

Analisa Karakteristik Aliran Melalui Pintu Segiempat dan Segitiga pada Saluran Terbuka (Uji Laboratorium)

Andi Hasnandar Fadli Latief¹, Hasni², Ratna Musa³, Muh. Haris Umar⁴, Ali Mallombasi⁵

^{1,2,3,4,5}Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia

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

Email: ¹hasnandarfadli@gmail.com ; ²hasniadhy07@gmail.com ; ³ratmus_tsipil@gmail.com;

⁴muhharis.umar@umi.ac.id; ⁵alimallombasi@gmail.com

ABSTRAK

Naiknya permukaan air merupakan gejala alam dari aliran dimana untuk memperoleh aliran air yang stabil atau tetap, maka air akan mengalir dengan kondisi aliran subkritis. Aliran subkritis tidak akan menimbulkan gerusan pada permukaan saluran. Tujuan percobaan ini untuk menganalisis karakteristik aliran sebelum dan sesudah melewati pintu segiempat dan segitiga, serta perbedaannya akibat bentuk pintu, untuk mengetahui pengaruh bentuk pintu terhadap energi spesifiknya, dan untuk mengetahui hubungan antara loncatan hidraulik dengan ruang olakan. Pengambilan data dilakukan di laboratorium hidraulika dengan 3 variasi debit yaitu 0,0003 m³/dtk, 0,0002 m³/dtk dan 0,0001 m³/dtk serta 2 variasi pintu yaitu segiempat dan segitiga. Percobaan ini dilakukan sebanyak 6 kali. Berdasarkan hasil penelitian Aliran, air yang terjadi dapat mengalami perubahan ketinggian karena adanya bangunan pintu, debit dan sekat. Dimana aliran sebelum melewati pintu adalah aliran subkritis dengan nilai Fr pada pintu segiempat pada debit 0,0003 m³/dtk yaitu 0,0361. Kemudian aliran setelah melalui pintu adalah superkritis dan kembali subkritis setelah loncatan hidraulik dengan nilai Fr yaitu 0,1964. Pada penelitian ini diperoleh bahwa semakin besar debitnya, maka semakin besar bilangan Froudenya. Hal ini dikarenakan debit berbanding lurus terhadap kecepatan sehingga semakin besar debit maka kecepatannya akan semakin besar.

Kata Kunci: Aliran, pintu saluran, bilangan froude, saluran terbuka

ABSTRACT

Rising water surface is a natural phenomenon of flow where to obtain a steady or steady flow of water, the water will flow under subcritical flow conditions. Subcritical flow will not cause scour on the surface of the channel. The purpose of this experiment is to analyze the flow characteristics before and after passing through rectangular and triangular doors, as well as their differences due to the shape of the door, to determine the effect of the door shape on its specific energy, and to determine the relationship between the hydraulic jump and the processing chamber. Data collection was carried out in the hydraulic laboratory with 3 variations of discharge, namely 0,0003 m³ / sec, 0,0002 m³ / sec and 0,0001 m³ / sec and 2 door variations, namely rectangles and triangles. This experiment was carried out 6 times. Based on the results of the Flow study, the water that occurs can experience changes in height due to the building of doors, debits and bulkheads. Where the flow before passing through the door is a subcritical flow with the value of Fr at the quadrilateral at 0,0003 m³ / sec, which is 0.0361. Then the flow after going through the door is supercritical and back subcritical after the hydraulic jump with a Fr value of 0.1964. In this study it was found that the greater the discharge, the greater the number Froudenya. This is because the discharge is directly proportional to the speed so that the greater the discharge the greater the speed.

Keywords: Flow, channel door, froude number, open channel

1. Pendahuluan

1.1 Latar belakang

Naiknya permukaan air merupakan gejala alam dari aliran dimana untuk memperoleh aliran air yang stabil atau tetap, maka air akan mengalir dengan kondisi aliran subkritis. Aliran subkritis tidak akan menimbulkan gerusan pada permukaan saluran. Pada saat melewati pelimpah biasanya aliran akan berperilaku sebagai aliran kritis, selanjutnya aliran akan mencari posisi stabil. Aliran yang melewati pelimpah yang memiliki terjunan akan menjadi aliran super kritis. Pada penerapan di lapangan apabila kondisi super kritis ini terjadi, maka akan sangat membahayakan. Hasilnya dasar saluran akan tergerus dan kecepatan aliran akan bertambah.

Karakteristik aliran yang melewati pelimpah akan tergantung pada bentuk dan sifat pelimpah itu sendiri. Untuk kepentingan perencanaan bangunan-bangunan air seperti bendungan, atau bangunan air yang lain maka perihal karakteristik tersebut. Hal ini akan menentukan type bangunan yang akan dipilih sesuai kebutuhan.

Aliran yang melewati bangunan pelimpah memiliki kecenderungan tersendiri yang dipengaruhi pula oleh hubungan parameter-parameter hidrolis seperti debit, kecepatan dan koefisien debit. Setiap kenaikan debit aliran berakibat pada kenaikan kecepatan aliran sehingga dalam perencanaan perlu diperhatikan ketepatan penentuan nilai debit. Sedangkan koefisien debit sangat dibutuhkan untuk menentukan elevasi atau tinggi muka disebelah hulu saluran.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun yang menjadi permasalahan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1) Bagaimana menganalisis karakteristik aliran sebelum dan sesudah melewati pintu segiempat dan segitiga, serta perbedaannya akibat bentuk pintu?

- 2) Bagaimana pengaruh bentuk pintu terhadap energi spesifiknya?
- 3) Bagaimana hubungan antara loncatan hidraulik dengan ruang olakan?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan dengan rumusan masalah diatas maka adapun tujuan penulisan adalah untuk:

- 1) Untuk menganalisis karakteristik aliran sebelum dan sesudah melewati pintu segiempat dan segitiga, serta perbedaannya akibat bentuk pintu.
- 2) Untuk mengetahui pengaruh bentuk pintu terhadap energi spesifiknya
- 3) Untuk mengetahui hubungan antara loncatan hidraulik dengan ruang olakan.

2. Metode Penelitian

2.1 Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Hidrolika Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Muslim Indonesia.

2.2 Alat

Secara umum, alat dan bahan yang digunakan dalam menunjang penelitian ini terdiri dari:

- a. Model saluran terbuka.
- b. Bola pimpong.
- c. Pintu segiempat.
- d. Pintu segitiga.
- e. Sekat kecil.
- f. Sekat sedang.
- g. Pompa yang digunakan adalah pompa sentrifugal.
- h. Bak penampung air dan bak sirkulasi dengan kapasitas maksimum 1 m^3 yang terdiri dari 2 bak sirkulasi.
- i. Pipa PVC 3" yang digunakan sebagai jaringan sirkulasi air.
- j. *Current meter* untuk mengukur kecepatan aliran.
- k. Bola pimpong untuk mengukur kecepatan.
- l. Mistar untuk mengukur ketinggian muka air.
- m. *Stopwatch* untuk mengukur waktu yang digunakan pada debit aliran.

- n. Kamera digital digunakan untuk merekam tahapan dalam proses penelitian.
- o. Alat tulis untuk mencatat.
- p. Kelereng sebagai alat peredam pada saluran terbuka.
- q. Meteran untuk mengukur jarak pada saluran.
- r. Stop kran (pengatur debit air).



Gambar 1. Alat saluran

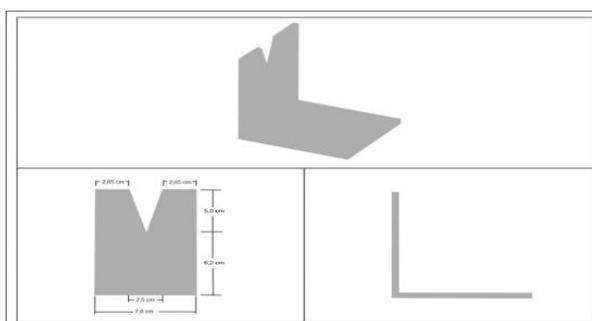


Gambar 2. Sketsa bangunan pintu segiempat dan segitiga

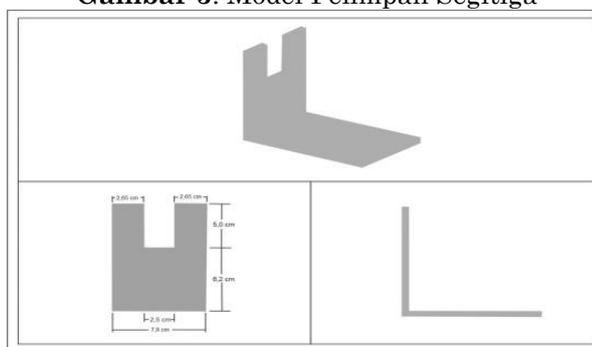
2.3 Rancangan model

Karakteristik aliran yang melewati pelimpah akan tergantung kepada bentuk dan sifat pelimpah itu sendiri. Aliran yang melalui pelimpah dapat berupa aliran super kritis atau subkritis.

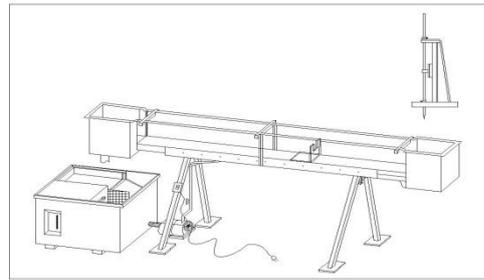
Didalam penelitian ini, kami akan membuat model pelimpah segitiga dan segiempat. Penentuan dimensi pelimpah segitiga berdasarkan pada Kriteria Perencanaan 04 (KP 04) dan ICSE-06 Kriteria Desain Irigasi (halaman 83).



Gambar 3. Model Pelimpah Segitiga



Gambar 4. Model Pelimpah Segiempat



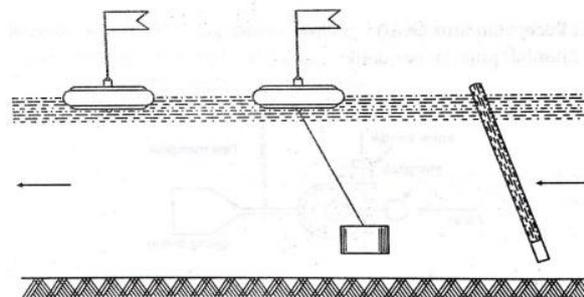
Gambar 5. Penempatan pelimpah pada saluran

2.4 Prosedur Penelitian

Adapun proses pengambilan data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah:

- a. Pengaturan debit aliran dan pengukuran.
- b. Melakukan pengamatan tinggi muka air pada saluran terbuka.
- c. Melakukan pengukuran kecepatan aliran dengan menggunakan pelampung. Pengukuran kecepatan aliran dengan menggunakan pelampung dapat dilakukan apabila dikehendaki besaran kecepatan aliran dengan tingkat ketelitian yang relatif rendah. Cara ini masih dapat digunakan untuk praktek dalam keadaan:

- 1) Untuk memperoleh gambaran kasar tentang kecepatan aliran,
- 2) Karena kondisi sungai yang sangat sulit diukur, misal dalam keadaan banjir, sehingga dapat membahayakan petugas pengukur.
- 3) Cara pengukuran adalah dengan prinsip mencari besarnya waktu yang diperlukan untuk Bergeraknya pelampung pada sepanjang jarak tertentu. Selanjutnya kecepatan rata-rata arus didekati dengan nilai panjang jarak tersebut dibagi dengan waktu tempuhnya.



Gambar 6. Tipe pelampung untuk pengukuran kecepatan
(Sumber: Hidrologi Terapan hal 123, Bambang Triatmodjo., 2014)

Perlu mendapat perhatian bahwa cara ini akan mendapatkan kecepatan arus pada permukaan sehingga untuk memperoleh kecepatan rata-rata pada penampang permukaan perlu dikoreksi dengan koefisien antara 0,85 – 0,96. Selain itu pengukuran dengan cara ini harus dilakukan beberapa kali mengingat distribusi aliran permukaan yang terjadi tidak merata. Dianjurkan paling tidak pengukuran dilakukan 2 kali, kemudian hasilnya di rata-ratakan. Perhitungan

kecepatan sesungguhnya pada pelampung

$$v = \alpha \cdot V_p \dots\dots\dots(1)$$

dimana:

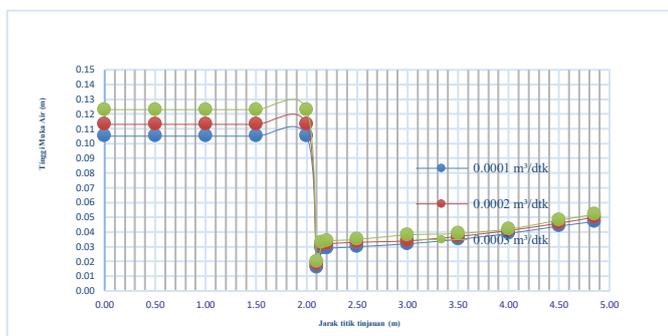
- α = koefisien koreksi = 0,85
(karena kedalaman air < 0,70 m)
- V_p = kecepatan pengamatan

- d. Melakukan pengamatan terhadap panjang loncatan hidraulik pada saluran terhadap kedua model pelimpah.

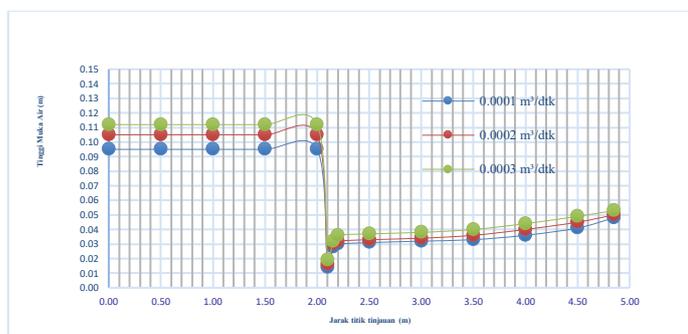
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Profil Aliran

Hasil yang diperoleh dari profil aliran dapat dilihat dari gambar grafik sebagai berikut:



Gambar 7. Grafik profil aliran pada pintu segiempat



Gambar 8. Grafik profil aliran pada pintu segitiga

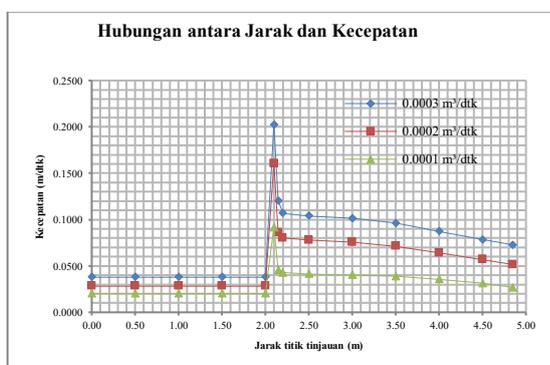
Pembahasan:

Berdasarkan grafik di atas diperoleh bahwa semakin besar debit maka semakin tinggi muka air serta semakin besar debit maka jarak loncatan semakin besar. Hal ini dikarenakan adanya pengaruh kecepatan serta kemiringan saluran sehingga semakin besar debit

dan kemiringan saluran, maka semakin panjang pula jarak loncatan hidrauliknya.

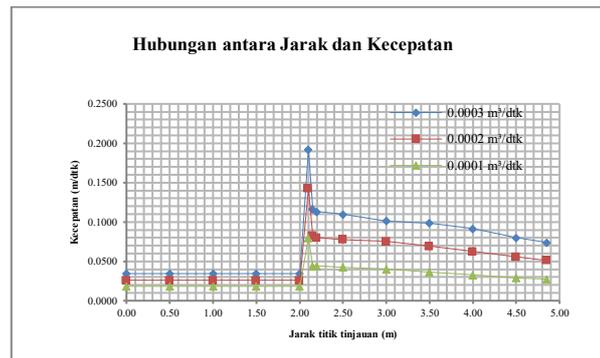
3.2 Kecepatan Aliran

Hasil yang diperoleh dari kecepatan aliran dapat dilihat dari gambar grafik sebagai berikut:



Gambar 9. Grafik hubungan antara jarak (x) dan kecepatan (v) pada pelimpah segiempat

Analisa Karakteristik Aliran Melalui Pintu Segiempat dan Segitiga Pada Saluran Terbuka (Uji Laboratorium)



Gambar 10. Grafik hubungan antara jarak (x) dan kecepatan (v) pada pelimpah segitiga

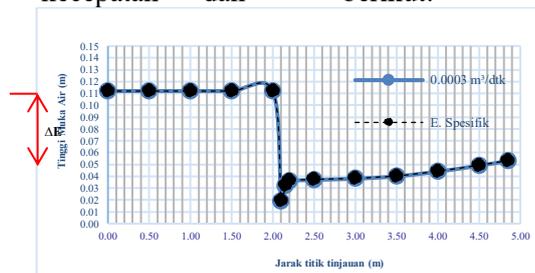
Pembahasan:

Berdasarkan grafik di atas diperoleh bahwa debit berpengaruh terhadap nilai kecepatan sehingga semakin besar debitnya, maka semakin besar pula kecepatannya. Nilai kecepatan terbesar terjadi di sepanjang loncatan hidraulik. Hal ini terjadi karena loncatan hidraulik dipengaruhi oleh kecepatan dan

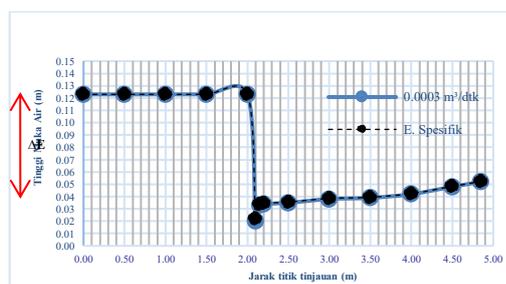
kemiringan saluran. Selain itu, kecepatan yang terjadi juga dipengaruhi akibat besarnya tekanan atau gaya dorong setelah keluar melalui pelimpah.

3.3 Energi Spesifik

Hasil yang diperoleh dari energi spesifik dapat dilihat dari gambar grafik sebagai berikut:



Gambar 11. Grafik energi spesifik dan ketinggian air pada pelimpah segiempat untuk debit 0,0003 m³/dtk



Gambar 12. Grafik Energi spesifik dan ketinggian air pada pelimpah segitiga untuk debit 0,0003 m³/dtk

Pembahasan:

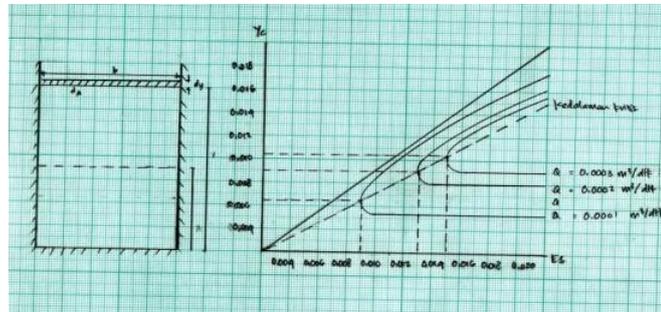
Berdasarkan grafik di atas diperoleh bahwa energi spesifik dipengaruhi oleh tinggi muka air dan kecepatan aliran sehingga semakin besar debitnya, maka energi spesifiknya akan semakin besar

pula. Nilai energi terbesar terjadi di sepanjang loncatan hidraulik karena tinggi muka air di sepanjang loncatan hidraulik rendah sehingga menyebabkan kecepatan menjadi besar.

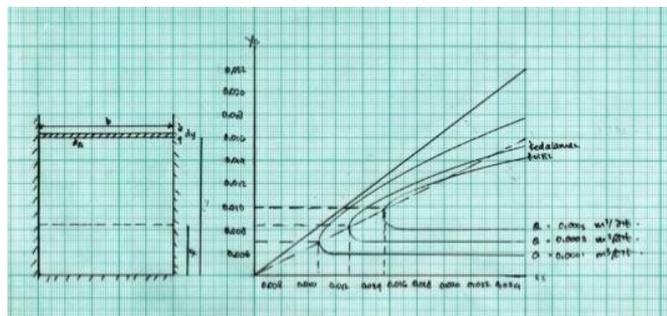
3.4 Kedalaman Kritis (y_c), Energi Kritis (E_c) dan Bilangan Froude Kritis (Fr_c)

Hasil yang diperoleh dari Kedalaman Kritis (y_c), Energi Kritis (E_c) dan

Bilangan Froude Kritis (Fr_c) dapat dilihat dari gambar grafik sebagai berikut:



Gambar 13. Lengkung energi spesifik pada pelimpah segiempat



Gambar 14. Lengkung energi spesifik pada pelimpah segitiga

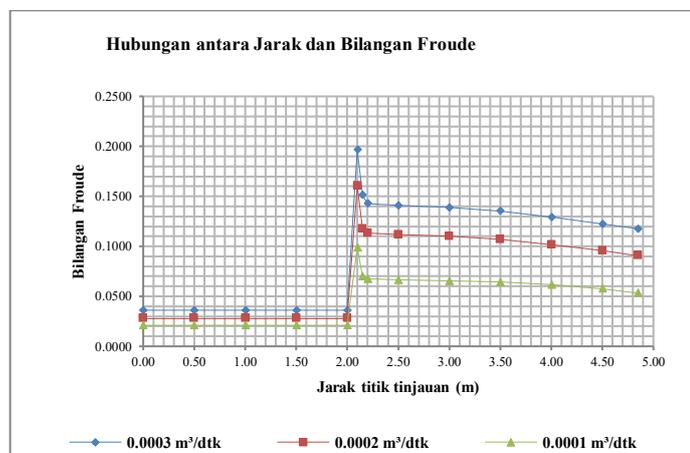
Pembahasan:

Berdasarkan grafik di atas diperoleh bahwa dengan debit (Q) yang berbeda terlihat bahwa semakin besar debit maka semakin tinggi kedalaman kritis (y_c) serta energi kritisnya semakin besar (E_c). Pada kondisi ini nilai $Fr = 1$ karena

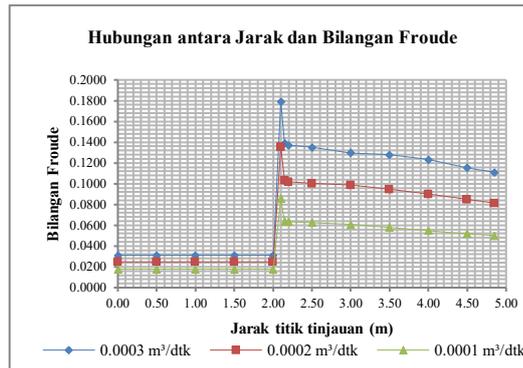
peralihan dari aliran sub kritis menjadi kritis.

3.5 Bilangan Froude

Hasil yang diperoleh dari bilangan froude dapat dilihat dari gambar grafik sebagai berikut:



Gambar 15. Hubungan antara jarak (x) dan bilangan Froude (Fr) pada pelimpah segiempat



Gambar 16. Hubungan antara jarak (x) dan bilangan Froude (Fr) pada pelimpah segitiga

Pembahasan:

Berdasarkan grafik di atas diperoleh bahwa semakin besar debitnya, maka semakin besar pula bilangan Froudenya. Hal ini dikarenakan debit berbanding lurus terhadap kecepatan sehingga

3.6 Panjang Loncatan Hidraulik

Bentuk pelimpah mempengaruhi loncatan hidraulik serta jatuhnya air pada dasar saluran.

1 Untuk pelimpah segiempat terlihat jatuhnya air cukup melebar dan jarak loncatan hidrauliknya lebih jauh

4 Penutup

4.1 Kesimpulan

Dari analisa hasil pengamatan dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Karakteristik aliran sebelum dan setelah melewati pelimpah adalah sebagai berikut:
 - a) Karakteristik aliran sebelum melewati pelimpah adalah aliran subkritis dengan nilai Fr terbesar terjadi pada pelimpah segiempat pada debit $0,0003 \text{ m}^3/\text{dtk}$ yaitu sebesar $0,0361$ dan nilai Fr terkecil pada pelimpah segitiga debit $0,0001 \text{ m}^3/\text{dtk}$ yaitu $0,0179$.
 - b) Karakteristik aliran setelah melewati pelimpah adalah superkritis di sepanjang loncatan hidrauliknya dan kembali subkritis setelah loncatan hidraulik. Nilai Fr terbesar pada pelimpah

semakin besar debit maka kecepatannya pun akan semakin besar. Nilai bilangan Froude terbesar terjadi di sepanjang loncatan hidrauliknya karena pengaruh dari besarnya kecepatan yang terjadi di sepanjang loncatan hidraulik.

dibandingkan dengan pelimpah segitiga.

2 Semakin besar debitnya, maka loncatannya pun akan semakin jauh dan sebaliknya semakin kecil debitnya maka loncatan hidrauliknya semakin dekat.

segiempat pada debit $0,0003 \text{ m}^3/\text{dtk}$ yaitu $0,1964$ dan nilai Fr terkecil pada pelimpah segitiga pada debit $0,0001 \text{ m}^3/\text{dtk}$ yaitu $0,0501$.

- 2) Energi spesifik pada pelimpah segitiga lebih besar dibandingkan pelimpah segiempat yang disebabkan pengaruh luas penampang. Adapun nilai energi spesifik terbesar pada pelimpah segitiga pada debit $0,0003 \text{ m}^3/\text{dtk}$ yaitu $0,1230$ dan nilai energi spesifik terkecil pada pelimpah segiempat pada debit $0,0001 \text{ m}^3/\text{dtk}$ yaitu $0,0950$. Akan tetapi kehilangan energi maksimum terjadi pada pelimpah segiempat pada debit $0,0001 \text{ m}^3/\text{dtk}$ yaitu $0,0469 \text{ m}$.
- 3) Ruang olakan dipengaruhi oleh panjang jarak loncatan hidrauliknya. Jadi, semakin panjang jarak loncatan hidraulik

maka semakin panjang pula ruang olakan dan sebaliknya semakin pendek jarak loncatan hidraulik maka semakin pendek pula ruang olakanya. Adapun jarak loncatan terbesar terjadi pada pelimpah segiempat pada debit $0.0003 \text{ m}^3/\text{dtk}$ yaitu 3.90 m dan jarak loncatan terkecil terjadi pada pelimpah segitiga pada debit $0.0001 \text{ m}^3/\text{dtk}$ yaitu 3.35 m.

4.2 Saran

- a) Untuk pengembangan penelitian selanjutnya disarankan membuat model dengan skala yang lebih besar agar bisa digunakan debit yang cukup besar sehingga pengukuran lebih mudah diamati.
- b) Selain itu, untuk kedepannya diharapkan Laboratorium Hidrolika bisa memiliki saluran terbuka dengan lebar dasar saluran yang lebih besar dari saluran yang ada sekarang di Laboratorium.
- c) Dan juga saluran terbuka yang ada di Laboratorium lebih diperhatikan atau dicek keadaan mesinnya agar ketika saluran terbuka digunakan tidak bermasalah dan pengambian data lebih muda.

Daftar Pustaka

- Binilang, Alex. 2014. *Kajian Pengaruh Hubungan Antar Parameter Hidrolis Terhadap Sifat Aliran Melewati Peimpah Bulat Dan Setengah Lingkaran Pada Saluran Terbuka*. Tugas Akhir. Tidak diterbitkan. Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi : Manado.
- Binilang, Alex. 2010. *Karakteristik Parameter Hidrolis Aliran melalui Ambang pada Saluran Terbuka*. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Chow, Ven Te. 1991. *Hidrolika Saluran Terbuka (Open Channel Hydraulics)* Terjemahan. Erlangga : Jakarta.
- Chow, Ven Te. 1988. *Open-Channel Hydraulics*. McGraw-Hill Book Company : United States of America.
- Corps Asisten. Edisi Ketiga 2017. *Penuntun Praktikum Hidraulika*. Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2015. *Kriteria Desain Irigasi (ICSE-06)*. Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Suber Daya Air. 2013. *Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan (KP-04)*. Jakarta.
- Fatmasari, Fifin., Zahiyah Panna, Arifah. 2018. *Analisis Parameter Karakteristik Aliran Melalui Pelimpah Segitiga dan Trapesium pada Sauran Terbuka (Uji Model Laboratorium)*. Tugas Akhir. Tidak diterbitkan. Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia : Makassar.
- Giles, Ranald V. 1990. *Mekanika Fluida dan Hidraulika*. Erlangga : Jakarta.
- Kodoatie, Robert J. Revisi 2009. *Hidrolika Terapan Aliran pada Saluran Terbuka dan Pipa*. Penerbit Andi : Yogyakarta.

Analisa Karakteristik Aliran Melalui Pintu Segiempat dan Segitiga Pada Saluran Terbuka (Uji Laboratorium)

- Rusaldy, Amalia., Syamsuddin, Gatokhasan. 2017. *Analisis Karakteristik Aliran Akibat Penyempitan pada Saluran Terbuka*. Makassar.
- Sosrodarsono, Suyono. 2003. *Hidrologi Untuk Pengairan*. PT Pradnya Paramita: Jakarta.
- Sumirman, Edy. 2013. *Studi Perbandingan Aliran Alat Ukur Debit Ambang Tipis Penampang Segitiga Dengan Penampang Majemuk*. Tugas Akhir. Tidak diterbitkan. Fakultas Teknik Institut Teknologi Sepuluh Nopember : Surabaya.
- Triatmodjo, Bambang. Cetakan ke-4 2014. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset: Yogyakarta.
- Triatmodjo, Bambang. 2014. *Hidraulika I*. Beta Offset : Yogyakarta.
- Triatmodjo, Bambang. 2017. *Hidraulika II*. Beta Offset : Yogyakarta.