

Pengaruh Aspek Ratio Luasan *Sudden Contraction* Terhadap *Head Loss* Aliran Laminar

Satrio Waluyo¹⁾, Ali Akbar²⁾, Prantasi Harmi Tjahjanti³⁾, Rachmat Firdaus⁴⁾.

^{1,2,3,4)} Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

E-mail: ¹⁾satriowaluyo27@gmail.com, ²⁾aliakbar@umsida.ac.id,
³⁾pratansiharmi@umsida.ac.id, ⁴⁾firdausr@umsida.ac.id

Abstrak

Penelitian ini digunakan untuk mengetahui Head Loss aliran yang terjadi pada pipa Sudden Contraction dengan perbandingan spesimen 1, 2, dan 3 pada diameter tabung akrilik 0,2D, 0,4D, dan 0,6D. Dengan mengetahui Head Loss yang terdapat pada tiga pipa akrilik tersebut, maka akan diketahui nilai rugi tekanan yang terjadi. Dalam Penelitian ini digunakan debit 0,0005m³/s, yang mengalir pada saluran. Tekanan yang terjadi pada sisi masuk (D1) dan sisi keluar pipa (D2) Sudden Contraction akan diukur oleh manometer U. Head Loss dihitung dari perbedaan tekanan yang terjadi pada masing-masing aliran disetiap aspek rasio. Dari hasil penelitian ini didapatkan bahwa semakin besar aspek rasio, maka semakin kecil Head Loss yang terjadi, yaitu pada aspek rasio 0,2D sebesar 0,0043 meter, aspek rasio 0,4D sebesar 0,0014 meter, aspek rasio 0,6D sebesar 0,0003 meter.

Kata Kunci: *Head Loss*, Aspek Ratio, Sudden contraction.

Abstract

This research was used to determine the flow Head Loss that occurs in Sudden contraction/Contraction pipes with specimen comparisons of 1, 2, and 3 on acrylic tube diameters of 0.2D, 0.4D, and 0.6D. By knowing the Head Loss contained in the three acrylic pipes, you will know the value of the pressure loss that occurs. In this research, a discharge of 0.0005m³/s was used, which flows in the channel. The pressure that occurs on the inlet side (D1) and the outlet side of the Sudden Contraction pipe (D2) will be measured by a U manometer. Head Loss is calculated from the pressure difference that occurs in each flow at each aspect ratio. From the results of this research, it was found that the greater the aspect ratio, the smaller the Head Loss that occurs, namely at a 0.2D aspect ratio of 0.0068 meters, a 0.4D aspect ratio of 0.0014 meters, a 0.6D aspect ratio of 0.0003 meters.

Keywords: *Head Loss*, Aspect Ratio, Sudden contraction.

1. PENDAHULUAN

Energi yaitu suatu konsep dasar pada ilmu fisika, yang berkaitan dengan segala aspek dalam kehidupan. Salah satunya yaitu energi tekanan fluida. Energi fluida berperan penting dalam kehidupan sehari-hari, khususnya pada air yang bilamana banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari, contohnya seperti memasak, mandi, cuci pakaian, dan cuci kendaraan [1]. Pendistribusian air melibatkan

berbagai sistem, infrastruktur, dan teknologi untuk memastikan pasokan air yang aman, bersih, dan efisien kepada masyarakat. Agar dapat memindahkan air dari tempat satu ke tempat yang lain membutuhkan pompa untuk mendorong fluida [2]. Salah satunya dengan menggunakan kinerja pada pompa sentrifugal untuk pendistribusian air. Dalam penggunaan pompa sangat diperlukan tekanan untuk memenuhi kinerja dari pompa tersebut, yang mengakibatkan tekanan fluida akan terisap masuk dan mengeluarkannya pada sisi tekan ataupun sisi keluar pada tekanan yang lebih tinggi untuk mengatasi head and pressure drop pada sistem perpipaan [3].

Cara kerja "*head*" and "*increased pressure*" dalam sistem perpipaan berkaitan erat dengan bagaimana energi dalam aliran fluida pada pipa faktanya fluida mengalami peningkatan pada tekanan, bersamaan pada panjang pipa yang di aliri fluida tersebut. Peningkatan tekanan didalam pipa merupakan peran penting untuk mengetahui guna merakit sistem perpipaan [4]. Hilangnya sumber energi paling besar dari aliran air dalam pipa merupakan dampak dari goresan yang terjadi pada air dan dinding dalam pipa. Kekasaran pada permukaan pipa, Panjang, diameter pipa, jenis fluida, kecepatan, sambungan pipa, belokan, katup, dan termasuk pipa belokan 45° - 90° [5], serta wujud aliran yang sangat berkaitan pada naiknya tekanan energi tersebut [6].

Pada rugi-rugi aliran yang disebut dengan (*Head Loss*) memiliki beberapa jenis kerugian *Head Loss* terbagi menjadi 2 yaitu, *major losses* and *minor losses*. *Major losses* [7] merupakan kerugian pada sistem perpipaan yang diakibatkan oleh goresan pada fluida dengan dinding pipa memanjang. *Minor losses* merupakan kerugian yang terjadi pada sistem perpipaan yang diakibatkan oleh adanya sambungan pada pipa [8].

"*Sudden contraction*" adalah istilah yang digunakan dalam rekayasa fluida untuk menggambarkan kondisi di mana diameter pipa bertambah besar [9]. Untuk Penelitian ini metode yang di terapkan menggunakan material akrilik berbentuk tabung dengan 3 variasi yaitu Kecil (0.204), Sedang (0.396), Besar (0.602) [10].

Penelitian ini akan dilakukan dengan memvariasikan diameter masuk dan keluar dengan perbandingan 0,2 sampai 0,6 dari diameter keluar, yang di notasikan 0,2D, 0,4D dan 0,6D. Hasilnya akan diamati melalui perbedaan tekanan dengan menggunakan manometer U.

2. METODE PENELITIAN

a. Desain Eksperimen

Pada Proses pembuatan sebuah alat diperlukan desain untuk konsep benda kerja dengan tujuan agar perancangan alat dapat membuat alat dengan mudah untuk menjalankan pekerjaan yang dilakukan oleh perancang. Dibawah ini merupakan rancangan desain tabung akrilik.



Gambar 1. Desain Eksperimen Penelitian

b. Prinsip Kerja *Sudden contraction*

Sudden contraction adalah kondisi di mana terjadi peningkatan dalam luasan secara tiba-tiba pada aliran fluida. Dalam konteks mekanika fluida, *sudden contraction* menyebabkan perubahan tiba-tiba dalam distribusi kecepatan dan tekanan aliran. Prinsip kerja *sudden contraction* terhadap *Head Loss* pada aliran laminar dapat dijelaskan di bawah ini:

1) Material Spesimen

Akrilik model tabung adalah bahan spesimen yang digunakan dalam penelitian ini. Sesuai dengan banyaknya proses dengan tiga kali pengujian pada 3 pasang spesimen sehingga total menjadi 9 kali pengujian pada spesimen dengan variasi:

- Spesimen 1 : D1(115 mm) x D2 (2.54mm)
- Spesimen 2 : D1(160 mm) x D2(2.54mm)
- Spesimen 3 : D1 (200 mm) x D2 (2.54mm)



Gambar 2. Benda Uji dengan Berbagai Aspek Rasio

2) Proses Pengujian *Sudden contraction*

Pada percobaan tiga benda proses uji *sudden contraction*. Metode ini sesuai dengan percobaan yang telah ditentukan. Langkah-langkah untuk proses uji *sudden contraction* adalah sebagai berikut:



Gambar 3. Instalasi Penelitian

3) Langkah selanjutnya yaitu menganalisis data melalui manometer U pada milimeterblok yang telah di siapkan.



Gambar 4. Hasil Pengujian Manometer U

4) Langkah yang terakhir yaitu melihat rugi-rugi aliran melalui *Flowmeter* yang di sambung pada pertengahan pipa i dim dengan jarak waktu selama 1 menit.



Gambar 5. *Flowmeter*

c. Berikut Langkah Rumus *Sudden contraction*1) Debit Aliran *Flowmeter*

Debit aliran dalam konteks *Flowmeter* mengacu pada jumlah atau laju aliran fluida yang diukur atau dipantau oleh *Flowmeter* pada suatu titik dalam sistem perpipaan atau saluran. *Flowmeter* adalah alat pengukur yang digunakan untuk mengukur debit aliran fluida yang mengalir melalui pipa atau saluran mekanis.

– Pengukuran debit:

- $Q = \frac{V}{T}$

Keterangan:

V = Volume (liter/detik)

Q = Debit (dm³/jam)

T = Waktu (detik)

2) Hasil Luasan Masing-masing Spesimen

– Pengukuran luasan

- $L = \frac{1}{4} \times \pi \cdot D^2$

Keterangan:

L= Luasan

$$\pi = 3,14 \frac{22}{7}$$

D= Diameter

– Hasil pembulatan

$$\Delta h = A1/A2$$

Keterangan:

Δh = Hasil Luasan

A1= luasan penampang 1 (variasi)

A2= luasan penampang 2 (luasan tetap pipa 1 dim)

3) Tekanan Manometer U Pada Setiap Spesimen

- Pengukuran tekanan

- $P = \rho \cdot g \cdot h$

Keterangan:

P= adalah tekanan pada titik ukur (N/m²)

ρ = adalah kerapatan fluida (kg/m³)

g= adalah percepatan gravitasi (sekitar 9,81 m/s²)

h= adalah tinggi kolom fluida pada manometer U (dalam meter)

4) Rugi-rugi Aliran Head Loss

- Mengacu pada manometer U yang diaman rumus tersebut:

- $\Delta h = \Delta h_1 - \Delta h_2$

Keterangan:

Δh = perbedaan tekanan

Δh_1 = tekanan pada titik penampang 1 (variasi spesimen)

Δh_2 = tekanan pada titik penampang 2 (tetap pipa 1 dim)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Hasil Data Pengujian *Sudden contraction*

1) Rugi-rugi Aliran *Head Loss*

- Mengacu pada manometer U yang di mana rumus tersebut:

- Spesimen 1

Diketahui:

$$\Delta h_1 = 0,086$$

$$\Delta h_2 = 0,0154$$

$$\Delta h = \text{Ditanya}$$

Jawab:

$$\Delta h = \Delta h_2 - \Delta h_1$$

$$\Delta h = 0.0154 - 0,086$$

$$= -0,0068 \text{ m}$$

- Spesimen 2

Diketahui:

$$\Delta h_1 = 0,0135$$

$$\Delta h_2 = 0,0149$$

Δh = Ditanya

Jawab:

$$\Delta h = \Delta h_2 - \Delta h_1$$

$$\Delta h = 0,0149 - 0,0135$$

$$= 0,0014 \text{ m}$$

- Spesimen 3

Diketahui:

$$\Delta h_1 = 0,0144$$

$$\Delta h_2 = 0,0147$$

Δh = Ditanya

Jawab:

$$\Delta h = \Delta h_2 - \Delta h_1$$

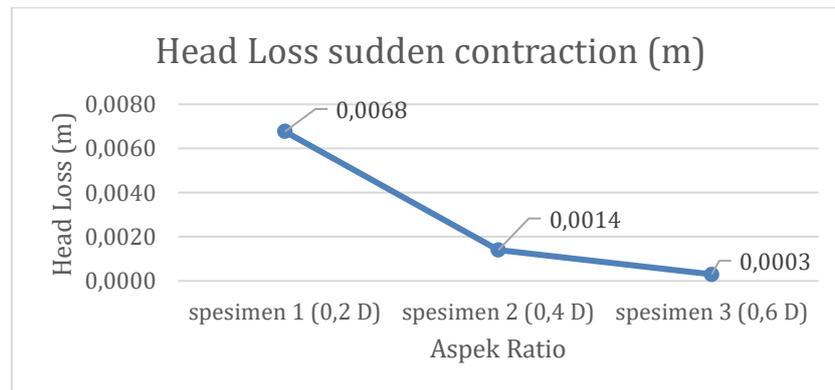
$$\Delta h = 0,0147 - 0,0144$$

$$= 0,0003 \text{ m}$$

Tabel 1. Data Hasil Pengujian

Data Hasil Pengujian Pada Manometer Meter U di setiap Section						
Pengujian	Spesimen 1 (0,2D)		Spesimen 2 (0,4D)		Spesimen 3 (0,6D)	
	Δh_2 (meter)	Δh_1 (meter)	Δh_2 (meter)	Δh_1 (meter)	Δh_2 (meter)	Δh_1 (meter)
1.	0.0152	0.0083	0.0147	0.0133	0.0145	0.0142
2.	0.0155	0.0088	0.0149	0.0135	0.0147	0.0144
3.	0.0155	0.0088	0.0150	0.0136	0.0148	0.0145
Rata-rata	0.0154	0.0086	0.0149	0.0135	0.0147	0.0144
Δh (meter)	0,0068		0,0014		0,0003	

Untuk memudahkan pembacaan data hasil rata-rata pengujian masing-masing Spesimen dapat dilihat pada grafik Gambar dibawah ini.



Gambar 6. *Head Loss Sudden contraction*

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian Diatas maka *Head Loss* yang terjadi pada setiap variasi aspek ratio adalah:

- a. Berdasarkan tiga spesimen. *Head Loss* aliran laminar mendapatkan aspek ratio1 (0,2D) menghasilkan *Head Loss* 0,0068meter, aspek ratio2 (0,4D) menghasilkan *Head Loss* 0,0014meter, aspek ratio3 (0,6D) menghasilkan *Head Loss* 0,0003meter.
- b. Semakin Besar aspek ratio menghasilkan *Head Loss* yang semakin kecil

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih saya ucapkan kepada Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo yang telah memberikan ilmu dan wawasan yang bermanfaat serta rekan aslab, rekan himpunan, maupun teman teman seperjuangan yang telah membantu untuk menyelesaikan penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ghurri, “Dasar-Dasar Mekanika Fluida,” *Dasar-Dasar Mek. Fluida*, p. 1, 2014, [Online]. Available: https://simdos.unud.ac.id/uploads/file_pendidikan_1_dir/2e54aeb12421ee1a17c35e14ba49cb23.pdf

- [2] D. A. Dwi Hersandi and I. M. Arsana, "Pengaruh Jenis Fluida Pendinginan Terhadap Kapasitas Radiator Pada Sistem Pendinginan Mesin Daihatsu Xenia 1300Cc," *J. Pendidik. Tek. Mesin UNESA*, vol. 6, no. 03, pp. 41–52, 2018.
- [3] F. Maulana and T. Rahardjo, "Analisa Variasi Foot Valve Dan Jatuh Air Terhadap Karakteristik Pada Pompa Sentrifugal," vol. 2, no. 2, pp. 20–24, 2021.
- [4] D. G. H. Pardede and A. M. Purba, "Vortex dan Differensial Pressure," pp. 0–4, 2023.
- [5] I. E. Putra and A. Galsha, "Analisa Rugi Aliran (Head Losses) pada Belokan Pipa PVC," pp. 34–39, 2017, doi: 10.21063/PIMIMD4.2017.34-39.
- [6] Z. Mardini, P. Studi, P. Profesi, P. Sarjana, U. Andalas, and K. Tekanan, "PENGARUH LOSSES / PRESSURE DROP PADA SISTEM PERPIPAAN HEADER POMPA DALAM MENENTUKAN," vol. 11, no. 02, pp. 183–192, 2021.
- [7] J. T. Mesin, F. Teknik, and U. Tadulako, "KERUGIAN-KERUGIAN PADA PIPA LURUS," 2003.
- [8] W. S. Damanik, "Simulasi Numerik Kerugian Aliran Udara Pada Susunan Pipa Segitiga," vol. 1, no. 1, pp. 19–29, 2020.
- [9] K. Muhajir, "Karakterisasi aliran fluida gas-cair melalui pipa," *J. Teknol.*, vol. 2, no. 2, pp. 176–184, 2009.
- [10] R. Restiandi, P. Gearry, H. Ludyati, J. T. Elektro, P. N. Bandung, and K. Kunci, "Implementasi Material Akrilik Termodifikasi pada Antena Mikrostrip Artifisial Persegi untuk BTS Mini," pp. 26–27, 2020.