

## Analisis Energi Spesifik pada Ambang Tajam dan Ambang Lebar pada Saluran Terbuka (Uji Laboratorium)

Enggar Mushardiansyah<sup>1</sup>, Maulana Malik Ibrahim<sup>2</sup>, Ratna Musa<sup>3</sup>, Musyafir Wellang<sup>4</sup>,  
Muhammad Haris<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia

Jl. Urip Sumoharjo Km 05 Panaikang, Kec. Panakkukang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90231

Email: <sup>1</sup>enggarmushardiansyah@gmail.com; <sup>2</sup>m.m.ibrahim42443@gmail.com; <sup>3</sup>ratmus\_tsipil@ymail.com;

<sup>4</sup>musyafir.wellang@umi.ac.id; <sup>5</sup>muhharis.umar@umi.ac.id

---

### ABSTRAK

Gambaran mengenai fenomena hidrolis aliran yang melewati bangunan keairan sangat diperlukan dalam proses perencanaan. Penelitian ini bertujuan untuk menggambarkan profil aliran sesudah melewati ambang, dan menganalisis pengaruh tinggi muka air ambang terhadap besarnya loncat air. Metode eskperimental dengan pengamatan terhadap parameter aliran dilakukan pada saluran kecil. Hasil penelitian membuktikan adanya tingkat kesulitan yang cukup tinggi pada aliran melalui ambang lebar dan ambang tajam berdasarkan data hasil perhitungan energi spesifik. Kecendrungan ini ditunjukkan salah satunya melalui kondisi aliran yakni ditemukannya perubahan tampang aliran melalui ambang pada saluran dengan berbagai variasi debit. Adapun factor-faktor penghambatnya sering dijumpai kendala berupa kemampuan untuk memahami konsep secara benar. Adapun factor-faktor pendukungnya perlu dilakukan suatu proses pembelajaran di laboratorium hidrolika agar bisa lebih meningkatkan kemampuan dalam memahami konsep energi spesifik. Dari penelitian ini hasil analisis menunjukkan klasifikasi aliran sebelum transisi terjadi aliran subkritis sedangkan klasifikasi aliran bagian transisi terjadi aliran kritis sedangkan untuk klasifikasi aliran bagian hilir terjadi aliran subkritis.

Kata kunci: Energi Spesifik, ambang tajam, ambang lebar

---

### ABSTRACT

*An overview of the hydraulic phenomenon of flow passing through water structures is very necessary for the planning process. This study aims to describe the flow profile after crossing the threshold and to analyze the effect of the threshold water level on the amount of water jump. An experimental method by observing the flow parameters carried out in small channels. The results of the study prove that there is a fairly high level of difficulty in the flow through a wide threshold and a sharp threshold based on data from the calculation of specific energy. This tendency is shown, one of them through flow conditions, namely the discovery of changes in flow appearance through the threshold of the channel with various discharge variations. The inhibiting factors are often encountered as obstacles in the form of the ability to understand the concept correctly. As for the supporting factors, it is necessary to carry out a learning process in the hydraulics laboratory in order to further improve the ability to understand the concept of specific energy. From this study, the results of the analysis show that the classification of flow before the transition occurs as subcritical flow, while the classification of the transition section of the flow occurs critical flow, while for the downstream flow classification occurs subcritical flow.*

*Keywords: Specific Energy, sharp threshold, wide threshold*

---

## 1. Pendahuluan

Agar dapat diperoleh bangunan keairan dengan perencanaan yang baik, perlu diproyeksikan fenomena hidrolis aliran yang akan melewati bangunan tersebut (Binilang, 2010). Proyeksi ini dapat dilakukan dengan mensimulasikan aliran yang melewati saluran terbuka pada berbagai bentuk model bangunan (Pratama et al., 2015). Dengan fenomena aliran yang diperoleh, maka dapat dikembangkan analisis yang lebih lanjut terhadap bangunan-bangunan prototype yang kemudian dijadikan acuan perencanaan untuk perancangan bangunan keairan di lapangan.

Saluran terbuka mengkondisikan aliran air pada permukaan yang bebas/ terbuka yang diklasifikasikan menjadi saluran alam dan buatan (Vijai P, 2017). Dari jenis aliran yaitu aliran saluran terbuken dan aliran pipa, terdapat beberapa kesamaan namun memiliki perbedaan mendasar yaitu aliran saluran terbuka mendapatkan pengaruh dari tekanan udara bebas yang berasal dari bagian permukaan saluran yang bebas (Kimi, 2015). Karakteristik aliran pada saluran terbuka adalah parameter aliran meliputi kecepatan, kedalaman, tampang basah, dan debit sepanjang aliran konstan sehingga disebut aliran seragam (*uniform*) (Junaidi, 2014).

Energi spesifik merupakan besaran yang pertama kali diperkenalkan oleh Bakhmeteff pada tahun 1912 yang

menyatakan tinggi tenaga pada sembarang tampang yang diukur dari dasar saluran yaitu energi tiap satuan berat diukur dari dasar saluran (Amanda, 2017). Energi spesifik pada Tampang dapat diuraikan dengan

$$E_s = y + \frac{V^2}{2g} \dots\dots\dots (1)$$

dengan:

$E_s$  = Tenaga spesifik (M)

H = Kedalaman saluran diukur vertical (M)

V = Kecepatan rerata saluran (M/D)

$\alpha$  = Koefisien koreksi tenaga kinetik

G = Percepatan gravitasi (M/d<sup>2</sup>)

V/2g = Tinggi kecepatan (M)

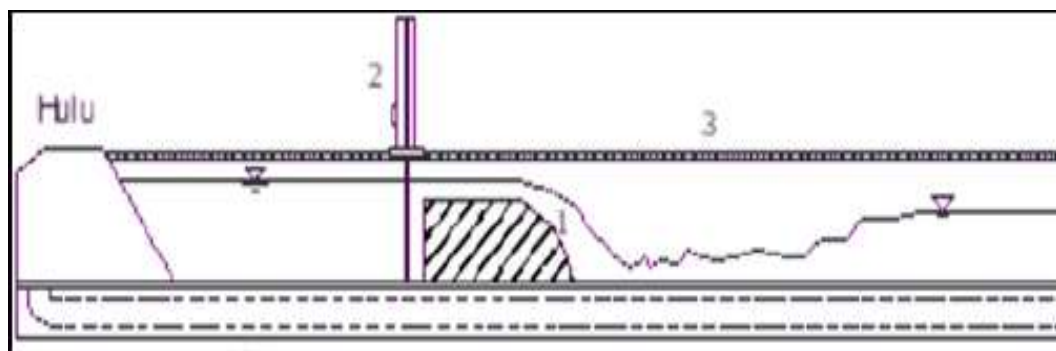
Penelitian ini bertujuan untuk menggambarkan profil aliran sesudah melewati ambang, dan menganalisis pengaruh tinggi muka air ambang terhadap besarnya loncat air.

## 2. Metode Penelitian

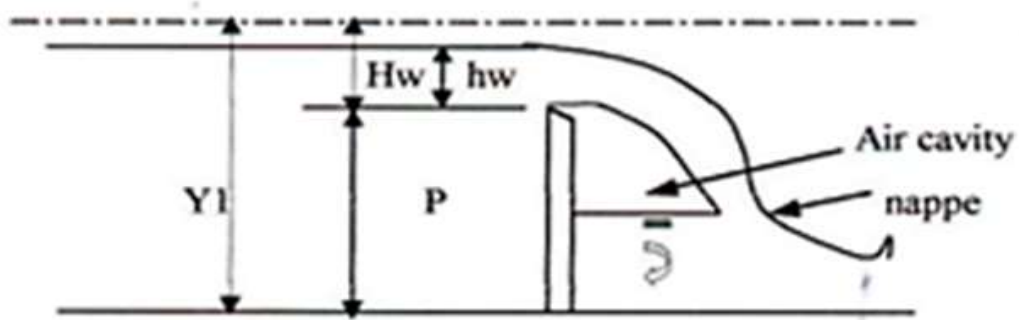
Dalam penelitian eksperimental ini dilakukan pengamatan terhadap parameter-parameter aliran pada saluran kecil dengan detail sebagai berikut.

### Alat Penelitian

Alat – alat yang digunakan yaitu seperangkat model saluran terbuka, Ambang lebar, mbang tajam, bak penampung air, mistar, current meter FL 03, bola pimpong, stopwatch



Gambar 1 Bentuk aliran menggunakan ambang lebar



**Gambar 2** Bentuk aliran menggunakan ambang tajam.

#### Prosedur Penelitian dan Pengujian

Percobaan ini dilakukan pada saluran terbuka dengan dasar saluran dan dinding terbuat dari (kaca).

Berikut adalah proses pengambilan data dalam studi ini:

- 1) Pengaturan variasi debit aliran dan pengukuran.
- 2) Melakukan pengamatan tinggi muka air pada saluran terbuka dengan menggunakan ambang lebar dan ambang tajam.
- 3) Melakukan Pengukuran kecepatan aliran dengan mengambil dua titik jarak tinjauan untuk mengetahui perbedaan kecepatan aliran sebelum dan sesudah melewati ambang lebar pada saluran terbuka. kemudian dihitung hasil secara matematika. Pengukuran dilakukan dengan mengamati tiga titik sebelum ambang lebar dan satu titik sesudah melewati ambang tajam, dimana:

- a) Metode tiga titik pengukuran kecepatan aliran sebelum ambang lebar dengan kedalaman 0,8 h, 0,6 h dan 0,2 h (h = Kedalaman )
- b) Metode 1 titik pengukuran kecepatan sesudah melewati ambang lebar dengan kedalaman 0,6 h (h = Kedalaman)
- c) Pada 0,6 h dilakukan apabila kedalaman aliran berkisar antara 2,5cm – 7,5 cm  
 $V = 0,6 h$

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Perubahan kecepatan aliran

Perbandingan kecepatan aliran dengan menggunakan rumus kontinuitas:

$$Q = A \times V \dots \dots \dots (1)$$

Untuk kecepatan aliran dengan  $b = 0,08$  m, pada debit  $0,0025 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $0,0020 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $0,0015 \text{ m}^3/\text{s}$ :

**Tabel 1** Perhitungan kecepatan aliran pada ambang lebar bagian hulu & hilir

| No.                                                         | Debit (Q)<br>$\text{m}^3/\text{s}$ | Kedalaman (H)<br>meter | Rumus<br>kontinuitas | Current<br>meter | Ket.  |
|-------------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------|----------------------|------------------|-------|
| Perhitungan kecepatan aliran pada ambang lebar bagian hulu  |                                    |                        |                      |                  |       |
| 1.                                                          | 0,0025                             | 0,178                  | 0,1756               | 0,1              | Hulu  |
| 2.                                                          | 0,002                              | 0,168                  | 0,1488               | 0,1              | Hulu  |
| 3.                                                          | 0,0015                             | 0,160                  | 0,1172               | 0,1              | Hulu  |
| Perhitungan kecepatan aliran pada ambang lebar bagian hilir |                                    |                        |                      |                  |       |
| 1.                                                          | 0,0025                             | 0,080                  | 0,3906               | 0,35             | Hilir |
| 2.                                                          | 0,002                              | 0,074                  | 0,3378               | 0,3              | Hilir |
| 3.                                                          | 0,0015                             | 0,065                  | 0,2885               | 0,25             | Hilir |

**Tabel 2** Perhitungan kecepatan aliran pada ambang tajam

| No.                                                         | Debit (Q)<br>m <sup>3</sup> /s | Kedalaman (H)<br>meter | Rumus<br>kontinuitas | Current<br>meter | Ket.  |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------|----------------------|------------------|-------|
| Perhitungan kecepatan aliran pada ambang tajam bagian hulu  |                                |                        |                      |                  |       |
| 1.                                                          | 0,0025                         | 0,179                  | 0,1746               | 0,1              | Hulu  |
| 2.                                                          | 0,002                          | 0,171                  | 0,1462               | 0,1              | Hulu  |
| 3.                                                          | 0,0015                         | 0,161                  | 0,1165               | 0,1              | Hulu  |
| Perhitungan kecepatan aliran pada ambang tajam bagian hilir |                                |                        |                      |                  |       |
| 1.                                                          | 0,0025                         | 0,077                  | 0,0406               | 0,35             | Hilir |
| 2.                                                          | 0,002                          | 0,073                  | 0,0342               | 0,35             | Hilir |
| 3.                                                          | 0,0015                         | 0,066                  | 0,0284               | 0,3              | Hilir |

Ambang Tajam

$$- V = \frac{Q}{A} = \frac{0,0025}{0,08 \times 0,77} = 0,0406 \text{ m/s}$$

Bagian Hulu, di titik 0:

$$- V = \frac{Q}{A} = \frac{0,0020}{0,08 \times 0,73} = 0,0342 \text{ m/s}$$

$$- V = \frac{Q}{A} = \frac{0,0025}{0,08 \times 0,179} = 0,1746 \text{ m/s}$$

$$- V = \frac{Q}{A} = \frac{0,0020}{0,08 \times 0,171} = 0,1462 \text{ m/s}$$

$$- V = \frac{Q}{A} = \frac{0,0015}{0,08 \times 0,161} = 0,1165 \text{ m/s}$$

$$- V = \frac{Q}{A} = \frac{0,0015}{0,08 \times 0,66} = 0,0284 \text{ m/s}$$

Bagian Hilir, di titik 4,85:

### 3.2 Klasifikasi Aliran

Hasil pengukuran ketinggian air (m) dapat di lihat pada Tabel 3. angka 0, 0,63 , 0,94 , 1,06 , 1,18 , 1,30 , 1,42 , 1,56 , 1,74 , 1,90 , 2,08 , 3,47 , 3,59 , 4,85 menunjukkan jarak titik tinjau.

**Tabel 3** Titik tinggi muka air pada jarak titik tinjau

| Debit (Q)<br>m <sup>3</sup> /s | Jarak titik tinjauan (m) |       |       |       |       |       |       |
|--------------------------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                | 0                        | 0,63  | 0,94  | 1,06  | 1,18  | 1,30  | 1,42  |
| 0,0025                         | 0,178                    | 0,062 | 0,023 | 0,043 | 0,055 | 0,030 | 0,035 |
| 0,002                          | 0,168                    | 0,056 | 0,028 | 0,035 | 0,037 | 0,026 | 0,026 |
| 0,0015                         | 0,160                    | 0,049 | 0,023 | 0,028 | 0,027 | 0,025 | 0,021 |
| Debit (Q)<br>m <sup>3</sup> /s | Jarak titik tinjauan (m) |       |       |       |       |       |       |
|                                | 1,56                     | 1,74  | 1,90  | 2,08  | 3,47  | 3,59  | 4,85  |
| 0,0025                         | 0,034                    | 0,037 | 0,033 | 0,041 | 0,058 | 0,059 | 0,080 |
| 0,002                          | 0,028                    | 0,029 | 0,027 | 0,034 | 0,052 | 0,054 | 0,074 |
| 0,0015                         | 0,026                    | 0,023 | 0,025 | 0,023 | 0,045 | 0,045 | 0,065 |

**Tabel 4** Tinggi muka air pada jarak titik tinjauan

| Debit (Q)<br>m <sup>3</sup> /s | Jarak titik tinjauan (m) |       |       |       |       |       |       |
|--------------------------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                | 0                        | 0,63  | 0,94  | 1,06  | 1,18  | 1,30  | 1,42  |
| 0,0025                         | 0,179                    | 0,043 | 0,022 | 0,023 | 0,025 | 0,025 | 0,023 |
| 0,002                          | 0,171                    | 0,040 | 0,018 | 0,019 | 0,020 | 0,021 | 0,023 |
| 0,0015                         | 0,161                    | 0,032 | 0,017 | 0,008 | 0,009 | 0,020 | 0,017 |
| Debit (Q)<br>m <sup>3</sup> /s | Jarak titik tinjauan (m) |       |       |       |       |       |       |
|                                | 1,56                     | 1,74  | 1,90  | 2,08  | 3,47  | 3,59  | 4,85  |
| 0,0025                         | 0,026                    | 0,025 | 0,026 | 0,029 | 0,032 | 0,033 | 0,077 |
| 0,002                          | 0,024                    | 0,025 | 0,024 | 0,025 | 0,029 | 0,029 | 0,073 |
| 0,0015                         | 0,020                    | 0,018 | 0,017 | 0,023 | 0,025 | 0,025 | 0,066 |

**Tabel 5** Luas penampang ambang tajam dan ambang lebar

| Debit (Q)<br>m <sup>3</sup> /s | Luas penampang (m) |      |        | Ket.         |
|--------------------------------|--------------------|------|--------|--------------|
|                                | H                  | B    | A      |              |
| 0,0025                         | 0,178              | 0,08 | 0,0142 | Ambang lebar |
| 0,002                          | 0,168              | 0,08 | 0,0134 |              |
| 0,0015                         | 0,160              | 0,08 | 0,0128 |              |
| 0,0025                         | 0,179              | 0,08 | 0,0143 | Ambang tajam |
| 0,002                          | 0,171              | 0,08 | 0,0136 |              |
| 0,0015                         | 0,161              | 0,08 | 0,0128 |              |

**Tabel 6** Luas penampang pada berbagai jarak pada ambang lebar

| Debit (Q)<br>m <sup>3</sup> /s | Jarak titik tinjauan (m) Lebar (b)=0,08m |        |        |        |        |        |        |
|--------------------------------|------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                | 0                                        | 0,63   | 0,94   | 1,06   | 1,18   | 1,30   | 1,42   |
| 0,0025                         | 0,0142                                   | 0,0049 | 0,0018 | 0,0034 | 0,0044 | 0,0024 | 0,0028 |
| 0,002                          | 0,0134                                   | 0,0028 | 0,0022 | 0,0028 | 0,0029 | 0,0020 | 0,0020 |
| 0,0015                         | 0,0128                                   | 0,0041 | 0,0018 | 0,0022 | 0,0021 | 0,0020 | 0,0016 |
| Debit (Q)<br>m <sup>3</sup> /s | Jarak titik tinjauan (m) Lebar (b)=0,08m |        |        |        |        |        |        |
|                                | 1,56                                     | 1,74   | 1,90   | 2,08   | 3,47   | 3,59   | 4,85   |
| 0,0025                         | 0,0027                                   | 0,0029 | 0,0026 | 0,0032 | 0,0046 | 0,0047 | 0,0064 |
| 0,002                          | 0,0022                                   | 0,0023 | 0,0021 | 0,0027 | 0,0041 | 0,0043 | 0,0059 |
| 0,0015                         | 0,0020                                   | 0,0018 | 0,0020 | 0,0018 | 0,0036 | 0,0036 | 0,0052 |

**Tabel 7** Luas penampang pada berbagai jarak pada ambang tajam

| Debit (Q)<br>m <sup>3</sup> /s | Jarak titik tinjauan (m) Lebar (b)=0,08m |        |        |        |        |        |        |
|--------------------------------|------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                | 0                                        | 0,63   | 0,94   | 1,06   | 1,18   | 1,30   | 1,42   |
| 0,0025                         | 0,0143                                   | 0,0036 | 0,0017 | 0,0018 | 0,0020 | 0,0020 | 0,0018 |
| 0,002                          | 0,0136                                   | 0,0031 | 0,0014 | 0,0015 | 0,0016 | 0,0016 | 0,0018 |
| 0,0015                         | 0,0128                                   | 0,0025 | 0,0013 | 0,0006 | 0,0007 | 0,0016 | 0,0013 |
| Debit (Q)<br>m <sup>3</sup> /s | Jarak titik tinjauan (m) Lebar (b)=0,08m |        |        |        |        |        |        |
|                                | 1,56                                     | 1,74   | 1,90   | 2,08   | 3,47   | 3,59   | 4,85   |
| 0,0025                         | 0,0020                                   | 0,0020 | 0,0020 | 0,0023 | 0,0025 | 0,0026 | 0,0061 |
| 0,002                          | 0,0019                                   | 0,0020 | 0,0019 | 0,0020 | 0,0023 | 0,0024 | 0,0058 |
| 0,0015                         | 0,0016                                   | 0,0014 | 0,0013 | 0,0018 | 0,0020 | 0,0020 | 0,0052 |

### 3.3 Menghitung Besarnya Angka Froud

Persamaan (2) digunakan untuk menghitung bilangan Froud dengan  $V = Q/A$ , dan dengan menggunakan  $A$  sebagai perkalian kedalaman hidrolis ( $h$ ) dengan lebar saluran ( $b$ ), selanjutnya dapat dirumuskan:

$$Fr = \frac{Q}{A \sqrt{g b h}} \dots\dots\dots(2)$$

Bilangan froud pada saluran 0,08 m untuk debit 0,0025 m<sup>3</sup>/s, 0,0020 m<sup>3</sup>/s, 0,0015 m<sup>3</sup>/s pada ambang lebar dan ambangtajam.

**Tabel 8** Hasil perhitungan bilangan froude pada ambang lebar bagian hulu

| No. | Debit (Q)<br>m <sup>3</sup> /s | Jarak<br>(m) | Tinggi h<br>(m) | Fr     | Ket.      |
|-----|--------------------------------|--------------|-----------------|--------|-----------|
| 1.  | 0,0015                         | 0            | 0,160           | 0,1392 | Subkritis |
| 2.  |                                | 0,63         | 0,049           | 0,0143 | Subkritis |
| 1.  | 0,0020                         | 0            | 0,168           | 0,1144 | Subkritis |
| 2.  |                                | 0,63         | 0,056           | 0,0050 | Subkritis |
| 1.  | 0,0025                         | 0            | 0,178           | 0,1028 | Subkritis |
| 2.  |                                | 0,63         | 0,063           | 0,0122 | Subkritis |

**Tabel 9** Hasil perhitungan bilangan froude pada daerah transisi dengan debit 0,0025 m<sup>3</sup>/s, 0,0020 m<sup>3</sup>/s, 0,0015 m<sup>3</sup>/s pada ambang lebar

| No. | Debit (Q)<br>m <sup>3</sup> /s | Jarak<br>(m) | Tinggi<br>h<br>(m) | b<br>(m) | q<br>(m <sup>3</sup> /s/m) | ΔZ    | Vc     | Fr | Ket    |
|-----|--------------------------------|--------------|--------------------|----------|----------------------------|-------|--------|----|--------|
| 1.  | 0,0015                         | 0,94         | 0,023              | 0,08     | 0,0187                     | 0,055 | 0,3187 | 1  | Kritis |
| 2.  |                                | 1,06         | 0,028              |          | 0,0187                     | 0,055 | 0,3187 | 1  | Kritis |
| 3.  |                                | 1,18         | 0,027              |          | 0,0187                     | 0,055 | 0,3187 | 1  | Kritis |
| 4.  |                                | 1,30         | 0,025              |          | 0,0187                     | 0,055 | 0,3187 | 1  | Kritis |
| 5.  |                                | 1,42         | 0,021              |          | 0,0187                     | 0,055 | 0,3187 | 1  | Kritis |
| 6.  |                                | 1,56         | 0,026              |          | 0,0187                     | 0,055 | 0,3187 | 1  | Kritis |
| 7.  |                                | 1,74         | 0,023              |          | 0,0187                     | 0,055 | 0,3187 | 1  | Kritis |
| 8.  |                                | 1,90         | 0,025              |          | 0,0187                     | 0,055 | 0,3187 | 1  | Kritis |
| 9.  |                                | 2,08         | 0,023              |          | 0,0187                     | 0,055 | 0,3187 | 1  | Kritis |
| 1.  | 0,0020                         | 0,94         | 0,028              | 0,08     | 0,0250                     | 0,052 | 0,2673 | 1  | Kritis |
| 2.  |                                | 1,06         | 0,035              |          | 0,0250                     | 0,052 | 0,2673 | 1  | Kritis |
| 3.  |                                | 1,18         | 0,037              |          | 0,0250                     | 0,052 | 0,2673 | 1  | Kritis |
| 4.  |                                | 1,30         | 0,026              |          | 0,0250                     | 0,052 | 0,2673 | 1  | Kritis |
| 5.  |                                | 1,42         | 0,026              |          | 0,0250                     | 0,052 | 0,2673 | 1  | Kritis |
| 6.  |                                | 1,56         | 0,028              |          | 0,0250                     | 0,052 | 0,2673 | 1  | Kritis |
| 7.  |                                | 1,74         | 0,029              |          | 0,0250                     | 0,052 | 0,2673 | 1  | Kritis |
| 8.  |                                | 1,90         | 0,027              |          | 0,0250                     | 0,052 | 0,2673 | 1  | Kritis |
| 9.  |                                | 2,08         | 0,034              |          | 0,0250                     | 0,052 | 0,2673 | 1  | Kritis |

Lanjutan Tabel 9

| No. | Debit (Q)<br>m <sup>3</sup> /s | Jarak<br>(m) | Tinggi<br>h<br>(m) | b<br>(m) | q<br>(m <sup>3</sup> /s/m) | $\Delta Z$ | Vc     | Fr | Ket    |
|-----|--------------------------------|--------------|--------------------|----------|----------------------------|------------|--------|----|--------|
| 1.  | 0,0025                         | 0,94         | 0,023              | 0,08     | 0,0312                     | 0,053      | 0,2842 | 1  | Kritis |
| 2.  |                                | 1,06         | 0,043              |          | 0,0312                     | 0,053      | 0,2842 | 1  | Kritis |
| 3.  |                                | 1,18         | 0,055              |          | 0,0312                     | 0,053      | 0,2842 | 1  | Kritis |
| 4.  |                                | 1,30         | 0,030              |          | 0,0312                     | 0,053      | 0,2842 | 1  | Kritis |
| 5.  |                                | 1,42         | 0,035              |          | 0,0312                     | 0,053      | 0,2842 | 1  | Kritis |
| 6.  |                                | 1,56         | 0,034              |          | 0,0312                     | 0,053      | 0,2842 | 1  | Kritis |
| 7.  |                                | 1,74         | 0,037              |          | 0,0312                     | 0,053      | 0,2842 | 1  | Kritis |
| 8.  |                                | 1,90         | 0,033              |          | 0,0312                     | 0,053      | 0,2842 | 1  | Kritis |
| 9.  |                                | 2,08         | 0,041              |          | 0,0312                     | 0,053      | 0,2842 | 1  | Kritis |

**Tabel 10** Hasil perhitungan bilangan froude pada ambang lebar bagian hilir

| No. | Debit (Q)<br>m <sup>3</sup> /s | Jarak<br>(m) | Tinggi h<br>(m) | Fr     | Ket.      |
|-----|--------------------------------|--------------|-----------------|--------|-----------|
| 1.  | 0,0015                         | 3,47         | 0,045           | 0,0110 | Subkritis |
| 2.  |                                | 3,59         | 0,045           | 0,0110 | Subkritis |
| 3.  |                                | 4,85         | 0,065           | 0,0230 | Subkritis |
| 1.  | 0,0020                         | 3,47         | 0,052           | 0,0107 | Subkritis |
| 2.  |                                | 3,59         | 0,054           | 0,0118 | Subkritis |
| 3.  |                                | 4,85         | 0,074           | 0,0221 | Subkritis |
| 1.  | 0,0025                         | 3,47         | 0,058           | 0,0108 | Subkritis |
| 2.  |                                | 3,59         | 0,059           | 0,0113 | Subkritis |
| 3.  |                                | 4,85         | 0,080           | 0,0209 | Subkritis |

**Tabel 11** Hasil perhitungan bilangan froude pada ambang tajam bagian hulu

| No. | Debit (Q)<br>m <sup>3</sup> /s | Jarak<br>(m) | Tinggi h<br>(m) | Fr     | Ket.      |
|-----|--------------------------------|--------------|-----------------|--------|-----------|
| 1.  | 0,0015                         | 0            | 0,161           | 0,1392 | Subkritis |
| 2.  |                                | 0,63         | 0,032           | 0,0053 | Subkritis |
| 1.  | 0,0020                         | 0            | 0,171           | 0,1178 | Subkritis |
| 2.  |                                | 0,63         | 0,040           | 0,0061 | Subkritis |
| 1.  | 0,0025                         | 0            | 0,179           | 0,0142 | Subkritis |
| 2.  |                                | 0,63         | 0,043           | 0,0066 | Subkritis |

**Tabel 12** Hasil perhitungan bilangan froude pada daerah transisi dengan debit 0,0025 m<sup>3</sup>/s, 0,0020 m<sup>3</sup>/s, 0,0015 m<sup>3</sup>/s pada ambang tajam

| No. | Debit (Q)<br>m <sup>3</sup> /s | Jarak<br>(m) | Tinggi<br>h<br>(m) | b<br>(m) | q<br>(m <sup>3</sup> /s/m) | $\Delta Z$ | Vc     | Fr | Ket    |
|-----|--------------------------------|--------------|--------------------|----------|----------------------------|------------|--------|----|--------|
| 1.  | 0,0015                         | 0,94         | 0,017              | 0,08     | 0,0187                     | 0,066      | 0,5109 | 1  | Kritis |
| 2.  |                                | 1,06         | 0,008              |          | 0,0187                     | 0,066      | 0,5109 | 1  | Kritis |
| 3.  |                                | 1,18         | 0,009              |          | 0,0187                     | 0,066      | 0,5109 | 1  | Kritis |
| 4.  |                                | 1,30         | 0,002              |          | 0,0187                     | 0,066      | 0,5109 | 1  | Kritis |
| 5.  |                                | 1,42         | 0,017              |          | 0,0187                     | 0,066      | 0,5109 | 1  | Kritis |
| 6.  |                                | 1,56         | 0,020              |          | 0,0187                     | 0,066      | 0,5109 | 1  | Kritis |
| 7.  |                                | 1,74         | 0,018              |          | 0,0187                     | 0,066      | 0,5109 | 1  | Kritis |

*Analisis Energi Spesifik pada Ambang Tajam dan Ambang Lebar pada Saluran Terbuka (Uji Laboratorium)*

Lanjutan Tabel 12

| No. | Debit (Q)<br>m <sup>3</sup> /s | Jarak<br>(m) | Tinggi<br>h<br>(m) | b<br>(m) | q<br>(m <sup>3</sup> /s/m) | $\Delta Z$ | Vc     | Fr | Ket    |
|-----|--------------------------------|--------------|--------------------|----------|----------------------------|------------|--------|----|--------|
| 1.  | 0,0020                         | 0,94         | 0,018              | 0,08     | 0,0250                     | 0,068      | 0,5450 | 1  | Kritis |
| 2.  |                                | 1,06         | 0,019              |          | 0,0250                     | 0,068      | 0,5450 | 1  | Kritis |
| 3.  |                                | 1,18         | 0,020              |          | 0,0250                     | 0,068      | 0,5450 | 1  | Kritis |
| 4.  |                                | 1,30         | 0,021              |          | 0,0250                     | 0,068      | 0,5450 | 1  | Kritis |
| 5.  |                                | 1,42         | 0,023              |          | 0,0250                     | 0,068      | 0,5450 | 1  | Kritis |
| 6.  |                                | 1,56         | 0,024              |          | 0,0250                     | 0,068      | 0,5450 | 1  | Kritis |
| 7.  |                                | 1,74         | 0,025              |          | 0,0250                     | 0,068      | 0,5450 | 1  | Kritis |
| 1.  | 0,0025                         | 0,94         | 0,022              | 0,08     | 0,0312                     | 0,071      | 0,5949 | 1  | Kritis |
| 2.  |                                | 1,06         | 0,023              |          | 0,0312                     | 0,071      | 0,5949 | 1  | Kritis |
| 3.  |                                | 1,18         | 0,025              |          | 0,0312                     | 0,071      | 0,5949 | 1  | Kritis |
| 4.  |                                | 1,30         | 0,025              |          | 0,0312                     | 0,071      | 0,5949 | 1  | Kritis |
| 5.  |                                | 1,42         | 0,023              |          | 0,0312                     | 0,071      | 0,5949 | 1  | Kritis |
| 6.  |                                | 1,56         | 0,026              |          | 0,0312                     | 0,071      | 0,5949 | 1  | Kritis |
| 7.  |                                | 1,74         | 0,025              |          | 0,0312                     | 0,071      | 0,5949 | 1  | Kritis |

**Tabel 13** Hasil perhitungan bilangan froude pada ambang tajam bagian hilir

| No. | Debit (Q)<br>m <sup>3</sup> /s | Jarak<br>(m) | Tinggi h<br>(m) | Fr     | Ket.      |
|-----|--------------------------------|--------------|-----------------|--------|-----------|
| 1.  | 0,0015                         | 1,90         | 0,017           | 0,0014 | Subkritis |
| 2.  |                                | 2,08         | 0,023           | 0,0028 | Subkritis |
| 3.  |                                | 3,47         | 0,025           | 0,0034 | Subkritis |
| 4.  |                                | 3,59         | 0,025           | 0,0034 | Subkritis |
| 5.  |                                | 4,85         | 0,066           | 0,0230 | Subkritis |
| 1.  | 0,0020                         | 1,90         | 0,024           | 0,0023 | Subkritis |
| 2.  |                                | 2,08         | 0,025           | 0,0025 | Subkritis |
| 3.  |                                | 3,47         | 0,029           | 0,0034 | Subkritis |
| 4.  |                                | 3,59         | 0,030           | 0,0037 | Subkritis |
| 5.  |                                | 4,85         | 0,073           | 0,0214 | Subkritis |
| 1.  | 0,0025                         | 1,90         | 0,026           | 0,0020 | Subkritis |
| 2.  |                                | 2,08         | 0,029           | 0,0027 | Subkritis |
| 3.  |                                | 3,47         | 0,032           | 0,0032 | Subkritis |
| 4.  |                                | 3,59         | 0,033           | 0,0034 | Subkritis |
| 5.  |                                | 4,85         | 0,077           | 0,0078 | Subkritis |

**Tabel 14** Selisih kehilangan energi spesifik  $\Delta E$  pada masing masing ambang

| No. | Nama ambang  | Debit (Q)<br>m <sup>3</sup> /s | E1     | E2     | $\Delta E$ |
|-----|--------------|--------------------------------|--------|--------|------------|
| 1.  | Ambang lebar | 0,0025                         | 0,1235 | 0,0773 | 0,0462     |
|     |              | 0,0020                         | 0,1151 | 0,0689 | 0,0462     |
|     |              | 0,0015                         | 0,1066 | 0,0585 | 0,0481     |
| 2.  | Ambang tajam | 0,0025                         | 0,1149 | 0,0731 | 0,0418     |
|     |              | 0,0020                         | 0,1089 | 0,0602 | 0,0487     |
|     |              | 0,0015                         | 0,0989 | 0,0573 | 0,0416     |



#### 4. Penutup

Dari analisa hasil pengamatan dapat disimpulkan bahwa:

Klasifikasi aliran sebelum transisi terjadi aliran subkritis sedangkan klasifikasi aliran bagian transisi terjadi aliran kritis sedangkan untuk klasifikasi aliran bagian hilir terjadi aliran subkritis.

#### Daftar Pustaka

- Amanda, F. (2017). *Perubahan Kedalaman Muka Air Pada Saluran Terbuka Akibat Penyempitan dengan Variasi Kemiringan Saluran dan Bukaannya Pintu Radial*.
- Binilang, A. (2010). Karakteristik Parameter Hidrolis Aliran Melalui Ambang Pada Saluran Terbuka. *Tekno*, 8(53), 91–94.
- Junaidi, F. F. (2014). Analisis Distribusi Kecepatan Aliran Sungai Musi (Ruas Jembatan Ampera Sampai Dengan Pulau Kemaro). *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 2(3), 542–552.
- Kimi, S. (2015). Pengaruh Jenis dan Kemiringan Dasar Saluran Terhadap Nilai Koefisien C dengan Persamaan Manning Berdasarkan Hasil Uji Laboratorium. *Bearing: Jurnal Penelitian Dan Kajian Teknik Sipil*, 4(1), 1–4.
- Pratama, R. S., Siswanto, S., & Rinaldi, R. (2015). Pengaruh Variasi Bukaannya Lubang dan Model Penampang Lubang pada Bangunan Pintu Air Kombinasi Ambang Saluran Terbuka Lahan Pasang Surut. *Jom FTEKNIK*, 2(2), 11.
- Vijai P, A. S. (2017). Pengaruh Penyempitan Terhadap Tinggi Muka Air Pada Saluran Terbuka Dengan Lebar Penampang Berbeda. In *Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember*.