

TUGAS AKHIR

STUDI PENGARUH KONFIGURASI *BAFFLE BLOCKS* BENTUK TRAPESIUM TERHADAP PEREDAMAN ENERGI PADA SPILLWAY (*STUDY OF PERFORMANCE CONFIGURATION WITH TRAPEZIUM-SHAPE BAFFLE BLOCK ON ENERGI LOSS IN SPILLWAY*)

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil**



Muhammad Aulia Abrar

20511160

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

2024

TUGAS AKHIR
STUDI PENGARUH KONFIGURASI *BAFFLE BLOCKS*
BENTUK TRAPESIUM TERHADAP PEREDAMAN
ENERGI PADA *SPILLWAY*
(*STUDY OF PERFORMANCE CONFIGURATION WITH*
TRAPEZIUM-SHAPE BAFFLE BLOCK ON ENERGI
***LOSS IN SPILLWAY*)**

Disusun oleh:

Muhammad Aulia Abrar
20511160

Telah diterima sebagai satu persyaratan untuk
Memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

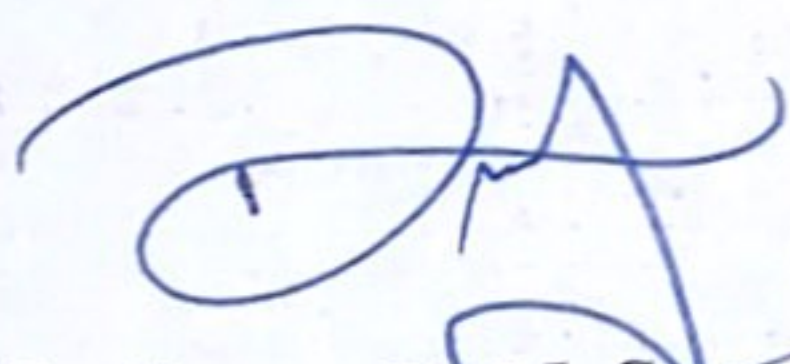
Diuji pada tanggal 30 Agustus 2024

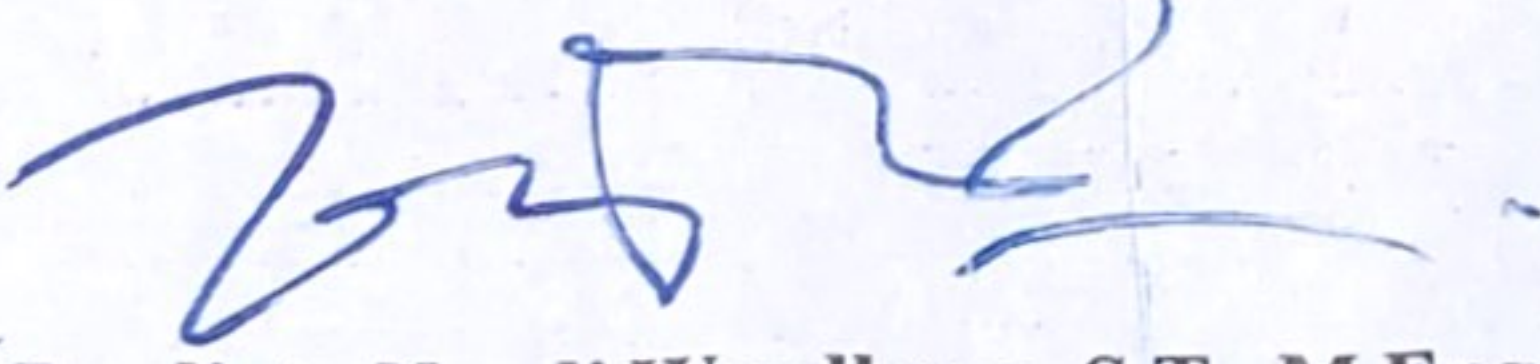
Oleh Dewan Penguji

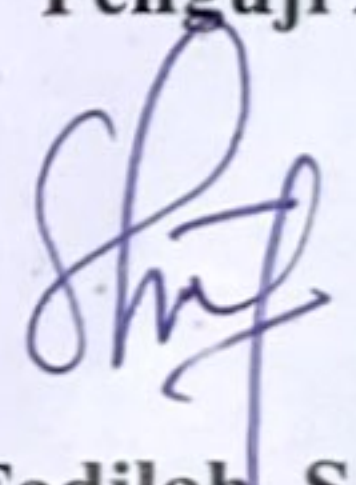
Pembimbing 06/05/24

Penguji 1

Penguji 2

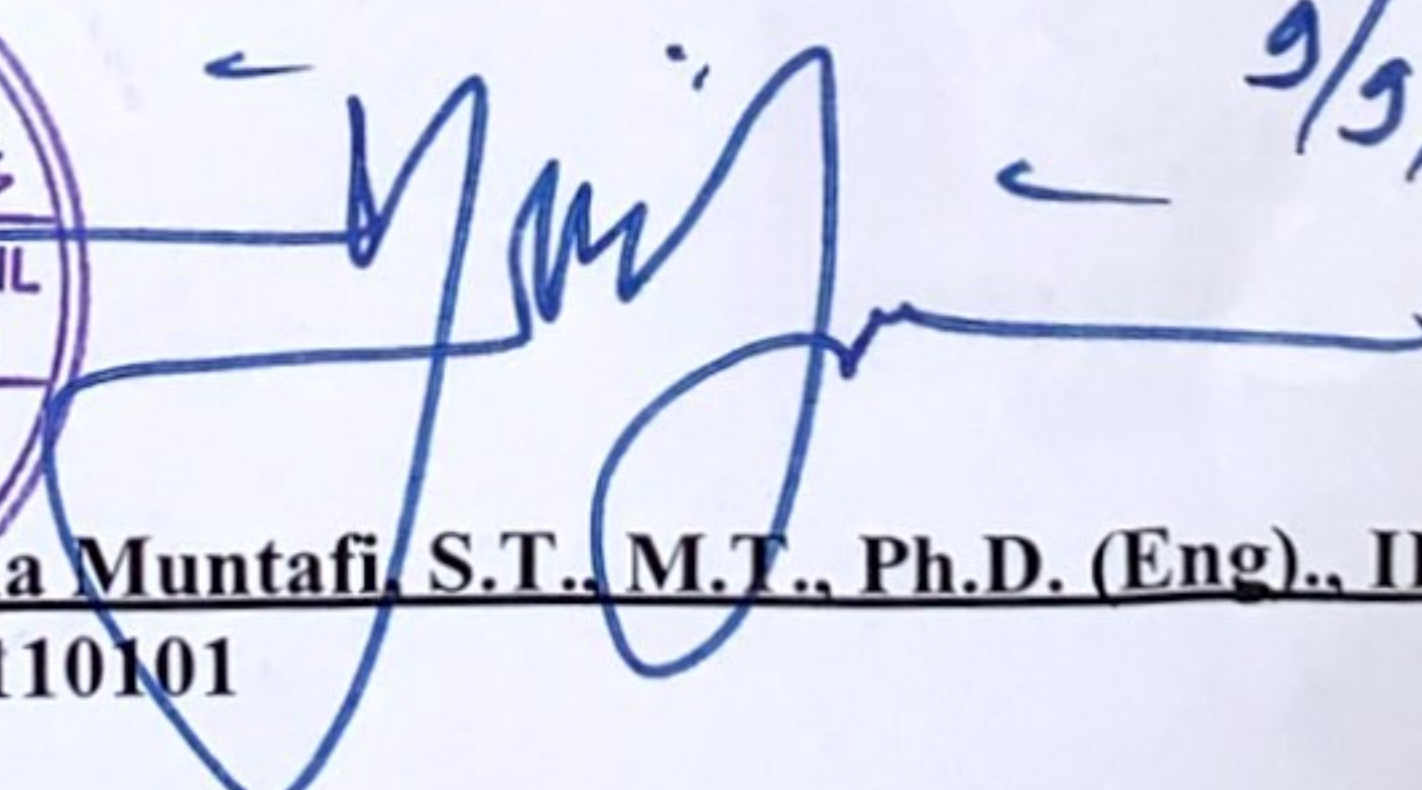

Dr. Ir. Ruzardi, M. S.
NIK: 855110102


Pradipta Nandi Wardhana, S.T., M.Eng.
NIK: 0529018502


Shofwatul Fadilah, S.T.P., M. Eng.
NIK: 215111308

Mengesahkan,
Ketua Program Studi Teknik Sipil




Dr. Yuhalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D. (Eng)., IPM.
NIK: 095110101

9/9/2024

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk penyelesaian program Sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 30 Agustus 2024

Yang membuat pernyataan



Muhammad Aulia Abrar

(20511160)

LEMBAR DEDIKASI

Tugas Akhir ini saya dedikasikan untuk kedua orangtua saya yaitu Bapak Yugusti dan Ibu Farida yang sudah membimbing dan memberikan segalanya untuk hidup saya tanpa memikirkan diri mereka sendiri, memberikan dukungan serta senantiasa menemani dan mendoakan saya sepanjang waktu. Serta abang dan semua teman disekitar saya yang selalu memberikan dukungan moral dan motivasi dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Terimakasih

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Studi Pengaruh Konfigurasi *Baffle blocks* Bentuk Trapesium Terhadap Peredaman Energi pada Spillway" ini dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat akademik untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Pada penyusunan Tugas Akhir ini terdapat banyak permasalahan yang ditemui oleh penulis, penelitian ini tidak akan terselesaikan tanpa bantuan, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa, atas anugerah-Nya yang tak terhingga, kesehatan, kekuatan, serta kesempatan yang diberikan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Keluarga tercinta, atas doa, dukungan, dan kasih sayang yang tiada henti kepada penulis selama menempuh pendidikan hingga penyusunan skripsi ini.
3. Ibu Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D. (Eng)., IPM. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Dr. Ir. Ruzardi, M. S., selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan motivasi yang tiada henti selama proses penyusunan skripsi ini.
5. Penguji 1 dan Penguji 2, selaku Dosen Penguji yang telah memberikan banyak masukan berharga dan bantuan dalam penyusunan skripsi ini.
6. Ibu D. A. Wahyu Wulan P., S.T., M.Eng. dan Bapak Jafar, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing dan memotivasi penulis selama perkuliahan sehingga penulis dapat menjalankan perkuliahan dengan lancar.

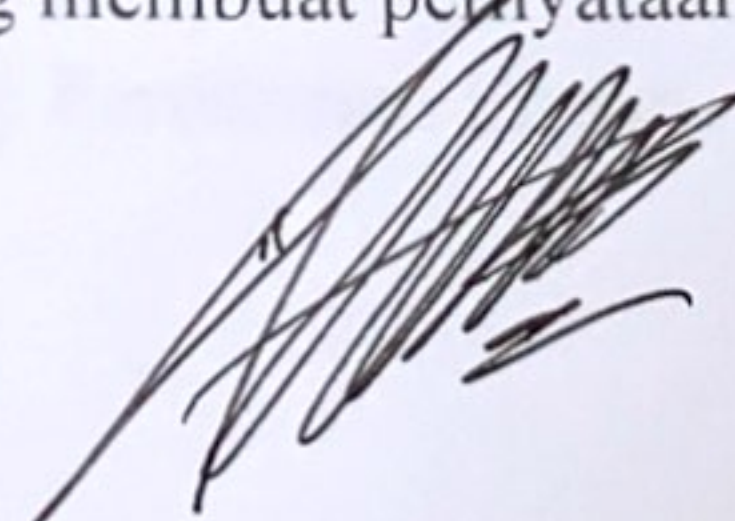
7. Seluruh Dosen, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, yang telah memberikan ilmu yang sangat bermanfaat kepada penulis selama menempuh studi.
8. Guntur Tri Widyanto, Abrar Hibrizy, Arvien Dwi Rivaldy, Syawqy Al Haq, Geraldin Firyan Shandy, Ramadhika Gusti Permana, Nurrazzaq Barru Fitradi, Adisti Regita Pramesti, Shafa Anugerah, Raihan Garneta Lana Andrea, Zierly Mauliya As-Shofa, Aryo Damar Hatuwe, Amanda Alisya, teman seperjuangan penulis selama menempuh studi di Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia, terima kasih sudah berjuang bersama dengan segala dramanya yang telah memberikan semangat dan kerjasama yang baik selama proses penelitian dan penulisan skripsi ini.
9. Kakak tingkat Mas Triyono dan Mas Tazka yang telah membantu saya dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
10. Rekan – rekan yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak untuk perbaikan di masa mendatang.

Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknik sipil, khususnya dalam studi mengenai peredaman energi pada *spillway* dengan konfigurasi *baffle blocks* bentuk trapesium.

Yogyakarta, 30 Agustus 2024

Yang membuat pernyataan



Muhammad Aulia Abrar

(20511160)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
LEMBAR DEDIKASI	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xiv
ABSTRAK	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tinjauan Penelitian Terdahulu	4
2.2 Bangunan Peredam Energi	5
2.2.1 Bangunan Peredam Energi Jenis Kolam Olak Tipe <i>Vlughter</i>	5
2.2.2 Bangunan Peredam Energi Jenis Kolam Olak Tipe Roller Bucket	6
2.2.3 Pengaruh Konfigurasi <i>Baffle blocks</i> Terhadap Peredaman Energi	7
2.3 Keaslian Penelitian	8
BAB III LANDASAN TEORI	11
3.1 Bendung	11
3.1.1 Pengertian Bendung	11
3.1.2 Klasifikasi Bendung	12

3.1.3	Syarat – syarat Kontruksi Bendung	14
3.2	Kolam Olak	14
3.3	<i>Baffle Block</i>	16
3.4	Aliran Saluran Terbuka	17
3.5	Aliran Subkritis, Kritis, dan Superkritis	18
3.6	Hukum Konservasi	20
3.7	Gerusan	21
3.8	Kehilangan Energi	22
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN		24
4.1	Jenis Penelitian	24
4.2	Alat dan Bahan Penelitian	24
4.3	Data Penelitian	26
4.4	Pembuatan Model	27
4.5	Pengumpulan Data	27
4.5.1	Variasi Konvigurasi	27
4.5.2	Variasi Bukaannya	32
4.5.3	Langkah-langkah Pengambilan Data	33
4.6	Analisis Data	35
4.7	Bagan Alir Penelitian	37
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN		37
5.1	Analisis Pendahuluan	37
5.1.1	Kondisi Aliran Sebelum Pemasangan <i>Baffle blocks</i>	38
5.1.2	Kondisi Aliran Setelah Pemasangan <i>Baffle blocks</i>	40
5.2	Data Penelitian	41
5.2.1	Data yang didapat tanpa menggunakan <i>baffle blocks</i> .	41
5.2.2	Data yang didapat dengan menggunakan <i>baffle blocks</i> variasi 1	42
5.2.3	Data yang didapat dengan menggunakan <i>baffle blocks</i> variasi 2	43
5.2.4	Data yang didapat dengan menggunakan <i>baffle blocks</i> variasi 3	44
5.2.5	Data yang didapat dengan menggunakan <i>baffle blocks</i> variasi 4	45
5.2.6	Data yang didapat dengan menggunakan <i>baffle blocks</i> variasi 5	46
5.2.7	Data yang didapat dengan menggunakan <i>baffle blocks</i> variasi 6	47

5.2.8	Data yang didapat dengan menggunakan <i>baffle blocks</i> variasi 7	48
5.2.9	Data yang didapat dengan menggunakan <i>baffle blocks</i> variasi 4	49
5.2.10	Data yang didapat dengan menggunakan <i>baffle blocks</i> variasi 6	49
5.3	Analisis Data Penelitian	50
5.3.1	Luas Aliran Air (A)	51
5.3.2	Perhitungan Debit Aliran.	53
5.3.3	Perhitungan Kecepatan Aliran.	54
5.3.4	Perhitungan Angka <i>Froude</i> .	55
5.3.5	Persentase penurunan angka <i>Froude</i> pada hilir bendung.	58
5.3.6	Kehilangan Energi.	58
5.3.7	Rekap Perhitungan	59
5.4	Pembahasan	67
5.4.1	Gaya yang terdapat saat menabrak <i>baffle blocks</i>	68
5.4.2	Penurunan nilai <i>Froude</i> pada pengujian	69
5.4.3	Kehilangan energi pada pengujian	70
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		72
6.1	Kesimpulan	72
6.2	Saran	72
DAFTAR PUSTAKA		75
LAMPIRAN		77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kolam Olak Tipe Vlughter	5
Gambar 2. 2 Pusaran Air Pada Kolam Olak Tipe Solid Roller Bucket	6
Gambar 2. 3 Konfigurasi Variasi 5 dan Grounsill Variasi 9	8
Gambar 3. 1 Bendung	11
Gambar 3. 2 Bendung Karet	12
Gambar 3. 3 Saluran Irigasi	13
Gambar 3. 4 Kolam Olak USBR	15
Gambar 3. 5 Bentuk-bentuk Baffle blocks	17
Gambar 3. 6 Aliran Kritis, Subkritis, dan Superkritis	20
Gambar 3. 7 Kontinuitas Aliran Pada Suatu Pias	22
Gambar 4. 1 Circulating Flume	25
Gambar 4. 2 Bentuk Model Baffle Block Trapesium	27
Gambar 4. 3 Bentuk Model Baffle Block Variasi 1	28
Gambar 4. 4 Bentuk Model Baffle Block Variasi 2	28
Gambar 4. 5 Bentuk Model Baffle Block Variasi 3	29
Gambar 4. 6 Bentuk Model Baffle Block Variasi 4	29
Gambar 4. 7 Bentuk Model Baffle Block Variasi 5	30
Gambar 4. 8 Bentuk Model Baffle Block Variasi 6	30
Gambar 4. 9 Bentuk Model Baffle Block Variasi 7	31
Gambar 4. 10 Perencanaan Baris Konfigurasi Baffle blocks	31
Gambar 4. 11 Titik Pengambilan Kedalaman Air	32
Gambar 4. 12 Tuas pada Flume	33
Gambar 4. 13 Mengatur Kemiringan Circulating Flume	33
Gambar 4. 14 Tandon pada <i>Circulating Flume</i>	34
Gambar 4. 15 Bagan Alir Penelitian	37
Gambar 5. 1 Tinggi Muka Air Aliran	38
Gambar 5. 2 Kondisi Aliran tanpa Baffle blocks Bukaan 2	39

Gambar 5. 3 Kondisi Aliran tanpa Baffle blocks Bukaan 3	39
Gambar 5. 4 Kondisi Aliran Variasi 1 Baffle blocks Bukaan 2	40
Gambar 5. 5 Kondisi Aliran Variasi 1 Baffle blocks Bukaan 3	40
Gambar 5. 6 Susunan Baffle blocks Variasi 1	51
Gambar 5. 7 Pengukuran kecepatan dengan current meter	55
Gambar 5. 8 Rekapitulasi Gaya (N) Yang Diterima Variasi Bukaan 2	68
Gambar 5. 9 Rekapitulasi Gaya (N) Yang Diterima Variasi Bukaan 3	69
Gambar 5. 10 Rekapitulasi Penurunan Nilai Angka Froude Bukaan 2	70
Gambar 5. 11 Rekapitulasi Penurunan Nilai Angka Froude Bukaan 3	70
Gambar 5. 12 Rekapitulasi Nilai Kehilangan Energi Bukaan 2	71
Gambar 5. 13 Rekapitulasi Nilai Kehilangan Energi Bukaan 3	71

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian yang Telah Dilakukan dengan yang akan Dilakukan	9
Tabel 5. 1 Data Pengujian Tanpa Menggunakan Baffle blocks	41
Tabel 5. 2 Data Pengujian Dengan Menggunakan Baffle blocks Variasi 1	42
Tabel 5. 3 Data Pengujian Dengan Menggunakan Baffle blocks Variasi 2	43
Tabel 5. 4 Data Pengujian Dengan Menggunakan Baffle blocks Variasi 3	44
Tabel 5. 5 Data Pengujian Dengan Menggunakan Baffle blocks Variasi 4	45
Tabel 5. 6 Data Pengujian Dengan Menggunakan Baffle blocks Variasi 5	46
Tabel 5. 7 Data Pengujian Dengan Menggunakan Baffle blocks Variasi 6	47
Tabel 5. 8 Data Pengujian Dengan Menggunakan Baffle blocks Variasi 7	48
Tabel 5. 9 Data Pengujian Dengan Menggunakan Baffle blocks Variasi 4	49
Tabel 5. 10 Data Pengujian Dengan Menggunakan Baffle blocks Variasi 6	50
Tabel 5. 11 Data Pengujian Dengan Menggunakan Baffle blocks Variasi 1	55
Tabel 5. 12 Rekap Angka Froude Dengan Baffle blocks	57
Tabel 5. 13 Rekap Angka Froude Tanpa Baffle blocks	57
Tabel 5. 14 Rekap Persentase Perhitungan Penurunan Angka Froude	58
Tabel 5. 15 Rekap Analisis Tanpa Baffle blocks	59
Tabel 5. 16 Rekap Analisis Dengan Baffle blocks Variasi 1	60
Tabel 5. 17 Rekap Analisis Dengan Baffle blocks Variasi 2	61
Tabel 5. 18 Rekap Analisis Dengan Baffle blocks Variasi 3	62
Tabel 5. 19 Rekap Analisis Dengan Baffle blocks Variasi 4	63
Tabel 5. 20 Rekap Analisis Dengan Baffle blocks Variasi 5	64
Tabel 5. 21 Rekap Analisis Dengan Baffle blocks Variasi 6	65
Tabel 5. 22 Rekap Analisis Dengan Baffle blocks Variasi 7	66
Tabel 5. 23 Rekap Analisis Semua Variasi	67

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi Variasi Konfigurasi <i>Baffle blocks</i>	77
Lampiran 2 Dokumentasi Alat Untuk Pengujian	82
Lampiran 3 Dokumentasi Pengambilan Data	84

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

Fr	= Angka <i>Froude</i>
Fr1	= Angka <i>Froude</i> sebelum <i>baffle block</i>
Fr2	= Angka <i>Froude</i> sesudah <i>baffle block</i>
Frbi	= Angka <i>Froude</i> di antara susunan <i>baffle block</i>
ν	= Kekentalan kinematic (m^2/s)
v	= Kecepatan aliran (m/s)
v1	= kecepatan aliran sebelum <i>baffle</i>
v2	= kecepatan aliran setelah <i>baffle blocks</i> (m/s)
vbi	= kecepatan aliran di antara susunan <i>baffle blocks</i> (m/s)
h1	= tinggi aliran di hulu bendung (m)
h2	= tinggi aliran di hilir bendung (m)
hbi	= tinggi aliran di antara susunan <i>baffle blocks</i> (m)
A	= luas aliran (m^2)
A1	= luas aliran di hulu bendung (m^2)
A2	= luas aliran di hilir bendung (m^2)
Abi	= luas aliran di antara susunan <i>baffle blocks</i> (m^2)
Vol	= volume tertampung aliran (m^3)
Q	= debit aliran (m^3/s)
F	= gaya (N)
t	= waktu pengukuran volume tertampung (s)
h	= kedalaman air (m)
g	= percepatan gravitasi (m/s^2)
R	= jari-jari kolam olak (m)
Lj	= panjang loncatan air (m)
Z	= tinggi energi (m)
$\sqrt{g \cdot h}$	= kecepatan gelombang dangkal (m/s)
(ρ)	= Kerapatan

ABSTRAK

Bendung adalah sebuah struktur yang dibangun di sungai atau bangunan air yang bertujuan untuk mengatur aliran air tinggian air. Dengan makin banyaknya kebutuhan akan air untuk kebutuhan makhluk hidup pembangunan bendung sangat dibutuhkan oleh manusia. Maka dari itu bangunan peredam energi menjadi salah satu elemen penting untuk satu kesatuan kontruksi bendung agar gerusan yang terjadi dapat diminimalisir. Bangunan peredam energi yang ada pada kontruksi bendung terdapat pada salah satu bagian yaitu kolam olak.

Ada berbagai macam jenis kolam olak yang umumnya digunakan pada kontruksi bendung. Dalam penelitian yang dilakukan di laboratorium Hidraulika Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia menggunakan *circulating flume* dengan model *baffle blocks* berbentuk prisma trapesium yang memiliki dimensi 10 cm x 10 cm x 7 cm. Penelitian ini menggunakan 1 variasi pada kemiringan yaitu 10°, 2 variasi bukaan yaitu bukaan 2 dan 3, dan juga 7 variasi pada konfigurasi *baffle blocks*.

Hasil penelitian ini adalah mendapatkan konfigurasi paling efektif yang memiliki nilai kehilangan energi yang paling besar. Hasil dari penujian ini adalah pada bukaan 2 yang menerima gaya paling besar yaitu variasi 6, Penurunan *Froude* paling besar yaitu variasi 7, dan kehilangan energi paling besar yaitu variasi 2. Sedangkan pada bukaan 3 yang menerima gaya paling besar yaitu variasi 1, Penurunan *Froude* paling besar yaitu variasi 2, dan kehilangan energi paling besar yaitu variasi 6.

Kata kunci : Bendung, *Baffle blocks*, Peredam Energi, Kolam Olak, Angka *Froude*

ABSTRACT

A weir is a structure built in a river or water building that aims to regulate the flow of high water. With the increasing need for water for the needs of living things, the construction of weirs is needed by humans. Therefore, energy damping buildings are one of the important elements for a unified weir construction so that the erosion that occurs can be minimized. The energy damping building in the construction of the weir is located in one of the parts, namely the olak pond.

There are various types of olak ponds that are generally used in weir construction. In the research conducted at the Civil Engineering Hydraulics Laboratory, Faculty of Civil Engineering and Planning, Islamic University of Indonesia using a *circulating flume* with a model of *trapezoidal prism-shaped baffle blocks* that has dimensions of 10 cm x 10 cm x 7 cm. This study used 1 variation in slope, namely 10° , 2 variations in openings, namely openings 2 and 3, and also 7 variations in the configuration of *baffle blocks*.

Result of this study is to obtain the most effective configuration that has the greatest energy loss value. The results of this test were at aperture 2 which received the greatest force, namely variation 6, the largest *Froude* decrease, which was variation 7, and the greatest energy loss, namely variation 2. Meanwhile, in the opening 3 that receives the greatest force, namely variation 1, the largest *Froude* decrease, which is variation 2, and the largest energy loss, namely variation 6.

Keywords : Weir, Baffle blocks, Energy Damper, Olak Pond, Froude Number

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sungai yang terdapat diseluruh Indonesia sangat banyak dan tersebar diseluruh pulau yang ada di negara ini. Salah satu kebutuhan untuk makhluk hidup ialah air. Dengan kebutuhan air yang semakin meningkat pertahunnya maka banyak dilakukan penelitian terkait permasalahan yang terdapat pada area yang ada disekitar sungai. Penelitian ini mendorong untuk dibuatnya bangunan bendung di aliran sungai agar pemanfaatan air dapat digunakan secara efektif.

Ada berbagai macam kegagalan atau permasalahan yang terjadi pada kontruksi bendung antara lain gerusan atau erosi yang terjadi pada bagian hilir bendung yang disebabkan oleh aliran air yang terlalu deras. Penyebab dari erosi yang terjadi dikarenakan kecepatan aliran dari hulu yang terlalu besar dan juga tidak adanya bangunan peredam pada hilir bendung. Kecepatan aliran tentunya memiliki hubungan dengan kedalaman gerusan, serta kesalahan peredam energi yang dipilih kurang tepat dengan kondisi aliran.

Dari dampak yang terjadi pada hilir bendung maka harus diadakannya peredam energi atau biasa disebut dengan blok penghalang (*baffle block*). Dapat mereduksi momentum aliran yang dapat menurunkan kecepatan aliran setelah terjadi lontaran air merupakan fungsi dari bangunan ini. Dengan variasi jarak dan posisi *baffle blocks* secara longitudinal dan lateral sehingga dilakukannya penelitian pemasangan *baffle blocks* dan didapatkan *baffle blocks* yang paling baik mereduksi momentum aliran.

Pada umumnya pemasangan *baffle blocks* ini terdapat pada kolam olak yang berada pada bagian bawah dari *spillway*, akan tetapi yang akan penulis teliti kali ini merupakan pemasangan *baffle blocks* pada bagian bawah dari kemiringan dengan menggunakan sebuah alat rekayasa bendung yaitu *circulating flume*. Fungsi dari

pemasangan *baffle blocks* pada bagian bawah dari *spillway* adalah untuk meredam energi yang terjadi pada aliran air yang melimpah melewati tubuh bendung dan juga dapat mengurangi atau mencegah kerusakan lingkungan seperti dampak erosi yang terjadi pada bagian dasar dan tepi sungai. Oleh karena itu, keragaman bentuk dari *baffle blocks* dan juga konfigurasi perlu dilakukan penelitian lebih mendalam dan juga pengamatan pada hasilnya.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh pemasangan *baffle blocks* pada bagian bawah *spillway* ditinjau dari penurunan energi aliran di hilir bendung ?
2. Bagaimana konfigurasi *baffle blocks* yang paling efektif untuk meredam energi pada bagian tubuh bendung yaitu *spillway* ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini antara lain:

1. Mendapatkan pengaruh pemasangan *baffle blocks* ditinjau dari penurunan energi pada bagian *spillway*.
2. Mendapatkan konfigurasi dan kombinasi blok penghalang atau *spillway* yang paling efektif untuk meredam kecepatan pada bagian *spillway*.

1.4 Batasan Penelitian

Adapun batasan ini tidak menyimpang dari tujuan dan lebih terarah serta mudah dipahami maka perlu adanya batasan-batasan masalah sebagai berikut ini :

1. Dasar saluran yang dianggap kedap air.
2. Komponen penyusun model tidak diperhitungkan.
3. Blok penghalang menggunakan model bentuk trapesium dengan ukuran yang sudah ditentukan dan terbuat dari campuran beton.
4. Perubahan posisi dari balok penghalang hanyalah mengubah jarak antar balok penghalang tegak lurus aliran dan searah aliran.

5. Penelitian menggunakan *circulating flume* yang teredia di Laboratorium Hidrolika Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
6. Parameter efektivitas adalah kecepatan aliran pada bagian spillway dan bilangan *Froude*.

1.5 Manfaat Penelitian

Melalui penelitian ini dapat memberikan manfaat berupa:

1. Mendapatkan konfigurasi *baffle blocks* dengan bentuk yang berbeda dan paling efektif sebagai peredam energi.
2. Sebagai solusi untuk permasalahan yang sering menyebabkan gerusan pada hilir bendung.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Penelitian Terdahulu

Bendung adalah sebuah struktur yang dibangun di sungai atau aliran air untuk mengatur aliran air atau menghentikan aliran air sepenuhnya. Tujuan utama bendung adalah untuk mengatur aliran air dan mengendalikan ketinggian air di sungai atau saluran air tertentu. Bendung dapat dibangun menggunakan berbagai bahan seperti batu, kayu, beton, atau kombinasi dari bahan-bahan tersebut. Struktur bendung biasanya terdiri dari dinding atau tanggul yang melintang pada sungai di sepanjang aliran air dengan pintu-pintu pengaturan air yang dapat dibuka atau ditutup.

Salah satu bagian dari tubuh bendung ialah bangunan peredam energi, yaitu olakan datar, loncatan dan bak pusran. Menurut Kustamar (2006) dijelaskan tentang jenis olakan datar terdiri dari 4 tipe yang dimana ada tipe I,II,II dan IV. Adapun olakan datar tipe 1 adalah suatu kolam olakan dengan dasar datar dan terjadinya peredaman energi tergantung dalam aliran dengan benturan langsung ke atas permukaan dasar kolam. Olakan datar tipe 2 adalah sama dengan tipe 1 namun memiliki perbedaan pada bagian dasar kolam yang memiliki gigi-gigi pemencar air dan juga ambang bergerigi di pinggir hilirnya. Olakan datar tipe 3 adalah tidak jauh berbeda dari tipe 1 dan 2 akan tetapi memiliki perbedaan pada letak penempatan gigi penghadang aliran pada dasar kolam. Olakan datar tipe 4 memiliki sistem yang sama dengan tipe yang lain akan tetapi memiliki perbedaan pada ujung hilir yang memiliki tidak bergerigi. Dari keempat tipe tersebut tentunya memiliki perbedaannya masing – masing. Pemilihan dari jenis dan tipe peredam energi tentunya akan memiliki pengaruh pada efektifitas dan efisiensi peredaman. Pemilihan yang kurang tepat ditakutkan akan berdampak pada stabilitas dasar sungai di hilir bangunan dan yang paling ditakutkan akan berdampak pada kondisi bangunan bendung.

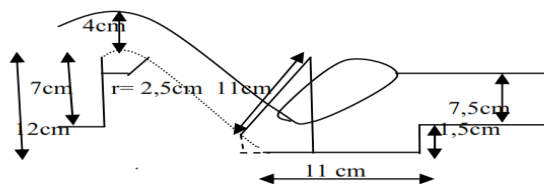
2.2 Bangunan Peredam Energi

2.2.1 Bangunan Peredam Energi Jenis Kolam Olak Tipe *Vlughter*

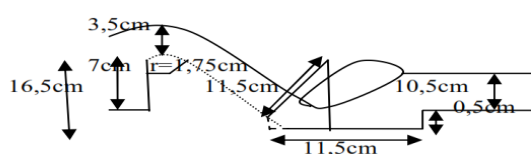
Penelitian yang berjudul “Analisis Gerusan di Hilir Bendung Tipe *Vlughter* (Uji Model Laboratorium)” yang dilakukan oleh Fitriana N. (2014) merupakan penelitian yang dimana menerangkan tentang perbedaan nilai kedalaman yang menyebabkan gerusan. Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pola gerusan yang terjadi pada hilir bendung yang diakibatkan oleh loncatan hidrolik. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kedalaman gerusan yang dilakukan dengan berbagai variasi debit.

Perhitungan yang dilakukan menghitung tentang kedalaman gerusan dengan menggunakan rumus empiris. Perbedaan yang terjadi pada nilai kedalaman yang dihasilkan diatas disebabkan oleh berbagai faktor. Hasil perhitungan menggunakan rumus empiris sendiri dipengaruhi juga oleh beberapa parameter yang diambil dengan melakukan pembacaan tabel dan juga dapat dilihat juga dari grafik. Sedangkan hasil kedalaman hasil penelitian laboratorium dipengaruhi oleh banyak hal, misalnya kurang teliti pada saat pengambilan data, pengaruh suhu yang ada pada ruangan atau disekitar ruangan laboratorium, dan tekanan pada ruang laboratorium. Penelitian gerusan pada hilir bendung pada penelitian ini menggunakan dua permodelan bendung **Gambar 2.1** yaitu sebagai berikut :

Model Bendungl Vlughter Pertama :



Model Bendungl Vlughter Kedua :



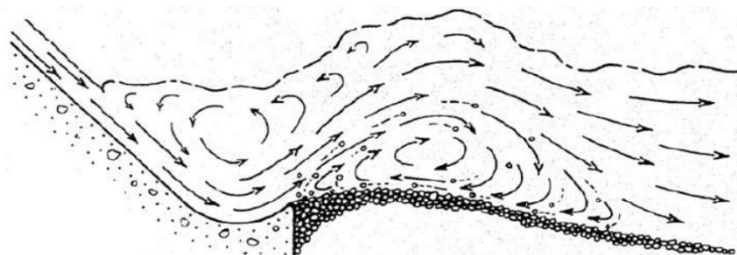
Gambar 2. 1 Kolam Olak Tipe Vlughter
(sumber: N Fitriana, 2014)

Hitungan yang telah dilakukan menghasilkan nilai kedalaman gerusan lebih besar dibandingkan dengan nilai kedalaman gerusan yang diambil pada pengamatan yang dilakukan di laboratorium. Hasil dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut. Kedalaman gerusan maksimal dari dua tipe kolam olak *vlughter* dengan berbagai variasi debit terjadi pada bendung 1 debit $2,099 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ yaitu sebesar 2,9 cm, sedangkan kedalaman gerusan minimum terjadi pada bendung 2 debit $1,3025 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ yaitu sebesar 1,8 cm. Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan memiliki pengaruh terhadap kedalaman gerusan yang disebabkan oleh besarnya debit.

2.2.2 Bangunan Peredam Energi Jenis Kolam Olak Tipe Roller Bucket

Penelitian yang dilakukan oleh Abdurrosyid (2015) dengan judul “Pengaruh Kemiringan Tubuh Hilir Bendung (*Spillway*) dan *Baffle Block* Pada Kolam Olak *Solid Roller Bucket* Terhadap Loncatan Hidrolik dan Peredam Energi”. Penelitian ini menjelaskan bahwa pengaruh kemiringan tubuh hilir bendung dan pengaruh susunan *baffle blocks* terhadap loncatan hidrolik dan peredam energi.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan *Circulating flume* berukuran 30 x 60 x 1000 cm dengan kemiringan dasar saluran 0,0058 yang terdapat pada Laboratorium hidrolika Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMS. Penelitian ini juga menggunakan pelimpah ogee dengan kemiringan hilir 1:4, 2:4, 3:4, 4:4 dan menggunakan kolam olak tipe *Solid Roller Bucket* dengan ukuran *baffle blocks* 5/12 R. Dengan menggunakan 16 macam variasi *baffle block* dan juga menggunakan 4 variasi debit yang berbeda dan juga pada setiap debitnya dilakukan pengujian turbulensi aliran panjang pusaran air dan kehilangan energi. Untuk pusaran air yang ada dapat dilihat pada **Gambar 2.2** sebagai berikut



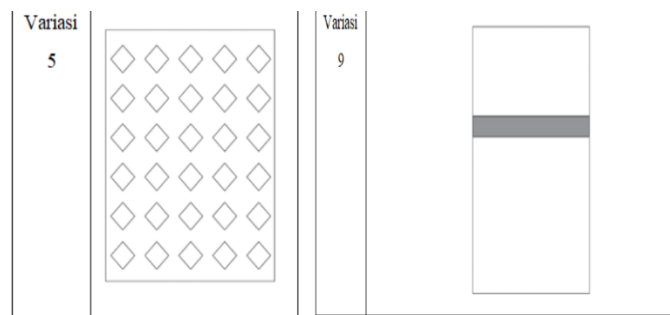
Gambar 2. 2 Pusaran Air Pada Kolam Olak Tipe Solid Roller Bucket
(sumber: A. J. Parerka, 1974)

Hasil penelitian menunjukkan beberapa kesimpulan, pertama, laju aliran semakin meningkat, semakin besar turbulensi dan panjang lompatan hidrolik di bagian hilir pusaran dan semakin kecil nilai kehilangan energi. Kedua, penempatan deflektor paling efektif dalam hal redaman turbulensi dan lompatan hidrolik di bagian hilir pusaran berhubungan dengan radius pusat busur Ketiga, efisiensi kehilangan energi meningkat seiring dengan menurunnya variasi debit, Yang paling efektif adalah susunan pelat pemandu yang ditempatkan pada awal radius tikungan. Keempat, pada debit aliran yang sama tidak terjadi perubahan kemiringan badan hulu bendungan perbedaan yang signifikan antara fluktuasi dan kehilangan energi kecuali panjangnya lompatan hidrolik, mis. kemiringan 4:4, adalah yang paling efektif.

2.2.3 Pengaruh Konfigurasi *Baffle blocks* Terhadap Peredaman Energi

Dikarnakan terjadinya gerusan jika yang diakibatkan oleh aliran air pada satu bagian dari struktur tubuh bendung yaitu pada bagian *spillway* dibutuhkannya bangunan peredam yang dapat mereduksi momentum aliran yaitu berupa bangunan blok penghalang. Penelitian yang dilakukan oleh Triyono (2019) bertujuan untuk mendapatkan susunan *baffle blocks* yang paling optimal untuk meredam energi.

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Hidrolika Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan alat *circulating flume* dan menggunakan blok penghalan yang dibuat dengan menggunakan campuran beton yang berbentuk persegi dan juga belah ketupat. Penelitian yang dilakukan oleh Triyono ini menggunakan *baffle blocks* dengan berbagai variasi yang mana pada setiap variasinya menggunakan susunan sejajar ataupun selang-seling dan juga jumlah *baffle blocks* yang berbeda. Selain menggunakan variasi *baffle block* diatas penilitan ini juga menggunakan *groundsill* yang terdapat pada bagian hilir bendung. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Gambar 2.3** dibawah ini.



Gambar 2. 3 Konfigurasi Variasi 5 dan Grounsill Variasi 9

(sumber: Triyono, 2019)

Hasil yang didapatkan dari penelitian ini menghasilkan bahwa penurunan angka *Froude* dan energi yang paling besar hilang terdapat pada variasi 5 yaitu penurunan angka *Froude* sebesar 29,2703% dan juga kehilangan energi sebesar 0,0534 m. Triyono juga menggunakan variasi yaitu dengan *groundsill*, apabila dibandingkan dengan menggunakan *groundsill* penurunan angka *Froude* dan juga kehilangan energi yang terjadi menjadi lebih besar.

2.3 Keaslian Penelitian

Laporan penelitian ini dibuat adalah asli dan bukan plagiasi dari hasil penelitian sudah pernah dilakukan. Penelitian ini sudah pernah ada akan tetapi, terdapat perbedaan yang dimana penelitian ini meneliti tentang pengaruh peredaman energi yang berada pada salah satu bagian bendung yaitu *Spillway*. Referensi dan kutipan untuk penunjang laporan penelitian ini sudah dicantumkan kedalam daftar Pustaka dengan sesuai. Pada pengujian yang saya lakukan terdapat variasi dari penelitian sebelumnya, antara lain adalah sebagai berikut:

1. Dipasang pada saluran yang datar.
2. Dasar saluran kedap air.
3. Menggunakan *baffle block* dengan bentuk prisma trapesium dengan ukuran yang telah ditentukan.

Perbandingan dari berbagai penelitian yang sudah dijelaskan diatas, disajikan dalam bentuk tabel agar dapat mempermudah pembaca. Tabel perbandingan penelitiannya dapat dilihat pada **Tabel 2.1** dibawah ini.

Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian yang Telah Dilakukan dengan yang akan Dilakukan

Nama	Judul Penelitian	Metode	Hasil
Fitriana N. (2014)	Analisis Gerusan di Hilir Bendung Tipe Vlughter Dengan Menggunakan Uji Model Laboratorium	Dengan menggunakan sampel model kolam olakan pada alat saluran terbuka (HM 140 <i>Sediment Transport Channel</i>)	Pada Bendung pertama debit digunakan yaitu $2975 \times 10^{-3} m^3/s$, $1,7515 \times 10^{-3} m^3/s$ dan $2,097 \times 10^{-3} m^3/s$. Pada bendung kedua debit digunakan yaitu $1,3025 \times 10^{-3} m^3/s$, $1,782 \times 10^{-3} m^3/s$ dan $2,099 \times 10^{-3} m^3/s$. Dari hasil pengamatan didapatkan bahwa besar atau kecilnya gerusan didasarkan Panjang dan dalamnya loncatan hidraulik.
Jaji Abdurrosyid (2015)	Pengaruh Kemiringan Tubuh Hilir Bendung (<i>Spillway</i>) dan <i>Baffle blocks</i> Pada Kolam Olak <i>Solid Roller Bucket</i> Terhadap Loncatan Hidrolik dan Peredam Energi	Penelitian ini menggunakan pelimpah ogee dan menggunakan kemiringan hilir 1:4, 2:4, 3:4, 4:4. Menggunakan kolam olak tipe <i>Solid Roller Bucket</i> dengan ukuran <i>Baffle blocks</i> 5/12 R dan dengan 16 variasi <i>Baffle blocks</i> dan juga menggunakan 4 macam variasi debit.	Hasil dari penelitian ini mendapatkan beberapa kesimpulan, yang pertama dengan bertambahnya debit aliran maka dari itu semakin besar pula turbulensi dan panjang loncatan hidrolis di hilir pusaran serta semakin kecil nilai kehilangan energinya. Kedua, susunan <i>baffle blocks</i> yang paling efektif adalah yang dipasang pada Tengah radius lengkung. Ketiga, efisiensi kehilangan energi bertambah seiring dengan berkurangnya variasi debit. Keempat, dengan debit aliran sama dari variasi kemiringan tubuh hilir bendung tidak terjadi perbedaan yang jauh berbeda terhadap turbulensi dan kehilangan energi.

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian yang Telah Dilakukan dengan yang akan Dilakukan

Nama	Judul Penelitian	Metode	Hasil
Muhammad Triyono Pratama Bahar (2019)	Studi Pengaruh Konfigurasi <i>Baffle blocks</i> Terhadap Peredaman Energi	Penelitian yang dilakukan ini menggunakan benda uji yaitu flume dengan ukuran 0,98 x 0,80 x 5 m dengan 9 variasi konfigurasi <i>baffle blocks</i> yang berbeda-beda pula. Model <i>baffle blocks</i> yang digunakan pada penelitian ini menggunakan <i>baffle blocks</i> dengan bentuk persegi dan juga belah ketupat. Ukuran dari <i>baffle blocks</i> sendiri yaitu dengan ukuran 10 x 10 x 7 cm.	Dengan menggunakan 9 variasi yang berbeda lalu didapatkan variasi yang memiliki nilai FR dan kehilangan energi yang paling besar yaitu pada variasi nomor 5 dengan mendapatkan nilai FR yaitu sebesar 29,27% dan juga mendapatkan nilai kehilangan energi sebesar 0,0534 m. pada penelitian ini menggunakan <i>groundsill</i> yang memiliki penurunan pada angka FR dan juga kehilangan energi yang lebih besar jika disbanding dengan <i>baffle blocks</i> .
Penelitian yang nantinya akan dilakukan oleh M. Aulia Abrar (2024)	Studi pengaruh konfigurasi <i>baffle blocks</i> bentuk trapesium terhadap peredaman energi pada spillway	Dengan menggunakan alat uji <i>Circulating Flume</i> yang berada di Lab. Hidraulika Teknik Sipil FTSP UII yang berukuran 0,98 x 0,8 x 5 m. Menggunakan bentuk <i>baffle blocks</i> yang memiliki bentuk trapesium dan memiliki ukuran luas $(\frac{1}{2} \times (10+5) \times 10) \times 2 + (12.2 \times 10) + (10 \times 10) + (7 \times 10) + (3 \times 10)$. Ada variasi dalam posisi <i>baffle block</i> yang akan disusun.	

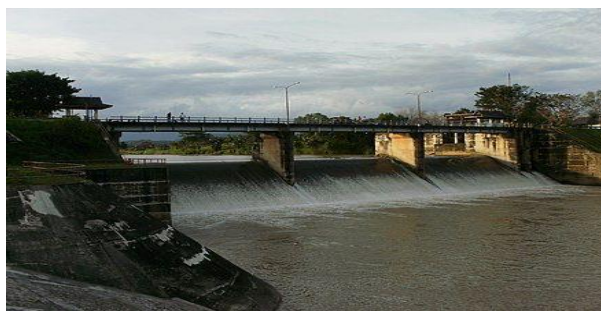
BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Bendung

3.1.1 Pengertian Bendung

Bendung dan juga bendungan memiliki perbedaan dalam fungsi atau kegunaan bangunan tersebut. Definisi bendung merujuk pada setiap struktur buatan yang berfungsi untuk menaikkan muka air, baik berupa urugan atau jenis konstruksi lainnya yang mampu menampung atau memiliki kapasitas untuk meninggikan muka air dan jika ketinggian air melebihi kapasitas tinggi bendung akan menyebabkan air melewati tubuh melalui *spillway*. Definisi bendung ini mencakup komponen seperti pondasi, bukit/tebing penyangga, serta elemen-elemen tambahan dan peralatan terkait. Bendung dalam buku KP-02 menurut Direktorat Jenderal SDA Kementrian PU adalah struktur bendung dengan ketinggian yang lebih rendah dan berfungsi untuk menaikkan ketinggian muka air yang biasanya terdapat pada sungai. Bendung biasanya terdiri dari bangunan penghalang air yang dibangun di melintang sungai besar atau sungai kecil. Contoh bendung dapat dilihat dalam **Gambar 3.1 Bendung** dibawah ini.



Gambar 3. 1 Bendung
(<https://id.m.wikipedia.org/wiki/Bendung>)

Bendung biasanya dibangun dengan material seperti beton, batu pecah, tanah dan timbunan, logam (besi/baja) dan lain-lain dengan ketinggian yang tidak lebih dari bendungan. Bangunan ini memiliki pintu air atau katup yang dapat diatur

untuk mengontrol aliran air sesuai dengan kebutuhan. Bendung memiliki peranan penting untuk membantu masyarakat dalam mengelola sumber daya air dan mendukung kegiatan ekonomi seperti pertanian dan pembangkit listrik tenaga air. Berikut adalah salah satu contoh bendung yang ada di Indonesia.

3.1.2 Klasifikasi Bendung

Ada beberapa jenis bendung berdasarkan fungsinya, antara lain:

1. Bendung Penyedia Air : Jenis bendung ini dirancang untuk meninggikan muka air dan menyalurkan air untuk keperluan konsumsi domestik, industri, dan pertanian. Bendung ini dirancang untuk menciptakan waduk untuk menyimpan air yang kemudian disalurkan sebagai sumber air minum atau untuk kebutuhan industri di area sekitar bendung.
2. Bendung Karet : Bendung ini dibangun dengan menggunakan kantong karet melintang sungai atau saluran air yang bertujuan untuk menaikkan tinggi muka air sehingga dapat dimanfaatkan untuk mengairi saluran irigasi, penyedia air baku maupun sarana pengendali banjir.



Gambar 3. 2 Bendung Karet
(Sumber : <https://timesindonesia.co.id/>)

3. Bendung Irigasi : Jenis bendung ini digunakan untuk mengalirkan air ke sistem irigasi untuk pertanian atau keperluan lainnya. Model bendung ini memiliki tujuan untuk membelokkan aliran air sungai ke saluran irigasi untuk mengairi area

pertanian disekitarnya. Bendung untuk saluran irigasi dapat dilihat pada **Gambar 3.3** dibawah ini.



Gambar 3. 3 Saluran Irigasi
(Sumber : <https://ekonomi.bisnis.com/>)

4. Bendung Pengendali Erosi : Bendung ini membantu mengontrol erosi sungai dengan mengurangi laju aliran air yang berlebihan dan mengarahkannya melalui saluran yang lebih terkendali.

Selain dibagi berdasarkan fungsinya, bendung dalam buku KP-02 menurut Direktorat Jenderal SDA Kementerian PU juga terbagi menjadi 2 macam berdasarkan tipe strukturnya yaitu bendung tetap dan bendung gerak. Adapun sebagai berikut:

1. Bendung tetap adalah salah satu jenis bendung yang dibangun melintang sungai atau saluran buatan dengan tujuan untuk menaikkan permukaan air menggunakan tinggi ambang yang tetap, sehingga air dapat dialirkan secara gravitasi ke bagian hilir bendung. Kelebihan air yang terdapat pada bagian hulu bendung kemudian disalurkan ke bagian hilir dengan terjunan yang dilengkapi dengan kolam oalk untuk meredam energi.
2. Bendung gerak adalah jenis lain dari bendung berdasarkan strukturnya. Bendung ini terdiri dari tubuh bendung dengan ambang yang dapat bergerak, dilengkapi dengan pintu-pintu yang dapat digerakkan secara vertikal maupun radial. Tipe ini memiliki fungsi ganda: mengatur tinggi muka air di hulu bendung terkait dengan muka air banjir dan menaikkan muka air sungai untuk keperluan penyadapan air. Operasional di lapangan dilakukan dengan membuka pintu sepenuhnya saat banjir besar atau membuka pintu sebagian saat banjir sedang dan kecil. Pintu ditutup sepenuhnya dalam kondisi normal.

3.1.3 Syarat – syarat Kontruksi Bendung

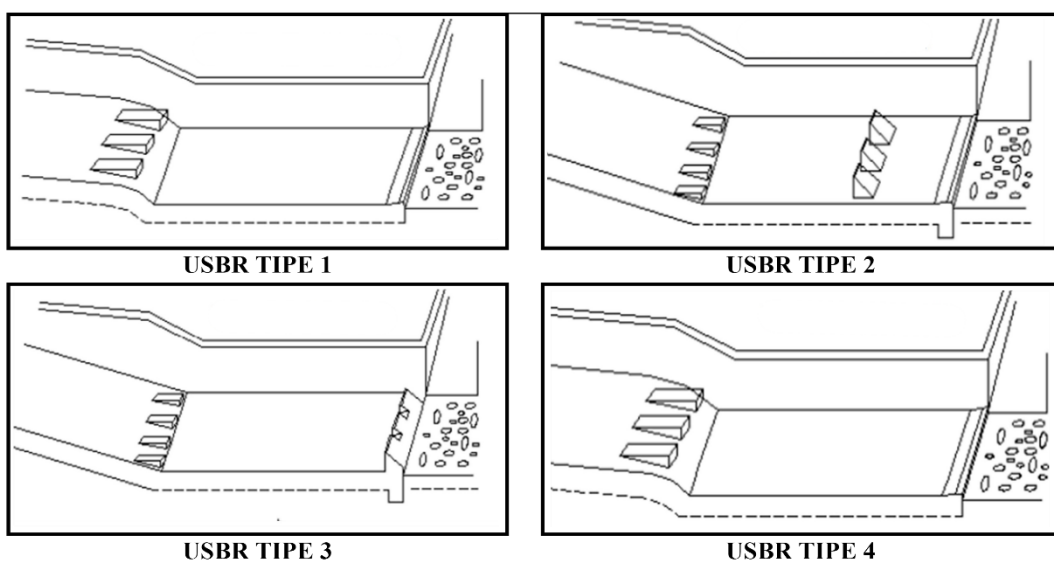
Konstruksi bendung adalah proyek teknik sipil yang melibatkan pembangunan struktur penahan air untuk mengendalikan aliran sungai atau sungai kecil. Penting untuk bekerja sama dengan insinyur sipil, ahli hidrologi, dan pihak berwenang setempat saat merencanakan dan membangun bendung untuk memastikan bahwa semua syarat dan persyaratan dipenuhi dan bahwa bendung berfungsi dengan efektif dan aman. Menurut buku KP-02 komponen dari struktur utama bendung antara lain bangunan bendung, pengambilan, pembilas, kantong lumpur, bangunan perkuatan sungai, bangunan pelengkap.

3.2 Kolam Olak

Salah satu bagian dari bendungan yang teramat penting dan harus diperhitungkan pula secara hidrologis adalah bangunan kolam olak. Fungsi dari bangunan kolam olak sendiri yaitu dengan memanfaatkan loncatan hidrolis dari alaran bangunan ini dapat meredam energi suatu aliran yang berkecepatan tinggi.

1. Kolam Olak Jenis USBR (*United States Bureau of Reclamation*)

Dengan memperhitungkan besaran energi yang masuk dan dinyatakan dengan bilangan *Froude* dan juga bahan yang akan digunakan pada bangunan kolam olak. Berdasarkan bilangan *Froude*, bangunan kolam olak terbagi menjadi beberapa bagian (Dirjen Pengairan, Departemen Pekerjaan Umum, 1986), macam-macam kolam olek tipe USBR dapat dilihat pada **Gambar 3.4** dibawah ini.



Gambar 3. 4 Kolam Olak USBR

(Sumber : dirjen pengairan, departemen pekerjaan umum, 1986)

1. Untuk bilangan *Froude* $\leq 1,7$ tidak menggunakan kolam olak pada saluran tanah. Bagian hilir pada bendungan harus dilindungi dari ancaman erosi dan saluran pasangan batu atau beton tidak menggunakan lindungan khusus. Kolam olak yang sesuai adalah USBR tipe I.
2. Untuk bilangan *Froude* $\leq 2,5$ maka kolam olak yang diperlukan untuk meredam energi secara efektif. Kolam olak dengan ambang mampu bekerja secara optimal. Kolam olak yang sesuai adalah USBR tipe II.
3. Untuk bilangan *Froude* $2,5 < Froude \leq 4,5$ maka loncatan air tidak terbentuk dan loncatan menimbulkan gelombang sampai jarak yang jauh di saluran. Kolam olak yang digunakan untuk menimbulkan turbulensi (olakan) yakni tipe USBR tipe IV.
4. Untuk bilangan *Froude* $> 4,5$ merupakan kolam terpendek dibandingkan dengan kolam olak yang lain. Kolam olak yang sesuai adalah USBR tipe III.

2. Kolam Olak Jenis *Vlughter*

Kolam olak jenis ini memiliki bentuk hidrolis berupa pertemuan suatu tampang lurus yang merupakan pemecah energi yang diakibatkan oleh jatuhnya langsung dikarnakan aliran air. Jenis *vlughter* sendiri sering digunakan pada tanah dasar aluvial dengan sungai yang didalamnya tidak banyak terdapat batu - batu besar. Lantai olakan dari puncak mercu tidak lebih dari 8 meter atau perbedaan muka air di hulu dan hilir $< 4,5$ meter.

3. Kolam Olak Jenis *Shocklitsch*

Kolam olak jenis *shocklitsch* memiliki bentuk yang sama dengan jenis *vlughter*. Berdasarkan eksperimen yang dilakukan, bentuk hidrolis kolam olak dipengaruhi oleh tinggi muka air hulu diatas mercu dan juga perbedaan tinggi antara tinggi (energi) air hulu dan juga hilir diatas mercu. Kolam olak ini dipakai ketika R atau D pada tipe *vlughter* terlalu besar sehingga penggalan untuk lantai kolam olakan beserta koperannya terlalu dalam.

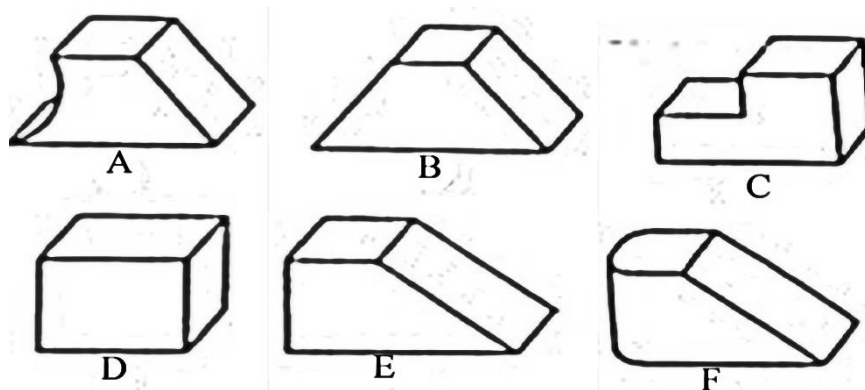
4. Kolam Olak Jenis *Bucket*

Jenis kolam olak ini hampir mirip dengan kolam olak jenis *vlughter*, akan tetapi akan lebih baik penggunaanya ketika pada daerah yang kokoh. Lantai kolam olak ini lebih aman ketika berada pada daerah banjir yang banyak terdapat batuan. Tipe

kolam olak jenis *bucket* ini dibagi menjadi 2 jenis yaitu *Solid Bucket* dan *Sky Jump*. *Solid Bucket* digunakan apabila loncatan air yang membawa bebatuan dapat menghanjurkan lantai kolam olak, maka dibuat seperti melingkar pada bagian *cut off*nya. Sedangkan tipe *Sky Jump* digunakan bila loncatan air yang tinggi dan juga keadaan air di belakang kolam olak kecil, maka dari itu diperlukannya perhitungan loncatan air.

3.3 *Baffle Block*

Balok penghalang atau sering disebut juga sebagai *baffle block*. *Baffle block* sendiri terbuat dari campuran beton yang berbentuk beraneka ragam. Bentuk dari *baffle block* sendiri yang membedakan adalah pada ukuran dan volume yang digunakan atau dapat disesuaikan dengan kondisi kolam olaknya. Fungsi dari *baffle block* sendiri antara lain adalah sebagai penyerap energi tambahan pada hilir bangunan pelimpah dan juga lapisan dasar untuk mengurangi kedalaman erosi lokal. Fungsi lain dari pemasangan *baffle block* sendiri adalah untuk mengurangi impuls aliran yang dapat mengurangi kecepatan setelah loncatan air. *Baffle blocks* memiliki peranan penting dalaman mengelola aliran air yang deras seteerlah melewati terjunan pada *spillway*. Redaman energi yang terjadi setelah itu akan mempengaruhi bilangan *Froude*, sehingga dapat mempengaruhi kondisi aliran yang awalnya superkritis menjadi subkritis. Kondisi ini tidak hanya melindungi struktur dari kerusakan akibat erosi akan tetapi juga memastikan distribusi tekanan yang lebih merata dan aman pada bagian hilir bendung. Beberapa bentuk *baffle block* dapat dilihat pada **Gambar 3.5** dibawah ini.



Gambar 3. 5 Bentuk-bentuk *Baffle blocks*

(sumber: Record of appurtenances (Basin III))

Menurut salah satu penelitian yang dilakukan oleh Agnes (1999) mendapatkan kesimpulan bahwa adanya *baffle block* yang dipasang pada kolam olak berfungsi sebagai pemecah energi. Dari hasil pemasangan *baffle block* terdapat hasil bahwa blok penghalang dapat membawa pengaruh pada perbedaan panjang kolam olak. Dari model bangunan pelimpah sendiri loncatan air yang dihasilkan terdapat perbedaan bahwa loncatan air yang lebih Panjang ada pada kolam olah yang tidak menggunakan *baffle block*.

Berdasarkan besaran penurunan kecepatan aliran air dan juga energi yang terjadi bahwasanya konfigurasi susunan dan bentuk dari bangunan blok penghalang mana yang paling efektif. Dengan tujuan untuk mereduksi tekanan air ke atas pada bagian hilir merupakan maksud dari dibangunnya bangunan *baffle block* sehingga dapat meminimalisir kerusakan yang terjadi pada bangunan kolam olak. Posisi bangunan kolam olak sendiri umumnya dibangun pada bagian hilir suatu bendungan atau di dekat loncatan air pada bagian bawah kaki limpasan.

3.4 Aliran Saluran Terbuka

Aliran saluran terbuka adalah istilah yang digunakan dalam ilmu teknik sipil dan hidrologi untuk menggambarkan aliran air di dalam sistem saluran terbuka, seperti sungai, sungai kecil, kanal, atau parit. Aliran saluran terbuka dibedakan dari aliran dalam saluran tertutup, seperti pipa. Berkaitan dengan penelitian ini, saluran terbuka dan juga *baffle blocks* saling berkaitan dalam pengendalian aliran air. Aliran pada saluran terbuka dapat mengalami perubahan energi yang signifikan, terutama setelah penurunan pada kemiringan terjunan, *baffle blocks* ditempatkan pada kolam olak untuk meredam energi kinetik dari aliran air yang deras.

Beberapa karakteristik aliran saluran terbuka meliputi:

1. Terbuka: Saluran ini terbuka di bagian atasnya dan terbuka untuk interaksi dengan lingkungannya. Ini berarti saluran ini terpapar kepada cuaca, matahari, dan faktor-faktor eksternal lainnya.

2. Variabilitas Aliran: Aliran dalam saluran terbuka dapat bervariasi seiring waktu, terutama dalam respons terhadap curah hujan atau saluran masuk dari sumber air lainnya seperti mata air atau sungai lainnya.
3. Pergerakan Gravitasi: Aliran saluran terbuka dipengaruhi oleh gaya gravitasi, yang mengarahkan air mengalir dari titik yang lebih tinggi ke titik yang lebih rendah dalam saluran.
4. Profil Saluran: Aliran dalam saluran terbuka memiliki profil yang dapat berubah sepanjang saluran, tergantung pada topografi dan karakteristik lainnya. Ini termasuk kedalaman, lebar, dan kecepatan aliran.
5. Erosi dan Sedimentasi: Aliran saluran terbuka dapat menyebabkan erosi tanah di sepanjang tepi saluran dan deposit sedimen di tempat-tempat yang lebih rendah dalam saluran.
6. Penggunaan Manusia: Saluran terbuka sering dimanfaatkan oleh manusia untuk berbagai keperluan, seperti irigasi pertanian, transportasi air, atau pengendalian banjir.

Pemahaman tentang aliran saluran terbuka sangat penting dalam perencanaan, manajemen, dan pengelolaan sumber daya air. Ini melibatkan perhitungan kecepatan aliran, debit air, erosi aliran, dan faktor-faktor lain yang memengaruhi aliran air dalam saluran terbuka.

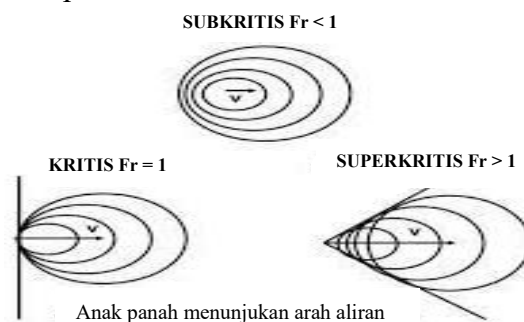
3.5 Aliran Subkritis, Kritis, dan Superkritis

Aliran dalam saluran terbuka dapat digolongkan ke dalam tiga kondisi utama berdasarkan nilai bilangan *Froude* (Fr), yaitu aliran subkritis, kritis, dan superkritis. Bilangan *Froude* adalah salah satu parameter penting dalam hidrolika yang menggambarkan hubungan antara kecepatan aliran, kedalaman, dan percepatan gravitasi. Berikut penjelasan singkat tentang ketiga kondisi aliran ini:

1. Aliran Subkritis (*Subcritical Flow*):
 - Aliran subkritis terjadi ketika bilangan *froude* (Fr) kurang dari 1 ($Fr < 1$). Kecepatan aliran < kecepatan gelombang permukaan.
 - Pada aliran ini, cenderung stabil dan permukaan air relatif tenang. Biasanya terjadi pada saluran yang lebar dan aliran yang lambat.

- Aliran subkritis menurut Suharyanto dan Susilo (2013), dalam buku “Hidraulika Saluran Terbuka” sering ditemui pada sungai dengan kecepatan aliran yang rendah dan permukaan yang tenang.
2. Aliran Kritis (*Critical Flow*):
- Aliran kritis terjadi ketika bilangan *Froude* (Fr) sama dengan 1 ($Fr=1$). Kecepatan aliran = kecepatan gelombang permukaan.
 - Pada aliran kritis, aliran berada pada titik transisi antara aliran subkritis dan superkritis. Perubahan kecil pada kecepatan atau kedalaman aliran dapat menyebabkan transisi aliran.
 - Aliran kritis menurut Hanafiah (2010) dalam bukunya “Mekanika Fluida dan Hidrolika”, adalah kondisi keseimbangan dimana energi spesifik aliran adalah minimum untuk debit tertentu, dan perubahan kecil dalam aliran ini dapat menyebabkan pergeseran aliran.
3. Aliran Superkritis (*Supercritical Flow*):
- Aliran superkritis terjadi ketika bilangan *Froude* (Fr) lebih besar dari 1 ($Fr > 1$). Kecepatan aliran $>$ kecepatan gelombang permukaan.
 - Pada aliran ini, cenderung tidak stabil dan sering disertai dengan turbulensi dan gelombang besar. Biasa terjadi pada saluran dengan kemiringan curam atau aliran yang cepat.
 - Aliran superkritis menurut Nugroho dan Yulianto (2015) dalam buku “Teknik Hidrolika dan Hidrologi” sering ditemukan di daerah hilir bendung dengan kemiringan curam, dengan kecepatan aliran yang sangat tinggi dan permukaan air tidak stabil.

Kondisi aliran dapat dilihat pada **Gambar 3.6** dibawah ini.



Gambar 3. 6 Aliran Kritis, Subkritis, dan Superkritis
(sumber: eprints.ums.ac.id)

Ketiga kondisi aliran ini memiliki karakteristik yang berbeda dan penting dalam merancang dan mengelola sistem aliran air yang lebih efisien dan berkelanjutan. Aliran subkritis umumnya terkait dengan aliran sungai yang lambat, sementara aliran superkritis umumnya terkait dengan aliran sungai yang cepat dan bahkan dapat terjadi pada sungai yang mendaki. Aliran kritis sering terjadi pada titik kontrol tertentu dalam sistem saluran terbuka dan memengaruhi perencanaan dan desain struktur hidrolika seperti bendung atau *spillway*.

3.6 Hukum Konservasi

Hukum konservasi adalah prinsip dasar dalam fisika dan ilmu alam yang menyatakan bahwa dalam sistem tertutup atau terisolasi, jumlah beberapa sifat fisik tertentu tetap konstan seiring waktu, meskipun sifat-sifat yang lain dapat berubah. Ini adalah prinsip yang sangat penting dalam pemahaman dan penerapan banyak konsep fisika, termasuk hukum-hukum dasar seperti Hukum Kekekalan Massa, Hukum Kekekalan Energi, dan Hukum Kekekalan Momentum. Berikut adalah penjelasan singkat tentang ketiga hukum kekekalan ini:

1. Hukum kekekalan massa: Hukum ini menyatakan bahwa dalam suatu sistem tertutup, massa total sistem tersebut tetap konstan. Ini berarti bahwa tidak ada massa yang diciptakan atau dihancurkan, hanya dapat mengalami perubahan bentuk atau lokasi. Contohnya, dalam reaksi kimia, jumlah atom dari unsur-unsur yang terlibat dalam reaksi tidak berubah.
2. Hukum kekekalan energi: Hukum ini menyatakan bahwa dalam suatu sistem tertutup, total energi sistem tersebut tetap konstan. Energi tidak bisa diciptakan atau dihancurkan, hanya dapat berubah dari satu bentuk menjadi bentuk lain. Misalnya, dalam suatu mesin, energi mekanik dapat berubah menjadi energi panas atau energi listrik.
3. Hukum kekekalan momentum: Hukum ini menyatakan bahwa dalam suatu sistem tertutup, momentum total sistem tersebut (produk dari massa dan kecepatan) tetap konstan jika tidak ada gaya eksternal yang bekerja pada sistem tersebut. Ini berarti bahwa jika tidak ada gaya yang diberikan kepada atau diambil dari sistem, momentumnya tetap konstan. Contoh penggunaan

hukum ini adalah dalam pergerakan objek di ruang hampa udara atau pergerakan benda di luar angkasa.

Hukum-hukum kekekalan ini adalah dasar bagi pemahaman kita tentang bagaimana alam semesta beroperasi dan memberikan dasar untuk banyak teori dan konsep dalam fisika modern. Mereka juga digunakan dalam berbagai aplikasi teknik dan ilmiah, termasuk perencanaan dan analisis dalam bidang seperti rekayasa, astronomi, kimia, dan banyak lagi.

3.7 Gerusan

Menurut Neil pada tahun 1973 gerusan adalah penurunan dasar sungai yang disebabkan dengan adanya erosi pada bagian bawah elevasi permukaan alami atau biasa disebut dengan datum. Gerusan adalah proses alami di mana air sungai menggerus, mengangkut, dan mengendapkan material-material seperti batuan, pasir, kerikil, dan lumpur di dasar sungai. Ada tiga gerusan menurut Raudkivi dan Ettema (1983), yaitu :

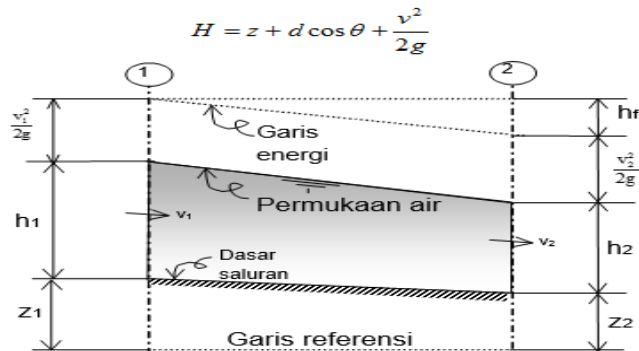
1. *General Scour*
2. *Localized Scour / Constriction Scour*
3. *Local Scour*

Gerusan yang umumnya terjadi pada aliran sungai adalah gerusan lokal atau *local scoure*. Gerusan atau *local scouring* adalah fenomena erosi atau pengikisan material dasar sungai atau saluran yang terjadi secara lokal di sekitar struktur yang ditempatkan di dalam aliran air, seperti pilar jembatan, bendung, atau struktur hidraulik lainnya. Fenomena ini terjadi karena aliran air mengalami perubahan kecepatan dan tekanan di sekitar struktur tersebut, yang menyebabkan material dasar seperti pasir atau kerikil terangkat dan terbawa oleh arus, sehingga terbentuk cekungan atau lubang di dasar sungai atau saluran.

Gerusan lokal dapat menyebabkan masalah serius pada stabilitas struktur jika tidak ditangani dengan baik, karena pengikisan yang berkelanjutan dapat merusak fondasi struktur. Untuk mengatasi gerusan lokal, sering digunakan perlindungan seperti riprap (batu besar) atau struktur lainnya untuk menstabilkan material dasar dan mencegah erosi lebih lanjut.

3.8 Kehilangan Energi

Jumlah besarnya energi pada penampang pada bagian hulu dengan besarnya energi yang ada pada penampang pada bagian hilir ditambah dengan nilai kehilangan energi di antara kedua penampang tersebut (h_f) disebut dengan hukum kekekalan energi. Kontinuitas aliran dapat dilihat pada **Gambar 3.7** dibawah ini.



Gambar 3. 7 Kontinuitas Aliran Pada Suatu Pias

(sumber: <https://teknikmesinunisma.blogspot.com/>)

$$z_1 + d_1 \cos \theta + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + d_2 \cos \theta + \frac{v_2^2}{2g} + h_f$$

Dengan:

z_1 = tinggi dasar saluran di penampang 1

z_2 = tinggi dasar saluran di penampang 2

d_1 = kedalaman aliran di penampang 1

d_2 = kedalaman aliran di penampang 2

θ = sudut kemiringan dasar saluran

v_1 = kecepatan di penampang 1

v_2 = kecepatan di penampang 2

g = gaya gravitasi bumi

h_f = kehilangan energi antara penampang 1 dan penampang 2

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Jenis Penelitian

Sebuah penelitian berjudul "Studi pengaruh konfigurasi *baffle blocks* bentuk trapesium terhadap peredaman energi pada spillway" telah dilaksanakan di laboratorium Hidrolika yang terletak di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Dalam penelitian ini, peneliti menciptakan suatu model *baffle blocks* berbentuk trapesium yang terbuat dari campuran beton dengan dimensi yang sesuai dengan ukuran saluran hidraulik. Selanjutnya, penelitian ini dilakukan dengan cara mengalirkan aliran air dengan debit tertentu melalui saluran percobaan dan mengamati kecepatan aliran serta bilangan *Froude* di sebelah hilir dari *baffle blocks* tersebut.

4.2 Alat dan Bahan Penelitian

Untuk pelaksanaan penelitian yang akan dilakukan penulis, maka dibutuhkan alat dan bahan agar penelitian berjalan dengan lancar. Alat dan Bahan yang akan dibutuhkan selama penelitian adalah sebagai berikut.

1. *Circulating Flume*

Circulating flume adalah alat atau sistem yang digunakan dalam bidang ilmu kelautan, hidrografi, dan teknik sipil untuk melakukan percobaan atau penelitian terkait dengan pergerakan air, aliran sungai, pergerakan sedimen, atau fenomena terkait air. Sistem ini memungkinkan pengguna untuk mensimulasikan kondisi aliran air tertentu dalam skala laboratorium atau lapangan dengan mengatur berbagai parameter seperti kecepatan aliran, volume air, kedalaman, dan karakteristik lainnya.

Circulating flume biasanya terdiri dari saluran berbentuk seperti saluran air buatan yang dilengkapi dengan pompa air, sensor aliran, dan peralatan lainnya yang memungkinkan pengguna untuk mengontrol dan mengukur berbagai aspek aliran air. Ini adalah alat yang penting dalam penelitian dan

pengembangan dalam berbagai disiplin ilmu, termasuk hidrologi, geologi, oceanografi, dan rekayasa sipil.



Gambar 4. 1 *Circulating Flume*
(sumber: dokumentasi pribadi)

Dalam penggunaannya, *circulating flume* dapat digunakan untuk studi tentang erosi pantai, perilaku aliran sungai, transportasi sedimen, pembentukan saluran sungai, serta pengembangan dan pengujian model struktur seperti bendungan atau pelabuhan.

2. *Baffle blocks*

Baffle blocks dengan menggunakan model trapesium yang memiliki sudut kemiringan 45° . *Baffle blocks* yang akan dibuat oleh peneliti memiliki dimensi panjang 10 cm, lebar 10 cm, dan tinggi 7 cm. Untuk bahan yang digunakan adalah campuran pasir, semen dan juga air, lalu dicetak kedalam multiplek berbentuk prisma trapesium tanpa atap.

3. Isolasi

Fungsi utama dari penggunaan isolasi pada penelitian ini yaitu merekatkan *baffle blocks* kepada *flume*. Isolasi yang digunakan bermerk 3M.

4. Penggaris

Alat ukur ini digunakan untuk mengukur ketinggian air.

5. Stopwatch

Stopwatch yang berguna untuk menghitung waktu ini memiliki fungsi menghitung waktu penampungan aliran.

6. *Current Meter*

Fungsi dari alat ini adalah untuk mengukur kecepatan aliran pada saluran flume.

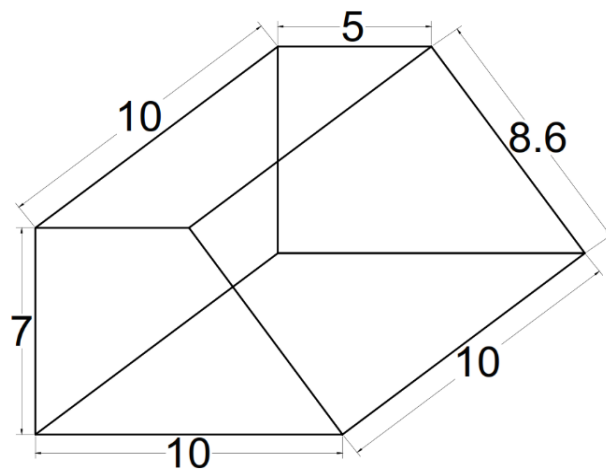
4.3 Data Penelitian

Dalam melakukan penelitian permodelan, penting memiliki data yang mencerminkan situasi aktual di lapangan. Data yang akurat akan mempengaruhi hasil penelitian agar sesuai dengan situasi sebenarnya di lapangan. Untuk isolasi yang digunakan ditelpelkan terlebih dulu pada *baffle blocks* lalu diletakkan pada konfigurasi yang sudah ditentukan. Maka dari itu untuk memastikan bahwa permodelan mencerminkan kondisi yang sebenarnya, diperlukan penggunaan beberapa data yang saling mendukung. Dalam penelitian ini, data primer yang dibutuhkan meliputi:

1. Ukuran saluran flume
 - a. Panjang *flume* = 10,07 m
 - b. Lebar *flume* = 0,37 m
 - c. Tinggi *flume* = 0,6 m
 - d. Tinggi terjunan = 1,1465 m
 - e. Luas kolam hulu *flume* = 0,6 m²
2. Dimensi bak penampungan
 - a. Panjang = 6,2667 m
 - b. Lebar = 1,9805 m
 - c. Ketinggian = 0,7264 m
3. Ketinggian aliran (h)
4. Volume air pada kolam tampungan (Vol)
5. Waktu penampungan (t)

4.4 Pembuatan Model

Dalam pelaksanaan unuk penelitian yang akan dilakukan, merupakan model *baffle block* berbentuk trapezium. Model *baffle block* sendiri terbuat dari bahan campuran beton yang akan dibuat hingga 35 buah. *Baffle block* akan dibuat dengan ukuran panjang 10 cm, lebar 10 cm, dan tinggi 7 cm. Agar lebih jelasnya *Baffle block* yang digunakan dapat dilihat pada **Gambar 4.2** dibawah ini.



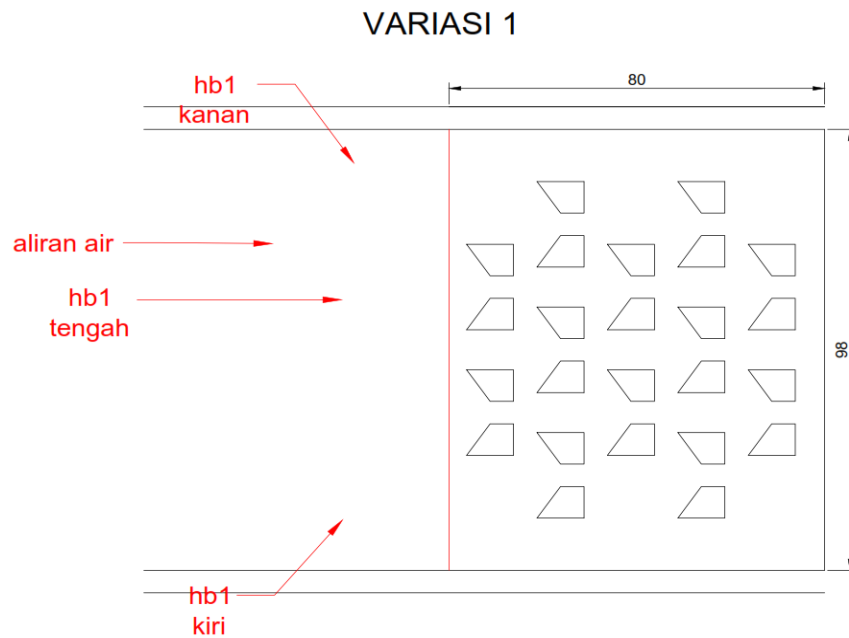
Gambar 4. 2 Bentuk Model *Baffle Block* Trapezium
(sumber: dokumentasi pribadi)

4.5 Pengumpulan Data

4.5.1 Variasi Konvigurasi

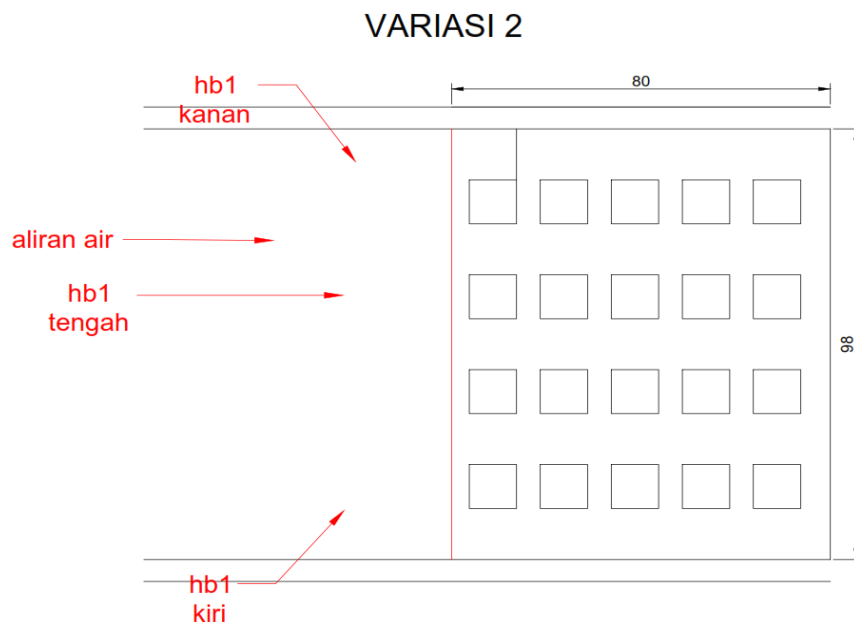
Penelitian yang dilakukan oleh peneliti kali ini dilakukan dengan menggunakan berbagai variasi terkait susunan letak dari *baffle block* itu sendiri. Dengan beberapa variasi ini, berikut adalah beberapa konfigurasi yang akan dilakukan oleh peneliti, agar lebih jelasnya gambar dari masing masing konfigurasi dapat dilihat pada beberapa gambar dibawah ini. **Gambar 4.3** hingga **Gambar 4.9** merupakan konfigurasi yang akan dilakukan, adalah sebagai berikut :

Berikut merupakan **Gambar 4.3** konfigurasi *baffle blocks* variasi 1. Dengan *baffle blocks* menghadap kedalam dan aliran yang bertabrakan ditengah *baffle blocks*.



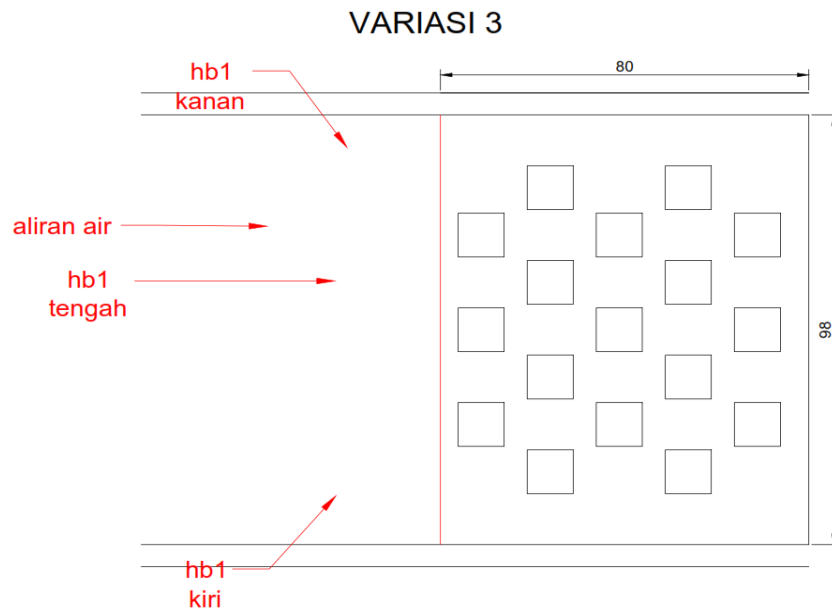
Gambar 4. 3 Bentuk Model *Baffle Block* Variasi 1

Berikut merupakan **Gambar 4.4** konfigurasi *baffle blocks* variasi 2. Dengan *baffle blocks* menghadap kebawah dan aliran yang ditahan *baffle blocks* serta sebagian lolos tanpa halangan.



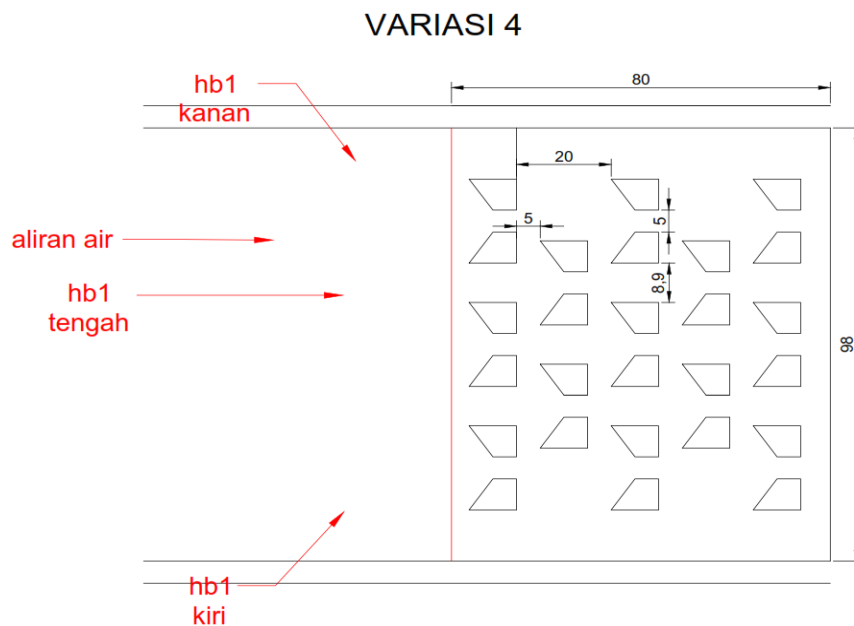
Gambar 4. 4 Bentuk Model *Baffle Block* Variasi 2

Berikut merupakan **Gambar 4.5** konfigurasi *baffle blocks* variasi 3. Dengan *baffle blocks* menghadap kebawah dan aliran yang ditahan *baffle blocks* baris 1, 2 dan selanjutnya serta aliran lolos pada pinggir saluran tanpa halangan.



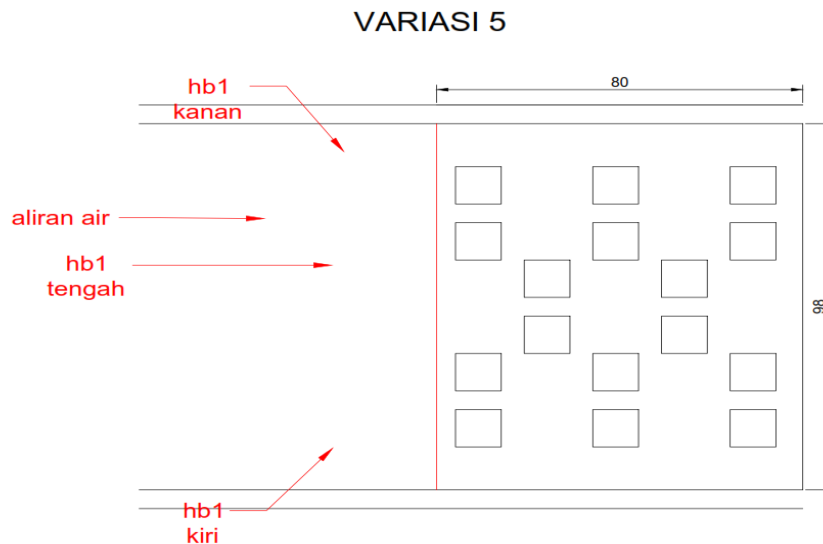
Gambar 4. 5 Bentuk Model *Baffle Block* Variasi 3

Berikut merupakan **Gambar 4.6** konfigurasi *baffle blocks* variasi 4. Dengan *baffle blocks* menghadap kedalam dan aliran yang bertabrakan ditengah *baffle blocks*.



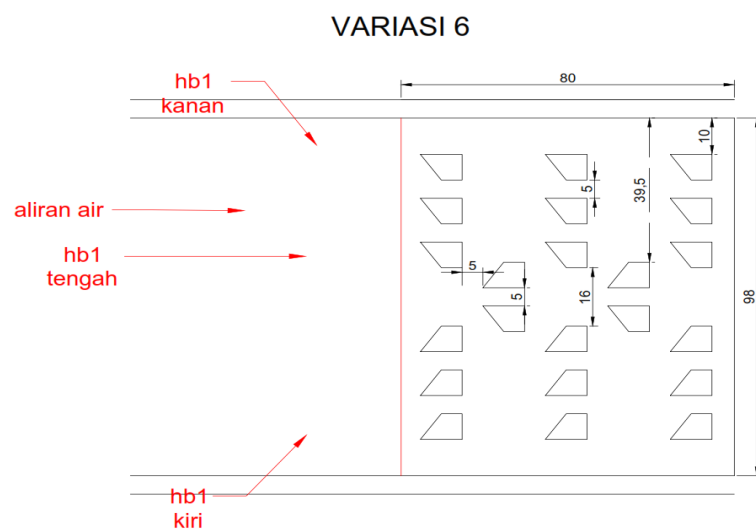
Gambar 4. 6 Bentuk Model *Baffle Block* Variasi 4

Berikut merupakan **Gambar 4.7** konfigurasi *baffle blocks* variasi 5. Dengan *baffle blocks* menghadap kebawah dan aliran yang ditahan *baffle blocks* berpasangan serta aliran lolos pada bagian pinggir saluran tanpa halangan.



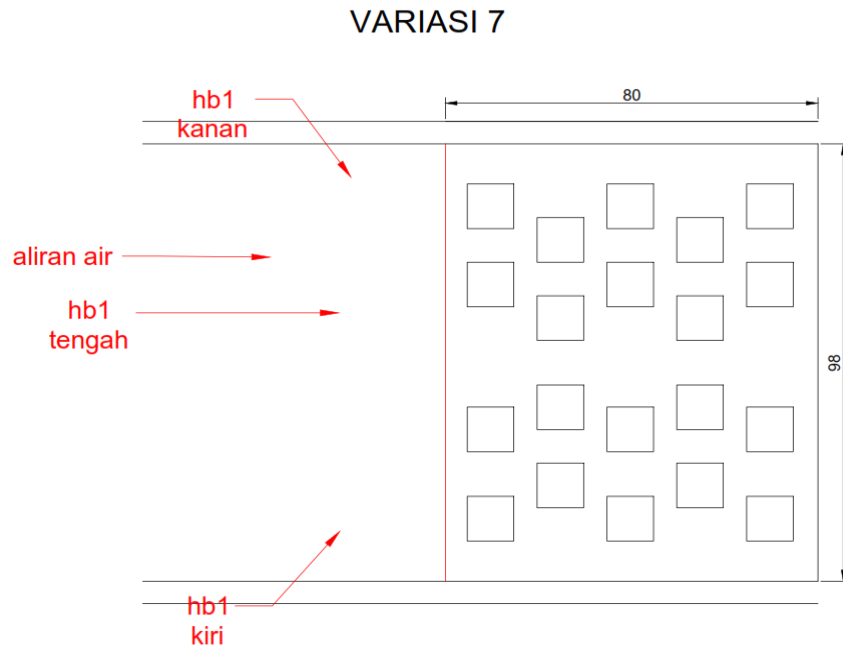
Gambar 4. 7 Bentuk Model Baffle Block Variasi 5

Berikut merupakan **Gambar 4.8** konfigurasi *baffle blocks* variasi 6. Dengan *baffle blocks* baris 1,3, dan 5 menghadap kedalam dan *baffle blocks* baris 2 dan 4 menghadap keluar serta aliran yang bertabrakan ditengah *baffle blocks* baris 1,3, dan 5 dan menyebar pada baris 2 dan 4.



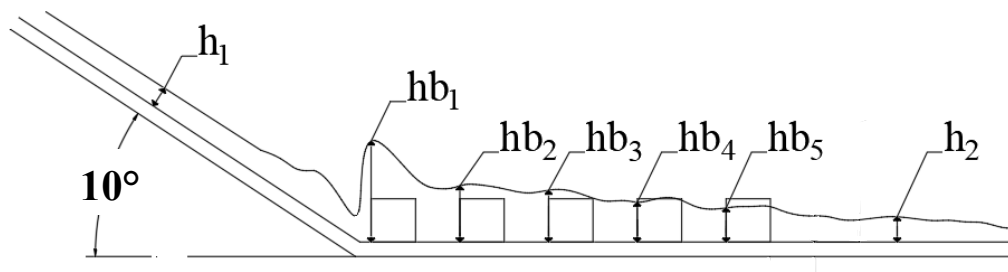
Gambar 4. 8 Bentuk Model Baffle Block Variasi 6

Berikut merupakan **Gambar 4.9** konfigurasi *baffle blocks* variasi 7. Dengan *baffle blocks* menghadap kebawah dan aliran yang ditahan *baffle blocks* berpasangan selang seling serta aliran lolos pada bagian tengah saluran.

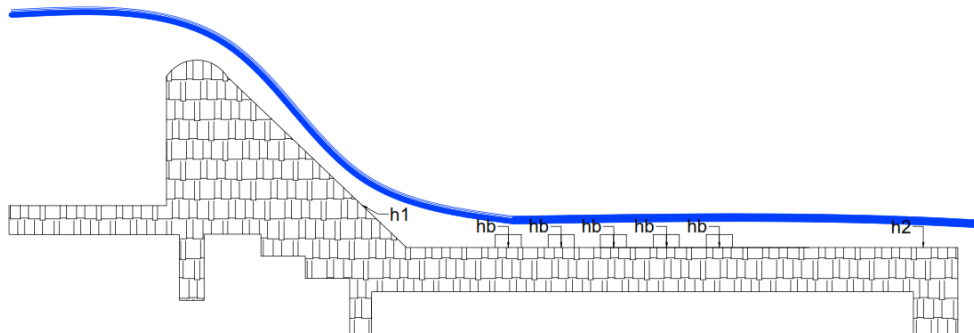


Gambar 4. 9 Bentuk Model Baffle Block Variasi 7

Dari berbagai susunan *baffle blocks* yang telah disebutkan di atas, data kedalaman aliran diambil menggunakan kode baris yang berbeda, yaitu h_1 untuk kedalaman di dekat *baffle blocks* hulu hingga h_5 untuk kedalaman di sekitar *baffle blocks* bagian hulu, dan h_2 untuk kedalaman aliran di sekitar *baffle blocks* bagian hilir. Tiap baris diambil tiga data kedalaman dari sebelah kiri, tengah, dan kanan saluran. Rincian lebih lanjut dapat ditemukan dalam **Gambar 4.10 dan 4.11**.



Gambar 4. 10 Perencanaan Baris Konfigurasi Baffle blocks



Gambar 4. 11 Titik Pengambilan Kedalaman Air

4.5.2 Variasi Bukaannya

Untuk mengendalikan laju aliran yang mengalir, diperlukan penyesuaian pada bukaannya tuas yang ada di dalam sistem *flume*. Jumlah bukaannya pada tuas tersebut akan memiliki dampak pada volume air yang mengalir melalui saluran. Penentuan jumlah bukaannya pada tuas dilakukan untuk memastikan bahwa debit air tetap konsisten pada setiap variasi susunan, meskipun tidak selalu sama persis, namun perbedaannya tidak terlalu besar.

Dalam penelitian ini, variasi pengaturan bukaannya tuas digunakan, yaitu bukaannya 2 dan 3. Mengapa penelitian ini tidak menggunakan bukaannya 1, dikarenakan aliran yang terjadi jika hanya 1 bukaannya yaitu sangat kecil dengan ketinggian aliran < 0.5 cm sehingga sulit untuk dilakukan pengamatan pada aliran. Alasan lainnya yaitu kondisi aliran yang terjadi adalah aliran subkritis dengan bilangan *froude* < 1 . Pengaturan bukaannya 2 atau 3 melibatkan putaran tuas searah jarum jam dari posisi awal hingga dua atau tiga putaran lengkap. Sementara itu, pengaturan bukaannya lainnya melibatkan putaran tuas searah jarum jam dari posisi awal lalu putaran lengkap hingga kembali ke titik awal. Untuk debit dari masing - masing variasi bukaannya antara lain pada bukaannya 2 debit alirannya sebesar $0,016834613 \text{ m}^3$ sedangkan pada bukaannya 3 debit alirannya sebesar $0,027124347 \text{ m}^3$. Dapat dilihat pada **Gambar 4.12** dibawah ini.



Gambar 4. 12 Tuas pada *Flume*
(sumber: dokumentasi pribadi)

4.5.3 Langkah-langkah Pengambilan Data

Penelitian ini sangat membutuhkan data primer yang akan diperoleh dari penelitian ini yang akan dilakukan di Laboratorium Hidrolika Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Berikut merupakan langkah-langkah pengambilan data dalam penelitian ini:

1. Pengaturan sudut arah aliran di dalam flume dan pengukuran dimensi dari saluran flume serta kolam penampungan. Dapat dilihat pada **Gambar 4.13** dibawah ini.



Gambar 4. 13 Mengatur Kemiringan *Circulating Flume*
(sumber: dokumentasi pribadi)

2. Penghidupan pompa air sampai kolam penampungan mencapai kapasitas penuh. Dapat dilihat pada **Gambar 4.14** dibawah ini.



Gambar 4. 14 Tandon pada *Circulating Flume*

(sumber: dokumentasi pribadi)

3. Putaran tuas digunakan untuk mengalirkan air.
4. Penyesuaian bukaan tuas dilakukan untuk memperoleh aliran sesuai dengan yang diinginkan, kemudian pengukuran debit dilakukan dengan metode volumetrik, yaitu dengan mengukur volume air yang meluap ke dalam kolam penampungan.
5. Setelah air mengalir, observasi dilakukan terhadap parameter karakteristik aliran, termasuk tinggi air di hulu (h_1), tinggi air di antara blok penghalang (h_b), dan tinggi air di hilir (h_2) dan juga mengukur kecepatan dengan menggunakan *current meter*.
6. Penghentian aliran dilakukan dengan menutup tuas.
7. Eksperimen pada poin ke-2 hingga ke-6 diulang dengan variasi putaran tuas sampai mencapai tingkat debit yang diinginkan.
8. Berikutnya, tahap eksperimen dilakukan dengan menggunakan blok penghalang. Eksperimen ini diulangi dengan variasi posisi dan letak blok sesuai dengan rencana variasi yang telah disusun.
9. Blok penghalang disusun dan ditempel menggunakan isolasi, kemudian diamkan hingga isolasi mengeras selama ± 10 menit.

10. Pompa air diaktifkan dan tuas diputar sesuai dengan prosedur yang telah ditentukan sebelumnya.
11. Setelah air mengalir, karakteristik aliran diamati. Pengamatan dilakukan saat aliran telah mencapai kestabilan, termasuk pengukuran kedalaman tinggi muka air dan waktu penampungan di kolam penampungan akhir.
12. Selama proses pengamatan di kolam penampungan, pengamatan juga dilakukan terhadap tinggi aliran di dalam flume, termasuk tinggi air di hulu (h_1), tinggi air di antara blok baffle (h_b), dan tinggi air di hilir (h_2).
13. Setelah semua data terkumpul, tuas ditutup, mesin pompa air dimatikan, dan air dalam kolam penampungan dikuras agar dapat digunakan kembali untuk eksperimen selanjutnya.
14. Dengan data yang diperoleh, perhitungan dilakukan untuk mendapatkan debit aliran (Q), kecepatan aliran (V), dan *Froude* number (Fr).
15. Eksperimen pada poin ke-9 hingga ke-14 diulang dengan variasi perubahan bentuk dan konfigurasi blok baffle untuk mendapatkan data yang digunakan dalam perbandingan peredam energi pada setiap konfigurasi.

4.6 Analisis Data

Data yang telah diperoleh dari penelitian akan disubmit pada proses analisis untuk mencapai kesimpulan. Langkah-langkah analisis yang akan diikuti adalah sebagai berikut:

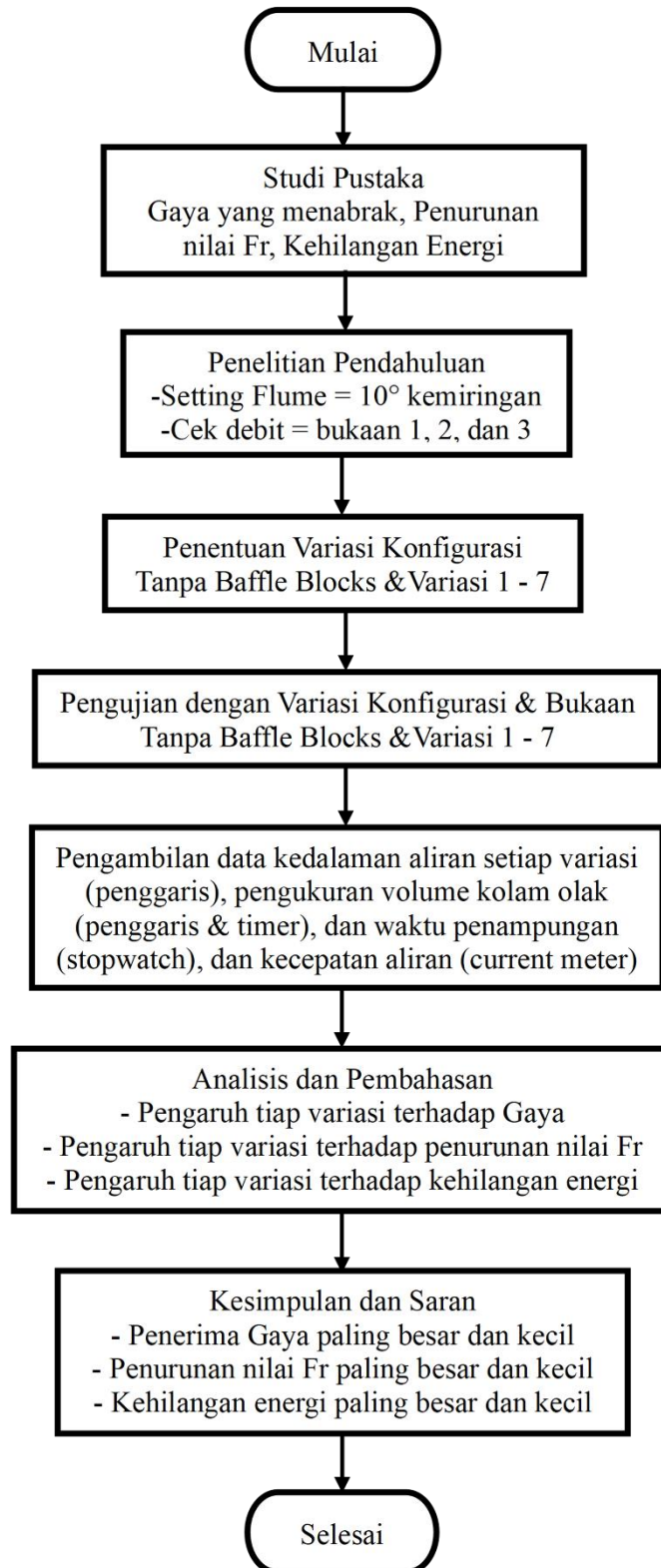
1. Perhitungan debit akan dilakukan pada setiap eksperimen dengan menggunakan parameter volume penampungan dan waktu penampungan (t).
2. Kecepatan rata-rata aliran akan dihitung berdasarkan perhitungan debit yang telah dihasilkan sebelumnya.
3. Nilai *Froude* akan dihitung untuk tiap eksperimen guna mengungkap karakteristik aliran.
4. Selain itu, peredaman energi pada hilir bendung dengan perlindungan *baffle blocks* juga akan dihitung.

Penelitian ini memvariasikan dua parameter utama, yakni susunan *baffle blocks* dan bukaan tuas flume. Data ini dikumpulkan pada setiap variasi model

baffle blocks. Terdapat enam variasi susunan *baffle blocks* yang akan dieksplorasi, bersama dengan dua variasi bukaan tuas yang akan diuji dalam percobaan ini.

4.7 Bagan Alir Penelitian

Berikut began alir penelitian yang dilakukan oleh peneliti.



Gambar 4. 15 Bagan Alir Penelitian

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

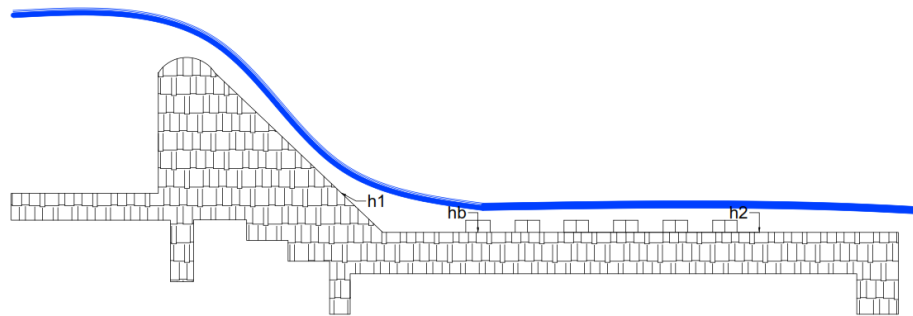
5.1 Analisis Pendahuluan

Penelitian atau analisis data yang diteliti dilakukan menggunakan *circulating flume* yang terdapat pada Laboratorium Hidrolika Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Dari penelitian yang dilakukan diatas melakukan pengamatan pada analisis konfigurasi *baffle block* yang memiliki pengaruh terhadap kehilangan energi dan juga loncatan air pada kolam olak. Dari penelitian yang dilakukan akan mendapatkan hasil yang paling efektif dari masing-masing bukaan. Konfigurasi yang paling efektif ini dilihat dari penurunan angka Froude, gaya pada aliran dan juga kehilangan energi pada setiap konfigurasi yang ada. Pada setiap konfigurasi yang dilakukan terdapat beberapa variasi pada jumlah *baffle blocks* yang dipakai, posisi dari *baffle blocks* dan juga jarak antar *baffle blocks* satu dengan *baffle blocks* yang lainnya.

Circulating Flume yang terdapat di laboratorium hidrolika memiliki beberapa keterbatasan yang kurang lebih dapat mempengaruhi penelitian yang nantinya memiliki pengaruh pada keterbatasan dalam melihat loncatan hidraulik. Kekurangan *Circulating Flume* terdapat pada kemiringan terjunan air yang memiliki kemiringan maksimal yaitu 20° (Dua puluh derajat). Dari batas kemiringan yang ada, menyebabkan kecepatan pada air yang meluncur atau mengalir menjadi rendah dan dapat mempengaruhi kondisi aliran pada kolam olak sehingga loncatan hidrolik yang relatif kecil. *Circulating Flume* sendiri memiliki tandon yang berguna untuk menampung air yang akan diterjunkan berdasarkan bukaan tertentu. Jika bukaan < 2 debit yang dihasilkan akan sangat kecil, jika > 3 debit yang dihasilkan akan membuat tandon yang ada pada *Circulating Flume* cepat habis dan tidak mendapatkan data yang optimal dengan sekali percobaan atau pengujian.

1. Karakteristik aliran
 - a. Tinggi muka air di hulu *baffle blocks* (h_1)
 - b. Tinggi muka air diantara *baffle blocks* (h_{bi})
 - c. Tinggi muka air di hilir *baffle blocks* (h_2)

Pada **Gambar 5.1** dapat dilihat ketinggian muka air aliran seperti dibawah ini.



Gambar 5. 1 Tinggi Muka Air Aliran

2. Perhitungan Debit, Kecepatan, angka *Froude* (Fr) dan Kehilangan energi
 - a. Lebar Saluran (b)
 - b. Luas Saluran (A)
 - c. Volume tampungan air (Vol) setiap pertambahan tinggi (H) 3 cm
 - d. Waktu penampungan air pada kolam penampungan dengan kenaikan air setiap 3 cm (t).
 - e. Kecepatan aliran pada saluran (V).
 - f. Debit aliran (Q).
 - g. Kehilangan energi
 - h. Angka *Froude*

5.1.1 Kondisi Aliran Sebelum Pemasangan *Baffle blocks*

Kondisi aliran air pada *flume* sebelum terpasangnya *baffle blocks* dapat dilihat pada **Gambar 5.2 dan Gambar 5.3**. Kondisi kedua aliran ini yang membedakan terletak pada bukaan tuas yang berbeda. Pada **Gambar 5.2** adalah kondisi aliran air bukaan 2, sedangkan pada **Gambar 5.3** adalah kondisi aliran air bukaan 3. Persamaan dari kedua kondisi ini adalah tidak terlihatnya loncatan air yang disebabkan oleh panjang penampang datar yang tidak memungkinkan untuk melihat loncatan air. Kondisi penampang yang terlalu pendek menyebabkan

sebelum terjadinya loncatan aliran air sudah terjun terlebih dahulu kedalam kolam penampungan. Kondisi aliran tanpa *baffle blocks* dapat dilihat pada **Gambar 5.2** dan **Gambar 5.3** sebagai berikut.



Gambar 5. 2 Kondisi Aliran tanpa *Baffle blocks* Bukaannya 2
(sumber: dokumentasi pribadi)



Gambar 5. 3 Kondisi Aliran tanpa *Baffle blocks* Bukaannya 3
(sumber: dokumentasi pribadi)

Pada bukaan 2 setelah dilakukan pengamatan terhadap ketinggian air pada aliran tersebut dapat dilihat bahwa terdapat loncatan air yang signifikan pada titik hb 4 dengan ketinggian yang semula 1,64 cm menjadi 1,98 cm. Sedangkan pada bukaan 3 loncatan air dapat terlihat pada titik hb 4 dengan ketinggian yang mulanya 1,83 cm menjadi 2,30 cm.

5.1.2 Kondisi Aliran Setelah Pemasangan *Baffle blocks*

Kondisi aliran yang terdapat pada **Gambar 5.4 dan Gambar 5.5** memperlihatkan kondisi aliran yang mana kondisi kedua aliran air ini juga tidak dapat terlihat loncatan airnya dikarenakan ketinggian aliran yang terdapat pada hulu dan juga hilirnya tidak berbeda jauh. Untuk pemasangan *baffle blocks* sendiri, dipasang dengan jarak 15 cm dari terjunan atau sudut kemiringan *circulating flume*. Kondisi aliran air ini dapat dilihat pada **Gambar 5.4 dan Gambar 5.5**.



Gambar 5. 4 Kondisi Aliran Variasi 1 *Baffle blocks* Buka 2
(sumber: dokumentasi pribadi)



Gambar 5. 5 Kondisi Aliran Variasi 1 *Baffle blocks* Buka 3
(sumber: dokumentasi pribadi)

5.1 Data Penelitian

Pada penelitian dan juga pengamatan untuk pengamatan tugas akhir ini berlangsung pada Laboratorium Hidraulika Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Pengujian yang dilakukan menggunakan alat *circulating flume* dan menggunakan berbagai macam konfigurasi *baffle block* yang disusun pada bagian hilir *circulating flume*. Data yang didapatkan setelah pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Lebar Saluran (b) : 0,98 m
2. Lebar antar *baffle blocks* : 0,10 m
3. Volume tampungan air (Vol) : 0,619 m³

5.2.1 Data yang didapat tanpa menggunakan *baffle blocks*.

Berikut **Tabel 5.1** adalah hasil dari pengamatan yang dilakukan pada pengujian menggunakan *circulating flume* tanpa menggunakan *baffle blocks*.

Tabel 5. 1 Data Pengujian Tanpa Menggunakan *Baffle blocks*

Bukaan	No	Tinggi Aliran (cm)							Waktu (detik)
		h ₁	hb ₁	hb ₂	hb ₃	hb ₄	hb ₅	h ₂	
2	Kiri	0.80	0.80	1.10	1.30	1.90	2.20	2.60	52.04
		1.10	0.90	1.00	1.40	1.70	1.90	2.20	50.14
	Tengah	1.51	1.40	1.50	1.50	2.80	2.70	3.30	53.16
		1.10	1.64	1.60	1.28	2.30	2.50	3.10	49.36
	Kanan	1.38	1.30	1.70	2.10	1.70	3.20	2.30	47.21
		1.50	1.25	1.60	2.25	1.45	2.40	2.80	55.50
Rata-rata		1.23	1.22	1.42	1.64	1.98	2.48	2.72	51.24

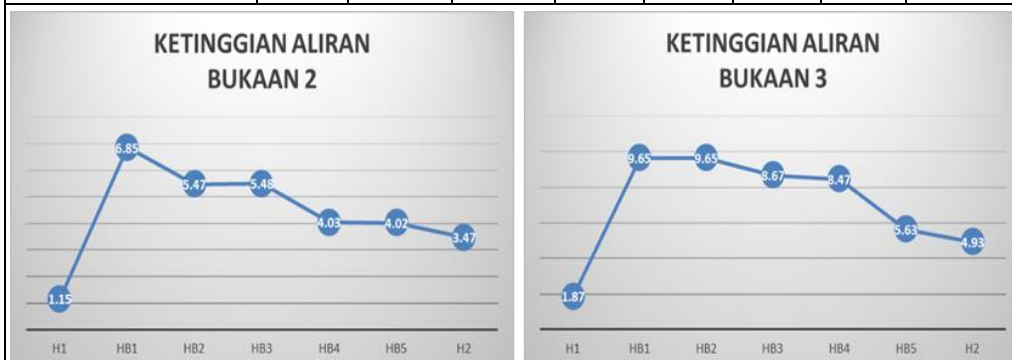
3	Kiri	2.50	1.85	1.50	1.54	1.90	2.20	2.50	24.56
		1.90	1.72	1.58	1.43	2.10	1.90	2.20	29.26
	Tengah	2.48	1.92	1.71	1.82	2.50	2.90	3.20	20.44
		1.93	1.90	1.90	1.65	2.30	3.00	3.00	20.74
	Kanan	2.20	2.12	2.20	2.40	2.20	2.80	3.30	22.00
		1.80	2.15	2.23	2.15	2.80	2.20	3.10	22.45
Rata-rata		2.14	1.94	1.85	1.83	2.30	2.50	2.88	23.24

5.2.2 Data yang didapat dengan menggunakan *baffle blocks* variasi 1

Berikut **Tabel 5.2** adalah hasil dari pengamatan yang dilakukan pada pengujian menggunakan *circulating flume* dengan menggunakan *baffle blocks* variasi 1.

Tabel 5. 2 Data Pengujian Dengan Menggunakan *Baffle blocks* Variasi 1

Bukaan	No	Tinggi Aliran (cm)							Waktu (detik)
		h ₁	hb ₁	hb ₂	hb ₃	hb ₄	hb ₅	h ₂	
2	Kiri	1.30	6.90	4.40	4.40	1.20	2.80	3.60	56.51
		1.30	5.90	4.80	4.80	3.60	3.20	3.40	45.45
	Tengah	1.10	7.10	6.30	6.30	5.30	5.10	3.30	43.95
		0.90	6.80	5.90	6.10	5.60	4.90	3.60	46.84
	Kanan	1.50	7.60	5.80	5.80	4.20	4.10	3.50	43.46
		0.80	6.80	5.60	5.50	4.30	4.00	3.40	46.06
Rata-rata		1.15	6.85	5.47	5.48	4.03	4.02	3.47	47.05
3	Kiri	1.90	9.50	7.20	7.80	7.30	4.40	5.20	33.76
		1.80	9.80	6.90	8.20	8.60	4.60	5.60	26.47
	Tengah	1.80	10.40	10.90	8.50	9.20	6.40	4.90	16.77
		1.70	9.60	10.60	8.80	8.90	6.10	4.70	19.92
	Kanan	1.90	9.70	11.40	9.10	8.90	5.80	4.10	28.85
		2.10	8.90	10.90	9.60	7.90	6.50	5.10	22.85
Rata-rata		1.87	9.65	9.65	8.67	8.47	5.63	4.93	24.77



5.2.3 Data yang didapat dengan menggunakan *baffle blocks* variasi 2

Berikut **Tabel 5.3** adalah hasil dari pengamatan yang dilakukan pada pengujian menggunakan *circulating flume* dengan menggunakan *baffle blocks* variasi 2.

Tabel 5. 3 Data Pengujian Dengan Menggunakan *Baffle blocks* Variasi 2

Bukaan	No	Tinggi Aliran (cm)							Waktu (detik)
		h ₁	hb ₁	hb ₂	hb ₃	hb ₄	hb ₅	h ₂	
2	Kiri	0.50	3.90	4.10	4.40	4.40	3.70	3.20	59.98
		0.70	4.30	4.80	4.80	4.60	4.30	3.10	46.52
	Tengah	0.60	6.40	5.70	5.30	4.80	4.10	3.40	43.75
		0.90	6.50	5.20	5.70	5.10	4.30	3.60	42.44
	Kanan	0.50	6.70	5.40	5.40	4.70	4.60	3.10	43.76
		0.70	6.20	5.80	4.90	4.90	4.30	2.90	43.26
Rata-rata		0.65	5.67	5.17	5.08	4.75	4.22	3.22	46.62
3	Kiri	0.60	5.70	5.50	5.10	4.90	4.40	3.90	43.28
		0.90	6.10	7.10	6.80	5.20	5.10	4.10	30.38
	Tengah	0.80	8.90	7.40	7.10	6.30	5.30	3.70	28.75
		0.60	8.70	7.80	5.90	6.70	5.80	3.60	28.08
	Kanan	0.70	8.50	8.20	7.40	7.30	6.60	4.30	30.42
		0.80	7.80	8.10	6.90	6.90	6.20	3.80	29.63
Rata-rata		0.73	7.62	7.35	6.53	6.22	5.57	3.90	31.76



5.2.4 Data yang didapat dengan menggunakan *baffle blocks* variasi 3

Berikut **Tabel 5.4** adalah hasil dari pengamatan yang dilakukan pada pengujian menggunakan *circulating flume* dengan menggunakan *baffle blocks* variasi 3.

Tabel 5. 4 Data Pengujian Dengan Menggunakan *Baffle blocks* Variasi 3

Bukaan	No	Tinggi Aliran (cm)							Waktu (detik)
		h ₁	hb ₁	hb ₂	hb ₃	hb ₄	hb ₅	h ₂	
2	Kiri	0.90	5.30	4.20	5.10	5.20	3.10	3.00	65.38
		1.00	5.60	5.20	5.20	5.00	3.20	3.20	52.39
	Tengah	1.00	6.10	5.90	5.60	5.10	4.30	2.90	46.06
		1.10	7.10	5.10	5.70	5.20	4.50	3.00	47.81
	Kanan	1.10	7.80	5.50	5.70	5.40	4.60	3.20	47.26
		1.00	6.50	6.10	5.50	5.10	4.40	2.80	51.69
Rata-rata		1.02	6.40	5.33	5.47	5.17	4.02	3.02	51.77
3	Kiri	1.70	7.20	8.10	7.30	7.10	5.80	3.60	34.25
		1.20	7.60	8.40	8.10	7.50	6.50	3.90	29.88
	Tengah	1.80	7.30	9.70	9.10	8.30	6.70	3.70	28.59
		1.40	8.10	8.90	9.50	7.90	6.10	4.00	28.20
	Kanan	1.60	8.60	8.60	9.80	9.10	7.30	4.10	28.03
		1.00	7.40	9.10	8.30	8.80	6.90	3.80	27.25
Rata-rata		1.45	7.70	8.80	8.68	8.12	6.55	3.85	29.37



5.2.5 Data yang didapat dengan menggunakan *baffle blocks* variasi 4

Berikut **Tabel 5.5** adalah hasil dari pengamatan yang dilakukan pada pengujian menggunakan *circulating flume* dengan menggunakan *baffle blocks* variasi 4.

Tabel 5. 5 Data Pengujian Dengan Menggunakan *Baffle blocks* Variasi 4

Bukaan	No	Tinggi Aliran (cm)							Waktu (detik)
		h ₁	hb ₁	hb ₂	hb ₃	hb ₄	hb ₅	h ₂	
2	Kiri	0.90	4.00	5.00	5.20	4.50	3.90	2.80	66.66
		1.00	6.00	4.50	5.40	4.40	4.00	2.90	53.88
	Tengah	0.90	5.70	5.30	5.60	5.00	3.00	3.00	52.27
		1.00	6.80	5.60	4.40	4.30	4.70	2.90	52.68
	Kanan	0.90	5.50	5.40	3.90	4.70	2.90	2.90	48.89
		1.00	5.70	5.90	4.90	5.10	3.00	2.90	51.77
Rata-rata		0.95	5.62	5.28	4.90	4.67	3.58	2.90	54.36
3	Kiri	1.80	8.00	9.20	7.20	7.50	5.60	4.00	28.61
		1.90	9.00	8.50	9.10	7.50	7.70	4.00	22.34
	Tengah	1.80	9.00	10.00	8.60	9.50	6.00	3.70	24.62
		1.80	11.00	10.00	9.80	7.80	8.30	3.80	23.49
	Kanan	1.70	11.00	10.10	8.50	8.70	6.00	3.90	23.36
		1.90	8.00	9.80	9.50	8.70	7.30	4.00	21.16
Rata-rata		1.82	9.33	9.60	8.78	8.28	6.82	3.90	23.93



5.2.6 Data yang didapat dengan menggunakan *baffle blocks* variasi 5

Berikut **Tabel 5.6** adalah hasil dari pengamatan yang dilakukan pada pengujian menggunakan *circulating flume* dengan menggunakan *baffle blocks* variasi 5.

Tabel 5. 6 Data Pengujian Dengan Menggunakan *Baffle blocks* Variasi 5

Bukaan	No	Tinggi Aliran (cm)							Waktu (detik)
		h ₁	hb ₁	hb ₂	hb ₃	hb ₄	hb ₅	h ₂	
2	Kiri	0.40	5.30	5.40	4.20	4.90	4.40	3.10	58.05
		0.70	5.90	5.60	4.50	4.80	4.60	3.30	49.76
	Tengah	0.50	6.70	5.90	5.70	5.20	4.40	3.20	53.69
		0.60	6.20	6.10	5.10	5.10	4.80	3.00	49.21
	Kanan	0.40	7.60	6.30	5.40	4.90	4.90	3.40	51.39
		0.50	6.90	5.90	4.90	5.00	4.70	3.20	47.48
Rata-rata		0.52	6.43	5.87	4.97	4.98	4.63	3.20	51.60
3	Kiri	1.90	7.60	7.50	8.10	9.30	7.40	5.40	35.06
		1.70	8.10	8.20	8.80	9.00	8.20	4.80	22.04
	Tengah	2.10	10.10	9.40	9.50	9.40	8.10	4.30	25.31
		1.80	8.80	8.70	8.60	9.10	8.90	5.10	22.19
	Kanan	1.50	9.40	9.80	9.60	9.60	9.70	4.10	22.11
		2.00	9.10	9.10	8.90	8.90	9.10	4.90	21.17
Rata-rata		1.83	8.85	8.78	8.92	9.22	8.57	4.77	24.65



5.2.7 Data yang didapat dengan menggunakan *baffle blocks* variasi 6

Berikut **Tabel 5.7** adalah hasil dari pengamatan yang dilakukan pada pengujian menggunakan *circulating flume* dengan menggunakan *baffle blocks* variasi 6.

Tabel 5. 7 Data Pengujian Dengan Menggunakan *Baffle blocks* Variasi 6

Bukaan	No	Tinggi Aliran (cm)							Waktu (detik)
		h ₁	hb ₁	hb ₂	hb ₃	hb ₄	hb ₅	h ₂	
2	Kiri	0.90	5.00	5.20	4.20	4.50	3.90	2.50	51.25
		0.90	5.80	5.60	5.50	4.90	4.70	2.70	50.36
	Tengah	0.90	6.70	5.20	6.00	4.90	4.90	2.50	44.08
		1.00	6.40	5.50	4.80	5.00	4.60	2.60	51.51
	Kanan	0.90	5.50	6.00	5.50	5.20	4.10	2.40	47.97
		1.00	6.10	6.30	5.00	5.10	4.90	2.60	51.03
Rata-rata		0.93	5.92	5.63	5.17	4.93	4.52	2.55	49.37
3	Kiri	1.80	8.20	8.90	6.70	7.80	6.80	4.70	30.71
		1.90	13.60	10.60	9.80	8.00	9.20	4.70	19.33
	Tengah	1.90	12.50	10.50	10.50	7.50	8.70	4.70	22.82
		1.50	12.60	10.30	10.20	8.50	7.80	3.90	22.63
	Kanan	1.60	11.50	10.50	9.80	8.40	7.20	3.80	22.42
		1.70	10.50	10.90	9.30	8.90	8.10	3.90	21.63
Rata-rata		1.73	11.48	10.28	9.38	8.18	7.97	4.28	23.26



5.2.8 Data yang didapat dengan menggunakan *baffle blocks* variasi 7

Berikut **Tabel 5.8** adalah hasil dari pengamatan yang dilakukan pada pengujian menggunakan *circulating flume* dengan menggunakan *baffle blocks* variasi 7.

Tabel 5. 8 Data Pengujian Dengan Menggunakan *Baffle blocks* Variasi 7

Bukaan	No	Tinggi Aliran (cm)							Waktu (detik)
		h ₁	hb ₁	hb ₂	hb ₃	hb ₄	hb ₅	h ₂	
2	Kiri	0.60	5.40	5.20	5.10	4.70	5.20	3.20	47.62
		0.80	6.50	5.30	5.60	4.90	4.80	3.30	49.22
	Tengah	0.50	7.10	5.50	5.70	5.60	4.20	2.90	46.03
		0.70	6.80	5.80	5.50	5.10	4.30	2.80	48.57
	Kanan	0.60	7.10	6.20	5.90	5.20	5.70	3.40	52.10
		0.80	6.90	6.10	5.80	5.00	5.60	3.30	56.49
Rata-rata		0.67	6.63	5.68	5.60	5.08	4.97	3.15	50.01
3	Kiri	2.30	10.20	10.20	8.70	9.10	7.30	6.10	19.56
		2.40	10.10	10.10	8.50	8.90	7.20	5.90	24.76
	Tengah	2.60	10.50	11.10	9.20	8.90	7.90	4.50	22.27
		2.50	10.40	11.00	9.10	8.80	7.60	5.20	21.39
	Kanan	2.70	10.90	10.70	9.40	9.70	9.20	4.30	23.77
		2.60	10.80	10.50	9.20	9.50	8.80	4.60	19.70
Rata-rata		2.52	10.48	10.60	9.02	9.15	8.00	5.10	21.91

KETINGGIAN ALIRAN
BUKAAN 2

Point	Height (cm)
H1	0.67
HB1	6.63
HB2	5.68
HB3	5.60
HB4	5.08
HB5	4.97
H2	3.15

KETINGGIAN ALIRAN
BUKAAN 3

Point	Height (cm)
H1	2.52
HB1	10.48
HB2	10.60
HB3	9.02
HB4	9.15
HB5	8.00
H2	5.10

Selain menggunakan bukaan 2 dan 3 untuk data variasi bukaan, pengujian yang saya lakukan juga menggunakan variasi bukaan 4 dan juga 5. Tujuan dari pengujian menggunakan variasi lainnya adalah untuk melihat kondisi aliran super kritis yang tidak cocok diujikan pada *circulating flume* yang terdapat di Laboratorium Hidrolika Teknik Sipil FTSP UII. Data yang diambil menggunakan konfigurasi *baffle block* variasi 4 dan variasi 6.

5.2.9 Data yang didapat dengan menggunakan *baffle blocks* variasi 4

Berikut **Tabel 5.9** adalah hasil dari pengamatan yang dilakukan pada pengujian menggunakan *circulating flume* dengan menggunakan *baffle blocks* variasi dengan bukaan 4 dan juga 5.

Tabel 5.9 Data Pengujian Dengan Menggunakan *Baffle blocks* Variasi 4

Bukaan	No	Tinggi Aliran (cm)							Waktu (detik)
		h ₁	hb ₁	hb ₂	hb ₃	hb ₄	hb ₅	h ₂	
4	Kiri	2.80	7.70	9.00	9.50	9.50	8.50	4.20	14.52
		3.20	18.50	11.50	11.00	9.70	9.00	4.70	10.69
	Tengah	3.40	9.50	11.90	11.50	11.50	7.20	4.60	9.42
		3.50	17.00	14.50	11.20	10.50	10.30	4.70	8.54
	Kanan	2.50	9.00	12.00	11.70	12.00	8.70	5.00	17.87
		2.70	2.20	19.00	11.90	11.00	10.50	4.60	10.56
Rata-rata		3.02	10.65	12.98	11.13	10.70	9.03	4.63	11.93
5	Kiri	2.70	37.00	21.00	18.00	9.50	9.00	6.90	17.78
		2.80	23.00	20.00	19.50	8.90	11.00	5.50	13.98
	Tengah	2.80	18.00	23.00	19.50	12.20	10.50	5.10	10.56
		2.90	17.00	24.00	14.00	13.10	12.50	5.80	12.18
	Kanan	2.70	33.00	19.00	14.00	11.00	11.00	5.80	12.58
		2.80	12.00	20.00	21.50	12.50	12.50	5.20	8.24
Rata-rata		2.78	23.33	21.17	17.75	11.20	11.08	5.72	12.55



5.2.10 Data yang didapat dengan menggunakan *baffle blocks* variasi 6

Berikut **Tabel 5.10** adalah hasil dari pengamatan yang dilakukan pada pengujian menggunakan *circulating flume* dengan menggunakan *baffle blocks* variasi dengan bukaan 4 dan juga 5.

Tabel 5. 10 Data Pengujian Dengan Menggunakan *Baffle blocks* Variasi 6

Bukaan	No	Tinggi Aliran (cm)							Waktu (detik)
		h ₁	hb ₁	hb ₂	hb ₃	hb ₄	hb ₅	h ₂	
4	Kiri	2.30	11.10	8.90	11.10	9.80	7.20	5.10	16.50
		3.20	18.20	11.20	12.60	11.60	9.80	4.90	18.98
	Tengah	2.30	19.00	16.30	15.30	12.40	11.60	4.80	11.33
		1.90	22.00	15.10	14.10	11.80	10.30	5.20	9.95
	Kanan	2.40	23.00	14.80	13.70	12.30	11.50	4.90	18.08
		2.50	16.00	13.30	15.50	13.10	11.80	4.80	10.97
Rata-rata		2.43	18.22	13.27	13.72	11.83	10.37	4.95	14.30
5	Kiri	2.40	11.90	12.40	14.40	12.80	10.20	4.70	18.03
		2.70	29.90	14.50	15.60	11.90	12.40	3.80	12.54
	Tengah	3.10	26.30	23.90	17.90	15.60	13.90	3.40	11.31
		2.90	31.90	29.90	15.70	13.70	14.40	3.60	9.92
	Kanan	4.80	28.20	15.30	16.60	12.20	14.70	3.20	13.07
		3.30	16.90	14.20	13.40	15.60	12.20	3.70	12.58
Rata-rata		3.20	24.18	18.37	15.60	13.63	12.97	3.73	12.91

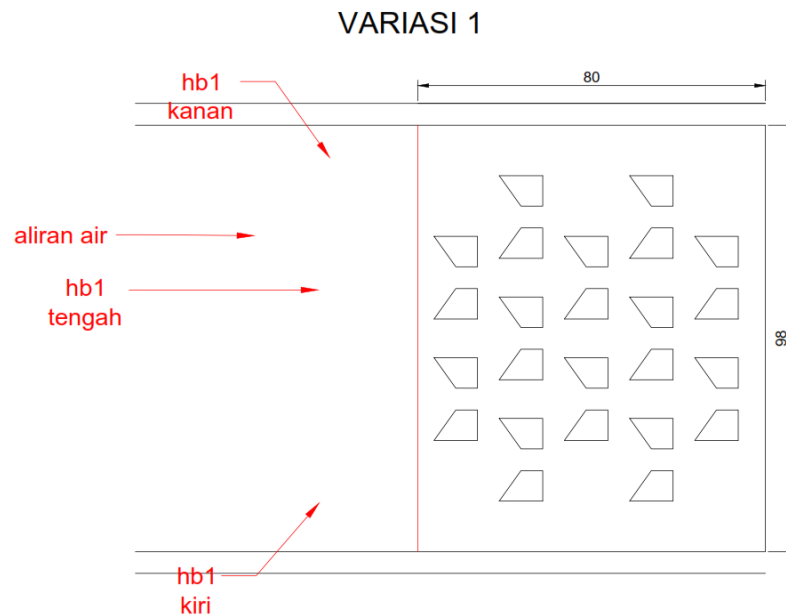


5.2 Analisis Data Penelitian

Untuk mendapatkan hasil dari data yang telah diambil pada pengujian di laboratorium harus dilakukan analisis guna mengetahui variasi mana yang paling efektif. Penjelasan dari pengujian ini akan disajikan dengan menggunakan salah satu variasi konfigurasi *baffle block* yaitu dengan variasi 1 bukaan 2. Untuk sample perhitungan yang disajikan antara lain adalah sebagai berikut.

1. Luas aliran air (A)
2. Debit Aliran (Q)
3. Kecepatan aliran pada saluran (V)
4. Kehilangan energi
5. Angka Froude (Fr)
6. Persentase penurunan angka Froude

Perhitungan yang diberikan untuk konfigurasi baffle block variasi 1 adalah sebagai berikut. Susunan variasi 1 dapat dilihat pada **Gambar 5.6** dibawah ini.



Gambar 5. 6 Susunan *Baffle blocks* Variasi 1

5.3.1 Luas Aliran Air (A)

Dengan menggunakan hasil dari penelitian berupa data ketinggian muka air, kemudian mendapatkan luas aliran air. Untuk menghitung debit menggunakan lebar aliran (b) dan juga ketinggian muka air (h) pada kedua kondisi yaitu tanpa menggunakan *baffle blocks* dan juga menggunakan *baffle blocks*. Perhitungan dari luas aliran air adalah sebagai berikut.

1. Luas aliran pada *baffle blocks* variasi 1 dan tanpa *baffle blocks*

Menggunakan *baffle blocks*.

Perhitungan luas aliran di hulu *baffle blocks*.

$$A_1 = b \times h_1$$

$$A_1 = 0,98 \times 1,15 \times 0.01$$

$$A_1 = 0,01127 \text{ m}^2$$

Perhitungan luar aliran di hilir *baffle blocks*.

$$A_2 = b \times h_1$$

$$A_2 = 0,98 \times 3,47 \times 0.01$$

$$A_2 = 0,03401 \text{ m}^2$$

Perhitungan luar aliran air diantara *baffle blocks*.

a. *Baffle blocks* baris 1

$$A_{b1} = b \times hb_1$$

$$A_{b1} = 0,98 \times 6,85 \times 0.01$$

$$A_{b1} = 0.06713 \text{ m}^2$$

b. *Baffle blocks* baris 2

$$A_{b2} = b \times hb_2$$

$$A_{b2} = 0,98 \times 5,47 \times 0.01$$

$$A_{b2} = 0.05357 \text{ m}^2$$

c. *Baffle blocks* baris 3

$$A_{b3} = b \times hb_3$$

$$A_{b3} = 0,98 \times 5,48 \times 0.01$$

$$A_{b3} = 0.05373 \text{ m}^2$$

d. *Baffle blocks* baris 4

$$A_{b4} = b \times hb_4$$

$$A_{b4} = 0,98 \times 4,03 \times 0.01$$

$$A_{b4} = 0.03952 \text{ m}^2$$

e. *Baffle blocks* baris 5

$$A_{b5} = b \times hb_5$$

$$A_{b5} = 0,98 \times 4,02 \times 0.01$$

$$A_{b5} = 0.03936 \text{ m}^2$$

Perhitungan luas aliran tanpa menggunakan *baffle blocks*.

Perhitungan luas aliran di hulu *baffle blocks*.

$$A_1 = b \times h_1$$

$$A_1 = 0,98 \times 1,23 \times 0.01$$

$$A_1 = 0.01207 \text{ m}^2$$

Perhitungan luar aliran di hilir *baffle blocks*.

$$A_2 = b \times h_1$$

$$A_2 = 0,98 \times 2,72 \times 0.01$$

$$A_2 = 0.02662 \text{ m}^2$$

Perhitungan luar aliran air diantara *baffle blocks*.

a. *Baffle blocks* baris 1

$$A_{b1} = b \times hb_1$$

$$A_{b1} = 0,98 \times 1,22 \times 0.01$$

$$A_{b1} = 0.011907 \text{ m}^2$$

b. *Baffle blocks* baris 2

$$A_{b2} = b \times hb_2$$

$$A_{b2} = 0,98 \times 1,42 \times 0.01$$

$$A_{b2} = 0.013883 \text{ m}^2$$

c. *Baffle blocks* baris 3

$$A_{b3} = b \times hb_3$$

$$A_{b3} = 0,98 \times 1,64 \times 0.01$$

$$A_{b3} = 0.016055 \text{ m}^2$$

d. *Baffle blocks* baris 4

$$A_{b4} = b \times hb_4$$

$$A_{b4} = 0,98 \times 1,98 \times 0.01$$

$$A_{b4} = 0.019355 \text{ m}^2$$

e. *Baffle blocks* baris 5

$$A_{b5} = b \times hb_5$$

$$A_{b5} = 0,98 \times 2,48 \times 0.01$$

$$A_{b5} = 0.024336 \text{ m}^2$$

5.3.2 Perhitungan Debit Aliran.

Dengan menggunakan pengujian yang dilakukan pada Laboratorium Hidrologi FTSP UII, hitungan debit aliran digunakan pada seluruh variasi susunan baffle block 1 – 7. Data debit aliran dihitung dengan menggunakan volume air tertampung (vol) dan juga waktu penampungan (t). Pengambilan data untuk waktu penampungan diambil sebanyak lima kali setiap kenaikan 5 cm pada permukaan air kemudian akan di rata – rata dari kelima data tersebut. Maka dari itu perhitungan debit aliran tanpa menggunakan *baffle blocks* dan juga menggunakan *baffle blocks* variasi 1 bukaan 2 adalah sebagai berikut.

1. Debit aliran dengan menggunakan *baffle blocks* variasi 1 bukaan 2

Perhitungan debit aliran variasi 1 adalah sebagai berikut.

$$Q = \frac{Volume}{t}$$

$$Q = \frac{0,6197}{47,05}$$

$$Q = 0.01317 \text{ m}^3/\text{det}$$

2. Debit aliran tanpa menggunakan *baffle blocks* bukaan 2

Perhitungan debit aliran tanpa menggunakan *baffle blocks* adalah sebagai berikut.

$$Q = \frac{Volume}{t}$$

$$Q = \frac{0,6197}{51,24}$$

$$Q = 0.0121 \text{ m}^3/\text{det}$$

5.3.3 Perhitungan Kecepatan Aliran.

Kecepatan aliran yang didapatkan dari pengujian yang dilakukan didapatkan dengan cara menggunakan alat *current meter*. Untuk mendapatkan kecepatan yang dipakai titik yang diambil dari masing-masing barisan adalah 6 titik, kemudian diambil rata-rata dari masing-masing barisnya. Berikut tata cara pengambilan data untuk mendapatkan kecepatan aliran antara lain :

1. Diambil 6 titik masing-masing baris.
2. Setelah mendapatkan angka yang dilihat melalui monitor *current meter*.
3. Setelah itu angka tersebut di konversi kedalam grafik *velocity*.

4. Hasil dari grafik *velocity* setelah dikonversi akan mendapatkan kecepatan aliran cm/detik.



Gambar 5. 7 Pengukuran kecepatan dengan current meter dan Grafik *Velocity*

(sumber: dokumentasi pribadi)

Hasil dari pengukuran variasi 1 bukaan 2 dapat dilihat pada **Tabel 5.11** dibawah.

Tabel 5. 11 Data Pengujian Dengan Menggunakan *Baffle blocks* Variasi 1

BUKAAN 2	Kecepatan Aliran (cm/sec)						
	h1	hb1	hb2	hb3	hb4	hb5	h2
Kiri	241	27	16	15	83	101	86
Tengah	227	54	42	76	75	108	58
Kanan	161	12	67	65	51	96	75
Rata-rata	210	31	42	52	70	102	73
KONVERSI	125	21	29	34	44	65	46
	1.25	0.21	0.29	0.34	0.44	0.65	0.46

5.3.4 Perhitungan Angka *Froude*.

Angka *Froude* adalah bilangan tak berdimensi yang digunakan dalam dinamika fluida untuk memprediksi pola aliran di sekitar objek yang bergerak dalam cairan. Angka *Froude* adalah rasio antara gaya inersia dan gaya gravitasi, dan sangat penting dalam analisis aliran permukaan bebas. Hasil dari angka *froude* didapat di seluruh pengujian variasi konfigurasi. Angka *Froude* dilihat pada bagian hilir bendung dan juga di antara susunan *baffle block*. Berikut adalah perhitungan yang didapatkan.

1. Perhitungan *froude* pada *baffle blocks* variasi 1 bukaan 2.

Pehitungan dengan *baffle blocks*.

Perhitungan pada hulu *baffle blocks*.

$$Fr_1 = \frac{V_1}{\sqrt{gh_1}}$$

$$Fr_1 = \frac{1,25}{\sqrt{9,81 \times 1,15}}$$

$$Fr_1 = 3.722$$

Perhitungan pada hulu *baffle blocks*.

$$Fr_2 = \frac{V_2}{\sqrt{gh_2}}$$

$$Fr_2 = \frac{0,256}{\sqrt{9,81 \cdot 3,467}}$$

$$Fr_2 = 0.789$$

Pehitungan dengan tanpa menggunakan *baffle blocks*.

- a. *Baffle blocks* baris 1

$$Frb_1 = \frac{Vb_1}{\sqrt{gh_1}}$$

$$Frb_1 = \frac{0,21}{\sqrt{9,81 \cdot 6,85}}$$

$$Frb_1 = 0.256$$

- b. *Baffle blocks* baris 2

$$Frb_2 = \frac{Vb_2}{\sqrt{gh_2}}$$

$$Frb_2 = \frac{0,29}{\sqrt{9,81 \cdot 5,467}}$$

$$Frb_2 = 0.396$$

- c. *Baffle blocks* baris 3

$$Frb_3 = \frac{Vb_3}{\sqrt{gh_3}}$$

$$\text{Frb}_3 = \frac{0,34}{\sqrt{9,81.5,483}}$$

$$\text{Frb}_3 = 0.464$$

d. *Baffle blocks* baris 4

$$\text{Frb}_4 = \frac{Vb_4}{\sqrt{gh_4}}$$

$$\text{Frb}_4 = \frac{0,44}{\sqrt{9,81.4,033}}$$

$$\text{Frb}_4 = 0.699$$

e. *Baffle blocks* baris 5

$$\text{Frb}_5 = \frac{Vb_5}{\sqrt{gh_5}}$$

$$\text{Frb}_5 = \frac{0,65}{\sqrt{9,81.4,017}}$$

$$\text{Frb}_5 = 1.035$$

Rekap dari perhitungan angka *froude* dapat dilihat pada **Tabel 5.12** dan **Tabel 5.13** dibawah.

Tabel 5. 12 Rekap Angka *Froude* Dengan *Baffle blocks*

	h	A	Q	v	F	Fr
	cm	m ²	m ³ /s	m/s	N	
h ₁	1.150	0.011	0.013	1.2500	6.302	3.722
hb ₁	6.850	0.067		0.2100		0.256
hb ₂	5.467	0.054		0.2900		0.396
hb ₃	5.483	0.054		0.3400		0.464
hb ₄	4.033	0.040		0.4400		0.699
hb ₅	4.017	0.039		0.6500		1.035
h ₂	3.467	0.034		0.4600		0.789

Tabel 5. 13 Rekap Angka *Froude* Tanpa *Baffle blocks*

	h	A	Q	v	F	Fr
	cm	m ²	m ³ /s	m/s	N	
h ₁	1.2317	0.0121	0.0121	1.3700	0.602	3.94
hb ₁	1.2150	0.0119		1.2400		3.59
hb ₂	1.4167	0.0139		1.1100		2.98
hb ₃	1.6383	0.0161		1.0200		2.54
hb ₄	1.9750	0.0194		0.8600		1.95
hb ₅	2.4833	0.0243		0.6700		1.36
h ₂	2.7167	0.0266		0.3700		0.72

5.3.5 Persentase penurunan angka *Froude* pada hilir bendung.

Peredaman angka *Froude* didapatkan berdasarkan peredaman energi yang terjadi pada bagian hilir bendung. Peredaman yang didapatkan merupakan hasil dari perbandingan antara variasi dengan menggunakan *baffle blocks* dan juga tidak menggunakan *baffle blocks*. Hasil dari penurunan angka *baffle block* kemudian akan mendapatkan konfigurasi yang paling efektif untuk meredam energi. Berikut perhitungan peredaman energi yang terjadi pada setiap variasi.

1. Persentase penurunan angka *Froude* pada variasi 1

$$\begin{aligned}\text{Penurunan angka } Froude \text{ b}_1 &= 100\% - \left(\frac{Fr_{tb} - Fr_b}{Fr_{tb}} \times 100\% \right) \\ &= 100\% - \left(\frac{3,592 - 0,256}{3,592} \times 100\% \right) \\ &= 92.86 \%\end{aligned}$$

Rekap dari penurunan angka *froude* dapat dilihat pada **Tabel 5.14** dibawah.

Tabel 5. 14 Rekap Persentase Perhitungan Penurunan Angka *Froude*

	h	A	Q	v	F	Fr	Fr tanpa <i>baffle blocks</i>	Penurunan Fr %
	cm	m ²	m ³ /s	m/s	N			
h ₁	1.150	0.011	0.013	1.2500	6.302	3.722	3.941	5.575
hb ₁	6.850	0.067		0.2100		0.256	3.592	92.868
hb ₂	5.467	0.054		0.2900		0.396	2.978	86.700
hb ₃	5.483	0.054		0.3400		0.464	2.544	81.780
hb ₄	4.033	0.040		0.4400		0.699	1.954	64.198
hb ₅	4.017	0.039		0.6500		1.035	1.357	23.718
h ₂	3.467	0.034		0.4600		0.789	0.717	10.057

5.3.6 Kehilangan Energi.

Dengan menggunakan persamaan *bernoulli* yang terjadi pada hilir bendung kemudian akan mendapatkan kehilangan energi. Berikut merupakan perhitungan dari kehilangan energi yang disebabkan oleh *baffle blocks* di hilir bendung.

1. Perhitungan kehilangan energi pada variasi 1

$$z_1 + h_1 + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + h_2 + \frac{v_2^2}{2g} + hf$$

$$0 + 6,85 \times 0,01 + \frac{0,21^2}{2 \times 9,81} = 0 + 3,467 \times 0,01 + \frac{0,46}{2 \times 9,81} + hf$$

$$0,070747 = 0,045451 + hf$$

$$hf = 0,025296 \text{ m}$$

5.3.7 Rekap Perhitungan

1. Rekap analisis percobaan tanpa *baffle blocks*

Rekap data dari analisis tanpa *baffle blocks* dapat dilihat pada **Tabel 5.15** dibawah ini.

Tabel 5. 15 Rekap Analisis Tanpa *Baffle blocks*

Bukaan		h	A	Q	v	F	Fr
		cm	m ²	m ³ /s	m/s	N	
2	h ₁	1.232	0.012	0.012	1.370	0.602	3.941
	hb ₁	1.215	0.012		1.240		3.592
	hb ₂	1.417	0.014		1.110		2.978
	hb ₃	1.638	0.016		1.020		2.544
	hb ₄	1.975	0.019		0.860		1.954
	hb ₅	2.483	0.024		0.670		1.357
	h ₂	2.717	0.027		0.370		0.717
3	h ₁	2.135	0.021	0.027	2.050	4.286	4.479
	hb ₁	1.943	0.019		1.630		3.733
	hb ₂	1.853	0.018		1.090		2.556
	hb ₃	1.832	0.018		1.120		2.642
	hb ₄	2.300	0.023		1.050		2.211
	hb ₅	2.500	0.025		0.970		1.959
	h ₂	2.883	0.028		0.870		1.636

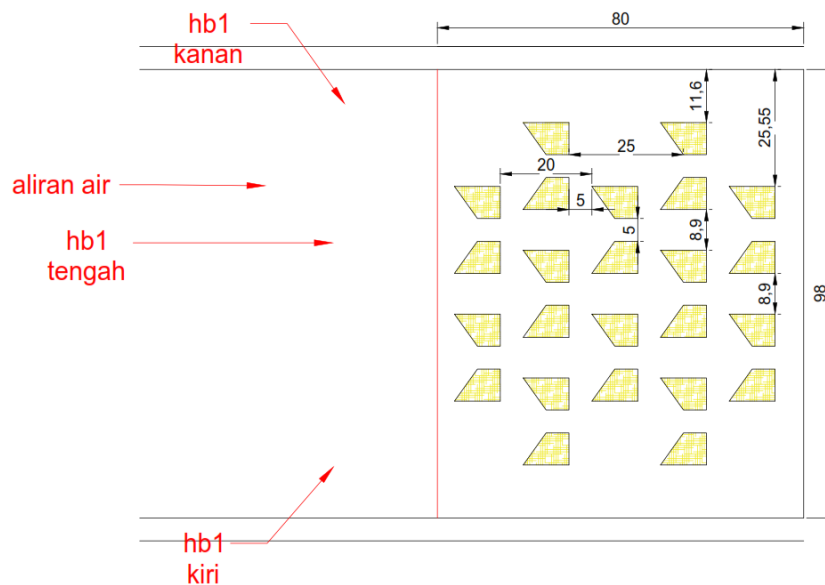
2. Rekap analisis percobaan Variasi-1

Rekap data dari analisis variasi 1 pada **Tabel 5.16** adalah sebagai berikut.

Tabel 5. 16 Rekap Analisis Dengan *Baffle blocks* Variasi 1

Bukaan		h	A	Q	v	F	Fr	Fr	Penurunan Fr %	hf
		cm	m ²	m ³ /s	m/s	N		Tanpa <i>Baffle blocks</i>		m
2	1	1.150	0.011	0.013	1.250	6.302	3.722	3.941	5.575	0.025
	b ₁	6.850	0.067		0.210		0.256	3.592	92.868	
	b ₂	5.467	0.054		0.290		0.396	2.978	86.700	
	b ₃	5.483	0.054		0.340		0.464	2.544	81.780	
	b ₄	4.033	0.040		0.440		0.699	1.954	64.198	
	b ₅	4.017	0.039		0.650		1.035	1.357	23.718	
	2	3.467	0.034		0.460		0.789	0.717	-10.057	
3	1	1.867	0.018	0.025	2.210	21.160	5.164	4.479	-15.293	0.052
	b ₁	9.650	0.095		0.720		0.740	3.733	80.178	
	b ₂	9.650	0.095		0.400		0.411	2.556	83.918	
	b ₃	8.667	0.085		0.430		0.466	2.642	82.350	
	b ₄	8.467	0.083		0.500		0.549	2.211	75.181	
	b ₅	5.633	0.055		0.840		1.130	1.959	42.311	
	2	4.933	0.048		0.650		0.934	1.636	42.882	

VARIASI 1



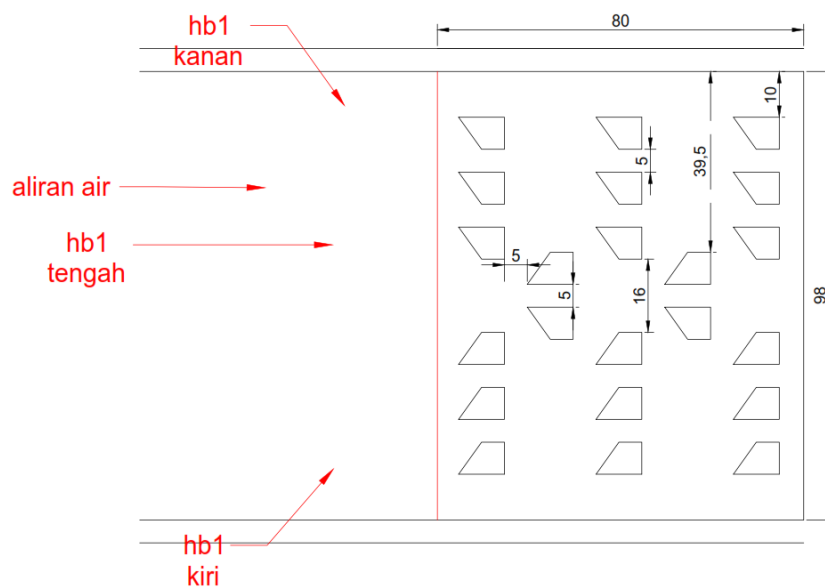
7. Rekap analisis percobaan Variasi-6

Rekap data dari analisis variasi 6 pada **Tabel 5.21** adalah sebagai berikut.

Tabel 5. 21 Rekap Analisis Dengan *Baffle blocks* Variasi 6

Bukaan		h	A	Q	v	F	Fr	Fr	Penurunan Fr %	hf
		cm	m ²	m ³ /s	m/s	N		Tanpa <i>Baffle blocks</i>		m
2	h ₁	0.933	0.009	0.013	1.570	7.542	5.189	3.941	-31.646	0.029
	hb ₁	5.917	0.058		0.200		0.263	3.592	92.691	
	hb ₂	5.633	0.055		0.270		0.363	2.978	87.802	
	hb ₃	5.167	0.051		0.300		0.421	2.544	83.438	
	hb ₄	4.933	0.048		0.280		0.402	1.954	79.400	
	hb ₅	4.517	0.044		0.360		0.541	1.357	60.158	
	h ₂	2.550	0.025		0.350		0.700	0.717	2.363	
3	h ₁	1.733	0.017	0.027	1.850	18.866	4.486	4.479	-0.156	0.071
	hb ₁	11.483	0.113		0.420		0.396	3.733	89.400	
	hb ₂	10.283	0.101		0.250		0.249	2.556	90.263	
	hb ₃	9.383	0.092		0.320		0.334	2.642	87.377	
	hb ₄	8.183	0.080		0.420		0.469	2.211	78.794	
	hb ₅	7.967	0.078		0.510		0.577	1.959	70.547	
	h ₂	4.283	0.042		0.440		0.679	1.636	58.506	

VARIASI 6



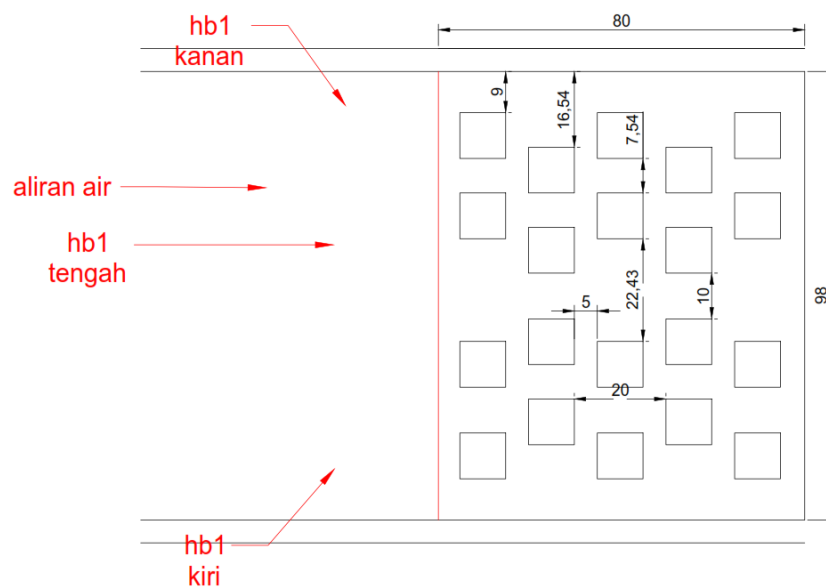
8. Rekap analisis percobaan Variasi-7

Rekap data dari analisis variasi 7 pada **Tabel 5.22** adalah sebagai berikut.

Tabel 5. 22 Rekap Analisis Dengan Baffle blocks Variasi 7

Bukaan		h	A	Q	v	F	Fr	Fr	Penurunan	hf
		cm	m ²	m ³ /s	m/s	N		Tanpa <i>Baffle blocks</i>	Fr %	m
2	h ₁	0.667	0.007	0.012	0.890	4.221	3.480	3.941	11.700	0.031
	hb ₁	6.633	0.065		0.120		0.149	3.592	95.858	
	hb ₂	5.683	0.056		0.190		0.254	2.978	91.454	
	hb ₃	5.600	0.055		0.320		0.432	2.544	83.031	
	hb ₄	5.083	0.050		0.330		0.467	1.954	76.082	
	hb ₅	4.967	0.049		0.400		0.573	1.357	57.785	
	h ₂	3.150	0.031		0.300		0.540	0.717	24.702	
3	h ₁	2.517	0.025	0.028	1.950	21.109	3.925	4.479	12.387	0.059
	hb ₁	10.483	0.103		0.450		0.444	3.733	88.114	
	hb ₂	10.600	0.104		0.460		0.451	2.556	82.354	
	hb ₃	9.017	0.088		0.310		0.330	2.642	87.525	
	hb ₄	9.150	0.090		0.270		0.285	2.211	87.108	
	hb ₅	8.000	0.078		0.410		0.463	1.959	76.371	
	h ₂	5.100	0.050		0.330		0.467	1.636	71.480	

VARIASI 7



Rekap dari semua analisis pada **Tabel 5.23** adalah sebagai berikut.

Tabel 5. 23 Rekap Analisis Semua Variasi

Bukaan	Variasi	Debit (Q) (m ³ /s)	Kec. di hulu (m/s)	Kec. di hilir (m/s)	F (N)	Fr di hulu	Fr di hilir	Penurunan Fr (%)	Kehilangan energi (hf) (m)
2	V-1	0.013	1.250	0.460	6.302	3.722	0.789	92.868	0.025
	V-2	0.013	1.230	0.370	6.257	4.871	0.659	77.595	0.036
	V-3	0.012	1.050	0.160	4.811	3.325	0.294	91.216	0.036
	V-4	0.011	1.250	0.380	5.454	4.095	0.712	82.746	0.031
	V-5	0.012	1.420	0.330	6.527	6.307	0.589	94.743	0.028
	V-6	0.013	1.570	0.350	7.542	5.189	0.700	92.691	0.029
	V-7	0.012	0.890	0.300	4.221	3.480	0.540	95.858	0.031
3	V-1	0.025	2.210	0.650	21.160	5.164	0.934	80.178	0.052
	V-2	0.020	1.880	0.270	14.040	7.009	0.437	95.042	0.035
	V-3	0.021	2.010	0.500	16.233	5.329	0.814	90.754	0.030
	V-4	0.026	2.050	0.580	20.317	4.856	0.938	86.843	0.048
	V-5	0.025	1.990	0.420	19.149	4.692	0.614	93.388	0.035
	V-6	0.027	1.850	0.440	18.866	4.486	0.679	89.400	0.071
	V-7	0.028	1.950	0.330	21.109	3.925	0.467	88.114	0.059

5.4 Pembahasan

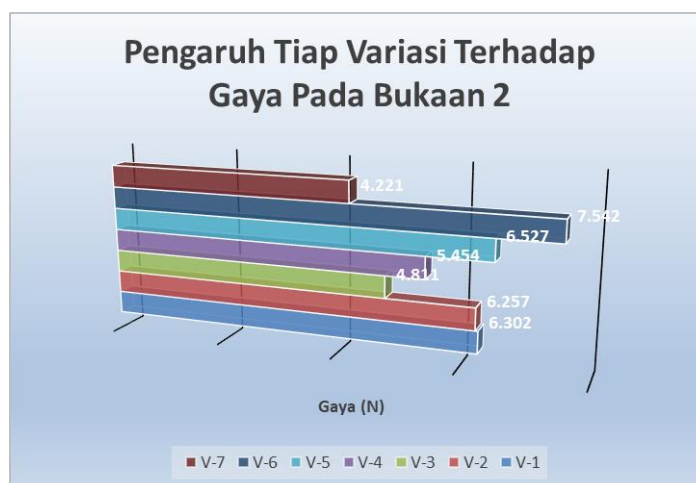
Pada bagian hilir bendung yang terdapat *baffle blocks* kemudian didapatkan karakteristik aliran yang digunakan untuk penelitian ini. Berdasarkan angka *Froude* (Fr) yang di dapatkan dari pengujian ini kemudian akan didapatkan karakteristik aliran yang akan dibahas. Hasil dari karakteristik aliran yang berubah disebabkan oleh berubahnya kecepatan aliran dan juga perubahan pada luas alirannya.

Dengan melakukan pengujian dengan menggunakan *circulating flume* yang terdapat pada laboratorium hidrolika memiliki kekurangan. Maka dari itu, hasil dari angka *Froude* yang dapat diamati juga terbatas. Dari angka *Froude* yang ada dapat mengelompokkan perencanaan bangunan peredam energi. Untuk bangunan peredam energi diperlukan untuk suatu aliran dengan bilangan *Froude* yang lebih dari 1,7. Didalam pengujian ini didapatkan angka *Froude* yang masih bisa diteliti dengan menggunakan *circulating flume* yang ada pada laboratorium Hidrolika FTSP.

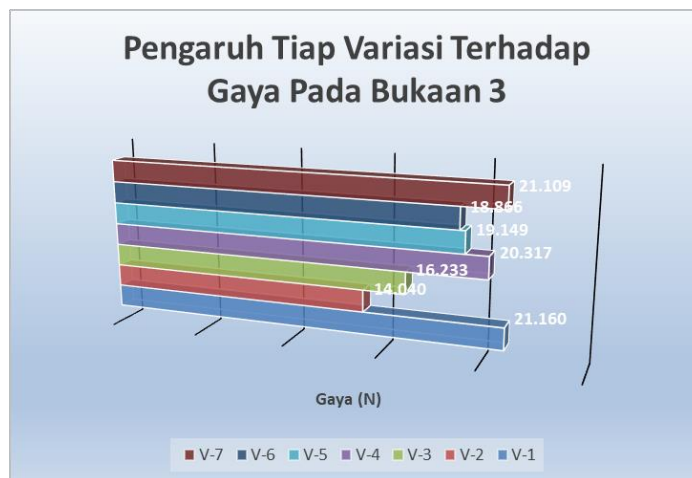
5.4.1 Gaya yang terdapat saat menabrak *baffle blocks*

Semua pengujian yang dilakukan dengan menggunakan beberapa variasi dan juga terdapat 7 konfigurasi *baffle blocks* tentunya memiliki gaya pada setiap alirannya. Pada setiap aliran yang memiliki gaya, terdapat *baffle blocks* tentunya gaya yang ada menabrak permukaan dari konfigurasi *baffle blocks* tersebut. Dari semua konfigurasi yang diujikan pada penelitian kali ini terdapat konfigurasi *baffle blocks* yang menerima gaya paling besar dan juga yang paling kecil.

Variasi bukaan sangat mempengaruhi gaya yang diterima dari setiap konfigurasi *baffle blocks*. Untuk konfigurasi *baffle blocks* dengan variasi bukaan 2 yang menerima gaya paling besar adalah konfigurasi *baffle blocks* variasi 6 dengan nilai 7.542 N, sedangkan untuk variasi dengan bukaan 3 konfigurasi *baffle blocks* yang menerima gaya paling besar terdapat pada variasi 1 dengan nilai 21.160 N. Dari hasil diatas dapat dilihat terdapat perbedaan yang sangat jauh dari hasil bukaan 2 dan juga bukaan 3. Maka dari itu dapat disimpulkan bahwa semakin besar debit air pada suatu aliran sangat berpengaruh terhadap gaya yang diterima suatu konfigurasi *baffle blocks*. Hasil dari rekapitulasi semua konfigurasi dapat dilihat pada **Gambar 5.8** dan juga **Gambar 5.9** dibawah ini.



Gambar 5. 8 Rekapitulasi Gaya (N) Yang Diterima Variasi Bukaan 2

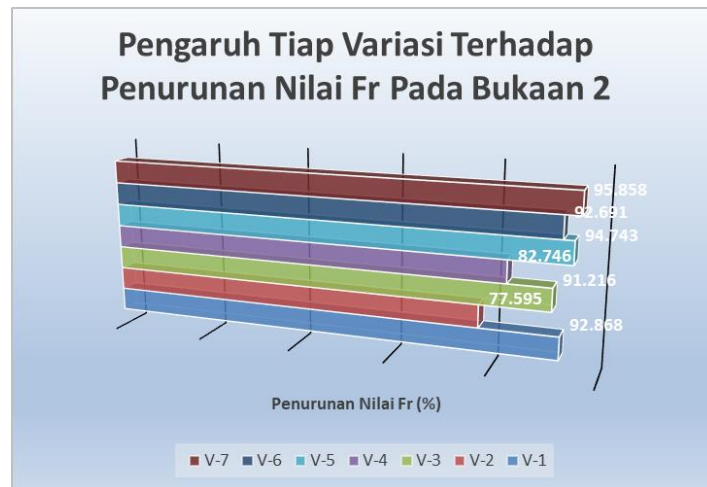


Gambar 5. 9 Rekapitulasi Gaya (N) Yang Diterima Variasi Bukaannya 3

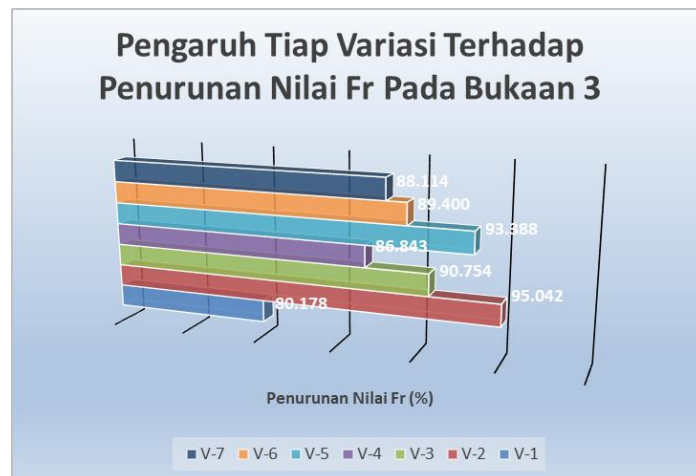
5.4.2 Penurunan nilai *Froude* pada pengujian

Selain memiliki gaya yang menabrak *baffle blocks*, semua aliran air juga memiliki angka *Froude*. Besar atau kecilnya angka *Froude* sangat dipengaruhi oleh variasi susunan dari *baffle blocks* dan juga permukaan *baffle blocks* yang bertabrakan dengan air. Hasil dari rata – rata angka *Froude* dengan variasi tanpa *baffle blocks* yaitu sebesar 2,48 pada bukaannya 2 dan 2,62 pada bukaannya 3. Hasil dari penelitian pada bukaannya 2 terkait penurunan nilai *Fr* yang paling besar dibandingkan konfigurasi lainnya adalah variasi 7 dengan 96%, sedangkan variasi yang memiliki nilai penurunan *Fr* paling kecil adalah variasi 2 dengan 78%. Pada bukaannya 3, variasi penurunan nilai *Fr* yang paling besar terdapat pada variasi variasi 2 dengan 95% dan yang memiliki penurunan nilai *Fr* paling adalah variasi 1 dengan 80%.

Penurunan nilai angka *froude* menjadi salah satu faktor penting untuk menentukan variasi mana yang paling efektif. Berbeda dari gaya yang ada pada suatu aliran, pengaruh bukaannya pada penurunan nilai *froude* tidak terlalu berpengaruh. Dicontohkan pada variasi 1 nilai *froude* pada bukaannya 2 adalah 0,57, sedangkan pada bukaannya 3 nilai *froude* pada bukaannya 3 adalah 0,66. Hasil dari rekapitulasi semua konfigurasi dapat dilihat pada **Gambar 5.10** dan juga **Gambar 5.11** dibawah ini.



Gambar 5. 10 Rekapitulasi Penurunan Nilai Angka *Froude* Bukaannya 2



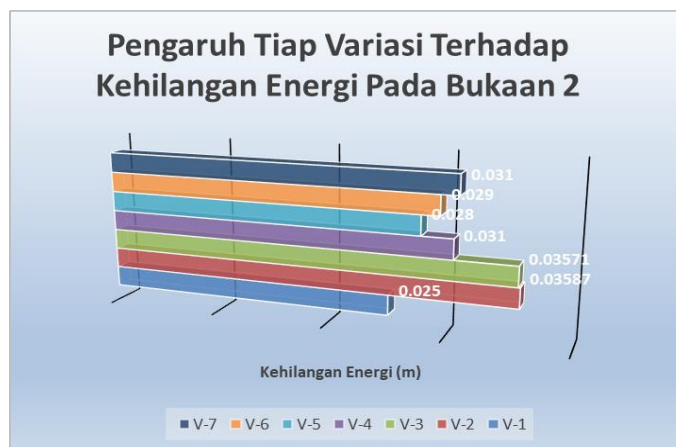
Gambar 5. 11 Rekapitulasi Penurunan Nilai Angka *Froude* Bukaannya 3

5.4.3 Kehilangan energi pada pengujian

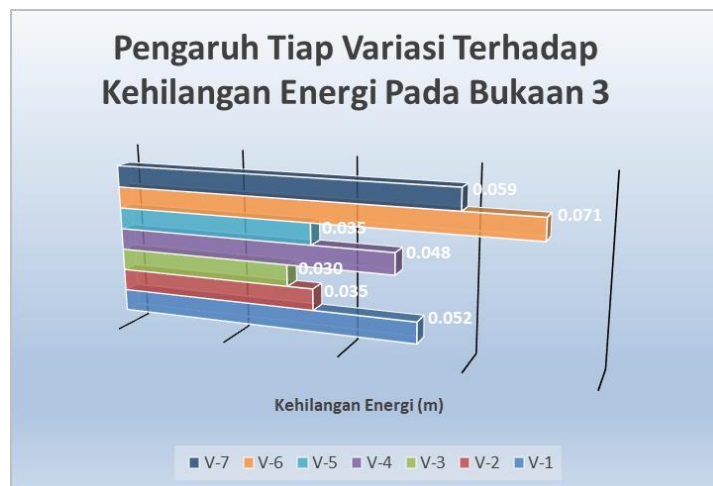
Kehilangan energi yang terjadi pada sebuah aliran disebabkan oleh pemasangan *baffle blocks* yang susunannya dapat mempengaruhi kedalaman air mulai dari hulu aliran sampai dengan hilirnya. Nilai dari kehilangan energi paling besar terletak pada konfigurasi *baffle blocks* variasi 2 dengan nilai 0,036 untuk variasi bukaan 3. Sedangkan untuk variasi bukaan 3 nilai kehilangan energi yang paling besar terletak pada konfigurasi *baffle blocks* variasi 6 dengan nilai 0,071.

Kehilangan energi juga sangat dipengaruhi oleh terhalangnya air terhadap *baffle blocks* yang konfigurasi dapat menahan laju aliran air. Kondisi bukaan

aliran sangat mempengaruhi kehilangan energi yang terjadi pada suatu aliran. Hal tersebut menyebabkan perbedaan yang jelas pada hasil kehilangan energi bukaan 2 dan juga bukaan 3. Seperti pada bukaan 2 variasi 1 nilai dari kehilangan energinya adalah 0,025, sedangkan pada bukaan 3 nilai kehilangan energinya adalah 0,052. Hasil dari rekapitulasi semua konfigurasi dapat dilihat pada **Gambar 5.12** dan juga **Gambar 5.13** dibawah ini.



Gambar 5. 12 Rekapitulasi Nilai Kehilangan Energi Bukaan 2



Gambar 5. 13 Rekapitulasi Nilai Kehilangan Energi Bukaan 3

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan oleh penulis dan juga analisis yang dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut ini.

1. Konfigurasi *baffle blocks* yang menerima gaya paling besar adalah konfigurasi *baffle blocks* variasi 6 pada bukaan 2 dan variasi 1 pada bukaan 3. Dikarnakan pada variasi ini aliran air berkumpul ditengah saat bertabrakan dengan permukaan *baffle blocks* yang miring kedalam.
2. Konfigurasi *baffle blocks* yang menghasilkan penurunan nilai Fr paling besar adalah konfigurasi *baffle blocks* variasi 7 pada bukaan 2 dan variasi 2 pada bukaan 3. Dari hasil ini dapat dilihat bahwa konfigurasi yang memiliki nilai penurunan Fr paling besar merupakan konfigurasi terbaik untuk menurunkan status aliran dari yang awalnya superkritis menjadi kritis.
3. Konfigurasi *baffle blocks* yang menghasilkan kehilangan energi paling besar adalah konfigurasi *baffle blocks* variasi 2 pada bukaan 2 dan variasi 6 pada bukaan 3. Dari hasil ini dapat dilihat bahwa konfigurasi yang memiliki nilai kehilangan energi paling besar merupakan konfigurasi terbaik dalam penghancur energi.
4. Secara keseluruhan konfigurasi yang paling baik dari ketiga aspek tersebut konfigurasi yang paling baik untuk keseluruhan aspek ini adalah konfigurasi 5 pada bukaan 2 dan konfigurasi 7 pada bukaan 3.

6.2 Saran

Berdasarkan dari semua pengalaman selama penulis melakukan penelitian Tugas Akhir, yang dilakukan di Laboratorium Hidraulika Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya dan juga masukan untuk Laboratorium Hidraulika Jurusan

Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia. Berikut ini adalah saran yang diajukan oleh peneliti.

1. Untuk penelitian tugas akhir yang akan datang diharapkan dapat menggunakan variasi bukaan, konfigurasi *baffle blocks*, kemiringan flume dan juga bentuk dan ukuran dari *baffle blocks* yang berbeda agar dapat dibandingkan dengan penelitian-penelitian sebelumnya.
2. Perlu diperhatikan terkait alat pengujian *circulating flume* yang terdapat pada Laboratorium Hidraulika Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia yang kurang terawat sehingga data tidak dapat akurat.
3. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai analisis gerusan yang ada pada hilir bendung agar menghasilkan pola gerusan yang dapat menyempurnakan penelitian ini sehingga dapat diterapkan pada kenyataan di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, A., Alwash, H., & Mahmood, A. (2018). Effect of baffle block configurations on characteristics of hydraulic jump in adverse stilling basins. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 162, p. 03005). EDP Sciences.
- Abdurrosyid, J., Wibowo, G. J., & Adipura, P. J. (2015). Pengaruh Kemiringan Tubuh Hilir Bendung (Spillway) dan Baffle Block pada Kolam Olak Solid Roller Bucket terhadap Loncatan Hidrolik dan Peredaman Energi. *Seminar Nasional Teknik Sipil, 1999*, 259–267.
- Badan Standarisasi Nasional (1991). SNI 03-2401-1991 Pedoman Perencanaan Hidrologi dan Hidraulika untuk Bangunan di Sungai. Bandung.
- Bahar, M.T.P. (2019). Studi Pengaruh Konfigurasi *Baffle blocks* Terhadap Peredaman Energi pada Konstruksi Bendung. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
- Desyta, U. 2018. Studi Efektivitas Pola Pemasangan Baffled Block Pada Peredam Energi Dalam Mereduksi Energi Aliran. *Tesis*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Kementrian Pekerjaan Umum, Direktorat Jendereal Sumber Daya Air, Direktorat Irigasi dan Rawa. 2013. Standar Perencanaan Irigasi. Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan Utama KP-02. Jakarta.
- KHATSURIA, Rajnikant M. *Hydraulics of spillways and energy dissipators*. CRC press, 2004.
- Peterka, A. J. 1974. *Hydraulics Design Of Stilling Basin And Energy Disipaters*. Colorado: United States Department Of Interior, Bureau Of Reclamation. Nevad
- SAMBUDHI, E., & PRASETYO, I. (2006). Perencanaan Teknis Embung Pada Sungai Beringin Sebagai Alternatif Penanganan Banjir di Kotamadya Semarang. Doctoral dissertation, F. TEKNIK UNDIP.
- Triatmodjo, B. 2012. *Hidraulika I*. Beta Offset. Yogyakarta.
- Triatmodjo, B. 2013. *Hidraulika II*. Beta Offset. Yogyakarta.

Pamungkas, E. J. W. (2014). Analisis Gerusan Di Hilir Bendung Tipe Usbr-Iv (Uji Model Di Laboratorium). *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 2(3).

LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi Variasi Konfigurasi *Baffle blocks*



Gambar Lampiran Variasi 1



Gambar Lampiran Variasi 2



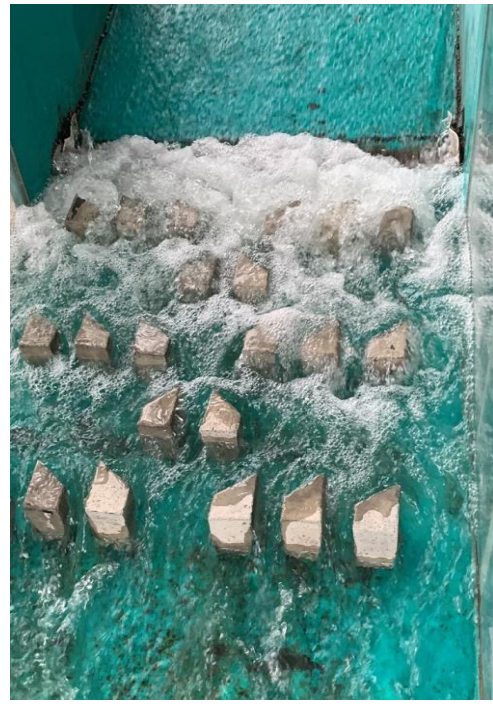
Gambar Lampiran Variasi 3



Gambar Lampiran Variasi 4



Gambar Lampiran Variasi 5



Gambar Lampiran Variasi 6



Gambar Lampiran Variasi 7



Gambar Lampiran Variasi 6 bukaan 4 Gambar Lampiran Variasi 7 bukaan 4



Gambar Lampiran Kondisi Bak Penampungan Bukaan 5



Gambar Lampiran Variasi 6 Bukaan 5

Lampiran 2 Dokumentasi Alat Untuk Pengujian



Gambar Lampiran *Circulating Flume*



Gambar Lampiran Bak Penampungan



Gambar Lampiran Saluran Aliran *Flume*



Gambar Lampiran Tuas *Flume*

Lampiran 3 Dokumentasi Pengambilan Data



Gambar Lampiran Pengukuran Ketinggian Aliran



Gambar Lampiran Pengukuran Kecepatan Aliran

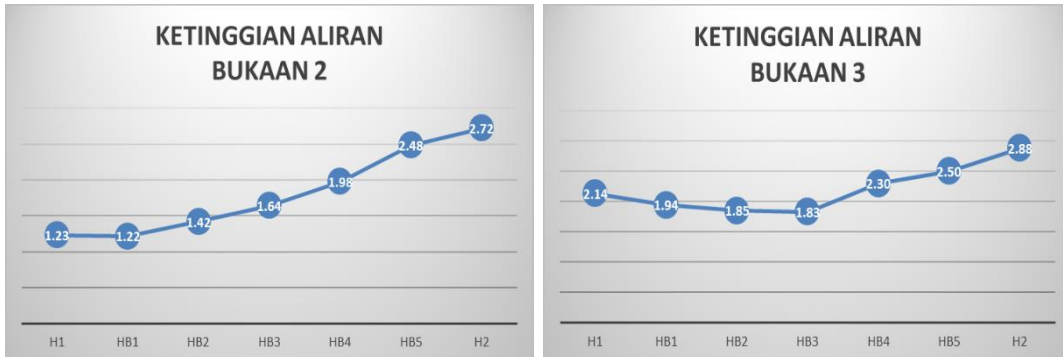


Gambar Lampiran Pengukuran Kecepatan Aliran



Gambar Lampiran Pengambilan Waktu Pada Bak Penampungan per 5 cm

Lampiran 4 Dokumentasi Grafik Ketinggian Aliran



Gambar Lampiran Grafik Ketinggian Aliran Tanpa *Baffle Blocks*



Gambar Lampiran Grafik Ketinggian Aliran Variasi Konfigurasi 1



Gambar Lampiran Grafik Ketinggian Aliran Variasi Konfigurasi 2



Gambar Lampiran Grafik Ketinggian Aliran Variasi Konfigurasi 3



Gambar Lampiran Grafik Ketinggian Aliran Variasi Konfigurasi 4



Gambar Lampiran Grafik Ketinggian Aliran Variasi Konfigurasi 5



Gambar Lampiran Grafik Ketinggian Aliran Variasi Konfigurasi 6



Gambar Lampiran Grafik Ketinggian Aliran Variasi Konfigurasi 7