

## Pengaruh Aspek Ratio Luasan *Sudden enlargement* Terhadap *Head Losses* Aliran Laminar

Dhaniar Gumelang Rachmadani <sup>1)</sup>, Ali Akbar <sup>2)</sup>, Prantasi Harmi Tjahjanti<sup>3)</sup>,  
Rachmat Firdaus<sup>4)</sup>.

<sup>1,2,3,4)</sup> Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*E-mail:* <sup>1)</sup>dhaniargumelangrachmadani@gmail.com, <sup>2)</sup>aliakbar@umsida.ac.id,  
<sup>3)</sup>firdausr@umsida.ac.id, <sup>4)</sup>pratansiharmi@umsida.ac.id

### Abstrak

Penelitian ini digunakan untuk mengetahui *Head Loss* aliran yang terjadi pada pipa *Sudden enlargement/Expansion* dengan perbandingan spesimen 1, 2, dan 3 pada diameter tabung akrilik 0,2 D, 0,4 D, dan 0,6 D. Dengan mengetahui *Head Loss* yang terdapat pada tiga pipa akrilik tersebut, maka akan diketahui nilai rugi tekanan yang terjadi. Dalam Penelitian ini digunakan debit 0,0005 m<sup>3</sup>/s, yang mengalir pada saluran. Tekanan yang terjadi pada sisi masuk (D1) dan sisi keluar pipa (D2) *Sudden Expansion* 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 0,2 D sebesar 0,0043 meter, aspek rasio 0,4 D sebesar 0,00097 meter, aspek rasio 0,6 D sebesar 0,00067 meter.

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

### Abstract

*This research was used to determine the flow Head Loss that occurs in Sudden enlargement/Expansion 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 0.0005m<sup>3</sup>/s was used, which flows in the channel. The pressure that occurs on the inlet side (D1) and the outlet side of the Sudden Expansion 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 0.0043 meters, a 0.4D aspect ratio of 0.00097 meters, a 0.6D aspect ratio of 0.00067 meters.*

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

## 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 "*pressure drop*" dalam sistem perpipaan berkaitan erat dengan bagaimana energi dalam aliran fluida pada pipa faktanya fluida mengalami penurunan pada tekanan, bersamaan pada panjang pipa yang aliri fluida tersebut. Penurunan tekanan didalam pipa merupakan peran penting untuk mengetahui guna merakit sistem perpipaan. 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° [4], serta wujud aliran yang sangat berkaitan pada turunnya tekanan energi tersebut [5].

Pada rugi-rugi aliran yang disebut dengan (*Head Loss*) memiliki beberapa jenis kerugian *Head Losses* terbagi menjadi 2 yaitu, *major losses* and *minor losses*. *Major losses* [6] merupakan kerugian pada sistem perpipaan yang diakibatkan oleh goresan pada fluida dengan dinding pipa memanjang. *Minor losses*[7] merupakan kerugian yang terjadi pada sistem perpipaan yang diakibatkan oleh adanya sambungan pada pipa.

"Sudden enlargement" adalah istilah yang digunakan dalam rekayasa fluida untuk

menggambarkan kondisi di mana diameter pipa bertambah besar. Untuk Penelitian ini metode yang diterapkan menggunakan material akrilik [8] berbentuk tabung dengan 3 variasi yaitu Kecil (0.204), Sedang (0.396), Besar (0.602) [9].

Penelitian ini akan dilakukan dengan memvariasikan diameter masuk dan keluar dengan perbandingan 0,2 sampai 0,6 dari diameter keluar, yang di notasikan 0,2 D, 0,4 D dan 0,6 D. 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 enlargement*

*Sudden enlargement* adalah kondisi di mana terjadi peningkatan dalam luasan secara tiba-tiba pada aliran fluida. Dalam konteks mekanika fluida, *sudden enlargement* menyebabkan perubahan tiba-tiba dalam distribusi kecepatan dan tekanan aliran. Prinsip kerja *sudden enlargement* 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:

- Kecil : D1(115 mm) x D2 (2.54mm)
- Sedang : D1(160 mm) x D2(2.54mm)
- Besar : D1 (200 mm) x D2 (2.54mm)



Gambar 2. Benda Uji dengan Berbagai Aspek Rasio

## 2) Proses Pengujian *Sudden enlargement*

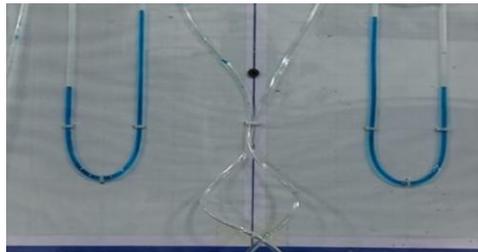
Pada percobaan tiga benda proses uji *sudden enlargement*. Metode ini sesuai dengan percobaan yang telah ditentukan. Langkah-langkah untuk proses uji *sudden enlargement* adalah sebagai berikut:



Gambar 3. Instalasi Penelitian

## 3) Analisa Data

Analisa data melalui manometer U pada milimeterblok yang telah di siapkan.



Gambar 4. Hasil Pengujian Manometer U

## 4) Melihat rugi-rugi

Rugi-rugi dapat dilihat melalui aliran pada *Flowmeter* yang di sambung pada pertengahan pipa i dim dengan jarak waktu selama 1 menit.



Gambar 5. *Flowmeter*

**c. Berikut Langkah Rumus *Sudden enlargement***

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[10].

Pengukuran debit:

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

Keterangan:

V = Volume (liter/detik)

Q = Debit (dm<sup>3</sup>/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:

$\Delta h$ = 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 ( $N/m^2$ )

$\rho$ = adalah kerapatan fluida ( $kg/m^3$ )

$g$ = adalah percepatan gravitasi (sekitar  $9,81 m/s^2$ )

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

### 4) Rugi-rugi Aliran *Head Loss*

– Mengacu pada manometer U yang diaman rumus tersebut:

- $\Delta h = \Delta h1 - \Delta h2$

Keterangan:

$\Delta h$ = perbedaan tekanan

$\Delta h1$ = tekanan pada titik penampang 1 (variasi spesimen)

$\Delta h2$ = tekanan pada titik penampang 2 (tetap pipa 1 dim)

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### a. Hasil Data Pengujian *Sudden enlargement*

#### 1) Rugi-rugi Aliran *Head Loss*

Mengacu pada manometer U yang diamana rumus tersebut:

Spesimen 1

Diketahui:

$$\Delta h1 = 0,076$$

$$\Delta h2 = 0,081$$

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

Jawab:

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

$$\Delta h = 0,081 - 0,076$$

$$= 0,00433 \text{ m}$$

Spesimen 2

Diketahui:

$$\Delta h_1 = 0,0123$$

$$\Delta h_2 = 0,0132$$

$\Delta h$  = Ditanya

Jawab:

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

$$\Delta h = 0,0132 - 0,0123$$

$$= 0,0009667 \text{ m}$$

Spesimen 3

Diketahui:

$$\Delta h_1 = 0,0141$$

$$\Delta h_2 = 0,0148$$

$\Delta h$  = Ditanya

Jawab:

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

$$\Delta h = 0,0148 - 0,0141$$

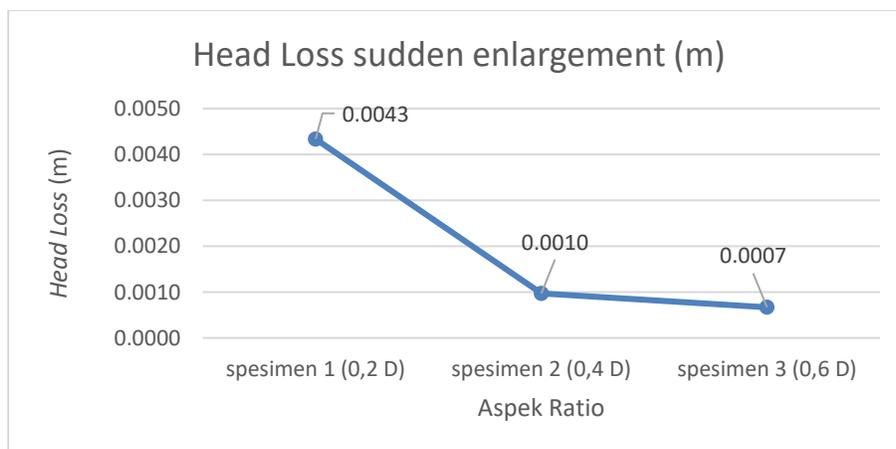
$$= 0,0006667 \text{ m}$$

**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)	
	$\Delta h_2$ (meter)	$\Delta h_1$ (meter)	$\Delta h_2$ (meter)	$\Delta h_1$ (meter)	$\Delta h_2$ (meter)	$\Delta h_1$ (meter)

1.	0.080	0.076	0.0130	0.0122	0.0146	0.0141
2.	0.081	0.077	0.0134	0.0124	0.0148	0.0141
3.	0.081	0.076	0.0133	0.0122	0.0149	0.0141
Rata-rata	0.081	0.076	0.0132	0.0123	0.0148	0.0141
$\Delta h$ (meter)	0,0043		0,0010		0,0007	

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



Gambar 6. Head Loss Sudden enlargement

#### 4. SIMPULAN

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

- Berdasarkan tiga spesimen. *Head Losses* aliran laminar mendapatkan aspek ratio 1 (0,2D) menghasilkan *Head Loss* 0,0043meter, aspek ratio 2 (0,4D) menghasilkan *Head Loss* 0,0010 meter, aspek ratio 3 (0,6D) menghasilkan *Head Loss* 0,0007meter.
- Semakin Besar aspek ratio menghasilkan *Head Loss* yang semakin kecil

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

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] Ainul Ghurri, *Dasar-Dasar Mekanika Fluida*. Jimbaran, Bali, Indonesia: Udayana University Press, 2014.
- [2] D. Arighi Dwi Hersandi, “Pengaruh Jenis Fluida Pendinginan Terhadap Kapasitas Radiator Pada Sistem Pendinginan Mesin Daihatsu Xenia 1300cc,” *J. Pendidik. Tek. Mesin*, vol. 6, no. 3, pp. 41–52, 2018.
- [3] F. Maulana and W. Sujana, “Analisa Variasi Foot Valve Dan Jatuh Air Terhadap Karakteristik Pada Pompa Sentrifugal,” *J. Flywheel*, vol. 12, no. 2, pp. 10–13, 2021, doi: 10.36040/flywheel.v12i2.4277.
- [4] I. Eka Putra, S. Sulaiman, and A. Galsha, “Analisa Rugi Aliran (Head Losses) pada Belokan Pipa PVC,” in *Seminar Nasional Peranan Ipteks Menuju Industri Masa Depan (PIMIMD-4) Institut Teknologi Padang (ITP)*, Jul. 2017, pp. 34–39. doi: 10.21063/PIMIMD4.2017.34-39.
- [5] Z. Mardini, “PENGARUH LOSSES / PRESSURE DROP PADA SISTEM PERPIPAAN HEADER POMPA DALAM MENENTUKAN SPESIFIKASI PENGADAAN POMPA DISTRIBUSI,” *J. REKAYASA*, vol. 11, no. 02, pp. 183–192, 2021.
- [6] M. Muchsin, “KERUGIAN-KERUGIAN PADA PIPA LURUS DENGAN VARIASI DEBIT ALIRAN,” in *Semanticscholar*, 2013. [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:109396126>
- [7] F. ABDILAH, “SIMULASI NUMERIK KERUGIAN ALIRAN UDARA PADA SUSUNAN PIPA SEGITIGA,” Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, 2019.
- [8] R. Restiandi, Wikamdani, G. Partomuan, and H. Ludyati, “Implementasi Material Akrilik Termodifikasi pada Antena Mikrostrip Artifisial Persegi untuk BTS Mini,” in *Prosiding The 11th Industrial Research Workshop and National Seminar*, 2020, vol. 11, pp. 536–541.
- [9] I. G. G. Badrawada, “Koefisien Rugi-Rugi Sudden Expansion Pada Aliran Fluida Cair,” in *Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi 2008 –*, 2008, pp. 119–127.
- [10] D. G. H. Pardede and A. M. Purba, “Analisa Pengukuran Laju Fluida Menggunakan Flow Meter Vortex dan Differensial Pressure,” *TRekRiTel (Teknologi Rekayasa Jar. Telekomun. J. Tek. Elektro*, vol. 1, no. 1, pp. 7–11, 2023.