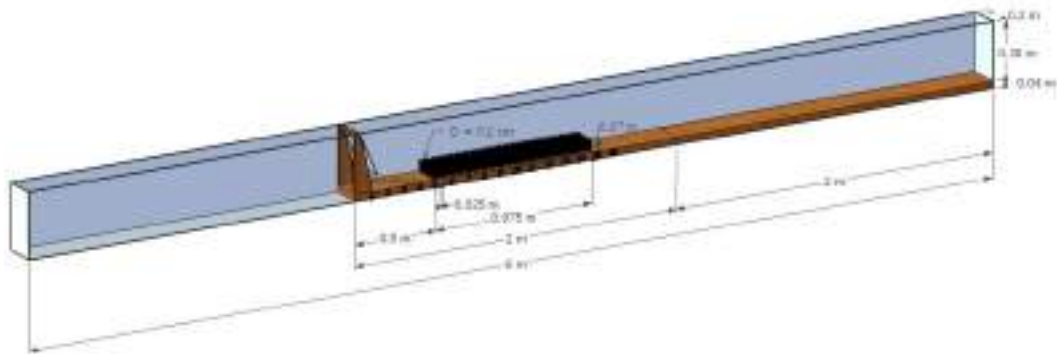
Gambar 3.16 Formasi model tiang zig-zag kombinasi I



Gambar 3.17 Formasi model tiang zig-zag kombinasi II



Gambar 3.18 Tanpa formasi model tiang di dalam *flume* kaca

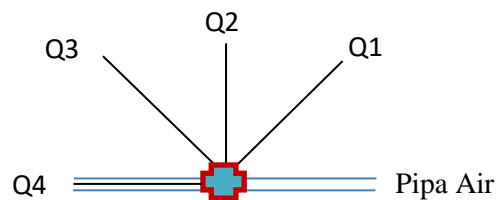


**Gambar 3.19** Dengan formasi model tiang di dalam *flume* kaca

### 3.5 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data kedalaman aliran di hulu, di tengah dan di hilir formasi model tiang sebagai berikut:

1. Menetapkan variasi debit untuk *running*, ada Q1, Q2, Q3 dan Q4 dengan cara mengalirkan air ke *flume* kaca, kemudian membuka kran air secara berurutan, mencatat debit dan membuat tanda atau kode seperti **Gambar 3.20**.



**Gambar 3.20** Posisi bukaan kran air

2. Berikan tanda/titik pada posisi pengukuran kedalaman aliran agar pada saat penelitian titik pengukuran kedalaman dari hulu sampai hilir tetap konsisten.

Pada penelitian ini, dibuat jarak antar titik pengukuran 10 cm dan terdapat 16 titik yang dapat dilihat pada **Gambar 3.21**.



**Gambar 3.21 Titik pengukuran kedalaman**

3. Pasang model tiang sesuai dengan variasi formasi yang dapat dilihat pada **Tabel 3.1**.
4. *Running* model tiang dengan kode *running* Q1 t1 fp1 (debit pertama, tinggi model tiang 7 cm, formasi paralel penuh) lakukan langkah (5), kemudian lakukan berulang sampai Q4 t1 fp1 (debit keempat, tinggi model tiang 7 cm, formasi paralel penuh).
5. Ukur kedalaman di titik 1 sampai 16 dengan menggunakan alat ukur panjang, kemudian catat hasilnya pada **Tabel 3.1**.
6. *Running* model dengan kode *running* berikutnya dan ulangi seperti langkah 4 sampai 5.
7. Terakhir *running* tanpa formasi model tiang dengan kode *running* Q1 tft (debit pertama, tanpa formasi model tiang) sampai Q4 tft (debit keempat, tanpa formasi model tiang) lalu ukur kedalaman di titik 1 sampai 16 dengan menggunakan alat ukur panjang, kemudian catat hasilnya pada **Tabel 3.1**.

Dari *running* model dengan menggunakan variasi 4 debit berbeda (Q1, Q2, Q3 dan Q4), 16 formasi model tiang dan 1 tanpa formasi model tiang didapatkan data kedalaman sebanyak 68 data. Kemudian data-data tersebut diinput ke dalam tabel dan dibuat grafik dengan menggunakan bantuan *software microsoft excel*.

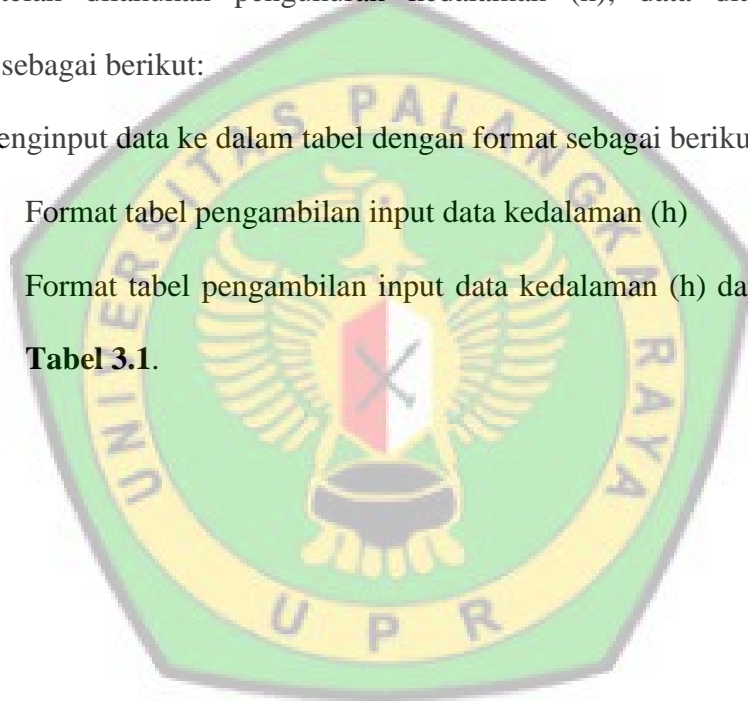
### 3.6 Analisis Data

Setelah dilakukan pengukuran kedalaman (h), data dianalisis dengan langkah sebagai berikut:

1. Menginput data ke dalam tabel dengan format sebagai berikut:
  - a) Format tabel pengambilan input data kedalaman (h)

Format tabel pengambilan input data kedalaman (h) dapat dilihat pada

**Tabel 3.1.**



**Tabel 3.1 Data pengukuran kedalaman aliran (y)**

No.	Variasi Formasi Bahan	Kode Running	Kedalaman (y)																	
			Hulu Formasi					Tengah Formasi										Hilir Formasi		
			y1	y2	y3	y4	y5	y6	y7	y8	y9	y10	y11	y12	y13	y14	y15	y16		
			(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)		
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)	(k)	(l)	(m)	(n)	(o)	(p)	(q)	(r)	(s)		
1.	Paralel Penuh t = 7 cm	Q1 t1 fp1																		
		Q2 t1 fp1																		
		Q3 t1 fp1																		
		Q4 t1 fp1																		
2.	Paralel Setengah Hulu t = 7 cm	Q1 t1 fp2																		
		Q2 t1 fp2																		
		Q3 t1 fp2																		
		Q4 t1 fp2																		
3.	Paralel Setengah Hilir t = 7 cm	Q1 t1 fp3																		
		Q2 t1 fp3																		
		Q3 t1 fp3																		
		Q4 t1 fp3																		
4.	Paralel Penuh t = 12 cm	Q1 t2 fp1																		
		Q2 t2 fp1																		
		Q3 t2 fp1																		
		Q4 t2 fp1																		
5.	Paralel Setengah Hulu t = 12 cm	Q1 t2 fp2																		
		Q2 t2 fp2																		
		Q3 t2 fp2																		
		Q4 t2 fp2																		
6.	Paralel Setengah Hilir t = 12 cm	Q1 t2 fp3																		
		Q2 t2 fp3																		
		Q3 t2 fp3																		
		Q4 t2 fp3																		

**Tabel 3.1 Lanjutan**

No.	Variasi Formasi Bahan	Kode Running	Kedalaman (y)																	
			Hulu Formasi					Tengah Formasi										Hilir Formasi		
			y1	y2	y3	y4	y5	y6	y7	y8	y9	y10	y11	y12	y13	y14	y15	y16		
			(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)		
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)	(k)	(l)	(m)	(n)	(o)	(p)	(q)	(r)	(s)		
7.	Paralel Kombinasi I	Q1 t12 fp1																		
		Q2 t12 fp1																		
		Q3 t12 fp1																		
		Q4 t12 fp1																		
8.	Paralel Kombinasi II	Q1 t21 fp2																		
		Q2 t21 fp2																		
		Q3 t21 fp2																		
		Q4 t21 fp2																		
9.	Zig-zag Penuh t = 7 cm	Q1 t1 fz1																		
		Q2 t1 fz1																		
		Q3 t1 fz1																		
		Q4 t1 fz1																		
10.	Zig-zag Setengah Hulu t = 7 cm	Q1 t1 fz2																		
		Q2 t1 fz2																		
		Q3 t1 fz2																		
		Q4 t1 fz2																		
11.	Zig-zag Setengah Hilir t = 7 cm	Q1 t1 fz3																		
		Q2 t1 fz3																		
		Q3 t1 fz3																		
		Q4 t1 fz3																		
12.	Zig-zag Penuh t = 12 cm	Q1 t2 fz1																		
		Q2 t2 fz1																		
		Q3 t2 fz1																		
		Q4 t2 fz1																		

**Tabel 3.1 Lanjutan**

No.	Variasi Formasi Bahan	Kode <i>Running</i>	Kedalaman (h)																	
			Hulu Formasi					Tengah Formasi										Hilir Formasi		
			y1	y2	y3	y4	y5	y6	y7	y8	y9	y10	y11	y12	y13	y14	y15	y16		
			(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)		
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)	(k)	(l)	(m)	(n)	(o)	(p)	(q)	(r)	(s)		
13.	Zig-zag Setengah Hulu t = 12 cm	Q1 t2 fz2																		
		Q2 t2 fz2																		
		Q3 t2 fz2																		
		Q4 t2 fz2																		
14.	Zig-zag Setengah Hilir t = 12 cm	Q1 t2 fz3																		
		Q2 t2 fz3																		
		Q3 t2 fz3																		
		Q4 t2 fz3																		
15.	Zig-zag Kombinasi I	Q1 t12 fz1																		
		Q2 t12 fz1																		
		Q3 t12 fz1																		
		Q4 t12 fz1																		
16.	Zig-zag Kombinasi II	Q1 t21 fz2																		
		Q2 t21 fz2																		
		Q3 t21 fz2																		
		Q4 t21 fz2																		
17.	Tanpa Formasi Model Tiang	Q1 tft																		
		Q2 tft																		
		Q3 tft																		
		Q4 tft																		

Keterangan Tabel 3.1:

(a) : Nomor.

(b) : Variasi formasi model tiang.

(c) : Kode *running*.

(d) – (h) : Kedalaman (y) di hulu formasi model tiang (m).

(i) – (r) : Kedalaman (y) di tengah formasi model tiang (m).

(s) : Kedalaman (y) di hilir formasi model tiang (m).

2. Dari data kedalaman aliran, kemudian dapat dianalisis kecepatan aliran dengan menggunakan persamaan kontinuitas  $Q = A.V$  atau  $V = Q/A$ .
3. Menganalisis data energi spesifik menggunakan persamaan (2-6), hasil analisis data seperti **Tabel 3.2** sebagai berikut:



**Tabel 3.2 Data Energi Spesifik (Es)**

No.	Variasi Formasi Bahan	Kode Running	Energi Spesifik (Es)																
			Hulu Formasi					Tengah Formasi											Hilir Formasi
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)	(k)	(l)	(m)	(n)	(o)	(p)	(q)	(r)	(s)	
1.	Paralel Penuh t = 7 cm	Q1 t1 fp1																	
		Q2 t1 fp1																	
		Q3 t1 fp1																	
		Q4 t1 fp1																	
2.	Paralel Setengah Hulu t = 7 cm	Q1 t1 fp2																	
		Q2 t1 fp2																	
		Q3 t1 fp2																	
		Q4 t1 fp2																	
3.	Paralel Setengah Hilir t = 7 cm	Q1 t1 fp3																	
		Q2 t1 fp3																	
		Q3 t1 fp3																	
		Q4 t1 fp3																	
4.	Paralel Penuh t = 12 cm	Q1 t2 fp1																	
		Q2 t2 fp1																	
		Q3 t2 fp1																	
		Q4 t2 fp1																	
5.	Paralel Setengah Hulu t = 12 cm	Q1 t2 fp2																	
		Q2 t2 fp2																	
		Q3 t2 fp2																	
		Q4 t2 fp2																	
6.	Paralel Setengah Hilir t = 12 cm	Q1 t2 fp3																	
		Q2 t2 fp3																	
		Q3 t2 fp3																	
		Q4 t2 fp3																	

**Tabel 3.2 Lanjutan**

No.	Variasi Formasi Bahan	Kode Running	Energi Spesifik (Es)														Hilir Formasi	
			Hulu Formasi					Tengah Formasi										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		15
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)	(k)	(l)	(m)	(n)	(o)	(p)	(q)	(r)	(s)
7.	Paralel Kombinasi I	Q1 t12 fp1																
		Q2 t12 fp1																
		Q3 t12 fp1																
		Q4 t12 fp1																
8.	Paralel Kombinasi II	Q1 t21 fp2																
		Q2 t21 fp2																
		Q3 t21 fp2																
		Q4 t21 fp2																
9.	Zig-zag Penuh t = 7 cm	Q1 t1 fz1																
		Q2 t1 fz1																
		Q3 t1 fz1																
		Q4 t1 fz1																
10.	Zig-zag Setengah Hulu t = 7 cm	Q1 t1 fz2																
		Q2 t1 fz2																
		Q3 t1 fz2																
		Q4 t1 fz2																
11.	Zig-zag Setengah Hilir t = 7 cm	Q1 t1 fz3																
		Q2 t1 fz3																
		Q3 t1 fz3																
		Q4 t1 fz3																
12.	Zig-zag Penuh t = 12 cm	Q1 t2 fz1																
		Q2 t2 fz1																
		Q3 t2 fz1																
		Q4 t2 fz1																

**Tabel 3.2 Lanjutan**

No.	Variasi Formasi Bahan	Kode Running	Energi Spesifik ( $E_s$ )																
			Hulu Formasi					Tengah Formasi											Hilir Formasi
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)	(k)	(l)	(m)	(n)	(o)	(p)	(q)	(r)	(s)	
13.	Zig-zag Setengah Hulu t = 12 cm	Q1 t2 fz2																	
		Q2 t2 fz2																	
		Q3 t2 fz2																	
		Q4 t2 fz2																	
14.	Zig-zag Setengah Hilir t = 12 cm	Q1 t2 fz3																	
		Q2 t2 fz3																	
		Q3 t2 fz3																	
		Q4 t2 fz3																	
15.	Zig-zag Kombinasi I	Q1 t12 fz1																	
		Q2 t12 fz1																	
		Q3 t12 fz1																	
		Q4 t12 fz1																	
16.	Zig-zag Kombinasi II	Q1 t21 fz2																	
		Q2 t21 fz2																	
		Q3 t21 fz2																	
		Q4 t21 fz2																	
17.	Tanpa Formasi Model Tiang	Q1 tft																	
		Q2 tft																	
		Q3 tft																	
		Q4 tft																	

Keterangan Tabel 3.2:

(a) : Nomor.

(b) : Variasi formasi model tiang.

(c) : Kode *running*.

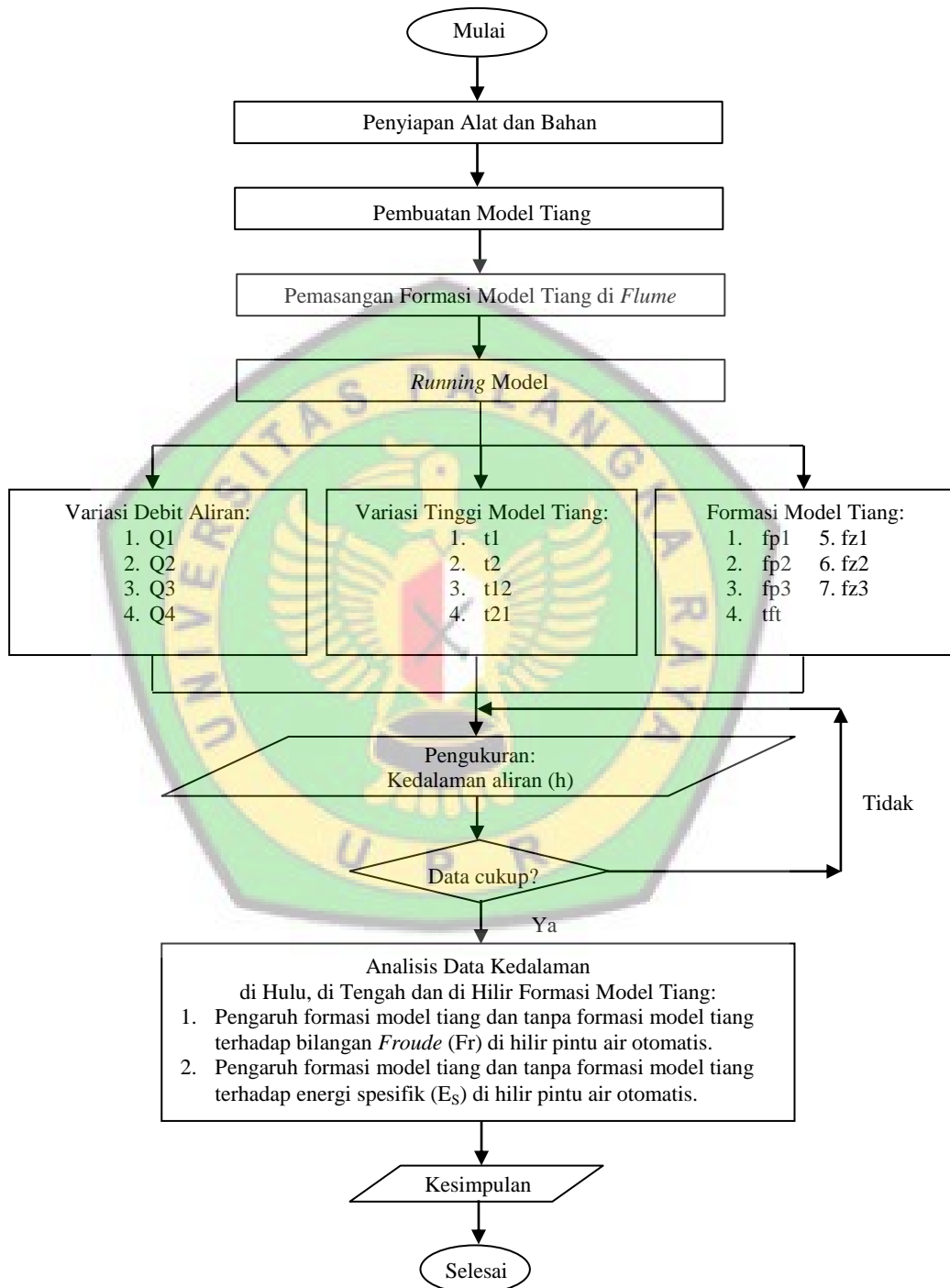
(d) – (h) : Energi Spesifik ( $E_s$ ) di hulu formasi model tiang (m).

(i) – (r) : Energi Spesifik ( $E_s$ ) di tengah formasi model tiang (m).

(s) : Energi Spesifik ( $E_s$ ) di hilir formasi model tiang (m).

### 3.7 Bagan Alir Penelitian

Tahapan penelitian dapat dilihat pada bagan alir penelitian sebagai berikut:



**Gambar 3.22 Bagan alir penelitian**

## BAB V KESIMPULAN

### 5.1 Kesimpulan

1. Sebelum pemasangan formasi model tiang, bilangan *Froude* ( $Fr$ ) di hilir pintu air otomatis pada umumnya  $> 1$ . Setelah pemasangan formasi model tiang, bilangan *Froude* ( $Fr$ ) di hilir pintu air otomatis pada umumnya  $< 1$ . Formasi model tiang yang paling berpengaruh terhadap penurunan bilangan *Froude* ( $Fr$ ) di hilir pintu air otomatis adalah formasi paralel penuh dengan tinggi model tiang 12 cm atau  $6/19$  dari tinggi *flume*.
2. Pemasangan formasi dengan model tiang di hilir pintu air otomatis mengakibatkan energi spesifik meningkat. Formasi model tiang yang paling berpengaruh terhadap energi spesifik ( $\Delta E_s$ ) adalah formasi paralel penuh dengan tinggi model tiang 12 cm atau  $6/19$  dari tinggi *flume*. Persentase peningkatan  $\Delta E_s$  rata-rata pada saat pemasangan formasi paralel penuh dengan tinggi model tiang 12 cm, yaitu:
  - (a) pada debit  $0.00129 \text{ m}^3/\text{dt}$  diperoleh  $\Delta E_s$  rata-rata = 20.55%,
  - (b) pada debit  $0.00191 \text{ m}^3/\text{dt}$  diperoleh  $\Delta E_s$  rata-rata = 35.54%,
  - (c) pada debit  $0.00512 \text{ m}^3/\text{dt}$  diperoleh  $\Delta E_s$  rata-rata = 25.80%,
  - (d) pada debit  $0.00774 \text{ m}^3/\text{dt}$  diperoleh  $\Delta E_s$  rata-rata = 22.50%.

## 5.2 Saran

Dalam penelitian ini, model tiang dibuat kaku (*rigid*). Oleh karena itu, untuk menambah khasanah pengetahuan bagi yang ingin melanjutkan penelitian ini disarankan menggunakan model tiang yang tidak kaku (*flexible*).



## DAFTAR PUSTAKA

- Amanda, F. (2017). *Perubahan Kedalaman Muka Air Pada Saluran Terbuka Akibat Penyempitan Dengan Variasi Kemiringan Saluran Dan Bukaan Pintu Radial*. Digital Repository Universitas Jember. Universitas Jember.  
<https://repository.unej.ac.id/bitstream/handle/123456789/82576/FRIDA%20AMANDA%20141903103012%20%23.pdf?sequence=1> (diakses: 02 Oktober 2020 Pukul 06:54 WIB).
- Anwar, N. 1986. *Rekayasa Pengembangan Sumber Daya Air*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Surabaya.
- Chow, V. T. 1959. *Open Channel Hydraulics*. McGraw-Hill Book Company. New York.
- Chow, V. T. 1985. *Hidrolika Saluran Terbuka*. Erlangga. Jakarta.
- Chow, V.T. 1992. *Hidrolika Saluran Terbuka (Open Channel Hydraulics)*, Erlangga, Jakarta.
- Chow, V. T. 1997. *Hidrolika Saluran Terbuka (Open Channel Hydraulics)*. Erlangga. Jakarta.
- Della, A. L., Dharmono, D., & Muchyar, M. (2016). *Keanekaragaman Bambu Di Kawasan Wisata Air Terjun Rampah Menjangan, Loksado, Kabupaten Hulu Sungai Selatan*. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Basah Tahun 2016 Jilid 3*:879. <https://repo-dosen.ulm.ac.id/handle/123456789/16708> (diakses: 10 Oktober 2020 Pukul 06:50 WIB).

Ekayanti, N. W. (2016). *Keanekaragaman Hayati Bambu (Bambusa spp) Di Desa Wisata Penglipuran Kabupaten Bangli*. Jurnal Bakti Saraswati (JBS), 5(2):137. <https://jurnal.unmas.ac.id/index.php/Bakti/article/view/607> (diakses: 01 Juli 2020 Pukul 07:30 WIB).

Kamiana, I. M. 2018. *Hidraulika; Teknik Perhitungan Pada Aliran Terbuka dan Tertutup*. Yogyakarta: Penerbit Teknosain.

Setiohadi, B. A. (2016) *Desain Saluran Terbuka Akibat Kehilangan Energi Spesifik yang Disebabkan Penyempitan pada Saluran*. *Journal of Undergraduate Thesis*, Universitas Muhammadiyah Jember. <http://repository.unmuhjember.ac.id/id/eprint/795> (diakses: 01 Januari 2021 Pukul 07:30 WIB).

Suripin. 2004. *Sistem Drainase Yang Berkelanjutan*. Penerbit Andi Offset, Yogyakarta.

Triatmodjo, B. 1993. *Hidraulika I*. Beta Offset. Yogyakarta.

Triatmodjo, B. 1993. *Hidraulika II*. Beta Offset. Yogyakarta.

Widjaja, E. A. & Karsono. 2004. *Keanekaragaman Bambu di Pulau Sumba*. Jurnal Biodiversitas. 6 (2): 95 – 99.

Wulandari, A. 2020. *Pemodelan Pengaruh Formasi Tiang Berbahan Kayu Galam Terhadap Kedalaman Dan Kecepatan Aliran Di Hilir Pintu Air*. Skripsi. Universitas Palangka Raya.