

## STUDI EKSPERIMENTAL HEAD LOSS DAN DEBIT ALIRAN PADA FRICTION APARATUS DENGAN PERBEDAAN KONTRAKSI PERBESARAN DAN PENGECILAN PIPA

Syamsudin Mahmud<sup>1</sup>, Kun Suharno<sup>2</sup>, Endang Mawarsih<sup>3</sup>

Jurusan Teknik Mesin SI, Fakultas Teknik, Universitas Tidar, Magelang, Jawa Tengah, Indonesia

Email : <sup>1</sup>syamsudin2035@gmail.com, <sup>2</sup> kun\_plumbor@yahoo.com,

<sup>3</sup>endfamous@yahoo.com

### ABSTRAK

Fluida merupakan suatu zat dalam wujud gas maupun air yang mengalir mengikuti bentuk wadahnya. *Friction Aparatus* alat yang digunakan untuk menguji fenomena aliran fluida pada saluran tertutup. Alat ini terdiri dari beberapa jalur perpipaan yang dirancang memakai fitting dan pengukurannya menggunakan *pressure gauge*. Berbagai hal dapat diidentifikasi dalam fluida, salah satunya tentang kontraksi perbesaran dan pengecilan pada pipa. Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen dengan menguji secara langsung berbagai variabel. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan nilai tekanan, debit aliran dan *head loss* perbesaran serta pengecilan pipa yang diuji menggunakan alat *Friction Aparatus* dengan variasi jenis pipa yaitu pipa besi  $\frac{3}{4}$  inch dengan pipa pvc  $\frac{3}{4}$  inch, dan pipa *stainless steel*  $\frac{1}{2}$  inch dengan pipa pvc  $\frac{1}{2}$  inch, yang pengukurannya menggunakan variasi sudut stop kran 50°, 55°, dan 60°. Hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk nilai tekanan terbesar didapatkan pada sudut stop kran 60° pipa *stainless steel*  $\frac{1}{2}$  inch pada variasi stop kran 60° dengan nilai tekanan 0,122 kg/cm<sup>2</sup>; 0,0098 kg/cm<sup>2</sup>; dan 0,063 kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan *head loss* pengecilan dan pembesaran pipa terkecil dihasilkan pada pipa pvc  $\frac{3}{4}$  inch pada variasi stop kran 50°, 55°, dan 60° dengan nilai kerugian pengecilan 0,0000049 m; 0,0000036 m; dan 0,0000026 m, serta nilai kerugian pembesaran 0,0000019 m; 0,0000016 m; dan 0,0000014 m, sedangkan debit terbesar didapatkan pipa besi  $\frac{3}{4}$  inch pada pembesaran pipa dengan variasi stop kran 50°, 55°, dan 60° dengan nilai debit 0,000013 m<sup>3</sup>/s; 0,000011 m<sup>3</sup>/s; dan 0,0000078 m<sup>3</sup>/s.

**Kata kunci:** debit, head loss, nilai tekanan.

### ABSTRACT

*Fluid is a substance in the form of gas or water that flows following the shape of its container. Friction Apparatus is a tool used to test the phenomenon of fluid flow in closed channels. This tool consists of several pipelines designed using fittings and measurements using a pressure gauge. Various things can be identified in the fluid, one of which is about the expansion and contraction of the pipe. This research uses an experimental research method by directly testing various variables. The purpose of this research was to determine the difference in pressure values, flow rate and head loss the expansion and contraction of the pipes tested using friction apparatus tools with variations in pipe types, namely  $\frac{3}{4}$  inch iron pipes with  $\frac{3}{4}$  inch pvc pipes, and  $\frac{1}{2}$  inch stainless steel pipes with  $\frac{1}{2}$  inch pvc pipes, whose measurements used variations in faucet stop angles of 50°, 55°, and 60°. The results showed that the largest pressure value was obtained at a stop angle of 60°  $\frac{1}{2}$  inch stainless steel pipe inch at a 60° stop valve variation with a pressure value of 0.122 kg/cm<sup>2</sup>; 0.0098 kg/cm<sup>2</sup>; and 0.063 kg/cm<sup>2</sup>, while the smallest pipe reduction and enlargement head loss was produced on  $\frac{3}{4}$  inch PVC pipe at 50°, 55°, and 60° stop valve variations with a reduction loss value of 0.0000049 m; 0.0000036 m; and 0.0000026 m, and the value of the enlargement loss is 0.0000019 m; 0.0000016 m; and 0.0000014 m, while the largest discharge was obtained by  $\frac{3}{4}$  inch iron pipe at pipe enlargement with variations of 50°, 55°, and 60° stop valves with a discharge value of 0.000013 m<sup>3</sup>/s; 0.000011 m<sup>3</sup>/s; and 0.0000078 m<sup>3</sup>/s.*

**Keywords:** flow rate, head loss, pressure value.

## PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi yang berkembang di berbagai bidang menuntut kita untuk lebih bisa dalam penguasaan maupun pemahaman mengenai teknologi tersebut. Sistem dalam aliran fluida pada pipa banyak digunakan di berbagai industri, yaitu seperti pengolahan air minum dan pembangunan pada gedung-gedung bertingkat. Sistem pada perpipaan meliputi pipa-pipa serta komponen komponen yang berupa aliran tunggal, jaringan serta sirkuit. Karakteristik pada sistem perpipaan dibutuhkan rencana dengan sistem yang optimal [1].

Pipa merupakan suatu batang silinder yang berongga dengan berbagai ukuran dan bentuk penampang, pipa digunakan sebagai alat mengalirkan fluida seperti zat cair, uap maupun gas. Untuk bentuk penampangnya pipa memiliki banyak jenis, namun penampang lingkaran merupakan pipa yang paling sering digunakan. Bahan dalam pipa biasanya terbuat dari berbagai bahan seperti besi, baja, pvc, plastik, akrilik, alumunium, dan lainnya. Komponen dalam sistem perpipaan berupa percabangan, belokan pipa, sambungan pipa, katup-katup, maupun pembesaran dan pengecilan pipa. Pembesaran dan pengecilan penampang pipa mengakibatkan kerugian pada kontraksi fluida dengan dinding pipa yang mengalami perubahan besar bidang

Fluida air yang mengalir pada pipa dengan perubahan luas penampang diameter pada pipa yang membesar dan mengecil akan ada sebuah kerugian aliran. Kerugian tersebut disebabkan oleh gesekan pada pipa, perubahan luas penampang pada pipa, sambungan, katup, dan kerugian khusus lainnya. Dalam pengaplikasiannya, aliran air yang melewati perubahan luas penampang pipa banyak digunakan salah satunya pemadam kebakaran untuk memindahkan fluida air [2].

Bentuk-bentuk kerugian energi pada aliran fluida antara lain dijumpai pada aliran dalam pipa. Kerugian-kerugian tersebut diakibatkan oleh adanya gesekan dengan dinding, perubahan luas penampang, sambungan, katup-katup, belokan pipa dan

kerugian-kerugian khusus lainnya. Pada belokan pipa atau lengkungan, kerugian energi aliran yang terjadi lebih besar dibandingkan dengan pipa lurus. Dengan mengetahui kehilangan atau kerugian energi dalam suatu sistem atau instalasi perpipaan yang memanfaatkan fluida mengalir sebagai media, efisiensi penggunaan energi dapat ditingkatkan sehingga diperoleh keuntungan yang maksimal. Salah satu bagian dari instalasi perpipaan yang dapat menyebabkan kerugian-kerugian adalah belokan pipa dengan sudut-sudut tertentu misalnya sudut  $45^\circ$ , sudut  $90^\circ$  dan sudut  $180^\circ$  [3].

*Fluid Friction Aparatus* merupakan alat yang digunakan untuk menguji fenomena aliran yang terjadi dalam saluran tertutup termasuk salah satunya adalah kehilangan energi. Alat ini terdiri atas beberapa jalur perpipaan yang dirancang memakai fitting dan pengukurannya menggunakan manometer. Melalui alat ini, dapat diidentifikasi hal-hal yang terjadi di dalam aliran fluida secara keseluruhan. salah satunya tentang kontraksi perbesaran dan pengecilan pada pipa

Menurut pemaparan di atas, penulis bermaksud untuk melaksanakan sebuah penelitian. Tujuan dari penelitian tersebut mengetahui perbedaan nilai tekanan, *head loss* serta debit aliran dan tiap perbesaran serta pengecilan yang lebih baik diantara variasi jenis pipa yaitu dengan pipa pvc, besi, dan *stainless steel*.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Pipa

Pipa adalah saluran tertutup yang biasanya berpenampang lingkaran dan digunakan untuk mengalirkan fluida dengan tampang aliran penuh. Fluida yang dialirkan melalui pipa bisaberupa zat cair atau gas, dan tekanan bisa lebih besar atau lebih kecil dari tekanan atmosfer [4].

### Tekanan

Tekanan fluida merupakan tegangan normal pada setiap bidang yang melalui unsur fluida yang diam mempunyai nilai unik. Tekanan fluida dipancarkan dengan kekuatan yang sama kesemua arah dan bekerja tegak lurus pada suatu bidang.

Salah satu alat ukur tekanan pada fluida adalah Manometer. Alat ukur tekanan ini melibatkan penggunaan kolom cairan dalam tabung [5]. Dalam hal ini tekanan didefinisikan sebagai gaya yang bekerja tegak lurus pada suatu bidang tiap satuan luas bidang tersebut [6]. Secara sistematis tekanan dirumuskan sebagai berikut:

$$P = \rho h g$$

Dimana :

$\rho$  = Massa jenis zat cair ( $\text{kg/m}^3$ )

$g$  = Percepatan gravitasi bumi ( $\text{m/s}^2$ )

$h$  = Perbedaan kedalaman tekanan (m)

$P$  = Tekanan Hidrostatik ( $\text{N/m}^2$ )

### Bilangan Reynolds

Bilangan Reynolds merupakan bilangan tak berdimensi yang dapat membedakan suatu aliran dinamakan laminar, transisi atau turbulen. Dalam menyimak dua situasi aliran yang serupa secara geometrik, Reynolds menyimpulkan bahwa aliran-aliran tersebut akan serupa secara dinamik jika persamaan-persamaan diferensial umum yang menggambarkan aliran-aliran tersebut identik. Bentuk persamaan sebagai berikut :

$$Re = \frac{VD\rho}{\mu}$$

Dimana :

$V$  = Kecepatan fluida ( $\text{m/s}$ ).

$D$  = Diameter dalam pipa (m).

$\rho$  = Massa jenis fluida ( $\text{kg/m}^3$ ).

$\mu$  = Viskositas dinamik fluida ( $\text{kg/ms}$ )

### Debit Air

Debit air merupakan ukuran banyaknya volume air yang dapat lewat dalam suatu tempat atau yang dapat ditampung dalam suatu tempat tiap satu satuan waktu [7]. Debit air dapat dihitung dengan rumus :

$$Q = A \cdot V$$

Dimana:

$Q$  = Debit aliran fluida ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

$A$  = Luas penampang ( $\text{m}^2$ )

$V$  = Kecepatan fluida ( $\text{m/s}$ )

Dengan persamaan diatas dimana kecepatan fluida dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$V = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

Dimana :

$V$  = Kecepatan fluida ( $\text{m/s}$ )

$g$  = Percepatan gravitasi bumi ( $\text{m/s}^2$ )

$h$  = Selisih head (m)

### Head Loss

Head losses atau kehilangan tinggi tekanan merupakan suatu fenomena rugi-rugi aliran di dalam sistem perpipaan. Head losses sangat merugikan dalam aliran fluida di dalam sistem perpipaan, karena head losses dapat menurunkan tingkat efisiensi aliran fluida. Head losses yang terjadi pada prinsipnya dapat dinyatakan dalam dua bagian besar [8], yaitu

#### 1. Mayor Losses

Kerugian mayor adalah kehilangan tekanan akibat gesekan aliran fluida pada sistem aliran dengan luas penampang tetap atau konstan. Kerugian head akibat dari gesekan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan Darcy modifikasi dari Formula Chezy yaitu

$$h_f = \frac{4fL}{D} \frac{v^2}{2g}$$

Dimana:

$h_f$  = kerugian gesek pipa (m)

$L$  = panjang pipa (m)

$D$  = diameter pipa (m)

$v$  = kecepatan (m/s)

$g$  = gravitasi bumi ( $\text{m/s}^2$ )

$f$  = faktor gesek

$f = 0,005$  (Pipa baru/permukaan licin)

$f = 0,01$  (Permukaan kasar)

#### 2. Minor Losses

Kerugian minor adalah kehilangan tekanan akibat gesekan yang terjadi pada katup-katup, sambungan Tee, sambungan belokan dan pada luas penampang yang tidak konstan. Pada aliran yang melewati belokan dan katup head loss minor yang terjadi dapat dihitung dengan rumus Darcy - Weisbach yaitu :

$$H_m = k \frac{v^2}{2g}$$

Dimana :

$H_m$  = head minor (m)

$v$  = kecepatan (m/s)

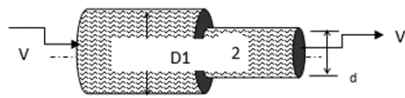
$g$  = gravitasi bumi ( $\text{m/s}^2$ )

$k$  = Koefisien kerugian pada fitting

Untuk rumus headloss perbesaran dan pengecilan pipa dapat di rumuskan sebagai berikut:

#### a. Pengecilan Pipa

Seperti ditunjukkan pada Gambar 1, sebuah pipa horizontal mula – mula diameter D dan tiba-tiba mengalami kontraksi diameter d



Gambar 1. Pengecilan pipa

Menurut gambar diatas maka dapat didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$h_c = \left(\frac{1}{C_c} - 1\right)^2 \frac{v^2}{2g}$$

Dimana :

$h_c$  = Kerugian pengecilan

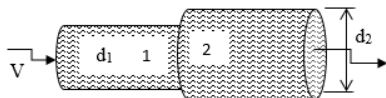
$V$  = Kecepatan aliran fluida (m/s)

$g$  = Percepatan gravitasi (9,81 m/s<sup>2</sup>)

$C_c = 0,62$

b. Kerugian Pembesaran Pipa

Seperti ditunjukkan pada Gambar 2 pembesaran pipa berikut ini



Gambar 2. Pembesaran pipa

Menurut gambar diatas maka dapat didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$h_e = \left(1 - \frac{A_1}{A_2}\right)^2 \frac{V_2^2}{2g}$$

Dimana :

$h_e$  = kerugian pembesaran pipa (m)

$A_1$  = luas penampang pipa pertama (m<sup>2</sup>)

$A_2$  = luas penampang pipa kedua (m<sup>2</sup>)

$V_2$  = kecepatan aliran pada pipa kedua (m/s)

$g$  = gravitasi (9,81 m/s<sup>2</sup>)

## METODE

### Waktu dan Tempat Penelitian

Pengujian akan dilaksanakan di Laboratorium Fluida Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tidar yang berlokasi di Jl. Kapten Suparman No.39, Tuguran, Potrobangsari, Kec. Magelang Utara, Kota Magelang, Jawa Tengah.

### Alat Dan Bahan

Alat yang dibutuhkan ketika penelitian ini yaitu:

- Pompa air
- Mesin bor
- Gergaji

d. Gerinda potong

e. Busur derajat

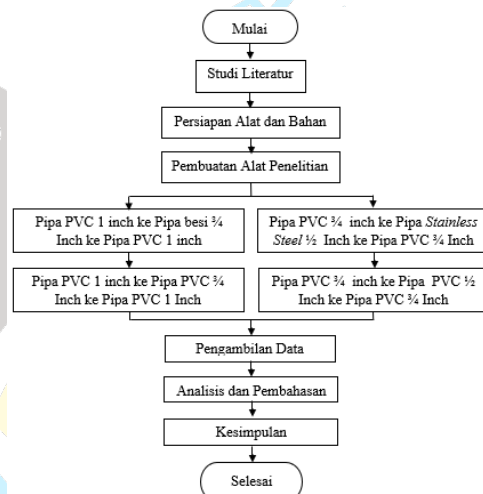
Bahan yang dibutuhkan di penelitian kali

ini antara lain:

- Drum air
- Pipa PVC
- Pipa besi
- Pipa *stainless steel*
- Pressure gauge*
- Stop kran
- Verlub
- Selotip
- Lem pipa

### Diagram Alir Penelitian

Diagram alir merupakan gambaran proses yang akan dilakukan penulis pada penelitian ini dan dapat ditunjukkan pada Gambar 3 berikut ini:



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Nilai Tekanan

Hasil pengujian nilai tekanan yang dihitung menggunakan *pressure gauge* pada tiap variasi jenis pipa dan dengan variasi sudut stop kran 50°, 55°, dan 60°. Didapatkan hasil dari pengujian nilai tekanan sesuai Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Data pengujian nilai tekanan

Hasil Pengukuran Tekanan Variasi Pipa ( $kg/cm^2$ )									
Variasi	Stopkran 50°			Stopkran 55°			Stopkran 60°		
	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	h <sub>3</sub>	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	h <sub>3</sub>	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	h <sub>3</sub>
Besi ¾ inch	0,012	0,009	0,032	0,010	0,0098	0,025	0,0077	0,010	0,012
PVC ¾ inch	0,013	0,019	0,0098	0,0098	0,011	0,009	0,007	0,0098	0,0077
Stainless steel ½ inch	0,016	0,013	0,025	0,031	0,012	0,037	0,122	0,0098	0,063
PVC ½ inch	0,023	0,029	0,012	0,010	0,027	0,011	0,009	0,025	0,0098

Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan hasil pengukuran tekanan pada setiap variasi pipa. Variasi besi ¾ inch memiliki nilai tekanan yang terbesar pada stopkran 50° dengan nilai tekanan 0,012 kg/cm<sup>2</sup>; 0,009 kg/cm<sup>2</sup>; 0,032 kg/cm<sup>2</sup>. Nilai tekanan terbesar pada variasi pvc ¾ inch yaitu pada stopkran 50° dengan nilai tekan 0,013 kg/cm<sup>2</sup>; 0,019 kg/cm<sup>2</sup>; 0,0098 kg/cm<sup>2</sup>. Variasi stainless steel ½ inch memiliki nilai tekanan yang terbesar pada stopkran 60° dengan nilai tekanan 0,122 kg/cm<sup>2</sup>; 0,0098 kg/cm<sup>2</sup>; 0,063 kg/cm<sup>2</sup>. Nilai tekanan terbesar pada variasi pvc ½ inch yaitu pada stopkran 50° dengan nilai tekan 0,023 kg/cm<sup>2</sup>; 0,029 kg/cm<sup>2</sup>; 0,012 kg/cm<sup>2</sup>. Variasi besi ¾ inch, pvc ¾ inch dan pvc ½ inch memiliki nilai tekanan yang semakin kecil pembukaan variasi stopkrannya semakin besar nilai tekanannya. Namun untuk variasi pipa stainless steel ½ inch semakin besar pembukaan variasi stopkrannya semakin besar juga nilai tekanannya.

### Head Loss

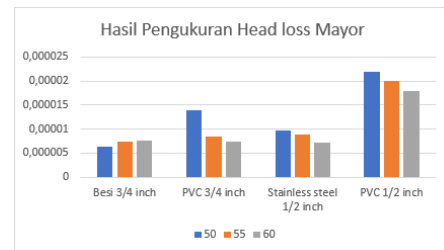
Hasil pengukuran *head loss* yang dihitung menggunakan *pressure gauge* pada tiap variasi jenis pipa dan dengan variasi sudut stop kran 50°, 55°, dan 60°. Perhitungan *head loss* dibagi menjadi 3 yaitu :

#### 1. Head loss mayor

Hasil nilai *head loss mayor* atau nilai kerugian pada pipa lurus pada setiap variasi pipa dapat ditunjukkan pada Tabel 2 dan pada Gambar 4 dibawah ini :

Tabel 2. Data pengukuran *head loss mayor*

Hasil Pengukuran Head loss Mayor (m)			
Variasi	Variasi Stopkran		
	50	55	60
Besi ¾ inch	0,0000064	0,0000074	0,0000075
PVC ¾ inch	0,000014	0,0000085	0,0000074
Stainless steel 1/2 inch	0,0000097	0,0000089	0,0000072
PVC 1/2 inch	0,000022	0,00002	0,000018



Gambar 4. Grafik perbandingan *head loss mayor*

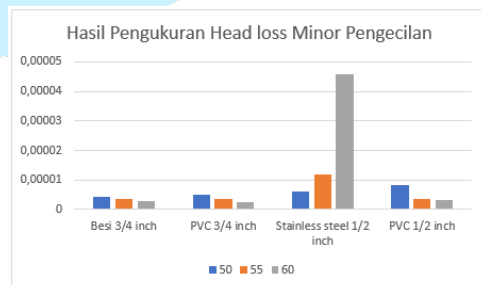
Berdasarkan Tabel 2 dan Gambar 4 menunjukkan hasil nilai *head loss mayor* atau nilai kerugian pada pipa lurus. Nilai kerugian tersebut diasumsikan sama dengan nilai kerugian outputnya. Nilai *head loss* atau kerugian terkecil pada pipa lurus pada variasi pipa ¾ inch yaitu pipa besi ¾ inch dengan nilai kerugian pipa lurus pada variasi stopkran 60° dengan nilai 0,0000064 m, sedangkan terkecil untuk variasi pipa ½ inch yaitu pipa stainless steel ½ inch pada variasi stopkran 60° dengan nilai 0,0000072 m. Hal ini dikarenakan variasi pipa besi dan stainless steel memiliki permukaan yang licin sehingga memiliki kerugian yang rendah dibandingkan pipa pvc

#### 2. Head loss minor pengecilan

Hasil nilai *head loss minor* pada pengecilan pipa di setiap variasi pipa dapat ditunjukkan pada Tabel 3 dan pada Gambar 5 dibawah ini :

Tabel 3. Data pengukuran *head loss minor* pengecilan

Hasil Pengukuran Head loss Minor Pengecilan (m)			
Variasi	Variasi Stopkran		
	50	55	60
Besi ¾ inch	0,0000043	0,0000037	0,0000027
PVC ¾ inch	0,0000049	0,0000036	0,0000026
Stainless steel 1/2 inch	0,0000062	0,0000012	0,0000046
PVC 1/2 inch	0,0000084	0,0000037	0,0000032



Gambar 5. Grafik perbandingan *head loss minor* pengecilan

Berdasarkan Tabel 3 dan Gambar 5 menunjukkan hasil nilai *head loss minor* pada



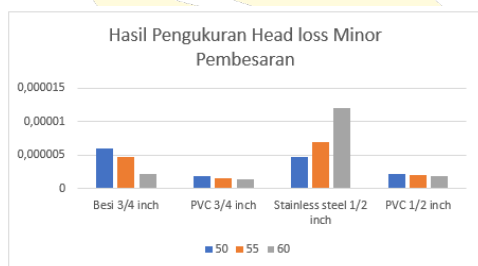
pengecilan pipa. Nilai kerugian tersebut diasumsikan sama dengan nilai kerugian outputnya. Nilai *head loss minor* pengecilan pada variasi pipa  $\frac{3}{4}$  inch yaitu pipa pvc  $\frac{3}{4}$  inch dengan nilai kerugian pipa lurus pada variasi stopkran  $60^\circ$  dengan nilai 0,0000026 m, sedangkan terkecil untuk variasi pipa  $\frac{1}{2}$  inch yaitu pipa pvc  $\frac{1}{2}$  inch pada variasi stopkran  $60^\circ$  dengan nilai 0,0000032 m. Hal ini dikarenakan pada saat pengecilan pipa masih menggunakan verlub jenis pvc sehingga kerugian pengecilan lebih rendah pada pipa pvc.

### 3. *Head loss minor* pembesaran

Hasil nilai *head loss minor* pada pembesaran pipa di setiap variasi pipa dapat ditunjukkan pada Tabel 4 dan pada Gambar 6 dibawah ini :

Tabel 4. Data pengukuran *head loss minor* pembesaran

Hasil Pengukuran Head loss Minor Pembesaran (m)			
Variasi	Variasi Stopkran		
	50	55	60
Besi 3/4 inch	0,000006	0,0000047	0,0000022
PVC 3/4 inch	0,0000019	0,0000016	0,0000014
Stainless steel 1/2 inch	0,0000047	0,000007	0,000012
PVC 1/2 inch	0,0000022	0,0000021	0,0000019



Gambar 6. Grafik perbandingan *head loss minor* pembesaran

Berdasarkan Tabel 4 dan Gambar 6 menunjukkan hasil nilai *head loss minor* pada pembesaran pipa. Nilai kerugian tersebut diasumsikan sama dengan nilai kerugian outputnya. Nilai *head loss minor* pembesaran pada variasi pipa  $\frac{3}{4}$  inch yaitu pipa pvc  $\frac{3}{4}$  inch dengan nilai kerugian pipa lurus pada variasi stopkran  $60^\circ$  dengan nilai 0,0000014 m, sedangkan terkecil untuk variasi pipa  $\frac{1}{2}$  inch yaitu pipa pvc  $\frac{1}{2}$  inch pada variasi stopkran  $60^\circ$  dengan nilai 0,0000019 m. Hal ini dikarenakan pada saat pembesaran pipa masih menggunakan verlub jenis pvc

sehingga kerugian pengecilan lebih rendah pada pipa pvc.

### Debit Aliran

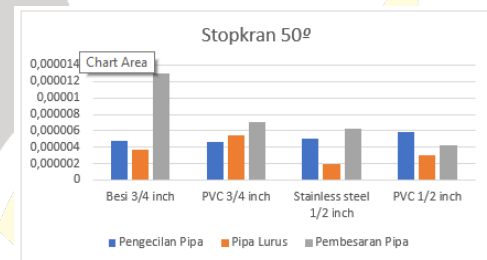
Hasil pengukuran debit aliran yang dihitung menggunakan pressure gauge pada tiap variasi jenis pipa dan dengan variasi sudut stop kran  $50^\circ$ ,  $55^\circ$ , dan  $60^\circ$ . Perhitungan debit dibagi menjadi 3 yaitu :

#### 1. Debit aliran pada stopkran $50^\circ$

Hasil debit aliran pada setiap variasi pipa di variasi stopkran  $50^\circ$  dapat ditunjukkan pada Tabel 5 dan pada Gambar 7 dibawah ini :

Tabel 5. Data perhitungan debit sudut stopkran  $50^\circ$

Variasi	Stopkran $50^\circ$		
	Pengecilan Pipa	Pipa Lurus	Pembesaran Pipa
Besi 3/4 inch	0,0000048	0,0000037	0,0000013
PVC 3/4 inch	0,0000046	0,0000054	0,0000071
Stainless steel 1/2 inch	0,0000051	0,000002	0,0000063
PVC 1/2 inch	0,0000059	0,000003	0,0000043



Gambar 7. Grafik perbandingan debit sudut stopkran  $50^\circ$

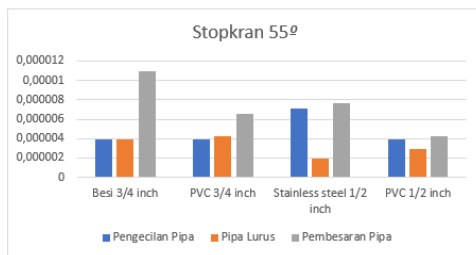
Berdasarkan Tabel 5 dan Gambar 7 menunjukkan perhitungan debit aliran fluida pada variasi stopkran  $50^\circ$ . Nilai debit tersebut diasumsikan sama dengan debit outputnya. Nilai debit terbesar dari variasi jenis pipa  $\frac{3}{4}$  inch yaitu pipa besi  $\frac{3}{4}$  inch pada debit pembesaran pipa dengan nilai debit 0,000013 m<sup>3</sup>/s, dan untuk nilai debit terbesar pada pipa  $\frac{1}{2}$  inch yaitu pipa stainless steel  $\frac{1}{2}$  inch pada debit pembesaran pipa dengan nilai debit 0,0000063 m<sup>3</sup>/s. Hal ini dikarenakan nilai tekanan berbanding lurus dengan nilai debit sehingga jika nilai tekanan yang besar maka menghasilkan nilai debit yang besar.

#### 2. Debit aliran pada stopkran $55^\circ$

Hasil debit aliran pada setiap variasi pipa di variasi stopkran 55° dapat ditunjukkan pada Tabel 6 dan pada Gambar 8 dibawah ini :

Tabel 6. Data perhitungan debit sudut stopkran 55°

Variasi	Stopkran 55°		
	Pengecilan Pipa	Pipa Lurus	Pembesaran Pipa
Besi 3/4 inch	0,0000039	0,0000039	0,000011
PVC 3/4 inch	0,0000039	0,0000043	0,0000066
Stainless steel 1/2 inch	0,0000071	0,0000019	0,0000077
PVC 1/2 inch	0,0000039	0,0000029	0,0000042



Gambar 8. Grafik perbandingan debit sudut stopkran 55°

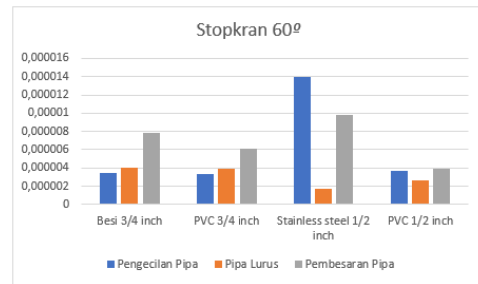
Berdasarkan Tabel 6 dan Gambar 8 menunjukkan perhitungan debit aliran fluida pada variasi stopkran 55°. Nilai debit tersebut diasumsikan sama dengan debit outputnya. Nilai debit terbesar dari variasi jenis pipa ¾ inch yaitu pipa besi ¾ inch pada debit pembesaran pipa dengan nilai debit 0,000011 m<sup>3</sup>/s, dan untuk nilai debit terbesar pada pipa ½ inch yaitu pipa stainless steel ½ inch pada debit pembesaran pipa dengan nilai debit 0,0000077 m<sup>3</sup>/s. Hal ini dikarenakan nilai tekanan berbanding lurus dengan nilai debit sehingga jika nilai tekanan yang besar maka menghasilkan nilai debit yang besar.

### 3. Debit aliran pada stopkran 60°

Hasil debit aliran pada setiap variasi pipa di variasi stopkran 60° dapat ditunjukkan pada tabel 7 dan pada gambar 9 dibawah ini :

Tabel 7. Data perhitungan debit sudut stopkran 60°

Variasi	Stopkran 60°		
	Pengecilan Pipa	Pipa Lurus	Pembesaran Pipa
Besi 3/4 inch	0,0000034	0,000004	0,0000078
PVC 3/4 inch	0,0000033	0,0000039	0,0000061
Stainless steel 1/2 inch	0,000014	0,0000017	0,0000098
PVC 1/2 inch	0,0000037	0,0000027	0,0000039



Gambar 9. Grafik perbandingan debit sudut stopkran 60°

Berdasarkan Tabel 7 dan Gambar 9 menunjukkan perhitungan debit aliran fluida pada variasi stopkran 60°. Nilai debit tersebut diasumsikan sama dengan debit outputnya. Nilai debit terbesar dari variasi jenis pipa ¾ inch yaitu pipa besi ¾ inch pada debit pembesaran pipa dengan nilai debit 0,0000078 m<sup>3</sup>/s, dan untuk nilai debit terbesar pada pipa ½ inch yaitu pipa stainless steel ½ inch pada debit pengecilan pipa dengan nilai debit 0,000014 m<sup>3</sup>/s. Hal ini dikarenakan nilai tekanan berbanding lurus dengan nilai debit sehingga jika nilai tekanan yang besar maka menghasilkan nilai debit yang besar.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain :

1. Pengukuran nilai tekanan aliran fluida pada tiap variasi pipa menghasilkan nilai tekanan yang terbesar pada variasi pipa ¾ inch yaitu pipa besi ¾ inch dengan nilai tekanan pada variasi stopkran 50° dengan nilai 0,032 kg/cm<sup>2</sup> pada saat pembesaran pipa. Nilai tekanan yang terbaik pada pipa ½ inch yaitu pipa stainless steel ½ inch pada variasi stopkran 60° dengan nilai tekanan 0,122 kg/cm<sup>2</sup> pada saat pengecilan pipa. Hal ini dikarenakan variasi besi ¾ dan stainless steel ½ memiliki permukaan yang licin sehingga nilai tekanannya lebih besar dibandingkan nilai tekanan pada pipa pvc.
2. Nilai head loss atau kerugian terkecil pada pengecilan pipa ¾ inch yaitu pipa pvc ¾ inch dengan nilai kerugian pengecilan

pada variasi stopkran  $60^\circ$  dengan nilai 0,0000026 m, sedangkan untuk nilai kerugian pembesaran terkecil yaitu pada pipa pvc  $\frac{3}{4}$  inch pada variasi stopkran  $60^\circ$  dengan nilai 0,0000014 m. Nilai head loss atau kerugian terkecil pada pengecilan pipa  $\frac{1}{2}$  inch yaitu pipa pvc  $\frac{1}{2}$  inch dengan nilai kerugian pengecilan pada variasi stopkran  $60^\circ$  didapatkan nilai 0,0000032 m, sedangkan nilai pembesaran terkecil pada variasi stopkran  $60^\circ$  dengan nilai 0,0000019 m. Nilai head loss terkecil terjadi pada pipa pvc di setiap variasi. Hal ini dikarenakan pipa pvc memiliki permukaan yang lebih kasar sehingga nilai head loss nya lebih kecil dibandingkan dengan pipa lainnya

3. Nilai debit aliran terbesar dari variasi jenis pipa  $\frac{3}{4}$  inch yaitu pipa besi  $\frac{3}{4}$  inch pada debit pembesaran pipa pada variasi stopkran  $50^\circ$  dengan nilai debit 0,000013 m<sup>3</sup>/s, dan untuk nilai debit terbesar pada pipa  $\frac{1}{2}$  inch yaitu pipa stainless steel  $\frac{1}{2}$  inch pada debit pengecilan pipa pada variasi stopkran  $60^\circ$  dengan nilai debit 0,000014 m<sup>3</sup>/s. Hal ini dikarenakan nilai tekanan berbanding lurus dengan nilai debit sehingga jika nilai tekanan yang besar maka menghasilkan nilai debit yang besar.

#### SARAN

Pada saat pengujian/pengambilan data penulis mengalami beberapa macam kendala, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan yaitu:

1. Pada saat perancangan alat agar data yang dihasilkan akurat hendaknya dilakukan pemasangan pipa-pipa secara presisi dan pengelemannya harus kuat supaya tidak kebocoran.
2. Pada proses pengambilan data sebaiknya dilakukan secara langsung atau tidak bertahap supaya pembacaan *pressure gauge* bisa akurat.
3. Perlu adanya penelitian pada alat friction apparatus lebih lanjut lagi untuk mendapatkan nilai tekanan, nilai debit aliran dan nilai *headloss*/ kerugian pada tiap variasi pipa dengan penambahan

perhitungan pada belokan (*elbow*) atau pada pipa tee.

4. Penelitian kedepannya pada alat *friction apparatus* dapat dikembangkan dengan penambahan variasi jenis pipa agar menambah perbandingan diantara jenis pipa yang lainnya

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Yusuf and Hariadi, "Analisis Hasil Percobaan Alat Praktikum Rugi-Rugi Aliran Dalam Pipa," *Rang Teknik Journal*, 2021.
- [2] K. Suharno, S. Widodo and E. Christian, "Analisis Rugi Gesekan Pembesaran Dan Pengecilan pipa Galvanis Pada Diameter Pipa Ukuran 1 Inch,  $\frac{3}{4}$  Inch,  $\frac{1}{2}$  Inch," *Jurnal Teknik Mesin MERC*, 2019.
- [3] A. Yani, Ratnawati and A. Darmanto, "Analisa Kerugian Head Akibat Perluasan Dan Penyempitan Penampang Pada Sambungan  $90^\circ$ ," *Teknik Juara, Aktif, Global, Optimis STTI Bontang*, 2021.
- [4] N. Oemiati, S. Kimi and R. Anggraini, "Analisa Faktor Kehilangan Energi Pada Distribusi Pipa Dari Booster Kertapati Sampai Kawasan Pasar," *Jurnal Teknik*, 2021.
- [5] Helmizar, "Studi Eksperimental Tentang Head Loss Pada Aliran Fluida Yang Melalui Elbow  $90^\circ$ ," *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CakraM*, 2011.
- [6] K. Abidin and S. Wagiani, "Studi Analisis Perbandingan Kecepatanaliran Air Melalui Pipa Venturi Dengan Perbedaan Diameter Pipa," *Jurnal Dinamika*, 2013.
- [7] D. Sugiyanto and E. R. Anmar, "Analisa Sistem Perpipa Pompa Sentrifugal 1500 Gpm Pada Mobil Pemadam Kebakaran," *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, 2018.
- [8] Nurnawaty and Sumardi, "Analisis Perubahan Tinggi Tekanan Akibat Sudut Belokan  $90^\circ$  Dan  $45^\circ$  Dengan



Menggunakan Fluid Friction  
Apparatus," *Jurnal Teknik Hidro*, 2020.

