

# ANALISA PENGUJIAN ALAT UKUR ALIRAN FLUIDA DAN GESEKAN FLUIDA DALAM PIPA PADA ALAT MEKANIKA FLUIDA AIR

Ronal<sup>1\*</sup>, Aslim Muda Asis Muh<sup>2</sup>, Baso Alauddin<sup>3</sup>

Program Studi Perawatan dan Perbaikan Mesin, Universitas Pejuang Republik Indonesia Makassar Makassar<sup>1,2,3</sup>

<sup>1\*</sup>[ronalpadaungan@gmail.com](mailto:ronalpadaungan@gmail.com), <sup>2</sup>[mesinkonversi@gmail.com](mailto:mesinkonversi@gmail.com), <sup>3</sup>[basoalauddin84@gmail.com](mailto:basoalauddin84@gmail.com)

## Abstrak

*Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja alat ukur aliran fluida serta memahami fenomena gesekan yang terjadi di dalam pipa pada sistem mekanika fluida. Rumusan masalah yang diangkat dalam penelitian ini adalah bagaimana keakuratan alat ukur aliran fluida yang digunakan, serta bagaimana pengaruh karakteristik fluida dan dimensi pipa terhadap besar gesekan yang terjadi. Batasan masalah dalam penelitian ini difokuskan pada pengujian alat ukur aliran fluida jenis orifice dan venturimeter, serta perhitungan rugi-rugi tekanan akibat gesekan pada pipa berdiameter tetap, menggunakan air sebagai fluida kerja dengan kondisi aliran tunak dan suhu ruang. Data diperoleh melalui eksperimen laboratorium menggunakan alat mekanika fluida standar. Hasil analisis menunjukkan bahwa perbedaan tekanan pada alat ukur dapat digunakan untuk menghitung laju aliran secara efektif, serta nilai koefisien gesek dipengaruhi oleh panjang pipa dan kecepatan aliran.*

**Kata kunci:** aliran fluida, alat ukur aliran, gesekan fluida, pipa, mekanika fluida.

## 1. Pendahuluan

Aliran dalam pipa merupakan salah satu cara transportasi untuk membawa material dari suatu tempat ke tempat lain. Hal ini berhubungan dengan bermacam pipa dan bermacam tipe fluida yang akan dialirkan. Energi yang diperlukan untuk mentransfer fluida tersebut sangat penting diketahui untuk dapat menghitung biaya operasi sesuai debit dan tekanan yang dibutuhkan. Berbagai jenis ukuran, material, penggunaan, ketahanan dan kekasaran permukaan bagian dalam pipa merupakan hal penting dalam penggunaan komersial pada sistem perpipaan. Pada perkembangan ilmu pengetahuan mengenai fluida sangat banyak sekali dilakukan penemuan-penemuan yang dikembangkan lewat penelitian yang dilakukan oleh para ahli dan engineering dengan tujuan untuk mengetahui penurunan tekanan, nilai bilangan Reynold ( $Re$ ) suatu fluida dan koefisien gesek ( $f$ ) dari berbagai jenis pipa.

Di dunia industri banyak sekali menggunakan pipa dalam pendistribusian fluida cair melakukan proses produksi. Pada pipa-pipa yang tersedia secara komersial kekasarannya tidak seragam dan tidak diketahui dengan pasti. Dalam prakteknya pipa halus jarang dijumpai, banyak digunakan pipa kasar (mempunyai kekasaran dinding) seperti besi tuang, pipa beton, pipa yang telah lama digunakan, berkorosi dan berkerak. Pipa-pipa yang sudah tua biasanya cukup banyak atau timbul deposit, korosi dan kotor sehingga mempunyai nilai kekasaran yang jauh lebih besar dan diameter efektif yang sudah cukup banyak berubah. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh pemberian kekasaran permukaan pipa, dimana pipa dikasarkan secara buatan dengan bentuk ulir yang bervariasi terhadap koefisien gesek yang nantinya mengarah kepada kerugian tekanan kepada sistem perpipaan.

Penelitian yang dilakukan diawali dengan penelitian yang dilakukan oleh J. Nikuradse yang melakukan penelitian pengaruh kekasaran pipa pada koefisien gesek. Dalam penelitiannya J. Nikuradse melakukan percobaan dengan menempelkan butiran pasir ke permukaan pipa sehingga mendapatkan rentang rasio kekasaran relative  $k/D$  dengan mendapatkan variasi koefisien gesek pipa kasar. Penelitian lainnya juga dilakukan oleh White A dengan menggunakan pipa yang dikasarkan dengan bentuk ulir menggunakan fluida air dan air yang ditambahkan variasi larutan polyox' (Dachry;2012:2). Oleh karena itu, pada penulisan skripsi ini akan dibahas tentang "Analisa Pengujian Alat Ukur Aliran Fluida Dan Gesekan Fluida Dalam Pipa Pada Alat Mekanika Fluida Air" untuk mengetahui sejauh mana pengaruh kekasaran pipa terhadap koefisien yang diperoleh.

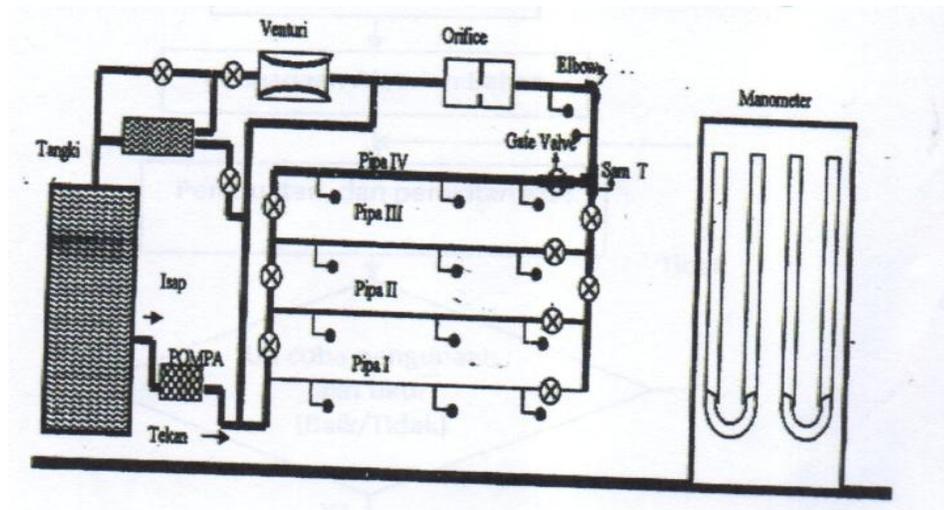
## 2. Metode Penelitian

Adapun waktu yang digunakan dalam pelaksanaan tugas akhir ini berlangsung selama 2 (dua) bulan. Tempat pengujian bahan tugas akhir ini dilakukan dilab. Proses produksi teknik mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Makassar (FT – UIM)

### a. Metode Pengujian alat mekanika fluida

1. Mengecek seluruh komponen-komponen alat mekanika fluida terhadap tekanan yang diberikan pada saat pengujian dilakukan.
2. Mengamati terjadinya kebocoran pada tiap-tiap sambungan alat mekanika fluida.
3. Pengambilan data dilakukan dengan menguji alat mekanika fluida dengan perbandingan ketelitian rata-rata.
4. Pengujian hanya mengambil data perbandingan orifice, perbandingan venturi dan alat bantu ukur yaitu sambungan T, valve gate, dan elbow.

### b. Instalasi Pengujian



Gambar. 1. Instalasi Alat Mekanika Fluida

Keterangan gambar :

1. Tangki
2. Pompa
3. Venturi
4. Pipa  $\varnothing \frac{3}{4}$ "
5. Orrifice
6. Pipa  $\varnothing 1$ "
7. Manometer
8. Gate valve

### c. Peralatan

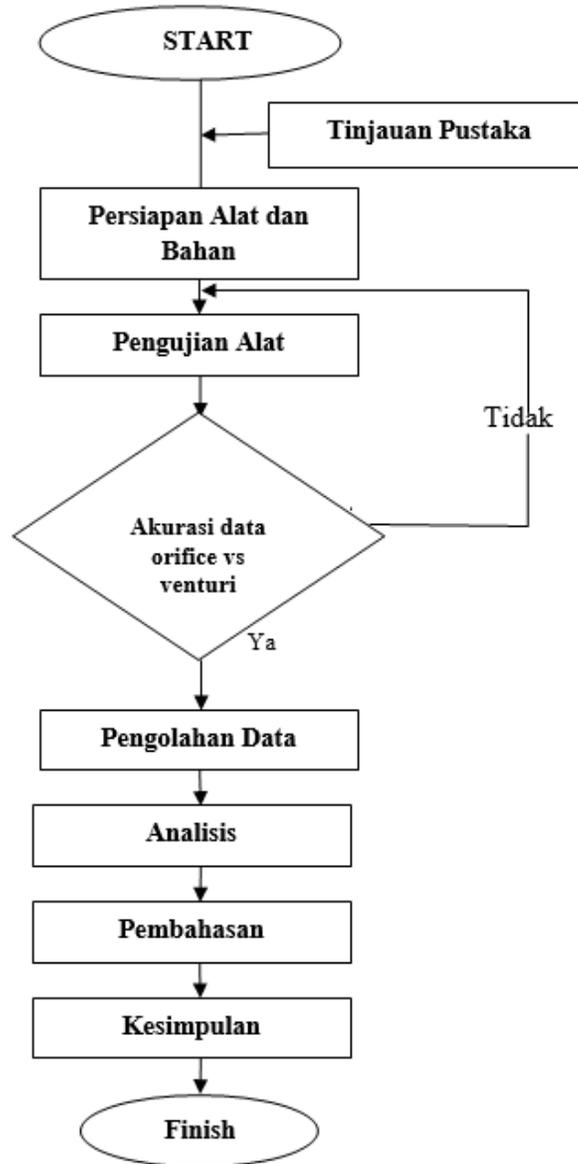
1. Pompa
2. Venturi
3. Pipa Stainlis  $\varnothing \frac{3}{4}$ "
4. Orrifice
5. Pipa galvanis  $\varnothing 1$ "
6. Elbow
7. Manometer
8. Sambungan T

9. Gate valve
10. Drum air
11. Manometer air raksa
12. Termometer

**e. Bahan**

1. Air (H<sub>2</sub>O)

**f. Diagram Alir Penelitian**



**Gambar 2. Flow Chart (Diagram Alir)**

**3. Hasil dan Pembahasan**

**A. Pengujian Alat Mekanika Fluida**

Pengujian alat mekanika fluida ini diuji untuk mengetahui kerugian *head* akibat gesekan fluida dalam pipa, alat bantu pipa dan untuk mengetahui alat ukur aliran fluida, yang memiliki beberapa

faktor pertimbangan, antara lain sebagai berikut :

1. Kekuatan Bahan
2. Data Hasil Pengujian Alat, Analisa Dan Pembahasannya

a. Kekuatan Bahan

Kekuatan Bahan (*straenght of material*) adalah suatu sifat dari satuan bahan. Maka dari itu bahan yang digunakan pada pengujian alat mekanika fluida ini sebagian diantaranya menggunakan besi paduan baja karbon rendah yaitu galvanis steel dan stainless. Dalam pengujian alat mekanika fluida ini pipa galvanis sebagai konstruksi awal kerugian *head* yang terjadi dalam aliran pipa.

Adapun bahan-bahan yang digunakan adalah :

1. Pipa 1 inchi dan ¾ inchi stainless  
Baja yang digunakan dalam penelitian ini termasuk kedalam baja rendah karena baja tersebut hanya memiliki unsur karbon kurang lebih 0,19% mengandung sulfur (S) sebesar 0,07% dan mengandung unsur fosfor (P) sebesar 0,10%.
2. Pipa 1 inchi dan ½ inchi galvanis  
Jenis baja yang digunakan termasuk baja karbon yang rendah yang mengandung kadar 0,152 % C, 0,096 % Si, 0,550% Mn, 0,010% P, 0,034 % S, 0,365% Cr, 0,05% Mo, 0,05% Ni, 0,05% W, dan 0,01% Nb.
3. Kran jenis kuningan ukuran 1 inchi dan ½ inchi
4. Water mur 1 inchi dan ½ inchi
5. Kran angin ukuran 10 mm
6. Resing 7 Kg
7. Rol meter
8. Doble nipel
9. Sambungan pipa drak dalam dan luar
10. Air raksa
11. Slang ukuran diameter dalam 10 mm
12. Drum air ukuran 100 liter dan 30 liter

b. Selang ukuran ½ inchi Pengolahan data hasil pengujian alat praktikum mekanika fluida

- Pengujian alat ukur

1. Perhitungan

$$\begin{aligned} \text{Volume air} &= 3.1^{-3} \text{ Liter} \\ \text{Waktu} &= 6.53 \text{ detik} \\ \text{Temperatur air (Ta)} &= 31 \text{ deg } ^\circ\text{C} \\ \text{Beda head crifice (Delta*h_{0})} &= H_{\{1\}} - H_{\{2\}} \\ &= 27.5 - 26.5 \\ &= 1.10^{-3} \text{ mHg} \\ \text{Beda head venturi (Delta*h_{0})} &= H^1 - H^2 \\ &= 30,0 - 23,5 \\ &= 6,5.10^{-3} \text{ mHg} \end{aligned}$$

Debit aliran:

$$\begin{aligned} Q_{\text{aktual}} &= \text{volume} : \text{waktu} \\ Q_{\text{aktual}} &= (3.1^{-3}) : 6.53 \\ Q_{\text{aktual}} &= 4,59.10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

2. Untuk crifice

$$Q_{\text{ideal}} = 15,273 \times A^o \sqrt{\frac{h^o}{1 - \left(\frac{A^o}{A_p}\right)}} \text{ (m}^{-3}\text{/s)}$$

Dimana:

$$D_p \text{ (diameter pipa)} = 0.026\text{m}$$

$$\begin{aligned} A_p \text{ (luas penampang pipa)} &= \frac{\pi}{4} d_p^2 \\ &= \frac{3,14}{4} \cdot 0,06^2 \\ &= 0,785 \times 6,76 \cdot 10^{-4} \\ &= 5,307 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D^\circ \text{ (diameter orifice)} &= 0,012 \text{ m} \\ A^\circ \text{ (luas penampang orifice)} &= \frac{\pi}{4} d^2 \\ &= \frac{3,14}{4} \cdot 0,012^2 \\ &= 0,785 \times 1,44 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \\ &= 1,13 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h^\circ \text{ (beda head orifice)} &= 1,13 \text{ mHg} \\ \text{maka:} & \end{aligned}$$

$$Q_{ideal} = 15,273 \times 1,13 \cdot 10^{-4} \sqrt{\frac{1,10^{-3}}{1 - \frac{1,13 \cdot 10^{-4}}{5,307 \cdot 10^{-4}}}}$$

$$\begin{aligned} Q_{ideal} &= 1,7258 \cdot 10^{-3} \sqrt{\frac{1,10^{-3}}{0,7871}} \\ Q_{ideal} &= 1,7258 \cdot 10^{-3} \times 0,0323 \\ Q_{ideal} &= 5,57 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Koefisien discharge Orifice (Cdn)

$$\begin{aligned} C_{do} &= \frac{Q_{aktual}}{Q_{ideal}} \\ C_{do} &= \frac{4,59 \cdot 10^{-4}}{5,57 \cdot 10^{-5}} \end{aligned}$$

### 3. Untuk Venturi

$$Q_{ideal} = 15,273 \times A^\circ \sqrt{\frac{h^\circ}{1 - \left(\frac{A^\circ}{A_p}\right)^2}} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}}\right)$$

Dimana :

$$\begin{aligned} D_p \text{ (diameter pipa)} &= 0,026 \text{ m} \\ A_p \text{ (luas Penampang pipa)} &= \frac{\pi}{4} d_p^2 \\ &= \frac{3,14}{4} \cdot 0,06^2 \\ &= 0,785 \times 6,76 \cdot 10^{-4} \\ &= 5,307 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$D_v \text{ (Diameter venturi)} = 0,012 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} A_v \text{ (Luas Penampang venturi)} &= \frac{\pi}{4} d^2 \\ &= \frac{3,14}{4} \cdot 0,012^2 \\ &= 1,13 \cdot 10^{-4} \end{aligned}$$

$$H_v \text{ (beda head venturi)} = 6,5 \cdot 10 \text{ mHg}$$

Maka :

$$Q_{ideal} = 15,273 \times 1,13 \cdot 10^{-4} \sqrt{\frac{6,5 \cdot 10^{-3}}{1 - \frac{1,13 \cdot 10^{-4}}{5,307 \cdot 10^{-4}}}}$$

$$\begin{aligned} Q_{ideal} &= 1,7258 \cdot 10^{-3} \sqrt{\frac{6,5 \cdot 10^{-3}}{0,9547}} \\ Q_{ideal} &= 1,7258 \cdot 10^{-3} \times 0,0825 \\ Q_{ideal} &= 1,423 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Koefisien discharge venturi (C<sub>dv</sub>)

$$\begin{aligned} C_{dv} &= \frac{Q_{aktual}}{Q_{ideal}} \\ C_{dv} &= \frac{4,59 \cdot 10^{-4}}{1,423 \cdot 10^{-4}} \\ C_{dv} &= 3,225 \end{aligned}$$

4. Kecepatan aliran dan bilangan Reynolds

a. Kecepatan aliran

$$\begin{aligned} V &= \frac{Q_{aktual}}{A_p} \\ V &= \frac{4,59 \cdot 10^{-4}}{5,307 \cdot 10^{-4}} \\ V &= 0,8648 \text{ m/s} \end{aligned}$$

b. Bilangan Reynolds

$$Re = \frac{\rho \cdot V \cdot d_p}{\mu}$$

Dimana :

$$(T_a) \text{ Temperatur Air} = 31^\circ\text{C}$$

$$(D_p) \text{ Diameter pipa} = 0,026$$

$$P \text{ (massa jenis air)} = 995,356 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu \text{ (viskositas dinamis air)} = 0,779 \cdot 10^{-3} \text{ kg m/s}^2$$

## 4. Penutup

### a. Kesimpulan

Dari hasil pengujian alat mekanika fluida pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Republik Indonesia dapat disimpulkan:

1. Karakteristik champ edge orifice dan venturi dipengaruhi oleh perubahan volume (3, 6, 9, hingga 12 liter), dimana koefisien discharge (Cd) diperoleh masing-masing sebesar 8,205 untuk orifice dan 3,2 untuk venturi. Selain itu, bilangan Reynolds ( $Re = 28.761,14$ ) juga berpengaruh terhadap Cd. Perbedaan head ( $h = 6,5 \times 10^3$ ) memberikan pengaruh pada debit aliran ( $Q = 4,59 \times 10 \text{ m}^3/\text{s}$ ).
2. Faktor gesekan dalam pipa berbeda-beda pada tiap pipa yang diuji. Nilai bilangan Reynolds ( $Re = 337,332$ ) memengaruhi faktor gesek yang diperoleh ( $f = 0,0377$ ). Sementara itu, beda head akibat gesekan ( $hf = 0,00252$ ) memengaruhi kecepatan aliran yang terbentuk ( $v = 0,1200$ ).

### b. Saran

Dari penelitian ini ada beberapa saran yang perlu dipertimbangkan untuk penelitian selanjutnya, antara lain sebagai berikut :

1. Perlu dicoba pada variasi pipa yg lain agar mendapatkan karakteristik koefisien gesek yang lebih kompleks.
2. Untuk mendapatkan data yang akurat perlu digunakan jenis pompa yang lebih memiliki kestabilan putaran, baik dalam kondisi putaran rendah/tinggi atau saat fluida dalam siklus mengalami tekanan maksimum.

### Referensi :

- [1] H. Djojodiharjo, *Mekanika Fluida*. Jakarta: Erlangga, 1983.
- [2] J. F. Douglas, *Solution of Problems in Mechanics, Part Two (Allmetric Edition)*. New York: Pitman Publishing Limited, 1978.
- [3] J. P. Holman, *Experimental Methods for Engineers*, 3rd ed. London: McGraw-Hill Book Company, 1981.
- [4] L. Prandtl, *Ilmu Mekanika Fluida: Konsep Lapisan Batas 1875–1953*.
- [5] O. Reynolds, *Tipe-tipe Aliran dalam Pipa*, 1979.

- [6] Plin & Partners Ltd Engineers, *Manual Pipe Flow and Nozzle Apparatus and Fan Test Set TE 50*. England.
- [7] V. L. Streeter and E. B. Wylie, *Fluid Mechanics*, 6th ed. Tokyo: McGraw-Hill Book Company, Kogakusha, 1975.
- [8] R. M. Olson and S. J. Wright, *Dasar-dasar Mekanika Fluida Teknik*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama, 1980.
- [9] J. P. Holman, *Experimental Methods for Engineers*. 1989.
- [10] J. W. Daily and R. E. Froude, *Fluid Dynamics*, 1966.
- [11] F. M. White, *Viscous Fluid Flow*. New York: McGraw-Hill Book Company, 1994.
- [12] M. Orianto and W. A. Pratiko, *Mekanika Fluida 1*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 1998.
- [13] F. A. Muslimu, *Analisa Aliran Udara pada Elbow Proto X-1 Menggunakan CFD*. Depok, 2012.