

STUDI EKSPERIMENTAL ORIFICE PLATE METER PADA PIPA PVC ½ INCH DAN 1 INCH DENAN RASIO BETA (β) = $d/D = 0,16$

RULI.¹, Santosa, T.H.A.², Nadjib, M.³

^a Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
 Jl. Brawijaya, Kasihan, Bantul, Yogyakarta 55183
 Telp.: 082242186435
 e-mail: truly3501@gmail.com

ABSTRACT

Along with the rapid development of technology, many measuring instruments are increasingly simple, efficient and sophisticated. Of the many measuring instruments used to measure flow rates in fluid mechanics, orifice plate meters are commonly used for measuring instruments. This study aims to determine the effect of the use of orifice plate meter with the ratio of beta $\beta = d / D = 0.16$ to ½ inch and 1-inch diameter pipes against the value of pressure difference, the value of the discharge coefficient and the resulting water discharge. Research with a ratio of $\beta = 0.16$ is expected to help predict water flow in other diameter pipes.

Testing of orifice plate meters with a ratio of $\beta = 0.16$ to PVC pipes with a diameter of 1/2 inch and 1inch using water as its working fluid. The pressure gauge used in this data retrieval process is manometer U, because it has a high precision level. The orifice plate is made of acrylic with a thickness of 3mm. Variations in the tests carried out are the actual debit read on the rotameter. The pressure difference is measured at 1 to 5 LPM with an increase of 0.5 LPM. Data obtained from testing are then processed through calculations to obtain the value of Cd and debit orifice. Calculation data is then displayed in tables and graphs.

The comparison between the actual discharge read on the rotameter and the measurement results have an almost identical value. The difference in the pipe ½ "is 2% while for pipe 1" is 14%. The value of the beta ratio 0.16 can be used for Reynolds numbers more than 2600, the hypothesis of the discharge in pipe 1 "with the same beta value (0.16) can be estimated by research on the ½ pipe".

Keywords: Orifice plate meter, Coefficient of discharge, Reynolds Number, Flow meter, fluid mechanic.

1. PENDAHULUAN

Pada era yang semakin maju ini banyak sekali berdiri perusahaan-perusahaan. Berdirinya perusahaan tentunya akan menambah lapangan kerja serta menambah pendapatan bagi Negara. Salah satu perusahaan yang berpengaruh terhadap pendapatan Negara yaitu perusahaan pembangkit energy. Perusahaan ini berperan penting dalam mencukupi suplai energy. Dalam sebuah perusahaan pembangkit energy tentunya tidak luput dari instalasi system perpipaan.

System perpipaan dalam sebuah pembangkit energi tentunya memiliki stuktur yang sangat komplek. System tesebut berfungsi untuk menyalurkan fluida kerja yang digunakan untuk menghasilkan energi baru. Pada umumnya pembangkit energy menggunakan fluida kerja berupa air, uap air, dan uap panas bumi. Fluida

kerja tersebut diambil dari sumber dan disalurkan melalui jalur perpipaan yang dimana dalam terdapat alat ukur laju aliran, alat ukur tekanan, alat ukur yang lain untuk mengendalikan kebutuhan fluida.

Dari sekian banyak alat ukur yang digunakan untuk pengukuran laju aliran fluida metode rintangan adalah metode yang umum digunakan. Alat ukur dengan metode ini bekerja berdasarkan perbedaan tekanan yang terjadi. Terdapat tiga jenis alat yang menggunakan metode ini, yaitu *venture meter*, *nozle* aliran, dan *orifice*. Ketiga alat ukur laju aliran merupakan alat ukur laju aliran yang semakin besar kapasitas laju aliran masa maka akan semakin mahal. Dari ketiga alat ukur tersebut orifice plate meter adalah alat ukur yang sangat sering digunakan, hal tersebut dikarenakan biaya yang diperlukan

lebih murah dibandingkan dengan *venture meter* dan *nozle* aliran. Selain itu kemudahan dalam perawatan juga menjadi alasan banyaknya penggunaan *orifice plate meter*.

Berdasarkan uraian pada latar belakang diatas, penulis melakukan *study* eksperimental mengenai pengukuran debit air menggunakan *orifice plate meter* pada pipa PVC berukuran ½ inch dan 1 inch dengan rasio $\beta = d/D = 0,16$. Penelitian ini

diharapkan memperoleh data yang valid dan dapat digunakan untuk memprediksi debit dengan biaya yang lebih ekonomis dibandingkan alat ukur lain. Rasio β *oriffice* didapat dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh saputra dkk (2017). Dengan nilai rasio *d/D* yang sama diharapkan dapat membantu dalam memprediksi debit air pada pipa dengan ukuran yang berbeda.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan dalam peneletian ini adalah fluida cair yaitu air. Air digunakan untuk media pengukuran yang melewati plat *orifice*. Air ditampung di bak penampungan dengan volume 50 liter dan suhu $\pm 300C$. Alat yang digunakan untuk pengujian *orifice plate* memiliki beberapa komponen utama.

Komponen utama pada alat ini antara lain pipa PVC (1), flange (2), gate valve (3), ball valve (4), rotameter (5), manometer U (6), pompa (7), bak penampungan air (8). Spesimen yang digunakan dalam pengujian ini adalah plat *orifice*.



Gambar 1. Alat uji *orifice plate meter*



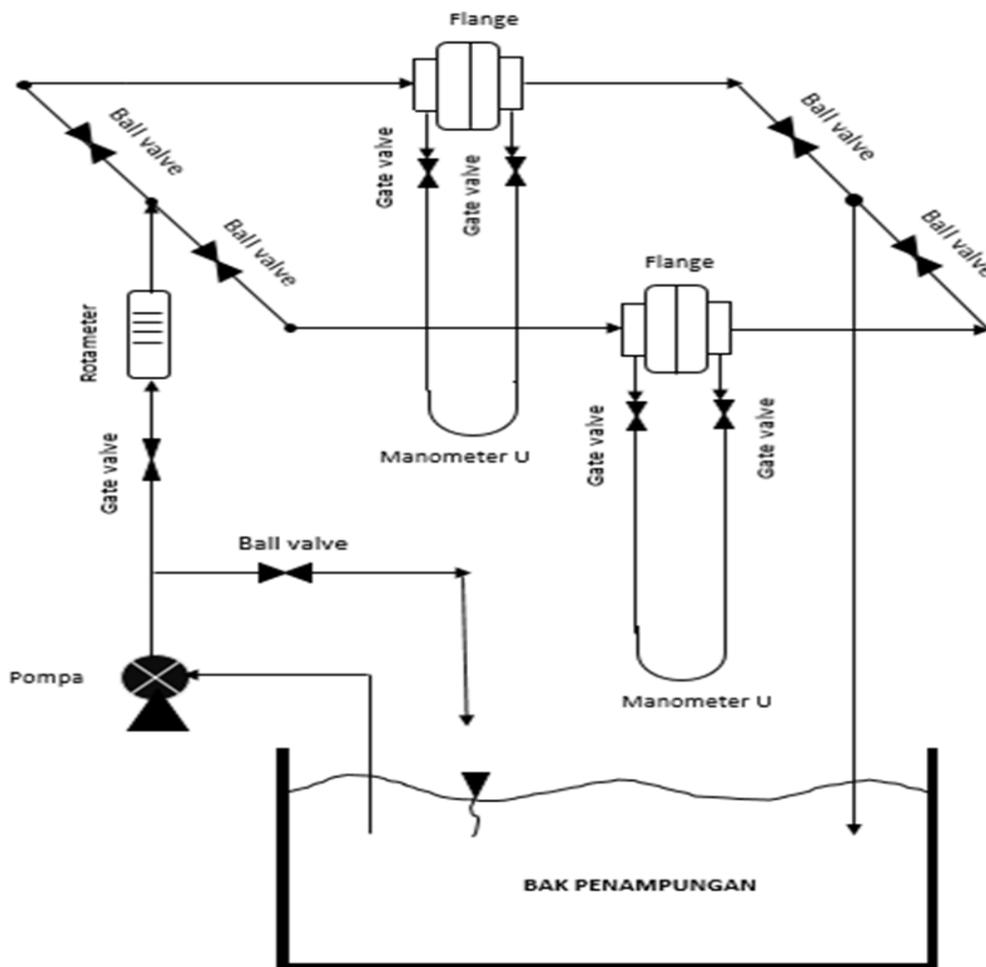
Gambar 2. Flange orifice



Gambar 3. Orifice Plate

Alat yang digunakan dalam pengujian plat orifice merupakan instalasi perpipaan sederhana dari berbagai macam komponen. Alat ini memiliki dua macam pipa yang nantinya akan

dipasang flange yang didalamnya terdapat spesimen uji berupa plat orifice. Gambar dibawah ini merupakan skema alat uji pengujian plat orifice.



Gambar 4. Skema alat uji orifice plate meter

2.2 Tahap Penelitian

Tahap pelaksanaan :

1. Menyiapkan tabel pengamatan
2. Variabel yang digunakan adalah debit yaitu, 1; 1,5 ; 2 ; 2,5 ; 3 ; 3,5 ; 4 ; 4,5 ; 5 ; 5,5 ; 6 ; 6,5 ; 7 ; 7,5 ; 8 dan 8,5.
3. Melakukan persiapan alat seperti, memasang plat *orifice*, dan mengisi air ke bak penampungan.
4. *Running test* untuk memastikan alat uji tidak mengalami kebocoran.
5. Apabila alat uji mengalami kebocoran maka ulangi lagi ke tahap persiapan alat dan bahan.
6. Buka *gate valve* untuk mengalirkan air ke plat *orifice*.

Tahap pengambilan data :

1. Menyetel rotameter melalui *gate valve* dengan debit 1 LPM sampai aliran dianggap *steady*.
2. Buka katup pada pipa 1 inch dan katup tekanan untuk manometer U.
3. Mencatat hasil pengukuran yang terbaca pada manometer U.
4. Menyetel rotameter sampai 8,5 LPM.
5. Ulangi langkah diatas sampai semua variabel terpenuhi.
6. Apabila pengujian *orifice plate* pada pipa 1 inch sudah selesai

maka lakukan langkah yang sama untuk pipa ½ inch.

Tahap analisi data :

1. Melakukan perhitungan meliputi \dot{V}_{aktual} , \dot{V}_{ideal} , dan *coefficient of discharge*, ΔCd .
2. Mengolah dan menganalisis grafik Re terhadap ΔP , Re terhadap koefisien Cd, dan Re terhadap ΔCd .
3. Membuat grafik perbandingan antara hasil pengujian pipa 1 inch dengan ½ inch.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perhitungan Fully Developed

Perhitungan aliran *fully developed* pada pipa ½ inch menggunakan bilangan reynold 2100 karena diasumsikan aliran yang terjadi pada aliran laminar.

Diketahui :

$$D_1 = 18,7 \text{ mm} = 0,0187 \text{ m}$$

$$Re = 2100$$

Perhitungan *fully developed* pada pipa ½ inch :

$$\frac{l_l}{D} = 0,06 \cdot Re$$

$$\frac{l_l}{0,0187} = 0,06 \cdot 2100$$

$$l_l = 0,06 \cdot 2100 \cdot 0,0187 \text{ m}$$

$$l_l = 2,35 \text{ m}$$

3.2 Hasil Pengambilan Data

Tabel 1. Data Hasil Percobaan pada Pipa ½ inch

No	Debit (LPM)	ΔP rata-rata (N/m ²)
1	1	2906.594
2	1,5	6679.833
3	2	11786.372
4	2,5	19759.506
5	3	30719.232
6	3,5	41052.307
7	4	55438.614
8	4,5	69878.253
9	5	86251.177

Tabel 2. Data Hasil Pengujian pada Pipa 1 inch

No	Debit (LPM)	ΔP rata-rata (N/m ²)
1	1	799.98
2	1,5	1506.629
3	2	2826.596
4	2,5	4999.875
5	3	8026.466
6	3,5	10519.737
7	4	14932.96
8	4,5	16946.243
9	5	19892.836
10	5,5	23772.739
11	6	28119.297
12	6,5	32812.513
13	7	37732.39
14	7,5	43545.578
15	8	49812.088
16	8,5	56691.916

3.3 Perhitungan Coefficient of Discharge (Cd) pada Pipa 1 Inch

Perhitungan merupakan perbandingan antara laju aliran fluida aktual yang terbaca pada rotameter dengan laju aliran fluida ideal yang diperoleh dari perhitungan. Sebagai sampel penulis mengambil sebuah data dari tabel 4.2 yaitu pada percobaan satu dengan variasi debit 1LPM dengan data sebagai berikut.

Diketahui :

- D₁ : 27,8 mm = 0,0278 m
- d₂ : 4,45 mm = 0,00445 m
- μ_{Air} : 0,001 N.s/m²
- ρ_{Air} : 1000 kg/m³
- A₁ : 6,0698 x 10⁻⁴ m²
- A₂ : 1,555 x 10⁻⁵ m²
- ΔP : 799,98 N/m²

Satuan yang digunakan dalam perhitungan yaitu SI, maka dilakukan konversi satuan debit agar menjadi satuan SI, dimana 1 LPM setara dengan 1,667 x 10⁻⁵ m³/s. Maka kecepatan fluida adalah :

$$v = \frac{Q}{A}$$

$$v = \frac{(1,667 \times 10^{-5}) \text{ m}^3/\text{s}}{6,0698 \times 10^{-4} \text{ m}^2}$$

$$v = 0,02746 \text{ m/s}$$

Setelah nilai kecepatan fluida (v) diketahui maka selanjutnya mencari bilangan Reynolds. Berikut adalah perhitungan bilangan Reynolds :

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot d}{\mu}$$

$$Re = \frac{(1000 \text{ Kg/m}^3 \times 0,02746 \text{ m/s} \times 0,0278 \text{ m})}{0,001 \text{ N.s/m}^2}$$

$$Re = 763,50$$

Perhitungan selanjutnya yaitu mencari nilai \dot{V}_{ideal} .

$$\dot{V}_{ideal} = A_2 \cdot \frac{\sqrt{\frac{2}{\rho_{wtr}} \cdot \sqrt{P_1 - P_2}}}{\sqrt{1 - \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2}}$$

$$\dot{V}_{ideal} = 1,555 \times 10^{-5} \text{ m}^2 \cdot \sqrt{\frac{2}{1000 \text{ kg/m}^3} \cdot \sqrt{799,98 \text{ N/m}^2}}$$

$$\dot{V}_{ideal} = 1,967 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$$

Setelah diperoleh nilai dari v_{ideal} selanjutnya yaitu menentukan nilai *coefficient of discharge* (C_d), dengan nilai v_{aktual} yang diperoleh dari pembacaan rotameter saat pengujian.

$$C_d = \frac{v_{aktual}}{v_{ideal}}$$

$$C_d = \frac{1,667 \times 10^{-5}}{1,967 \times 10^{-5}}$$

$$C_d = 0,847$$

3.4 Perhitungan Debit Orifice ($\dot{V}_{orifice}$) Pada Pipa PVC 1 inch

Perhitungan ini merupakan prediksi laju aliran fluida yang melewati plat orifice. Berikut ini merupakan contoh perhitungan debit orifice dengan data yang diambil dari tabel 4.1 dengan variasi \dot{V}_{air} 1 LPM :

Diketahui :

$$\dot{V}_{air} = 1 \text{ LPM} = 1,667 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$v_{ideal} = 0,00001923 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\Delta P = 799,98 \text{ N/m}^2$$

Perhitungan nilai Re diperoleh melalui persamaan regresi pada grafik hubungan Re terhadap ΔP rata – rata pada pipa $\frac{1}{2}$ inch yang dapat dilihat pada gambar 4.1.

$$\Delta p = 0,0012Re^2 + 0,8435Re - 684,47$$

$$799,98 = 0,0012Re^2 + 0,8435Re - 684,47$$

$$0,001 Re^2 - 0,843Re - 1484,45 = 0$$

$$Re = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

3.5 Coefficient of Discharge (C_d), dan Bilangan Reynolds pada Pipa 1 inch

Coefficient of discharge yaitu perbandingan antara v aktual yang terbaca pada rotameter dengan v ideal yang diperoleh dari perhitungan. Nilai *coefficient of discharge* yang baik yaitu mendekati 1, dimana hal tersebut menunjukkan bahwa penyimpangan yang terjadi tidak terlalu besar.

Re

$$= \frac{-0,843 \pm \sqrt{0,843^2 - 4 \times 0,0012 \times (-1484,45)}}{2 \times 0,0012}$$

$Re = 815,119$

Stelah nilai Re diperoleh, selanjutnya menghitung nilai C_d dengan menggunakan persamaan regresi pada grafik hubungan antara Re terhadap C_d pada pipa berdiameter $\frac{1}{2}$ inch yang dapat dilihat pada gambar 4.2

$$C_d = 6E - 09 Re^2 - 4E - 05Re + 0,9115$$

$$C_d = 6 \times 10^{-9} (815,119^2) - 4 \times 10^{-5} (815,119) + 0,9115$$

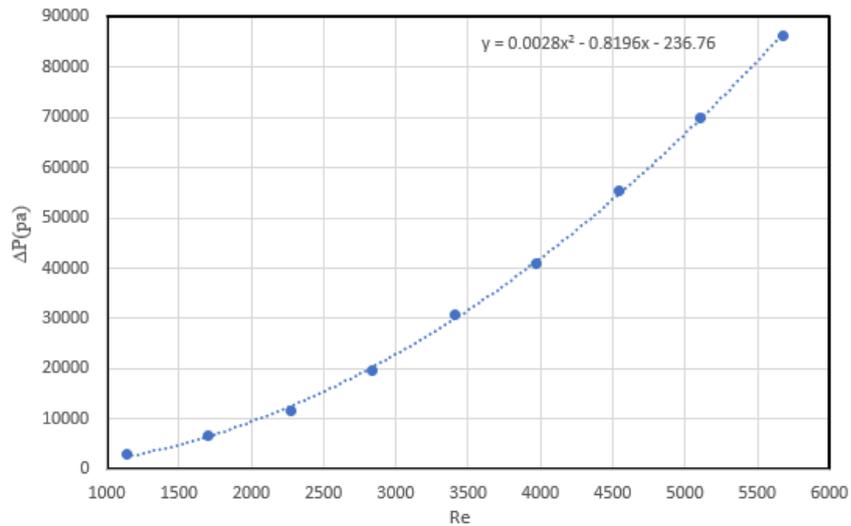
$C_d = 0,882$

Setelah diperoleh nilai dari *coefficient of discharge* kemudian menentukan debit orifice ($\dot{V}_{orifice}$) dengan menggunakan persamaan

$$\dot{V}_{orifice} = C_d \cdot \dot{V}_{ideal}$$

$$\dot{V}_{orifice} = 0,864 \times 0,00001923 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\dot{V}_{orifice} = 1,661 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$$

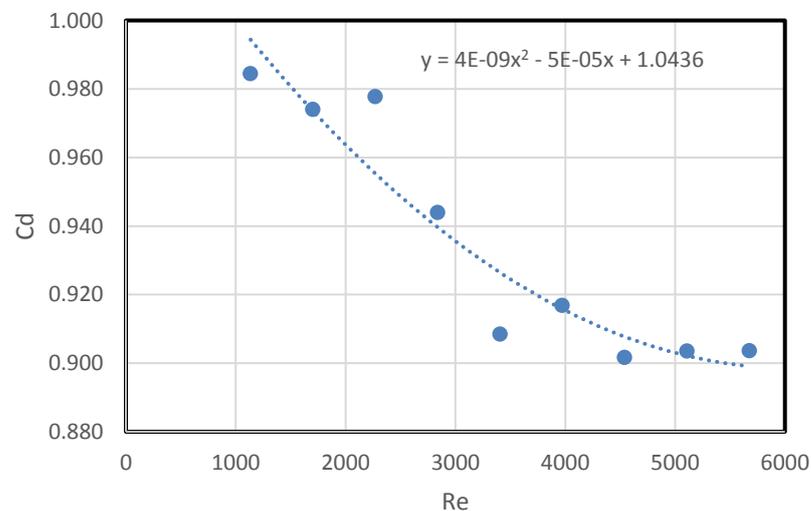


Gambar 5 Hubungan Re dengan ΔP pada pipa berdiameter 1/2 inch.

keterangan : $\Delta p = 0,0028 Re^2 - 0,8196Re - 236,76$

Grafik pada Gambar hubungan antara ΔP dengan bilangan Reynolds. Grafik menunjukkan bahwa perubahan tekanan mengalami kenaikan seiring dengan kenaikan yang debit aktual yang terbaca pada rotameter. Terjadinya perubahan

tekanan mempengaruhi nilai dari bilangan Reynolds, semakin besar perubahan tekanan yang terjadi maka akan semakin besar pula bilangan Reynolds (Re).



Gambar 6 Hubungan Re dengan Cd pada pipa berdiameter 1/2 inch

Keterangan : $Cd = 4 \times 10^{-9}Re^2 - 5 \times 10^{-5}Re + 1,0436$

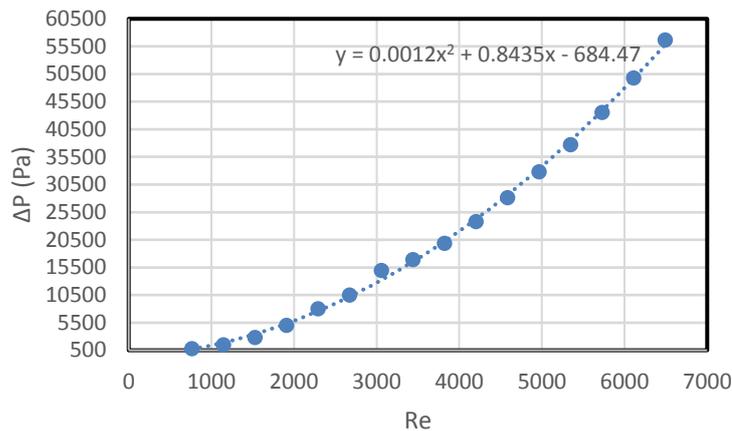
Grafik pada Gambar hubungan antara nilai Cd dengan Re, dari grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai Cd mengalami penurunan dan berfluktuasi seiring dengan bertambahnya bilangan

Reynolds, namun masih tergolong stabil. Nilai Cd berfluktuasi pada bilangan Reynolds 1135.211 hingga 4540.845 setelah itu nilai Cd mendekati konstan.

3.6 Coefficient of Discharge (Cd), dan Bilangan Reynolds pada Pipa 1 Inch

Coefficient of discharge yaitu perbandingan antara v aktual yang terbaca pada rotameter dengan v ideal yang diperoleh dari

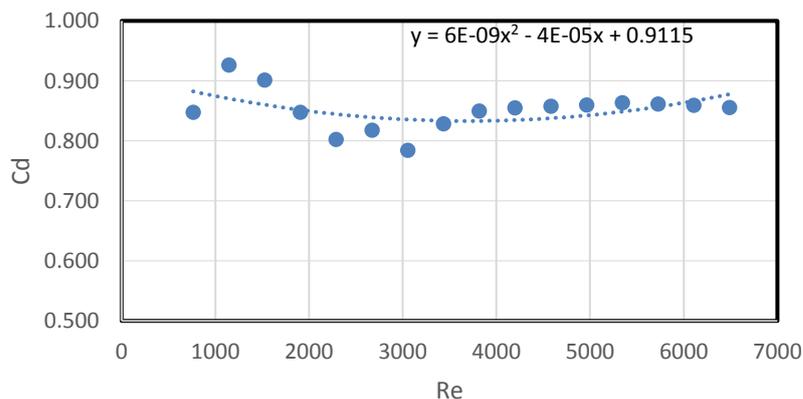
perhitungan. Nilai coefficient of discharge yang baik yaitu mendekati 1, dimana hal tersebut menunjukkan bahwa penyimpangan yang terjadi tidak terlalu besar.



Gambar 7. Hubungan Re dengan ΔP pada pipa berdiameter 1 inch
 Keterangan : $\Delta p = 0,001Re^2 - 0,843Re - 684,47$

Gambar 4.3 Hubungan Re dengan ΔP pada pipa berdiameter 1 inch menunjukkan bahwa nilai dari bilangan Reynolds mengalami kenaikan seiring dengan naiknya debit aktual yang terbaca pada rotameter. Kenaikan debit

aktual juga mempengaruhi kenaikan nilai dari ΔP . Dari fenomena tersebut dapat dilihat bahwa semakin besar debit aktual maka semakin besar pula nilai dari ΔP dan bilangan Reynolds (Re).



Gambar 8. Hubungan Re dengan Cd pada pipa berdiameter 1 inch

Keterangan : $Cd = 6E - 09 Re^2 - 4E - 05Re + 0,9115$

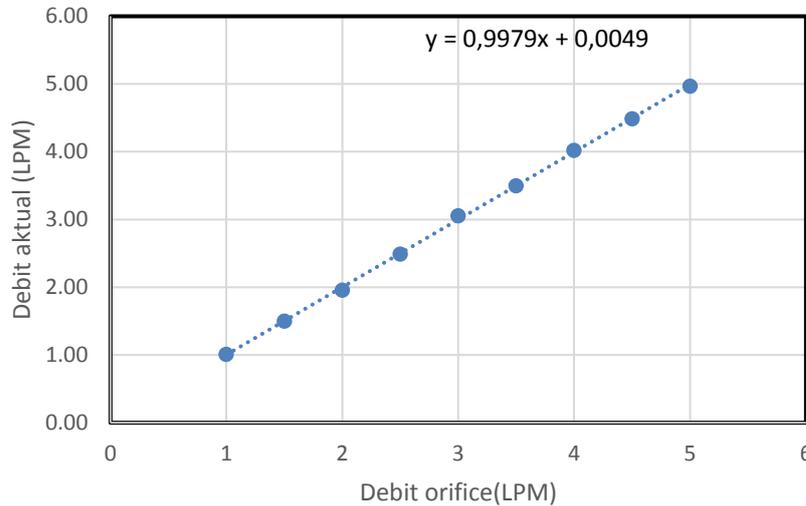
Gambar grafik hubungan antara bilangan Reynolds dengan Cd pada pipa berdiameter 1inch, menunjukkan bahwa terjadi penurunan yang berfluktuasi dibagian awal. Terjadinya fluktuasi

berada pada bilangan Reynolds 763.595 hingga 3054.381, kemudian dibagian setelah angka Reynold tersebut nilai Cd cenderung konstan.

3.7 Perbandingan Debit Orifice ($\dot{V}_{orifice}$) dengan Debit aktual pada Pipa 1 inch

Rumus regresi yang terdapat pada grafik perbandingan ΔP , koefisien *discharge*, dengan bilangan Reynolds kemudian digunakan untuk menghitung nilai debit

aktual *orifice*. Grafik perbandingan debit *orifice* dengan dengan debit aktual rotameter dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Perbandingan debit aktual dengan debit hasil perhitungan pada pipa ½ inch

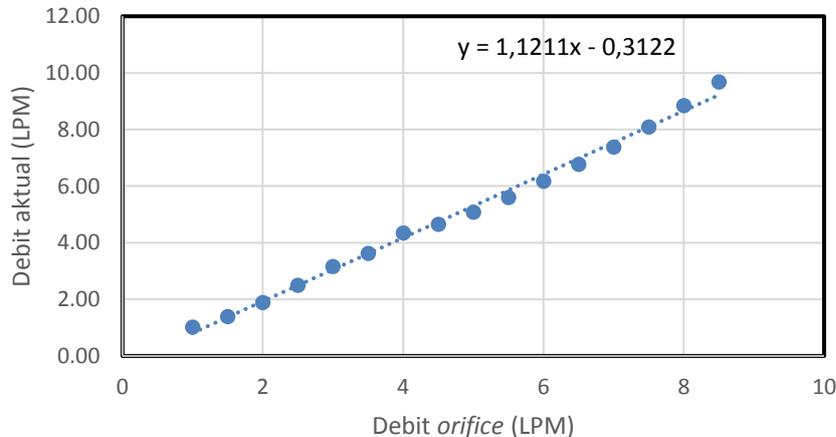
Grafik perbandingan pada gambar di atas menunjukkan bahwa debit aktual dan debit orifice mengalami kenaikan seiring dengan variasi percobaan yang dilakukan. Selisih antara

debit aktual dan debit orifice yang terjadi tidak terlalu besar berkisar pada -1% hingga 2% hal tersebut menunjukkan bahwa debit aktual dan debit orifice cenderung identik.

3.8 Perbandingan Debit Orifice ($\dot{V}_{orifice}$) dengan Debit aktual pada Pipa ½ inch

Rumus regresi yang terdapat pada grafik perbandingan ΔP , koefisien *discharge*, dengan bilangan Reynolds kemudian digunakan untuk menghitung nilai debit aktual *orifice*. Hasil perhitungan

menggunakan rumus regresi tersebut kemudian diolah kedalam bentuk tabel dan grafik yang selanjutnya dibandingkan dengan debit aktual yang terbaca pada rotameter.



Gambar 10. Perbandingan debit aktual dengan debit hasil perbandingan pada pipa 1 inch.

Grafik perbandingan pada gambar 10 menunjukkan bahwa debit aktual dan debit orifice mengalami kenaikan seiring dengan variasi percobaan yang dilakukan. Selisih antara

debit aktual dan debit orifice berfluktuasi yang berkisar pada -7% sampai 14%. Penyimpangan yang terjadi pada grafik diatas masih tergolong baik karena tidak terlalu jauh.

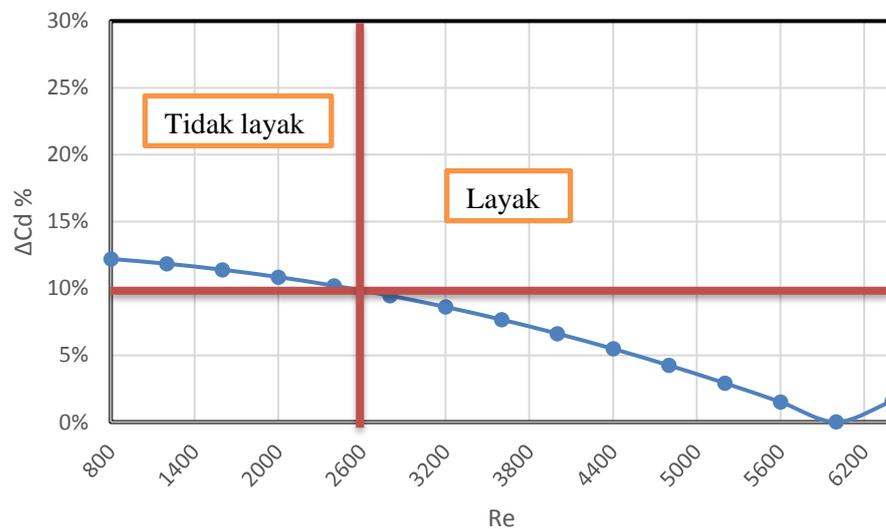
3.9 Prediksi Debit Aktual (\dot{V}_{aktual}) pada Pipa 1 inch

Sebelum dilakukan perhitungan prediksi debit aktual pada pipa berdiameter 1inch penulis menghitung kembali nilai dari koefisien discharge masing – masing pipa menggunakan persamaan regresi yang diperoleh dari grafik hubungan antara bilangan Reynolds dengan nilai Cd. Perhitungan

dilakukan kembali dengan tuuuan untuk menyamakan bilangan Reynolds pada setiap nilai Cd. Selanjutnya dengan bilangan Reynold yang sama data disajikan kedalam bentuk grafik perbandingan antara nilai deviasi koefisien discharge dengan bilangan Reynolds kedua pipa

Tabel 3. Batas kelayakan

ΔCd (%)	Re
5	4400 - 6200
10	2600 - 6200
15	800 - 6200



Gambar 11. Hubungan ΔCd (%) terhadap Re pada pada pipa 1 dan ½ inch

Grafik ΔCd terhadap Re pada pada pipa 1 dan ½ inch menunjukkan bahwa terjadi penurunan nilai dari ΔCd awal 12%

hingga nilai ΔCd 0% seiring bertambahnya angka Reynolds. Nilai deviasi tertinggi berada pada bilangan

Reynolds 800 dan 1200 yaitu dengan nilai Cd 12% sedangkan nilai deviasi terendah dengan nilai Cd 0% berada pada bilangan Reynolds 6000. Kenaikan bilangan Reynolds akan berpengaruh terhadap nilai Cd yang mengakibatkan nilai deviasi menjadi kecil. Batas kelayakan penelitian ini diambil pada $\Delta Cd \leq 10\%$ dan diasumsikan bahwa nilai $Cd_1 = Cd_2$ yaitu pada bilangan Reynolds 2600 sampai 6200. Asumsi tersebut dapat digunakan untuk menjawab hipotesa bahwa dengan rasio $\beta = d/D = 0.16$ dapat memprediksi debit aliran fluida air pada pipa dengan diameter yang berbeda seperti pada persamaan berikut ini.

$$\frac{\dot{V}_{aktual1/2}}{\dot{V}_{ideal1/2}} = Cd_{1/2} = Cd_1 = \frac{\dot{V}_1}{\dot{V}_{ideal1}} \dots\dots(1)$$

Dengan : $\dot{V}_{aktual1/2} = \dot{V}_{aktual}$ pada pipa 1/2 inch (m³/s)
 $\dot{V}_{ideal1/2} = \dot{V}_{ideal}$ pada pipa 1/2 inch (m³/s)
 $Cd_{1/2}$ = Coefficient of discharge pada pipa 1/2 inch (m³/s)
 $\dot{V}_{aktual1} = \dot{V}_{aktual}$ pada pipa 1 inch (m³/s)
 $\dot{V}_{ideal1} = \dot{V}_{ideal2}$ pada pipa 1 inch (m³/s)
 Cd_1 = Coefficient of discharge pada pipa 1 inch (m³/s)

Sebagai contoh perhitungan, diambil dari data percobaan kedua pada masing-masing pipa. Berikut ini adalah contoh perhitungan prediksi debit aktual (\dot{V}_{aktual}) pada pipa 1 inch :

$$\dot{V}_{aktual1} = Cd_{1/2} \cdot \dot{V}_{ideal1}$$

$$\dot{V}_{aktual1} = 0,988 \cdot 0,00001923 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\dot{V}_{aktual1} = 1,9 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$$

$\dot{V}_{aktual1} = 1,14 \text{ LPM}$
 Perhitungan debit prediksi diatas memiliki perbedaan dengan debit orifice hasil perhitungan. Data dari percobaan kedua pada pipa 1 in menghasilkan debit orifice sebesar 1,01 LPM, sedangkan perhitungan debit prediksi sebesar 1, 14 LPM. Selisih kedua debit sebesar 0,12 LPM.

Tabel 3. Hasil perhitungan debit prediksi pipa 1 inch

No	\dot{V} prediksi pipa 1"	\dot{V} orifice 1" (LPM)	Cd 1/2 "	$\Delta \dot{V}$	
				LPM	%
1	1,14069753	1,01859453	0,988	0,122103	12%
2	1,53462336	1,38737090	0,969	0,147252	11%
3	2,06498342	1,88104421	0,952	0,183939	10%
4	2,69489202	2,47464855	0,934	0,220243	9%
5	3,35537109	3,10792194	0,918	0,247449	8%
6	3,79795069	3,54384353	0,907	0,254107	7%
7	4,47686707	4,21128199	0,898	0,265585	6%
8	4,73742308	4,48694224	0,892	0,250481	6%
9	5,11188946	4,86814069	0,885	0,243749	5%

Tabel perhitungan di atas menunjukkan bagaimana selisih atau perbedaan dari debit orifice dengan debit prediksi. Selisih tertinggi terdapat pada nomor 1 yaitu sebesar 12 %. Maka dari hasil perhitungan tersebut dapat disimpulkan bahwa plat orifice dengan rasio beta 0,12 mampu digunakan untuk memprediksi

debit pada diameter pipa PVC 1" walaupun terjadi selisih mencapai 12 %.

3.10 Perbandingan dengan Hasil Penelitian Terdahulu

Perbandingan hasil pengujian yang dilakukan oleh Saptutra (2017) dengan rasio $\beta=0,16$ yang diaplikasikan pada pipa berdiameter $\frac{1}{2}$ inch dan $\frac{3}{4}$ inch menghasilkan nilai $\Delta C_d \leq 5\%$ pada bilangan Reynolds ≥ 1300 . Berbeda dengan hasil pengujian yang dilakukan oleh Masruri (2018) yang menggunakan rasio $\beta=0,19$ pada pipa berdiameter $\frac{1}{2}$

inch dengan 1 inch memperoleh nilai $\Delta C_d \leq 15\%$ dan berada bilangan Reynolds 600 hingga 8600. Dari hasil data tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin besar nilai rasio yang digunakan maka akan semakin kecil Batasan dari bilangan Reynold yang diasumsikan diawal. Sedangkan semakin kecil diameter pipa pembanding maka akan diperoleh standar deviasi yang lebih kecil dengan Batasan bilangan Reynolds yang lebih besar.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil pengamatan, perhitungan, serta pembahasan dari pengujian orifice plate meter dengan rasio $\beta = 0,16$ yang diaplikasikan pada pipa berdiameter $\frac{1}{2}$ inch dan 1 inch, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Perbandingan antara debit aktual yang terbaca pada rotameter dengan hasil pengukuran memiliki nilai yang hampir identik. Perbedaan yang terjadi pada pipa $\frac{1}{2}$ " yaitu sebesar 2% sedangkan untuk pipa 1" sebesar 14%.
2. Nilai rasio beta 0,16 dapat digunakan untuk bilangan Reynolds lebih dari 2600, hipotesa terhadap debit pada pipa 1" dengan nilai beta yang sama (0,16) dapat diestimasi dengan penelitian pada pipa $\frac{1}{2}$ ".

Kedua poin kesimpulan di atas dapat disimpulkan kembali bahwa *orifice plate meter* dengan rasio beta 0,16 pada pipa PVC 1" dan $\frac{1}{2}$ " dapat digunakan untuk mengukur debit dengan tingkat kepresisian yang cukup tinggi. *Orifice plate meter* ini juga dapat digunakan untuk memprediksi debit pada pipa PVC 1" walaupun terjadi penyimpangan sebesar 12%. Kurangnya kepresisian debit orifice dengan debit rotameter ini bisa disebabkan oleh pompa yang kurang stabil pada beberapa kondisi yang menyebabkan pembacaan data perbedaan tekanan kurang presisi.

- Hollingshead, C. L., Johnson, M. C., Barfuss, S. L. & Spall, R. E. (2011). *Discharge Coefficient Performance of Venturi, Standard Concentric Orifice Plate, V-Cone and Wedge Flow Meters at Low Reynolds Number*: Journal of Petroleum Science and Engineering. Science Direct.
- Kurniawan, Destik. (2017). Pengujian *Orifice Plate Meter* Sebagai Alat Ukur Debit Air Dengan Kapasitas 7 LPM pada Pipa $\frac{1}{2}$ Inch dan $\frac{3}{4}$ Inch (Rasio $\beta = d/D = 0,24$). Skripsi. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Munson, Bruce R, dkk. (2009). *Fundamentals of Fluid Mechanics*. John Willey & Sons, Inc. USA. Sixth Edition.
- Pratama, Ekwin Desta. (2017). Pengujian *Orifice Plate Meter* Sebagai Alat Ukur Debit Air Dengan Kapasitas 11 LPM pada Pipa $\frac{1}{2}$ Inch dan $\frac{3}{4}$ Inch (Rasio $\beta = d/D = 0,4$). Skripsi. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Rahman, M. M, dkk. (2009). *Effect of Beta Ratio and Reynold's Number on Coefficient of Discharge of Orifice Meter* : Journal of Agriculture & Rural Development 7 (1&2).
- Rosadi, Dede Dian. (2018). Pengujian *Orifice Plate Meter* Sebagai Alat Ukur Debit Air Dengan Kapasitas 8 LPM pada Pipa $\frac{1}{2}$ Inch dan $\frac{3}{4}$ Inch (Rasio $\beta = d/D = 0,19$). Skripsi. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

DAFTAR PUSTAKA

- Saputra, A. (2017). Pengujian *Orifice Plate Meter* Sebagai Alat Ukur Debit Air Dengan Kapasitas 6 LPM pada Pipa $\frac{1}{2}$ Inch dan $\frac{3}{4}$ Inch (Rasio $\beta = d/D = 0,16$). Skripsi. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Santoso, T. H. A., (2003). Pengukuran Koefisien Perpindahan Kalor Evaporasi Refrigerant Petrozon Rossy 12 di dalam Saluran Halus Horizontal. Tesis. Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada Yogyakarta