

# Analisis Kinerja Orifice Plate Geometri Sudut Runcing (Short Square Edged Orifice with Back Bevel Angle)

Mahmuddin<sup>1\*</sup>, Wahida<sup>2</sup>, Sulaiman Borahima<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup> Dosen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia.

<sup>2</sup> Mahasiswa Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia.

\* Penulis Korespondensi.



## Riwayat Artikel

Diterima: 25 Januari 2026  
Selesai Revisi: 1 Maret 2026  
Disetujui: 14 Maret 2026  
Tersedia daring: 15 Maret 2026

## Alamat E-mail

<sup>1</sup> [mahmuddin@umi.ac.id](mailto:mahmuddin@umi.ac.id)  
<sup>2</sup> [wahida321@gmail.com](mailto:wahida321@gmail.com)  
<sup>3</sup> [sulaiman.borahima@umi.ac.id](mailto:sulaiman.borahima@umi.ac.id)

## Abstrak

*Orifice plate meter* adalah suatu alat yang digunakan untuk mengukur laju aliran volume di dalam saluran pipa berdasarkan prinsip beda tekanan untuk mengendalikannya sesuai *setpoint* agar mencapai optimasi proses aliran fluida di dalam pipa. Pengukuran variabel proses sangat penting dalam dunia industri, terutama pada industri *oil and gas*. *Orifice meter* termasuk alat ukur laju aliran dengan metode rintangan aliran, karena geometrinya sederhana, biayanya rendah, serta mudah penggunaannya. Dalam penelitian ini, membahas aliran fluida melalui *orifice plate* yang memiliki perbedaan geometri *orifice plate* sudut runcing (*short square-edged orifice with back bevel angle*).

Hasil perhitungan diperoleh nilai koefisien discharge ( $C_d$ ), beda tekanan ( $dp$ ) pada *orifice short square-edged orifice with back bevel angle*, diperoleh nilai  $C_d$  rata-rata sebesar 0,629; dan beda tekanan pada sisi *upstream* dan *downstream* diperoleh 2284 Pa, 1796 Pa dan 1474 Pa. Sedangkan *permanent pressure loss maksimum* terjadi pada tipe orifice pelat sudut runcing (*short square-edged orifice with back bevel angle*) sebesar 74%. Serta penurunan tekanan hingga mencapai tekanan minimum terjadi di *vena contracta*.

**Kata kunci:** koefisien pelepasan, kehilangan tekanan, dan kerugian tekanan permanen.

## Abstract

*An orifice plate meter is a tool used to measure the volumetric flow rate in a pipeline based on the principle of pressure difference, and it is controlled according to the setpoint to optimize the fluid flow process in the pipeline. Measurement of process variables is very important in industry, especially in the oil and gas industry. Orifice meters are flow-rate measuring devices that use the flow-obstacle method; because their geometry is simple, their cost is low, and they are easy to use. In this study, we discuss the flow of fluid through the orifice plate, which has a difference in geometry due to the back bevel angle. The results of the calculation obtained the value of the discharger coefficient ( $C_d$ ), pressure difference ( $dp$ ) in the short square-edged orifice with back bevel angle, with an average  $C_d$  value of 0.629, and the difference in pressure on the upstream and downstream sides was obtained at 2284 Pa, 1796 Pa, and 1474 Pa. Meanwhile, the maximum permanent safety loss occurs for the orifice type with a pointed angle plate (*short square-edged orifice with a back bevel angle*), at 74%. As well as a decrease in pressure until it reaches the minimum at the *vena contracta*.*

**Keywords:** discharge coefficient, pressure loss, and permanent pressure loss.

## 1. PENDAHULUAN

Salah satu dari berbagai macam metode pengukuran aliran fluida dalam pipa adalah dengan menggunakan *Orifice meter*. *Orifice meter* adalah alat ukur yang menggunakan *orifice plate* sebagai komponen utama dalam pengukuran natural gas. *Orifice plate* merupakan pelat yang tipis memiliki lubang di tengah. *Orifice plate* pada umumnya dibuat dengan sudut lingkaran yang tajam siku-siku dan dipasang konsentris dengan pipa. *Orifice plate* memiliki banyak kelebihan, yaitu: geometri yang tersusun rapat, ekonomis, tidak adanya bagian yang bergerak, dan cocok untuk nilai laju aliran yang besar (Singh & Tharakan, 2015). *Orifice plate* juga dapat digunakan sebagai disipasi energi pada aliran (He & Zhao,

2010). Walaupun demikian, tingkat akurasi pengukuran menggunakan *orifice plate* rendah (Boom, 1991). Geometri umum dari *Orifice plate* sudah mempunyai standar sendiri yang tertulis pada ISO 5167-2 (2013). Terlepas dari standar, terdapat banyak bentuk aplikasi *orifice plate* di lapangan, seperti: bentuk *concentric* dengan sudut lingkaran pelat yang *square, quadrant, dan conical*. Terdapat juga bentuk *orifice plate* yang *eccentric dan segmented*.

Laju aliran fluida dalam sebuah pipa penting untuk diketahui, khusus pada industri-industri yang memanfaatkan pipa sebagai media penyalur fluida, sebab dapat mempengaruhi biaya dan proses produksi dari industri-industri tersebut. *Orifice meter* merupakan alat untuk mengukur laju aliran dengan prinsip beda tekanan

atau disebut juga *Bernoulli's principle* yang mengatakan bahwa terdapat hubungan antara tekanan fluida dan kecepatan fluida. Jika kecepatan meningkat, tekanan akan menurun begitu pula sebaliknya. Dengan pengurangan luas penampang lintasan aliran, perbedaan tekanan tercipta di cairan. Di belakang *orifice plate*, terjadi *pressure drop* yang signifikan yang menciptakan (aliran) *turbulen* di dalam pipa sehingga menyebabkan aliran balik tertunda. Penting untuk memulihkan aliran secepat mungkin untuk menurunkan biaya energi yang terkait dengan penurunan tekanan yang diperlukan untuk pengukuran aliran (A. A. Aly, A. Chong, F. Nicolleau, S. Beck, 2010) menyelidiki *pressure drop* setelah *orifice* berbentuk *geometri* dan mengukur pemulihan tekanan.

Kapasitas aliran dapat diukur dengan berbagai macam cara. Salah satunya adalah pengukuran aliran berbasis beda tekanan, dimana kapasitas aliran dihitung berdasar beda tekanan antara dua titik setelah melintasi sebuah penghalang yang dipasang untuk menimbulkan beda tekanan tersebut. Penurunan tekanan tersebut akan dipulihkan pada jarak tertentu pada arah hilir, namun tidak bisa dipulihkan secara keseluruhan. Penurunan tekanan yang tidak bisa dipulihkan tersebut disebut *irrecoverable pressure drop* atau *permanent pressure drop*.

Hubungan antara penampang melintang area aliran dan lubang *orifice plate* sangat kompleks karena jarak bebas, *chamfer*, dan faktor lain sebagai akibat dari keterbatasan pemrosesan. (P. Kumar, M. W. Bing, 2011) menyelidiki pengaruh perforasi geometris yang berbeda pada kinerja lubang *orifice* dan hasil simulasi menunjukkan bahwa bentuk perforasi tidak berpengaruh pada tekanan diferensial, tetapi, sedikit pemulihan tekanan yang lebih baik diamati dengan perforasi persegi panjang yang memiliki rasio aspek  $l/w=3,0$ . Pengaruh distribusi lubang pada pelat *orifice* pada kinerja karakteristik aliran dipelajari oleh (Barki dkk, 2014) menggunakan perangkat lunak FLUENT dan menemukan bahwa *orifice plate* multi lubang memiliki karakteristik aliran yang lebih baik dibandingkan dengan *orifice plate* lubang tunggal yang memiliki area keluar yang sama. (Ding dan Wang, 2015) membandingkan tiga geometri *orifice plate* yang berbeda dan menunjukkan bahwa untuk rasio dan ketebalan yang sama, *orifice plate* bentuk geometri *sharp-edge orifice plate* memiliki kapasitas pelepasan energi tertinggi. Selain parameter lain, geometri *orifice plate* juga memiliki efek yang signifikan terhadap penurunan tekanan. Oleh karena itu, maka perlu melakukan penelitian dan mempelajari bagaimana pengaruh geometri *orifice plate* pada *permanent pressure drop*, penurunan tekanan pada sisi *upstream* dan *downstream*. Tujuan yang dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana nilai *coefisien discharge* ( $C_d$ ), *pressure loss*, dan *permanent pressure loss* dan *pressure drop* terhadap bilangan *Reynolds* pada variasi *geometri orifice plate*.

## 2. KAJIAN PUSTAKA

*Flow meter* merupakan sebuah alat untuk mengukur nilai kuantitatif laju aliran dari fluida yang mengalir. *Flow meter* terdiri dari dua bagian utama: *primary device* dan *secondary device* (Miller, 1996). *Primary device*

merupakan alat yang terpasang langsung pada aliran fluida sebagai penangkap sinyal, sedangkan *secondary device* adalah penangkap sinyal yang terbaca untuk memproses sinyal tersebut. Pemrosesan sinyal menghasilkan output berupa nilai yang ditampilkan pada suatu display atau respon terhadap aktuator untuk merubah nilai aliran fluida. Contoh dari *primary device* adalah *pressure tap*, pipa, pengkondisian aliran (*Nozzle, Venturi, Orifice*), sedangkan untuk *secondary device* seperti *valve, tubing, differential-pressure transmitter*, dan lain-lain. *Flow meter* memiliki banyak prinsip, salah satu yang banyak digunakan adalah *differential pressure*. Dalam pemilihan prinsip dan jenis *flow meter* perlu mempertimbangkan akurasi, jarak pengukuran, biaya, kerumitan dan kemudahan dalam membaca.

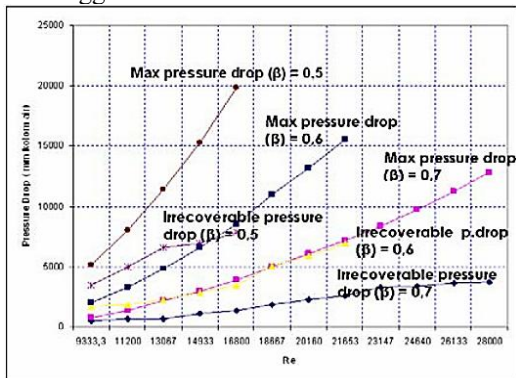
Bentuk geometri *orifice plate* sangat mempengaruhi pola aliran yang melaluinya yang pada akhirnya mempengaruhi hasil pengukuran. Dimana partikel-partikel dari air yang datang dari segala arah menuju *orifice* dan diantaranya terdapat partikel-partikel yang bergerak turun dan berputar disekitar *orifice* akhirnya keluar melalui *orifice* itu sehingga akan terjadi kehilangan energi. Setelah meninggalkan *orifice*, pancaran ini mengalami kontraksi, dan kontraksi maksimum terjadi pada daerah dimana lebar dari ini dipengaruhi oleh ukuran *orifice* dan head dari air. Daerah pada saat kontraksinya maksimum biasa disebut *vena kontraksa*. Maka jika aliran melalui *orifice* tipis maka aliran akan mengalami gangguan yang tak berarti atau *vena contracta* yang terbentuk tidak begitu berarti. Namun apabila aliran melewati *orifice plate* yang tebal maka akan terbentuk suatu *vena contracta* yang lebih besar pada arah depan aliran setelah melewati bagian depan *orifice plate*. Berdasarkan persamaan *Bernoulli* dan kontinuitas, kecepatan fluida akan mencapai nilai tertinggi dan tekanannya terendah pada *vena contracta*. Setelah melewati peralatan pengukur dan *vena contracta* akan terjadi penurunan kecepatan sampai pada level sebelum melewati penghalang. *Vena contracta* adalah luasan minimum yang terjadi pada bagian terdepan hilir aliran setelah penghalangan oleh *orifice*. Tekanan akan kembali naik namun lebih rendah dari tekanan sebelum melewati penghalang (Fossa, M & Guglielmini, G., 2002).

Pengujian *orifice flow meter* telah dilakukan dengan menggunakan *orifice plate* dan pipa berbahan akrilik. *Orifice plate* dibuat dengan memberikan sedikit bevel pada bagian sisi masuknya dengan rasio diameter ( $\beta$ ) = 0.5 dengan tebal *orifice plate* 10 mm. Pengujian dilakukan dengan mengalirkan air melintasi *orifice plate*. Kapasitas aktual dari *orifice flow meter* dapat diukur pada *V-notch weir* dan *sight glass*. Sedangkan untuk kapasitas teoritis dari *orifice flow meter* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan kontinuitas dan persamaan *Bernoulli* yang dimodifikasi. Septiadi (2008) sebelumnya sudah melakukan eksperimen pada *orifice plate* yang memiliki bentuk sudut lubang *quadrant* dengan variasi tebal pelat dan rasio restriksi dalam *range* bilangan *Reynolds*.

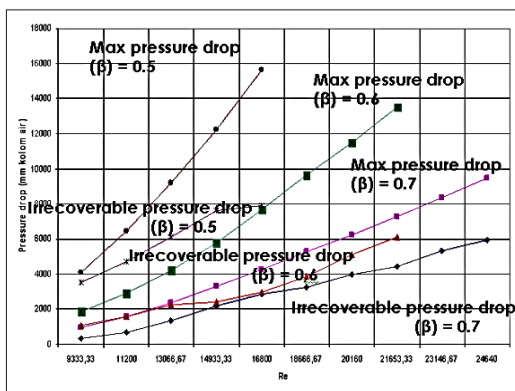
Hasilnya Dari bahwa *maximum pressure drop* tertinggi pada rasio striksi yang paling kecil yaitu  $\beta = 0.5$ , seperti kurva pada Gambar 1 dan Gambar 2.

Kurva pada Gambar 1 dan 2 menjelaskan grafik bahwa semakin kecil rasio diameter ( $\beta$ ) maka nilai

maksimum *pressure drop* dan *irrecoverable pressure drop* semakin tinggi.

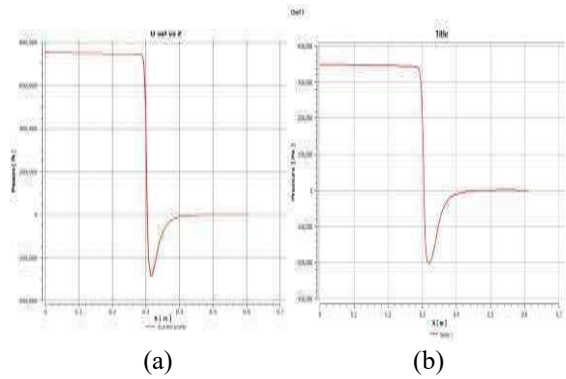


Gambar 1. Grafik maksimum *pressure drop* dan *irrecoverable pressure drop* pada tebal orifice plate  $t = 10$  mm (Septiadi, 2008).



Gambar 2. Grafik maksimum *pressure drop* dan *irrecoverable pressure drop* pada tebal orifice plate  $t=20$  mm (Septiadi, 2008).

*Drop* tekanan yang terjadi pada bagian *orifice plate* dengan tebal 10 mm lebih kecil jika dibandingkan dengan pengukuran pada *orifice plate* 20 mm yakni tekanan yang terbaca pada manometer *orifice plate* 10 mm yang paling rendah mencapai 760 mm untuk rasio 0.7; -766 mm untuk rasio 0.6 dan -1177 mm untuk rasio 0.5 sedangkan yang terbaca pada manometer pada *orifice plate* 20 mm yang paling rendah adalah -157 mm untuk rasio 0.7, -625 mm untuk rasio 0.6 dan -744 mm untuk rasio 0.5. Sehingga dalam hal ini ketebalan dari pelat *orifice* yang semakin besar mengurangi *pressure drop* yang terjadi. Maka *pressure drop* dan *irrecoverable pressure drop* serta  $C_d$  dari *orifice flow meter* tidak hanya dipengaruhi oleh letak posisi pengukuran beda tekanan tetapi juga dipengaruhi oleh tebal *orifice plate*, keadaan sisi masuk *orifice plate* dan rasio diameter dari pelat *orifice* ( $\beta$ ). Tipe pelat *orifice* terdiri dari *square-edged*, *square-edged with 45° back-cut*, *sharp-edged*, *streamlined-approach*, *sloping-approach* dan *quadrant-edged*. Hasil pengujian yang dilakukan oleh (Sanghani, 2016) menganalisis pengaruh perbandingan geometri *orifice* terhadap *pressure drop* menggunakan pipa berdiameter 28 mm di mana plat *orifice* dipasang 300 mm dari inlet dengan tebal plat *orifice* 3,92 mm menggunakan analisis CFD. Grafik *pressure drop* dari dua jenis plat *orifice* yang berbeda ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik *pressure drop* : (a) *Square-Edged with 45° Back-cut* (b) *Streamlined-Approach* (Sanghani, 2016)

Penurunan tekanan pada rasio diameter dan ketebalan plat *orifice* yang sama dapat digambarkan bahwa *maximum pressure drop* terjadi pada plat *orifice square-edged with 45° back-cut* sedangkan *minimum pressure drop* terjadi pada plat *orifice streamlined-approach*. Ketebalan plat *orifice* sangat berpengaruh terhadap pola aliran dalam suatu saluran sehingga akan turut mempengaruhi hasil pengukuran. Hal itu terjadi akibat partikel-partikel yang datang dari segala arah menuju *orifice*, partikel itu menyebabkan tumbukan pada area sekitar *orifice* sehingga air yang melaluinya akan mengalami kehilangan energi.

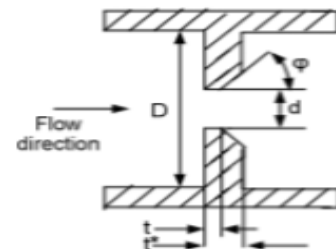
### 3. METODOLOGI

Bagian metodologi berfungsi untuk menjelaskan secara sistematis bagaimana penelitian dilakukan, sehingga pembaca dapat memahami, mengulangi, atau memverifikasi hasil penelitian. Penulisan metodologi harus jelas, logis, dan terstruktur, mencakup hal-hal berikut:

#### 3.1. Bahan dan Alat

##### a) Alat

Seperangkat alat penelitian *orifice meter* seperti pada Gambar 4. *Orifice plate* sebagai alat uji dimana yang digunakan terdiri dari tiga bentuk geometri *orifice plate* yakni tipe A (*plate sudut runcing/ short square edged orifice with back bevel angle*).



Gambar 4. Geometri *orifice plate* Geometri Sudut Runcing (*short square edged orifice with back bevel angle*)

dimana :

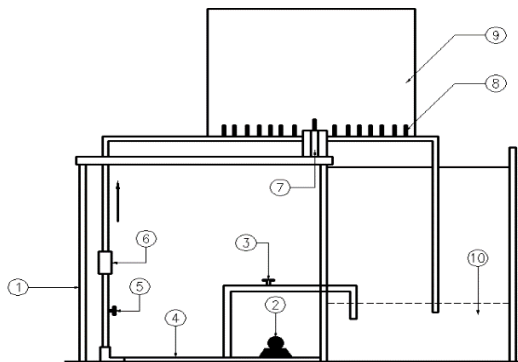
- Diameter Pipa (D) = 24 mm
- Diameter Orifice (d) = 12 mm
- Ketebalan (s/d) tetap = 0.833 mm
- d/D = tetap
- Beta rasio ( $\beta$ ) = 0.5
- Sudut ( $\theta$ ) = 45°

- b) Bahan
- Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah air sebagai fluida kerja.
  - Cairan pewarna, untuk memudahkan pembacaan tinggi cairan manometer

### 3.2. Skema Instalasi Alat Uji

Untuk mengetahui distribusi tekanan arah *upstream* dan *downstream*, *pressure drop* dan *discharger coefficient* maka *pressure tap* dipasang pada jarak 24 mm dari *orifice plate* untuk arah *upstream* dan 12 mm dari *orifice plate* untuk arah *downstream*. Pengukuran tekanan dilakukan pada kondisi *steady* yang meliputi:

- Pengukuran tinggi cairan *manometer* statis bagian *centerline* pada *orifice plate*.
- Pengukuran dilakukan pada *orifice meter* meliputi pengukuran tinggi cairan *manometer* tekanan statis dinding di saluran uji arah *upstream* sebelum *orifice*.
- Pengukuran tekanan statis di setiap penampang melintang saluran uji arah *downstream* setelah melewati *orifice*.



Gambar 5. Skema Alat uji

Keterangan Gambar 5:

1. Tangki sebagai penampung fluida.
2. Pompa digunakan untuk mensirkulasikan aliran fluida pada instalasi penelitian.
3. Katup dipasang sebelum alat ukur debit aliran (*flow meter*), digunakan untuk mengatur debit aliran.
4. Termometer digunakan untuk mengukur temperature fluida.
5. Manometer untuk mengukur tinggi cairan manometer pada tekanan *upstream* dan *downstream* pada *orifice*.
6. *Flow meter* untuk mengukur debit fluida.

### 3.3. Prosedur Penelitian

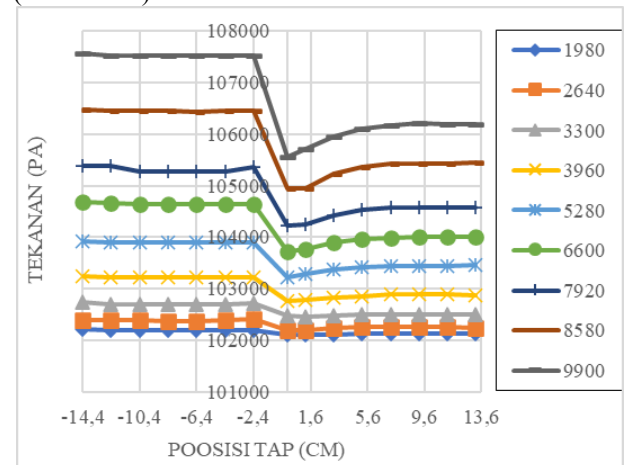
- Pastikan instalasi penelitian dan alat pendukung lainnya dipastikan dalam kondisi baik.
- Ketegaklurusan pemegang *orifice* harus mempertahankan posisi *plate orifice* tegak lurus pada sudut 90° terhadap sumbu *tube meter*.
- Orifice plate* dibuat dari *plate* dengan ketebalan (*s*) dan diameter lubang (*d*) *plate orifice* serta diameter pipa (*D*) yang sama atau tetap yakni (*s*) = 1 cm, (*d*) = 12 mm, (*D*) = 24 mm, dan geometri *plate* yang berbeda yaitu tipe A (*plate* sudut runcing/ *short square edged orifice with back bevel angle*), tipe B (*plate full* sudut/ *knife edged orifice with back bevel angle*) dan tipe C (*plate lurus/ long square edged orifice*).
- Hubungkan manometer dengan *tapping* pada saluran

- upstream* sebelum *orifice* dan pengukuran tekanan statis di setiap penampang melintang saluran uji arah *downstream* setelah melewati *orifice*.
- On kan pompa untuk mensirkulasikan air kemudian mengatur debit aliran air pada *flow meter* pada skala 1.8 LPM.
- Ketika aliran sudah *stabil*, melakukan pengukuran tinggi cairan manometer mencatat pada arah *upstream*, *centerline* dan *downstream orifice plate*.
- Melakukan pengukuran tinggi cairan manometer seperti pada poin 6 dengan debit aliran 2, 4, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 dan 10 LPM.
- Bila pengukuran sudah cukup dan sudah benar maka, pompa dimatikan dengan memutus arus listrik dari sumber.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Distribusi Tekanan

Pada bagian ini akan dianalisa *pressure drop* dan *permanen pressure loss* serta *coeffisien discharger (Cd)* yang terjadi pada setiap variasi geometri *orifice plate*. Dimana analisa dilakukan berdasarkan perhitungan analitik dari hasil data pengukuran pada titik *tapping* (manometer).



Gambar 6. Grafik tekanan pada titik *tapping* tipe A (*plate* sudut runcing/ *short square edged orifice with back bevel angle*) pada Re 1980-9900

Gambar 6 di atas memiliki pola yaitu tekanan *upstream* memiliki nilai yang lebih besar dari pada tekanan *downstream*, hal ini sesuai dengan teori tentang aplikasi dari *orifice* sendiri yang digunakan untuk menciptakan perbedaan tekanan dari sisi *upstream* dan *downstream*, tekanan pada arah *downstream* memiliki distribusi tekanan yang lebih kecil dari pada tekanan *upstream* dikarenakan terdapat pertambahan kecepatan setelah fluida air melewati *orifice* tersebut. Dan hal ini sesuai dengan prinsip *Bernoulli* yang menyebutkan hubungan antara kecepatan dengan tekanan dimana prinsip *Bernoulli* menyatakan bahwa semakin besar kecepatan fluida dalam suatu pipa maka tekanannya makin kecil dan sebaliknya makin kecil kecepatan fluida dalam suatu pipa maka semakin besar tekanannya. Penjelasan ini juga didasari dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Nurisma (2023). Dan tekanan *downstream* yang tertinggi yakni 10718 N/m<sup>2</sup> terjadi ketika kecepatan aliran fluida mencapai 0,377 m/s dan bilangan *Reynolds*

11221. Berdasarkan dari Gambar 4 maka,  $\Delta P$  adalah sebagai berikut:

$$P = P_{Upstream} - P_{vena contracta} \quad (1)$$

$$= 108665 - 106381 = 2284 \text{ Pa}$$

#### 4.2. Permanent Pressure Loss

Perbandingan *orifice plate* didasarkan pada perhitungan  $\Delta P$  yang telah dilakukan dan nilai  $\Delta P$  dari tersebut akan di jadikan *inputan* untuk mendapatkan *permanent pressure loss* yang terjadi pada masing -masing *orifice plate*.

Hasil perhitungan menjelaskan bahwa nilai dari *pressure drop* yang dihasilkan *orifice* memiliki nilai yang berbeda-beda tergantung dari geometri *orifice* yang digunakan. Penjelasan ini didasari hasil penelitian yang dilakukan oleh C.R Dobariya dkk (2016) yang menggunakan metode numerik dengan menggunakan software *Computational Fluid Dynamics (CFD)*.

Untuk perhitungan *permanent pressure loss* menggunakan persamaan seperti yang ditampilkan sebagai berikut:

$$\frac{\text{Permanent Pressure Loss}}{\text{Maximum Pressure Drop}} \times (100\%) = \frac{P_{upstream (D)} - P_{Recovery point}}{\Delta P} \times (100\%) \quad (2)$$

$$P_{upstream} = \text{Tekanan upstream (Pa)} \quad (3)$$

$$P_{recovery point} = \text{Tekanan downstream saat recovery point (Pa)} \quad (4)$$

$$P_{vena contracta} = \text{Tekanan minimum downstream di vena contracta (Pa)} \quad (5)$$

$$\Delta P_{max} = P_{upstream} - P_{vena contracta} = \text{maksimum pressure drop (Pa)} \quad (6)$$

$$\text{Centerline} = \frac{108665 \text{ Pa} - 106986 \text{ Pa}}{108665 \text{ Pa} - 106381 \text{ Pa}} \times 100\%$$

$$= 73.51 \%$$

Perhitungan nilai *permanent pressure loss* menggunakan dua referensi tekanan yakni *centerline pressure* dan divalidasi dengan perhitungan analitis oleh Miller (1996) sebagai berikut.

$$\frac{\text{permanent pressure loss}}{\text{maximum pressure drop}} = (1 - 0.24 \beta - 0.52 \beta^2 - 0.16 \beta^2) \times 100\%$$

$$(1 - 0.24 (0.5) - 0.52 (0.5)^2 - 0.16 (0.5)^3) \times 100\% = 71.0\%$$

Hasil perhitungan *permanent pressure loss* dengan referensi *centerline* diperoleh rata-rata 74 % dan searah dengan hasil yang diperoleh Miller (1996) sebesar 71 % dan Nurisma dan Mahmuddin diperoleh 69 %.

#### 4.3. Coefficient of Discharge (Cd)

Berdasarkan analisis ISO 5167-2 (2013) dengan

nilai  $\beta = 0.5$  untuk *orifice* standar untuk mencari nilai *coefisien discharge (Cd)* menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$C_d = f(\beta) + 91.71 \beta^{2.5} Re_d^{-0.75} + \frac{0.09 \beta^4}{1 - \beta^4} F_1 - 0.0337 \beta^3 F_2 \quad (7)$$

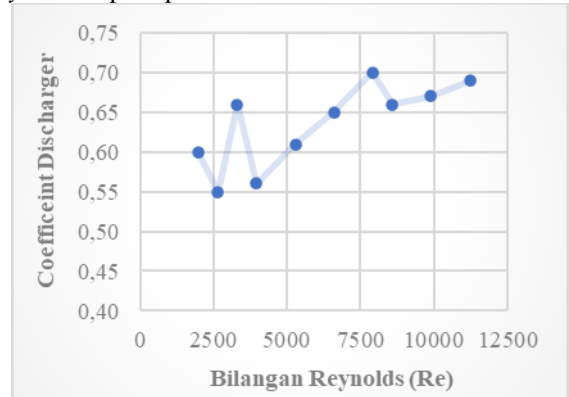
$$F_1 = 0.4333 ; F_2 = 0.47 \quad (8)$$

$$f(\beta) = 0.5959 + 0.0312 (0.5)^{2.1} - 0.18(0.5)^8 = 0.602 \quad (9)$$

$$\text{Maka, } C_d = 0.602 + 91.71(0.5)^{2.5}(1980)^{-0.75} + \frac{0.09(0.5)^4}{1 - (0.5)^4} 0.433 - 0.0337(0.5)^3 0.47 = 0.657$$

Hasil perhitungan  $C_d$  untuk angka Reynolds 1980-9900 rata-rata diperoleh 0,629 dan dibandingkan dengan ISO 5167-2 (2013) diperoleh sebesar 0,627 serta dibanding hasil penelitian Nurisma dan Mahmuddin 0,621. Dengan demikian bahwa nilai *Coefficient of Discharge (Cd)* hasil penelitian ini besarnya hampir sama.

Nilai  $C_d$  untuk referensi *centreline* setiap variasi geometri *orifice plate* dapat dipetakan dengan bilangan Reynolds seperti pada Gambar 7.



Gambar 7. *Coefficient of Discharge (Cd)* pada variasi geometri *orifice plate* pada bilangan Reynolds 1980–9900

Pengujian ini menunjukkan hasil yang searah dengan pengujian yang dilakukan oleh Kavya P dkk (2018) yang menggunakan metode numerik dengan menggunakan software *Computational Fluid Dynamics (CFD)* yakni Ansys Fluent 6.3.26 dan peneliti terdahulu.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

- Nilai  $C_d$  tidak signifikan berpengaruh terhadap kenaikan angka Reynolds,  $C_d$  rata-rata diperoleh 0,629 dan dibandingkan dengan ISO 5167-2 (2013) diperoleh sebesar 0,627
- Besar *permanent pressure loss* dengan referensi *centerline* diperoleh rata-rata 74 % dan searah dengan hasil yang diperoleh Miller (1996) sebesar 71 %.
- Tekanan aliran berangsur-angsur tuelun hingga

mecapai terendah pada *vena contracta*. Setelah melewati *vena contracta* tekanan akan mulai meningkat hingga mencapai level pemulihan.

## 5.2. Saran

Penelitian ini dapat dikembangkan menjadi penelitian unggulan dengan geometrik orifice pelat yang berbeda dengan viskositas fluida kental.

## DAFTAR PUSTAKA

- Chen., & Ackland. (2016). Hubungan koefisien gesek pada aliran laminar, transisi dan turbulen. *Jurnal Kajian Teknik Mesin*.
- Chilton., & Stainsby. (1998). Koefisien kerugian yang terjadi pada aliran laminar, transisi dan turbulen. *Rang Teknik Journal*.
- Draad. (1998). Analisis aliran dalam pipa untuk mengetahui koefisien gesek terhadap bilangan Reynolds. *Jurnal Reaktom*.
- Faila, R. N. (2018). *Studi numerik karakteristik aliran fluida melalui rectangular elbow 90° dengan diamond inlet disturbance body ( $d/D_h = 0.064, 0.080, \text{ dan } 0.100$ )*. Fakultas Teknologi Industri.
- Gracia. (2017). Korelasi eksperimental pada bilangan Reynolds dan faktor gesekan pada pipa. *Dinamika Teknik Mesin*.
- Karyoni, I. Y. (2009). *Analisa aliran berkembang penuh dalam pipa*. Departemen Teknik Mesin, Universitas Indonesia.
- Khusaeni, A. (2010). *Pengujian karakteristik aliran fasa tunggal aliran air vertikal ke atas pada penukar kalor saluran rektanguler bercelah sempit*. Universitas Sebelas Maret.
- Lestari, D. (2019). *Identifikasi besaran fisis fluida pada aliran*. Universitas Jember.
- Makhsud, A. (2012). *Mekanika fluida (teori dan aplikasi)*. Kretakupa Print.
- Munson, B. R., Young, D. F., & Okiishi, T. H. (1940). *Fundamentals of fluid mechanics* (7th ed.). United States of America.
- Mustakim., Indarto., & Purnomo. (2012). Pengurangan intensitas fluktuasi tekanan pada pembesaran mendadak aliran udara-air searah horizontal dengan penempatan ring. *Jurnal Program Studi Teknik Mesin*.
- Nasution, H. (2008). Definisi fluida. Dalam H. Nasution, *Mekanika fluida dasar* (hlm. 1). Bung Hatta University Press.
- Rahayu, P., Putri, D. K., Rosalina., & Indriyani, N. (2021). Pengaruh diameter pipa pada aliran fluida terhadap nilai head loss. *AGITASI*.
- Widodo. (2017). Analisa head loss sistem jaringan pipa pada sambungan pipa kombinasi diameter berbeda. *Jurnal Suara Teknik*, 4(1).
- Zainudin., Sayoga, I. M. A., & Nuarsa, I. M. (2012). Analisa pengaruh variasi sudut sambungan belokan terhadap *head losses* aliran pipa. Universitas Mataram.