

## Pengaruh Variasi Diameter Pipa dan Bukaannya Katup pada Alat Uji Osborne Reynolds Apparatus

Novi Indah Riani<sup>1</sup>, Aini Lostari<sup>2</sup>, Moh. Agus Wahyudi<sup>3</sup>  
Email corresponding author: noviindahriani@gmail.com

<sup>1,2,3</sup>Teknik Mesin, Universitas Qomaruddin Gresik

Article history: Received: 28 Maret 2023 | Revised: 19 Mei 2023 | Accepted: 26 Mei 2023

**Abstract.** *The Reynolds number is a dimensionless number which is obtained from the ratio of the density, flow velocity and cross-sectional area of the fluid that passes through it. The Reynolds number is also a number used to determine flow characteristics in the form of laminar, transitional and turbulent flow. This research was conducted at the Basic Phenomenon Laboratory of Mechanical Engineering Study Program, Qomaruddin University using the Osborne Reynolds Apparatus test equipment by observing dyes flowing in a flowing fluid stream (water) so as to obtain the flow visualization. The pipe test section variations include 6 mm, 8 mm and 10 mm as well as variations in valve openings from 30°, 42°, 54°, 66°, 78° to 90°. Based on the research results, the lowest flow rate, flow velocity and Reynolds number were obtained for a 6 mm pipe for a 150 valve opening with respective values of  $3.71 \times 10^{-6}$  m<sup>3</sup>/s, 0.131 m/s, 958.87 and flow visualization shown is laminar flow. While the highest value was obtained for a 10 mm pipe with a 90° valve opening, each value was  $1.287 \times 10^{-4}$  m<sup>3</sup>/s, 1.639 m/s, 19957.04, and the flow visualization shown was turbulent flow. So it can be concluded that the larger the valve opening and the diameter of the test section, so the characteristics of the flow across it will be more turbulent.*

**Keywords** - Flow characteristics, Reynolds number, Osborne Reynolds Apparatus

**Abstrak.** *Bilangan Reynolds merupakan bilangan yang tak berdimensi dimana didapatkan dari rasio massa jenis, kecepatan aliran dan luas penampang dari fluida yang melewatinya. Bilangan Reynolds juga merupakan bilangan yang digunakan untuk mengetahui karakteristik aliran yang berupa aliran laminar, transisi dan turbulen. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fenomena Dasar Prodi Teknik Mesin Universitas Qomaruddin menggunakan alat uji Osborne Reynolds Apparatus dengan mengamati zat pewarna yang dialirkan dalam aliran fluida yang mengalir (air) sehingga mendapatkan visualisasi aliran yang diinginkan. Adapun variasi pipa test section meliputi 6 mm, 8 mm, dan 10 mm serta variasi bukaan katup mulai 30°, 42°, 54°, 66°, 78° hingga 90°. Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan nilai debit aliran, kecepatan aliran dan bilangan Reynolds terkecil pada pipa 6 mm untuk bukaan katup 150 dengan nilai masing-masing  $3,71 \times 10^{-6}$  m<sup>3</sup>/s, 0,131 m/s, 958,87 serta visualisasi aliran yang ditunjukkan adalah aliran laminar. Sedangkan nilai tertinggi didapatkan pada pipa 10 mm dengan bukaan katup 90° masing-masing nilainya  $1,287 \times 10^{-4}$  m<sup>3</sup>/s, 1,639 m/s, 19957,04 serta visualisasi aliran yang ditunjukkan adalah aliran turbulen. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin besar bukaan katup dan diameter test section, maka karakteristik aliran yang melintasi akan semakin turbulen.*

**Kata Kunci** - Karakteristik aliran, Bilangan Reynolds, Osborne Reynolds Apparatus

### PENDAHULUAN

Aliran fluida merupakan salah satu fenomena yang dapat ditemui dalam kehidupan sehari-hari. Melihat cakupan yang sangat luas dari fenomena aliran fluida [1]. Karakteristik aliran dalam suatu fluida dapat diketahui melalui analitik dan visualisasi. Secara analitik dapat dihitung dengan menggunakan persamaan bilangan Reynolds (Re). Sedangkan secara visual, karakteristik aliran dapat terlihat bergerak dalam garis lurus dan membentuk lintasan paralel yang kontinyu, maka aliran tersebut dinamakan aliran laminar. Apabila alirannya turbulen, maka dapat terlihat alirannya tidak beraturan dan garis-garis lintasannya saling berpotongan, sedangkan aliran transisi merupakan peralihan dari aliran laminar ke aliran turbulen [2]. Bilangan Reynolds sendiri merupakan bilangan yang tak berdimensi yang mana didapatkan dari rasio antara massa jenis aliran, kecepatan aliran, dan diameter penampang terhadap viskositas fluidanya [3].

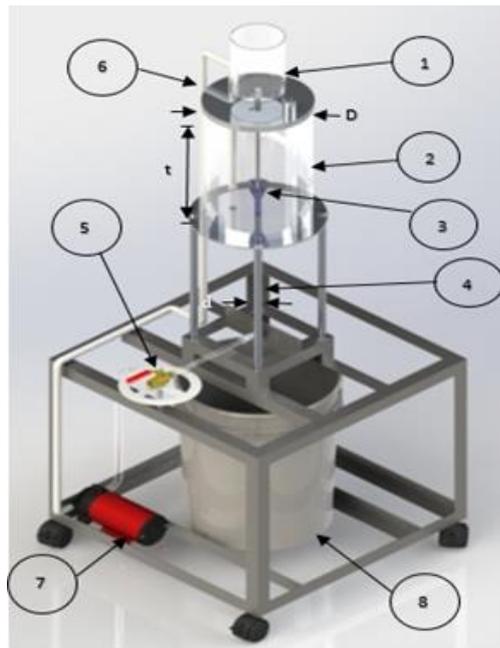
Penelitian yang dilakukan oleh Yanuar dan Didit (2016) untuk mengetahui nilai koefisien gesek pada rangkaian pipa dengan melakukan variasi diameter pipa dan kekasaran pipa. Adapun hasilnya menunjukkan bahwa nilai koefisien gesek semakin menurun dengan bertambahnya nilai bilangan Reynolds [4].

Pradhana dan Widodo (2017) melakukan penelitian untuk menganalisa pengaruh variasi diameter pipa tekan PVC pada pompa aksial untuk kecepatan gaya dorong air. Hasilnya menunjukkan bahwa diameter terkecil dapat mempercepat gaya dorong air pada pompa aksial dengan waktu paling sedikit [5]. Intan dkk, (2020) mengamati aliran zat warna dalam fluida (air) dan memvisualisasikan jenis aliran yang terjadi pada setiap variasi putaran kran

pemasukan air (1, 2 dan 3) dan sudut putar pada *flow control valve*. Adapun hasil percobaan yang telah dilakukan adalah semakin besar bukaan sudut putar pada katup, maka nilai bilangan Reynolds yang dihasilkan juga akan semakin besar. Kemudian untuk visualisasi karakteristik aliran fluidanya juga semakin besar bukaan sudut putar katupnya, maka alirannya akan semakin turbulen [6]. Beberapa peneliti lain juga melakukan penelitian mengenai pengaruh diameter pipa terhadap karakteristik aliran fluida [7]. Namun variasi diameter yang digunakan berbeda dengan penelitian yang akan dilakukan saat ini, dan juga alat ini dibuat dengan menggabungkan fokus penelitian secara vertikal maupun horizontal dari pipa *test section* yang terbuat dari akrilik.

## METODE

Penelitian ini dilakukan secara eksperimen dengan menggunakan alat uji *Osborne Reynold Apparatus* vertikal dan horizontal untuk bagian bukaan katup. Adapun desain penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Desain Alat *Osborne Reynold Apparatus*

Keterangan:

- |    |                         |     |                           |
|----|-------------------------|-----|---------------------------|
| 1. | Tabung tinta            | 7.  | Pompa                     |
| 2. | Tabung                  | 8.  | Tangki bawah              |
| 3. | <i>Bell mouth entry</i> | 9.  | D : diameter rangka       |
| 4. | Diameter pipa           | 10. | t : tinggi rangka         |
| 5. | Kran                    | 11. | d : variasi diameter pipa |
| 6. | Selang input            |     |                           |

Adapun fungsi dari masing-masing komponen antara lain sebagai berikut:

1. Tabung tinta  
Berfungsi sebagai tempat untuk menampung cairan tinta sebelum dialirkan ke *test section*, terbuat dari bahan nilon berwarna putih.
2. Tabung  
Sebagai wadah untuk fluida air bagian atas, terbuat dari akrilik.
3. *Bell Mouth Entry*  
Sebagai penghubung ke diameter pipa (*test section*)
4. Diameter pipa (*test section*)  
Digunakan sebagai pipa pengamatan visualisasi aliran
5. Kran  
Digunakan sebagai alat untuk mengeluarkan aliran air dari tabung air menuju ke gelas ukur dan juga sebagai alat untuk variasi bukaan katup.
6. Selang input  
Berfungsi untuk mengalirkan air dari tangka bawah menuju ke tangka bagian atas.

7. Pompa  
Digunakan sebagai alat untuk mengalirkan air dari bak penampungan menuju ke tabung air bagian atas.
8. Tangki bawah  
Digunakan sebagai tempat penampungan air bagian bawah yang akan mengalirkan air ke tabung air bagian atas menggunakan pompa air. Bak yang digunakan berbahan plastik dengan bentuk tabung.

Variasi yang dilakukan pada penelitian ini yaitu diameter pipa meliputi 6 mm, 8 mm, dan 10 mm. Sedangkan variasi bukaan katup (kran) mulai dari 30°, 42°, 54°, 66°, 78° hingga 90°.

Tahapan pengambilan data pada penelitian ini, antara lain:

1. Menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan untuk proses pengambilan data (variasi diameter pipa 6 mm).
2. Menyalakan pompa untuk mengisi air pada tabung sampai terisi penuh.
3. Menjaga permukaan air dalam tabung *Osborne Reynolds Apparatus* tetap konstan dengan memasang pipa pembuangan kelebihan air.
4. Mengisi tabung zat warna (no.1) dengan tinta, selanjutnya ujung injector diturunkan sampai tutup tabung bagian atas.
5. Membuka tutup kran (30°, 42°, 54°, 66°, 78° dan 90°) untuk mendapatkan volume air yang keluar dari masing-masing variasi bukaan kran tersebut pada waktu yang telah ditentukan.
6. Mengalirkan zat warna lewat jarum injector saat stop kran dibuka, sehingga tampak macam aliran yang terjadi dalam pipa.
7. Mengamati karakteristik aliran yang dihasilkan pada variasi diameter pipa dan catat volume yang keluar dari bukaan katup pada waktu yang ditetapkan.
8. Mengulangi langkah 1-7 untuk variasi diameter pipa 8 mm dan 10 mm.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

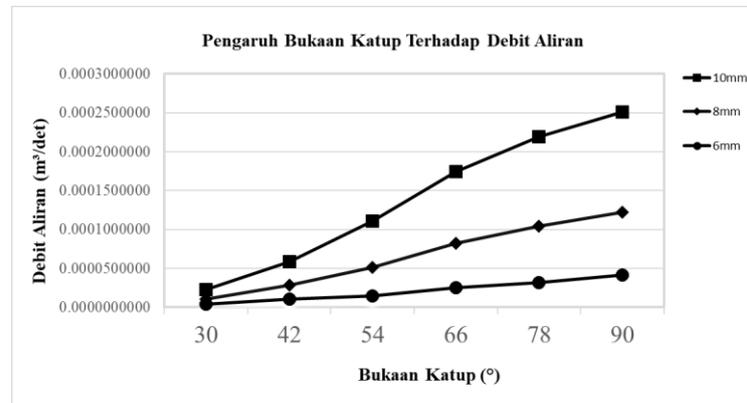
Fokus dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan data bilangan Reynolds pada masing-masing variasi dan juga visualisasi aliran yang terlihat pada pipa *test section*. Pengambilan data dilakukan sebanyak tiga kali, lalu data tersebut dirata-rata, kemudian dilakukan perhitungan untuk nilai debit aliran, kecepatan aliran dan juga bilangan Reynoldsnya. Tabel 1 merupakan hasil pengambilan data yang diperoleh saat eksperimen.

Tabel 1. Hasil Pengambilan Data Penelitian

No.	Sudut (bukaan katup)	Diameter pipa (mm)	Volume fluida (ml)				volume rata-rata (m <sup>3</sup> )	Waktu (detik)
			v1	v2	v3	v rata-rata		
1	30°	6	58	55	54	55.67	0.0000557	15
		8	110	100	110	106.67	0.0001067	15
		10	184	178	180	180.67	0.0001807	15
2	42°	6	155	150	152	152.33	0.0001523	15
		8	280	275	282	279.00	0.0002790	15
		10	450	448	452	450.00	0.0004500	15
3	54°	6	220	216	222	219.33	0.0002193	15
		8	530	574	560	554.67	0.0005547	15
		10	875	880	890	881.67	0.0008817	15
4	66°	6	377	372	384	377.67	0.0003777	15
		8	890	850	845	861.67	0.0008617	15
		10	1370	1380	1375	1375.00	0.0013750	15
5	68°	6	470	478	480	476.00	0.0004760	15
		8	1090	1080	1095	1088.33	0.0010883	15
		10	1720	1740	1730	1730.00	0.0017300	15
6	90°	6	626	624	622	624.00	0.0006240	15
		8	1215	1210	1217	1214.00	0.0012140	15
		10	1950	1908	1935	1931.00	0.0019310	15

### Pengaruh Diameter Pipa dan Bukaannya Terhadap Debit Aliran

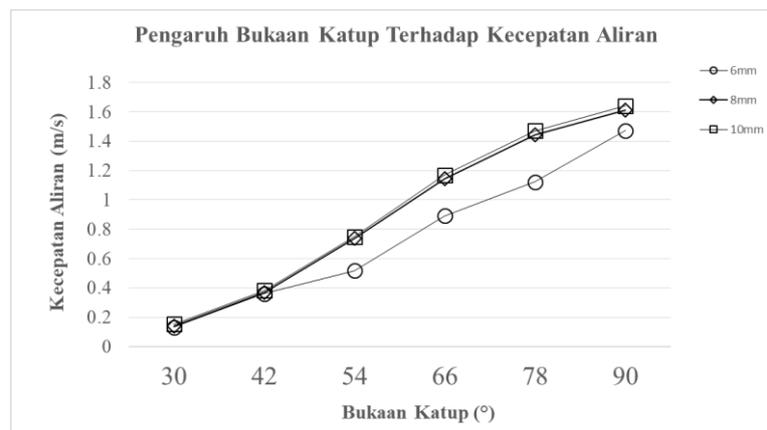
Pengaruh bukaan katup terhadap debit aliran pada pipa 6 mm, 8 mm dan 10 mm, dapat dilihat pada gambar 2. Semakin besar bukaan katup yang divariasikan, maka semakin besar pula debit yang dihasilkan. Hal ini juga disampaikan oleh Priyanto bahwa semakin bertambahnya debit fluida air ( $Q$ ), maka nilai kecepatan aliran fluida ( $V$ ) akan bertambah [7]. Kenaikan ini berlaku untuk ketiga variasi pipa *test section*. Hal ini menunjukkan bahwa dengan waktu yang konstan, nilai debit aliran dipengaruhi oleh jumlah volume yang dihasilkan gelas ukur. Diameter pipa *test section* berpengaruh untuk mengeluarkan banyaknya volume fluida yang didapatkan.



Gambar 2. Variasi Bukaannya Terhadap Debit Aliran

### Pengaruh Diameter Pipa dan Bukaannya Terhadap Kecepatan Aliran

Adapun pengaruh dari variasi diameter pipa *test section* dan bukaan katup dapat dilihat pada gambar 3.



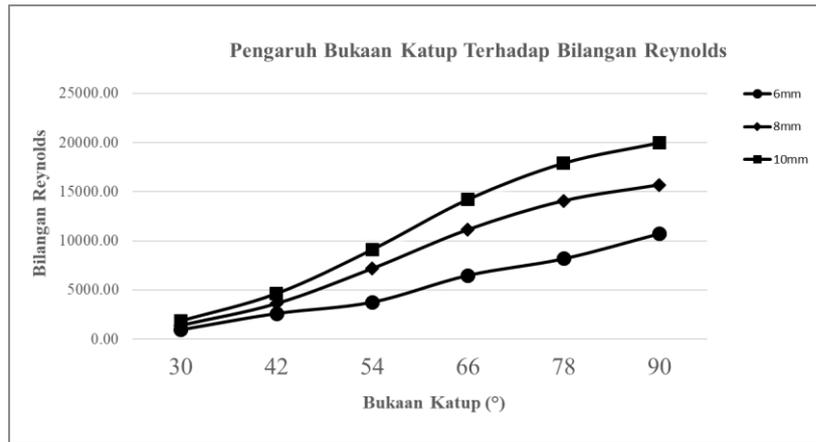
Gambar 3. Variasi Bukaannya Terhadap Kecepatan Aliran

Semakin besar bukaan katup pada tiap variasi *test section*, maka nilai kecepatannya juga akan semakin naik. Hal ini dipengaruhi karena nilai debit aliran yang semakin besar pula untuk masing-masing pipa *test section*.

Besarnya nilai kecepatan aliran antar variasi pipa *test section* kenaikannya tidak terlalu besar. Hal ini dikarenakan pengaruh dari luas penampang dari pipa *test section* [8]. Menurut Fadli, dkk, semakin cepat aliran dapat memberikan peningkatan pada Reynolds number, hal ini juga sesuai dengan hasil yang ditunjukkan oleh grafik [9].

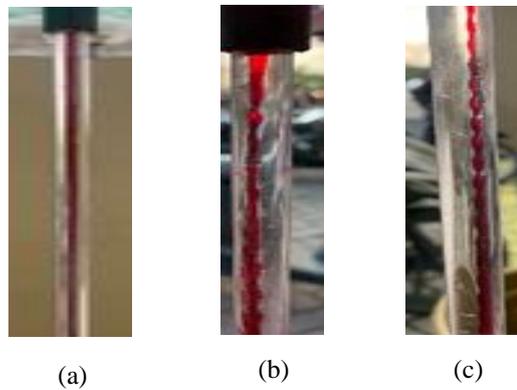
### Pengaruh Diameter Pipa dan Bukaannya Terhadap Bilangan Reynolds

Gambar 4 berikut ini merupakan grafik pengaruh bukaan katup dan variasi pipa terhadap nilai bilangan Reynolds. Nilai bilangan Reynolds yang dihasilkan pada penelitian ini semakin besar seiring dengan variasi bukaan katup dan variasi pipa *test section*. Hal ini ditunjukkan pada gambar 4, dimana pada bukaan 30° untuk ketiga variasi pipa nilainya adalah 958,87, 1378,01, 1867,20 (laminar), sedangkan pada bukaan 42° untuk pipa *test section* 6 mm dan 8 mm nilainya masing-masing 2623,96 dan 3604,36 (transisi). Kemudian untuk pipa *test section* 10 mm nilainya adalah 4650,79 (turbulen).



Gambar 4. Variasi Bukaannya Katup Terhadap Bilangan Reynolds

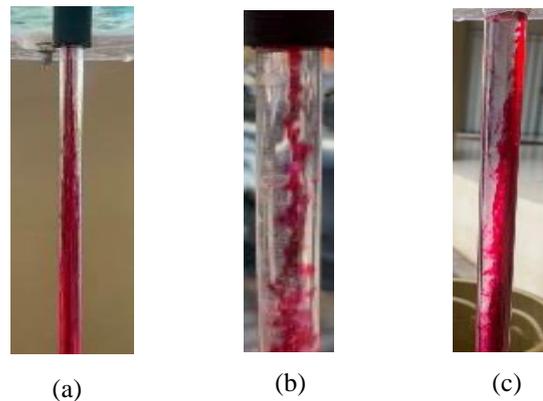
### Visualisasi Aliran



Gambar 5. Visualisasi Aliran Pada Bukaannya Katup 30° untuk pipa (a) 6 mm; (b) 8 mm; (c) 10 mm

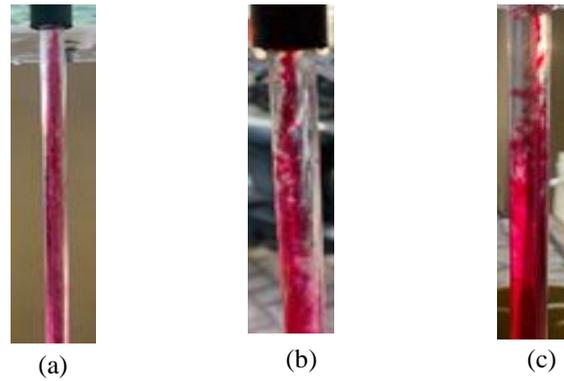
Berdasarkan visualisasi yang terlihat pada gambar 5, bahwa aliran masih menunjukkan jenis laminar.

Selanjutnya pada bukaan 42°, visualisasi aliran yang terlihat adalah aliran transisi untuk pipa *test section* 6 mm dan 8 mm. sedangkan pada pipa *test section* 10 mm visualisasi alirannya turbulen dengan nilai bilangan Reynolds masing-masing sebesar 2623,96, 3604,36 dan 4650,79. Adapun visualisasi alirannya dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Visualisasi Aliran Pada Bukaannya Katup 42° untuk pipa (a) 6 mm; (b) 8 mm; (c) 10 mm

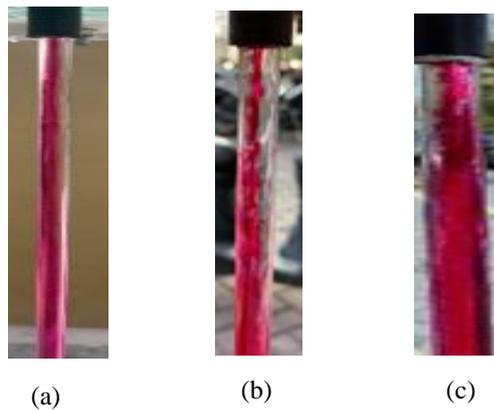
Selanjutnya pada bukaan katup 54° dapat dilihat pada gambar 7.



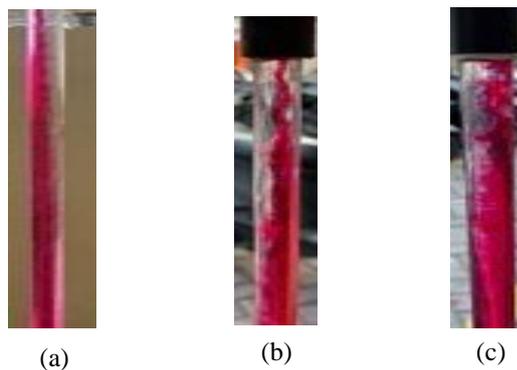
Gambar 7. Visualisasi Aliran Pada Bukaannya Katup  $54^\circ$  untuk pipa (a) 6 mm; (b) 8 mm; (c) 10 mm

Gambar 7 (a) menunjukkan visualisasi alirannya adalah transisi dengan bilangan Reynolds sebesar 3778,05. Sedangkan gambar 7 (b), dan (c) menunjukkan bahwa visualisasi alirannya adalah turbulen. Hal ini juga dibuktikan dengan nilai bilangan Reynoldsnya yang di atas 4000, yaitu masing-masing untuk pipa *test section* 8 mm dan 10 mm sebesar 7165,66, 9112,10.

Pada bukanya katup  $66^\circ$  untuk ketiga pipa *test section* (6, 8, dan 10 mm), nilai bilangan Reynolds yang dihasilkan yaitu 6505,36, 11131,74 dan 14210,74. Hal ini menunjukkan bahwa karakteristik aliran yang didapatkan adalah aliran turbulen dengan visualisasi aliran terlihat pada gambar 8 dibawah ini.

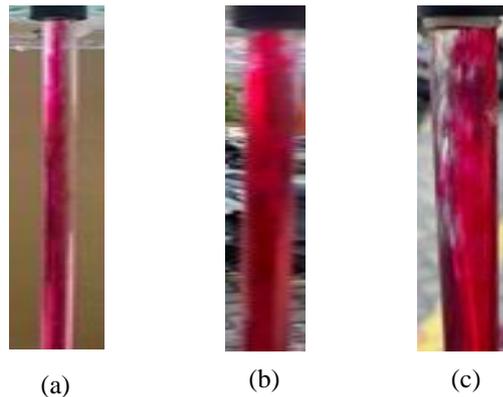


Gambar 8. Visualisasi Aliran Pada Bukaannya Katup  $66^\circ$  untuk pipa (a) 6 mm; (b) 8 mm; (c) 10 mm



Gambar 9. Visualisasi Aliran Pada Bukaannya Katup  $78^\circ$  untuk pipa (a) 6 mm; (b) 8 mm; (c) 10 mm

Untuk ketiga variasi pada gambar 9 dapat terlihat bahwa semua alirannya sudah turbulen. Begitu pula dengan visualisasi yang terlihat pada gambar 10, semua alirannya sudah turbulen.



Gambar 10. Visualisasi Aliran Pada Buka-an Katup 90° untuk pipa (a) 6 mm; (b) 8 mm; (c) 10 mm

### KESIMPULAN

Berdasarkan analisa yang telah dibahas, maka dapat disimpulkan bahwa semakin besar bukaan katup yang divariasikan dan semakin besar diameter pipa yang digunakan, maka aliran yang melewati juga akan semakin turbulen [10]. Hal ini dikarenakan besarnya debit yang dihasilkan dan kecepatan aliran yang melewati pipa juga semakin besar, maka bilangan Reynolds yang dihasilkan juga semakin besar.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada tim Lab. Fenomena Dasar, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Qomaruddin yang telah meluangkan waktu, dukungan dan masukan dalam penelitian ini.

### REFERENSI

- [1] Salamba Hafriison, Iskandar Edi, "Penggunaan Peralatan Eksperimen Karakteristik Aliran Laminer Melewati Berbagai Bentuk dan Model Interaksi Benda," Jurnal SINERGI, Vol. 18 No. 2, 2020.
- [2] Fox, dkk, "Introduction To Fluid Mechanics Sixth Edition," Colombia. John Wiley and Sons, Inc, 2003.
- [3] Munson, B. R., Young, D. F., & Okiishi, T. H., "Mekanika Fluida," Ciracas, Jakarta: ERLANGGA, 2005.
- [4] Yanuar, & Didit, "Koefisien Gesek Pada Rangkain Pipa Dengan Variasi Diameter Dan Kekasaran Pipa," Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Mesin Universitas Gunadarma, 8, 2016.
- [5] Pradhana, R. Y., & Widodo, E, "Analisa Pengaruh Variasi Diameter Pipa Tekan Pvc Pada Pompa Aksial Untuk Kecepatan Gaya Dorong Air," Jurnal Rekayasa Energi Manufaktur, 43, 2017.
- [6] Intan, Dkk, "Laporan Pratikum Osborne Reynolds," Program Studi S-1 Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru 2020, 30, 2020.
- [5] Darmawan, D, "Analisis Bilangan Reynolds Re Untuk Menentukan Jenis Aliran Fluida Menggunakan CFD (Computational Fluid Dynamic) Sebagai Rancangan Ajar Di SMK," Digital Repository Universitas Jember, 66, 2018.
- [6] Dewi Fortuna, I. G., Eliana, W. S., & Dkk, "Laporan Pratikum Operasi Teknik Kimia Percobaan Osborne Reynold," Universitas Lambung Mangkurat, 30, 2020.
- [7] Priyanto, S.E., "Analisa Aliran Fluida Pada Pipa Acrilyc Diameter 12,7 mm, dan 38,1 mm," Universitas Gunadarma, 2012.
- [8] Riani, N.I., dkk, "Analisis Performa Turbin Pelton Sudu Segitiga Dengan Variasi Sudut Semprot Nosel," Jurnal Mekanova, Vol. 8 No.1, 2022.
- [9] Fadli, M.T.A., dkk, "Rancang Bangun Visualisasi Aliran Air Di Dalam Pipa Tubular dengan *Vortex Generator* Untuk Meningkatkan Sifat Turbulensi Aliran Fluida," Teknika STTD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine, Vol. 7 No.2, 2021.
- [10] Darmawan, Deni, dkk., "Analisis Bilangan Reynold (Re) Untuk Menentukan Jenis Aliran Fluida Menggunakan CFD (Computational Fluid Dynamic) Sebagai Rancangan Bahan Ajar Di SMA," Seminar Nasional Pendidikan Fisika Universitas Jember, ISSN 2527-5917 Vol. 3, 2018.

Halaman ini sengaja dikosongkan  
(This page is intentionally left blank)