

# PERBANDINGAN KOEFISIEN DEBIT DENGAN LEBAR SALURAN BERBEDA MENGGUNAKAN UJI FISIK PELUAP PERSEGI PANJANG DAN V-NOTCH

Johan wahyu Febrianto<sup>1</sup>, Lalu Makrup<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: djoehan.wahjoe@gmail.com

<sup>2</sup> Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: lalu\_makruf@yahoo.com

## Abstract

*By fluid flow is often found any difficult problems. Some of them can not be solve by analytical method. To solve that problem observation or experiment are required. To decrease the long time and expensive cost at the field observation, it can be done by creating a miniature form in the laboratory called the study model. Results of these models are comparison of the discharge coeficient (Cd) weir on different channels. The experiment was perform on 4 (four) models of the weir with rectangular shape (width :0,1 m and 1 m) and V-Notch shape (width : 0,1 m and 1 m). Data that were taken in the laboratory study are height of water over the weir, the collecting time of flow in the container, and the volume of collected flow. After data were collected, the calculation can be done to find the real discharge of flow and discharge theory. From the comparison of the real discharge and the discharge theory can be found the discharge coefficient. The result of this study are the average discharge coefficient value for 0.1 m wide rectangular weir 0,656, 1 m wide rectangular weir 0,724, 0.1 m wide V-Notch weir 0,11 m and 1 m wide V-Notch weir 0.601. From the results of this study can be concluded that the installed tools on the flum with a width of 1 m has a weak correlation. This weak correlation might be influenced by flum qualities that do not meet the standards.*

**Keywordsi** : V-Notch Weir, Rectangular Weir, Discharge Coefficient

## 1. PENDAHULUAN

Permasalahan pada aliran fluida sering kali ditemukan kesulitan bahkan beberapa tidak bisa diselesaikan dengan cara analitis. Pada akhirnya untuk menyelesaikan sebuah masalah diperlukan suatu pengamatan atau percobaan. Untuk menghindari kendala seperti waktu yang lama dan biaya yang lebih mahal pada pengamatan dilapangan, maka bisa dilakukan dengan membuat suatu bentuk miniatur di laboratorium yang disebut dengan studi model. Studi model dari penelitian ini bertujuan untuk mencari perbandingan koefisien debit (Cd) bangunan peluap pada saluran yang berbeda.

Penelitian debit aliran melalui peluap dilakukan untuk mencari nilai koefisien debit (Cd). Nilai ini akan tergantung kepada bentuk dan sifat peluap itu sendiri. Untuk kepentingan perencanaan bangunan air

seperti bendungan, atau bangunan peluap, maka hal ini akan menentukan jenis bangunan yang akan dipilih sesuai kebutuhannya.

Penelitian tentang nilai koefisien debit (Cd) aliran melalui bangunan peluap dapat dilakukan penelitian melalui saluran terbuka berukuran kecil yang melewati suatu peluap. Dalam hal ini dilakukan melalui dua model bangunan peluap yakni peluap persegi panjang dan peluap V-Notch.

Hasil penelitian mengenai koefisien debit (Cd) menjadi suatu langkah awal untuk dikembangkan terhadap bangunan-bangunan bersifat prototype yang merupakan langkah aktual bagi upaya perencanaan, dimana parameter yang digunakan dalam penelitian tersebut dapat diterapkan dalam perencanaan di lapangan. Hal ini tentunya membutuhkan upaya yang detail dan ditunjang dengan peralatan yang cukup.

Paper ini menyajikan hasil penelitian tentang perbandingan koefisien debit antara peluap persegi panjang lebar 1m dengan peluap persegi panjang lebar 0,1m, serta perbandingan koefisien debit antara peluap V-Notch lebar 1m dengan peluap V-Notch lebar 0,1m.

## 2. PERSAMAAN BERNOULLI

### 2.1 Zat Cair Invisid

Zat cair inviscid merupakan zat cair yang tidak memiliki kekentalan, atau kekentalannya 0. Rumus Bernoulli untuk zat cair inviscid dapat dilihat pada persamaan 1 berikut :

$$\frac{p_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{p_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 \quad (1)$$

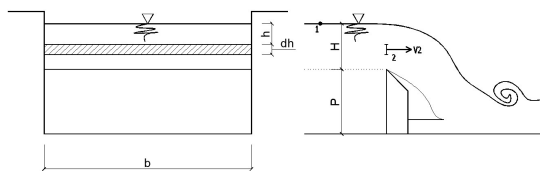
### 2.2 Zat Cair Riil

Zat cair riil merupakan zat cair yang kehilangan tenaga akibat adanya kekentalan. Rumus Bernoulli untuk zat cair riil dapat dilihat pada persamaan berikut

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = z_3 + \frac{p_3}{\gamma} + \frac{V_3^2}{2g} + \Sigma h_e + \Sigma h_f \quad (2)$$

## 3. DEBIT TEORI ALIRAN MELALUI PELUAP PERSEGI PANJANG

Menurut Triatmodjo (1993), dipandang sebuah peluap persegi panjang di mana air mengalir seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 Dalam gambar tersebut  $H$  adalah tinggi peluapan (tinggi air di atas peluap),  $b$  adalah lebar peluap. Koefisien debit adalah  $C_d$ . Dipandang suatu pias horizontal air setebal  $dh$  pada kedalaman  $h$  dari muka air.



**Gambar 1. Peluap Persegi Panjang**  
(Sumber : Triatmodjo, 1993)

Dengan menggunakan persamaan 1 apabila di sebelah hulu peluap berupa kolam besar sehingga  $V_1=0$ , dan tekanan pada pias adalah tekanan atmosfer, maka didapatkan kecepatan:

$$V_2 = \sqrt{2g(z_1 - z_2)} = \sqrt{2gh} \quad (3)$$

Luas pias :

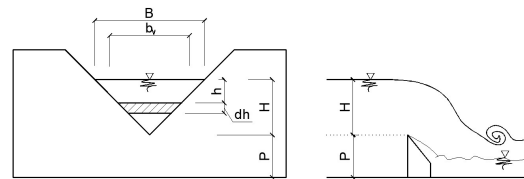
$$A = b \, dh \quad (4)$$

Debit total melalui seluruh peluap dapat dihitung dengan mengintegrasikan persamaan di atas dari  $h = 0$  pada muka air sampai  $h = H$  pada puncak ambang dengan rumus berikut :

$$\begin{aligned} Q_{th} &= C_d b \sqrt{2g} \int_0^H h^{1/2} \, dh \\ &= C_d b \sqrt{2g} \frac{2}{3} [h^{3/2}]_0^H \\ Q_{th} &= \frac{2}{3} C_d b \sqrt{2g} H^{3/2} \end{aligned} \quad (5)$$

## 4. DEBIT TEORI ALIRAN MELALUI PELUAP V-NOTCH

Menurut Triatmodjo (1993), pada Gambar 2 menunjukkan peluap V-Notch yg di atasnya dialiri air. Tinggi peluapan adalah  $H$  dan sudut peluap V-Notch adalah  $\alpha$ .



**Gambar 2. Peluap V-Notch**  
(Sumber : Triatmodjo, 1993)

Berdasarkan gambar di atas, perhitungan lebar muka air adalah :

$$B = 2 H \, \text{tg} \frac{\alpha}{2} \quad (6)$$

Panjang pias tersebut adalah :

$$b_v = 2 (H - h) \, \text{tg} \frac{\alpha}{2} \quad (7)$$

Luas pias :

$$A = 2 (H - h) \, \text{tg} \frac{\alpha}{2} \, dh \quad (8)$$

Integrasi persamaan debit teori aliran melalui peluap V-Notch adalah :

$$Q_{th} = 2 C_d \, \text{tg} \frac{\alpha}{2} \sqrt{2g} \int_0^H (H - h) h^{1/2} \, dh$$

$$\begin{aligned}
Q_{th} &= 2 C_d t g \frac{\alpha}{2} \sqrt{2g} \int_0^H H h^{1/2} - h^{3/2} dh \\
&= 2 C_d t g \frac{\alpha}{2} \sqrt{2g} \left[ \frac{2}{3} H h^{3/2} - \frac{2}{5} h^{5/2} \right]_0^H \\
&= 2 C_d t g \frac{\alpha}{2} \sqrt{2g} \left( \frac{2}{3} H^{1/2} - \frac{2}{5} H^{5/2} \right) \\
Q_{th} &= \frac{8}{15} C_d t g \frac{\alpha}{2} \sqrt{2g} H^{5/2} \quad (9)
\end{aligned}$$

## 5. DEBIT NYATA ALIRAN MELALUI PELUAP

Debit nyata aliran pada saluran terbuka melalui peluap adalah perbandingan antara volume air yang melalui peluap dengan waktu lamanya air melalui peluap.

$$v = p l t \quad (10)$$

setelah mendapatkan volume bak penghitung volume air, maka debit nyata aliran dapat dihitung. Sehingga rumus debit nyata aliran adalah sebagai berikut :

$$Q = \frac{v}{t} \quad (11)$$

## 6. KOEFISIEN DEBIT (CD)

Menurut Triatmodjo (1993), koefisien debit (Cd) adalah perbandingan antara debit nyata dengan debit teoritis.

$$C_d = \frac{Q}{Q_{th}} \quad (12)$$

## 7. METODE PENELITIAN

### 7.1. Alat Yang Digunakan

Alat yang digunakan pada penelitian adalah *stopwatch*, mistar ukur, pita ukur, pompa diesel, *jet pump*, *cutter*, tabung ukur, Lem G,



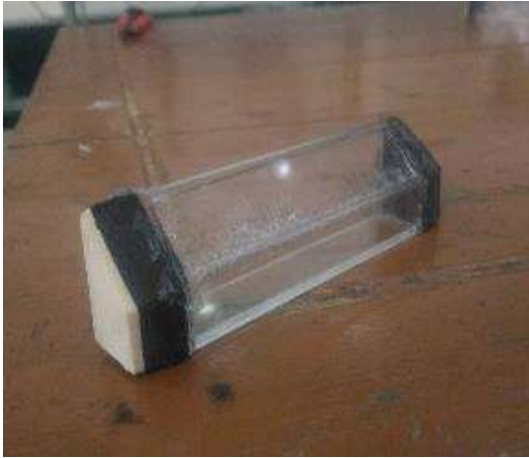
Gambar 3. Flum Lebar 1 m



Gambar 4. Flum Lebar 0,1 m



Gambar 5. Peluap V-Notch Lebar 0,1 m



**Gambar 6. Peluap Persegi Panjang Panjang Lebar 0,1m**



**Gambar 7. Peluap V-Notch Lebar 1 m**



**Gambar 8. Peluap V-Notch Lebar 1 m**

## 7.2 Pengumpulan Data

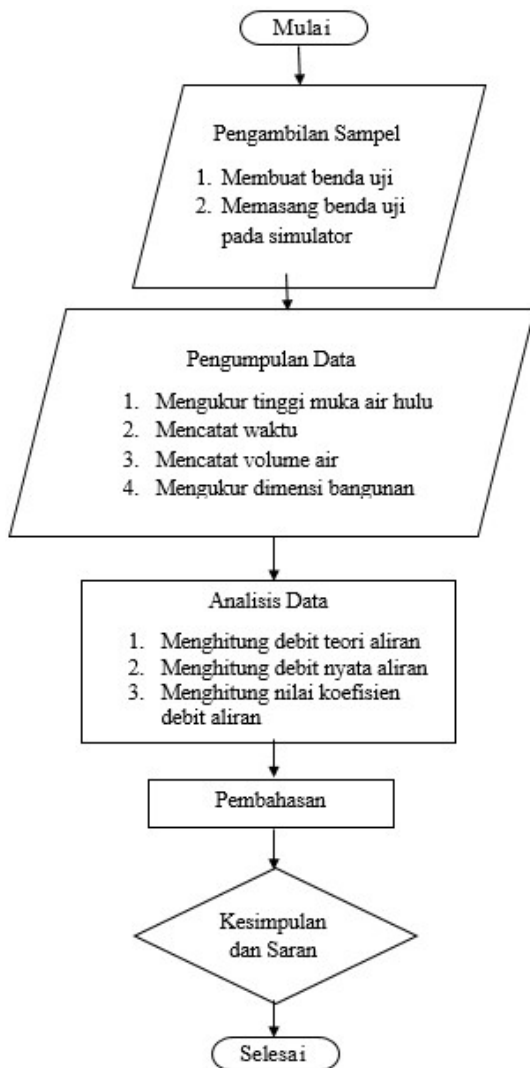
1. Lokasi penelitian di Laboratorium Hidrolika Universitas Islam Indonesia
2. Data primer diperoleh dari penelitian langsung di laboratorium berupa waktu aliran tertampung, volume aliran tertampung, lebar saluran, lebar peluap, tinggi aliran di atas peluap, dan lebar peluap

## 7.3 Analisis Data

Setelah data diperoleh, kemudian data tersebut dianalisis untuk mendapatkan debit secara teoritis, debit nyata dan koefisien debit yang berlaku pada setiap model bangunan peluap yang diuji. Langkah-langkah analisa pada penelitian ini ada sebagai berikut :

1. Analisa debit teori peluap persegi panjang menggunakan persamaan (5)
2. Analisa debit teori peluap V-Notch menggunakan persamaan (9)
3. Analisa debit nyata peluap menggunakan persamaan (11).
4. Analisa koefisien debit ( $C_d$ ) menggunakan persamaan (12)

Bagan alir penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 9 sebagai berikut.



Gambar 9. Bagan Alir Penelitian

## 8. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### 8.1. Data Penelitian

Data yang diperoleh dari penelitian di laboratorium antara lain waktu tertampung ( $t$ ), volume tertampung ( $V$ ), tinggi peluapan air di atas bangunan peluap ( $h$ ), lebar saluran ( $b$ ), dan tinggi peluap ( $H$ ). Tabel berikut adalah sajian data yang diperoleh dari penelitian di laboratorium :

Tabel 1. Data Melalui Peluap Persegi Panjang Lebar 0,1 m

No	Data ke-	Tinggi Aliran (H) (m)	Tinggi Peluap (P) (m)	Lebar Saluran (b) (m)	Volume Tertampung (V) (m <sup>3</sup> )	Waktu Tertampung (t) (s)
1	1	0,005	0,03	0,1	0,005	103,09
	2	0,005	0,03	0,1	0,005	105,71
	3	0,005	0,03	0,1	0,005	104,63
	4	0,005	0,03	0,1	0,005	100,05
	5	0,005	0,03	0,1	0,005	107,8
2	1	0,007	0,03	0,1	0,005	44,36
	2	0,007	0,03	0,1	0,005	43,48
	3	0,007	0,03	0,1	0,005	42,11
	4	0,007	0,03	0,1	0,005	44,25
	5	0,007	0,03	0,1	0,005	45,71
3	1	0,01	0,03	0,1	0,005	21,88
	2	0,01	0,03	0,1	0,005	21,93
	3	0,01	0,03	0,1	0,005	22,61
	4	0,01	0,03	0,1	0,005	23,42
	5	0,01	0,03	0,1	0,005	23,46
4	1	0,012	0,03	0,1	0,005	16,8
	2	0,012	0,03	0,1	0,005	16,57
	3	0,012	0,03	0,1	0,005	16,95
	4	0,012	0,03	0,1	0,005	17,91
	5	0,012	0,03	0,1	0,005	16,61

### 8.2 Hasil Perhitungan Koefisien Debit

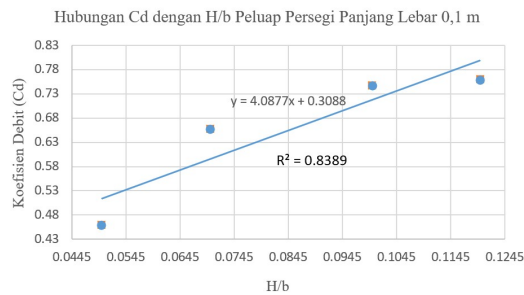
Rekapitulasi hasil analisis perhitungan koefisien debit ( $C_d$ ) peluap pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Analisis Koefisien Debit

No	Nama Peluap	Ukuran Lebar (m)	Tinggi Peluapan (m)	Nilai Koefisien Debit ( $C_d$ )
1	Persegi Panjang	0,1	0,005	0,4596
2			0,007	0,6578
3			0,01	0,7479
4			0,012	0,7597
5	Persegi Panjang	1	0,05	0,7375
6			0,07	0,8471
7			0,1	0,5928
8			0,12	0,719
9	V-Notch	0,1	0,015	0,3760
10			0,02	0,449
11			0,025	0,6152
12			0,03	0,6039
13	V-Notch	1	0,15	0,6841
14			0,2	0,6325
15			0,25	0,4789
16			0,3	0,6108

### 8.3 Korelasi $C_d$ Peluap Persegi Panjang Lebar 0,1 m dengan Variabel Bebas

Grafik hubungan koefisien debit dengan  $H/b$  pada peluap persegi panjang lebar 0,1 m dapat dilihat pada gambar 10 berikut :



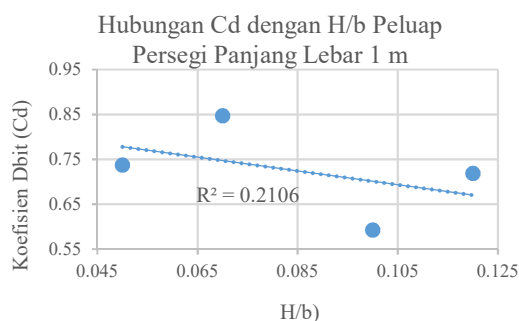
**Gambar 10. Grafik Hubungan Cd dengan H/b Peluap Persegi Panjang lebar 0,1 m**

Dari garis trendline tersebut didapatkan nilai  $R^2$  sebesar 0,8389 yang dapat diartikan korelasi sangat kuat. Korelasi yang sangat kuat ini kemungkinan dipengaruhi oleh beberapa hal sebagai berikut :

- 1) Suplai air pada flum bersirkulasi secara stabil, sehingga garis muka air dapat terbaca dengan jelas. Hal ini dikarenakan garis muka air pada saluran tidak fluktuatif.
- 2) Debit air yang masuk pada flum dapat diatur sesuai dengan data yang dibutuhkan secara konstan dan untuk waktu yang cukup lama.

### 8.3 Korelasi Cd Peluap Persegi Panjang Lebar 1 m dengan Variabel Bebas

Grafik hubungan koefisien debit dengan H/b pada peluap persegi panjang lebar 1 m dapat dilihat pada gambar 11 berikut :



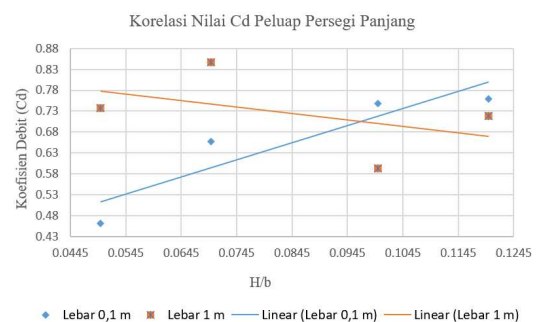
**Gambar 11. Grafik Hubungan Cd dengan H/b Peluap Persegi Panjang lebar 1 m**

Dari garis trendline tersebut didapatkan nilai  $R^2$  sebesar 0,2106 yang dapat diartikan korelasi sangat lemah. Korelasi yang sangat

lemah ini kemungkinan disebabkan oleh beberapa hal sebagai berikut :

1. Alat flum yang tersedia dalam kondisi kurang baik karena terjadi kebocoran pada sambungan antar plat. Hal ini menyebabkan debit yang melalui peluap tidak sama dengan debit yang diukur pada bak pengukur volume.
2. Suplai air tidak dapat dilakukan secara terus menerus karena kapasitas bak penampungan air menuju saluran kurang memadai.
3. Suplai air yang tidak dapat mengalir secara konstan dalam waktu yang lama menyebabkan pembacaan tinggi muka air pada hulu peluap harus dilakukan secara cepat.
4. Terjadi pergerakan air pada bak pengukur volume yang disebabkan oleh jatuhnya aliran air menuju bak pengukur volume yang sangat kencang sehingga muka air tidak stabil dan sangat sulit untuk dibaca ketinggiannya

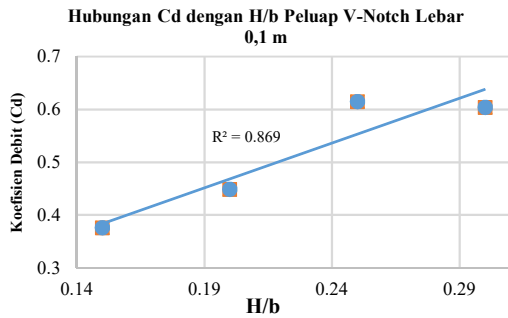
Dikarenakan nilai  $R^2$  dari peluap persegi panjang lebar 1 m angka korelasinya sangat lemah, maka garis trendline dari peluap persegi panjang lebar 0,1 m dan peluap persegi panjang lebar 1 m menjadi berpotongan. Berikut adalah grafik korelasi peluap persegi panjang



**Gambar 12. Grafik Korelasi Cd Peluap Persegi Panjang**

### 8.4 Korelasi Cd Peluap V-Notch Lebar 0,1 m dengan Variabel Bebas

Grafik hubungan koefisien debit dengan H/b pada peluap V-Notch lebar 0,1 m dapat dilihat pada gambar 13 berikut :



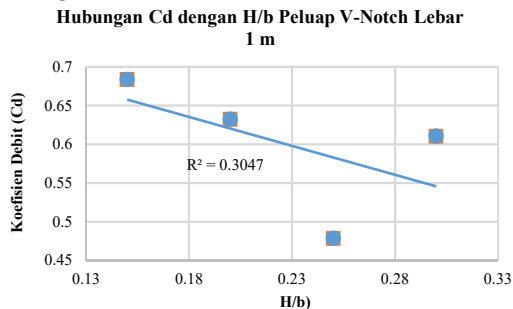
**Gambar 13. Grafik Hubungan Cd dengan H/b Peluap V-Notch lebar 0,1 m**

Dari garis trendline tersebut didapatkan nilai  $R^2$  sebesar 0,869 yang dapat diartikan korelasi sangat kuat. Korelasi yang sangat kuat ini kemungkinan dipengaruhi oleh beberapa hal sebagai berikut :

1. Suplai air pada flum bersirkulasi secara stabil, sehingga garis muka air dapat terbaca dengan jelas. Hal ini dikarenakan garis muka air pada saluran tidak fluktuatif.
2. Debit air yang masuk pada flum dapat diatur sesuai dengan data yang dibutuhkan secara konstan dan untuk waktu yang cukup lama.

### 8.5 Korelasi Cd Peluap V-Notch Lebar 1 m dengan Variabel Bebas

Grafik hubungan koefisien debit dengan H/b pada peluap V-Notch lebar 1 m dapat dilihat pada gambar 5.14 berikut :

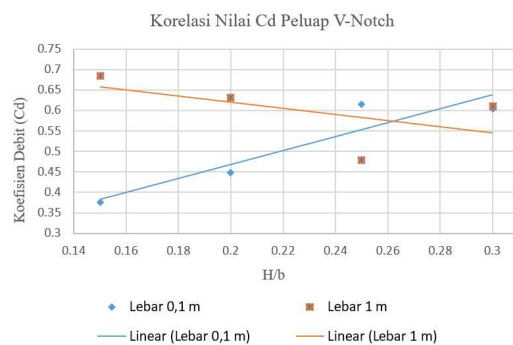


**Gambar 14. Grafik Hubungan Cd dengan H/b Peluap V-Notch lebar 1 m**

Dari garis trendline tersebut didapatkan nilai  $R^2$  sebesar 0,3047 yang dapat diartikan korelasi cukup. Korelasi yang cukup ini kemungkinan disebabkan oleh beberapa hal sebagai berikut:

- 1) Alat flum yang tersedia dalam kondisi kurang baik karena terjadi kebocoran pada sambungan antar plat. Hal ini menyebabkan debit yang melalui peluap tidak sama dengan debit yang diukur pada bak pengukur volume.
- 2) Suplai air tidak dapat dilakukan secara terus menerus karena kapasitas bak penampungan air menuju saluran kurang memadai.
- 3) Suplai air yang tidak dapat mengalir secara konstan dalam waktu yang lama menyebabkan pembacaan tinggi muka air pada hulu peluap harus dilakukan secara cepat.
- 4) Terjadi pergerakan air pada bak pengukur volume yang disebabkan oleh jatuhnya aliran air menuju bak pengukur volume yang sangat kencang sehingga muka air tidak stabil dan sangat sulit untuk dibaca ketinggiannya

Dikarenakan nilai  $R^2$  dari peluap V-Notch lebar 1 m angka korelasinya cukup, maka garis trendline dari peluap V-Notch lebar 0,1 m dan peluap V-Notch lebar 1 m menjadi berpotongan. Tabel berikut adalah grafik korelasi peluap V-Notch.



**Gambar 15. Grafik Korelasi Cd Peluap V-Notch**

## 9. SIMPULAN DAN SARAN

### 9.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian di laboratorium serta setelah melaksanakan analisis dan pembahasan, maka dari tugas akhir ini dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu :

1. Hasil analisis koefisien debit pada peluap persegi panjang lebar 0,1 m menghasilkan nilai koefisien debit rata-rata sebesar 0,6563
2. Hasil analisis koefisien debit pada peluap persegi panjang lebar 1 m menghasilkan nilai koefisien debit rata-rata sebesar 0,7241
3. Hasil analisis koefisien debit pada peluap V-Notch lebar 0,1 m menghasilkan nilai koefisien debit rata-rata sebesar 0,5110
4. Hasil analisis koefisien debit pada peluap V-Notch lebar 1 m menghasilkan nilai koefisien debit rata-rata sebesar 0,6016
5. Pada penelitian ini, jenis peluap dengan lebar 0,1 m memiliki korelasi yang sangat kuat. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh alat yang diuji maupun flum yang digunakan sudah sangat baik
6. Pada penelitian ini, jenis peluap dengan lebar 1 m memiliki korelasi yang lemah. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh kualitas alat dan ketelitian dalam pembacaan

### 9.1 Saran

Berdasarkan pengalaman penyusun selama melaksanakan penelitian di laboratorium, terdapat beberapa kendala yang juga menjadi saran untuk penelitian yang selanjutnya.

Beberapa kendala yang penyusun temukan adalah kapasitas bak penampung air yang berada pada flum dengan lebar 1 meter sangat kecil, sehingga air yang cepat habis. Saran yang diajukan adalah memperbesar kapasitas volume bak penampungan air.

Kedua, kecepatan pengisian pompa air pengisi bak penampungan tidak sebanding dengan debit air yang keluar dari bak penampungan, sehingga sirkulasi air dari bak penampungan kembali menuju bak penampungan tidak sama. Saran yang diajukan adalah memperbesar kekuatan daya hisap pompa air.

Genangan air yang berada pada hulu saluran tidak dapat terkuras secara otomatis, tidak seperti pada flum dengan lebar 10 cm.

Sehingga untuk mengosongkan air pada hulu saluran harus dilakukan secara manual dan memakan waktu yang cukup lama. Saran yang diajukan adalah memasang pompa air untuk menguras genangan air pada hulu saluran.

## 10. DAFTAR PUSTAKA

- Triatmodjo, Bambang. Hidraulika I. (1993).  
Beta. Yogyakarta.