

Koefisien Hidrolika Aliran Air yang Melewati Suatu Orifice Berbentuk Segitiga

Abdul Ghofur¹

Abstrak – Kecepatan aliran air yang melewati suatu orifice yang diperoleh secara teoritis harganya ternyata berbeda dengan kecepatan aliran yang diperoleh secara eksperimen. Perbandingan kedua kecepatan ini dinyatakan dengan koefisien hidrik untuk kecepatan, demikian pula terhadap laju aliran volume air yang melewati orifice tersebut yang dikenal dengan koefisien hidrolis untuk discharge. Dengan mengetahui koefisien-koefisien hidrolis aliran air yang melalui suatu orifice maka dapat ditentukan laju discharge aliran pada setiap saat tertentu atau pengaturan aliran fluida dapat dilaksanakan. Disamping itu juga kita akan mengetahui karakteristik sifat aliran yang akan melalui suatu orifice.

Penelitian ini bermanfaat untuk mengetahui karakteristik suatu aliran yang melewati orifice sehingga pada akhirnya kita juga dapat menempatkan atau memasang suatu pipa orifice dengan tepat sehingga kerugian aliran dapat dikurangi dan kita juga akan dapat merencanakan suatu sistem perpipaan dengan baik.

Dari hasil penelitian pada orifice berbentuk segitiga didapatkan hasil koefisien kecepatan rata-rata (C_v) = 0,932, koefisien discharge rata-rata (C_d) = 0,805 dan koefisien kontraksi rata-rata (C_c) = 0,863.

Keywords - koefisien hidrolis, orifice, aliran fluida.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pengaturan aliran fluida inkompresibel sangat diperlukan pada suatu industri dan pengaturan ini dapat dilaksanakan dengan memasang suatu orifice yang telah ditentukan baik jenis, bentuk maupun letak posisinya.

Type orifice itu sendiri dapat diklasifikasikan menurut ukurannya yaitu orifice kecil dan orifice besar; menurut bentuknya yaitu orifice berbentuk lingkaran, orifice berbentuk segitiga dan orifice berbentuk segi empat bujur sangkar; menurut bentuk ujungnya yaitu berupa ujung lancip dan berupa bukit; menurut sifat discharge yaitu orifice tercelup sebagian dan orifice tercelup seluruhnya.

Oleh karena itu diperlukan adanya suatu penelitian tentang koefisien hidrolis yang melewati suatu orifice. Sehingga nantinya dapat diketahui karakteristik suatu aliran dan selanjutnya kita dapat menentukan daerah mana yang memerlukan suatu pipa orifice.

Batasan Masalah

Sedangkan pada penelitian ini pemilihan orifice terbatas pada orifice berbentuk segitiga. Dengan mengetahui koefisien hidrolis aliran air yang melalui suatu orifice, maka dapat ditentukan discharge aliran pada setiap saat tertentu yang diinginkan.

Koefisien hidrolis yang dimaksudkan disini adalah mencakup tiga jenis yaitu koefisien kecepatan yang membandingkan antara kecepatan aliran air secara nyata (aktual) terhadap kecepatan teoritis yang dinyatakan dengan C_v , koefisien discharge air yang membandingkan discharge air secara teoritis yang dinyatakan dengan C_d , dengan koefisien kontraksi (C_c) yang dapat diperoleh dari C_v dan C_d

Tujuan dan Manfaat Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah dengan mengetahui koefisien-koefisien hidrolis aliran air yang melalui suatu orifice maka dapat ditentukan pula discharge aliran pada setiap saat tertentu atau pengaturan aliran fluida dapat dilaksanakan. Disamping itu juga

¹ Staf pengajar Fakultas Teknik Unlam Banjarmasin

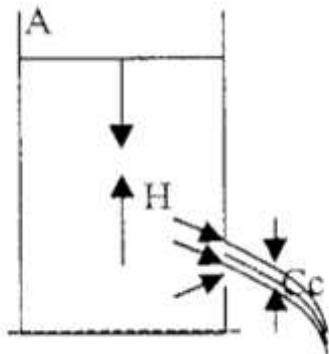
kita akan mengetahui karakteristik sifat aliran yang akan melalui suatu orifice.

Disamping itu juga penelitian ini bertujuan antara lain mengembangkan metode untuk menentukan koefisien- koefisien hidrolis aliran air yang melewati suatu orifice secara eksperimen yang berdasarkan pada teori-teori (konsep-konsep) aliran fluida yang umumnya dalam bentuk persamaan matematis.

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah dengan penelitian ini maka kita akan mengetahui karakteristik suatu aliran yang melewati orifice maka pada akhirnya kita juga dapat menempatkan atau memasang suatu pipa orifice dengan tepat sehingga kerugian aliran dapat dikurangi dan kita juga akan dapat merencanakan suatu sistem perpipaan dengan baik.

TINJAUAN PUSTAKA

Sebuah tangki yang berisi air pada ketinggian H diatas orifice yang dipasang pada salah satu tangki. Air tersebut mengalir (memancar) keluar melalui orifice tersebut dan pancaran air ini disebut dengan Jet Of Water seperti yang diperlihatkan oleh Gambar 1.



Gambar 1. Penampang tangki air

Partikel-partikel dari air ini datang dari segala arah menuju orifice dan diantaranya terdapat partikel-partikel yang bergerak turun dan berputar disekitar orifice akhirnya keluar melalui orifice itu sehingga akan terjadi kehilangan energi. Setelah meninggalkan orifice, pancaran ini mengalami kontraksi, dan kontraksi maksimum terjadi pada daerah c-c dimana lebar dari c-c ini dipengaruhi oleh ukuran orifice dan head dari air. Daerah pada

saat kontraksinya maksimum biasa disebut vena kontraksi.

Kecepatan aliran pada c-c secara teoritis dapat diperoleh dengan persamaan konservasi energi (Persamaan Bernoulli)

$$P_A + \int gH + 1/2 \int V_A^2 = P_C + \int g(h_c) + 1/2 \int V_C^2 \tag{1}$$

Karena :

$$\left. \begin{matrix} P_A = P_C \\ H_c = 0 \\ V_A = 0 \end{matrix} \right\} \begin{matrix} \int gH = 1/2 \int V_C^2 \tag{2.a} \\ V_C = \sqrt{2gH} \tag{2.b} \end{matrix}$$

Untuk selanjutnya kecepatan ini disebut dengan kecepatan teoritis :

$$V_{th} = \sqrt{2gH} \tag{3}$$

Koefisien Konstraksi

Koefisien kontraksi (Cc) didefinisikan sebagai perbandingan antara luas pancaran vena kontrakta terhadap luas orifice dan secara matematik dapat ditulis :

$$C_c = \frac{A_c}{A_D} \tag{4}$$

Harga Cc ini dapat berubah terhadap perubahan head, ukuran dan bentuk orifice.

Koefisien Kecepatan

Koefisien kecepatan (Cv) didefinisikan sebagai perbandingan antara kecepatan aliran sebenarnya pada vena kontrakta terhadap kecepatan teoritis dan secara matematika dinyatakan :

$$C_v = \frac{V_{AC}}{V_{th}} = \frac{V_{AC}}{\sqrt{2gH}} \tag{5}$$

Dengan H adalah tinggi permukaan yang diukur terhadap orifice. Perbedaan kecepatan ini disebabkan karena adanya friksi pada orifice dan adanya kehilangan energi pada partikel-partikel fluida yang bergerak berputar disekitar orifice sehingga koefisien kecepatan ini sangat dipengaruhi oleh ketinggian permukaan air dan bentuk dari pada orifice.

Koefisien Discharge

Koefisien *discharge* didefinisikan sebagai *discharge* (laju aliran volume air) sebenarnya (actual) yang melalui *orifice* terhadap *discharge* teoritis dan secara matematik dapat ditulis :

$$Cd = \frac{Q_{aktual}}{Q_{teoritis}} \dots\dots\dots (6)$$

sedangkan Q_{aktual} adalah kecepatan aliran sebenarnya pada vena kontrakta dikalikan luas pancaran pada vena kontrakta, atau :

$$Q_{aktual} = \sqrt{2gH} \cdot 9A_0 \dots\dots\dots (7)$$

sehingga Cd dapat dinyatakan :

$$Cd = \left(\frac{V_{ac}}{V_{th}} \right) \left(\frac{A_c}{A_0} \right) = (C_v)(C_c) \dots\dots\dots (8)$$

Dengan demikian koefisien *discharge* dapat ditentukan dari hasil kali antara koefisien kecepatan enkonstraksi. Selain ketiga koefisien tersebut masih ada satu lagi yaitu koefisien resistans dimana dalam hal ini diabaikan.

METODE PENELITIAN

Sistem peralatan yang digunakan untuk memperoleh data pengukuran dan perhitungan menentukan koefisien hidrolik dari aliran air yang melalui suatu *orifice* diperlihatkan dalam Gambar 2.

a. Ukuran tangki serta peralatannya :

- D= 20 cm,
- H1 =160 cm,
- H2 = 66 cm,
- H3 = 8 cm

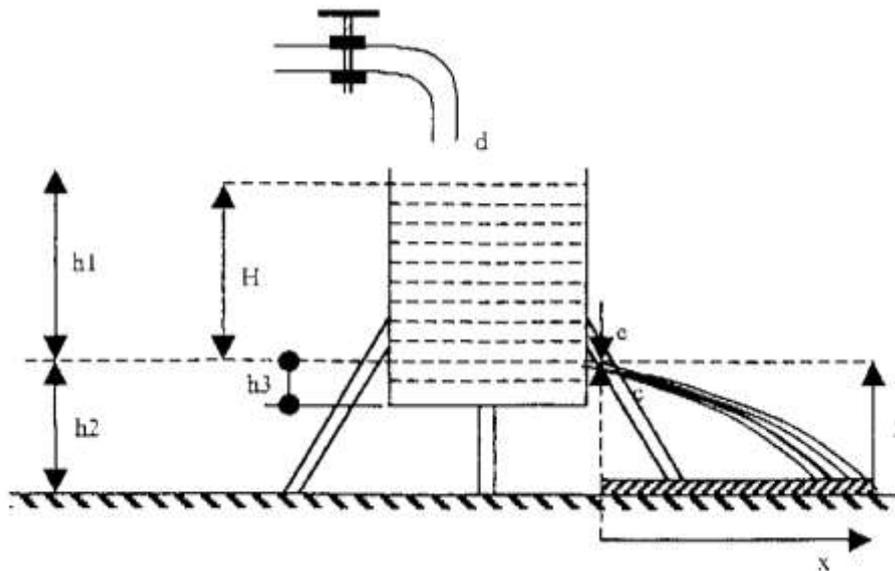
b. Ukuran *orifice*

Orifice berbentuk segitiga memiliki sisi yang sama yaitu sebesar 7 mm sehingga luasnya $A_o=21,22 \text{ mm}^2 = 0,2122 \text{ cm}^2$. Adapun *orifice* diletakkan pada jarak H di bawah permukaan air (H dapat diubah-ubah) atau pada jarak H_3 diatas dasar tangki.

c. Peralalatan lainnya

Untuk pengukuran *discharge* aliran menggunakan gelas ukur yang berukuran 1000 cm^3 dengan skala 1 : 10 dan sebuah *stop watch* merk HEUR.

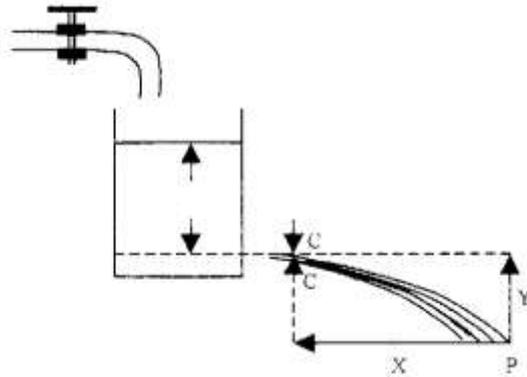
Adapun percobaannya adalah dengan menggunakan sebuah protipe yang terdiri dari tangki dengan ukuran tertentu dan *orifice* yang akan dicari koefisien hidroliknya diletakkan pada posisi tertentu. Dengan mengatur tinggi permukaan air didalam tangki konstan maka



Gambar 2. Skema peralatan pengujian

dapat diperoleh data pengukuran besaran yang diperlukan untuk tinggi permukaan air tertentu kemudian data pengukuran yang diperoleh dari variasi ketinggian permukaan air didalam tangki dianalisis atau digunakan untuk menghitung koefisien- koefisien hidrolis tersebut.

Untuk memperoleh koefisien hidrolis aliran air yang melalui suatu irifice dapat dilakukan secara eksperimen seperti yang diperlihatkan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Skema uji koefisien hidrolis

Tinggi permukaan air H di atas *orifice* dijaga konstan. Air mengalir (memancar) keluar melalui *orifice* tersebut dimana pada Gambar 3. memperlihatkan bahwa :

X = jarak horisontal pancaran yang diukur terhadap c-c

Y = jarak vertikal pancaran diukur terhadap c-c

T = waktu yang diperlukan oleh partikel untuk bergerak dari c-c sampai dengan titik P

V = kecepatan horisontal (arah X) dari pancaran.

Dengan demikian maka :

$$Y = \frac{1}{2}gt^2 \dots\dots\dots(9)$$

$$X = V.t \dots\dots\dots(10)$$

dengan g adalah kecepatan gravitasi bumi. Substitusikan persamaan 10) ke persamaan 9) akan diperoleh :

$$Y = \frac{gX^2}{2V^2} \text{ atau } V = \sqrt{\frac{gX^2}{2Y}} \dots\dots\dots(11)$$

Dengan mengambil persamaan kecepatan teoritis (persamaan 3) maka koefisien kecepatan dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$C_v = \frac{V_{AC}}{V_{th}} = \frac{\sqrt{\frac{gX^2}{2Y}}}{\sqrt{2gH}} = \sqrt{\frac{X^2}{4YH}} \dots\dots\dots(12)$$

Metode yang paling sederhana untuk mencari koefisien discharge adalah mengukur jumlah *discharge* sebenarnya yang melewati *orifice* tersebut dalam selang waktu tertentu dan dibagi dengan *discharge* teoritis. Sehingga

$$C_d = \frac{Q_{AC}}{Q_{th}} = \frac{Q_{AC}}{A_0\sqrt{2gH}} \dots\dots\dots(13)$$

Koefisien kontraksi dicari dari pengukuran luas pancaran pada vena kontrakta dibagi dengan luas *orifice*. Tetapi pengukuran luas pancaran pada vena kontrakta sukar dilakukan sehingga koefisien kontrakta dicari dari persamaan 8. Jadi dengan mengetahui jarak X, Y, H dan A₀ maka dapat dihitung masing-masing koefisien hidrolis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam selang waktu t detik, jumlah air yang mengalir keluar melalui *orifice* tersebut V cm³, maka discharge aliran adalah :

$$Q_{AC} = \frac{V}{t} \dots\dots\dots(14)$$

Sedangkan

$$V_{th} = A_0\sqrt{2gH} \dots\dots\dots(15)$$

$$C_d = \frac{Q_{AC}}{Q_{th}} \dots\dots\dots(16)$$

Maka untuk *orifice* yang berbentuk segitiga yang memiliki sisi yang sama yaitu 7 mm atau memiliki luas 0,2122 cm² diperoleh data pengukuran seperti diperlihatkan dalam Tabel 1.

Perhitungan Koefisien Kecepatan (Cv)

Sedangkan harga koefisien kecepatan aliran air yang melalui *orifice* berbentuk segitiga diperlihatkan dalam Tabel 2.

Tabel 1. Data pengukuran untuk orifice

No	H	X (cm)	Y (cm)	V (cm ³)	t (detik)
1	100	148	58.5	121.39	1.5
2	90	139	58.5	121.90	1.60
3	80	129	58.5	113.90	1.60
4	70	120	58.5	105.00	1.60
5	60	111	58.5	95.50	1.60
6	50	102	58.5	80.70	1.60
7	40	90	58.5	75.60	1.60
8	30	77	58.5	62.60	1.60
9	20	62	58.5	49.50	1.60
10	10	43	58.5	34.50	1.60

Tabel 2. Harga koefisien kecepatan

No	H	V _{th} (m/s)	V _{ac} (m/s)	C _v
1	100	4.43	4.28	0.967
2	90	4.20	4.02	0.958
3	80	3.96	3.73	0.943
4	70	3.70	3.47	0.938
5	60	3.43	3.21	0.936
6	50	3.13	2.92	0.933
7	40	2.80	2.60	0.930
8	30	2.42	2.23	0.921
9	20	1.98	1.79	0.906
10	10	1.40	1.24	0.889

Pada Tabel 2 terlihat bahwa perubahan harga koefisien kecepatan terhadap perubahan tinggi permukaan tidak mengalami perbedaan dengan data perhitungan yang dirunjukkan oleh Tabel 1 dan dalam hal ini diperoleh harga koefisien kecepatan rata-rata untuk *orifice* berbentuk segitiga adalah 0,932

Perhitungan Koefisien Discharge (C_d)

Tabel 3. Harga koefisien discharge

No	H (cm)	V _{th} (m/s)	Q _{th} (cm ³ /s)	Q _{ac} (cm ³ /s)	C _d
1	100	4.43	94.00	80.93	0.861
2	90	4.20	89.12	76.19	0.855

3	80	3.96	84.03	71.17	0.847
4	70	3.70	78.51	65.63	0.836
5	60	3.43	72.78	59.68	0.820
6	50	3.13	66.42	53.80	0.810
7	40	2.80	59.42	47.24	0.795
8	30	2.42	51.35	39.13	0.762
9	20	1.98	42.02	30.93	0.736
10	10	1.40	29.71	21.54	0.725

Koefisien *discharge* untuk aliran yang melewati *orifice* berbentuk segitiga diperlihatkan dalam tabel 3. Pada tabel 3 terlihat bahwa perubahan harga koefisien discharge C_d terhadap perubahan tinggi permukaan. Dalam hal ini diperoleh harga koefisien discharge rata-rata untuk orifice berbentuk segitiga adalah 0,804

Perhitungan Koefisien Konstraksi (C_c)

Dengan cara sama juga diperoleh harga koefisien kontraksi aliran air yang melalui orifice berbentuk segitiga seperti diperlihatkan dalam tabel 4.

Tabel 4. Harga koefisien Konstraksi.

No	H (cm)	C _v	C _d	C _c
1	100	0.967	0.861	0.890
2	90	0.958	0.855	0.892
3	80	0.943	0.847	0.898
4	70	0.938	0.836	0.891
5	60	0.936	0.820	0.880
6	50	0.933	0.810	0.868
7	40	0.930	0.795	0.855
8	30	0.921	0.762	0.827
9	20	0.906	0.736	0.812
10	10	0.889	0.725	0.815

Pada Tabel 4 terlihat juga hal yang sama bahwa untuk koefisien kontraksi mengalami perubahan pada setiap perubahan tinggi permukaan dan dalam hal ini diperoleh koefisien kontraksi rata-rata berkisar pada 0,863.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa :

- a. dari hasil peneltiian *orifice* berbentuk segitiga didapatkan hasil koefisien kecepatan rata-rata (C_v)=0,932, koefisien *discharge* rata-rata (C_d) = 0,805 dan koefisien kontraksi rata-rata (C_c) = 0,863.
- b. Koefisien hidrolic (koefisien kecepatan, koefisien discharge, koefisien kontraksi) melewati suatu *orifice* dipengaruhi antara lain oleh bentuk *orifice* yang tinggi permukaan air diukur terhadap letak *orifice*.
- c. Pada ketinggian yang sama, koefisien kecepatan untuk aliran yang melewati *orifice* berbentuk segitiga menunjukkan harga yang kecil. Hal ini berarti adanya energi yang hilang (hambatan aliran) yang disebabkan oleh bentuk *orifice*.
- d. Dari ketiga koefisien hidrolik tersebut pada daerah pengukuran yang sama, untuk setiap jenis *orifice* didapatkan bahwa koefisien kecepatan adalah yang paling besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Fox, W.R. And Mc Donald, T.A., 1984,
Introduction To Fluid Mechanic,
Prentice Hall, New York
- Khurmi,R.S.A., 1985, *Test Book Of Hyraulik*,
Fluid Mechanics And Hydraulik
Machine, Fourteenth Edition, S. Scand
& Company Ltd-Ram Nagar, New
Delhi-110055
- Ogata, 1986, *System Dynamics*, Prentice Hall,
New York