

SKRIPSI

**PEMODELAN PENGARUH FORMASI TIANG BERBAHAN
KAYU GALAM TERHADAP KEDALAMAN DAN
KECEPATAN ALIRAN DI HILIR PINTU AIR**

oleh

AYUNI WULANDARI
NIM. DAB 114 011



**JURUSAN/PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA
PALANGKA RAYA
2020**

SKRIPSI

**PEMODELAN PENGARUH FORMASI TIANG BERBAHAN
KAYU GALAM TERHADAP KEDALAMAN DAN
KECEPATAN ALIRAN DI HILIR PINTU AIR**

Oleh

AYUNI WULANDARI
NIM. DAB 114 011

Disetujui untuk diajukan dalam Ujian Skripsi

Palangka Raya, 19 November 2020

Pembimbing I



(Dr. Ir. I Made Kamiana, M.T.)
NIP. 196208181990021001

Pembimbing II



(Dwi Anung Nindito, S.T., M.T.)
NIP. 197610262003121002

Mengetahui:

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya
Ketua

(Dr. Rudi Waluyo, S.T., M.T.)
NIP. 197806082005011003

RINGKASAN

PEMODELAN PENGARUH FORMASI TIANG BERBAHAN KAYU GALAM TERHADAP KEDALAMAN DAN KECEPATAN ALIRAN DI HILIR PINTU AIR, Ayuni Wulandari, DAB 114 011, Jurusan / Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya.

Pintu air merupakan bangunan air dengan kondisi aliran yang berubah secara cepat. Hal tersebut dapat menyebabkan terjadinya loncat air yang menimbulkan gerusan di hilir pintu air. Untuk meminimalisir hal tersebut di hilir pintu air dipasang formasi tiang berupa kayu galam. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemasangan formasi tiang (tanpa dan dengan formasi tiang) pada saluran prisma terhadap kedalaman aliran dan kecepatan aliran di hilir pintu air, serta meninjau formasi pemasangan formasi tiang yang paling efektif.

Penelitian dilakukan di Laboratorium dengan menggunakan *flume* kaca berukuran 6 x 0,2 x 0,38 m. Dasar saluran dilapisi kayu mahoni berdimensi 4 x 0,19 x 0,04 m. Formasi pemasangan formasi tiang yaitu formasi paralel dan zigzag (penuh, ½ hulu, ½ hilir, kombinasi 1, dan kombinasi 2). Pada setiap formasi pemasangan diukur kedalaman aliran menggunakan *point gauge* dengan empat debit berbeda dan dihitung kecepatan aliran rata-rata penampang. Jarak antar titik pengukuran adalah 10 cm dari pintu air (16 titik). Titik pengukuran berada di pintu air, hulu formasi tiang, tengah formasi tiang, dan hilir formasi tiang.

Dari hasil penelitian yang dilakukan, formasi tiang menyebabkan hambatan aliran sehingga terjadi kenaikan kedalaman aliran dan penurunan kecepatan aliran. Formasi pemasangan formasi tiang yang efektif adalah formasi dengan kondisi paralel penuh, tinggi 12 cm dan jarak antar tiang adalah 1/8 dari lebar saluran. Persentase rata-rata kenaikan kedalaman aliran 46,66 % dan persentase rata-rata penurunan kecepatan aliran 46,31%.

Kata kunci : formasi tiang, kayu galam, kedalaman aliran, kecepatan aliran

SUMMARY

MODELING THE EFFECT OF PILE FORMATION MADE OF MELALEUCA CAJUPUTI ON THE DEPTH AND FLOW VELOCITY IN DOWNSTREAM THE FLOODGATES, Ayuni Wulandari, DAB 114 011, Department / Civil Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Palangka Raya University.

The floodgate is a water structure with rapidly varied flow conditions. This can cause water jumps which cause scouring downstream of the floodgates. To minimize this, a pile formation in the form of melaleuca cajuputi is installed downstream of the floodgate. The study aims to determine the effect of pile formation (without and with pile formation) in the prismatic channel on the flow depth and flow velocity downstream of the floodgates, and to examine the most effective pile formation installation formations.

The study was carried out in the laboratory using a glass flume measuring 6 x 0.2 x 0.38 m. The base of the channel is covered with mahogany with dimensions of 4 x 0.19 x 0.04 m. The pile formation formation is parallel and zigzag formation (full, 1/2 upstream, 1/2 downstream, combination 1, and combination 2). In each installation formation, the depth of flow is measured using a point gauge with four different flows and the average cross-sectional velocity is calculated. The distance between measurement points is 10 cm from the floodgate (16 points). The measurement points are at the floodgate, the upstream of the pile formation, the middle of the pile formation, and the downstream of the pile formation.

From the results of the study conducted, the pile formation causes flow resistance resulting in an increase in flow depth and a decrease in flow velocity. The most effective pile formation is a fully parallel formation, 12 cm high and 1/8 of the channel width. The average percentage increase in flow depth is 46.66% and the average percentage decrease in flow velocity is 46.31%.

Keyword : *pile formation, melaleuca cajuputi, flow depth, flow velocity*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dipanjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan karunia-Nya sehingga Skripsi yang berjudul **“PEMODELAN PENGARUH FORMASI TIANG BERBAHAN KAYU GALAM TERHADAP KEDALAMAN DAN KECEPATAN ALIRAN DI HILIR PINTU AIR”** ini dapat diselesaikan. Skripsi 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 dan Dosen Pembahas I Skripsi.
7. Bapak Dwi Anung Nindito, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing dan Dosen Pembahas II Skripsi.

8. Bapak Ir. Allan Restu Jaya, M.T. selaku Dosen Pembahas III Skripsi.
9. Bapak Ir. Hendro Suyanto, M.T. selaku Dosen Pembahas IV Skripsi.
10. Ibu Nomeritae, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Dosen Pembahas V Skripsi.
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 Skripsi ini.

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

Palangka Raya, 19 November 2020

AYUNI WULANDARI
NIM. DAB 114 011

DAFTAR ISI

Halaman

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
BIODATA MAHASISWA	iii
SURAT PERNYATAAN	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	v
RINGKASAN	vi
SUMMARY	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR NOTASI	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Tujuan Penelitian	3
1.6 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Formasi tiang	4
2.2 Saluran Terbuka	4
2.2.1 Jenis Saluran	5
2.2.2 Klasifikasi Aliran	5
2.2.3 Kecepatan Air	9
2.3 Penelitian Terdahulu.....	10
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian	12
3.2 Data Penelitian yang Digunakan	12
3.2.1 Kedalaman Aliran	12
3.2.2 Kecepatan Aliran	12
3.3 Instrumen Pengukuran.....	12
3.4 Pembuatan Model.....	13
3.4.1 Pembuatan Bantalan Kayu	13
3.4.2 Pembuatan Formasi tiang.....	13
3.5 Kode <i>Running</i>	20
3.6 Teknik Pengumpulan Data	21
3.7 Analisis Data	22
3.8 Bagan Alir Penelitian	30
BAB IV PEMBAHASAN	
4.1 Pengaruh Formasi Tiang Berbahan Kayu Galam terhadap Profil Kedalaman Aliran di Hilir Pintu Air	31
4.1.1 Persentase Kenaikan Atau Penurunan Kedalaman Aliran	32
4.2 Pengaruh Formasi Tiang Berbahan Kayu Galam terhadap Profil	

Kecepatan Aliran di Hilir Pintu Air	34
4.2.1 Persentase Kenaikan Atau Penurunan Kecepatan Aliran	44
BAB V KESIMPULAN	
5.1 Kesimpulan.....	47
5.2 Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu.....	10
Tabel 3.1 Kode <i>Running</i>	20
Tabel 3.2 Format Pengambilan Input Data Kedalaman Aliran (h).....	23
Tabel 3.3 Format Pengambilan Input Data Kecepatan Aliran (V).....	26
Tabel 4.1 Hasil Percobaan Pengaliran pada Kondisi Tanpa dan dengan Formasi Tiang.....	31
Tabel 4.2 Rekapitulasi Persentase Kenaikan Kedalaman Aliran	33
Tabel 4.3 Data Perhitungan Kecepatan Aliran di $Q_1=0,00129 \text{ m}^3/\text{dt}$	36
Tabel 4.4 Data Perhitungan Kecepatan Aliran di $Q_2=0,00191 \text{ m}^3/\text{dt}$	38
Tabel 4.5 Data Perhitungan Kecepatan Aliran di $Q_3=0,00512 \text{ m}^3/\text{dt}$	40
Tabel 4.6 Data Perhitungan Kecepatan Aliran di $Q_4=0,00774 \text{ m}^3/\text{dt}$	42
Tabel 4.7 Rekapitulasi Persentase Penurunan Kecepatan Aliran	46

DAFTAR GAMBAR

		Halaman
Gambar 2.1	Sketsa Bentuk Penampang Tiang	4
Gambar 2.2	Aliran seragam (a) dan berubah (b).....	6
Gambar 2.3	Gelombang banjir melalui saluran terbuka	6
Gambar 2.4	Pola penjalaran gelombang di saluran terbuka.....	8
Gambar 2.5	Dua kondisi aliran mengalir dan meluncur	8
Gambar 2.6	Perubahan kondisi aliran di suatu saluran/sungai.....	9
Gambar 3.1	Bantalan kayu	13
Gambar 3.2	Tampak perspektif formasi pemasangan paralel full t=7 cm ..	14
Gambar 3.3	Tampak perspektif formasi pemasangan paralel ½ hulu t = 7 cm	14
Gambar 3.4	Tampak perspektif formasi pemasangan paralel ½ hilir t = 7 cm	15
Gambar 3.5	Tampak perspektif formasi pemasangan paralel full t = 12 cm	15
Gambar 3.6	Tampak perspektif formasi pemasangan paralel ½ hulu t = 12 cm	15
Gambar 3.7	Tampak perspektif formasi pemasangan paralel ½ hilir t = 12 cm	16
Gambar 3.8	Tampak perspektif formasi pemasangan paralel kombinasi t = 7 cm dan t = 12 cm	16
Gambar 3.9	Tampak perspektif formasi pemasangan paralel kombinasi t = 12 cm dan t = 7 cm	16
Gambar 3.10	Tampak perspektif formasi pemasangan zigzag full t =7 cm..	17
Gambar 3.11	Tampak perspektif formasi pemasangan zigzag ½ hulu t = 7 cm	17
Gambar 3.12	Tampak perspektif formasi pemasangan zigzag ½ hilir t = 7 cm	17
Gambar 3.13	Tampak perspektif formasi pemasangan zigzag full t = 12 cm	18
Gambar 3.14	Tampak perspektif formasi pemasangan zigzag ½ hulu t = 12 cm	18
Gambar 3.15	Tampak perspektif formasi pemasangan zigzag ½ hilir t = 12 cm	18
Gambar 3.16	Tampak perspektif formasi pemasangan zigzag kombinasi t = 7 cm dan t = 12 cm	19
Gambar 3.17	Tampak perspektif formasi pemasangan zigzag kombinasi t = 12 cm dan t = 7 cm	19
Gambar 3.18	Tampak perspektif perletakan formasi tiang berbahan kayu galam pada <i>flume</i>	19
Gambar 3.19	Tampak samping flume dengan letak titik pengukuran	20
Gambar 3.20	Profil kedalaman aliran berdasarkan variasi formasi tiang	29
Gambar 3.21	Profil kecepatan aliran berdasarkan variasi formasi tiang.....	29
Gambar 3.22	Bagan Alir Penelitian	30
Gambar 4.1	Grafik kecepatan aliran di $Q_1=0,00129 \text{ m}^3/\text{dt}$	37
Gambar 4.2	Grafik kecepatan aliran di $Q_2=0,00191 \text{ m}^3/\text{dt}$	39

Gambar 4.3	Grafik kecepatan aliran di $Q_3=0,00512 \text{ m}^3/\text{dt}$	41
Gambar 4.4	Grafik kecepatan aliran di $Q_3=0,00774 \text{ m}^3/\text{dt}$	43

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Persentase Kenaikan atau Penurunan Kedalaman Aliran
- Lampiran 2. Persentase Kenaikan atau Penurunan Kedalaman Aliran
- Lampiran 3. Data Penelitian
- Lampiran 4. Dokumentasi
- Lampiran 5. Jurnal Proteksi

DAFTAR NOTASI

Notasi	Keterangan	Satuan
h	Kedalaman aliran	(cm) (m)
Δh	Perubahan kedalaman aliran	(m)
Δv	Perubahan kecepatan aliran	(m/dt)
y	Kedalaman aliran	(cm) (m)
D	Kedalaman aliran	(cm) (m)
D_{kr}	Kedalaman kritis	(cm) (m)
V	kecepatan aliran	(m/dt)
V_m	Kecepatan rata-rata	(m/dt)
Q	Debit Aliran	(m ³ /dt)
A	Luas penampang	(m ²)
B	Lebar saluran	(m)
Y_n	Kedalaman normal	(cm)
y_c	Kedalaman kritis	(cm)
R	Jari-jari hidraulis	(m)
g	Percepatan gravitasi (9,81)	(m/s ²)
Fr	Bilangan <i>Froude</i>	
I	Kemiringan saluran	
n	Koefisien <i>manning</i>	
k_{st}	Koefisien <i>stickler</i>	
Re	Angka Reynolds	
C	Chezy	

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Umumnya, air yang mengalir dari bukaan pintu air adalah aliran superkritis ke subkritis sehingga terjadi loncatan hidrolis. Aliran superkritis dan loncatan hidrolis menyebabkan pengurangan kedalaman aliran dan kecepatan aliran bertambah, sehingga terjadinya gerusan di hilir pintu air. Oleh sebab itu, dibutuhkan penelitian untuk meminimalisir gerusan. Cara yang dilakukan adalah dengan memasang formasi tiang di hilir pintu air, karena dapat meninggikan kedalaman aliran (kondisi subkritis) sehingga kecepatan aliran berkurang. Model formasi tiang dapat dibuat dari kayu, beton, dan baja.

Kayu galam (*Melaleuca Cajuputi*) tumbuh alami di hutan rawa hingga mencapai tinggi 40 m dengan diameter sekitar 35 cm dan mudah didapatkan di daerah Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah (Khulfi, 2013). Kayu galam terbagi menjadi dua jenis, yaitu galam tembaga dan galam putih. Galam tembaga memiliki kulit kayu yang relatif tipis dengan warna kemerahan (seperti tembaga) sedangkan galam putih memiliki kulit kayu yang relatif tebal dengan warna keputihan. Galam tembaga biasanya tumbuh dilahan tepi sungai, sedangkan galam putih dilahan hutan bagian dalam jauh dari tepi sungai. Apabila dimasukkan ke dalam air, kayu galam tembaga cenderung tenggelam, sedangkan kayu galam putih akan terapung (PLLBFMIPAUNLAM, 2015).

Putra, Ginting, dan Simanjuntak (2018) melakukan penelitian eksperimen model tiang di Laboratorium menggunakan tiang pancang berbentuk silinder

dengan formasi zig-zag. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa dengan adanya formasi tiang menyebabkan peredaman gelombang. Kerapatan tiang, jumlah susunan tiang juga berpengaruh untuk meredam gelombang. Semakin banyak susunan tiang maka semakin efektif dalam meredam gelombang.

Sehingga dilakukan penelitian lanjutan menggunakan bahan kayu galam berupa formasi tiang dengan variasi formasi paralel dan zig-zag (penuh, $\frac{1}{2}$ hulu, dan $\frac{1}{2}$ hilir) dengan tinggi $t=7$ cm, $t=12$ cm, kombinasi tinggi $t=7$ cm dan 12 cm, dan kombinasi tinggi $t=12$ cm dan 7 cm. Tujuannya untuk mengetahui pengaruh formasi tiang pada saluran prismaatik saat kondisi tanpa formasi tiang dan dengan formasi tiang terhadap kedalaman aliran dan kecepatan aliran di hilir pintu air.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh formasi tiang berbahan kayu galam terhadap kedalaman aliran antara tidak ada formasi tiang dan ada formasi tiang dihilir pintu air?
2. Bagaimana pengaruh formasi tiang berbahan kayu galam terhadap kecepatan rata-rata penampang antara tidak ada formasi tiang dan ada formasi tiang dihilir pintu air?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah penelitian sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di Laboratorium Hidrolika dan Hidrologi Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya;
2. Pengujian dilakukan pada saluran prismaatik dari kaca dengan dasar saluran menggunakan kayu mahoni;

3. Bahan formasi tiang menggunakan serutan kayu galam tembaga dengan diameter yang sama (0,5 cm), tinggi formasi tiang 7 cm dan 12 cm;
4. Pemodelan menggunakan pintu air yang dipasang pada hulu formasi tiang;
5. Penelitian tidak membahas tentang erosi dan sedimentasi;
6. Penelitian ini tidak menghitung Rancangan Anggaran Biaya (RAB).

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Mengetahui mengenai profil kedalaman aliran antara tidak ada formasi tiang dan ada formasi tiang dihilir pintu air, serta meninjau formasi pemasangan formasi tiang yang paling efektif;
2. Mengetahui mengenai kecepatan rata-rata penampang antara tidak ada formasi tiang dan ada formasi tiang dihilir pintu air, serta meninjau formasi pemasangan formasi tiang yang paling signifikan.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian sebagai berikut:

1. Mengetahui dan memahami manfaat formasi tiang berbahan kayu galam dalam mengatasi masalah pada hilir pintu air;
2. Menjadi salah satu referensi untuk penelitian selanjutnya.

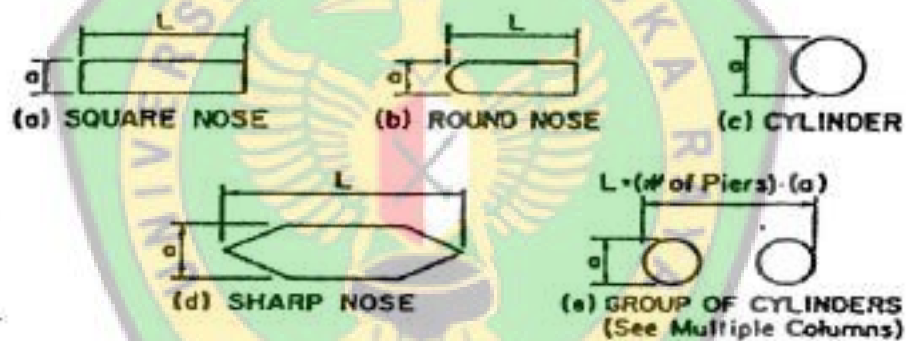
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Formasi tiang

Menurut Bahar dan Ruzardi (2019) usaha untuk mengurangi terjadinya gerusan adalah dengan cara memasang peredam energi yang bersifat mereduksi momentum aliran sehingga menurunkan kecepatan aliran.

Tiang mempunyai berbagai macam bentuk yang dapat memberikan pengaruh terhadap karakteristik aliran (Wibowo, 2007). Berikut adalah bentuk penampang tiang:



(Sumber :Imran, 2013)

Gambar 2.1 Sketsa bentuk penampang tiang

2.2 Saluran Terbuka

Saluran terbuka adalah saluran dimana air mengalir dengan muka air bebas. Pada semua titik di sepanjang saluran, tekanan di permukaan air adalah sama, yang biasanya adalah tekanan atmosfer. Oleh karena aliran melalui saluran terbuka harus mempunyai muka air bebas, maka aliran ini biasanya berhubungan dengan zat cair dan umumnya adalah air (Triatmodjo, 1993).

2.2.1 Jenis Saluran

Menurut asalnya saluran dapat digolongkan sebagai berikut (Chow,1997):

a. Saluran alam (natural)

Saluran alam meliputi semua alur air yang terdapat secara alamiah di bumi, mulai dari selokan kecil, kali, sungai kecil dan sungai besar sampai ke muara sungai.

b. Saluran buatan (*artificial*)

Saluran buatan dibentuk oleh manusia, seperti saluran pelayaran, saluran pembangkit listrik, saluran irigasi dan talang, parit pembuangan, pelimpah tekanan, saluran banjir, saluran pengangkutan kayu, selokan, dan sebagainya, termasuk model saluran yang dibuat di laboratorium untuk keperluan penelitian.

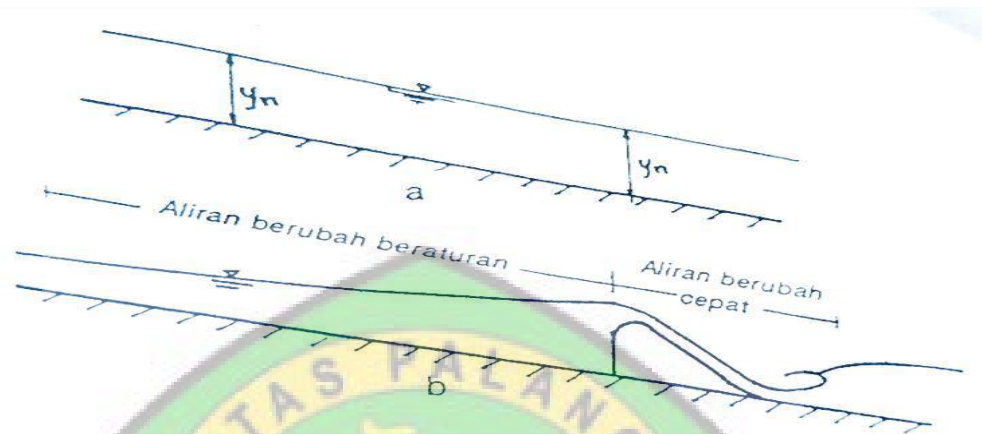
2.2.2 Klasifikasi Aliran

Pada umumnya tipe aliran melalui saluran terbuka adalah turbulen, karena kecepatan aliran dan kekasaran dinding relatif besar. Aliran melalui saluran terbuka akan turbulen apabila angka Reynolds $Re > 1000$, dan Laminer apabila $Re < 500$ (Triatmodjo, 1993).

Aliran melalui saluran terbuka disebut seragam (*uniform*) apabila berbagai variabel aliran seperti kedalaman, tampang basah, kecepatan dan debit pada setiap tampang di sepanjang aliran adalah konstan. Kedalaman air pada aliran seragam disebut dengan kedalaman normal y_n (Triatmodjo, 1993).

Aliran disebut tidak seragam atau berubah (*non uniform flow* atau *varied flow*) apabila variabel aliran seperti kedalaman, tampang basah, kecepatan di sepanjang saluran tidak konstan. Apabila perubahan aliran terjadi pada jarak yang

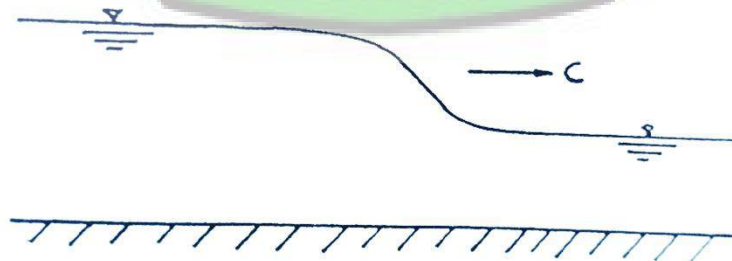
pendek maka disebut aliran berubah cepat, sedang apabila terjadi pada jarak yang panjang disebut aliran berubah beraturan. Gambar 2.1 menunjukkan kedua tipe aliran (Triatmodjo, 1993).



(Sumber: Triatmodjo, 1993)

Gambar 2.2 Aliran seragam (a) dan berubah (b)

Aliran disebut mantap apabila variabel aliran di suatu titik seperti kedalaman dan kecepatan tidak berubah terhadap waktu, dan apabila berubah terhadap waktu disebut aliran tidak mantap. Gambar 2.2 adalah gelombang banjir melalui saluran terbuka yang merupakan contoh aliran tidak mantap (Triatmodjo, 1993).



(Sumber: Triatmodjo, 1993)

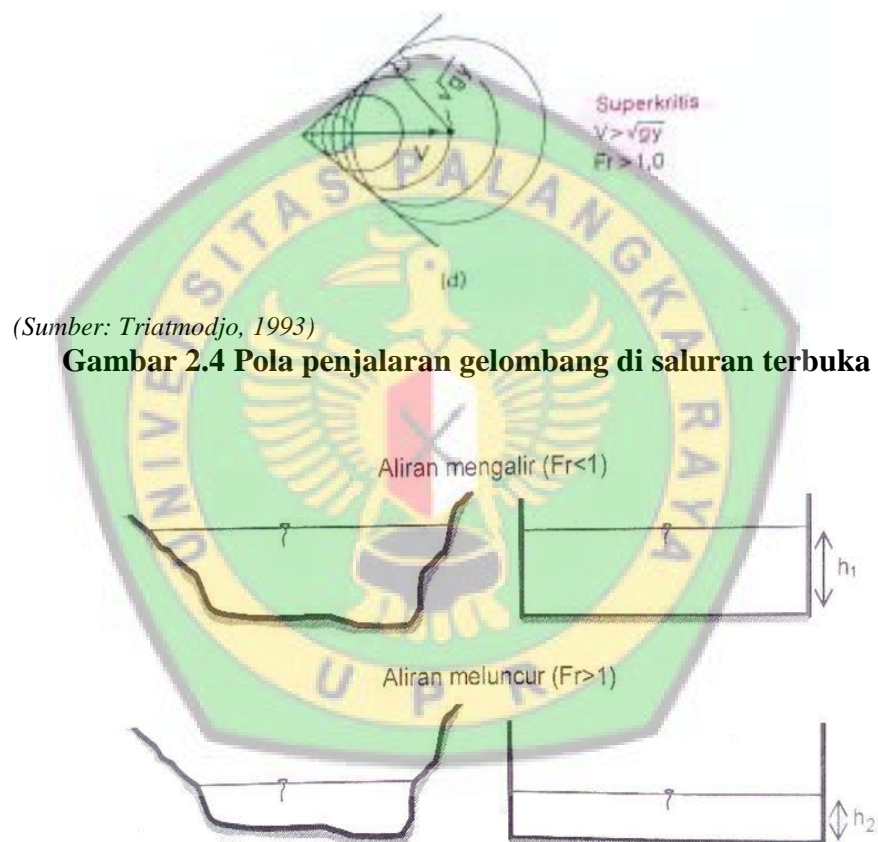
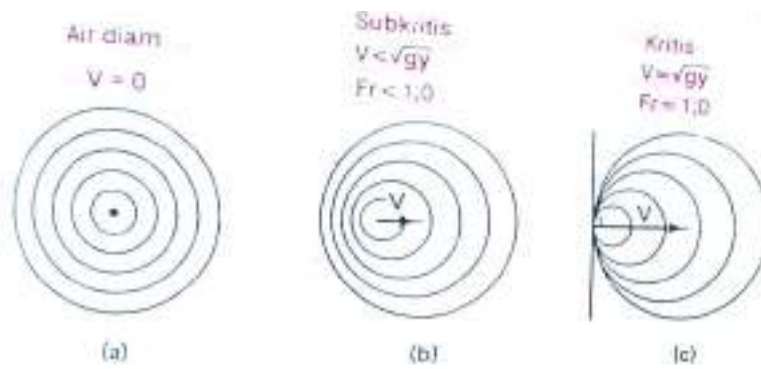
Gambar 2.3 Gelombang banjir melalui saluran terbuka

Selain itu aliran melalui saluran terbuka juga dapat dibedakan menjadi aliran sub kritis (mengalir) dan superkritis (meluncur). Diantara kedua tipe tersebut aliran

adalah kritis. Aliran disebut sub kritis apabila suatu gangguan (misalnya batu dilemparkan kedalam aliran sehingga menimbulkan gelombang) yang terjadi disuatu titik pada aliran dapat menjalar kearah hulu. Aliran subkritis dipengaruhi oleh kondisi hilir, dengan kata lain keadaan dihilir akan mempengaruhi aliran disebelah hulu. Apabila kecepatan aliran cukup besar sehingga gangguan yang terjadi tidak menjalar ke hulu maka aliran adalah super kritis. Dalam hal ini kondisi di hulu akan mempengaruhi aliran disebelah hilir. Penentuan tipe aliran dapat didasarkan pada nilai angka *Froude* Fr , yang mempunyai bentuk $Fr = V/\sqrt{gy}$, dengan V dan y adalah kecepatan dan kedalaman aliran. Aliran adalah sub kritis apabila $Fr < 1$, kritis apabila $Fr = 1$, dan super kritis apabila $Fr > 1$ (Triatmodjo, 1993).

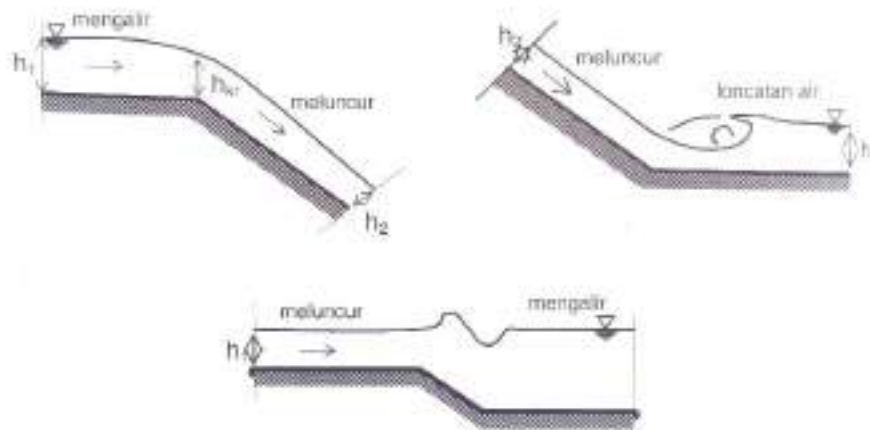
Menurut Affandi, Bilangan *Froude* dapat digunakan untuk menentukan regime aliran yang terjadi pada saluran. Regime aliran dapat dibagi menjadi 3 kategori, yaitu:

1. Regime aliran sub-kritis jika nilai $Fr < 1$. Pada aliran subkritis peranan gaya tarik bumi lebih menonjol, sehingga aliran mempunyai kecepatan rendah dan sering dikatakan tenang;
2. Regime aliran kritis jika nilai $Fr = 1$. Kedalaman aliran pada regime ini adalah kedalaman kritis;
3. Regime aliran super-kritis terjadi jika $Fr > 1$. Dalam keadaan ini gaya-gaya inersia sangat menonjol, sehingga aliran mempunyai kecepatan tinggi dan kedalaman aliran pada regime ini lebih kecil dari kedalaman kritis, $D < D_{kr}$.



(Sumber: Maryono, 2005)

Gambar 2.5 Dua kondisi aliran mengalir dan meluncur



(Sumber: Maryono, 2005)

Gambar 2.6 Perubahan kondisi aliran di suatu saluran/sungai

2.2.3 Kecepatan air

Karakteristik kecepatan air di sungai tidak jauh berbeda dengan karakteristik kecepatan air di suatu saluran. Kecepatan di dekat permukaan adalah maksimum dan kecepatan di dasar sungai adalah nol atau mendekati nol (Maryono, 2005).

Menurut Maryono (2005) untuk menentukan kecepatan rata-rata V_m pada alur sungai atau saluran, berlaku rumus-rumus dasar hidraulika sebagai berikut :

$$Q = V_1 \cdot A_1 = V_2 \cdot A_2 ; V_m = Q/A \quad (2-1)$$

$$V = C \cdot \sqrt{R \cdot I} \quad (\text{Chezy}) \quad (2-2)$$

$$C = k_{st} \cdot R^{1/6} \quad (\text{Strickler}) \quad (2-3)$$

$$V = k_{st} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \quad (\text{Manning-Strickler}) \quad (2-4)$$

$$k_{st} = 1/n \quad (\text{Manning}) \quad (2-5)$$

dengan :

Q : debit (m^3/dt)

V_m : kecepatan rata-rata antara pada kontrol volume

- V_1 dan V_2 : Kecepatan rata-rata (m/dt) pada potongan 1 dan 2
- A_1 dan A_2 : luas tampang sungai pada potongan 1 dan 2
- R : jari-jari hidraulis (m)
- I : kemiringan saluran
- C : koefisien chezy
- n : koefisien kekasaran dinding (koefisien manning)
- k_{st} : koefisien Stickler

2.3 Penelitian Terdahulu

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

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti	Metode Penelitian	Hasil
1.	Imran, H. A (2013)	Uji model di Laboratorium Teknik Sungai di Gedung Pusat Kegiatan Penelitian (PKP) Universitas Hasanuddin. Saluran yang digunakan dalam penelitian ini adalah saluran pasir dengan penampang bentuk trapesium. Bentuk geometris dari saluran adalah saluran lurus dengan dinding permanen, lebar dasar saluran 0,50 m, tinggi saluran 0,20 m dan panjang saluran percobaan 15 m. Tiang berbentuk segi enam (Hexagonal) dengan 3 model kelompok tiang yang mempunyai jarak antar tiang bervariasi.	1. Semakin besar debit, semakin besar kedalaman aliran; 2. Bilangan $Fr < 1$ dengan kondisi aliran adalah subkritis untuk semua tipe aliran.

Tabel 2.1 Lanjutan

No.	Peneliti	Metode Penelitian	Hasil
2.	Putra, A. P, Mudjiatko & Siswanto (2014)	<p>Uji model dilakukan di laboratorium. Saluran yang digunakan adalah <i>Recirculating sediment flume</i> yang dilengkapi dengan pompa, bak penenang, bak penampung sedimen dan saluran model sungai berdimensi panjang 8,5 m, lebar 0,8 m dan tinggi 0,2 m.</p> <p>Model tiang digunakan tipe <i>grouped cylinder</i> dengan jumlah tiang sebanyak 40 buah tiang yang disusun dengan jarak 2b atau dua kali lebar tiang.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Berdasarkan bilangan Froude, jenis aliran termasuk dalam jenis aliran subkritis dengan nilai $Fr < 1$; 2. Semakin besar bilangan Fr, maka semakin besar kecepatan aliran yang terjadi.
3.	Sukri, A. S & Riswal, K (2018)	<p>Uji model dilakukan di laboratorium. Saluran kecil prismatis berbentuk empat persegi panjang yang terbuat dari tanah alluvial dengan lebar 0.50 m dan kedalaman 0.50 m. Saluran terdiri dari kombinasi tikungan 50° dan 90°, yang dirangkaikan dengan saluran lurus, total panjang saluran adalah 23.47 meter, dengan kemiringan dasar saluran 0.00588. Model yang digunakan adalah krib tipe tiang, dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh terhadap pola aliran dan kecepatan aliran.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Berdasarkan variasi debit, penempatan tiang mengakibatkan luas penampang bertambah dan kecepatan aliran berkurang; 2. Bilangan $Fr < 1$, maka kedalaman aliran menghasilkan aliran subkritis.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan September 2019 dengan menggunakan formasi tiang berbahan kayu galam pada saluran prisma. Penelitian dilakukan di Laboratorium Hidrolika dan Hidrologi Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya.

3.2 Data Penelitian yang digunakan

Data yang digunakan adalah data primer yang terdiri dari data kedalaman aliran dan kecepatan aliran tanpa dan dengan tiang di hilir pintu air, serta dilihat pengaruh masing-masing formasi pemasangan formasi tiang.

3.2.1 Kedalaman Aliran

Kedalaman aliran (h) diukur menggunakan *Point Gauge* pada 16 titik pengukuran dengan jarak antar pengukuran 10 cm. Kedalaman aliran diukur pada pintu air, hulu formasi tiang, tengah formasi tiang, dan hilir formasi tiang.

3.2.2 Kecepatan Aliran

Untuk menghitung kecepatan aliran (V) diperlukan data kedalaman aliran (h) yang diukur pada 16 titik pengukuran, lebar saluran dan data debit *inflow* sebanyak 4 variasi. Berikut rumus yang digunakan:

$$V = Q/A, \text{ dimana } A = b \times h$$

3.3 Instrumen Pengukuran

Pada pelaksanaan pengukuran diperlukan peralatan untuk pelaksanaan pengukuran, yaitu *Point Gauge* yang digunakan untuk mengukur kedalaman aliran

pada saat aliran sudah stabil. Data yang didapatkan adalah data kedalaman aliran dengan kondisi tanpa formasi tiang dan dengan formasi tiang. Data dicatat pada form pengujian yang digunakan untuk perhitungan dan pembuatan grafik.

3.4 Pembuatan Model

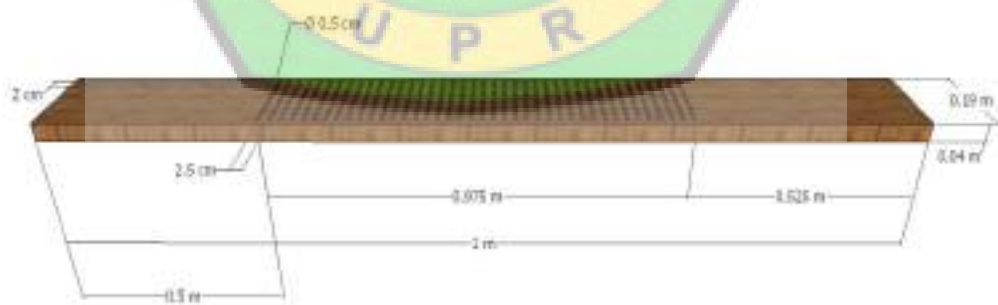
Pembuatan model dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

- Pembuatan bantalan kayu (dasar saluran);
- Pembuatan formasi tiang berbahan kayu galam.

3.4.1 Pembuatan bantalan kayu (dasar saluran)

Pembuatan bantalan kayu dilakukan sebagai berikut:

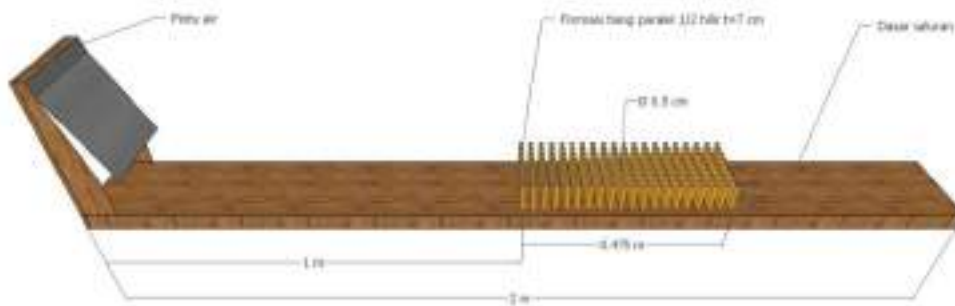
- Bantalan kayu menggunakan kayu mahohi dengan ukuran $2 \times 0,19 \times 0,04$ m sebanyak 2 buah;
- Bantalan dilubangi dengan diameter 0,5 cm sepanjang 0,975 meter, jarak antar lubang $2 \times 2,5$ cm dengan jumlah 360 lubang. Bantalan kayu yang dimaksud dapat dilihat pada **Gambar 3.1**.



Gambar 3.1 Bantalan kayu

3.4.2 Pembuatan Formasi tiang

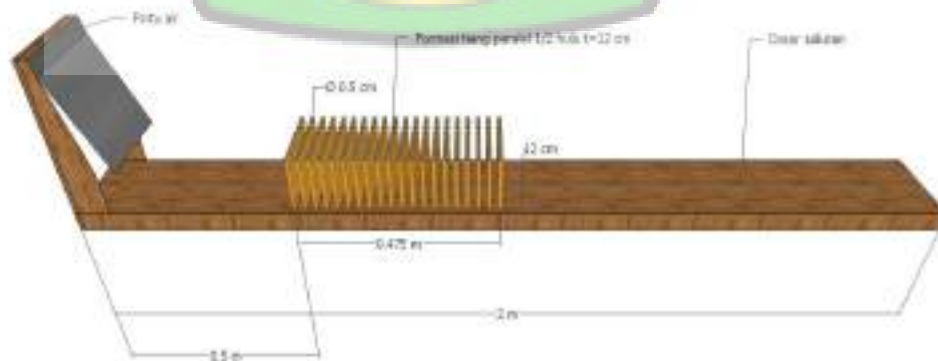
Pembuatan model dibuat dengan diameter 0,5 cm, tinggi formasi tiang 7 cm dan 12 cm. Formasi tiang dipasang pada bantalan kayu dengan formasi pemasangan



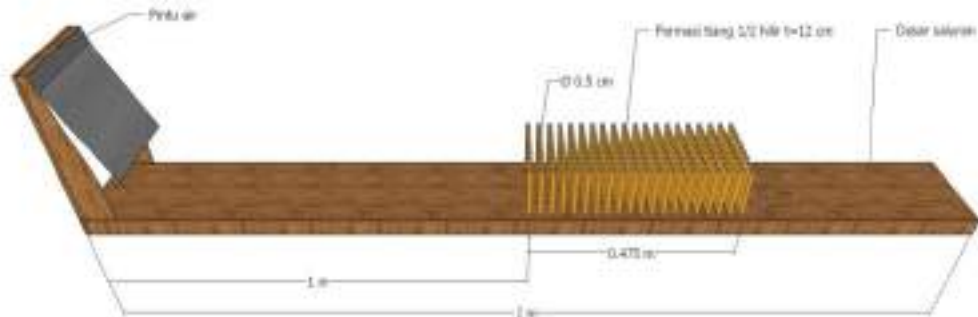
Gambar 3.4 Tampak perspektif formasi pemasangan paralel $\frac{1}{2}$ hilir $t = 7$ cm



Gambar 3.5 Tampak perspektif formasi pemasangan paralel full $t = 12$ cm



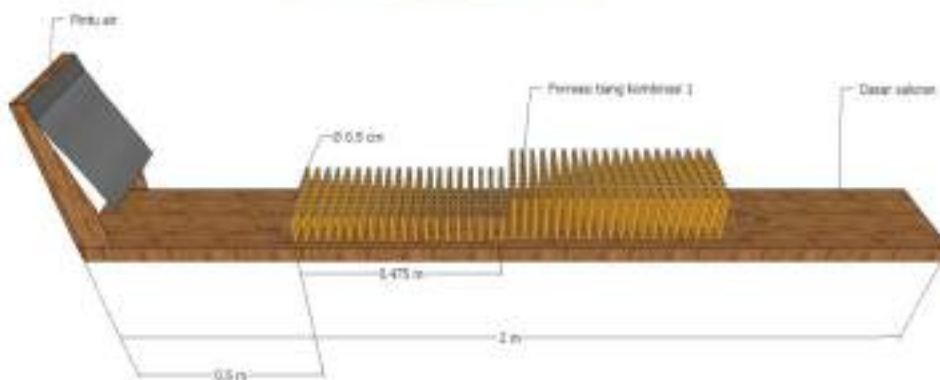
Gambar 3.6 Tampak perspektif formasi pemasangan paralel $\frac{1}{2}$ hulu $t = 12$ cm



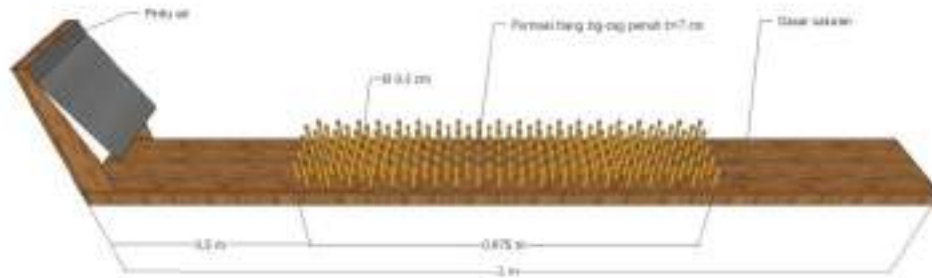
Gambar 3.7 Tampak perspektif formasi pemasangan paralel $\frac{1}{2}$ hilir $t = 12$ cm



Gambar 3.8 Tampak perspektif formasi pemasangan paralel kombinasi 1 $t=7$ cm dan $t=12$ cm



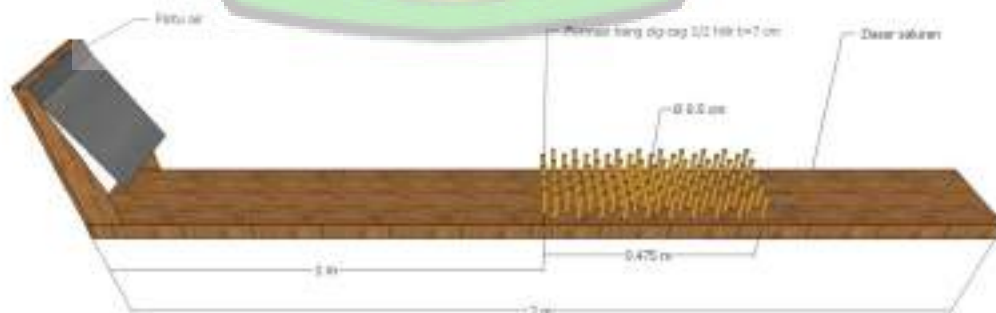
Gambar 3.9 Tampak perspektif formasi pemasangan paralel kombinasi 2 $t=12$ cm dan $t=7$ cm



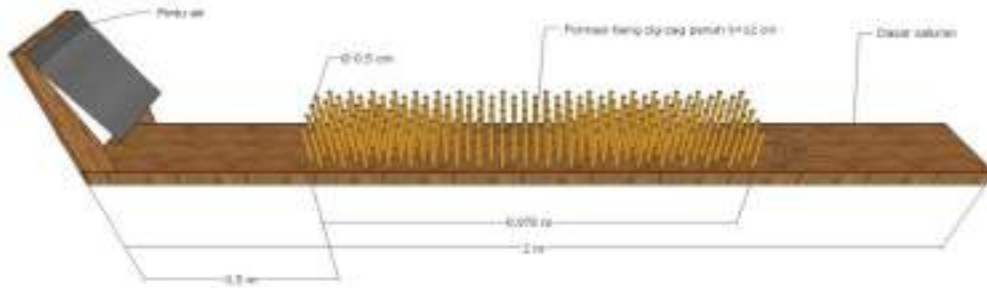
Gambar 3.10 Tampak perspektif formasi pemasangan zigzag full $t = 7$ cm



Gambar 3.11 Tampak perspektif formasi pemasangan zigzag $\frac{1}{2}$ hulu $t = 7$ cm



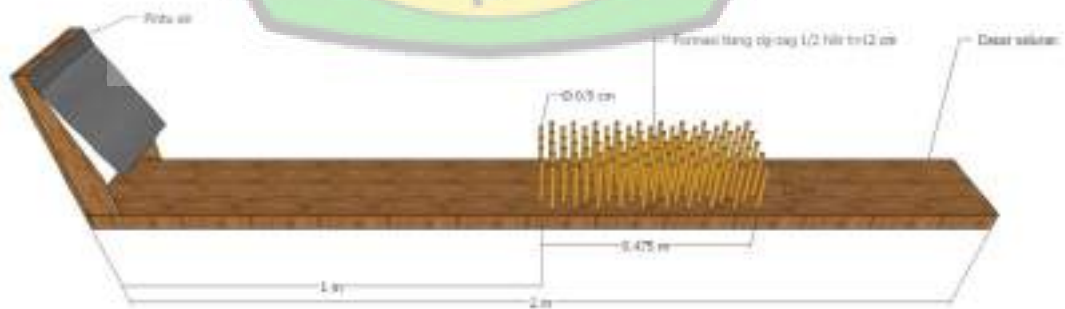
Gambar 3.12 Tampak perspektif formasi pemasangan zigzag $\frac{1}{2}$ hilir $t = 7$ cm



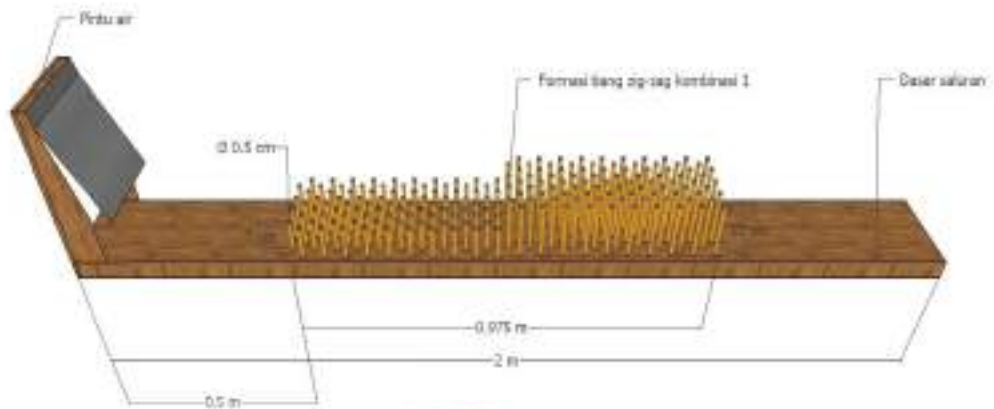
Gambar 3.13 Tampak perspektif formasi pemasangan zigzag full $t = 12$ cm



Gambar 3.14 Tampak perspektif formasi pemasangan zigzag $\frac{1}{2}$ hulu $t = 12$ cm



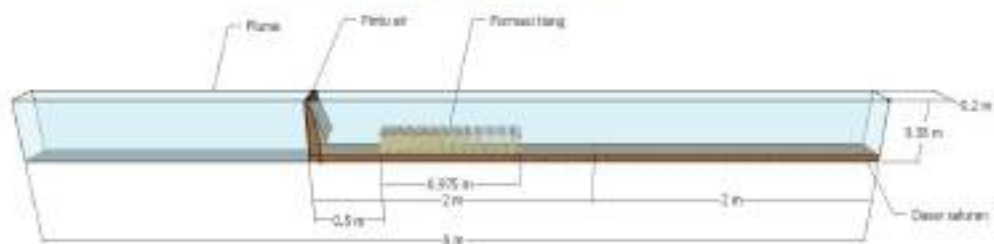
Gambar 3.15 Tampak perspektif formasi pemasangan zigzag $\frac{1}{2}$ hilir $t = 12$ cm



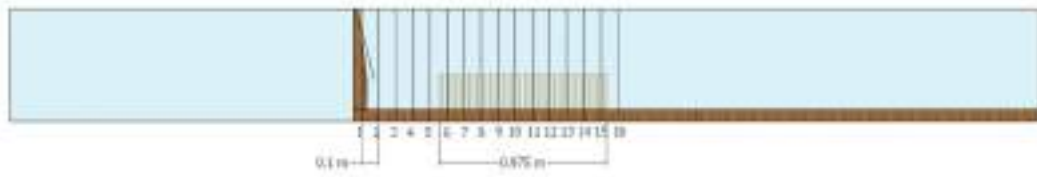
Gambar 3.16 Tampak perspektif formasi pemasangan zigzag kombinasi $t = 7$ cm dan $t = 12$ cm



Gambar 3.17 Tampak perspektif formasi pemasangan zigzag kombinasi $t = 12$ cm dan $t = 7$ cm



Gambar 3.18 Tampak perspektif perletakan formasi tiang berbahan kayu galam pada *flume*



Gambar 3.19 Tampak samping flume dengan letak titik pengukuran

3.5 Kode *Running*

Kode *running* adalah kode yang digunakan pada saat *running* untuk memudahkan dalam mengumpulkan data penelitian. Kode *running* dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Kode *running*

Kode <i>Running</i>	Keterangan
$Q_i t_0 f_0$	Debit ke - i, tanpa formasi tiang
$Q_i t_1 f_1$	Debit ke - i, tinggi formasi tiang 7 cm, formasi paralel penuh
$Q_i t_1 f_2$	Debit ke - i, tinggi formasi tiang 7 cm, formasi paralel ½ hulu
$Q_i t_1 f_3$	Debit ke - i, tinggi formasi tiang 7 cm, formasi paralel ½ hilir
$Q_i t_2 f_1$	Debit ke - i, tinggi formasi tiang 12 cm, formasi paralel penuh
$Q_i t_2 f_2$	Debit ke - i, tinggi formasi tiang 12 cm, formasi paralel ½ hulu
$Q_i t_2 f_3$	Debit ke - i, tinggi formasi tiang 12 cm, formasi paralel ½ hilir
$Q_i t_1 f_4$	Debit ke - i, tinggi formasi tiang 7 cm, formasi zigzag penuh
$Q_i t_1 f_5$	Debit ke - i, tinggi formasi tiang 7 cm, formasi zigzag ½ hulu
$Q_i t_1 f_6$	Debit ke - i, tinggi formasi tiang 7 cm, formasi zigzag ½ hilir
$Q_i t_2 f_4$	Debit ke - i, tinggi formasi tiang 12 cm, formasi zigzag penuh
$Q_i t_2 f_5$	Debit ke - i, tinggi formasi tiang 12 cm, formasi zigzag ½ hulu
$Q_i t_2 f_6$	Debit ke - i, tinggi formasi tiang 12 cm, formasi zigzag ½ hilir
$Q_i t_3 f_1$	Debit ke - i, tinggi formasi tiang 7 cm dan 12 cm (kombinasi 1), formasi paralel penuh
$Q_i t_4 f_1$	Debit ke - i, tinggi formasi tiang 12 cm dan 7 cm (kombinasi 2), formasi paralel penuh
$Q_i t_3 f_4$	Debit ke - i, tinggi formasi tiang 7 cm dan 12 cm (kombinasi 1), formasi zigzag penuh
$Q_i t_4 f_4$	Debit ke - i, tinggi formasi tiang 12 cm dan 7 cm (kombinasi 2), formasi zigzag penuh

3.6 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data kedalaman dengan adalah sebagai berikut:

- a) Tentukan debit pengaliran menggunakan kran dengan $Q_1=0,00129 \text{ m}^3/\text{dt}$; $Q_2=0,00191 \text{ m}^3/\text{dt}$; $Q_3=0,00512 \text{ m}^3/\text{dt}$; $Q_4=0,00774 \text{ m}^3/\text{dt}$;
- b) Beri tanda/titik pada posisi pengukuran kedalaman aliran di pintu air, hulu, tengah dan hilir formasi tiang;
- c) *Running* dengan debit aliran (Q_1, Q_2, Q_3, Q_4) dengan kondisi tanpa formasi;
- d) Kedalaman aliran pada pintu air, hulu, tengah, dan hilir formasi tiang diukur dengan menggunakan *point gauge*, data dicatat pada Tabel 3.2;
- e) Formasi tiang dipasang dengan jarak tanam $2 \times 2,5 \text{ cm}$ dengan kode t1f1.
- f) *Running* dengan debit aliran (Q_1, Q_2, Q_3, Q_4). Kedalaman aliran pada pintu air, hulu, tengah, dan hilir formasi tiang diukur dengan menggunakan *point gauge*, data dicatat pada Tabel 3.2;
- g) Ubah formasi pemasangan dengan kode t1f2, t1f3, t2f1, t2f2, t2f3, t1f4, t1f5, t1f6, t3f1, t4f1, t3f4, dan t4f4 kemudian ulangi langkah f.
- h) Hitung kecepatan aliran disetiap titik pengukuran pada setiap variasi debit dengan kondisi tanpa dan dengan formasi tiang.

Dari hasil *running* formasi tiang dengan variasi 4 debit pengaliran, 6 formasi pemasangan formasi tiang (paralel penuh, paralel $\frac{1}{2}$ hulu, paralel $\frac{1}{2}$ hilir, zigzag penuh, zigzag $\frac{1}{2}$ hulu, dan zigzag $\frac{1}{2}$ hilir), 4 variasi tinggi formasi tiang (7 cm, 12 cm, kombinasi 7 dan 12 cm, dan kombinasi 12 dan 7 cm), serta ada 16 titik pengukuran. Didapatkan data kedalaman aliran sebanyak 1088 data dan 1088 data

kecepatan aliran. Data tersebut diinput ke dalam tabel, kemudian dibuat grafik menggunakan *software* pengolah data.

3.7 Analisis Data

Setelah dilakukan pengukuran kedalaman aliran dan perhitungan kecepatan aliran, data akan dianalisis dengan langkah seperti dibawah ini:

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



Tabel 3.2 Format Pengambilan Input Data Kedalaman Aliran (h)

No	Variasi Formasi Formasi tiang	Kode Running	Kedalaman aliran (cm)																
			Pintu air	Hulu Formasi tiang					Tengah Formasi tiang										Hilir
				h1	h2	h3	h4	h5	h6	h7	h8	h9	h10	h11	h12	h13	h14	h15	
1.	Tanpa formasi tiang	Q1 t0 f0																	
		Q2 t0 f0																	
		Q3 t0 f0																	
		Q4 t0 f0																	
2.	Paralel full t = 7 cm	Q1 t1 f1																	
		Q2 t1 f1																	
		Q3 t1 f1																	
		Q4 t1 f1																	
3.	Paralel ½ hulu t = 7 cm	Q1 t1 f2																	
		Q2 t1 f2																	
		Q3 t1 f2																	
		Q4 t1 f2																	
4.	Paralel ½ hilir t = 7 cm	Q1 t1 f3																	
		Q2 t1 f3																	
		Q3 t1 f3																	
		Q4 t1 f3																	
5.	Paralel kombinasi t = 7 cm dan 12 cm	Q1 t3 f1																	
		Q2 t3 f1																	
		Q3 t3 f1																	
		Q4 t3 f1																	
6.	Paralel full t = 12 cm	Q1 t2 f1																	
		Q2 t2 f1																	
		Q3 t2 f1																	
		Q4 t2 f1																	

Tabel 3.2 Lanjutan

No	Variasi Formasi Formasi tiang	Kode Running	Kedalaman aliran (cm)																
			Pintu air	Hulu Formasi tiang					Tengah Formasi tiang										Hilir
				h1	h2	h3	h4	h5	h6	h7	h8	h9	h10	h11	h12	h13	h14	h15	
7.	Paralel ½ hulu t = 12 cm	Q1 t2 f2																	
		Q2 t2 f2																	
		Q3 t2 f2																	
		Q4 t2 f2																	
8.	Paralel ½ hilir t = 12 cm	Q1 t2 f3																	
		Q2 t2 f3																	
		Q3 t2 f3																	
		Q4 t2 f3																	
9.	Paralel kombinasi t = 12 cm dan 7 cm	Q1 t4 f1																	
		Q2 t4 f1																	
		Q3 t4 f1																	
		Q4 t4 f1																	
10.	zigzag full t = 7 cm	Q1 t1 f4																	
		Q2 t1 f4																	
		Q3 t1 f4																	
		Q4 t1 f4																	
11.	zigzagl ½ hulu t = 7 cm	Q1 t1 f5																	
		Q2 t1 f5																	
		Q3 t1 f5																	
		Q3 t1 f5																	
12.	zigzag ½ hilir t = 7 cm	Q1 t1 f6																	
		Q2 t1 f6																	
		Q3 t1 f6																	
		Q4 t1 f6																	

Tabel 3.2 Lanjutan

No	Variasi Formasi Formasi tiang	Kode Running	Kedalaman aliran (cm)																
			Pintu air	Hulu Formasi tiang					Tengah Formasi tiang										Hilir
			h1	h2	h3	h4	h5	h6	h7	h8	h9	h10	h11	h12	h13	h14	h15	h16	
13.	Zigzag kombinasi t = 7 cm dan 12 cm	Q1 t3 f4																	
		Q2 t3 f4																	
		Q3 t3 f4																	
		Q4 t3 f4																	
14.	zigzag full t = 12 cm	Q1 t2 f4																	
		Q2 t2 f4																	
		Q3 t2 f4																	
		Q4 t2 f4																	
15.	zigzag ½ hulu t = 12 cm	Q1 t2 f5																	
		Q2 t2 f5																	
		Q3 t2 f5																	
		Q4 t2 f5																	
16.	zigzag ½ hilir t = 12 cm	Q1 t2 f6																	
		Q2 t2 f6																	
		Q3 t2 f6																	
		Q4 t2 f6																	
17	Zigzag kombinasi t = 12 cm dan 7 cm	Q1 t4 f4																	
		Q2 t4 f4																	
		Q3 t4 f4																	
		Q4 t4 f4																	

b) Format tabel pengambilan data kecepatan aliran (V)

Tabel 3.3 Format Pengambilan Input Data Kecepatan Aliran(V)

No	Variasi Formasi Formasi tiang	Kode Running	Debit (m ³ /dt)	Kecepatan aliran (m/dt)																
				Pintu air	Hulu Formasi tiang					Tengah Formasi tiang										Hilir
					V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15	
1.	Tanpa formasi tiang	Q1 t0 f0	0.001295																	
		Q2 t0 f0	0.001909																	
		Q3 t0 f0	0.005123																	
		Q4 t0 f0	0.007742																	
2.	Paralel full t = 7 cm	Q1 t1 f1	0.001295																	
		Q2 t1 f1	0.001909																	
		Q3 t1 f1	0.005123																	
		Q4 t1 f1	0.007742																	
3.	Paralel ½ hulu t = 7 cm	Q1 t1 f2	0.001295																	
		Q2 t1 f2	0.001909																	
		Q3 t1 f2	0.005123																	
		Q4 t1 f2	0.007742																	
4.	Paralel ½ hilir t = 7 cm	Q1 t1 f3	0.001295																	
		Q2 t1 f3	0.001909																	
		Q3 t1 f3	0.005123																	
		Q4 t1 f3	0.007742																	
5.	Paralel kombinasi t = 7 cm dan 12 cm	Q1 t3 f1	0.001295																	
		Q2 t3 f1	0.001909																	
		Q3 t3 f1	0.005123																	
		Q4 t3 f1	0.007742																	
6.	Paralel full t = 12 cm	Q1 t2 f1	0.001295																	
		Q2 t2 f1	0.001909																	
		Q3 t2 f1	0.005123																	
		Q4 t2 f1	0.007742																	

Tabel 3.3 Lanjutan

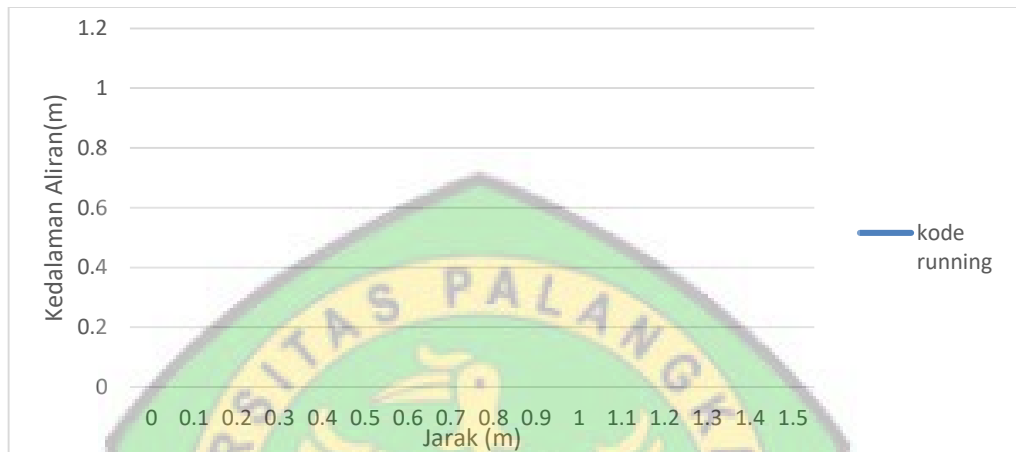
No	Variasi Formasi Formasi tiang	Kode Running	Debit (m ³ /dt)	Kecepatan aliran (m/dt)																
				Pintu air	Hulu Formasi tiang					Tengah Formasi tiang										Hilir
					V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15	
7.	Paralel ½ hulu t = 12 cm	Q1 t2 f2	0.001295																	
		Q2 t2 f2	0.001909																	
		Q3 t2 f2	0.005123																	
		Q4 t2 f2	0.007742																	
8.	Paralel ½ hilir t = 12 cm	Q1 t2 f3	0.001295																	
		Q2 t2 f3	0.001909																	
		Q3 t2 f3	0.005123																	
		Q4 t2 f3	0.007742																	
9.	Paralel kombinasi t = 12 cm dan 7 cm	Q1 t4 f1	0.001295																	
		Q2 t4 f1	0.001909																	
		Q3 t4 f1	0.005123																	
		Q4 t4 f1	0.007742																	
10.	zigzag full t = 7 cm	Q1 t1 f4	0.001295																	
		Q2 t1 f4	0.001909																	
		Q3 t1 f4	0.005123																	
		Q4 t1 f4	0.007742																	
11.	zigzagl ½ hulu t = 7 cm	Q1 t1 f5	0.001295																	
		Q2 t1 f5	0.001909																	
		Q3 t1 f5	0.005123																	
		Q3 t1 f5	0.007742																	
12.	zigzag ½ hilir t = 7 cm	Q1 t1 f6	0.001295																	
		Q2 t1 f6	0.001909																	
		Q3 t1 f6	0.005123																	
		Q4 t1 f6	0.007742																	

Tabel 3.3 Lanjutan

No	Variasi Formasi Formasi tiang	Kode Running	Debit (m ³ /dt)	Kecepatan aliran (m/dt)																
				Pintu air	Hulu Formasi tiang					Tengah Formasi tiang										Hilir
					V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15	
13.	Zigzag kombinasi t = 7 cm dan 12 cm	Q1 t3 f4	0.001295																	
		Q2 t3 f4	0.001909																	
		Q3 t3 f4	0.005123																	
		Q4 t3 f4	0.007742																	
14.	zigzag full t = 12 cm	Q1 t2 f4	0.001295																	
		Q2 t2 f4	0.001909																	
		Q3 t2 f4	0.005123																	
		Q4 t2 f4	0.007742																	
15.	zigzag ½ hulu t = 12 cm	Q1 t2 f5	0.001295																	
		Q2 t2 f5	0.001909																	
		Q3 t2 f5	0.005123																	
		Q4 t2 f5	0.007742																	
16.	zigzag ½ hilir t = 12 cm	Q1 t2 f6	0.001295																	
		Q2 t2 f6	0.001909																	
		Q3 t2 f6	0.005123																	
		Q4 t2 f6	0.007742																	
17.	Zigzag kombinasi t = 12 cm dan 7 cm	Q1 t4 f4	0.001295																	
		Q2 t4 f4	0.001909																	
		Q3 t4 f4	0.005123																	
		Q4 t4 f4	0.007742																	

2. Membuat grafik profil aliran untuk kondisi tanpa dan dengan pemasangan formasi tiang

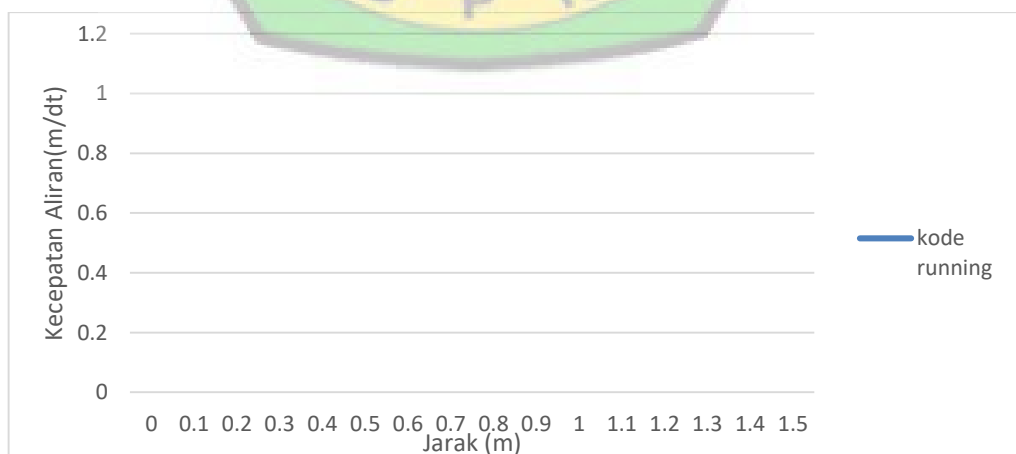
Data dari tabel diinput ke *software* pengolah data agar didapat grafik sebagai berikut:



Gambar 3.20 Profil kedalaman aliran berdasarkan variasi formasi tiang

3. Membuat grafik kecepatan aliran untuk kondisi tanpa dan dengan pemasangan formasi tiang

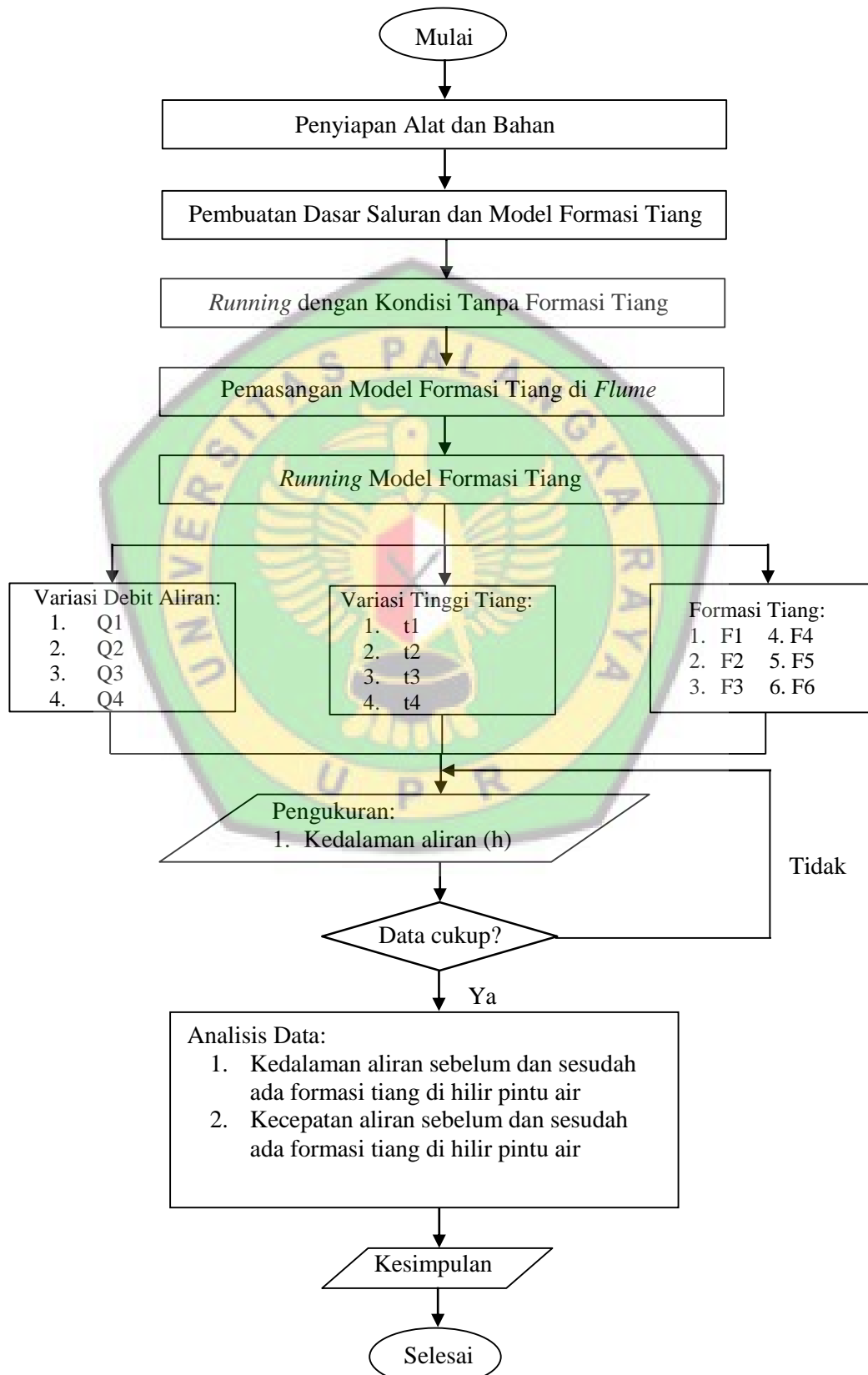
Data dari tabel diinput ke *software* pengolah data agar didapat grafik sebagai berikut:



Gambar 3.21 Profil kecepatan aliran berdasarkan variasi formasi tiang

3.8 Bagan Alir

Tahapan penelitian dapat dilihat pada bagan alir sebagai berikut:



Gambar 3.22 Bagan Alir Penelitian

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Formasi Tiang Berbahan Kayu Galam Terhadap Profil Kedalaman Aliran di Hilir Pintu Air

Percobaan pengaliran dilakukan dengan dua debit berbeda ($Q_1=0,00191 \text{ m}^3/\text{dt}$ dan $Q_2=0,00774 \text{ m}^3/\text{dt}$) dan 16 titik pengukuran kedalaman ($h_1, h_2, h_3, h_4, h_5, h_6, h_7, h_8, h_9, h_{10}, h_{11}, h_{12}, h_{13}, h_{14}, h_{15}$, dan h_{16}). Formasi tiang di pasang dengan formasi zig-zag yang terdiri dari variasi: penuh, $\frac{1}{2}$ hulu, dan $\frac{1}{2}$ hilir. Variasi tinggi formasi tiang adalah $t=7 \text{ cm}$, $t=12 \text{ cm}$, kombinasi 1 ($t=7 \text{ cm}$ dan 12 cm), dan kombinasi 2 ($t=12 \text{ cm}$ dan 7 cm).

Hasil percobaan pengaliran adalah jenis profil kedalaman aliran di hilir pintu air pada kondisi tanpa dan dengan formasi tiang yang secara lengkap dapat dilihat di Jurnal “Pemodelan Profil Kedalaman Aliran Di Hilir Pintu Air Akibat Pemasangan Formasi Tiang Berbahan Kayu Galam” terlampir (Lampiran 5). Berikut adalah kesimpulan hasil percobaan pengaliran pada kondisi tanpa dan dengan formasi tiang (Tabel 4.1).

Tabel 4.1 Hasil Percobaan Pengaliran pada Kondisi Tanpa dan dengan Formasi Tiang

No.	Formasi tiang	Tipe aliran	Keterangan
1.	Tanpa formasi tiang	Aliran berubah cepat	Terjadi aliran subkritis-superkritis; superkritis-subkritis (loncat air)
2.	Zig-zag penuh $t=7 \text{ cm}$	Aliran berubah lambat laun	Terjadi kenaikan kedalaman aliran (subkritis)
3.	Zig-zag $\frac{1}{2}$ hulu $t=7 \text{ cm}$	Aliran berubah lambat laun	Terjadi kenaikan kedalaman aliran (subkritis)
4.	Zig-zag $\frac{1}{2}$ hilir $t=7 \text{ cm}$	Aliran berubah lambat laun	Terjadi kenaikan kedalaman aliran (subkritis)

Tabel 4.1 Lanjutan

No.	Formasi tiang	Tipe aliran	Keterangan
5.	Zig-zag penuh t=12 cm	Aliran berubah lambat laun	Terjadi kenaikan kedalaman aliran (subkritis)
6.	Zig-zag ½ hulu t=12 cm	Aliran berubah lambat laun	Terjadi kenaikan kedalaman aliran (subkritis)
7.	Zig-zag ½ hilir t=12 cm	Aliran berubah lambat laun	Terjadi kenaikan kedalaman aliran (subkritis)
8.	Zig-zag kombinasi 1	Aliran berubah lambat laun	Terjadi kenaikan kedalaman aliran (subkritis)
9.	Zig-zag kombinasi 2	Aliran berubah lambat laun	Terjadi kenaikan kedalaman aliran (subkritis)

Formasi yang paling efektif meninggikan kedalaman aliran adalah formasi zig-zag penuh dengan tinggi 12 cm dan jarak antar tiang adalah ¼ dari lebar saluran.

4.1.1 Persentase Kenaikan atau Penurunan Kedalaman Aliran

Dengan empat variasi debit, perhitungan persentase kenaikan atau penurunan kedalaman aliran menggunakan data kedalaman aliran tanpa formasi tiang dan dengan formasi tiang di setiap titik pengukuran. Perhitungan dilakukan pada variasi formasi tiang paralel dan zig-zag (penuh, ½ hulu, ½ hilir) dengan variasi tinggi $t=7$ cm, $t=12$ cm, $t=7$ cm dan 12 cm, dan $t=12$ cm dan 7 cm.

Berdasarkan data pengukuran kedalaman aliran dapat dilihat bahwa nilai h_{TF} lebih rendah daripada nilai h_{AF} maka yang harus dihitung adalah persentase kenaikan kedalaman aliran. Sebelum menghitung persentase, terlebih dahulu dihitung nilai Δh di setiap titik pengukuran seperti berikut.

Diketahui:

$$h_{TF} = 4,2 \text{ cm}$$

$$h_{AF} = 4,5 \text{ cm}$$

Maka:

$$\Delta h = h_{AF} - h_{TF}$$

$$= 4,5 - 4,2$$

$$= 0,3 \text{ cm}$$

$$\text{Persentase} = \frac{\Delta h}{h_{AF}} \times 100 \%$$

$$= \frac{0,3}{4,5} \times 100\%$$

$$= 6,67 \%$$

Keterangan :

h_{TF} : kedalaman aliran tanpa formasi tiang

h_{AF} : kedalaman aliran ada formasi tiang

Δh : perubahan kedalaman aliran (cm)

Untuk hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4.8-4.23 (Lampiran

1). Rekapitulasi yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Rekapitulasi Persentase Kenaikan Kedalaman Aliran

No.	Variasi formasi	Persentase (%)
1.	Paralel penuh t=7 cm	42,49
2.	Paralel ½ hulu t=7 cm	29,58
3.	Paralel ½ hilir t=7 cm	36,04
4.	Paralel penuh t=12 cm	46,66
5.	Paralel ½ hulu t=12 cm	35,57
6.	Paralel ½ hilir t=12 cm	40,99
7.	Zig-zag penuh t=7 cm	41,79
8.	Zig-zag ½ hulu t=7 cm	28,91
9.	Zig-zag ½ hilir t=7 cm	33,30
10.	Zig-zag penuh t=12 cm	44,02
11.	Zig-zag ½ hulu t=12 cm	31,87
12.	Zig-zag ½ hilir t=12 cm	35,95
13.	Paralel kombinasi 1	43,30
14.	Paralel kombinasi 2	44,35
15.	Zig-zag kombinasi 1	41,56
16.	Zig-zag kombinasi 2	39,45

Berdasarkan rekapitulasi pada Tabel 4.2 dapat dijelaskan bahwa formasi tiang menyebabkan hambatan aliran sehingga terjadi kenaikan kedalaman aliran. tinggi tiang juga berpengaruh dalam meninggikan kedalaman aliran, sehingga dari setiap variasi formasi dapat dilihat bahwa, formasi yang paling efektif meningkatkan kedalaman aliran adalah formasi paralel penuh $t=12$ cm dengan besar persentase 46,66 %.

4.2 Pengaruh Formasi Tiang Berbahan Kayu Galam Terhadap Kecepatan Aliran di Hilir Pintu Air

Kecepatan aliran yang digunakan adalah kecepatan rata-rata penampang untuk setiap variasi formasi dengan empat variasi debit. Kecepatan aliran dihitung menggunakan persamaan (2-1) seperti berikut:

Diketahui:

$$B = 0,2 \text{ m}$$

$$h = 0,042 \text{ m}$$

$$Q = 0,00129 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Maka :

$$A = b \times h$$

$$= 0,2 \times 0,042$$

$$= 0,008 \text{ m}^2$$

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

$$= \frac{0,00129}{0,008}$$

$$= 0,15 \text{ m/dt}$$

Keterangan :

V : kecepatan aliran (m/dt)

Q : debit aliran (m^3/dt)

A : luas penampang (m^2)

B : lebar flume = 0,2 m (m)

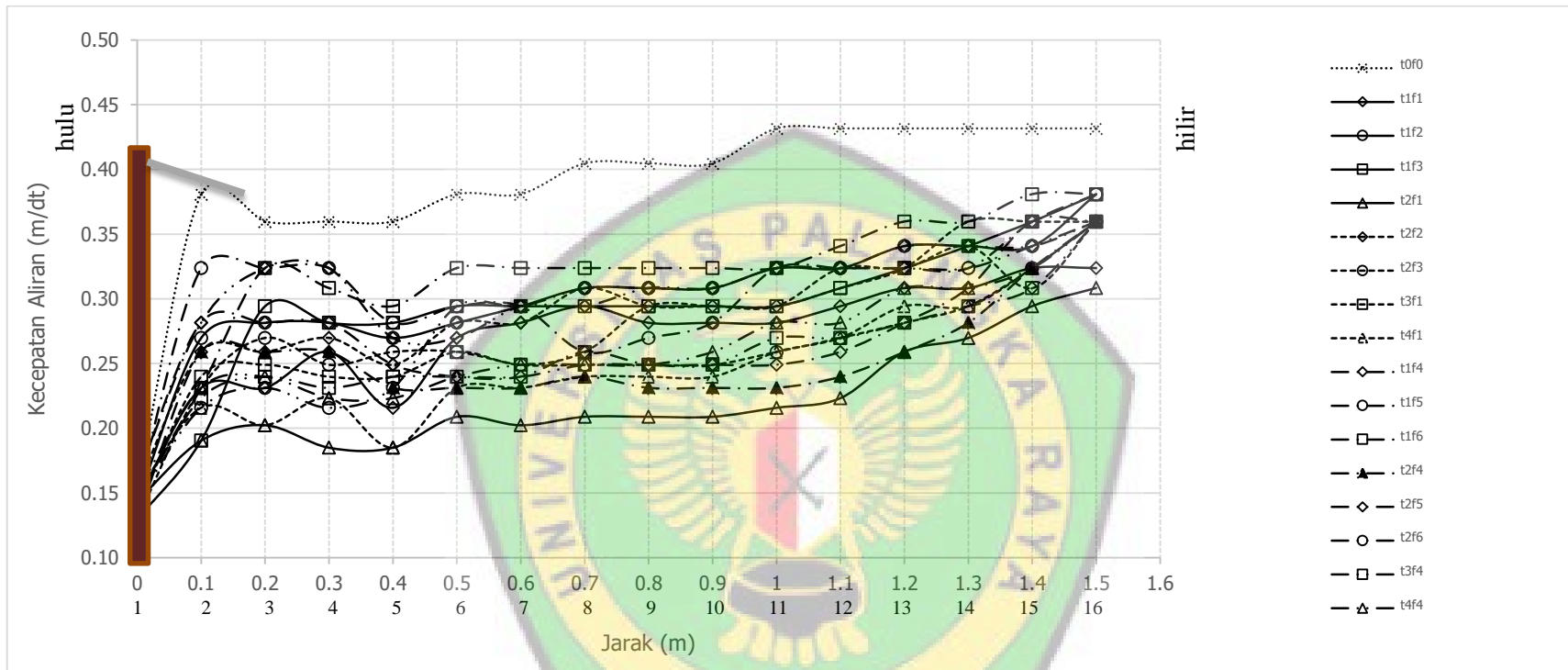
h : kedalaman aliran = dapat dilihat pada data kedalaman aliran (m)

Untuk hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4.3-4.6 dan grafik kecepatan aliran pada Gambar 4.1-4.4.



Tabel 4.3 Data Perhitungan Kecepatan Aliran di $Q_1=0,00129 \text{ m}^3/\text{dt}$

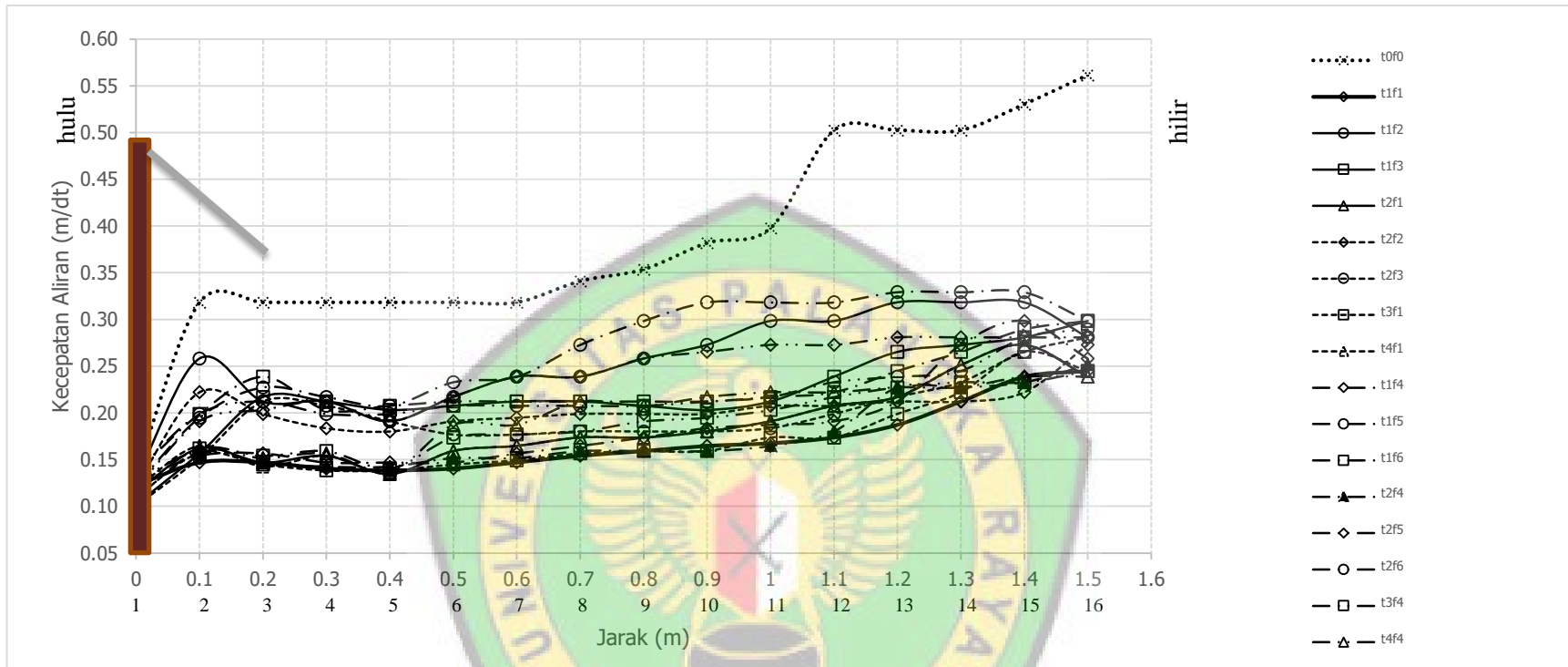
No	Variasi Formasi Tiang	Kecepatan Aliran (m/dt)																
		Pintu air	Hilir pintu air=hulu formasi tiang					Tengah formasi tiang										Hilir
			V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15	
1.	t0f0	0.15	0.38	0.36	0.36	0.36	0.38	0.38	0.40	0.40	0.40	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	
2.	t1f1	0.14	0.23	0.23	0.26	0.22	0.27	0.28	0.29	0.28	0.28	0.28	0.29	0.31	0.31	0.32	0.32	
3.	t1f2	0.14	0.27	0.28	0.28	0.27	0.28	0.29	0.31	0.31	0.31	0.32	0.32	0.34	0.34	0.34	0.38	
4.	t1f3	0.13	0.19	0.29	0.28	0.28	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.31	0.32	0.34	0.36	0.38	
5.	t2f1	0.14	0.19	0.20	0.18	0.18	0.21	0.20	0.21	0.21	0.21	0.22	0.22	0.26	0.27	0.29	0.31	
6.	t2f2	0.15	0.26	0.26	0.27	0.25	0.28	0.28	0.31	0.29	0.29	0.29	0.32	0.32	0.34	0.31	0.36	
7.	t2f3	0.13	0.23	0.27	0.25	0.26	0.26	0.25	0.25	0.25	0.25	0.26	0.27	0.28	0.29	0.32	0.36	
8.	t3f1	0.14	0.24	0.25	0.24	0.24	0.26	0.25	0.26	0.29	0.29	0.29	0.31	0.32	0.36	0.36	0.36	
9.	t4f1	0.15	0.22	0.20	0.22	0.18	0.23	0.23	0.24	0.24	0.24	0.26	0.27	0.29	0.29	0.32	0.36	
10.	t1f4	0.16	0.28	0.28	0.28	0.25	0.24	0.24	0.26	0.25	0.25	0.25	0.26	0.28	0.31	0.36	0.36	
11.	t1f5	0.15	0.32	0.32	0.32	0.28	0.29	0.29	0.26	0.27	0.28	0.32	0.32	0.32	0.32	0.36	0.38	
12.	t1f6	0.15	0.23	0.32	0.31	0.29	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.34	0.36	0.36	0.38	0.38	
13.	t2f4	0.13	0.26	0.26	0.26	0.23	0.23	0.23	0.24	0.23	0.23	0.23	0.24	0.26	0.28	0.32	0.36	
14.	t2f5	0.16	0.28	0.32	0.32	0.27	0.27	0.29	0.29	0.31	0.31	0.32	0.32	0.34	0.34	0.34	0.36	
15.	t2f6	0.14	0.22	0.23	0.22	0.23	0.29	0.29	0.31	0.31	0.31	0.32	0.32	0.32	0.32	0.34	0.36	
16.	t3f4	0.14	0.22	0.24	0.23	0.24	0.24	0.24	0.25	0.25	0.25	0.27	0.27	0.28	0.29	0.31	0.36	
17.	t4f4	0.15	0.23	0.24	0.22	0.22	0.24	0.25	0.25	0.25	0.26	0.28	0.28	0.31	0.31	0.32	0.36	



Gambar 4.1 Grafik Kecepatan aliran di $Q_1=0,00129 \text{ m}^3/\text{dt}$

Tabel 4.4 Data Perhitungan Kecepatan Aliran di $Q_2=0,00191 \text{ m}^3/\text{dt}$

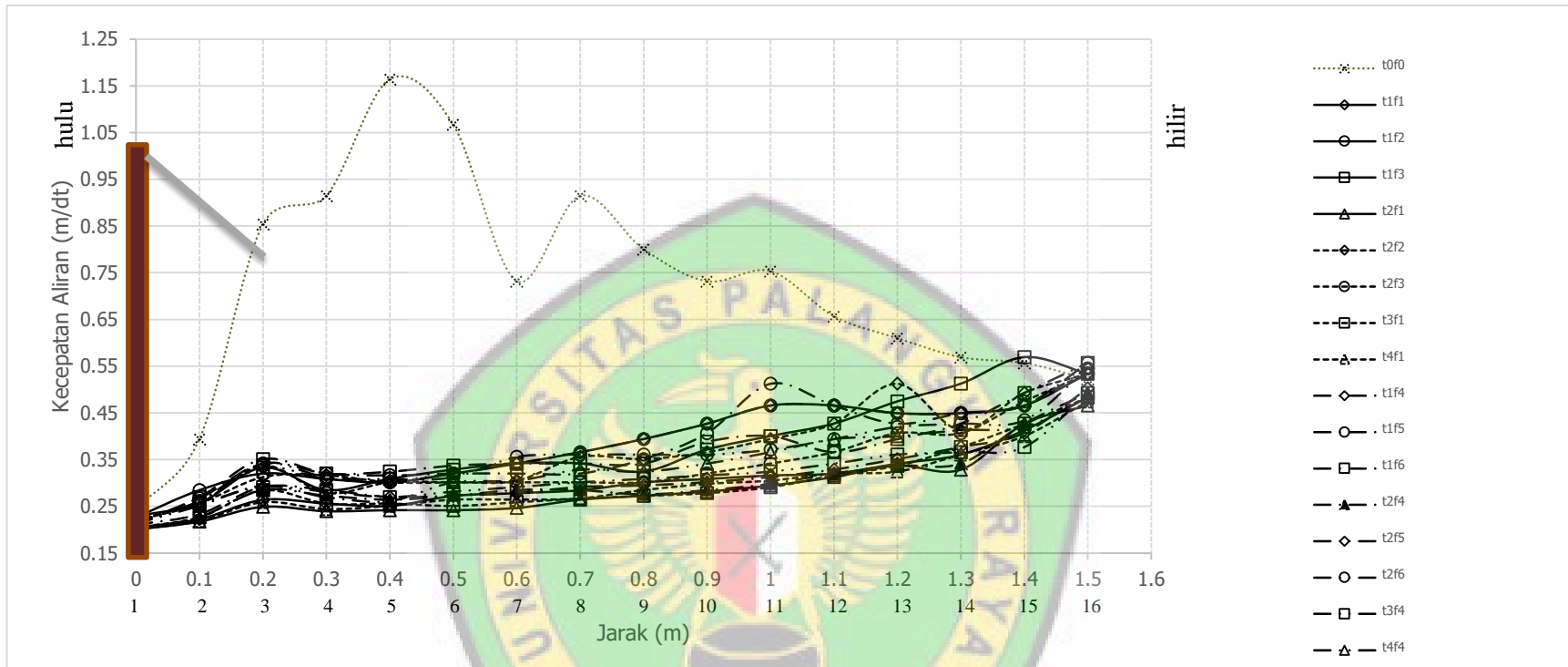
No	Variasi Formasi Tiang	Kecepatan Aliran (m/dt)																
		Pintu air	Hilir pintu air=hulu formasi tiang					Tengah formasi tiang										Hilir
			V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15	
1.	t0f0	0.14	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.34	0.35	0.38	0.40	0.50	0.50	0.50	0.53	0.56	
2.	t1f1	0.12	0.15	0.15	0.14	0.14	0.14	0.15	0.15	0.16	0.16	0.17	0.17	0.19	0.21	0.24	0.24	
3.	t1f2	0.13	0.26	0.21	0.21	0.19	0.22	0.24	0.24	0.26	0.27	0.30	0.30	0.32	0.32	0.32	0.28	
4.	t1f3	0.10	0.16	0.22	0.21	0.20	0.21	0.21	0.21	0.21	0.20	0.21	0.24	0.27	0.27	0.28	0.30	
5.	t2f1	0.12	0.16	0.15	0.15	0.13	0.16	0.16	0.17	0.17	0.18	0.19	0.21	0.22	0.25	0.27	0.24	
6.	t2f2	0.12	0.22	0.20	0.18	0.18	0.19	0.19	0.20	0.20	0.20	0.21	0.21	0.21	0.21	0.22	0.27	
7.	t2f3	0.10	0.15	0.21	0.21	0.19	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.20	0.22	0.23	0.27	0.28	
8.	t3f1	0.11	0.16	0.14	0.14	0.14	0.14	0.15	0.16	0.16	0.16	0.17	0.17	0.20	0.22	0.27	0.24	
9.	t4f1	0.12	0.16	0.14	0.15	0.13	0.16	0.16	0.17	0.17	0.18	0.19	0.21	0.22	0.25	0.27	0.24	
10.	t1f4	0.13	0.15	0.16	0.15	0.15	0.15	0.16	0.16	0.17	0.18	0.19	0.19	0.21	0.27	0.30	0.26	
11.	t1f5	0.12	0.19	0.23	0.22	0.21	0.23	0.24	0.27	0.30	0.32	0.32	0.32	0.33	0.33	0.33	0.30	
12.	t1f6	0.14	0.20	0.24	0.20	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.22	0.22	0.24	0.27	0.29	0.30	
13.	t2f4	0.13	0.16	0.15	0.14	0.14	0.15	0.15	0.16	0.16	0.16	0.16	0.18	0.23	0.23	0.23	0.25	
14.	t2f5	0.12	0.19	0.20	0.21	0.19	0.22	0.24	0.24	0.26	0.27	0.27	0.27	0.28	0.28	0.28	0.28	
15.	t2f6	0.14	0.20	0.21	0.20	0.20	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.22	0.23	0.24	0.24	0.28	0.29	
16.	t3f4	0.12	0.16	0.15	0.16	0.14	0.17	0.18	0.18	0.19	0.19	0.20	0.22	0.23	0.23	0.23	0.24	
17.	t4f4	0.11	0.16	0.15	0.16	0.14	0.19	0.19	0.21	0.21	0.22	0.22	0.22	0.23	0.23	0.24	0.24	



Gambar 4.2 Grafik Kecepatan aliran di $Q_2=0,00191 \text{ m}^3/\text{dt}$

Tabel 4.5 Data Perhitungan Kecepatan Aliran di $Q_3=0,00512 \text{ m}^3/\text{dt}$

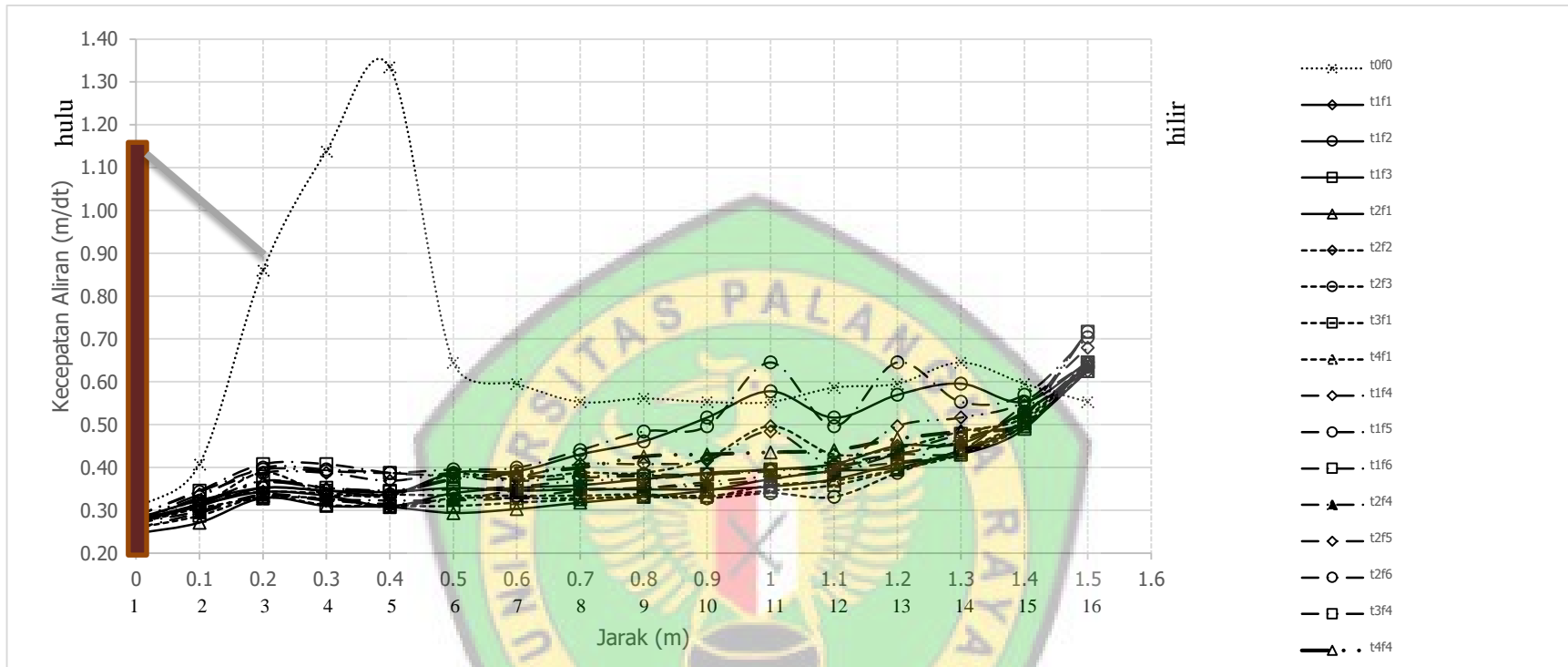
No	Variasi Formasi Tiang	Kecepatan Aliran (m/dt)																
		Pintu air	Hilir pintu air=hulu formasi tiang					Tengah formasi tiang										Hilir
			V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15	
1.	t0f0	0.24	0.39	0.85	0.91	1.16	1.07	0.73	0.91	0.80	0.73	0.75	0.66	0.61	0.57	0.56	0.52	
2.	t1f1	0.20	0.22	0.26	0.26	0.25	0.27	0.28	0.28	0.30	0.31	0.32	0.32	0.34	0.36	0.41	0.48	
3.	t1f2	0.23	0.28	0.32	0.31	0.30	0.32	0.34	0.37	0.39	0.43	0.47	0.47	0.45	0.45	0.47	0.53	
4.	t1f3	0.23	0.26	0.33	0.28	0.31	0.33	0.34	0.34	0.32	0.37	0.40	0.43	0.47	0.51	0.57	0.53	
5.	t2f1	0.20	0.22	0.25	0.24	0.24	0.24	0.25	0.26	0.27	0.28	0.29	0.31	0.34	0.33	0.43	0.47	
6.	t2f2	0.22	0.26	0.31	0.32	0.30	0.30	0.30	0.36	0.35	0.37	0.39	0.43	0.51	0.41	0.49	0.53	
7.	t2f3	0.22	0.26	0.34	0.28	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.32	0.34	0.37	0.41	0.41	0.47	0.53	
8.	t3f1	0.20	0.23	0.28	0.26	0.26	0.25	0.26	0.27	0.27	0.28	0.29	0.32	0.34	0.38	0.43	0.48	
9.	t4f1	0.20	0.22	0.26	0.24	0.25	0.26	0.26	0.27	0.28	0.30	0.30	0.32	0.32	0.36	0.40	0.47	
10.	t1f4	0.21	0.23	0.29	0.28	0.27	0.27	0.28	0.29	0.29	0.30	0.31	0.33	0.35	0.38	0.41	0.50	
11.	t1f5	0.22	0.27	0.34	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.35	0.41	0.51	0.47	0.43	0.45	0.47	0.56	
12.	t1f6	0.21	0.27	0.35	0.32	0.32	0.34	0.34	0.34	0.34	0.39	0.40	0.37	0.39	0.43	0.49	0.56	
13.	t2f4	0.20	0.23	0.28	0.27	0.26	0.27	0.28	0.28	0.28	0.28	0.30	0.32	0.34	0.34	0.43	0.49	
14.	t2f5	0.21	0.26	0.33	0.31	0.30	0.32	0.34	0.37	0.39	0.43	0.47	0.47	0.45	0.45	0.47	0.54	
15.	t2f6	0.21	0.26	0.34	0.31	0.31	0.31	0.36	0.36	0.36	0.36	0.37	0.39	0.42	0.43	0.43	0.54	
16.	t3f4	0.22	0.26	0.29	0.28	0.27	0.28	0.29	0.30	0.31	0.32	0.32	0.34	0.36	0.37	0.38	0.49	
17.	t4f4	0.21	0.25	0.29	0.27	0.26	0.30	0.30	0.33	0.32	0.34	0.37	0.39	0.40	0.41	0.42	0.48	



Gambar 4.3 Grafik Kecepatan aliran di $Q_3=0,00512 \text{ m}^3/\text{dt}$

Tabel 4.6 Data Perhitungan Kecepatan Aliran di $Q_4=0,00774 \text{ m}^3/\text{dt}$

No	Variasi Formasi Tiang	Kecepatan Aliran (m/dt)																
		Pintu air	Hilir pintu air=hulu formasi tiang					Tengah formasi tiang										Hilir
			V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15	
1.	t0f0	0.30	0.41	0.86	1.14	1.33	0.65	0.60	0.55	0.56	0.55	0.55	0.59	0.60	0.65	0.60	0.55	
2.	t1f1	0.28	0.31	0.34	0.33	0.31	0.34	0.35	0.36	0.37	0.39	0.39	0.41	0.45	0.46	0.53	0.62	
3.	t1f2	0.28	0.32	0.35	0.35	0.34	0.39	0.39	0.43	0.46	0.52	0.58	0.52	0.57	0.60	0.55	0.65	
4.	t1f3	0.27	0.31	0.35	0.35	0.34	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.36	0.37	0.41	0.43	0.49	
5.	t2f1	0.24	0.27	0.33	0.31	0.31	0.29	0.30	0.32	0.33	0.35	0.37	0.39	0.40	0.44	0.50	0.62	
6.	t2f2	0.28	0.32	0.34	0.34	0.33	0.38	0.37	0.39	0.39	0.42	0.50	0.43	0.44	0.48	0.52	0.65	
7.	t2f3	0.27	0.31	0.39	0.34	0.34	0.33	0.33	0.33	0.34	0.33	0.34	0.33	0.39	0.44	0.51	0.63	
8.	t3f1	0.26	0.29	0.33	0.31	0.31	0.31	0.32	0.33	0.33	0.33	0.35	0.36	0.39	0.44	0.50	0.62	
9.	t4f1	0.27	0.30	0.33	0.33	0.31	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.36	0.37	0.39	0.43	0.50	0.62	
10.	t1f4	0.27	0.30	0.34	0.33	0.32	0.32	0.33	0.35	0.35	0.36	0.37	0.39	0.41	0.44	0.55	0.65	
11.	t1f5	0.29	0.34	0.39	0.39	0.39	0.39	0.40	0.44	0.48	0.50	0.65	0.50	0.65	0.55	0.57	0.70	
12.	t1f6	0.29	0.35	0.41	0.41	0.39	0.38	0.37	0.38	0.38	0.38	0.39	0.41	0.43	0.43	0.52	0.72	
13.	t2f4	0.26	0.29	0.33	0.32	0.31	0.32	0.35	0.35	0.35	0.37	0.38	0.39	0.43	0.46	0.53	0.63	
14.	t2f5	0.28	0.34	0.39	0.39	0.37	0.39	0.38	0.41	0.41	0.42	0.48	0.41	0.50	0.52	0.55	0.68	
15.	t2f6	0.28	0.33	0.40	0.39	0.39	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.39	0.40	0.43	0.47	0.53	0.72	
16.	t3f4	0.28	0.31	0.37	0.35	0.35	0.35	0.36	0.37	0.37	0.38	0.39	0.40	0.43	0.48	0.52	0.65	
17.	t4f4	0.27	0.31	0.37	0.35	0.34	0.37	0.39	0.40	0.43	0.43	0.43	0.44	0.47	0.48	0.50	0.65	



Gambar 4.4 Grafik Kecepatan aliran di $Q_4=0,00774 \text{ m}^3/\text{dt}$

Berdasarkan Gambar 4.1-4.4 dapat dijelaskan bahwa kecepatan aliran tanpa formasi tiang adalah tidak kontinyu karena adanya pintu air.

Pada umumnya kondisi tanpa formasi tiang, kecepatan aliran mengalami peningkatan pada karena adanya arus balik maupun loncatan hidrolis di hilir pintu air. Hal tersebut dapat menyebabkan terjadinya gerusan di hilir pintu air. Oleh sebab itu dipasang formasi tiang. Pemasangan formasi tiang menyebabkan terjadinya penurunan kecepatan aliran secara perlahan tergantung kondisi pemasangan formasi tiang.

Hasil penelitian mengenai penurunan kecepatan aliran memiliki kesamaan dengan penelitian Sukri dan Riswal (2018) yang menyatakan bahwa penempatan tiang menyebabkan luas penampang bertambah sehingga kecepatan aliran bertambah.

Kecepatan aliran minimum umumnya berada di hulu formasi tiang, karena adanya hambatan aliran yang disebabkan oleh formasi tiang sehingga kecepatan aliran dapat diperlambat. Hal ini juga dapat dibuktikan dengan nilai persentase penurunan kecepatan aliran seperti pada Tabel 4.7.

4.2.1. Persentase Kenaikan atau Penurunan Kecepatan Aliran

Dengan empat variasi debit, perhitungan persentase kenaikan atau penurunan kecepatan aliran menggunakan data kecepatan aliran tanpa formasi tiang dan dengan formasi tiang di setiap titik pengukuran. Perhitungan dilakukan pada variasi formasi tiang paralel dan zig-zag (penuh, $\frac{1}{2}$ hulu, $\frac{1}{2}$ hilir) dengan variasi tinggi $t=7$ cm, $t=12$ cm, $t=7$ cm dan 12 cm, dan $t=12$ cm dan 7 cm.

Berdasarkan data perhitungan kecepatan aliran dapat dilihat bahwa nilai v_{TF} lebih besar daripada nilai v_{AF} maka yang dihitung adalah persentase penurunan kedalaman aliran. Sebelum menghitung persentase, terlebih dahulu menghitung nilai Δv disetiap titik pengukuran seperti berikut.

Diketahui:

$$v_{TF} = 0,15 \text{ m/dt}$$

$$v_{AF} = 0,14 \text{ m/dt}$$

Maka:

$$\Delta v = v_{TF} - v_{AF}$$

$$= 0,15 - 0,14$$

$$= 0,01 \text{ m/dt}$$

$$\text{Persentase} = \frac{\Delta v}{v_{AF}} \times 100 \%$$

$$= \frac{0,01}{0,15} \times 100\%$$

$$= 6,67 \%$$

Keterangan :

v_{TF} : kecepatan aliran tanpa formasi tiang (m/dt)

v_{AF} : kecepatan aliran ada formasi tiang (m/dt)

Δv : perubahan kecepatan aliran (m/dt)

Untuk hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4.24-4.39 (Lampiran

2). Rekapitulasi perhitungan yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Rekapitulasi Persentase Penurunan Kecepatan Aliran

No.	Variasi formasi	Persentase (%)
1.	Paralel penuh t=7 cm	42,57
2.	Paralel ½ hulu t=7 cm	29,64
3.	Paralel ½ hilir t=7 cm	36,16
4.	Paralel penuh t=12 cm	46,31
5.	Paralel ½ hulu t=12 cm	35,97
6.	Paralel ½ hilir t=12 cm	40,86
7.	Zig-zag penuh t=7 cm	41,73
8.	Zig-zag ½ hulu t=7 cm	29,16
9.	Zig-zag ½ hilir t=7 cm	33,29
10.	Zig-zag penuh t=12 cm	43,97
11.	Zig-zag ½ hulu t=12 cm	31,85
12.	Zig-zag ½ hilir t=12 cm	35,93
13.	Paralel kombinasi 1	43,29
14.	Paralel kombinasi 2	44,50
15.	Zig-zag kombinasi 1	41,56
16.	Zig-zag kombinasi 2	39,40

Berdasarkan rekapitulasi pada Tabel 4.7 dapat dijelaskan bahwa formasi tiang penurunan kecepatan aliran. Variasi formasi pemasangan dan variasi tinggi berpengaruh dalam menurunkan kecepatan aliran. Sehingga dari setiap variasi formasi dapat dilihat bahwa, formasi yang paling efektif menurunkan kecepatan aliran adalah formasi paralel penuh t=12 cm dengan besar persentase 46,31%.

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang dilakukan, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Semakin besar debit, semakin besar pula kedalaman aliran;
2. Formasi tiang menyebabkan kenaikan kedalaman aliran, umumnya kedalaman maksimum berada di hulu pemasangan formasi tiang;
3. Tipe aliran tergolong tidak seragam untuk kondisi tanpa formasi tiang (aliran berubah cepat) maupun dengan formasi tiang (aliran berubah lambat laun);
4. Semakin meningkatnya kedalaman aliran, maka kecepatan aliran menurun. Lambatnya kecepatan aliran tidak menimbulkan loncat air sehingga gerusan di hilir pintu air dapat diminimalisir.
5. Persentase rata-rata kenaikan kedalaman aliran dan persentase rata-rata penurunan kecepatan aliran yang terbesar adalah formasi dengan pemasangan secara penuh, tinggi 12 cm dan jarak antar tiang adalah $\frac{1}{8}$ dari lebar saluran.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan maka diperoleh beberapa saran sebagai berikut :

1. Untuk penelitian selanjutnya apabila menggunakan formasi pemasangan formasi tiang $\frac{1}{2}$ hulu dan $\frac{1}{2}$ hilir, sebaiknya menggunakan bantalan kayu yang mulus (tanpa ada lubang yang tidak sesuai dengan kebutuhan);

2. Untuk penelitian selanjutnya dengan menambahkan lebih banyak variasi tinggi formasi tiang dan jenis bahan formasi tiang;
3. Untuk penelitian selanjutnya, formasi tiang dipasang pada posisi yang terdapat loncatan hidraulik.



DAFTAR PUSTAKA

- Bahar, M. T. P, Ruzardi. Studi Pengaruh Konfigurasi Baffle Blocks terhadap Peredaman Energi pada Konstruksi Bendung. Universitas Islam Indonesia.
- Chow, V. T. 1997. *Hidrolika Saluran Terbuka (Open Channel Hydraulics)*. Jakarta : Erlangga.
- Imran, H. A. 2013. *Studi Pengaruh Kelompok Tiang terhadap Gerusan*. Tesis. Makassar : PSS Universitas Hassanudin.
(diakses pada tanggal 27 Juli 2020 Pukul 10:44 WIB)
- Maryono, A. 2005. *Eko-Hidrolika Pembangunan Sungai*. Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- PLLBFMIPAUNLAM. 2015. *Pengenalan Lingkungan Lahan Basah*, (Online), (<https://pllbfmipaunlam.wordpress.com/author/pllbfmipaunlam/>), diakses pada tanggal 5 Mei 2019 Pukul 21:49 WIB).
- Putra, I. A. R. D. R, Ginting. J. W. L, Simanjuntak, E. M. 2019. Aplikasi Susunan Pemecah Gelombang Tiang Pancang Bercelah dalam Menentukan Transmisi Gelombang. *Jurnal Teknik Hidraulik*.
- Putra, A. P, Mudjiatko, Siswanto. 2014. Model Laboratorium Gerusan Lokal pada Pilar Jembatan Tipe Grouped Cylinder. *Jom FTeknik*, 1(2), Universitas Riau.
- Sukri, A. S. & Riswal. K. 2018. Pengaruh Bentuk Krib Tipe Tiang Terhadap Pola Aliran. *Jurnal Stabilita*. Universitas Halu Oleo.
- Triatmodjo, B. 1993. *Hidrolika II*. Yogyakarta : Beta Offset.
- Triyono Pratama Bahar, T. P. & Ruzardi. 2019. Studi Pengaruh Konfigurasi Formasi tiang Terhadap Peredaman Energi Pada Konstruksi Bendung. *Universitas Islam Indonesia*.
- Wibowo, O. M. 2007. *Pengaruh Arah Aliran Terhadap Gerusan Lokal di Sekitar Pilar Jembatan*. Skripsi. Universitas Negeri Semarang.