



Analysis of the Effect of Cross-sectional Area on Water Flow Velocity by Using Venturimeter Tubes

Ana Dhiqfaini Sultan¹⁾, Rizky²⁾, Hidayat³⁾, Sri Mulyani⁴⁾, Wahdah Anugrah Yusuf⁵⁾

Jurusan Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Makassar^{1),2),3)4),5)}

Jln. Sultan Alauddin No. 259 Makassar, Makassar 90221

E-mail: anadhiqfaini@unismuh.ac.id

(Diterima: 04 Januari 2020; Direvisi: 15 Januari 2020; Diterbitkan: 30 Januari 2020)

Abstract – This simple experiment with title the analysis of the effect of cross-sectional area on air flow velocity using a venturimeter tube with aim to know the relation between section wide, speed of water flow and water level in capillary pipes and to know basic principle of Bernoulli and the application in simple set. The activity was reading water level of capillary pipes the caused by changes of water flow that started from heavy, medium, and low. Then analyzed the data that got for every changes of water flow that started from count the different water level in capillary pipes on big pipes and small pipes after that looking for speed of fluid flow on both pipes. Based on analyze data as a result relation between section wide, speed of water flow and water level in capillary pipes that was as bigger of section wide then the speed of water flow was getting smaller and the level water in capillary pipes was getting taller. This is appropriate with Bernoulli principle that states an increase in the speed of a fluid on a pipe with decrease in pressure and in reverse.

Keywords: Venturimeter Tube, Cross-Sectional Area, Speed Of Water Flow, Water Level, Principle Of Bernoulli

Analisis Pengaruh Luas Penampang pada Kecepatan Aliran Air dengan Menggunakan Tabung Venturimeter

Abstrak – Eksperimen sederhana ini berjudul analisis pengaruh luas penampang terhadap kecepatan aliran air dengan menggunakan Tabung Venturimeter yang bertujuan untuk mengetahui hubungan antara luas penampang, Kecepatan aliran air dan ketinggian air pada pipa kapiler serta untuk mengetahui prinsip dasar hukum Bernoulli dan penerapannya dalam rangkaian sederhana. Kegiatan yang dilakukan adalah membaca ketinggian air pipa kapiler yang disebabkan dari perubahan laju aliran air dimulai dari deras, sedang dan rendah. Kemudian menganalisis data yang diperoleh untuk setiap perubahan laju aliran air yang dimulai dari menghitung perbedaan ketinggian air pipa kapiler pada pipa besar dan pipa kecil setelah itu mencari kecepatan aliran fluida pada kedua pipa. Berdasarkan analisis data diperoleh hubungan antara luas penampang, kecepatan aliran air dan ketinggian air pada pipa kapiler yakni semakin besar luas penampang pipa maka kecepatan aliran air pada pipa semakin kecil dan ketinggian air pada pipa kapiler semakin tinggi. Hal ini sesuai dengan bunyi asas Bernoulli yang 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.

Kata kunci: Tabung Venturimeter, Luas Penampang, Kecepatan aliran air, Ketinggian air, hukum Bernoulli

I. PENDAHULUAN

Zat di alam pada umumnya dapat diklasifikasikan kedalam benda padat dan fluida. Dalam kehidupan fluida sering diartikan sebagai zat cair, sedangkan dalam fisika fluida berarti zat yang dapat mengalir. Hal tersebut menandakan bahwa bukan hanya zat cair yang masuk dalam kategori fluida, gas juga dapat dikatakan sebagai fluida. Molekul-molekul didalam fluida memiliki ruang yang lebih besar untuk bergerak yang menyebabkan fluida akan mengikuti bentuk dari wadahnya

Materi fluida sangat penting bagi kehidupan, salah satunya dapat digunakan untuk mengukur laju aliran bahan kimia melalui pipa. Laju aliran dapat dihitung dengan melihat ketinggian pada pipa atau perbedaan tekanan pada pipa sesuai dengan ukurannya. Pipa dengan diameter yang besar mempunyai tekanan yang lebih besar dibandingkan pipa yang mempunyai diameter kecil. Prinsip ini sesuai dengan bunyi asas Bernoulli yang membahas tentang kecepatan aliran fluida dan tekanan.

Penerapan asas Bernoulli dibuktikan dengan menggunakan alat tabung venturimeter, baik yang menggunakan manometer maupun tanpa manometer. Tabung venturimeter digunakan untuk mengetahui kelajuan fluida pada pipa dengan diameter yang berbeda yang dapat dihitung dengan melihat ketinggian air pada pipa kapiler.

Tujuan Eksperimen sederhana ini yaitu untuk lebih mengetahui tentang materi fluida terutama dalam menghitung kecepatan aliran fluida pada pipa, maka dilakukan percobaan dengan tujuan Untuk mengetahui hubungan antara luas penampang, kecepatan aliran air dan ketinggian air pada pipa kapiler serta untuk mengetahui prinsip dasar hukum Bernoulli dan penerapannya dalam rangkaian sederhana.

II. LANDASAN TEORI

Salah satu hukum dasar dalam menyelesaikan persoalan fluida bergerak adalah hukum Bernoulli. Hukum Bernoulli sebenarnya adalah hukum tentang energi mekanik yang diterapkan pada fluida bergerak. Dimana hukum bernoulli membicarakan hubungan antara tekanan, kelajuan aliran air, dan ketinggian fluida tersebut untuk massa jenis yang tetap. Hukum ini menyatakan bahwa jumlah tekanan energi kinetis persatuan volume dan energi potensial persatuan volume mempunyai nilai yang sama disetiap titik sepanjang aliran. Pada pipa yang mengalir dari tempat yang tinggi ketempat yang rendah maka besarnya persamaan fluida yang mengalir dari pipa yang lebih tinggi kepipa yang lebih rendah adalah sebagai berikut:

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + h_1\rho g = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + h_2\rho g \quad (1)$$

Dimana:

$$\begin{aligned} P_1 &= \text{Tekanan pada pipa I (Tinggi)} \\ P_2 &= \text{Tekanan pada pipa II (Rendah)} \\ \rho &= \text{Massa jenis Fluida} \end{aligned}$$

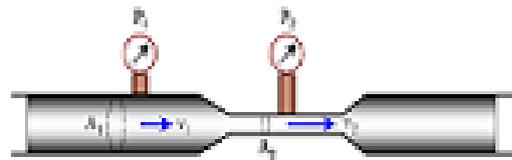
- v_1 = Kecepatan Fluida pada pipa I
- v_2 = Kecepatan Fluida pada pipa II
- h_1 = Ketinggian pipa I
- h_2 = Ketinggian pipa II

Tabung Venturi (*Venturi Tube*) pada dasarnya adalah sebuah pipa dengan bagian tengah yang menyempit (Leher Pipa). Udara yang mengalir didalam pipa ini akan mengalir lebih cepat ketika melewati bagian leher tersebut, sehingga tekanan udara dibagian leher menjadi lebih rendah.

Venturimeter adalah alat yang digunakan untuk mengukur laju aliran fluida dalam pipa tertutup. Contohnya mengukur laju aliran minyak pada pipa pipa penyalur minyak dari tempat pengilangan ke kapal tangker di pelabuhan. Karena minyak yang mengalir dalam pipa tidak dapat dilihat, maka diperlukan teknik khusus untuk mengukur laju alirannya tersebut. Teknik yang dilakukan adalah memasang pipa yang penampangnya berbeda dengan penampang pipa utama kemudian mengukur tekanan fluida pada pipa utama dan pipa yang dipasang. Kita terapkan hukum Bernoulli pada dua lokasi di pipa utama dan pipa yang dipasang, Karena pipa posisinya mendatar, maka kita dapat mengambil $h_1 = h_2$ sehingga:

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 \quad \dots(2)$$

Berikut ini gambar skema pengukuran aliran fluida dengan menggunakan tabung venturimeter tanpa manometer



Gambar 1. Skema pengukuran aliran fluida dengan venturimeter

Selanjutnya kita gunakan persamaan kontinuitas

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

atau

$$v_2 = \frac{A_1}{A_2} v_1 \quad \dots(3)$$

Substitusi persamaan (3) ke persamaan (2)

$$v_1 = \sqrt{\frac{2gh}{\frac{A_1^2}{A_2^2} - 1}} \quad \dots(4)$$

Keterangan :

- v_1 = Kecepatan Fluida Pertama (m/s)
- g = Gaya gravitasi bumi (m/s²)
- h = ketinggian fluida dalam pipa (cm)
- A_1 = Luas penampang pipa besar (cm²)
- A_2 = Luas penampang pipa kecil (cm²)

Tampak dari persamaan diatas menunjukkan bahwa laju aliran fluida dalam pipa dapat ditentukan hanya dengan mengukur beda tekanan di dua tempat yang memiliki penampang yang berbeda.

III. METODE PENELITIAN

Eksperimen yang dilakukan yaitu eksperimen sederhana dengan menggunakan tabung venturimeter untuk pengambilan data ketinggian air pada pipa yang kemudian digunakan pada perhitungan kecepatan aliran air pipa.

1. Alat dan bahan

Alat dan bahan yang digunakan yaitu pipa kapiler, pipa besar, pipa kecil, wadah air, keran air, penyambung pipa, air dan pewarna

2. Prosedur Kerja

Prosedur kerja pada eksperimen sederhana ini dimulai dengan merangkai alat sesuai dengan gambar berikut:



Gambar 2. Rangkaian percobaan Tabung venturimeter

Kemudian dilakukan pengambilan data sebanyak tiga kali dengan laju aliran air berturut-turut yaitu deras, sedang dan lambat. Pada proses pengambilan data yang dilakukan, pembacaan skala ketinggian air

pada pipa kapiler baik pada pipa besar maupun pada pipa kecil dilakukan ketika laju aliran air telah konstan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan ekperimen sederhana dengan menggunakan tabung venturimeter diperoleh data ketinggian air pada pipa besar dan pipa kecil seperti pada tabel berikut.

Tabel 1. hasil pengukuran ketinggian air pada tabung venturimeter

Laju aliran Air	Ketinggian Air, h (cm)		
	h_1	h_2	$h_1 - h_2$
Deras	5,40	1,30	4,10
Sedang	8,00	5,30	2,70
Rendah	4,20	2,00	2,20

Nilai ketinggian air pada pipa kapiler sesuai dengan tabel 1 kemudian dianalisis untuk menghitung nilai kecepatan aliran air pada pipa besar dan pipa kecil. Adapun nilai kecepatan aliran air yang diperoleh dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. hasil analisis data kecepatan aliran air pada pipa besar dan kecil

Laju aliran air	h_1 (m)	h_2 (m)	$h_1 - h_2$ (m)	v_1 (m/s)	KR (%)	v_2 (m/s)	KR (%)
Deras	0,0540	0,0310	0,0410	0,9055	11	1,274	0.2
Sedang	0,0800	0,0530	0,0270	0,7348	14	1,034	0.3
Lambat	0,0420	0,0200	0,0220	0,6633	15	0,9334	0.2

Berdasarkan tabel 2 dapat dilihat bahwa ketinggian air pada pipa besar (h_1) lebih tinggi dibandingkan dengan ketinggian air pada pipa kecil (h_2), sedangkan nilai kecepatan aliran air yang diperoleh pada pipa besar lebih kecil jika dibandingkan dengan kecepatan aliran air pada pipa kecil. sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin besar

kecepatan aliran air maka ketinggian air pada pipa semakin rendah. Hal ini sesuai dengan bunyi hukum Bernoulli yang 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.

Dari hasil perhitungan selisih ketinggian air pada pipa besar dan pipa kecil, dapat diketahui bahwa semakin deras laju aliran air pada pipa maka selisih ketinggian air pada kedua pipa juga semakin besar. Hubungan antara selisih ketinggian air dengan laju aliran air dapat dilihat pada persamaan tabung venturimeter, dimana kecepatan aliran air berbanding lurus dengan selisih ketinggian air dan semakin besar laju aliran air maka kecepatan aliran air juga semakin besar. Sehingga dapat diketahui bahwa laju aliran air berbanding lurus dengan selisih ketinggian air.

Adapun ketidakpastian relatif kecepatan aliran air yang diperoleh pada pipa besar (v_1) berturut-turut sebesar 11%, 14% dan 15%. Sedangkan ketidakpastian relatif kecepatan aliran air yang diperoleh pada pipa kecil (v_2) berturut-turut sebesar 0.2%, 0.3% dan 0.2%. sehingga dapat di simpulkan percobaan yang dilakukan sudah cukup teliti.

Adanya perbedaan nilai yang diperoleh pada eksperimen ini terjadi karena adanya kesalahan paralaks ketika membaca ketinggian air pada pipa terutama pada pipa besar ketinggian air cenderung lebih cepat berubah ketika laju aliran air di ubah sehingga laju air lebih lambat konstan dibandingkan dengan pipa kecil.

V. PENUTUP

Kesimpulan yang diperoleh dari Eksperimen sederhana ini sebagai berikut:

1. Semakin besar luas penampang pipa maka kecepatan aliran air pada pipa semakin kecil dan ketinggian air pada pipa kapiler semakin tinggi.
2. Hukum 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.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan berakhirnya jurnal ini, penulis ingin berterima kasih untuk semua yang terlibat dalam pelaksanaan praktikum hingga pembuatan jurnal. Penulis menyadari sepenuhnya, dalam penyusunan jurnal ini tidak lepas dari tantangan dan hambatan. Namun berkat usaha dan motivasi dari pihak-pihak langsung maupun tidak langsung yang memperlancar jalannya penyusunan sehingga jurnal ini dapat penulis susun seperti sekarang. Olehnya itu, secara mendalam penulis ucapkan banyak terima kasih atas bantuan dan motivasi yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan jurnal ini.

PUSTAKA

- [1] Abdullah, Mikrajuddin. *Fisika Dasar 1*. Institusi Teknologi Bandung. 2016.
- [2] Bangsal, R.K. *Fluid Mechanics And Hydraulic Machines*. R.K Gupta. 2007.
- [3] Bangsal, R.K. *Fluid Mechanics*. Laxmi Publications (P) LTD. 2007.
- [4] Maruf, M., & Hustim, R. (2018). Pembelajaran Fisika Berbasis *Cone of Experience Edgar Dale* pada Materi Elastisitas dan Fluida Statis. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 6(1), 1-12.
- [5] Giancoli, Douglas C. *Fisika Edisi Ketujuh Jilid 1 Prinsip dan Aplikasi*. Erlangga. 2014.
- [6] Halliday, David dkk. *Fisika Dasar Edisi 7 Jilid 1*. Erlangga. 2010
- [7] Jewett, Serway. *Fisika Untuk Sains dan Teknik*. Salemba Teknika. 2014
- [8] Munson, Bruce R., Dkk. *Mekanika Fluida Edisi Keempat Jilid 1*. Erlangga. 2003
- [9] Salim, Astuti & Suryani Taib. *Fisika Dasar 1*. CV Budu Utama. 2018.
- [10] Syam, M., Arsyad, M., & Maruf, M. (2015). Peranan Penggunaan KIT IPA sebagai Alat Pembelajaran dalam Upaya Meningkatkan Keterampilan Peserta Didik Kelas VIII4 SMP Negeri 1 Belawa Kab. Wajo, *Jurnal Pendidikan Fisika*, 3(3), 241-262.
- [11] Tipler, Paul A. *Fisika Untuk Sains dan Teknik*. Erlangga. 1998
- [12] Wiley, John & Sons. *Handbook of Food Process Design Volume 1*. Wiley. 2012
- [13] Young, Hugh D dan Roger A. Freedman. *Fisika Universitas Edisi Kesepuluh Jilid 1*. Erlangga. 2002.