

Analisis Minor Losses Alat Uji Aliran Fluida Skala Laboratorium

Eko Julianto 1*, Febriyan 2, Gunarto 3, Fuazen 4, Eko Sarwono 5
Teknik Mesin, Fakultas Teknik & Ilmu Komputer Pontianak
Univertias Muhammadiyah Pontianak, Indonesia

*Email: eko.julianto@unmuhpnk.ac.id

Abstrak

Dalam sistem perpipaan dapat mempermudah pendistribusian fluida untuk kebutuhan industri maupun untuk keperluan pertanian. Sistem ini umumnya dapat ditemukan pada rangkaian sistem perpipaan untuk keperluan irigasi baik berupa irigasi tetes maupun irigasi *sprinkler*. Pada system aliran fluida sering mengalami Rugi-rugi aliran (*head losses*) pada bagian sambungan dan jenis bahan pipa yang dilalui oleh aliran fluida sehingga mengakibatkan penurunan tekanan disebut rugi mayor (*minor losses*). Penurunan tekanan tersebut dikarenakan fluida yang mengalir mengalami turbulensi yang menimbulkan gesekan pada besar pada dinding pipa disebut rugi mayor (*major losses*). Penelitian ini menggunakan 3 diameter pipa yang berbeda yaitu 1 Inchi, $\frac{3}{4}$ Inchi dan $\frac{1}{2}$ Inchi untuk mengetahui *Minor losses* pada masing-masing diameternya dan proses pengolahan data digunakan rumus Reynolds dan Bernioli untuk mendapatkan hasil perhitungan dari data pengujian. Dari hasil perhitungan yang dilakukan diperoleh nilai *Head minor losses* pada masing – masing pipa yaitu pipa diameter 1inch sebesar (0.43m), $\frac{3}{4}$ inchi sebesar (1.55m) dan $\frac{1}{2}$ inchi sebesar (7.75) m, maka semakin kecil diameter penampang maka nilai *head minor losses* semakin besar dikarenakan diameter pipa yang lebih kecil menimbulkan gaya kapilaritas yang lebih tinggi yang berakibat kecepatan yang ditimbulkan juga lebih tinggi dibandingkan diameter pipa yang lebih besar.

Kata kunci Aliran fluida, *Head losses*, *Head minor losses*.

Abstract

In the piping system can facilitate the distribution of fluids for industrial needs as well as for agricultural purposes. This system can generally be found in a series of piping systems for irrigation purposes in the form of drip irrigation and sprinkler irrigation. In fluid flow systems often experience flow losses (head losses) at the connection section and the type of pipe material through which the fluid flows, resulting in a pressure drop called major losses (minor losses). The pressure drop is because the flowing fluid experiences turbulence which causes friction on the pipe wall, which is called major loss. This study uses 3 different pipe diameters, namely 1 inch, inch and inch to determine the minor losses in each diameter and the data processing process uses the Reynolds and Bernioli formulas to obtain the calculation results from the test data. From the results of calculations carried out, it is obtained that the value of Head minor losses in each pipe is a pipe with a diameter of 1 inch (0.43m), inch of (1.55m) and inch of (7.75) m, the smaller the cross-sectional diameter, the higher the head value. Minor losses are getting bigger because the smaller pipe diameter causes a higher capillarity force which results in higher velocity compared to the larger pipe diameter.

Keywords Fluid flow, *Head losses*, *Head minor losses*

Pendahuluan

Aliran fluida sistem perpipaan sering mengalami *head losses* pada bagian sambungan, jenis bahan pipa yang dilalui oleh aliran fluida sehingga mengakibatkan penurunan tekanan. Penurunan tersebut dikarenakan fluida yang mengalir mengalami turbulensi sehingga menimbulkan gesekan besar pada dinding pipa.

Untuk mengetahui *head losses* pada aliran fluida terdapat penelitian dan pengembangan tentang pengujian rugi-rugi aliran dalam sistem perpipaan. Diantaranya, Analisis losses pada instalasi alat penguji aliran fluida cair. Dengan kerugian berupa penurunan head yang disebabkan oleh gesekan (*major losses*) dan perubahan bentuk orifice (*minor losses*) pada instalasi alat uji aliran fluida (Setiaji,

2014).

Menganalisa jarak pemasangan *reducer* dan *elbow* yang optimal untuk mencapai *headlosses* minimal. dengan membuat alat uji *headlosses* dengan variasi debit air sebesar: 20, 25, dan 30 l/min, serta variasi jarak *elbow*: 6, 12, 18 cm (A'rasy, 2018).

Melakukan penelitian dengan memvariasikan jumlah potongan pipa sebanyak 3 kali, yaitu dengan 2 potongan pipa, 3 potongan pipa, dan 4 potongan pipa. Kemudian setiap variasi potongan pipa dialiri air dengan 5 variasi debit aliran.(Nasarudin, 2015). Pengujian rugi-rugi aliran terhadap komponen alat uji pada pipa yang berbeda yang menyebabkan terjadi gesekan pada fluida dengan dinding pipa (Dery, 2017).

Teori

II.1. Tinjauan Pustaka

Penelitian ini tentang analisis *losses* pada instalasi alat penguji aliran fluida cair. Gesekan fluida pada dinding pipa merupakan penyebab utama terjadinya rugi energi pada pad sistem instalasi fluida. Keugian yang berupa penurunan *head* yang diakibatkan oleh gesekan disebut *major losses*, sedangkan kerugian yang disebabkan oleh bentuk lokal dari saluran, seperti perubahan luas penampang, katup, belokan disebut *minor losses*. Dari pengujian ini menggunakan variasi ukuran diameter pipa 0,0254 m, 0,0127 m dan 0,01905 m dengan mendapatkan hasil semakin kecil diameter maka kerugian aliran akan semakin besar dan begitu sebaliknya (Setiaji & Bambang, 2019).

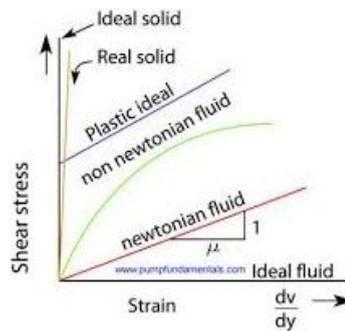
Penelitian ini menganalisa penyebab tekanan fluida yang menjadi lebih rendah dari yang diharapkan dan untuk mengetahui jarak pemasangan *reducer* dan *elbow* yang optimal untuk mencapai *headlosses* minimal. Membuat alat uji *headlosses* dengan variasi debit air sebesar: 20, 25, dan 30 l/min, serta variasi jarak *elbow*: 6, 12, 18 cm. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa *pressure drop* dan *head losses* terbesar terjadi pada debit 20 l/min dengan jarak *elbow* 6 cm, yaitu sebesar 0,207 bar dan 2,115 m. Sedangkan *pressure drop* dan *head losses* terendah terjadi pada debit 30 l/min dengan jarak *elbow* 18 cm, yaitu sebesar 0,057 bar dan 0,580 m (A'rasy Fahrudin & Mulyadi, 2018).

Penelitian dilakukan dengan memvariasikan jumlah potongan pipa sebanyak 3 kali, yaitu dengan 2 potongan pipa, 3 potongan pipa, dan 4 potongan pipa. Kemudian setiap variasi potongan pipa dialiri air dengan 5 variasi debit aliran yaitu dari 0,000244 m³ /s sampai dengan 0,002727 m³ /s. Pipa uji yang digunakan adalah pipa galvanis dengan diameter dalam (D) sebesar 38,1 mm dengan jari-jari kelengkungan konstan (r) adalah 120 mm. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa, pada bilangan Reynolds (Re) = 6830, nilai koefisien kerugian belokan (k) pada pipa miter 90° untuk 2 potongan pipa adalah 0.3166, untuk 3 potongan pipa adalah 0.1975 dan untuk 4 potongan pipa adalah 0.1435. Sedangkan kerugian head untuk setiap variasi potongan pipa adalah: untuk 2 potongan pipa sebesar 0.001108 mH₂O, untuk 3 potongan pipa sebesar 0.000688 mH₂O dan untuk 4 potongan pipa sebesar 0.000531 mH₂O. Dapat disimpulkan bahwa makin besar jumlah potongan pipa maka koefisien kerugian dan kerugian head semakin kecil, sehingga dapat mengefisienkan pemakain daya instalasi perpipaan (Nasarudin, 2015).

Penelitian tentang pengujian terhadap komponen-komponen alat uji, serta memastikan pendistribusian fluida berjalan dengan lancar. Pengujian ini dilakukan pada pipa yang berbeda, seperti pipa galvanis, stainless steel, PVC, dan *acrylic*. Dari pengujian Rugi-rugi Aliran dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan tekanan yang

II.2. Fluida

Fluida Newtonian didefinisikan sebagai fluida yang tegangan gesernya berbanding lurus secara linier dengan gradient kecepatan pada arah tegak lurus dengan bidang geser. Definisi ini memiliki arti bahwa fluida Newtonian akan mengalir terus tanpa di pengaruhi gaya-gya yang bekerja pada fluida. Sebagai contoh, air adalah fluida Newtonian karena air memiliki property fluida sekalipun pada saat diaduk. Sebaliknya, bila fluida nonnewtonian diaduk, akan tersisa suatu lubang. Lubang ini akan terisi seiring dengan berjalannya waktu. Sifat seperti ini dapat teramati pada material seperti puding yang memiliki kekentalan lebih tinggi. Berikut grafik linier fluida Newtonian dan non Newtonian di gambarkan pada Gambar 2.1 Grafik linier fluida Newtonian dan nonnewtonian.



Gambar 1 Variasi linier dari tegangan geser pada jenis fluida

II.3. Kerapatan / density

Kerapatan atau density dinyatakan dengan ρ (ρ adalah huruf kecil Yunani yang dibaca “rho”), didefinisikan sebagai mass per satuan volume.

$$\rho = \frac{m}{v} \dots\dots\dots (2-1)$$

dengan:

- ρ = kerapatan (kg/m³)
- m = massa benda (kg)
- v = volume (m³)

Pada persamaan 2-1 diatas, dapat digunakan untuk menuliskan massa, dengan persamaan sebagai berikut :

$$M = \rho \cdot v \dots\dots\dots(2-2)$$

Kerapatan adalah suatu sifat karakteristik setiap bahan murni. Benda tersusun atas bahan murni, misalnya emas murni, yang dapat memiliki berbagai ukuran ataupun massa, tetapi kerapatannya akan sama untuk semuanya.

Satuan SI untuk kerapatan adalah kg/m³. Terkadang kerapatan diberikan dalam g/cm³. Dengan catatan bahwa jika kg/m³ = 1000 g/(100 cm)³, kemudian kerapatan yang diberikan dalam g/cm³ harus dikalikan dengan 1000 untuk memberikan hasil dalam kg/m³. Dengan demikian kerapatan air adalah 1,00 g/cm³, akan sama dengan 1000 kg/m³. Berbagai kerapatan bahan diunjukkan pada Tabel 2.1 Kerapatan bahan. Dalam tabel tersebut ditetapkan suhu dan tekanan karena besaran ini akan dipengaruhi kerapatan bahan (meskipun pengaruhnya kecil untuk zat cair).

Tabel 1 Kerapatan bahan

Bahan	Kerapatan ρ (kg/m ³)
Cair	
Air pada suhu 4° C	1.00 x 10 ³
Darah ,plasma	1.03 x 10 ³
Darah seluruhnya	1.05 x 10 ³
Air laut	1.025 x 10 ³
Raksa	13.6 x 10 ³
Alkohol, alky	0.79 x 10 ³
Bensin	0.68 x 10 ³
Gas	
Udara	1.29
Helium	0.179
Karbon dioksida	1.98
Uap air pada suhu 100° C	0.598

II.3. Berat jenis / *specific gravity*

Berat jenis suatu bahan didefinisikan sebagai perbandingan kerapatan bahan terhadap kerapatan air. Berat jenis *specific gravity* disingkat SG adalah besaran murni tanpa dimensi maupun satuan, dinyatakan pada persamaan 2-3 dan 2-4 sebagai berikut:

$$\text{Untuk fluida cair } SG_c = \frac{\rho_c \text{ (g/cm}^3\text{)}}{\rho_w \text{ (g/cm}^3\text{)}} \dots\dots\dots(2-3)$$

$$\text{Untuk fluida gas } SG_g = \frac{\rho_g \text{ (g/cm}^3\text{)}}{\rho_a \text{ (g/cm}^3\text{)}} \dots\dots\dots(2-4)$$

Dengan:

ρ_c = massa jenis cairan (g/cm³)

ρ_w = massa jenis air (g/cm³)

ρ_g = massa jenis gas (g/cm³)

ρ_a = massa jenis udara (g/cm³)

II.4. Tekanan / *pressure*

Tekanan didefinisikan sebagai gaya per satuan luas, dengan gaya F dianggap bekerja secara tegak lurus terhadap luas permukaan A, maka :

$$P = \frac{F}{A} \dots\dots\dots(2-5)$$

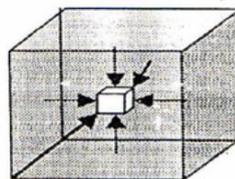
Dengan:

P = tekanan (kg/m²)

F = gaya (kg)

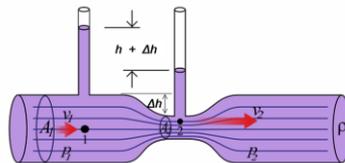
A = luas permukaan (m²)

Konsep tekanan sangat berguna terutama dalam berurusan dengan fluida. Sebuah fakta eksperimental menunjukkan bahwa fluida menggunakan tekanan ke semua arah. Hal ini sangat dikenal oleh para perenang dan juga penyelam yang secara langsung merasakan tekanan air pada seluruh bagian tubuhnya. Pada titik tertentu dalam fluida diam, tekanan sama untuk semua arah. Ini diilustrasikan dalam Gambar 2.2 Tekanan pada fluida.



Gambar 2 Tekanan pada fluida

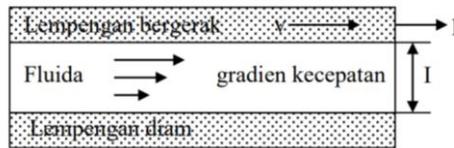
Tekanan dalam cairan yang mempunyai kerapatan seragam akan bervariasi terhadap kedalaman. Bayangan sebuah titik yang terletak pada kedalaman h dibawah permukaan cairan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.3 tekanan dalam kedalaman h dalam cairan.



Gambar 3 Tekanan dalam kedalaman h dalam cairan

Kekentalan atau *viscosity* merupakan sebagai gesekan internal atau gesekan fluida terhadap wadah dimana fluida itu mengalir. Dalam cairan atau gas, dan pada dasarnya adalah gesekan antara lapisan fluida yang berdekatan ketika bergerak melintasi satu sama lain atau gesekan antara fluida dengan wadah tempat ia mengalir. Fluida yang secara langsung bersinggungan dengan masing-masing lempengan ditarik pada permukaannya oleh gaya rekat diantara molekul-molekul cairan dengan kedua lempengan tersebut.

Kecepatan bervariasi secara linear dari 0 hingga v seperti ditunjukkan seperti pada Gambar 2.4 Penentuan kekentalan.



Gambar. 4 Penentuan kekentalan

Tabel 2. Daftar koefisien kekentalan untuk berbagai fluida

Bahan	Suhu	Koefisien kekentalan η (Pa.s)
Air	0	1.8×10^{-3}
	20	1.0×10^{-3}
	100	0.3×10^{-3}
Plasma darah	37	4×10^{-3}
Darah seluruhnya	37	1.5×10^{-3}
Alkohol, alky	20	1.2×10^{-3}
Mesin-mesin (SAE 10)	30	200×10^{-3}
Giserin	20	1500×10^{-3}
Udara	20	0.018×10^{-3}
Hidrogen	0	0.009×10^{-3}
Uap air	100	0.013×10^{-3}

II.5. Jenis dan Karakteristik Fluida

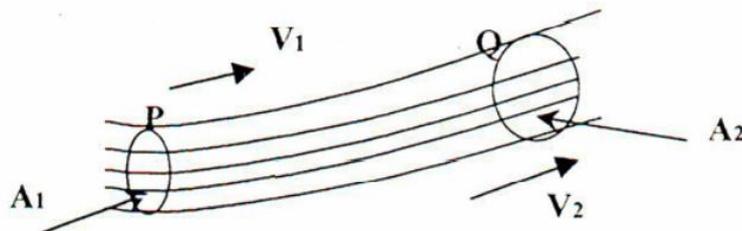
Pada sistem transmisi perpipaan Jika fluida tidak mempunyai kekentalan, ia dapat mengalir melalui tabung atau pipa mendatar tanpa memerlukan gaya. Oleh karena itu adanya kekentalan, perbedaan tekanan antara kedua ujung tabung diperlukan untuk lajunya aliran pada fluida nyata, misalnya air atau minyak didalam pipa. Laju alir dalam tabung bulat bergantung pada kekentalan fluida, perbedaan tekanan, dan dimensi tabung. menentukan bagaimana variabel yang mempengaruhi laju aliran fluida yang tak dapat mampat yang menjalani aliran laminar dalam sebuah tabung silinder. Hasilnya dikenal sebagai persamaan Poiseuille sebagai berikut :

$$Q = \frac{\pi r^4 (P_1 - P_2)}{8 \eta L} \dots\dots\dots(2-11)$$

dengan :

- r = jari-jari dalam tabung (m)
- L = panjang tabung (m)
- $P_1 - P_2$ = perbedaan tekanan pada kedua ujung (atm)
- η = kekentalan (P.s/m²)
- Q = laju aliran volume (m³/detik)

Gerak fluida didalam suatu tabung aliran haruslah sejajar dengan dinding tabung. Meskipun besar kecepatan fluida dapat berbeda dari suatu titik ke titik lain didalam tabung. Pada Gambar 2.5 Persamaan kontinuitas.

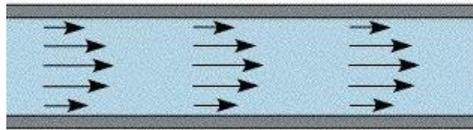


Gambar . 5 Persamaan kontinuitas

II.6. Aliran Laminar dan Turbulen

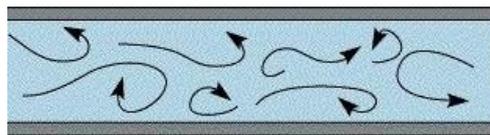
Laju aliran dari fluida yang melalui pipa, akan dipengaruhi oleh gaya momentum fluida yang membuat fluida bergerak di dalam pipa, gaya *viscous*/gaya gesek yang menahan aliran pada dinding pipa

dan fluidanya sendiri (gesekan internal) dan juga dipengaruhi oleh belokan pipa, valve sebagainya. Jenis aliran fluida terbagi menjadi aliran laminar dan aliran turbulen. Berikut gambar dari aliran laminar.



Gambar 6 Aliran Laminer

Pada aliran turbulen, gaya momentum aliran lebih besar dibandingkan gaya gesekan dan pengaruh dari dinding pipa menjadi kecil. Karenanya aliran turbulen memberikan profil kecepatan yang lebih seragam dibandingkan aliran laminar, walaupun pada lapisan fluida dekat dinding pipa tetap laminar. Profil kecepatan pada daerah transisi antara laminar dan turbulen dapat tidak stabil dan sulit untuk diperkirakan karena aliran dapat menunjukkan sifat dari daerah aliran laminar maupun turbulen atau osilasi antara keduanya. Berikut di bawah gambar dari aliran turbulen



Gambar 7 Aliran turbulen

II.7. Pipa PVC

PVC adalah *polimer termoplastik* urutan ketiga dalam hal jumlah pemakaian di dunia, setelah *polietilin (PE)* dan *polipropilin (PP)*. Lebih dari 50% PVC diproduksi untuk konstruksi. Sebagai bahan bangunan, PVC relative murah, tahan lama, dan mudah dirangkai. PVC dapat dibuat lebih elastis dan fleksibel dengan penambahan *plasticizer-ftalat*. PVC fleksibel dipakai sebagai bahan pakaian, pipa, atap, isolator, dan kabel listrik. PVC diproduksi melalui polimerisasi *monomer vinil klorida (CH₂=CHCl)*. Karena 57% massanya adalah klor, PVC adalah polimer pengguna bahan baku minyak bumi terendah di antara *polimer* lainnya. Setengah produksi resin PVC dijadikan pipa untuk perkotaan/industry ringan, kekuatan yang tinggi, dan reaktivitas rendah adalah cocok untuk berbagai keperluan. Pipa PVC dapat dicampur dengan larutan semen/disatukan dengan pipa HDPE oleh panas, dan pembuatan sambungan permanen tahan bocor (Syamsul Hadi, 2017).



Gambar 8 Pipa PVC (Poly Vinyl Chloride)

II.8. Head Losses

Head losses adalah penurunan tekanan pada aliran pipa atau kerugian-kerugian aliran pada sistem perpipaan. Penurunan tekanan ini terbagi menjadi dua bagian yaitu mayor losses dan minor losses. Berikut persamaan *head losses* pada aliran fluida.

$$H = H_f + H_m \dots\dots\dots(2-18)$$

Dengan:

H = head losses (m)

H_f = mayor losses (m)

H_m = minor losses (m)

II.9. *Mayor Losses*

Mayor Losses Kerugian mayor adalah kehilangan tekanan akibat gesekan aliran fluida pada sistem aliran dengan luas penampang tetap atau konstan. Aliran fluida yang melalui pipa akan selalu mengalami kerugian head. Hal ini disebabkan oleh gesekan yang terjadi antara fluida dengan dinding pipa atau perubahan kecepatan yang dialami oleh fluida. Kerugian head akibat dari gesekan dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan Darcy -Weisbach yaitu:

$$H_f = f \cdot \frac{L}{D} \dots \dots \dots (2-19)$$

Dengan:

- H_f = head mayor (m)
- L = panjang pipa (m)
- D = diameter pipa (m)
- v = kecepatan (m/s)
- g = gravitasi bumi (m/s²)
- f = factor gesek (didapat dari diagram mody)

Diagram mody telah digunakan untuk menyelesaikan permasalahan aliran fluida dalam pipa dengan menggunakan faktor gesekan pipa (f) dari rumus Darcy - Weisbach.

Untuk aliran laminar dimana bilangan Reynold kurang dari 2300 (Re<2300), faktor gesekan pada persamaan dihubungkan dengan bilangan Reynold, dengan persamaan

$$f = \frac{64}{Re} \dots \dots \dots (2-20)$$

II.10. *Minor Losses*

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 rumusan Darcy ± Weisbach (White,1988).

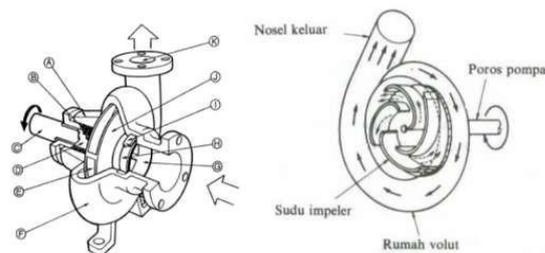
$$H_m = k \frac{v^2}{2g} \dots \dots \dots (2-21)$$

Dengan :

- H_m = head minor (m)
- v = kecepatan (m/s)
- g = gravitasi bumi (m/s²)
- k = koefisien kerugian pada fitting

II.11. Pompa Sentrifugal

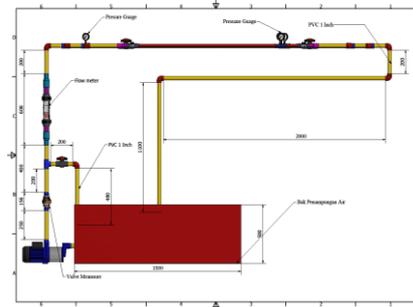
Pompa adalah suatu alat atau mesin yang digunakan untuk memindahkan cairan dari suatu tempat ke tempat yang lain melalui suatu media perpipaan dengan cara menambahkan energi pada cairan yang dipindahkan dan berlangsung secara terus menerus. Secara umum bagian-bagian utama pompa sentrifugal dapat dilihat seperti gambar berikut:



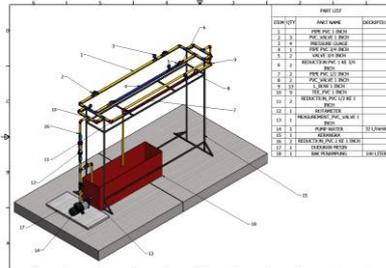
Gambar 9 Bagian-bagian pompa sentrifugal

Metodologi Penelitian

Desain Alat Uji



Gambar 10 Rancangan alat uji mekanika fluida



Gambar 11 Rancangan 3D alat uji mekanika fluida

III.2. Alat dan Bahan Penelitian

No	Nama Barang	Ukuran	Jmlh	Satuan
1	Pompa air	40 l/m	1	Unit
2	Tanki air	120 l	1	Unit
3	Flow meter	Kap : 3000 l/h Size : 1 Inch	1	Pcs
4	Pressure gauge	Range : 0 - 10 bar	4	Pcs
5	Mettering ball valve	1 Inch	1	Pcs
6	Ball valve	1 Inch	2	Pcs
7	Ball valve	3/4 Inch	2	Pcs
8	Ball valve	1/2 Inch	2	Pcs
9	Reducer	Size : 1 Inch - 3/4 Inch	2	Pcs
10	Reducer	Size : 1 Inch - 1/2 Inch	2	Pcs
11	Elbow PVC	1 Inch	15	Pcs
12	Tee PVC	1 Inch	8	Pcs
13	Tee PVC Pressure gauge	Size : 1 Inch x 1 Inch x NPT Female	2	Pcs
14	Tee PVC Pressure gauge	Size : 3/4 Inch x 3/4 Inch x NPT Female	1	Pcs
15	Tee PVC Pressure gauge	Size : 1/2 Inch x 1/2 Inch x NPT Female	1	Pcs
16	Pipa PVC	1 Inch x 6 meter	4	Batang
17	Pipa PVC	3/4 Inch	1	Batang
18	Pipa PVC	1/2 Inch	1	Batang
19	Soket drat	Size : 1 Inch x 3/4	1	Pcs

	PVC	NPT Male		
20	Soket lurus PVC	Size : 1 Inch x 1 Inch	2	Pcs
21	MCB	6 Amphere	1	Pcs
22	Kabel serabut	NYHY, 3x1.5 mm	5	Meter
23	Konektor Mur tanki air	1 Inch	2	Pcs
23	Besi Hollow	Size : 4x4 tebal 1 mm	4	Batang

Hasil

Hasil penelitian pada analisis minor losses alat uji aliran fluida skala laboratorium dengan penampang yang berbeda diperoleh beberapa data. Pada penampang menggunakan 3 ukuran pipa yang berbeda yaitu pipa ukuran 1 inch, ¾ inchi dan ½ inchi dengan masing-masing panjang pipa 2 meter (pada saat perubahan penampang) dan 3.3 meter sebelum perubahan penampang pipa (total panjang pipa yang digunakan adalah 5.3 meter). Adapun pompa yang digunakan berkapasitas 40 liter/menit, flowmeter dengan kapasitas 3000 liter/jam, 1 drum dengan kapasitas 120 liter, 4 buah pressure gauge dengan range 0 – 2.5 bar. Pengujian dilakukan dengan pembukaaan outlet pompa 100%. Setelah melakukan pembuatan alat uji mayor losses pada alat uji aliran fluida skala laboratorium maka berikut terlampir foto alat uji tersebut.



Gambar 12 Alat Uji Aliran Fluida Skala Laboratorium

IV.1. Hasil pengambilan data alat uji

Tabel 4. 1 Hasil pengambilan data alat uji pada pembukaan masing-masing katub

No	Pipa	Katub	Foto	Flow meter	Pressure gauge Inlet	Pressure gauge Outlet
1	1 inchi	100%				
2	3/4 inchi	100%				
3	1/2 inchi	100%				

Tabel 4. 2 Hasil pengambilan data alat uji pada full open

No	Ukuran Pipa	Katub	Foto	Flow meter	Press ure gauge Inlet	Press ure gauge Outlet
1	1 inchi	100%				
2	3/4 inchi	100%				
3	1/2 inchi	100%				

Tabel 4. 3 Hasil pengambilan data alat uji pada pembukaan masing-masing katub

No	Massa jenis air (ρ) (kg/m ³)	viskositas air (μ) (kg/m ²)	Panjang pipa (L)	Ukuran pipa	Diameter (m)	Q (m ³ /s)	P inlet (bar)	P outlet (bar)
1	997	0.00089	100%	1"	0.025	0.00068	0.85	0.7
2	997	0.00089		3/4"	0.019	0.00067	0.87	0.7
3	997	0.00089		1/2"	0.013	0.00065	0.9	0.75

Tabel 4. 4 Hasil pengambilan data alat uji pada full open

No	Massa jenis air (ρ) (kg/m ³)	viskositas air (μ) (kg/m ²)	Panjang pipa (L)	Ukuran pipa	Diameter (m)	Q (m ³ /s)	P inlet (bar)	P outlet (bar)
1	997	0.00089	100%	1"	0.025	0.00072	0.85	0.42
2	997	0.00089		3/4"	0.019	0.00072	0.87	0.4
3	997	0.00089		1/2"	0.013	0.00072	0.9	0.39

IV.2. Perhitungan Data

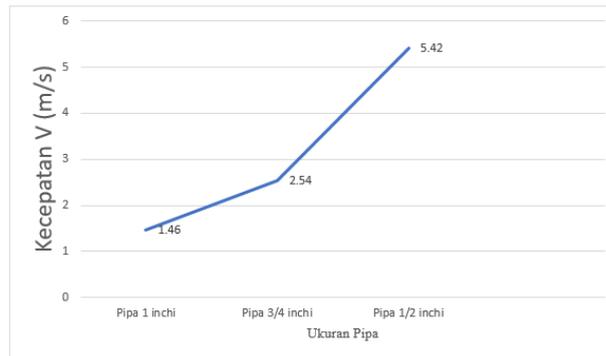
Setelah pengambilan data uji selanjutnya dilakukan perhitungan minor losses pada masing-masing ukuran pipa (3 ukuran) berikut tabel hasil perhitungan *head minor losses*.

Tabel 4. 5 Hasil perhitungan head minor losses.

No	Ukuran Pipa (m)	Debit (m ³ /s)	Kecepatan m ² /s	Head Losses Minor (m)
1	1"	0.000634	1.34	0.43
2	3/4"	0.000625	2.34	1.55
3	1/2"	0.000612	5.16	7.57

IV.3. Perhitungan kecepatan rata-rata (V)

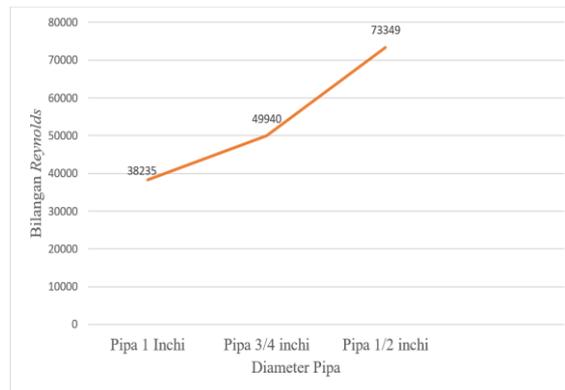
Berikut perhitungan kecepatan aliran pada saat pipa yang diuji dibuka katub secara penuh sedangkan katub pada pipa dengan ukuran yang berbeda di tutup.



Gambar 13 Grafik kecepatan fluida terhadap penampang

IV.4. Perhitungan Bilangan Reynolds

Nilai dan bilangan Reynolds (Re) dapat dihitung apabila mempunyai nilai-nilai dari massa jenis air (ρ), kecepatan aliran (V), diameter pipa (D) dan viskositas



Gambar 14 Hubungan ukuran pipa dengan bilangan Reynolds

Berdasarkan hasil perhitungan diatas dapat dilihat bahwa nilai bilangan Reynolds (Re) pada masing-masing pipa adalah diatas 4000 maka termasuk kedalam aliran turbulen. dapat diketahui bahwa semakin kecil ukuran pipa yang digunakan maka bilangan Reynolds nya akan semakin besar.

IV.5. Hitung Kekasaran Relatif Pipa (ϵ)

Material yang digunakan dalam pembuatan alat uji ini adalah menggunakan material PVC (*Polyvinyl Chloride*), berdasarkan tabel koefisien kekasaran diperoleh nilai kekasarannya adalah 0,0015.

IV.6. Perhitungan Head Loss minor

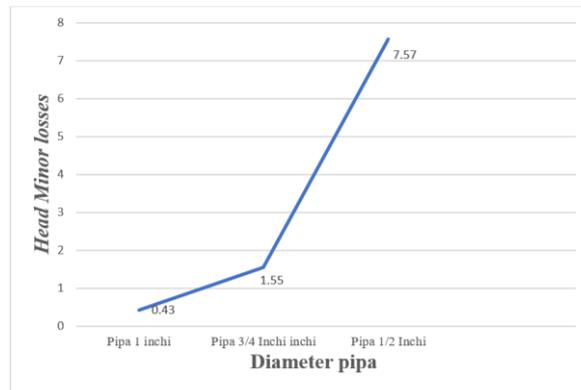
Pada pengujian ini terdapat perhitungan *Head Loss minor* yaitu pada masing - masing ukuran pipa (1 Inchi, $\frac{3}{4}$ Inchi, dan $\frac{1}{2}$ Inchi) dengan panjang pipa 2 meter, dan pipa perubahan ukuran penampang. “k” adalah koefisien kerugian minor, harga k bergantung pada jenis komponen sistem perpipaan seperti katup, sambungan, belokan, sisi masuk, sisi keluar, dan sebagainya.

Table Koefisien kerugian minor untuk komponen pipa pvc didapatkan dari software.

Tabel 3 1 Koefisien kerugian

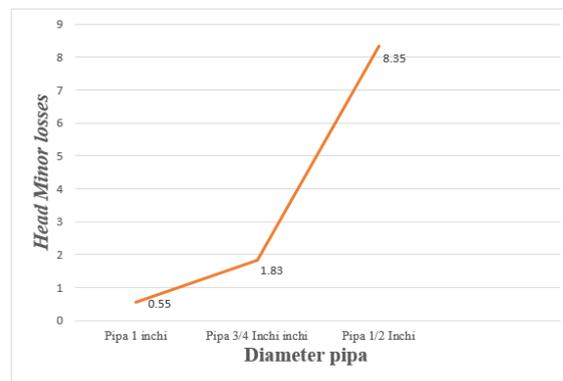
Komponen PVC	Nilai K
<i>Regular flanged elbow 90°</i>	0.81
<i>Line flow Flanged Tee</i>	0.54
<i>Ball Valve</i>	2.6

<i>Gradual Contraction</i>	1.63
	5.58



Gambar 15 Grafik hubungan diameter dengan *head losses minor*

- a. Perhitungan *minor losses* percobaan uji aliran fluida pada penampang berbeda dengan membuka semua katub



Gambar 16 Grafik hubungan diameter dengan *head losses minor Full open*

IV.7. Analisis data

Berdasarkan hasil pengujian nilai kecepatan aliran diperoleh dari perbandingan antara debit air yang mengalir dengan luas penampang pipa. Pengukuran kecepatan aliran pada penelitian ini yaitu untuk mengetahui perbedaan kecepatan aliran yang dihasilkan sebelum dan setelah perubahan ukuran penampang. Adapun perubahan kecepatan yang terjadi ini akan berbanding terbalik dengan luas penampang aliran. Artinya semakin kecil luas penampang aliran, maka kecepatan aliran semakin tinggi. *Prasetyo dan Rahmad (1998)* menyatakan bahwa apabila fluida bergerak ke dalam penyempitan (luas penampang lebih kecil), maka kecepatan fluida akan menjadi lebih besar.

Pada penelitian ini *Head losses* dihitung dengan mengalikan antara faktor gesekan dengan panjang pipa dibagi diameter pipa dan kecepatan aliran dibagi dengan gravitasi. *Head losses* terjadi diakibatkan dua komponen yaitu *major losses* dan *minor losses*. Namun hanya berfokus pada perhitungan *minor losses*. Hasil perhitungan *minor losses* pada penampang yang berbeda yaitu pipa diameter 1 inch sebesar 0.43 m, ¾ inchi sebesar 1.55 m dan ½ inchi sebesar 7.75 m. maka dapat di artikan bahwa semakin kecil diameter penampang maka nilai *head minor losses* semakin besar dikarenakan diameter pipa yang lebih kecil menimbulkan gaya kapilaritas yang lebih tinggi yang berakibat kecepatan yang ditimbulkan juga lebih tinggi dibandingkan diameter pipa yang lebih besar.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil eksperimen yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa dari hasil simulasi yang dilakukan pada masing - masing diameter pipa diperoleh bilangan *Reynolds* (*Re*) yaitu: Pipa 1 inchi (38235), pipa ¾ inchi (49940) dan pipa ½ inchi (73349). Dan berdasarkan perhitungan diatas dapat diketahui bahwa semakin kecil diameter pipa yang digunakan maka semakin besar bilangan *Reynolds* nya

dan semuanya adalah aliran Turbulen.

Dari hasil perhitungan yang dilakukan diperoleh nilai *Head minor losses* pada masing – masing pipa yaitu pipa diameter 1 inch sebesar (0.43m), $\frac{3}{4}$ inchi sebesar (1.55m) dan $\frac{1}{2}$ inchi sebesar (7.75) m. Semakin kecil diameter penampang maka nilai *head minor losses* semakin besar dikarenakan diameter pipa yang lebih kecil menimbulkan gaya kapilaritas yang lebih tinggi yang berakibat kecepatan yang ditimbulkan juga lebih tinggi dibandingkan diameter pipa yang lebih besar

Daftar Pustaka

- [1]. A'rasy, F., Mulyadi (2018). *Rancang Bangun Alat Uji Head Losses Dengan Variasi Debit Dan Jarak Elbow 90o Untuk Sistem Perpipaan Yang Efisien. Jurnal Teknik Mesin Univ. Muhammadiyah.* ISSN: 2301-6663 Vol. 7 No. 1.
- [2]. Ahmad Farun. (2017). *Analisa Pengaruh Variasi Sudut Sambungan Belokan 90° Terhadap Head Losses Aliran Pipa. Jurnal ISSN Vol 4 NO 3.* hlm. 21-30.
- [3]. Dery, K., Andi, M.N.(2017). *Pengujian Alat Uji Rugi-Rugi Aliran Dalam Pipagalvanis, Pipa Pvc, Pipastainless Steel Dan Pipa Acrylic. Jurnal ISSN 2087-698X Vol 8 NO 2.* hlm. 35-45.
- [4]. Dr. Aqli Mursadin Rachmat Subagyo, Mt (2009). *Mekanika Fluida.* Universitas Lambung Mangkurat.
- [5]. Nasarudin, F (2015). *Pengaruh Potongan Pipa Pada Pipa Miter 90° Terhadap Kerugian Head Aliran Fluida. Jurusan Teknik Mesin, Universitas Hasanuddin*
- [6]. Setiaji., Bambang (2014). *Analisis losses pada instalasi alat penguji aliran fluida cair. Jurnal Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Ponorogo.*
- [7]. Syamsul Hadi. (2016). *Uji Kekuatan Tekan Dan Kekuatan Lentur Pipa Air Pvc. Jurnal Logic.* Vol 16 No.1 hlm 7-13.
- [8]. Wibowo. (2013). *Analisis Penurunan Head losses Pada Belokan Pipa 1800 Dengan Variasi Non Tube bundle, Tube bundle 0,25 Inchi, dan Tube bundle 0,5 Inchi.* Skripsi. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember: Jember.