

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tempat Penelitian

Penelitian tentang studi “Investigasi pola aliran dua fase udara-air dan gliserin (0-10%) pada pipa kapiler dengan kemiringan 15°” dilakukan di Laboratorium Fenomena Dasar Mesin (FDM), Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

#### 3.2 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Fluida gas

Untuk fluida gas yang digunakan dalam penelitian ini adalah fluida gas dengan kelembaban rendah yang berasal dari kompressor udara berkapasitas kecil dan kompressor dilengkapi dengan *water trap*, dan *dryer*.

2. Fluida cair

Fluida cair yang digunakan dalam penelitian ini adalah air (*aquades* atau *destiled water*) untuk penelitian awal, sedangkan untuk penelitian tahap kedua dilakukan campuran antar air dengan gliserin dengan berbagai konsentrasi, yaitu 10%, 20%, 30%, yang diinjeksikan ke dalam bejana tekan.



Gambar 3.1 Gliserin dan Aquades

Sifat fisik udara yang digunakan adalah sebagai berikut (pada kondisi temperatur kamar, yaitu 25°C, dan tekanan 1 atmosfer):

Massa jenis ( $\rho$ )	: 1,163 kg/m <sup>3</sup> .
Viskositas dinamik ( $\mu$ )	: 1,8573 x 10 <sup>-5</sup> kg/(m.s)
Viskositas kinematik ( $\nu$ )	: 1,5797 x 10 <sup>-5</sup> m <sup>2</sup> /s

Tabel 3.1 Sifat fisik cairan (Hasil uji Laboratorium. Thermal UGM)

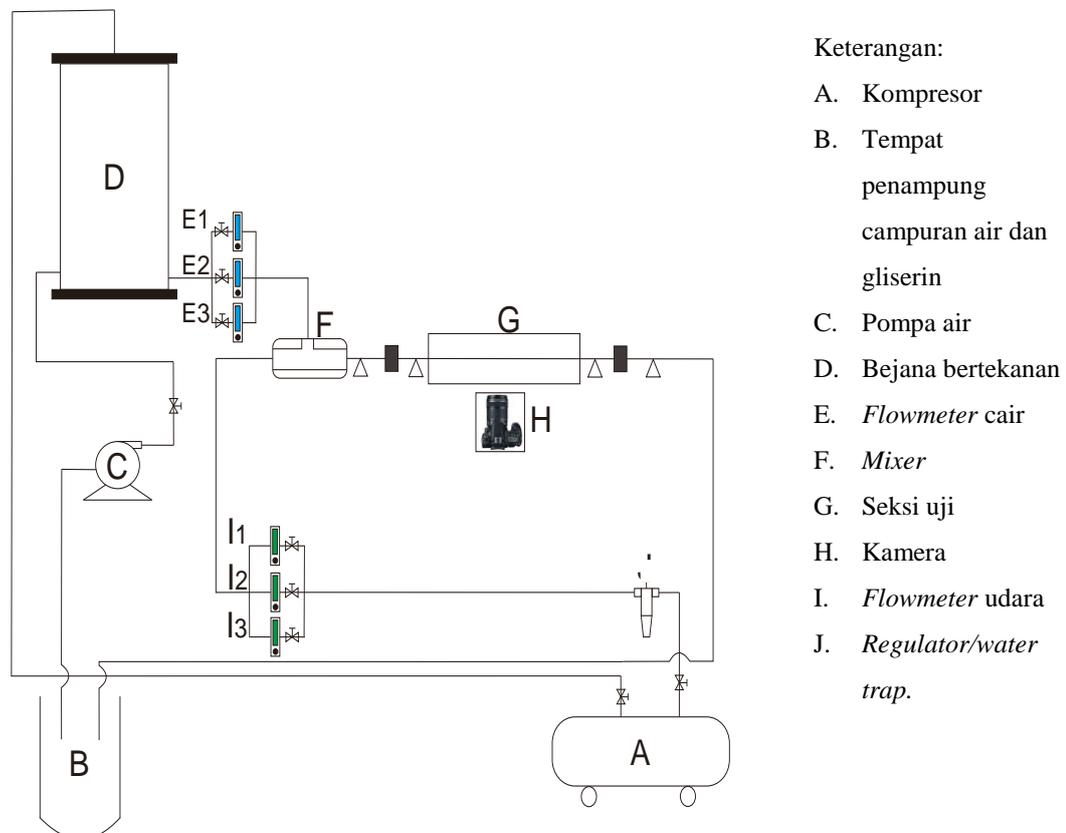
<b>Fluida</b>	<b><i>Specific gravity</i></b>	<b><i>Kinematic viscosity [mm/s]</i></b>	<b><i>Surface Tension [mN/m]</i></b>	<b>Index</b>
air	1,0021	0,842	71,3	W
Air + 10% gliserin	1,0358	1,331	68	GL10
Air + 20% gliserin	1,0619	2,315	61,9	GL20
Air + 30% gliserin	1,0839	2,361	60,9	GL30

### 3.3 Alat yang dipakai

Seksi uji berupa pipa transparan yang diletakan di atas meja kayu yang terbuat dari bahan gelas (kaca) berpenampang *acrylic* dengan diameter dalam 1,6 mm dengan panjang seksi uji 130 mm yang digunakan untuk fluida cair berupa air ditambah gliserin. Fluida cair dipompa melalui ke dalam bejana tekan (tangki bertekanan) kemudian dialirkan melewati *flowmeter* air. Fluida gas berasal dari kompresor kemudian dialirkan melewati *flowmeter* udara. Seksi uji dilengkapi dengan sebuah *optical correction box* yang berfungsi menghilangkan efek cembung dari permukaan dinding pipa yang nantinya akan diambil gambar pola aliran berdasarkan variasi nilai kecepatan superfisial gas ( $J_G$ ) dan kecepatan superfisial cair ( $J_L$ ). *Mixer* yang digunakan adalah tipe *mixing chamber* dengan dua saluran masuk (saling tegak lurus) dan satu saluran keluar.

Kompresor udara berfungsi menyediakan udara bertekanan. Kompresor udara dilengkapi dengan *water trap* dan *air dryer* untuk menjamin bahwa udara yang masuk ke dalam sistem adalah udara kering bertekanan tanpa kandungan air. Bejana tekan (tangki bertekanan) yang terbuat dari bahan baja antikorasi digunakan sebagai pompa pneumatik untuk mengalirkan cairan masuk ke dalam *mixer* tanpa dipompa dengan tujuan menghindari efek pulsasi (*pulsation*).

Pengujian tentang investigasi pola aliran pada pipa kapiler menggunakan instalasi dan beberapa peralatan agar penelitian dapat berjalan. Adapun alat yang digunakan terdiri dari komponen utama pada penelitian yang terdiri dari : pompa air, tangki air, bejana tekan, kompresor udara, *mixer*, *test section*, konektor dan separator. Selain komponen utama terdapat komponen atau alat pendukung penelitian antara lain: kamera, *optical correction box*, *accutition system*, dan *video processing system*. Adapun alat ukur yang digunakan yaitu: *indicator*, *flowmeter* air, dan *flowmeter* udara.

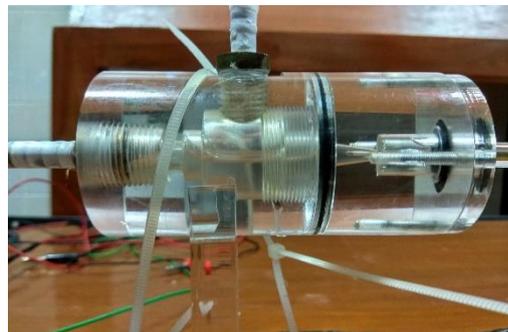


Gambar 3.2 Skema instalasi penelitian

Skema proses untuk mengalirkan fluida yaitu : fluida cair yang berisi campuran antara air dan gliserin kemudian dialirkan dengan pompa ke dalam bejana bertekanan, sedangkan untuk fluida gas yang berasal dari kompresor dialirkan melewati flowmeter udara. Kedua jenis fluida akan bercampur pada *mixer* yang kemudian akan mengalir ke seksi uji untuk diambil gambar pola aliran berdasarkan nilai kecepatan superfisial gas dengan interval ( $J_G$ ) 0,025–66,3 m/s dan kecepatan superfisial cairan ( $J_L$ ) dengan interval 0,033–4,935 m/s, menggunakan kamera.



Gambar 3.3 *Test Section* (pipa diameter 1,6 mm )



Gambar 3.4 *Mixer*

### 3.3.1 Aliran Fluida Gas

Alat yang digunakan untuk mengalirkan udara pada saat proses pengujian adalah :

1. Spesifikasi kompresor yang digunakan sebagai berikut, dapat dilihat pada Gambar 3.5 :
  - a. Merk : Shark
  - b. Pressure Range : 7 kg/cm<sup>2</sup>

- c. Motor : ½ HP
- d. Type : LVU - 012
- e. Pembuatan : PT SHARPINDO DINAMIKA PRIMA



Gambar 3.5 Kompresor

2. Untuk mengatur tekanan udara yang masuk kedalam pipa digunakan Regulator.
3. Mengalirkan fluida gas dari kompresor ke *flowmeter* gas ke saluran pipa digunakan sesuai kebutuhan.
4. 3 buah *flowmeter* udara yang digunakan pada pengujian dengan kapasitas berbeda-beda di antaranya ( 0-0,8 L/menit, 0-3 L/menit, 0-10 L/menit), dapat dilihat pada Gambar 3.6.



(a)



(b)



(b)

Gambar 3.6 *flowmeter* udara (a) kapasitas 0-100 cc/menit, (b) kapasitas 100-1000 cc/menit, (c) 1-10 liter/menit

### 3.3.2 Aliran Fluida Cair

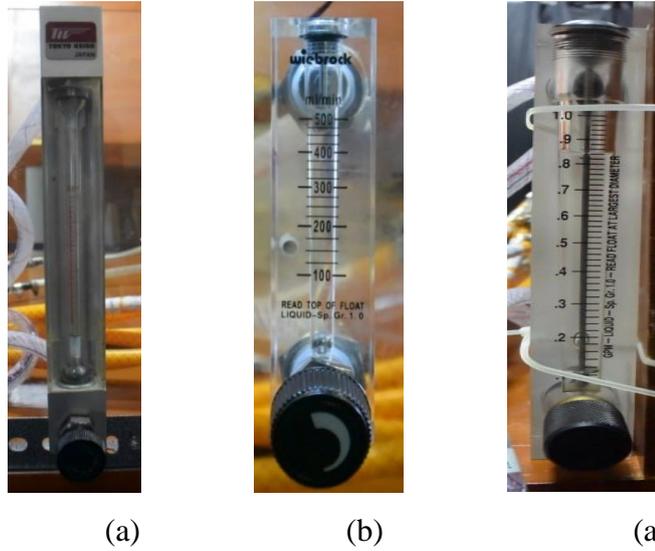
Untuk mengalirkan fluida cair pada proses pengujian ini adalah :

1. Spesifikasi pompa yang digunakan untuk pengujian adalah sebagai berikut, dapat dilihat pada Gambar 3.7 :
  - a. Merk : Lion Water Pump (L-1070)
  - b. Voltage : 220V / 240 V – 50 Hz
  - c. Power : 120 W
  - d. F Max : 5500 L/H
  - e. H Max : 5,0 m



Gambar 3.7 Pompa air

2. Menggunakan selang sesuai kebutuhan untuk mengalirkan fluida cair dari bejana bertekanan menuju pipa saluran.
3. Tiga buah *liquid flowmeter* digunakan dengan berbagai kapasitas yaitu: (0-100 ml/menit, 0-500ml/menit dan 0-3785ml/menit ), dapat dilihat pada Gambar 3.8.
4. Untuk mengatur aliran fluida yang masuk kedalam *liquid flowmeter* digunakan katup air dengan jenis *ball valve*.



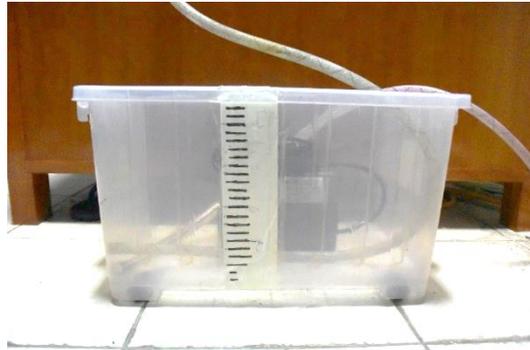
Gambar 3.8 *flowmeter* air (a) kapasitas 0-100ml/menit, (b) kapasitas 0-500 ml/menit, (c) kapasitas 0 – 3785 ml/menit.

5. Bejana tekan yang terbuat dari *stainless steel* agar anti karat. Bejana tekan ditunjukkan seperti Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Bejana Tekan

6. Bak penampung ditunjukkan seperti pada Gambar 3.10 dengan kapasitas 20 liter untuk menampung fluida cair yang digunakan untuk pengujian.



Gambar 3.10 Bak Penampung

7. Untuk memisahkan fluida cair dan fluida gas digunakan Separator seperti pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11 Separator

### 3.3.3 Pengambilan Gambar

Proses pengambilan gambar pada saat pengujian harus menggunakan kamera dengan spesifikasi yang memadai agar gambar yang dihasilkan baik, adapun alat yang digunakan :

1. Pengambilan gambar *slow motion video* pada saat pengujian digunakan kameran Nikon J4 dapat dilihat pada Gambar 3.12, dengan pengaturan sebagai berikut :

- a. Kecepatan perekaman : 1200 fps
  - b. Shutter speed : 1/4000-1/3000
  - c. ISO sensivity : 1/1250
  - d. Apertute : 3.0
  - e. Resolusi 3200 dan 6400
2. Komputer untuk mengolah dan menyimpan hasil rekaman video.
  3. Stand atau penyangga kamera untuk meletakkan kamera agar proses pengambilan gambar stabil dan fokus.
  4. Sumber tegangan arus tetap DC, dengan tegangan sebesar 1600V dan arus  $\mu\text{m}$ .



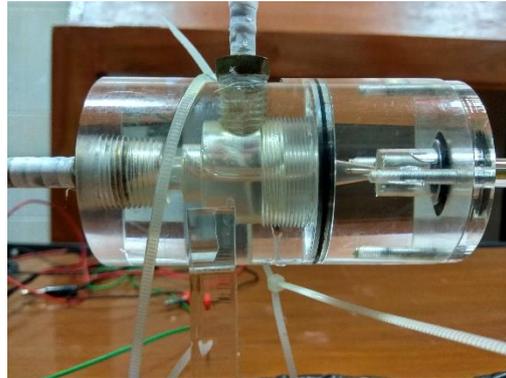
Gambar 3.12 Kamera Nikon J4

### 3.3.5 Seksi Uji

Pipa yang digunakan pada seksi uji adalah pipa transparan dengan penampang berbentuk lingkaran terbuat dari bahan kaca (*class*). Ukuran pipa yang digunakan berdiameter 1,6 mm dengan panjang 400mm (jarak antara *inlet* dan *outlet* ). Pipa dipasang secara horizontal dan pada ujung-ujungnya dihubungkan dengan konektor. Adapun peralatan lain yang digunakan pada pengujian adalah sebagai berikut :

1. *Mixer*

Fungsi *mixer* adalah sebagai media untuk bercampurnya fluida cair dan udara. *Mixer* dapat dilihat pada Gambar 3.13.



Gambar 3.13 *Mixer*

## 2. Konektor

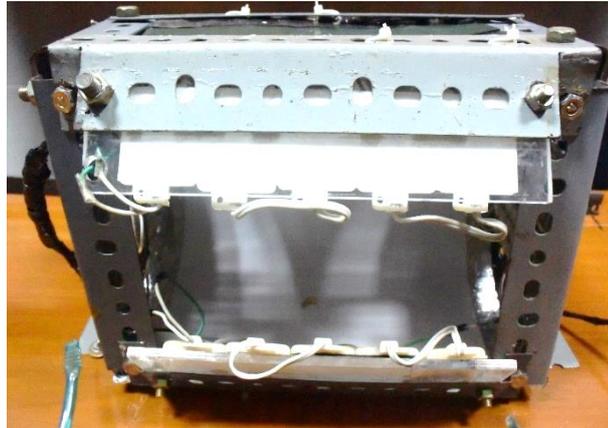
Fungsi Konektor adalah sebagai penyambung pipa. Berikut gambar konektor ditunjukkan pada Gambar 3.14



Gambar 3.14 konektor

## 3. Lampu Penerangan

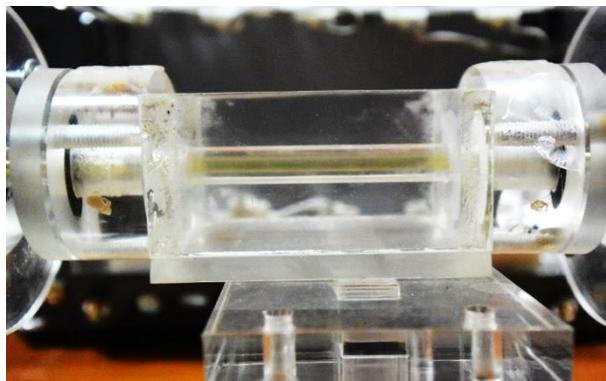
Penelitian ini menggunakan lampu LED dengan daya 500 watt. Penggunaan lampu ini adalah sebagai peningkat intensitas cahaya pada alat perekam serta memperjelas gambar dari pola aliran yang terekam. Lampu penerangan ditunjukkan pada gambar 3.15.



Gambar 3.15 Lampu penerangan

4. *Optical Correction Box*

Untuk menghindari efek pembiasan yang disebabkan oleh permukaan pipa, perlu digunakan *Optical Correction Box* seperti pada Gambar 3.16 agar pengambilan gambar lebih maksimal.

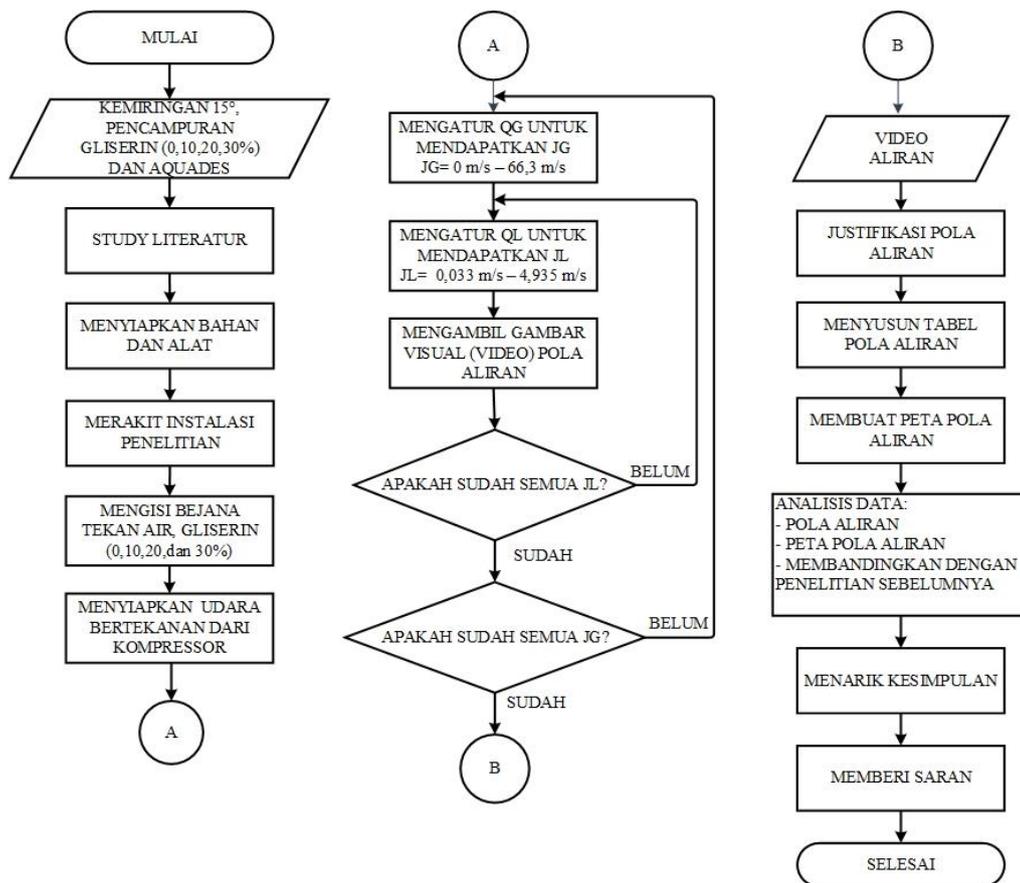


Gambar 3.16 *Optical Correction Box*

5. Penyangga sebagai pondasi dari *mixer*, *correction box*, dan *flens* sambungan pipa.

### 3.4 Diagram Alir Penelitian

Berikut diagram alir pada proses pengujian seperti ditunjukkan pada gambar 3.17.



### 3.5 Prosedur Pengambilan Data

Proses pengambilan data dapat dilakukan setelah instalasi pengujian, bahan-bahan pengujian telah disiapkan dan semua alat ukur yang akan digunakan pada proses pengujian telah dikalibrasi. Adapun proses pengambilan data sebagai berikut :

1. Pipa uji dipasang secara horizontal pada instalasi *test section*.
2. Atur sudut meja  $15^\circ$  terhadap posisi horizontal.

3. Tangki air diisi dengan campuran antara aquades dan gliserin dengan konsentrasi 0%, 10%, 20%, dan 30%. Sebelum fluida cair yang telah tercampur dimasukkan kedalam tangki harus dilakukan penyaringan fluida agar fluida tidak tercampur dengan partikel padat yang masih tercampur dengan fluida uji.
4. Bejana tekan diisi dengan fluida berasal dari tangki ( $\pm 15$  liter), kemudian udara dari kompresor dimasukan kedalam bejana tekan ( $\pm 5$  bar).
5. Katup udara menuju *mixer* ditutup.
6. Membuka secara perlahan katup pada campuran air-gliserin dan udara sehingga campuran air-gliserin dapat mengalir ke *flowmeter* begitupun dengan udara
7. Mengatur  $Q_G$  untuk mendapatkan  $J_G$ , dari  $J_G = 0$  m/s – 66,3 m/s.
8. Mengatur  $Q_L$  untuk mendapatkan  $J_L$ , dari  $J_L = 0,033$  m/s – 4,935 m/s.
9. Melakukan pengambilan data dengan cara merekam pada pipa seksi uji dan mencatatnya.
10. Ulangi langkah 7 dan 8 untuk menambah  $J_G$  dan mempertahankan  $J_L$ .
11. Mengulang langkah 7, 8, 9 dan 10 untuk  $J_G$  dan  $J_L$  yang lainnya hingga selesai.
12. Langkah 1 sampai 11 diulang dengan konsentrasi campuran air-gliserin 10%, 20% dan 30%.
13. Mengidentifikasi pola aliran yang didapat dari video.
14. Membuat tabel pola aliran.
15. Membuat peta pola aliran
16. Menganalisis data yang didapat berupa pola aliran dan peta pola aliran kemudian dibandingkan dengan penelitian yang sebelumnya.
17. Menarik kesimpulan dari data yang dianalisis.
18. Memberikan saran agar penelitian yang selanjutnya dapat terlaksana lebih baik

Timbulnya *noise* pada saat pengambilan data harus dikondisikan agar dapat diminimalkan sebaik mungkin. Hal yang perlu dilakukan sebagai berikut:

1. Menghindarkan penggunaan daya AC.
2. Menghindarkan timbulnya getaran yang ditimbulkan oleh peralatan-peralatan lain atau kegiatan eksternal lainnya.

### **3.6 Pengolahan Data dan Analisis Hasil**

Data yang diperoleh dari pengujian berupa video yang didapat dari kamera berkecepatan tinggi. Dari hasil video yang berhasil terekam pada kamera kemudian hasil video diamati sehingga dapat ditentukan jenis pola alirannya. Kemudian pola aliran yang berhasil diamati didistribusikan ke dalam peta pola aliran sesuai dengan nilai kecepatan superfisialnya. Untuk pengamatan pengaruh viskositas, perlu dilakukan pemecahan video menjadi beberapa foto untuk diamati hasilnya.