

**PENGARUH TINGGI BUKAAN PINTU AIR PADA  
PELIMPAH EMBUNG TERHADAP KARAKTERISTIK  
ALIRAN  
(MODEL FISIK)**

**SKRIPSI**

Disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T)



**Disusun oleh:  
FENI ADIANTI  
3336190037**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
2023**

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya sebagai penulis skripsi berikut:

Judul : Pengaruh Tinggi Buka-an Pintu Air Pada Pelimpah Embung  
Terhadap Karakteristik Aliran (Model Fisik)  
Nama : Feni Adianti  
NPM : 3336190037  
Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Sipil

Menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa skripsi dengan judul di atas adalah benar-benar hasil karya asli saya dan tidak memuat hasil karya orang lain, kecuali dinyatakan melalui rujukan yang benar dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari ditemukan hal-hal yang menunjukkan bahwa seluruh karya ini bukan karya saya, maka saya bersedia dituntut melalui hukum yang berlaku. Saya juga bersedia menanggung segala akibat hukum yang timbul dari pernyataan yang secara sadar dan sengaja saya nyatakan melalui lembar ini.

Serang, 03 Juli 2023



**Feni Adianti**  
3336190037

**SKRIPSI**  
**PENGARUH TINGGI BUKAAN PINTU AIR PADA**  
**PELIMPAH EMBUNG TERHADAP KARAKTERISTIK**  
**ALIRAN**  
**(MODEL FISIK)**

Dipersiapkan dan disusun oleh :

**FENI ADIANTI/ 3336190037**

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Pada Tanggal : 03 Juli 2023

**Susunan Dewan Penguji**

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



**Dr. Subekti, S.T., M.T.**  
NIP. 197506122008011020



**Dr. Eng. B. Adhi Priyambodho, S.T., M.T.**  
NIP. 197704042009121001

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II



**Ngakan Putu Purnaditya, S.T., M.T.**  
NIP. 198909142019031008



**Restu Wigati, S.T., M.Eng.**  
NIP. 198209252010122002

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan

untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal : .....

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Sipil



**Dr. Subekti, S.T., M.T.**  
NIP. 197506122008011020

## PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Pengaruh Tinggi Bukaannya Pintu Air Pada Pelimpah Embung Terhadap Karakteristik Aliran (Model Fisik)”. Skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh derajat kesarjanaan Strata-1 pada jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Banten.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis telah berusaha semaksimal mungkin untuk menyajikan hasil yang terbaik dengan berpegang pada ketentuan yang berlaku. Namun karena keterbatasan pengetahuan dan pengalaman penulis serta waktu yang ada, maka penyajian skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Untuk itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi menyempurnakan skripsi ini lebih lanjut. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

- a. Ayahanda tercinta Pak Atang (Alm) dan Ibunda tercinta Ibu Nining yang telah memberi dukungan dan doa yang tak hingga selama masa perkuliahan hingga selesainya skripsi ini
- b. Bapak Dr. Subekti S.T., MT., dan Bapak Dr. Eng.B. Adhi Priyambodho, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing I dan II yang telah bersedia menyediakan waktu, tenaga dan pikiran dalam membimbing penulis pada penelitian ini
- c. Bapak Ngakan Putu Purnaditya S.T., M.T. dan Ibu Restu Wigati, S.T., M.Eng. selaku dosen penguji I dan II yang telah bersedia menyediakan waktu, tenaga dan pikiran dalam memberikan saran dan masukan kepada penulis dalam proses penulisan skripsi ini
- d. Bapak Dr. Subekti S.T., MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
- e. Ibu Dwi Esti Intari, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

- f. Ibu Dr. Rindu Twidy Bethari, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik selama masa perkuliahan yang juga turut menyediakan waktu, tenaga dan pikiran dalam penelitian di Laboratorium
- g. Kakak-kakak tercinta Aanun, Teh Anti, Teh uni dan Ahari yang telah banyak memberikan dukungan dan pengorbanan baik secara moril maupun *support* motivasi
- h. Rekan-rekan seperjuangan angkatan 2019, Azarine, Karin, dan lainnya yang telah membantu dan *mensupport* penulis dalam proses menyelesaikan skripsi ini
- i. Seluruh pihak terkait yang tidak dapat penulis disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam perkuliahan dan penulisan skripsi ini

Besar harapan penulis agar Allah SWT berkenan membalas seluruh kebaikan semua pihak yang telah berjasa membantu penulis menyelesaikan perkuliahan dan penelitian ini hingga selesai. Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi rekan-rekan makasiswa pada umumnya dan peneliti selanjutnya pada khususnya.

Cilegon, 03 Juli 2023

Feni Adianti

# PENGARUH TINGGI BUKAAN PINTU AIR PADA PELIMPAH EMBUNG TERHADAP KARAKTERISTIK ALIRAN

## (MODEL FISIK)

Feni Adianti

---

---

### INTISARI

Penelitian ini membahas tentang karakteristik aliran di hulu dan hilir pintu air pada pelimpah embung dengan tujuan mengetahui karakteristik aliran pada pelimpah embung saat kondisi pintu air tertutup dan mengetahui pengaruh tinggi bukaan pintu air pada pelimpah embung terhadap karakteristik aliran.

Penelitian ini menggunakan metode penelitian model fisik di Laboratorium yang meliputi kalibrasi *thompson* dan pipa pitot, penelitian karakteristik aliran kondisi pintu air tertutup dan terbuka dengan variasi tinggi bukaan pintu air (9, 10, 11, 12, 13 cm).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) Pada kondisi pintu air tertutup, tinggi muka air di hulu ( $H$ ) lebih besar daripada di hilir ( $Y$ ), sedangkan kecepatan aliran di hulu ( $V_0$ ) lebih kecil daripada di hilir ( $V_1$ ), demikian juga *froude* di hulu ( $Fr_{hulu}$ ) lebih kecil daripada di hilir ( $Fr_{hilir}$ ). Aliran di hulu termasuk aliran sub kritis ( $Fr < 1$ ), sedangkan di hilir termasuk aliran super kritis ( $Fr > 1$ ). (2) Semakin tinggi bukaan pintu ( $a$ ) maka tinggi muka air di hulu ( $H$ ) semakin kecil dan di hilir ( $Y$ ) semakin besar, sedangkan kecepatan aliran di hulu ( $V_0$ ) semakin besar dan di hilir ( $V_1$ ) semakin kecil, demikian pula *froude* di hulu ( $Fr_{hulu}$ ) dan di hilir ( $Fr_{hilir}$ ). Aliran di hulu termasuk aliran sub kritis ( $Fr < 1$ ), sedangkan di hilir termasuk aliran super kritis ( $Fr > 1$ ).

**Kata kunci:** Tinggi Bukaan Pintu, *Froude*, Pelimpah, Karakteristik Aliran

# THE INFLUENCE OF WATERGATE OPENING HEIGHT AT POND SPILL ON FLOW CHARACTERISTICS

## (PHYSICAL MODEL)

Feni Adianti

---

---

### ABSTRACT

*This research discusses the flow characteristics upstream and downstream of the sluice in the pond spillway to know the flow characteristics of the pond spillway when the sluice is closed and determine the effect of the height of the sluice opening on the pond spillway on the flow characteristics.*

*This research used a physical model research method in the laboratory which included thompson calibration and pitot pipes, research on the flow characteristics of closed and open sluice conditions with variations in the height of the sluice opening (9, 10, 11, 12, 13 cm).*

*The results showed that (1) in the closed sluice condition, the upstream water level ( $H$ ) is greater than the downstream ( $Y$ ), while the upstream flow velocity ( $V_0$ ) is lower than the downstream ( $V_1$ ), so does the Froude upstream ( $Fr_{upstream}$ ) smaller than downstream ( $Fr_{downstream}$ ). The upstream flow is classified as sub-critical flow ( $Fr < 1$ ), while the downstream is classified as super-critical flow ( $Fr > 1$ ). (2) The higher the sluice opening ( $a$ ), the lower the upstream water level ( $H$ ) and the greater the downstream ( $Y$ ), while the greater the upstream ( $V_0$ ) velocity and the smaller downstream ( $V_1$ ), thus also Froude upstream ( $Fr_{upstream}$ ) and downstream ( $Fr_{downstream}$ ). The upstream flow is classified as sub-critical ( $Fr < 1$ ), while the downstream is classified as super-critical ( $Fr > 1$ ).*

**Keywords:** *The Sluice Opening Height, Froude, Spillway, Flow Characteristics*

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>INTISARI .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR ISTILAH .....</b>	<b>xviii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
1.6 Keaslian Penelitian.....	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
2.1 Penelitian Terdahulu .....	4
2.2 Tabel Hasil Tinjauan Pustaka .....	7
2.3 Keterkaitan Penelitian .....	10
<b>BAB 3 LANDASAN TEORI .....</b>	<b>11</b>
3.1 Bangunan Air .....	11
3.2 Aliran pada Saluran Terbuka .....	14
3.3 Tipe Aliran .....	14
3.4 Sifat-sifat Aliran.....	17
3.5 Faktor-Faktor yang Berpengaruh Terhadap Karakteristik Aliran....	18
3.6 Peluap Thompson.....	31
3.7 Pipa Pitot .....	34
3.8 Permodelan Hidraulis.....	37



3.9 Analisis Dimensi .....	41
<b>BAB 4 METODE PENELITIAN.....</b>	<b>46</b>
4.1 Diagram Alir Penelitian .....	46
4.2 Lokasi Penelitian.....	47
4.3 Alat dan Bahan.....	47
4.4 Sumber Data.....	50
4.5 Model Penelitian .....	50
4.6 Variabel Penelitian .....	51
4.7 Analisis Nondimensional .....	51
4.8 Metode Pengambilan Data .....	56
4.9 Metode Analisis Data.....	60
4.10 Jadwal Penelitian.....	62
<b>BAB 5 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>63</b>
5.1 Kalibrasi .....	63
5.2 Analisa Karakteristik Aliran Pada Kondisi Pintu Air Tertutup .....	90
5.3 Analisa Debit Aliran Kondisi Pintu Air Tertutup .....	105
5.4 Analisa Karakteristik Aliran Terhadap Tinggi Bukaannya Pintu.....	109
5.5 Analisa Debit Aliran Terhadap Tinggi Bukaannya Pintu.....	123
5.6 Hasil Analisis Nondimensional Karakteristik Aliran Pada Kondisi Pintu Air Tertutup .....	127
5.7 Hasil Analisis Nondimensional Karakteristik Aliran Terhadap Tinggi Bukaannya Pintu .....	130
<b>BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>133</b>
6.1 Kesimpulan .....	133
6.2 Saran.....	134
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tinjauan Pustaka .....	7
Tabel 3. 1 Tipe-tipe aliran.....	16
Tabel 3. 2 Sifat-Sifat Air Pada Tekanan Atmosfer .....	22
Tabel 3. 3 Dimensi Dari Berbagai Besaran Fisik.....	42
Tabel 5. 1 Data Debit <i>Electromagnetic Flowmeter</i> ( $Q_a$ )- Kalibrasi <i>Thompson</i> ....	66
Tabel 5. 2 Data Aliran Melalui Peluap <i>Thompson</i> dengan Sudut $90^\circ$ .....	67
Tabel 5. 3 Hasil Perhitungan Tinggi Muka Air diatas Peluap <i>Thompson</i> ( $h$ ) .....	68
Tabel 5. 4 Hasil Analisis Debit Teoritis <i>Thompson</i> ( $Q_t$ ) dengan Asumsi $C_d = 1$ .	69
Tabel 5. 5 Koefisien Debit ( $C_d$ ) <i>Thompson</i> .....	70
Tabel 5. 6 Debit Kalibrasi <i>Thompson</i> ( $Q_{kalibrasi}$ ) Berdasarkan $C_d=0,67$ .....	71
Tabel 5. 7 Data Debit <i>Electromagnetic Flowmeter</i> ( $Q_a$ ) – Kalibrasi Pitot .....	75
Tabel 5. 8 Hasil Analisis Kecepatan Aktual ( $V_a$ ) – <i>Flowmeter</i> .....	76
Tabel 5. 9 Data Pengukuran Tinggi Muka Air di Kedalaman 0,2H, 0,6H, 0,8H..	77
Tabel 5. 10 Hasil Analisis Tinggi Muka Air dalam Pitot (0,2H, 0,6H, 0,8H) .....	79
Tabel 5. 11 Hasil Analisis Kecepatan Teoritis ( $V_t$ ) pada Pipa Pitot dengan $C_p = 1$ .....	80
Tabel 5. 12 Hasil Analisis Rata-rata Kecepatan Teoritis ( $V_t$ ) pada Pipa Pitot.....	81
Tabel 5. 13 Koefisien Kecepatan Pipa Pitot ( $C_p$ ) - <i>Flowmeter</i> .....	82
Tabel 5. 14 Rata-rata $V_t$ Teoritis dan $V_{pitot}$ Terkoreksi .....	83
Tabel 5. 15 $V_a$ Aktual <i>Flowmeter</i> dan $V_{pitot}$ Terkoreksi.....	83
Tabel 5. 16 Tinggi tekanan ( $P_{sy}$ ) Pada 0,2H, 0,6H dan 0,8H.....	85
Tabel 5. 17 Rata-rata Tinggi tekanan ( $P_{sy}$ ) .....	86
Tabel 5. 18 Hasil Analisis Kecepatan Aktual ( $V_a$ ) – Grafik Kalibrasi Pitot .....	88
Tabel 5. 19 Koefisien Kecepatan Pipa Pitot ( $C_p$ ) - Grafik.....	88
Tabel 5. 20 $V_t$ Teoritis dan $V_{pitot}$ Terkoreksi.....	89
Tabel 5. 21 $V_{pitot}$ Terkoreksi dan $V_a$ Aktual Grafik .....	89
Tabel 5. 22 $C_p$ <i>Flowmeter</i> dan $C_p$ Grafik Kalibrasi Pitot .....	90
Tabel 5. 23 Data Debit <i>Electromagnetic Flowmeter</i> ( $Q_a$ ) - Kondisi Pintu Air Tertutup .....	94
Tabel 5. 24 Data Tinggi Muka Air - Kondisi Pintu Air Tertutup .....	95

Tabel 5. 25 Data Pengukuran Pipa Pitot di Hulu - Kondisi Pintu Air Tertutup....	96
Tabel 5. 26 Data Pengukuran Pipa Pitot di Hilir - Kondisi Pintu Air Tertutup ....	96
Tabel 5. 27 Analisis Tinggi Muka Air - Kondisi Pintu Air Tertutup.....	97
Tabel 5. 28 Analisis Tinggi Muka Air dalam Pitot Kedalaman 0,6H.....	98
Tabel 5. 29 Analisis Kecepatan ( $V_0$ ) Aliran di Hulu – Kondisi Pintu Air Tertutup..	99
Tabel 5. 30 Analisis Tinggi Muka Air dalam Pitot Kedalaman 0,6Y .....	100
Tabel 5. 31 Analisis Kecepatan ( $V_1$ ) di Hilir – Kondisi Pintu Air Tertutup .....	101
Tabel 5. 32 Analisis Bilangan <i>Froude</i> ( $Fr$ ) di Hulu – Kondisi Pintu Air Tertutup ..	102
Tabel 5. 33 Analisis Bilangan <i>Froude</i> ( $Fr$ ) di Hilir – Kondisi Pintu Air Tertutup...	104
Tabel 5. 34 Hasil Analisis Karakteristik Aliran – Kondisi Pintu Air Tertutup...	104
Tabel 5. 35 Analisis Debit <i>Spillway</i> ( $Q_{Rehbock}$ ) .....	107
Tabel 5. 36 Analisa Debit Aliran di Hulu ( $Q_{hulu}$ ) dan Hilir ( $Q_{hilir}$ ) – Kondisi Pintu Air Tertutup.....	108
Tabel 5. 37 Hasil Analisa Debit Aliran ( $Q_{hulu}$ , $Q_{hilir}$ , $Q_{Rehbock}$ ).....	109
Tabel 5. 38 Data Debit <i>Electromagnetic Flowmeter</i> ( $Q_a$ ) - Kondisi Pintu Air Terbuka.....	112
Tabel 5. 39 Data Tinggi Muka Air - Kondisi Pintu Air Terbuka.....	113
Tabel 5. 40 Data Pengukuran Pipa Pitot di Hulu - Kondisi Pintu Air Terbuka..	114
Tabel 5. 41 Data Pengukuran Pipa Pitot di Hilir - Kondisi Pintu Air Terbuka...	114
Tabel 5. 42 Hasil Analisis Tinggi Muka Air - Kondisi Pintu Air Terbuka.....	115
Tabel 5. 43 Analisis Tinggi Muka Air dalam Pitot Kedalaman 0,6H.....	116
Tabel 5. 44 Analisis Kecepatan ( $V_0$ ) Aliran di Hulu – Kondisi Pintu Air Terbuka..	117
Tabel 5. 45 Analisis Tinggi Muka Air dalam Pitot Kedalaman 0,6Y .....	118
Tabel 5. 46 Analisis Kecepatan ( $V_1$ ) di Hilir – Kondisi Pintu Air Terbuka.....	119
Tabel 5. 47 Analisis Bilangan <i>Froude</i> ( $Fr$ ) di Hulu – Kondisi Pintu Air Terbuka...	120
Tabel 5. 48 Analisis Bilangan <i>Froude</i> ( $Fr$ ) di Hilir – Kondisi Pintu Air Terbuka ...	122

Tabel 5. 49 Hasil Analisis Karakteristik Aliran – Kondisi Pintu Air Terbuka ...	122
Tabel 5. 50 Analisa Debit Aliran di Hulu ( $Q_{hulu}$ ) dan Hilir ( $Q_{hilir}$ ) .....	124
Tabel 5. 51 Analisis Debit Teoritis Pintu Air ( $Q_t$ ) dengan Asumsi $C_d = 1$ .....	125
Tabel 5. 52 Koefisien Debit ( $C_d$ ) Pintu Air.....	126
Tabel 5. 53 $Q_t$ Teoritis dan $Q_{pintu\ air}$ Terkoreksi.....	127
Tabel 5. 54 Hasil Analisa Debit Aliran ( $Q_{hulu}$ , $Q_{hilir}$ , $Q_{Pintu\ air}$ ).....	127
Tabel 5. 55 Variabel-Variabel Hasil Perhitungan– Kondisi Pintu Air Tertutup.	128
Tabel 5. 56 Variabel-Variabel Hasil Perhitungan– Kondisi Pintu Air Terbuka .	130

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram Irisan Penelitian.....	10
Gambar 3. 1 Embung .....	11
Gambar 3. 2 Sketsa sederhana embung di sungai dan di luar sungai .....	12
Gambar 3. 3 Embung Kecil dan komponennya .....	12
Gambar 3. 4 Gelombang banjir melalui saluran terbuka .....	15
Gambar 3. 5 Contoh tipe aliran saluran terbuka (Ven Te Chow) .....	16
Gambar 3. 6 Vena kontrakta .....	19
Gambar 3. 7 Hubungan antara tegangan geser dan gradien kecepatan.....	21
Gambar 3. 8 Garis tenaga dan tekanan pada zat cair ideal.....	23
Gambar 3. 9 Pintu Air .....	24
Gambar 3. 10 Pelimpah Ambang Lebar (a), Ambang Pendek (b), dan Ambang Tajam (c) .....	26
Gambar 3. 11 Ambang Tajam Berbentuk Persegi .....	26
Gambar 3. 12 Pola Penjalaran gelombang di saluran terbuka .....	31
Gambar 3. 13 Peluap Ambang Tipis (a) Peluap Ambang Lebar (b).....	32
Gambar 3. 14 Peluap Tertekan (a) dan kontraksi samping (b) .....	32
Gambar 3. 15 Peluap Terjunan (a) dan Terendam (b) .....	32
Gambar 3. 16 Peluap Segi empat (a), <i>Thompson</i> (b) dan trapezium (c) .....	33
Gambar 3. 17 Peluap <i>Thompson</i> .....	33
Gambar 3. 18 Garis Aliran disekitar silinder .....	35
Gambar 3. 19 Pipa Pitot sederhana .....	35
Gambar 3. 20 Sketsa penyelesaian masalah melalui permodelan.....	39
Gambar 3. 21 Sebangun geometrik sempurna (tanpa distorsi) .....	40
Gambar 3. 22 Sebangun Kinematik .....	41
Gambar 4. 1 Bagan Alir Penelitian .....	46
Gambar 4. 2 Lokasi Penelitian.....	47
Gambar 4. 3 <i>Glass Sided Tilting Flume</i> (Armfield S6-MKIII).....	47
Gambar 4. 4 Peluap <i>Thompson</i> .....	48
Gambar 4. 5 <i>Point gauge</i> .....	48
Gambar 4. 6 Konsol Elektrik .....	49

Gambar 4. 7 Pipa Pitot sederhana .....	49
Gambar 4. 8 Meteran Roll.....	49
Gambar 4. 9 Model Pintu Air.....	50
Gambar 4. 10 Kalibrasi Peluap <i>Thompson</i> .....	56
Gambar 4. 11 Kalibrasi Pipa Pitot.....	57
Gambar 4. 12 Penelitian Kondisi Pintu Air Tertutup.....	58
Gambar 4. 13 Percobaan Kondisi Pintu Air Terbuka .....	59
Gambar 4. 14 Jadwal Rencana Penelitian .....	62
Gambar 5. 1 Pengaturan Katup Pompa dan Kemiringan <i>Flume</i> 0° .....	63
Gambar 5. 2 Pemasangan Peluap <i>Thompson</i> di Saluran .....	64
Gambar 5. 3 Pemasangan <i>Point Gauge</i> .....	64
Gambar 5. 4 Pembacaan Debit <i>Electromagnetic Flowmeter</i> Kalibrasi-2 .....	64
Gambar 5. 5 Pengukuran Tinggi Peluap ( <i>p</i> ).....	65
Gambar 5. 6 Pengukuran Tinggi Peluapan ( <i>X</i> ) .....	65
Gambar 5. 7 Pengukuran Tinggi Muka Air di Hulu ( <i>H</i> ).....	65
Gambar 5. 8 Sketsa Pengambilan Data Peluap <i>Thompson</i> .....	67
Gambar 5. 9 Debit Teoritis <i>Thompson</i> ( $Q_t$ ) dengan Debit Aktual <i>Electromagnetic</i> <i>Flowmeter</i> ( $Q_a$ ) .....	71
Gambar 5. 10 Kemiringan <i>Flume</i> menjadi 0° .....	72
Gambar 5. 11 Pemasangan <i>Point Gauge</i> .....	72
Gambar 5. 12 Pemasangan Pipa Pitot .....	73
Gambar 5. 13 Pembacaan Debit <i>Electromagnetic Flowmeter</i> Pada Kalibrasi Pitot .....	73
Gambar 5. 14 Pengukuran Kedalaman Air di Hulu ( <i>H</i> ) dengan <i>Point Gauge</i> .....	73
Gambar 5. 15 Penempatan <i>Point Gauge</i> dan Pipa Pitot Saat Mengukur Aliran di Kedalaman 0,6H.....	74
Gambar 5. 16 Menstabilkan Pipa Pitot dengan <i>Waterpass</i> .....	74
Gambar 5. 17 Pengukuran Elevasi Muka Air dalam Pipa Pitot di Hulu dari Datum ( $EL_2$ ) .....	74
Gambar 5. 18 Sketsa Pengambilan Data Kedalaman Aliran – Kalibrasi Pitot .....	77
Gambar 5. 19 Grafik Hubungan $V_t$ Teoritis dan $V_a$ Aktual ( <i>Flowmeter</i> ).....	84
Gambar 5. 20 Grafik Kalibrasi Pipa Pitot dan Manometer S6-30 .....	87

Gambar 5. 21 Hubungan $V_t$ Teoritis dan $V$ Aktual Grafik.....	89
Gambar 5. 22 Kemiringan <i>Flume</i> $0^\circ$ .....	91
Gambar 5. 23 Pemasangan Pintu Air Pada Kondisi Pintu ditutup.....	91
Gambar 5. 24 Debit Bacaan <i>Electromagnetic Flowmeter</i> Pada Putaran Pompa 4,5 - Kondisi Pintu Air Tertutup.....	91
Gambar 5. 25 Pelimpahan Pada Pintu Air dan Pelimpah Pada Saat Pintu Tertutup .....	92
Gambar 5. 26 Pengukuran Tinggi Peluapan ( $X$ ) - Kondisi Pintu Air Tertutup.....	92
Gambar 5. 27 Pengukuran Tinggi Muka Air di Hulu ( $H$ ) - Kondisi Pintu Air Tertutup .....	92
Gambar 5. 28 Penempatan <i>Point Gauge</i> dan Pipa Pitot Saat Mengukur Aliran - Kondisi Pintu Air Tertutup.....	93
Gambar 5. 29 Pengukuran elevasi ( $EL_2$ ) - Kondisi Pintu Air Tertutup .....	93
Gambar 5. 30 Pengukuran Tinggi Muka Air di Hilir ( $Y$ ) - Kondisi Pintu Air Tertutup .....	93
Gambar 5. 31 Pengukuran Kecepatan Aliran dengan Pipa Pitot - Kondisi Pintu Air Tertutup .....	94
Gambar 5. 32 Sketsa Pengambilan Data Kedalaman Aliran – Kondisi Pintu Air Tertutup .....	95
Gambar 5. 33 Sketsa Pengambilan Data Pipa Pitot – Kondisi Pintu Air Tertutup	96
Gambar 5. 34 Kondisi Pintu Air Tertutup.....	105
Gambar 5. 35 Kemiringan <i>flume</i> $0^\circ$ .....	109
Gambar 5. 36 Pemasangan Pintu Air Untuk Kondisi Pintu Air Terbuka .....	110
Gambar 5. 37 Contoh Tampilan Debit Bacaan <i>Electromagnetic Flowmeter</i> ( $a =$ $13\text{cm}$ ).....	110
Gambar 5. 38 Kondisi Aliran Air Ketika Tinggi Pintu dibuka ( $a = 13\text{ cm}$ ).....	111
Gambar 5. 39 Pengukuran Tinggi Muka Air di Hulu Pada Kondisi Pintu Air Terbuka.....	111
Gambar 5. 40 Penempatan <i>Point Gauge</i> dan Pipa Pitot Saat Mengukur Kecepatan Aliran.....	111
Gambar 5. 41 Pengukuran Kedalaman Air di Hilir ( $Y$ ).....	112

Gambar 5. 42 Sketsa Pengambilan Data Kedalaman Aliran – Kondisi Pintu Air Terbuka.....	113
Gambar 5. 43 Sketsa Pengambilan Data Pipa Pitot – Kondisi Pintu Air Terbuka .....	113
Gambar 5. 44 Grafik Hubungan $Fr$ di hilir dan $H/Y$ .....	129
Gambar 5. 45 Grafik Hubungan $Fr$ di hilir dan $h/Y$ .....	129
Gambar 5. 46 Grafik Hubungan $Fr$ di hilir dan $P/Y$ .....	130
Gambar 5. 47 Grafik Hubungan $Fr$ di hilir dan $H/Y$ .....	131
Gambar 5. 48 Grafik Hubungan $Fr$ di hilir dan $a/Y$ .....	132



## DAFTAR LAMPIRAN

1. Lampiran Data Administrasi
2. Lampiran Grafik Kalibrasi Pipa Pitot dan Manometer S6-30
3. Lampiran Blangko Penelitian
4. Lampiran Dokumentasi

## DAFTAR ISTILAH

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
$A$	Luas penampang basah ( $m^2$ )
$a$	Tinggi bukaan pintu air ( $m$ )
$B$	Lebar saluran ( $m$ )
$b$	Lebar pintu air ( $m$ )
$C_c$	Koefisien kontraksi
$C_d$	Koefisien debit
$C_p$	Koefisien kecepatan pipa pitot
$C_p$ ( <i>flow</i> )	Koefisien kecepatan pipa pitot <i>flowmeter</i>
$C_p$ ( <i>grafik</i> )	Koefisien kecepatan pipa pitot grafik kalibrasi pipa pitot & manometer
$C_v$	Koefisien kecepatan
$d_p$	Kedalaman pipa pitot dari permukaan air ( $m$ )
$EL_1$	Elevasi muka air di hulu dari datum ( $m$ ) = $H$
$EL_2$	Elevasi muka air dalam pipa pitot di hulu dari datum ( $m$ )
$EL_3$	Elevasi muka air di atas pintu dari datum ( $m$ )
$EL_4$	Elevasi muka air di hilir dari datum ( $m$ ) = $Y$
$EL_5$	Elevasi muka air dalam pipa pitot di hilir dari datum ( $m$ )
$Fr$	Bilangan <i>froude</i>
$g$	Percepatan gravitasi 9,8 ( $m/s^2$ )
$H$	Tinggi muka air di hulu ( $m$ )
$H_2$	Tinggi muka air di hulu pintu air ( $m$ )
$h$	Tinggi muka air diatas pintu atau peluap ( $m$ )
$h_p$	Tinggi muka air dalam pipa pitot ( $m$ )
$H_{total}$	Tinggi energi total ( $m$ )
$L$	Diameter pipa atau panjang karakteristik ( $m$ )
$P$	Tinggi pintu air ( $m$ )
$p$	Tinggi peluap <i>thompson</i> ( $m$ )
$Q$	Debit aliran ( $m^3/s$ )
$Q_a$	Debit <i>electromagnetic flowmeter</i> ( $m^3/s$ )

$Q_{hilir}$	Debit aliran di hilir ( $m^3/s$ )
$Q_{hulu}$	Debit aliran di hulu ( $m^3/s$ )
$Q_{kalibrasi}$	Debit kalibrasi <i>thompson</i> ( $m^3/s$ )
$Q_{Pintu\ air}$	Debit aliran melalui pintu air ( $m^3/s$ )
$Q_{Rehbock}$	Debit aliran <i>spillway</i> persamaan <i>rehbock</i> ( $m^3/s$ )
$Q_t$	Debit teoritis ( $m^3/s$ )
$R$	Jari-jari hidraulis ( $m$ )
$Re$	Bilangan <i>reynolds</i>
$S_0$	Kemiringan saluran ( $m/m$ )
$V$	Kecepatan aliran ( $m/s$ )
$\nu$	Kekentalan kinematik ( $m^2/s$ )
$V_0$	Kecepatan aliran di hulu ( $m/s$ )
$V_{0,2}$	Kecepatan aliran di kedalaman 0,2H ( $m/s$ )
$V_{0,6}$	Kecepatan aliran di kedalaman 0,6H ( $m/s$ )
$V_{0,8}$	Kecepatan aliran di kedalaman 0,8H ( $m/s$ )
$V_1$	Kecepatan aliran di hilir ( $m/s$ )
$V_a$	Kecepatan aktual aliran ( $m/s$ )
$V_a\ (flow)$	Kecepatan aktual <i>flowmeter</i> ( $m/s$ )
$V_a\ (grafik)$	Kecepatan aktual grafik kalibrasi pipa pitot & manometer ( $m/s$ )
$V_{pitot}$	Kecepatan pitot terkoreksi ( $m/s$ )
$V_t$	Kecepatan teoritis aliran ( $m/s$ )
$X$	Tinggi peluapan ( $m$ )
$Y$	Tinggi muka air di hilir ( $m$ )
$y$	Kedalaman aliran ( $m$ )
$Z$	Elevasi (tinggi tempat)
$\alpha$	Sudut pada peluap <i>thompson</i> yang digunakan $90^\circ$ ( $^\circ$ )
$\mu$	Kekentalan dinamik ( $Ns/m^2$ )
$\rho$	Nilai rapat masa ( $kg/m^3$ )
$\frac{V^2}{2g}$	Tinggi kecepatan ( $m$ )
$\frac{P_s}{\gamma}$	Tinggi tekanan ( $m$ )

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perubahan tata guna lahan yang tak terkendali akibat peningkatan populasi penduduk mengakibatkan ketersediaan air berkurang (kekeringan) sekaligus meningkatkan potensi banjir. Oleh karena itu, diperlukan pengelolaan sumber daya air terpadu untuk mencegah dan menyelesaikan permasalahan tersebut (Kodoatie & Sjarief, 2010, h. 25).

Konservasi air pada prinsipnya merupakan pengelolaan air hujan yang jatuh ke atas permukaan tanah seefisien mungkin dengan pengaturan waktu aliran yang tepat sehingga tidak terjadi banjir di musim hujan dan tersedia cukup air di musim kemarau (Arsyad, 2000) dalam jurnal (Sallata, 2017, h. 48). Salah satu upaya konservasi dengan memanfaatkan limbah air hujan yaitu pembangunan embung (Irianto, 2007, h. 3).

Embung merupakan bangunan artifisial yang berfungsi untuk menampung dan menyimpan air dengan kapasitas volume lebih kecil dari kapasitas waduk/bendungan (Kodoatie & Sjarief, 2010, h. 179). Embung berfungsi untuk menampung kelebihan air di musim hujan dan memanfaatkannya di musim kemarau untuk berbagai kepentingan (Kasiro dkk., 1997) dalam (Kodoatie & Sjarief, 2010, h. 179). Kapasitas embung sangat ditentukan oleh kapasitas pelimpah (*Spilway*) (Satria, 2017, h. 1). Pelimpah berfungsi mengalirkan debit banjir dari tampungan embung guna mengamankan dinding atau tubuh embung dari peluapan (*overtopping*) (Kodoatie & Sjarief, 2010, h. 180). Dengan adanya pelimpah, elevasi muka air di hulu didesain tidak akan melampaui batas maksimum berkaitan dengan debit banjir rencana (Satria, 2017, h. 1).

Berdasarkan Surat Edaran Menteri PUPR No.7/SE/M Tahun 2018 embung terdiri dari beberapa komponen salah satunya yaitu pintu air. Pintu air merupakan pintu yang dapat terbuka dan tertutup pada bagian bawah secara vertikal, sehingga aliran dapat mengalir melalui lubang tersebut. Pintu air dapat juga diartikan sebagai bangunan berupa lubang atau bukaan pada struktur hidraulika yang berfungsi

mengendalikan debit dan elevasi muka air di hulu (Laksitaningtyas dkk., 2020, h. 62). Bukaannya pintu air yang bervariasi akan menyebabkan karakteristik aliran yang bervariasi baik di hulu maupun hilir (Irawan, 2016, h. 1). Karakteristik aliran dalam suatu bangunan air dapat berupa tinggi muka air, kecepatan dan keadaan aliran itu sendiri (Sapani, 2022, h.2).

Penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan pintu air diantaranya Misbar & Yunus (2017), Budianto (2015), Doloksaribu dkk (2021), Latif dkk (2019), Irawan (2016), dan Albas & Permana (2016). Penelitian tentang “Pengaruh Tinggi Bukaannya Pintu Air Pada Pelimpah Embung Terhadap Karakteristik Aliran (Model Fisik)” belum pernah dilakukan oleh penelitian sebelumnya.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah penelitian ini yaitu:

- a. Bagaimana karakteristik aliran pada pelimpah embung saat kondisi pintu air tertutup?
- b. Bagaimana pengaruh tinggi bukaannya pintu air pada pelimpah embung terhadap karakteristik aliran?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini yaitu:

- a. Mengetahui karakteristik aliran pada pelimpah embung saat kondisi pintu air tertutup.
- b. Mengetahui pengaruh tinggi bukaannya pintu air pada pelimpah embung terhadap karakteristik aliran.

## **1.4 Batasan Masalah**

Adapun lingkup batasan-batasan penelitian ini mencakup:

- a. Penelitian ini dilakukan dengan model fisik menggunakan *flume* di Laboratorium.
- b. Pelimpah embung berupa dinding dengan pintu air dengan tipe embung sungai.
- c. Pilar dinding pelimpah diabaikan.
- d. Penelitian ini dilakukan dengan dua kondisi yaitu pada saat pintu air ditutup dan dibuka dengan variasi tinggi bukaannya pintu.

- e. Pada penelitian ini lebar dan jumlah pintu air tidak divariasikan.
- f. Pada kondisi pintu air tertutup aliran air akan keluar/ melimpah melalui pintu air dan pelimpahan pada embung.
- g. Penelitian ini hanya membahas karakteristik aliran berdasarkan tinggi muka air, kecepatan, dan bilangan *froude* (*Fr*) di hulu dan hilir.
- h. Pengukuran kecepatan digunakan dengan Pipa Pitot.
- i. Gerusan dan loncat air tidak diperhitungkan.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain:

- a. Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu yaitu menjadi bahan referensi bagi peneliti-peneliti berikutnya terutama penelitian tentang pintu air pada saluran.
- b. Penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai acuan/masukan bagi praktisi di bidang Hidraulika, terutama pada saluran terbuka.

### **1.6 Keaslian Penelitian**

Penelitian tentang “Pengaruh Tinggi Bukaannya Pintu Air Pada Pelimpah Embung Terhadap Karakteristik Aliran (Model Fisik)” belum pernah diteliti sebelumnya. Penelitian ini menggunakan model pintu air pada pelimpah embung dengan lebar pintu yang lebih kecil dari lebar saluran sehingga benar-benar asli tanpa unsur plagiat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Albas, J., & Permana, S. (2016). *Kajian Pengaruh Tinggi Bukaannya Pintu Air Tegak (Sluiceway) Terhadap Bilangan Froude*. 14(1). <http://jurnal.sttgarut.ac.id>
- Amin Latif, A., Saleh Pallu, M., Maricar, F., & Putra Hatta, M. (2019). Pengaruh Tinggi Bukaannya Pintu Air Terhadap Bilangan Froude dengan Dasar Tanah Lempung Pada Saluran Terbuka. *Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah*, 181–272.
- Armfield. (2021). *S6 MKIII Glass sided Tilting Flume Issue 1 PC-0068812*.
- Bambang Triatmodjo. (1993a). *Hidraulika I (Pertama)*. BETA OFFSET.
- Bambang Triatmodjo. (1993b). *Hidraulika II (Pertama)*. BETA OFFSET.
- Budianto, H. (2015). Kajian Pengaruh Tinggi Bukaannya Pintu Air Tegak Terhadap Kondisi Aliran di Bagian Hilir Saluran Penampang Segi Empat. *Universitas Muhammadiyah jember*.
- Chow, Ven Te. (1985). *Hidrolika Saluran Terbuka*. Erlangga. Jakarta
- Doloksaribu, A., Paresa, J., & Para'pak, I. (2021). Kajian Pengaruh Tinggi Bukaannya Pintu Air Terhadap Bilangan Froude Dibagian Hilir Saluran Primer. *Musamus Journal of Civil Engineering*, 4(1).
- Irianto, G. (2007). *Pedoman Teknis Konservasi Air Melalui Pembangunan Embung*.
- SEMEN PUPR NO.7 Tahun 2018 Tentang Pedoman Pembangunan Embung Kecil dan Bangunan Penampung Air Lainnya di Desa, Pub. L. No. 07/SE/M/2018, Indonesia (2018).
- Kodoatie, R. J., & Sjarief, R. (2010). *Tata Ruang Air* (1 ed.). C.V ANDI OFFSET. [https://books.google.co.id/books?id=v\\_NmfqwW4eQC&lpg=PP1&hl=id&pg=PR2#v=onepage&q&f=false](https://books.google.co.id/books?id=v_NmfqwW4eQC&lpg=PP1&hl=id&pg=PR2#v=onepage&q&f=false)
- Laksitaningtyas, A. P., Legono, D., & Yulistiyanto, B. (2020). Karakteristik Kecepatan Aliran Di Dekat Dasar Pintu Peluapan Bawah (Sluice Gate). *Jurnal Teknik Pengairan*, 11(1), 61–72. <https://doi.org/10.21776/ub.pengairan.2020.011.01.07>
- Misbar, & Yunus, F. (2017). *Karakteristik Parameter Hidrolis dengan Variasi Tinggi Bukaannya Pintu Sorong Pada Saluran Terbuka*.
- Nur Yuwono. (2021). *Perencanaan Model Skala Hidraulis* (R. de Lima, Ed.). PT Kanisius.
- Sallata, M. K. (2017). Pentingnya Aplikasi Teknik Konservasi Air Dengan Metode Struktur Fisik Di Wilayah Hulu DAS. 14(1), 47–62.

Satria, E. A. (2017). *Analisa Kapasitas Pelimpah Embung Teteasa di Kecamatan Angata Kab. Konawe Selatan*.

Septyani, U., & Henri. (2021). *Studi Karakteristik Aliran Di Sekitar Pilar Jembatan Sungai Papa*.

Subagyono, K., Haryati, U., Sidik, D., & Tala'ohu, H. (2004). *Teknologi Konservasi Air Pada Pertanian Lahan Kering*.  
[http://balittanah.litbang.pertanian.go.id/ind/index.php?option=com\\_content&view=article&id=845:lereng&catid=24&Itemid=85](http://balittanah.litbang.pertanian.go.id/ind/index.php?option=com_content&view=article&id=845:lereng&catid=24&Itemid=85)

Suripin. (2019). *Mekanika Fluida dan Hidraulika Saluran Terbuka untuk Teknik Sipil* (E. Kurnia, Ed.). ANDI OFFSET.