

Kajian Koefisien Debit pada Ambang Tajam Persegi (*Rectangular Notch*) di Laboratorium Mekanika Fluida & Hidraulika ITENAS

BASHAR KHAIRUL KAMIL¹, YESSI NIRWANA KURNIADI¹, ALMUDATZIR MUNANDAR¹

¹Mahasiswa Teknik Sipil & Dosen Teknik Sipil (Program Studi Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional), Kota Bandung, Indonesia.

Email: basharkhairul99@mhs.itenas.ac.id

ABSTRAK

*Debit merujuk pada kuantitas air yang mengalir melintasi suatu penampang dalam interval waktu tertentu. Dalam sistem metrik internasional (SI), ukuran besar debit diukur dalam meter kubik per detik (m^3/s). Dalam situasi dunia nyata, sering kali tidak mungkin untuk memecahkan masalah aliran fluida menggunakan metode analitis. Untuk mengatasi tantangan semacam itu, diperlukan pengamatan atau percobaan yang dapat memakan waktu dan biaya yang tidak terduga. Agar dapat menghindari hambatan semacam itu, pendekatan yang disarankan adalah melakukan penelitian dengan menggunakan model dalam lingkungan laboratorium. Penelitian ini bertujuan untuk mencari koefisien debit (C_d) di saluran terbuka menggunakan flume pada peluap atau ambang tajam. Hal ini dilakukan melalui model bangunan yaitu ambang tajam persegi (*rectangular notch*). Maka berdasarkan percobaan laboratorium yang dilakukan, penelitian ini berhasil mengukur nilai koefisien debit suatu fluida dengan akurat. Hasil ini menunjukkan bahwa ambang tajam persegi yang di desain memiliki kemampuan mengalirkan air dengan tingkat efisiensi pada nilai koefisien debit tertinggi yaitu sebesar 0,728. Keseluruhan nilai koefisien debit ini dapat dianggap cukup konsisten dan memiliki tingkat akurasi yang dapat diterima.*

Kata Kunci: Koefisien Debit, Ambang Tajam, Rectangular Notch.

1. PENDAHULUAN

Debit adalah jumlah aliran air pada sebuah penampang melintang dalam satuan waktu. Dalam SI (Satuan Internasional) besar debit memiliki satuan meter kubik per detik m^3/s . Debit aliran merupakan salah satu informasi dalam melakukan penelitian menggunakan flume sebagai hasil pengamatan di lapangan. Ada berbagai jenis alat ukur dalam pengukuran aliran saluran terbuka salah satunya *notch* atau ambang tajam.

Notch atau peluap atau juga bisa disebut dengan ambang tajam merupakan sebuah konstruksi dalam saluran terbuka yang dapat menentukan kecepatan aliran untuk mewakili besaran debit yang melaluinya. Jenis aliran peluap atau ambang tajam ditentukan berdasarkan debit aliran yang mengalir pada ketinggian permukaan di atas peluap.

Sering ditemukan di kehidupan nyata aliran fluida tidak bisa diselesaikan dengan cara analitis. Solusi dalam menyelesaikan masalah tersebut perlu dilakukan pengamatan atau percobaan yang

membutuhkan waktu dan biaya yang tidak terduga. Menghindari permasalahan yang dimaksud, maka perlu dilakukan studi model di laboratorium.

Penelitian ini bertujuan untuk mencari koefisien debit (C_d) di saluran terbuka menggunakan *flume* pada peluap atau ambang tajam. Hal ini dilakukan melalui model bangunan yaitu ambang tajam persegi (*rectangular notch*). Cara mengetahui nilai karakteristik aliran, perlu dilakukan simulasi dengan kemiringan tertentu dengan pengamatan debit, kecepatan aliran, tinggi muka air. Hasil tersebut dapat memberikan acuan dalam melaksanakan praktikum. Secara garis besar penelitian ini dilakukan untuk menemukan nilai koefisien debit (C_d) yang berguna sebagai langkah awal untuk kepentingan perencanaan bangunan ambang tajam atau bangunan air lainnya..

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Koefisien Debit

Febrianto (2018), melakukan penelitian dengan judul Perbandingan Koefisien Debit Lebar Saluran Berbeda Menggunakan Uji Fisik Peluap Persegi Panjang dan *V-Notch*. Penelitian tersebut menggunakan data berupa volume tampung, peluapan air di atas bangunan peluap, waktu penampungan. Dari perbandingan debit nyata aliran dan teori tentang aliran menghasilkan nilai koefisien debit (C_d) dari peluap. Hasil dari penelitian tersebut adalah nilai koefisien debit (C_d) rata-rata pada peluap persegi panjang lebar 0,1 meter sebesar 0,656 peluap *V-Notch* lebar 0,1 meter sebesar 0,724, peluap persegi panjang lebar 1 meter sebesar 0,511, peluap *V-notch* lebar 1 meter sebesar 0,601.

2.2 Saluran Air (*Flume*)

Flume adalah saluran yang diaplikasikan pada aliran air bebas dengan perbedaan tinggi tekan. Flume terbuat dengan pasangan batu, kayu, logam, beton, yang terletak di atas permukaan air. Flume terdiri dari bagian konvergen, divergen, dan bagian tenggorokan. Dalam keadaan praktek, saluran terbuka diberi istilah berbeda beda seperti "talang" (*flume*). Flume memiliki potongan melintang berbentuk persegi atau setengah lingkaran (Ven Te Chow, 1985).

2.2.1 Saluran Terbuka

Saluran terbuka adalah saluran dengan aliran air yang memiliki permukaan yang bebas. Saluran terbagi menjadi saluran alami (*natural*) dan saluran buatan (*artificial*). Saluran alami sering kita jumpai di kehidupan seperti selokan, sungai yang menuju ke muara, dan aliran air di bawah tanah.

Erizal M. (2013) menjelaskan aliran zat cair dalam saluran terbuka hanya mempunyai bidang kontak pada bagian dinding dasar saluran. Saluran terbuka dapat terbuat dari beton, pipa, batu bata, kaca, dan material lainnya.

2.2.1 Saluran Tertutup

Saluran tertutup atau bisa disebut dengan pipa adalah saluran yang mengalirkan air atau cairan dari satu tempat ke tempat lainnya. Fungsi dari saluran tertutup yaitu terhindar dari kemungkinan pencemaran yang ada di luar saluran tertutup. Saluran tertutup memiliki aliran tertekan, terjadi akibat perbedaan tekanan atau energi pada titik awal dan titik akhir yang dipengaruhi beberapa faktor utama yaitu kehilangan energi kekasaran pada permukaan pipa.

2.4 Alat Ukur Arus (*Current Meter*)

Menurut Triatmodjo, Bambang (1995) dalam Isnan, dkk (2015), memberikan penjelasan dalam penelitiannya *current meter* adalah alat ukur kecepatan air. *Current meter* memiliki mekanisme mengukur kecepatan aliran dengan cara mencacah jumlah putaran propeller dalam waktu tertentu

dengan bantuan counter. dengan mengukur debit, dilakukan perhitungan data ukuran kecepatan titik aliran air untuk mendapatkan nilai debit aliran air.

2.5 Model Hidraulika

Untuk mengetahui ukuran model ambang tajam yang akan dibuat sebagai alat bantu ukur debit di laboratorium. Penyelesaian yang umum dilakukan oleh teknisi dalam menyelesaikan permasalahan aliran yaitu dengan menggunakan pendekatan model hidraulika, antara lain model matematika (*mathematic model*), 7 model campuran (*hybrid model*), model fisik (*hydraulic model*). Kompleksnya permasalahan pada aliran, seringkali studi model matematika tidak menjawab secara tuntas dalam permasalahan aliran, sehingga model fisik diperlukan dalam melengkapi penyelesaian masalah aliran yang sesuai dengan kondisinya.

2.5.1 Bilangan Froude

Menurut Fathona F. (2014), memberikan penjelasan bahwa aliran termasuk dalam aliran super kritis jika nilai bilangan fourde (Fr) lebih dari 1 ($Fr > 1$), aliran subkritis ($Fr < 1$), dan aliran kritis ($Fr = 1$). Bilangan Froude memiliki persamaan:

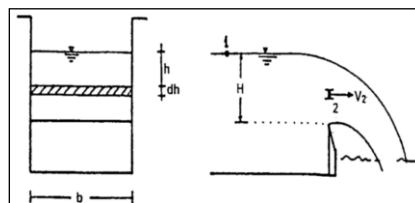
$$Fr = \frac{V}{\sqrt{gy}} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

- Fr = Bilangan Froude
- V = Kecepatan Aliran (m/s)
- y = Kedalaman (m)

2.5.2 Ambang Tajam Persegi (*Rectangular Notch*)

Triatmodjo (1993), menjelaskan bisa disebut sebagai ambang tajam persegi atau peluap segiempat apabila aliran air melewati celah berbentuk segi empat seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Variabel H dalam gambar menunjukkan tinggi air di atas peluap, b menunjukkan lebar dari sebuah peluap.



Gambar 1. Ambang Tajam Persegi
(Sumber: Triatmodjo, 1993)

Untuk menghitung debit total yang mealui seluruh peluap, maka perlu perhitungan dengan cara persamaan integral di atas dari $h = 0$ pada muka air sampai dengan $h = H$ pada puncak ambang.

$$Q_{th} = \frac{2}{3} \times C_d \times b \times \sqrt{2g} \times H^{2/3} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

- Q_{th} = Debit aliran teoritis (m^3/jam)
- g = Percepatan gravitasi (m/s^2)
- b = Lebar ambang tajam persegi (m)
- C_d = Koefisien debit
- h = Tinggi pias dari muka air (m)

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan berupa volume air, waktu, tinggi muka air di hulu. Data yang terkumpul dilanjutkan untuk melakukan analisis data untuk menghasilkan koefisien debit yang konstan. Hasil analisis tersebut dilakukan pembahasan untuk menjawab seluruh rumusan masalah di lanjutkan dengan kesimpulan.

3.2 Tahapan Studi

Berikut merupakan tahapan studi yang dilakukan:

- Pemasangan ambang tajam persegi dan menghidupkan pompa air untuk mengalirkan air di dalam saluran *flume*.
- Pengukuran tinggi muka air bagian hulu, serta kemiringan yang akan dicatat sebesar 0° , 1° , $1,5^{\circ}$.
- Mengatur pengeluaran debit air ($2,5 \text{ m}^3/\text{jam}$, $5 \text{ m}^3/\text{jam}$, $7,5 \text{ m}^3/\text{jam}$, dan $10 \text{ m}^3/\text{jam}$).
- Melakukan pengamatan volume air yang melewati ambang tajam, jika air melewati ambang maka perlu dilakukan pencatatan mengenai ketinggian air tersebut.
- Pencatatan dilakukan sebanyak 4 kali setiap pengeluaran debit di tiap-tiap kemiringan guna mendapatkan data yang lebih akurat.

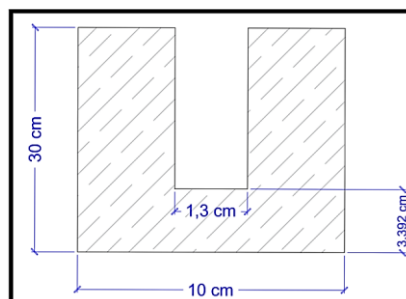
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Langkah pertama yaitu menentukan jenis aliran subkritis dengan mengikuti persamaan 1 dan didapatkan bahwa aliran sudah memenuhi syarat ($Fr < 1$).

Langkah kedua yaitu menentukan ukuran pembuatan model alat ukur ambang tajam mengacu kepada perusahaan Amfield dengan mengukur lebar ambang tajam, tinggi ambang tajam dan lebar pias yang akan digunakan dalam melakukan praktikum.

$$\begin{aligned} N_{\text{vertikal}} &= N_{\text{horizontal}} \\ &= \frac{\text{Lebar prototipe ambang tajam di Amfield}}{\text{Lebar model ambang tajam di flume saluran terbuka}} \\ &= \frac{23}{10} \\ &= 2,3 \end{aligned}$$

perhitungan dilakukan dengan cara coba-coba asumsi nilai tinggi ambang tajam persegi) di *flume* saluran terbuka adalah 30 cm, maka ukuran model yang direncanakan seperti ditunjukkan pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2 Model Ambang Tajam persegi Modifikasi Acuan Armfield

Langkah ke tiga setelah yaitu dilakukan percobaan menggunakan debit 2,5 m³/jam dan kemiringan 0⁰. Hasil dari percobaan tersebut didapatkan bahwa air tidak meluap melebihi ambang tajam persegi dengan ketinggian muka air sebesar 12,8 cm. oleh karena itu dimensi yang mengacu kepada modifikasi alat peraga Armfield bisa digunakan sehingga perlu dilakukan dengan uji coba debit yang lain yaitu 2,5 m³/jam, 5 m³/jam, 7,5 m³/jam, 10 m³/jam. Hasil uji coba laboratorium dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3 Hasil Uji Laboratorium pada Ambang Tajam Persegi

Langkah ke-empat yaitu melakukan analisis perhitungan berdasarkan persamaan 2 yang menghasilkan koefisien debit pada tiap kemiringan.

Tabel 1 Rekapitulasi Tinggi Muka Air Melalui Ambang Tajam Persegi Sudut Kemiringan 0⁰

Debit (Q)		Tinggi Muka Air (H)	Koefisien Debit (C _d)
(m ³ /jam)	(m ³ /s)	(m)	
2,5	0,00069	0,094	0,628
5	0,00139	0,140	0,691
7,5	0,00208	0,181	0,705
10	0,00278	0,216	0,721
Rata-rata			0,686

Tabel 2 Rekapitulasi Tinggi Muka Air Melalui Ambang Tajam Persegi Sudut Kemiringan 1⁰

Debit (Q)		Tinggi Muka Air (H)	Koefisien Debit (C _d)
(m ³ /jam)	(m ³ /s)	(m)	
2,5	0,00069	0,083	0,757
5	0,00139	0,137	0,713
7,5	0,00208	0,179	0,717
10	0,00278	0,215	0,726
Rata-rata			0,728

Tabel 3 Rekapitulasi Tinggi Muka Air Melalui Ambang Tajam Persegi Sudut Kemiringan 1,5⁰

Debit (Q)		Tinggi Muka Air (H)	Koefisien Debit (C _d)
(m ³ /jam)	(m ³ /s)	(m)	
2,5	0,00069	0,092	0,648
5	0,00139	0,140	0,691
7,5	0,00208	0,181	0,705
10	0,00278	0,213	0,736
Rata-rata			0,696

Contoh perhitungan dengan sudut kemiringan 0⁰ menggunakan debit 5 m³/jam diubah menjadi 1,389×10⁻³ m³/detik untuk memudahkan dalam perhitungan.

$$Q = \frac{2}{3} \times C_d \times B \times \sqrt{2g} \times H^{3/2}$$

$$0,001389 = \frac{2}{3} \times Cd \times 0,013 \times \sqrt{2 \times 9,81} \times 0,140^{3/2}$$
$$Cd = 0,691$$

KESIMPULAN

Hasil uji coba di laboratorium pada ambang tajam persegi (*Rectangular Notch*) dengan kemiringan 0° memiliki nilai koefisien debit (Cd) rata-rata sebesar 0,686, sudut kemiringan 1° nilai koefisien debit (Cd) rata-rata sebesar 0,728, dan sudut kemiringan $1,5^{\circ}$ nilai koefisien debit (Cd) rata-rata sebesar 0,696.

Maka berdasarkan percobaan laboratorium yang dilakukan, penelitian ini berhasil mengukur nilai koefisien debit suatu fluida dengan akurat. Hasil ini menunjukkan bahwa ambang tajam persegi yang di desain memiliki kemampuan mengalirkan air dengan tingkat efisiensi pada nilai koefisien debit tertinggi yaitu sebesar 0,728. Keseluruhan nilai koefisien debit ini dapat dianggap cukup konsisten dan memiliki tingkat akurasi yang dapat diterima.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Chow Ven Te. (1985). *Open-Channel Hydraulics*. Jakarta. Erlangga.
- [2] Erizal M. (2013). *Buku Ajar Hidraulika*. <http://web.ipb.ac.id/~erizal/hidrolika/>
- [3] Fajri Fathona. (2014). *Analisis Distribusi Kecepatan Aliran Sungai Musi (Ruas Jembatan Ampora Sampai Dengan Pulau Kemaro)*. Palembang. Universitas Sriwijaya.
- [4] Febrianto, J.W. (2018). *Perbandingan Koefisien Debit Dengan Lebar Saluran Berbeda Menggunakan Uji Fisik Peluap Persegi Panjang dan V-Notch*. Tugas Akhir. Universitas Islam Indonesia.
- [5] Triatmodjo, (2015). *Hidraulika II*. Beta Offset. Yogyakarta.