

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1 Peluap**

Menurut Triatmodjo (1993), peluap didefinisikan sebagai bukaan pada salah satu sisi kolam atau tangki sehingga zat cair (biasanya air) di dalam kolam tersebut melimpas di atas peluap. Peluap ini serupa dengan lubang besar di mana elevasi permukaan zat cair di sebelah hulu lebih rendah dari sisi atas lubang

#### **3.2 Tipe Aliran**

Menurut Triatmodjo (1993), apabila waktu yang dipakai sebagai kriteria, maka aliran dapat dibedakan dalam :

1. Aliran tetap (*steady flow*)

Aliran tetap yaitu aliran di mana kedalaman air ( $h$ ) tidak berubah menurut waktu atau dapat dianggap tetap dalam suatu interval waktu, dengan demikian kecepatan aliran tidak berubah menurut waktu.

2. Aliran tidak tetap (*unsteady flow*)

Aliran tidak tetap terjadi apabila kedalaman air ( $h$ ) berubah menurut waktu, demikian pula kecepataannya berubah menurut waktu.

Kemudian , apabila tempat yang dipakai sebagai kriteria maka tipe aliran dapat dibedakan sebagai berikut :

1. Aliran seragam (*uniform flow*)

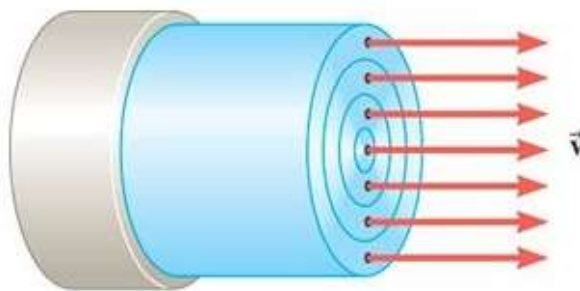
Aliran seragam terjadi apabila kedalaman aliran ( $h$ ) tidak berubah menurut tempat, dan kecepataannya juga tidak berubah menurut tempat

2. Aliran tidak seragam (*non uniform flow*)

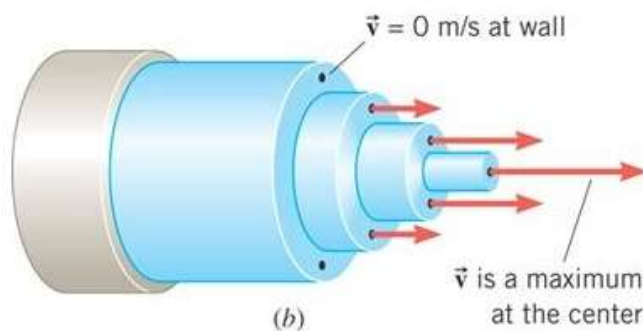
Aliran tidak seragam terjadi apabila kedalaman aliran berubah-ubah menurut tempat di sepanjang aliran, begitu pula dengan kecepataannya.

### 3.3 Karakteristik Aliran

Menurut Orianto dan Pratikto (1989), dalam mempelajari aliran fluida, sering kali kita menggunakan suatu asumsi *fluida ideal*. Fluida seperti itu diasumsikan tidak mempunyai kekentalan. Meskipun hal ini merupakan situasi ideal yang tidak pernah ada, beberapa persoalan-persoalan teknik bisa didekati dengan menggunakan asumsi bahwa suatu fluida ideal. Jika memperhatikan suatu fluida nyata, maka pengaruh-pengaruh kekentalan harus diperhitungkan ke dalam permasalahan. Pada fluida nyata timbul tegangan geser antara partikel-partikel fluida ketika partikel-partikel tersebut bergerak pada kecepatan-kecepatan yang berbeda. Pada fluida ideal yang mengalir melalui suatu tabung lurus, semua partikel bergerak pada garis-garis sejajar dengan kecepatan sama. Pada aliran fluida nyata, kecepatan terdekat dengan dinding akan nol, dan akan bertambah besar pada jarak pendek dari dinding sehingga menghasilkan profil kecepatan.



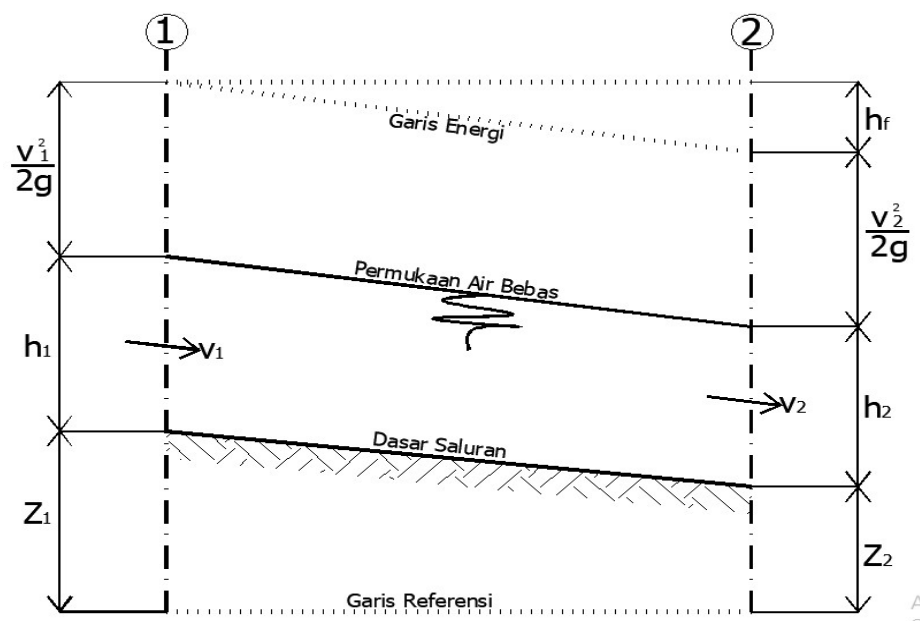
**Gambar 3.1 Ideal Fluid**  
(Sumber : Orianto, 1989)



**Gambar 3.2 Real Fluid**  
(Sumber : Orianto, 1989)

### 3.4 Persamaan Bernoulli

Persamaan energi pada hukum Newton II tentang gerak ( $F = m.a$ ) yang biasa disebut persamaan Euler. Energi pada suatu titik aliran mantap adalah sama dengan energi pada titik lain yang ditinjau sepanjang aliran. Hal ini berlaku selama tidak ada energi yang ditambahkan menuju fluida atau diambil dari fluida. Kemudian atas dasar persamaan energi, sekarang dikenal dengan nama persamaan Bernoulli. Persamaan Bernoulli terbagi lagi menjadi 2 yaitu persamaan Bernoulli untuk zat cair inviscid dan persamaan Bernoulli untuk zat cair riil.



**Gambar 3.3 Energi Dalam Saluran Terbuka**  
(Sumber : Suripin, 2004)

Adapun persamaan Bernoulli untuk zat cair inviscid dapat dilihat pada persamaan 3.1 berikut:

$$Z_1 + h_1 + \frac{v_1^2}{2g} = Z_2 + h_2 + \frac{v_2^2}{2g} \quad (3.1)$$

Keterangan :

$h$  = fungsi tekanan di suatu titik

$V$  = kecepatan aliran fluida (m/s)

$z$  = ketinggian titik yang ditinjau dari garis datum (m)

$g$  = percepatan gravitasi ( $m/s^2$ )

Adapun persamaan Benoulli untuk zat cair riil dapat dilihat pada persamaan 3.2 berikut :

$$Z_1 + h_1 + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + h_2 + \frac{V_2^2}{2g} + \Sigma h_e + \Sigma h_f \quad (3.2)$$

Keterangan :

$h$  = fungsi tekanan di suatu titik

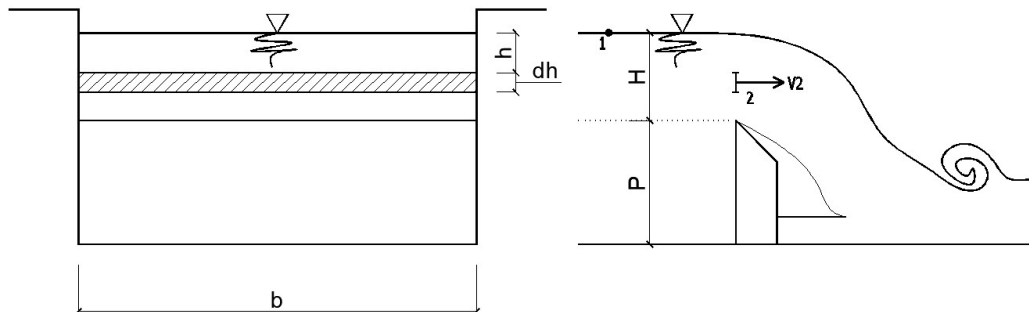
$V$  = kecepatan aliran fluida (m/s)

$z$  = ketinggian titik yang ditinjau dari garis datum (m)

$g$  = percepatan gravitasi ( $m/s^2$ )

### 3.5 Debit Teori Aliran Melalui Peluap Persegi Panjang

Menurut Triatmodjo (1993), dipandang sebuah peluap persegi panjang di mana air mengalir seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.4. 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 3.4 Peluap Persegi Panjang**  
(Sumber : Triatmodjo, 1993)

Dengan menggunakan persamaan (3.1) apabila di sebelah hulu peluap berupa kolam besar sehingga  $V_1=0$ , dan tekanan pada pias adalah tekanan atmosfer, maka:

$$V_2 = \sqrt{2g(z_1 - z_2)} = \sqrt{2gh} \quad (3.3)$$

Keterangan :

$V$  = kecepatan aliran fluida (m/s)

$z$  = ketinggian titik yang ditinjau dari garis datum (m)

$g$  = percepatan gravitasi ( $m/s^2$ )  
 $h$  = tinggi pias dari muka air (m)

Luas pias adalah :

$$A = b dh \quad (3.4)$$

Keterangan :

$A$  = luas pias ( $m^2$ )  
 $b$  = lebar peluap (m)  
 $dh$  = ketebalan pada kedalaman  $h$  dari muka air (m)

Debit melalui pias

$$\begin{aligned} dQ &= V_2 dA = \sqrt{2g} h^{1/2} b dh \\ &= b\sqrt{2g} h^{1/2} dh \end{aligned} \quad (3.5)$$

Keterangan :

$A$  = luas pias ( $m^2$ )  
 $b$  = lebar peluap (m)  
 $h$  = tinggi pias dari muka air (m)  
 $dh$  = ketebalan pada kedalaman  $h$  dari muka air (m)  
 $g$  = percepatan gravitasi ( $m/s^2$ )

Dengan memasukkan koefisien debit, maka debit aliran :

$$dQ_{th} = C_d b \sqrt{2g} h^{1/2} dh \quad (3.6)$$

Keterangan :

$Q_{th}$  =debit aliran teoritis ( $m^3/s$ )  
 $g$  = percepatan gravitasi ( $m/s^2$ )  
 $h$  = tinggi pias dari muka air (m)  
 $b$  = panjang bentang mercu ambang efektif (m)  
 $C_d$  = koefisien debit (-)

Debit total melalui seluruh peluap dapat dihitung dengan mengintegalkan persamaan di atas dari  $h = 0$  pada muka air sampai  $h = H$  pada puncak ambang,

$$\begin{aligned} Q_{th} &= C_d b \sqrt{2g} \int_0^H h^{1/2} dh = C_d b \sqrt{2g} \frac{2}{3} [h^{3/2}]_0^H \\ Q_{th} &= \frac{2}{3} C_d b \sqrt{2g} H^{3/2} \end{aligned} \quad (3.7)$$

Keterangan :

$Q_{th}$  = debit aliran teoritis ( $m^3/s$ )

$g$  = percepatan gravitasi ( $m/s^2$ )

$H$  = tinggi peluapan (m)

$b$  = panjang bentang mercu ambang efektif (m)

$C_d$  = koefisien debit (-)

Apabila air yang melalui peluap mempunyai kecepatan awal maka dalam rumus debit tersebut, tinggi peluapan harus ditambah dengan tinggi kecepatan

$h_a = V^2/2g$ , sehingga debit aliran menjadi :

$$Q_{th} = \frac{2}{3} C_d b \sqrt{2g} [(H + h_a)^{3/2} - h_a^{3/2}] \quad (3.8)$$

Keterangan :

$Q_{th}$  = debit aliran teoritis ( $m^3/s$ )

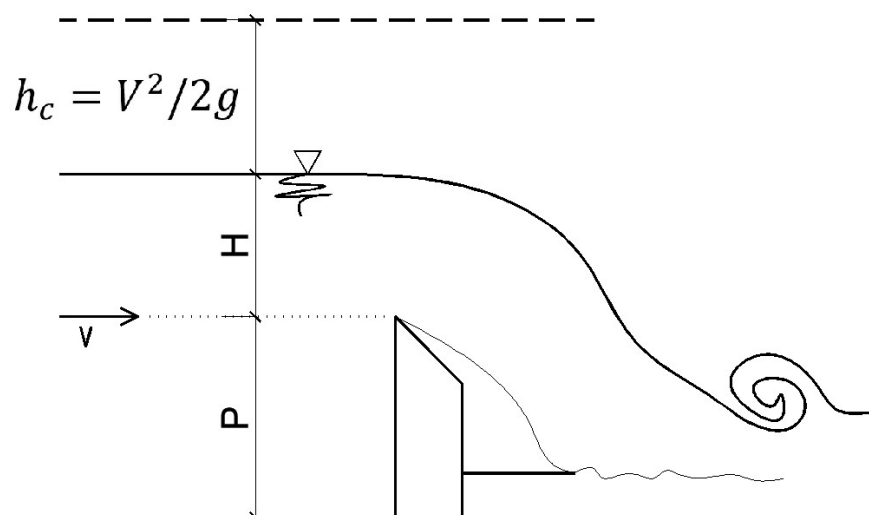
$g$  = percepatan gravitasi ( $m/s^2$ )

$H$  = tinggi peluapan (m)

$b$  = panjang bentang mercu ambang efektif (m)

$C_d$  = koefisien debit (-)

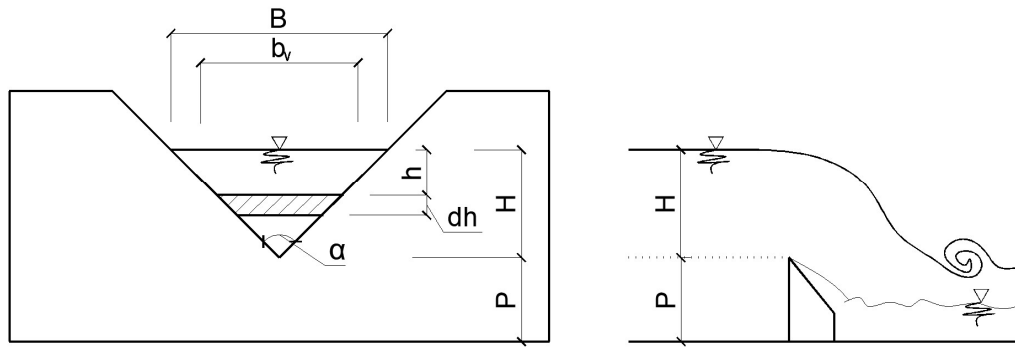
$h_c$  = tinggi kecepatan (m)



**Gambar 3.5 Peluap Persegi Panjang Dengan Kecepatan Awal**  
(Sumber : Triatmodjo, 1993)

### 3.6 Debit Teori Aliran Melalui Peluap V-Notch

Menurut Triatmodjo (1993), pada Gambar 3.6 menunjukkan peluap V-Notch yg di atasnya dialiri air. Tinggi peluapan adalah  $H$  dan sudut peluap V-Notch adalah  $\alpha$ .



**Gambar 3.6 Peluap V-Notch**  
(Sumber : Triatmodjo, 1993)

Berdasarkan gambar di atas, perhitungan lebar muka air adalah :

$$B = 2 H \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \quad (3.9)$$

Keterangan :

$B$  = lebar muka air (m)

$H$  = tinggi peluapan (m)

$\alpha$  = sudut peluap V-Notch ( $^{\circ}$ )

Panjang pias tersebut adalah :

$$b_v = 2 (H - h) \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \quad (3.10)$$

Keterangan :

$b_v$  = panjang pias (m)

$H$  = tinggi peluapan (m)

$h$  = tinggi pias dari muka air (m)

$\alpha$  = sudut peluap V-Notch ( $^{\circ}$ )

Luas pias :

$$dA = 2 (H - h) \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} dh \quad (3.11)$$

Keterangan :

$dA$  = luas pias ( $\text{m}^2$ )

H = tinggi peluapan (m)

$\alpha$  = sudut peluap V-Notch ( $^{\circ}$ )

dh = tebal pias (m)

Debit aliran melalui pias :

$$\begin{aligned} Q_{th} &= C_d dA \sqrt{2gh} \\ &= C_d 2 (H - h) tg \frac{\alpha}{2} dh \sqrt{2gh} \end{aligned} \quad (3.12)$$

Keterangan :

$Q_{th}$  = debit aliran teoritis ( $m^3/s$ )

$C_d$  = koefisien debit (-)

H = tinggi peluapan (m)

h = tinggi pias dari muka air (m)

$\alpha$  = sudut peluap V-Notch ( $^{\circ}$ )

dh = tebal pias (m)

g = percepatan gravitasi ( $m/s^2$ )

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

$$\begin{aligned} Q_{th} &= 2 C_d tg \frac{\alpha}{2} \sqrt{2g} \int_0^H (H - h) h^{\frac{1}{2}} dh \\ Q_{th} &= 2 C_d tg \frac{\alpha}{2} \sqrt{2g} \int_0^H H h^{1/2} - h^{3/2} dh \\ &= 2 C_d tg \frac{\alpha}{2} \sqrt{2g} \left[ \frac{2}{3} H h^{3/2} - \frac{2}{5} h^{5/2} \right]_0^H \\ &= 2 C_d tg \frac{\alpha}{2} \sqrt{2g} \left( \frac{2}{3} H^{1/2} - \frac{2}{5} H^{5/2} \right) \\ Q_{th} &= \frac{8}{15} C_d tg \frac{\alpha}{2} \sqrt{2g} H^{5/2} \end{aligned} \quad (3.13)$$

Keterangan :

$Q_{th}$  = debit aliran teoritis ( $m^3/s$ )

$C_d$  = koefisien debit (-)

H = tinggi peluapan (m)

$\alpha$  = sudut peluap V-Notch ( $^{\circ}$ )

g = percepatan gravitasi ( $m/s^2$ )



Pada penelitian ini, data yang dicari adalah koefisien debit. Maka dari itu untuk memudahkan dalam analisa nilai koefisien debit (Cd) pada persamaan di atas dianggap tidak ada.

### 3.7 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. Pada kasus ini air yang melalui peluap dialirkan menuju bak penghitung volume air. Sehingga rumus volume air yang melalui peluap adalah sebagai berikut :

$$v = p l t \quad (3.14)$$

Keterangan :

$v$  = Volume ( $m^3$ )

$p$  = panjang bak (m)

$l$  = lebar bak (m)

$t$  = tinggi bak (m)

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

$$Q = \frac{V}{t} \quad (3.15)$$

Keterangan :

$Q$  = debit aliran nyata ( $m^3/s$ )

$V$  = Volume ( $m^3$ )

$t$  = waktu (s)

### 3.8 Koefisien Debit (Cd)

Menurut Triatmodjo (1993), koefisien debit (Cd) adalah perbandingan antara debit nyata dengan debit teoritis. Sehingga rumus koefisien debit dapat dilihat pada persamaan (3.16) berikut :

$$C_d = \frac{Q}{Q_{th}} \quad (3.16)$$

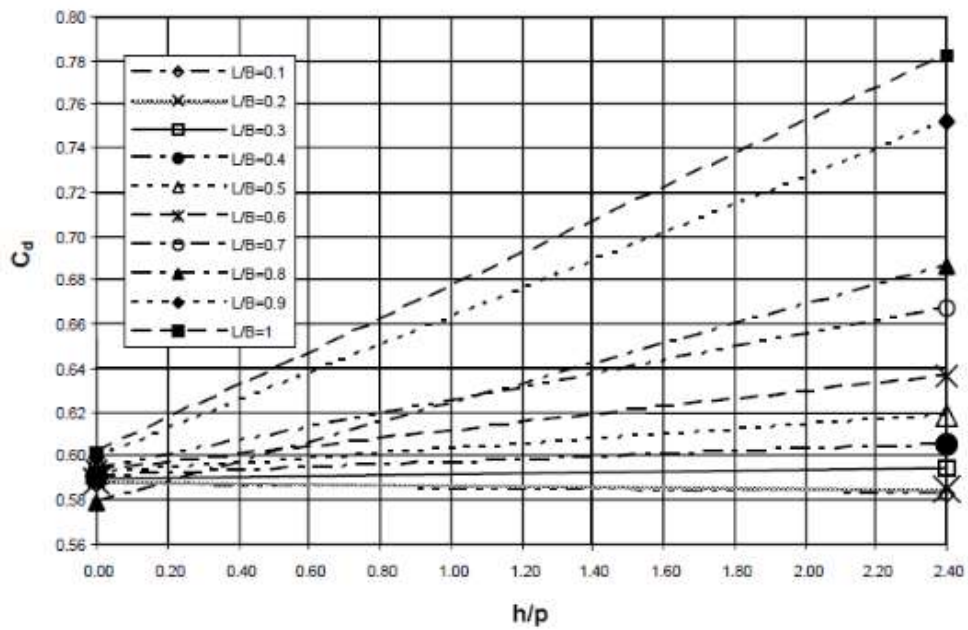
Keterangan :

$C_d$  = koefisien debit

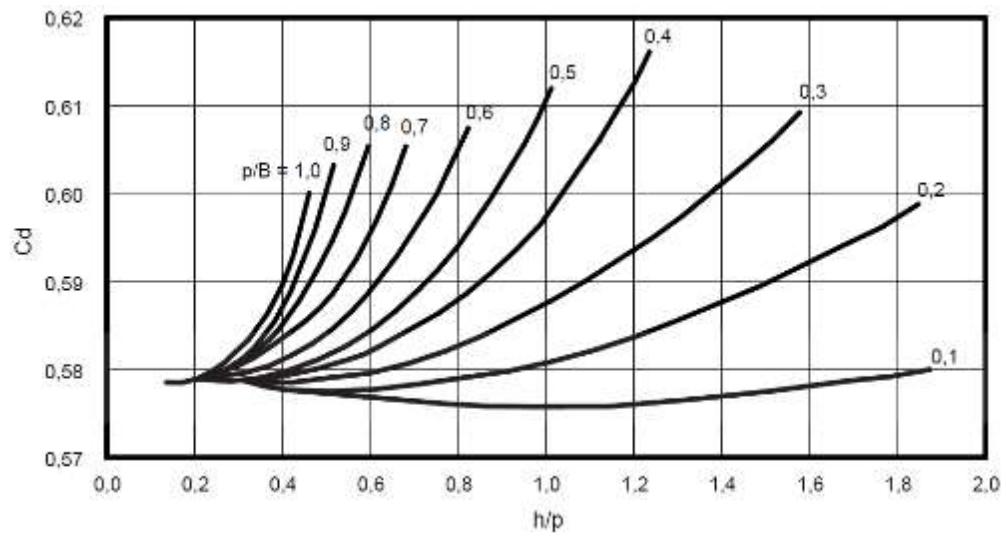
$Q$  = debit aliran nyata ( $m^3/s$ )

$Q_{th}$  = debit aliran teoritis ( $m^3/s$ )

Berdasarkan SNI (2015), nilai koefisien debit untuk peluap persegi panjang dan peluap V-Notch dapat ditentukan menggunakan grafik yang dapat dilihat pada Gambar 3.7 dan Gambar 3.8



**Gambar 3.7 Grafik Nilai Koefisien Debit Peluap Persegi Panjang**  
(Sumber : SNI, 2015)



**Gambar 3.8 Grafik Nilai Koefisien Debit Peluap V-Notch**  
(Sumber : SNI, 2015)