



Jenis Artikel: *original research*

Studi Analisis Perbandingan Tekanan melalui Pipa Venturi dengan Perbedaan Diameter Pipa

Nurhayati Nurhayati¹, Mauli Samita², Suryani Harahap²

¹Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Ar-Raniry, Banda Aceh

²Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, UIN Ar-Raniry, Banda Aceh

Corresponding e-mail: nurhayati.sururi@ar-raniry.ac.id

KATA KUNCI:

Venturimeter,
diameter pipa kapiler,
kecepatan aliran,
ketinggian cairan,
tekanan, Hukum
Bernoulli

Diterima: 19 Juni 2020

Direvisi: 10 Juli 2020

Diterbitkan: 19 Juli 2020

Terbitan daring: 30 juli 2020

ABSTRAK. Fenomena menarik dari sebuah aliran fluida dalam Venturimeter yang berbeda diameter pipa kapilernya adalah adanya perbedaan ketinggian cairan, kecepatan aliran dalam pipa, dan juga tekanan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara diameter pipa kapiler dengan kecepatan aliran, ketinggian cairan dan tekanan. Metode dalam penelitian ini adalah eksperimen. Setelah dilakukan eksperimen, dilanjutkan dengan perhitungan beberapa variabel dengan menggunakan rumus dan dianalisis. Berdasarkan penelitian dapat disimpulkan bahwa jika diameter pipa kapiler diperbesar, maka kecepatan aliran menjadi kecil, ketinggian permukaan air menjadi lebih besar, dan tekanan juga menjadi lebih besar. Hal ini sesuai dengan Persamaan Bernoulli.

1. Pendahuluan

Venturimeter adalah salah satu alat yang menggunakan prinsip bejana berhubungan (Widowati, 2017). Venturimeter digunakan pada pipa aliran untuk mengukur kelajuan aliran zat cair (Fatimah, 2021). Penelitian mengenai venturimeter penting dilakukan karena dengan data penelitian venturimeter dapat diterapkan untuk membuktikan fluida dinamik maupun statik secara langsung (Widowati, 2017).

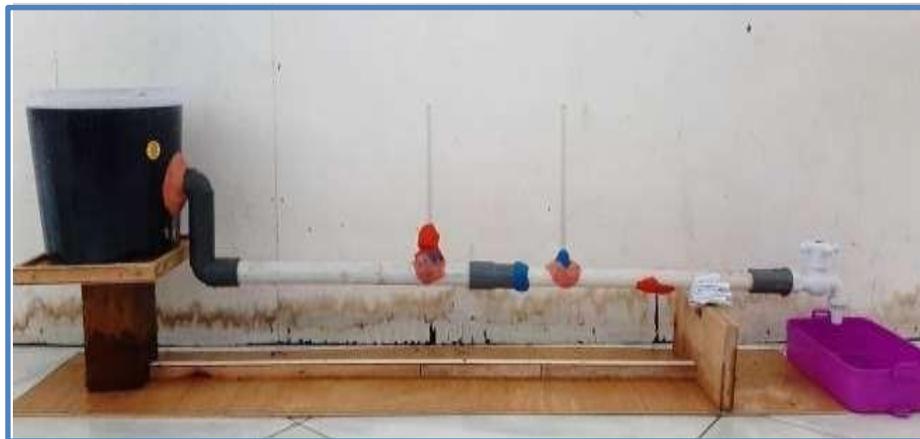
Penelitian mengenai Venturimeter telah banyak dilakukan hingga sekarang. Diantaranya adalah penemuan mengenai besar kecepatan rata-rata aliran air dari berbagai variasi diameter pipa venturi (Abidin

dan Wagini, 2013) dan media pembelajaran dengan pengukuran rugi aliran fluida juga telah dikembangkan (Ramadhan dkk., 2014). Selain itu, penelitian pengembangan alat peraga tabung venturi yang layak juga telah dihasilkan (Cahyono dan Sucahyo, 2017). Penelitian dalam mengembangkan alat praktikum venturimeter pada materi fluida juga telah dilakukan (Widowati, 2017). Selain itu, telah dilakukan pengukuran tekanan pipa Venturi dengan cara numerik menggunakan metode *Computational Fluid Dynamic* (CFD) dengan menggunakan *software Solidworks 2014* (Ariza, 2019). Selanjutnya, penelitian lain juga membahas mengenai kualitas alat praktikum venturimeter yang telah dikembangkan (Rismaningsih dkk., 2020). Penelitian lain juga memaparkan mengenai hubungan antara luas penampang dan kecepatan aliran secara kuantitatif, sedangkan pembahasan tekanannya belum dibuktikan secara kuantitatif (Sultan dkk., 2020).

Venturimeter bekerja berdasarkan pada pengukuran perbedaan tekanan melalui penyempitan penampang (Widowati, 2017). Namun, menurut teori persamaan hidrostatis juga terdapat perbedaan tekanan yang disebabkan oleh adanya perbedaan diameter pipa dan juga ketinggian cairan dimasing-masing pipa (Ariza, 2019). Dengan demikian, jika data perbedaan tekanan aliran fluida yang terjadi di dalam Venturimeter diketahui secara kuantitatif dan data kecepatan juga diketahui maka dapat digunakan sebagai solusi untuk mencari jumlah aliran yang melewati Venturimeter tersebut (Ariza, 2019). Hal ini juga merupakan solusi dalam memahami lebih jauh tentang persamaan Bernoulli karena dalam persamaan Bernoulli menjelaskan hal-hal yang berkaitan erat dengan kecepatan aliran, tinggi permukaan zat cair dan tekanan zat (Ariza, 2019).

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan membuat eksperimen sederhana menggunakan pipa kapiler sebagai pipa venturi dengan diameter yang berbeda yaitu 2.5 cm pada pipa 1 dan 1.8 cm pipa 2. Desain percobaan ditunjukkan seperti Gambar 1.



Gambar 1. Desain Percobaan Venturimeter.

Dalam eksperimen ini, kran dipastikan dalam keadaan tertutup dan air dialirkan melalui pipa yang lebih besar dengan membuka kran air secara keseluruhan atau penuh (1), air dibiarkan melewati pipa sehingga terlihat perbedaan tinggi permukaan air yang berada pada pipa kapiler vertikal. Ketinggian air yang masuk pada pipa kapiler diamati, diukur ketinggiannya, dicatat hasilnya dan dibiarkan kran dalam keadaan konstan. Selanjutnya, dengan cara yang sama eksperimen dilanjutkan untuk jenis pembukaan kran air setengah penuh (1/2) dan juga seperempat penuh (1/4).

Setelah semua pengukuran selesai, dilanjutkan dengan perhitungan luas permukaan pipa kapiler dengan rumus sebagai berikut (Ariza, 2019):

$$A_1 = \pi r^2 \quad (1)$$

$$A_2 = \pi r_2^2 \tag{2}$$

dengan A_1 dan A_2 secara berturut-turut adalah luas penampang pipa kapiler 1 dan luas penampang pipa kapiler 2, nilai π adalah konstan sebesar 3.14, serta r_1 dan r_2 secara berturut-turut adalah jari-jari pipa kapiler 1 dan jari-jari pipa kapiler 2.

Selanjutnya adalah perhitungan tekanan dan perbedaan tekanan dimasing-masing pipa kapiler dengan rumus sebagai berikut (Abidin, 2013 dan Ariza, 2019):

$$P_1 = P_0 + r_1 g h_1 \tag{3}$$

$$P_2 = P_0 + r_2 g h_2 \tag{4}$$

$$\Delta P = P_1 - P_2 = g(r_1 h_1 - r_2 h_2) \tag{5}$$

dengan P_1 dan P_2 secara berturut-turut adalah tekanan di pipa kapiler 1 dan tekanan di pipa kapiler 2, P_0 adalah tekanan atmosfer yang nilainya konstan sebesar 10^5 N/m^2 (Ashari, 2017), g adalah percepatan gravitasi bumi yang nilainya konstan sebesar 9.8 m/s^2 , h_1 dan h_2 secara berturut-turut adalah tinggi cairan di pipa kapiler 1 dan tinggi cairan di pipa kapiler 2, serta ΔP adalah perbedaan tekanan antara kedua pipa kapiler.

Berikutnya adalah perhitungan kecepatan aliran dimasing-masing pipa kapiler dengan rumus sebagai berikut (Abidin, 2013 dan Ariza, 2019):

$$v_1 = A_2 \sqrt{\frac{r_2^2 g \Delta h}{A_1^2 - A_2^2}} \tag{6}$$

$$v_2 = \frac{A_1}{A_2} \cdot v_1 \tag{7}$$

dengan v_1 dan v_2 secara berturut-turut adalah kecepatan aliran di pipa kapiler 1 dan kecepatan aliran di pipa kapiler 2, dan Δh adalah perbedaan ketinggian cairan antara kedua pipa kapiler.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil penelitian

Berdasarkan ketiga perlakuan dan dari data diameter pipa kapiler, diperoleh luas masing-masing pipa kapiler melalui perhitungan menggunakan rumus 1 dan 2 yaitu sebagai berikut:

$$A_1 = \pi r_1^2 = \pi \left(\frac{2.5\text{cm}}{2}\right)^2 = 4,91 \times 10^{-4} \text{m}^2$$

$$A_2 = \pi r_2^2 = \pi \left(\frac{1.8\text{cm}}{2}\right)^2 = 2,54 \times 10^{-4} \text{m}^2$$

Selain itu, diperoleh data pengukuran untuk ketinggian cairan masing-masing pipa kapiler (h). Selanjutnya, diperoleh nilai tekanan dan perbedaan tekanan dimasing-masing pipa kapiler dengan rumus 3, 4, dan 5, serta diperoleh nilai kecepatan aliran dimasing-masing pipa kapiler dari rumus 6 dan 7 seperti terlihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Data Hasil Eksperimen dan Hasil Perhitungan Tekanan dan Kecepatan pada Kedua Pipa Kapiler

No	Eksperimen	h_1 (m)	h_2 (m)	Δh (m)	P_1 (N/m ²)	P_2 (N/m ²)	ΔP (N/m ²)	v_1 (m/s)	v_2 (m/s)
1	1 putaran kran	0,171	0,150	0,021	11675,8	11470,0	205,8	0,3889	0,7502
2	1/2 putaran kran	0,148	0,132	0,016	11450,4	11293,6	156,8	0,3395	0,6549
3	1/4 putaran kran	0,131	0,120	0,011	11283,8	11176,0	107,8	0,2815	0,5430

3.2 Pembahasan

Dari Tabel 1 terlihat bahwa terdapat perbedaan antara perlakuan 1, 2, dan 3. Perlakuan 1 adalah kran air diputar penuh, perlakuan 2 adalah kran air diputar setengah penuh, dan perlakuan 3 adalah kran air diputar seperempat penuh. Semakin besar aliran air yang dialirkan maka semakin tinggi cairan yang terdapat pada pipa kapiler 1 sehingga menimbulkan perubahan ketinggian cairan Δh semakin besar.

Pada pipa kapiler 1 atau pipa dengan diameter lebih besar terjadi tekanan yang lebih besar dari pada pipa kapiler 2 atau pipa dengan diameter lebih kecil. Perubahan tekanan dari perlakuan 1-3 semakin menurun karena nilai tekanan di pipa 1 dan 2 juga menurun. Tekanan yang besar pada pipa kapiler besar menyebabkan kecepatan aliran cairan menjadi kecil di pipa besar, sebaliknya tekanan yang kecil di pipa kapiler kecil menyebabkan kecepatan aliran besar di pipa kecil. Hal ini sesuai dengan Hukum Bernoulli yang mana ketika kecepatan aliran besar maka tekanan akan menurun, dan ketika kecepatan aliran menurun maka tekanannya meningkat (Sultan, 2020).

Hasil penelitian ini juga sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan Sultan, 2020. Namun pada penelitian ini telah berhasil menambahkan variabel nilai tekanan secara kuantitatif. Sehingga informasi dan hubungan antara perbedaan diameter pipa kapiler, kecepatan aliran cairan, tinggi permukaan cairan, serta tekanan menjadi lebih sempurna.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dapat disimpulkan bahwa jika diameter pipa kapiler diperbesar, maka kecepatan aliran menjadi kecil, ketinggian permukaan air menjadi lebih besar, dan tekanan juga menjadi lebih besar. Hal ini sesuai dengan Persamaan Bernoulli.

Ucapan Terimakasih

Terimakasih kepada Kepala Laboratorium Pendidikan Fisika FTK UIN Ar-Raniry yang telah membantu menyediakan alat-alat dan bahan dalam eksperimen ini.

Keterlibatan Penulis

NH membuat ide gagasan pokok penelitian, mengolah data, menganalisis data, menulis artikel dan mengedit kembali artikel hasil review dari reviewer, MS mengecek kemiripan, sedangkan SH mengambil data percobaan.

Daftar Pustaka

- Abidin, K dan Wagiani, S. 2013. Studi Analisis Perbandingan Kecepatan Aliran Air Melalui Pipa Venturi Dengan Perbedaan Diameter Pipa. *Jurnal Dinamika*. Vol. 04 (1), 62-78.
- Ashari, A. 2017. *Tekanan Atmosfer dan Sirkulasi Atmosfer Global*. Yogyakarta, UNY.
- Ariza, F. 2019. *Analisa Numerik Aliran Melalui Venturimeter Dengan Variasi Ukuran Leher Untuk Menentukan Koefisien Kecepatan Dan Penurunan Tekanan*. Medan, Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Cahyono, T.T dan Sucahyo, I. 2017. Pengembangan Alat Peraga Tabung Venturi untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains pada Materi Fluida Dinamik. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika*. Vol.06 (3), 246-249.
- Fatimah, 2021. *Pengembangan Modul Fisika Fluida Dinamis Berbasis Pemecahan Masalah*. Makassar, Universitas Muhammadiyah Makassar Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Program Studi Pendidikan Fisika.
- Ramadhan,Y, Ramelan, dan Sumbodo, W. 2014. Pengembangan Media Pembelajaran Pengukuran Rugi Aliran Fluida Cair Dalam Pipa Venturi Untuk Menunjang Perkuliahan Mekanika Fluida. *Journal of Mechanical Engineering Learning*. Vol. 03 (2). 115-124.
- Rismaningsih, F, Nurhafsari, A, dan Budiman, J. 2020. Pengembangan Alat Praktikum Venturimeter sebagai Media Penunjang Perkuliahan Fisika Dasar Prodi Teknik Sipil Universitas Islam Syekh-Yusuf. *Jurnal Pendidikan dan Aplikasi Industri (UNISTEK)*. Vol. 07 (1), 28-34.
- Sultan, A.D, Rizky, Hidayat, Mulyani, S, Yusuf, W. A. 2020. Analisis Pengaruh Luas Penampang pada Kecepatan Aliran Air dengan Menggunakan Tabung Venturimeter. *Jurnal Pendidikan Fisika Universitas Muhammadiyah Makassar*. Vol. 08 (1), 94-99.
- Widowati, W. 2017. *Pengembangan alat praktikum venturimeter untuk pembelajaran materi fluida di SMA/MA kelas XI*. Yogyakarta, Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga.