

# Effect of Aspect Ratio of Sudden Enlargement Area on Laminar Flow Head Losses

## [Pengaruh Aspek Ratio Luasan Sudden Enlargement terhadap Head Losses Aliran Laminar]

Dhaniar Gumelang Rachmadani <sup>1)</sup>, Ali Akbar\*<sup>2)</sup>

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

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

\*Email Penulis Korespondensi: [aliakbar@umsida.ac.id](mailto:aliakbar@umsida.ac.id)

**Abstract.** This research was used to determine the coefficient of flow losses that occur in Sudden Enlargement/Expansion pipes with specimen ratios 1, 2, and 3 on acrylic tube diameters of 1.15:2.54, 1.6:2.54, and 2: 2.54. By knowing the loss coefficients in the three acrylic pipes, we will know how much pressure loss will occur. To find the loss coefficient value for the Sudden enlargement/Expansion pipe, the working fluid is flowed with a flow rate of 0.0005m<sup>3</sup>/s, 0.000583m<sup>3</sup>/s, and 0.0006m<sup>3</sup>/s at a flow rate per minute in the Sudden Expansion pipe. flows on the Flowmeter discharge measuring instrument. 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. Then, from the pressure difference that occurs for each flow discharge, the loss coefficient value is calculated. From the results of this research, it was found that the greater the discharge, the smaller the loss coefficient, because the greater the discharge, the greater the fluid velocity. The loss coefficient values in specimens 1, 2, and 3 show that the smaller the flow rate, the greater the flow losses at fluid pressure which can be seen from the final results on the U manometer.

**Keywords** - Sudden Enlargemnet, Acrylic Diameter Comparison, Flow Loss Coefficient.

**Abstrak.** Penelitian ini digunakan untuk mengetahui koefisien rugi-rugi aliran yang terjadi pada pipa Sudden Enlargement/Expansion dengan perbandingan spesimen 1, 2, dan 3 pada diameter tabung akrilik 0,2Ø, 0,4Ø, dan 0,6Ø. Dengan mengetahui Headloss yang terdapat pada tiga pipa akrilik tersebut, maka kita akan mengetahui seberapa besar rugi tekanan yang akan terjadi. Penelitian ini untuk mengetahui headloss aliran yang terjadi pada pipa Sudden enlargement/Expansion tersebut, maka fluida kerja dialirkan dengan debit sebesar 0,0005m<sup>3</sup>/s, 0,000583m<sup>3</sup>/s, dan 0,0006m<sup>3</sup>/s pada kecepatan aliran per-menit dalam pipa Sudden Expansion yang mengalir pada alat ukur debit Flowmeter. Tekanan yang terjadi pada sisi masuk (D1) dan sisi keluar pipa (D2) Sudden Expansion akan diukur oleh manometer U. Kemudian dari perbedaan tekanan yang terjadi untuk masing-masing debit aliran dihitung nilai Headloss. Dari hasil penelitian ini didapatkan bahwa semakin besar debit yang dialirkan, maka semakin kecil koefisien Headloss nya, dikarenakan semakin besar debit maka semakin besar pula kecepatan fluida. Nilai koefisien Headloss pada spesimen 1, 2, dan 3 menghasilkan, semakin kecil debit aliran, semakin besar Headloss pada tekanan fluida yang dapat dilihat dari hasil akhir pada manometer U.

**Kata Kunci** - Koefisien Rugi-Rugi Aliran, Perbandingan Diameter Akrilik, Sudden Enlargemnet.

## I. 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  $45^{\circ}$ - $90^{\circ}$  [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, mayor 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 saya terapkan menggunakan material akrilik[8] berbentuk tabung dengan 3 variasi yaitu Kecil (0.204), Sedang (0.396), Besar (0.602).

Hal Ini menciptakan perubahan yang cepat dalam aliran fluida dan seringkali menghasilkan kerugian energi yang disebut sebagai "kerugian tekanan sudden enlargement". Untuk meningkatkan kepercayaan terkait hasil studi sistem perpipaan, maka dilakukannya analisa pengaruh aspek ratio sudden enlargement terhadap head losses aliran laminar yang bereaksi pada kinerja perpipaan.

## II. METODE

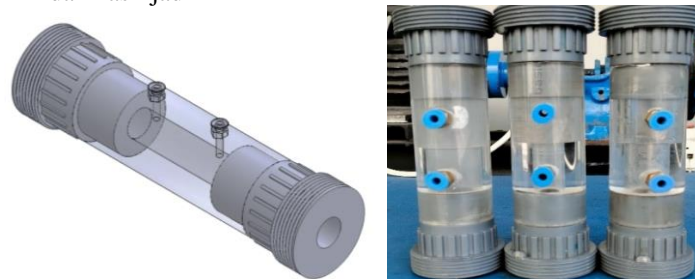
### A. Tempat Dan Waktu Penelitian

Dalam penelitian dan pengujian ini dilakukan di laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo dengan memaksimalkan pemahaman tentang analisa pengaruh aspek ratio sudden enlargement terhadap head losses aliran laminar yang bereaksi pada kinerja perpipaan sebagaimana riset ini diaplikasikan dengan perancangan instalasi perpipaan dengan variasi aspek rasio sudden enlargement pada uji perpipaan dengan aliran laminar[9].

### B. 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.

1. Desain tabung Akrilik dah hasil jadi



Gambar 1. Desain Tabung Akrilik dan hasil pembuatan

### C. 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. 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 ( $\text{dm}^3/\text{jam}$ )

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<sup>2</sup>)

$\rho$ = adalah kerapatan fluida (kg/m<sup>3</sup>)

g= adalah percepatan gravitasi (sekitar 9,81 m/s<sup>2</sup>)

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

### 4. Rugi-rugi aliran headloss

– 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)

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Persiapan Alat

Pada penelitian ini pembuatan alat Ratio Luasan Sudden Enlargement yang terhubung dengan manometer U dan Flowmeter ini harus dipersiapkan terlebih dahulu komponennya agar mendapatkan hasil yang efisien dan maksimal[10] seperti dibawah 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) x D2 (2.54cm) = luasan (0,2)

– Spesimen 2 : D1(160) x D2(2.54cm) = luasan (0,4)

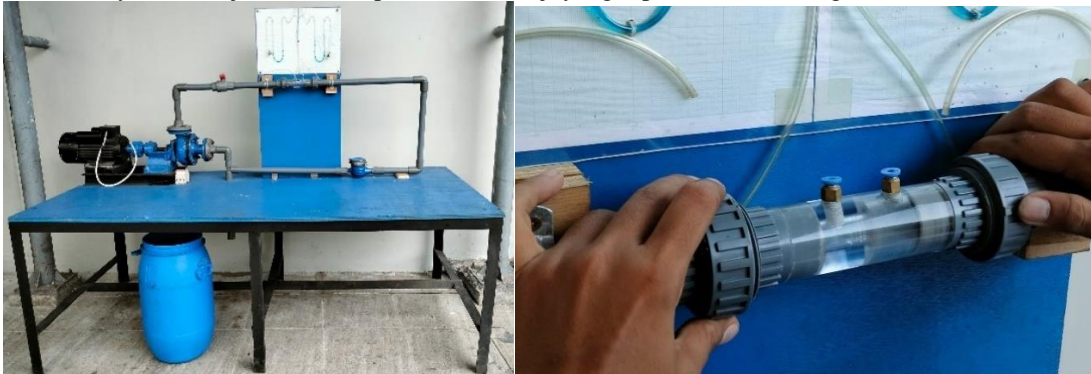
– Spesimen 3 : D1 (200) x D2 (2.54cm) = luasan (0,6)



Gambar 2 .Spesimen Akrilik

## B. Proses Pengujian Sudden Enlargement

Pengujian spicemen uji sudden enlargment kali ini dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Berikut Spesifikasi alat uji yang dipakai adalah sebagai berikut :



Gambar 3. Alat uji spesimen dan *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:

1. menganalisis data manometer U pada milimeterblok yang telah di siapkan.



Gambar 4. Manometer hasil pengujian

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. Hasil data pengujian *Sudden Enlargement*

### 1. Rugi-rugi aliran headloss

- Mengacu pada manometer U yang diamana rumus tersebut:

Spesimen 1

Diketahui:

$$\Delta h_1 = 0,076$$

$$\Delta h_2 = 0,081$$

$\Delta h$  = 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:

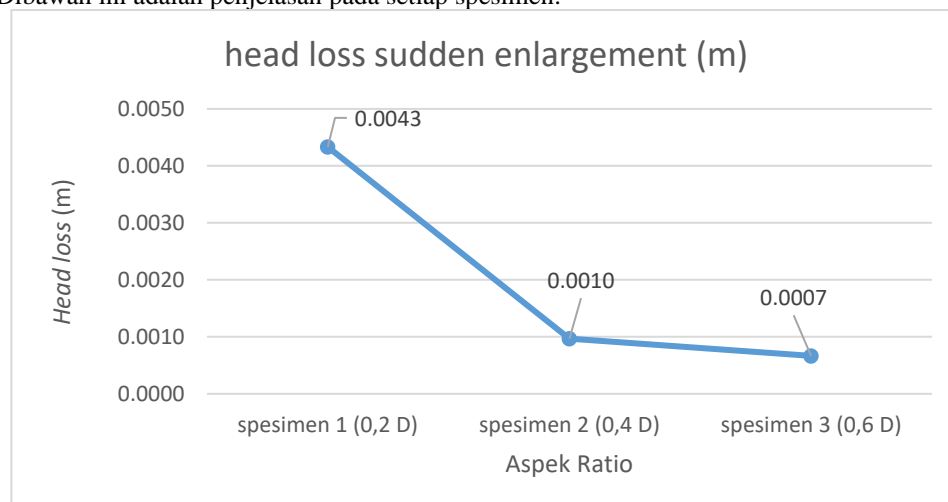
- $\Delta h = \Delta h_2 - \Delta h_1$   
 $\Delta h = 0,0148 - 0,0141$   
 $= 0,0006667 \text{ m}$

Tabel 1. Hasil data dari pengujian rugi-rugi aliran headloss terhadap setiap pengujian spesimen

Hasil Data Spesimen ( $\text{m}^3$ ) Pada Manometer Meter U						
No	Spesimen 1		Spesimen 2		Spesimen 3	
	$\Delta h_2$	$\Delta h_1$	$\Delta h_2$	$\Delta h_1$	$\Delta h_2$	$\Delta h_1$
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
$\Delta h$	0,0043		0,0010		0,0007	

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

Dibawah ini adalah penjelasan pada setiap spesimen:



Gambar 6. Headloss Sudden Enlargement

#### IV. SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan tentang eksperimen Pengaruh Aspek Ratio Luasan Sudden Enlargement Terhadap Head Losses Aliran Laminar yaitu ketika diameter saluran secara tiba-tiba membesar, aliran fluida mengalami penurunan tekanan dan peningkatan kecepatan secara tiba-tiba saat memasuki bagian yang lebih luas dari saluran akrilik. Dengan menggunakan metode: rugi-rugi aliran headloss dan yang terakhir perhitungan aliran laminar maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan tiga spesimen. headlosses aliran laminar mendapatkan aspek ratio 1 0,2Ø menghasilkan headloss 0,00433m, aspek ratio 2 0,4Ø menghasilkan headloss 0,0009667m, aspek ratio 3 0,6Ø menghasilkan headloss 0,0006667m. Ketiga nilai tersebut mengindikasikan adanya kerugian energi dalam aliran fluida yang dapat mempengaruhi kinerja sistem. Oleh karena itu, pentingnya untuk meminimalkan headloss dalam desain dan pengoperasian sistem aliran fluida untuk meningkatkan efisiensi.
2. Untuk mendapatkan hasil uji aliran laminar kita mengambil dari hasil perhitungan debit aliran serta luasan pada D1 D2 di setiap spesimen. Yang menghasilkan 3,828059411m<sup>3</sup>/s, 1,749890872m<sup>3</sup>/s, 0,725057274m<sup>3</sup>/s

#### 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.

#### REFERENSI

- [1] A. Ghurri, "Dasar-Dasar Mekanika Fluida," *Dasar-Dasar Mek. Fluida*, hal. 1, 2014, [Daring]. Tersedia pada: [https://simdos.unud.ac.id/uploads/file\\_pondidikan\\_1\\_dir/2e54aeb12421ee1a17c35e14ba49cb23.pdf](https://simdos.unud.ac.id/uploads/file_pondidikan_1_dir/2e54aeb12421ee1a17c35e14ba49cb23.pdf)
- [2] D. A. Dwi Hersandi dan 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, hal. 41–52, 2018.
- [3] F. Maulana dan W. Sujana, "Analisa Variasi Foot Valve Dan Jatuh Air Terhadap Karakteristik Pada Pompa Sentrifugal," *J. Flywheel*, vol. 12, no. 2, hal. 10–13, 2021, doi: 10.36040/flywheel.v12i2.4277.
- [4] I. Eka Putra, S. Sulaiman, dan A. Galsha, "Analisa Rugi Aliran (Head Losses) pada Belokan Pipa PVC," hal. 34–39, 2017, doi: 10.21063/pimimd4.2017.34-39.
- [5] Zaitul Mardini, "Pengaruh Losses / Pressure Drop Pada Sistem Perpipaan Header Pompa Dalam Menentukan Spesifikasi Pengadaan Pompa Distribusi," *J. Rekayasa*, vol. 11, no. 2, hal. 183–192, 2022, doi: 10.37037/jrftsp.v11i2.83.
- [6] J. T. Mesin, F. Teknik, dan U. Tadulako, "KERUGIAN-KERUGIAN PADA PIPA LURUS," 2003.
- [7] W. S. Damanik, "Simulasi Numerik Kerugian Aliran Udara Pada Susunan Pipa Segitiga," vol. 1, no. 1, hal. 19–29, 2020.
- [8] R. Restiandi, P. Gearry, H. Ludyati, J. T. Elektro, P. N. Bandung, dan K. Kunci, "Implementasi Material Akrilik Termodifikasi pada Antena Mikrostrip Artifisial Persegi untuk BTS Mini," hal. 26–27, 2020.
- [9] I. G. G. Badrawada, "Koefisien Rugi-Rugi Sudden Expansion Pada Aliran Fluida Cair," hal. 119–127, 2008.
- [10] Hertnacahyani et al., "Kaji Eksperimental Aliran Dua Fase Water-Crude Oil Melewati Pipa Horizontal Dengan Variasi Putaran Kecepatan Pompa," vol. 2, no. 1, 2022.
- [10] D. G. H. Pardede dan A. M. Purba, "Vortex dan Differensial Pressure," hal. 0–4, 2023.

#### **Conflict of Interest Statement:**

*The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.*