

## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1. Tempat Penelitian

Penelitian “Investigasi Pola Aliran Dua Fase Udara-Akuades dan Gliserin (40%, 50%, 60%, 70%) pada Pipa Kapiler dengan Kemiringan 15° Terhadap Posisi Horizontal” dilaksanakan di Laboratorium Fenomena Dasar Mesin (FDM), Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

### 3.2. Bahan Penelitian

#### 1. Fluida Gas

Fluida gas yang digunakan dalam penelitian merupakan udara dengan kelembapan rendah, yang didapatkan dari kompresor udara berkapasitas kecil dan dilengkapi dengan *water trap* dan *dryer*. Sifat fisik udara yang digunakan adalah sebagai berikut (pada kondisi temperatur ruangan, yaitu 25°C, dan tekanan 1 atmosfer) :

Massa jenis ( $\rho$ )	: 1,163 kg/m <sup>3</sup>
Viskositas dinamik ( $\mu$ )	: 1,8573 x10 <sup>-5</sup> kg/(m.s)
Viskositas kinematic ( $\nu$ )	: 1,597 x 10 <sup>-5</sup> m <sup>2</sup> /s

#### 2. Fluida Cair

Fluida cair yang digunakan dalam penelitian merupakan campuran antara air (akuades atau *destiled water*) dan gliserin dengan variasi konsentrasi 40%, 50%, 60%, dan 70% yang diinjeksikan ke dalam sistem dengan bantuan bejana tekan. Cairan gliserin dan akuades seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.1. Berikut sifat fisik pada campuran fluida (air dan gliserin) yang digunakan dalam penelitian ini :



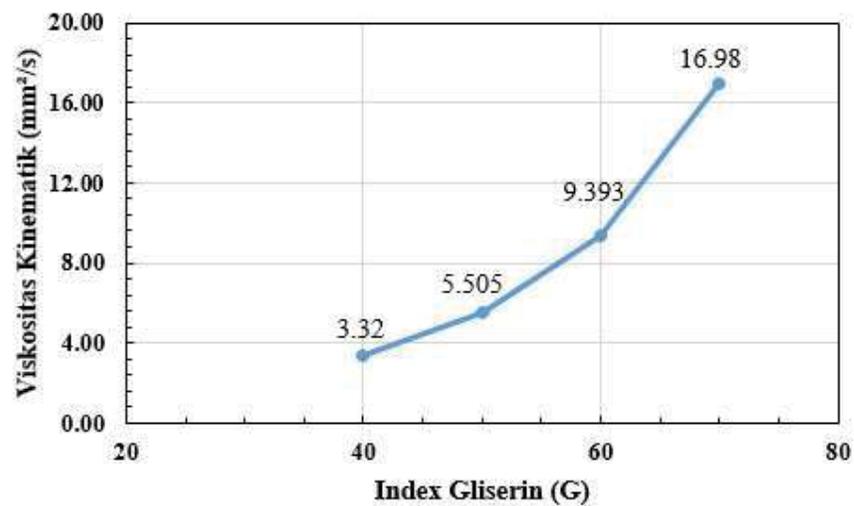
a) Gliserin



b) Akuades

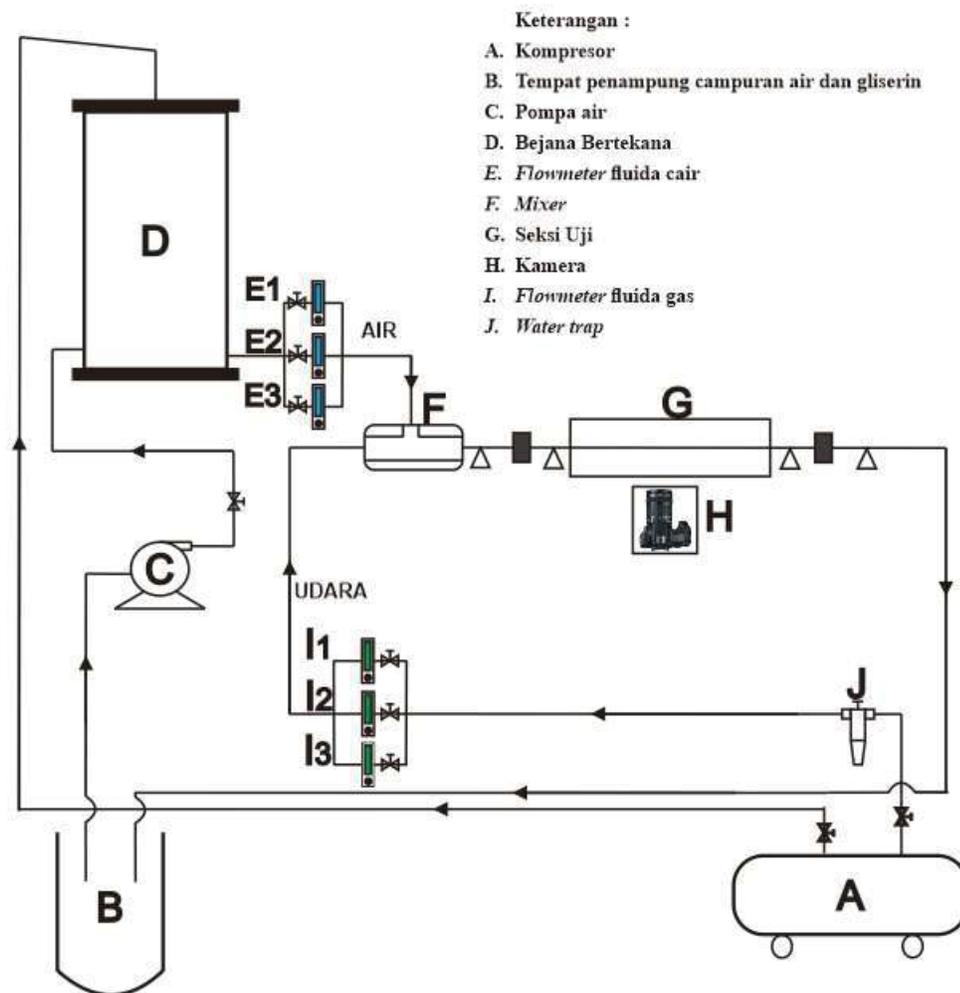
**Gambar 3.1** Fluida Cair**Tabel 3.1** Sifat fisik cairan

Fluida	Specific Gravity	Kinematic Viscosity [mm <sup>2</sup> /s]	Surface Tension [N/cm <sup>2</sup> ]	Index
Akuades + 40% Gliserin	1,1114	3,320	58,6	G 40
Akuades + 50% Gliserin	1,1421	5,505	57,5	G 50
Akuades + 60% Gliserin	1,1671	9,393	56,4	G 60
Akuades + 70% Gliserin	1,1896	16,98	53,9	G 70

**Gambar 3.2** Grafik perbandingan index gliserin dan nilai viskositas kinematik

### 3.3. Skema Penelitian

Komponen utama dari penelitian ini terdiri dari: tangki air, pompa air, kompresor udara, bejana bertekanan, *test section*, *water trap*, *mixer*, dan konektor. Komponen pendukung yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: *optical correction box*, kamera berkecepatan tinggi, komputer, dan *aquisition system*. Alat ukur yang digunakan pada penelitian ini, yaitu *flowmeter* cairan, *flowmeter* udara, *thermocouple*, *pressure indicator*, dan *pressure transducer*.



Gambar 3.3 Skema instalasi penelitian

Proses mengalirnya fluida pada penelitian ini telah disusun berdasar skema berikut : Fluida cair (akuades dan gliserin) dipompa ke dalam bejana bertekanan, yang kemudian dialirkan melewati *flowmeter* air, sedangkan fluida gas yang berasal dari kompresor dialirkan melewati *flowmeter* udara. Dua aliran fluida yang dialirkan akan bercampur terlebih dulu pada *mixer*, yang selanjutnya mengalir ke *correction box* untuk diambil video pola aliran berdasarkan matriks nilai  $J_G$  dan  $J_L$ . Setelah itu campuran fluida akan dipisahkan melalui *separator*. Fluida gas akan di buang ke lingkungan, sedangkan fluida cair kembali ke bak penampungan sementara untuk di lakukan kembali pemompaan ke dalam bejana bertekanan.

### 3.3.1. Aliran Fluida Cair

Peralatan yang digunakan dalam mengalirkan fluida cair selama pengujian adalah sebagai berikut :

1. Pompa air jenis *submersible* (pompa celup) berbahan dasar plastik yang berguna untuk menjaga kejernihan fluida cair, dapat dilihat pada Gambar 3.4 dan berikut spesifikasi pompa air yang digunakan :



**Gambar 3.4** Pompa air

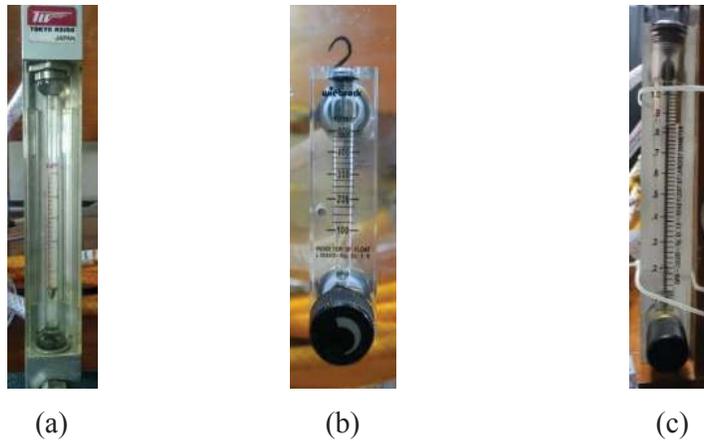
- |                                   |                         |
|-----------------------------------|-------------------------|
| a. Merk : Lion Water Pump (L-107) | d. $F_{max}$ : 5500 L/H |
| b. Voltase : 220 V / 240 V-50 Hz  | e. $H_{max}$ : 5 m      |
| c. Daya : 120 W                   |                         |
2. Selang untuk mengalirkan fluida cair dari bejana bertekanan menuju saluran dalam pipa.
  3. Bejana bertekanan yang ditunjukkan pada Gambar 3.5 digunakan untuk menjaga tekanan fluida (air dan udara) menuju *flowmeter* tetap stabil,

untuk mengurangi resiko korosi maka bahan yang digunakan adalah stainless steel.



**Gambar 3.5** Bejana bertekanan

4. Tiga buah *liquid flowmeter* dengan kapasitas yang bervariasi yaitu; 0-50 ml/menit, 0-500 ml/menit, dan 0-1000 ml/menit dapat dilihat pada Gambar 3.6.



**Gambar 3.6** *Flowmeter* air (a) kapasitas 0-50 ml/menit (b) kapasitas 100-500 ml/menit (c) kapasitas 0,1-1 GPM

5. Katup air berjenis *gate valve* ditunjukkan pada Gambar 3.7 yang berfungsi untuk mengatur aliran fluida cair yang akan masuk ke dalam *liquid flowmeter*. Alat ini biasanya terbuat dari plastik dan logam.



**Gambar 3.7** Gate valve

6. *Check valve* digunakan untuk pengamanan dan mencegah fluida cair yang mengalir ke satu arah agar tidak berbalik ke arah yang berlawanan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.8.



**Gambar 3.8** Check valve

7. Satu buah bak penampungan ditunjukkan pada Gambar 3.9 untuk menampung fluida cair (air dan gliserin) dengan kapasitas 20 Liter.



**Gambar 3.9** Bak penampungan

### 3.3.2. Aliran Fluida Udara

Peralatan yang digunakan dalam mengalirkan fluida udara selama proses pengujian adalah sebagai berikut :

1. Kompresor udara pada Gambar 3.10 berfungsi untuk mengalirkan udara bertekanan. Spesifikasi dari kompresor yang digunakan sebagai berikut :



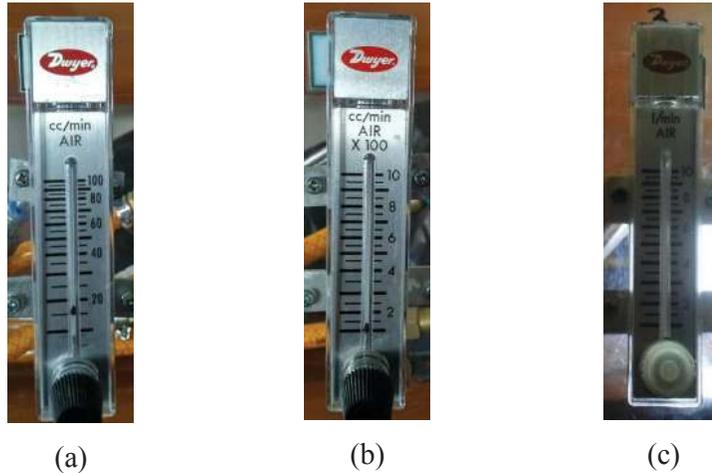
**Gambar 3.10** Kompresor udara

- |          |           |                          |                        |
|----------|-----------|--------------------------|------------------------|
| a. Merk  | : Shark   | d. <i>Pressure Range</i> | : 7 kg/cm <sup>2</sup> |
| b. Tipe  | : LVU-012 | e. Kapasitas Tangki      | : 58 Liter             |
| c. Motor | : ½ HP    | f. Putaran Mesin         | : 520 rpm              |
2. Selang untuk mengalirkan fluida gas dari kompresor ke *air flowmeter* hingga menuju ke saluran dalam pipa.
  3. *Water trap* yang digunakan untuk memisahkan fase udara dan fase air dari kompresor sehingga fluida udara yang masuk ke dalam bejana tekan adalah udara kering tanpa kandungan air dapat dilihat pada Gambar 3.11.



**Gambar 3.11** *Water trap*

4. Tiga buah *air flowmeter* yang terlihat pada Gambar 3.12 dengan kapasitas yang bervariasi yaitu; 0-100 cc/menit, 100-1000 cc/menit, dan 1000-10000 cc/menit.

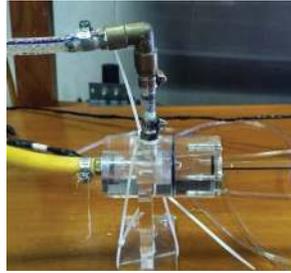


**Gambar 3.12** *Flowmeter* udara (a) kapasitas 0-100 cc/menit (b) kapasitas 100-1000 cc/menit (c) kapasitas 1-10 liter/menit

### 3.3.3. Seksi Uji

Seksi uji (*test section*) berupa pipa transparan berpenampang sirkular terbuat dari bahan kaca (*glass*) dengan diameter dalam 1,6 mm dengan panjang 400 mm (jarak antara *inlet* sampai ke *outlet*) yang akan dialiri aliran dua fase. Seksi uji dipasang secara horizontal, dimana ujung-ujungnya dihubungkan dengan konektor. Berikut adalah peralatan yang digunakan dalam seksi uji pada penelitian ini :

1. *Test section* (seksi uji) digunakan dalam seksi uji berupa pipa yang terbuat dari kaca.
2. *Mixer* berfungsi sebagai tempat pencampuran fluida cair dan gas. Pada Gambar 3.13 terlihat pemasangan selang untuk aliran fluida cair dipasang pada posisi vertikal, sedangkan untuk aliran fluida gas selang dipasang secara horizontal.
3. Konektor adalah sambungan pipa kaca pada Gambar 3.14 yang berfungsi sebagai penyambung antar pipa yang terpisah.



**Gambar 3.13** Mixer



**Gambar 3.14** Konektor

4. *Correction box* digunakan sebagai tempat pengambilan gambar agar tidak terjadi pembiasan pada hasil gambar yang diambil.
5. Lampu LED putih digunakan untuk menambah pencahayaan dalam visualisasi pengambilan pola aliran agar terlihat lebih jelas yang ditunjukkan pada Gambar 3.15.



**Gambar 3.15** Lampu penerangan LED

6. *Pressure transducer* dipasang pada sisi masuk dan sisi keluar seksi uji (*test section*) yang digunakan untuk mengukur tekanan aliran yang mengalir pada masing-masing titik tersebut.
7. Penyangga digunakan sebagai dudukan *mixer*, *correction box*, *flens*, dan *pressure transducer*.

### 3.3.4. Peralatan Pengambilan Gambar

Peralatan yang digunakan dalam pengambilan gambar dan video adalah sebagai berikut :

1. Kamera video berkecepatan tinggi Nikon J4 seperti yang terlihat pada Gambar 3.16 dapat mengambil *slow motion video* dengan spesifikasi kamera sebagai berikut:



**Gambar 3.16** Kamera Nikon J4

- a. Shutter speed : Min = 30 second, Max = 1/16000 second
  - b. Resolusi video : 1920 x 1080 (60p, 30p), 1472 x 984 (60p, 30p)
  - c. Videography notes : High speed : 1280 x 720 (120 fps), 768 x 288 (400 fps), 416 x 144 (1200 fps); Motion Snapshot : 1920 x 1080 (24 fps) ; Fast-motion, jump-cut, 4 second movies (24 fps)
  - d. ISO : Auto, ISO 160-12800
2. Komputer untuk menyimpan dan mengolah rekaman video.
  3. Tripod sebagai tempat untuk meletakkan kamera, supaya dapat menahan getaran pada saat pengambilan data.

### 3.4. Prosedur Pengambilan Data

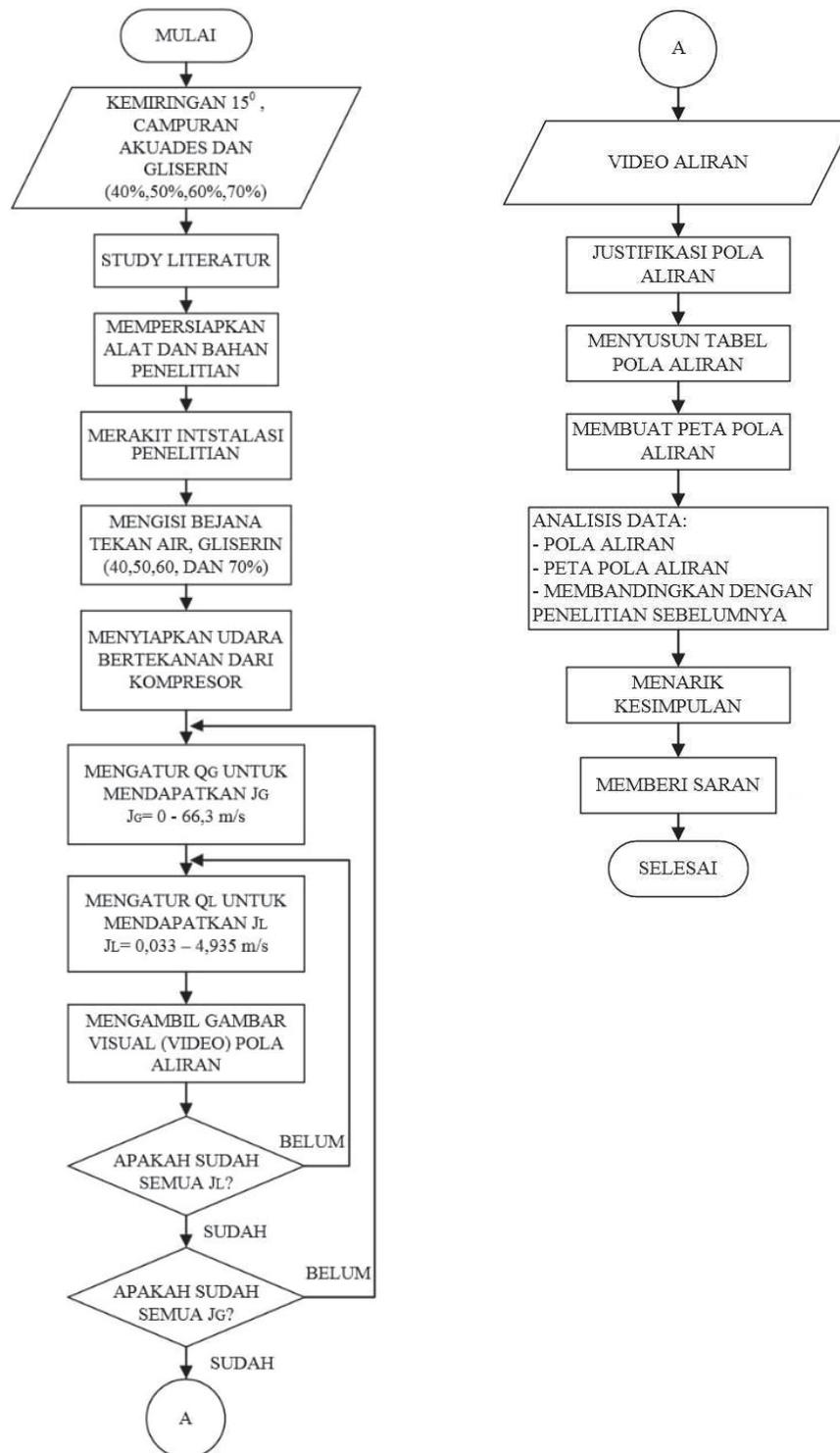
Setelah instalasi dan bahan-bahan penelitian disiapkan, serta alat-alat ukur sudah dikalibrasi, pengambilan data dilakukan dengan prosedur sebagai berikut:

1. Pipa berukuran mini yang sudah sesuai dengan spesifikasi di atas dipasang dengan kemiringan  $15^\circ$  terhadap posisi horizontal, dimana ujung pipa *outlet* terpasang lebih tinggi daripada ujung pipa *inlet*.
2. Tangki air berkapasitas  $\pm 15L$  diisi dengan campuran akuades dan gliserin. Dimana gliserin yang akan dicampur variasi konsentrasinya terdiri dari 40%, 50%, 60%, 70% dari campuran total dengan akuades. Pada saat pengisian, dilakukan penyaringan supaya tidak terdapat partikel padat yang ikut dalam fluida kerja dan akan mengacaukan *properties* dari fluida.

3. Mengisi bejana tekan dengan cairan dari tangki ( $\pm 15L$ ) dan ditambah dengan udara dari kompresor, hingga tekanan didalam bejana tekan mencapai ( $\pm 5$  bar gage).
4. Menutup katup udara menuju *mixer*.
5. Membuka perlahan-lahan katup cairan pada bejana tekan sehingga cairan mengalir melintasi pipa seksi uji dengan debit  $Q_L$  dan kecepatan superfisial cairan  $J_L$  mulai dari nilai terkecil.
6. Katup udara pada bejana tekan dibuka perlahan-lahan untuk mendapatkan debit  $Q_G$  dan kecepatan superfisial gas  $J_G$  mulai dari nilai terkecil.
7. Mengatur pasangan kecepatan superfisial gas ( $J_G$ ) dan kecepatan superfisial cairan ( $J_L$ ).
8. Semua data direkam lalu dicatat sebagai arsip untuk pengolahan data.
9. Langkah 7 dan 8 diulang berkali kali dengan mempertahankan nilai  $J_G$  dan menaikkan nilai  $J_L$ . Begitupun ketika nilai  $J_L$  sudah dibuka pada kecepatan terbesar, dilanjut dengan kenaikan nilai  $J_G$  selanjutnya dan dimulai pada nilai  $J_L$  terkecil.
10. Langkah 7, 8 dan 9 dilakukan berulang-ulang untuk variasi nilai  $J_L$  dan nilai  $J_G$  yang berangsur-angsur naik sampai selesai (sesuai matriks penelitian).
11. Langkah 1 sampai 11 diulang untuk cairan dengan konsentrasi gliserin 40%, 50%, 60%, dan 70%.
12. Eksperimen dilakukan variasi pada nilai kecepatan superfisial gas ( $J_G$ ) dengan interval 0,025 - 66,3 m/s, dan nilai kecepatan superfisial cairan ( $J_L$ ) dengan interval 0,033 - 4,935 m/s.

### 3.5. Diagram Alir Penelitian

Tahapan proses yang akan dilakukan dalam penelitian ini ditunjukkan dalam diagram alir pada Gambar 3.17



**Gambar 3.17** Diagram Alir Penelitian