

BAB III

METODELOGI PENELITIAN

3.1 Tempat Penelitian

Penelitian “Investigasi pola aliran dua fasa udara-air dan gliserin (0-30%) pada pipa kapiler dengan kemiringan 5°” dilakukan di Laboratorium Fenomena Dasar Mesin (FDM), Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

3.2 Alat Bahan Penelitian

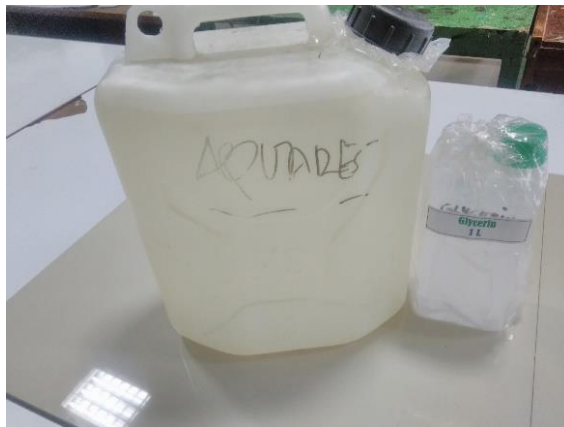
Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Fluida gas

Fluida gas yang digunakan dalam penelitian ini merupakan udara dengan kelembaban rendah, yang didapatkan dari kompresor udara berkapasitas kecil dan dilengkapi dengan *dryer* dan *water trap*.

2. Fluida cair

Fluida cair yang digunakan dalam penelitian ini merupakan campuran antara air dan gliserin dengan konsentrasi 0%, 10%, 20%, dan 30% yang diinjeksikan ke dalam sistem dengan bantuan bejana.



Gambar 3.1: Gliserin dan aquades

3.3.1 Aliran Fluida Udara

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

1. Spesifikasi kompresor yang digunakan sebagai berikut :
 - a. Pressure Range :7 kg/cm²
 - b. Motor :1/2 HP atau 0,37 kW
 - c. Type :LVU-012
 - d. Kapasitas Tangki :58 Liter
 - e. Putaran Mesin :520 rpm



Gambar 3.2 : Kompresor

2. Regulator dan filter yang digunakan untuk mengatur tekanan udara yang diinginkan dan digunakan memisahkan udara dan air yang masuk dari kompresor lalu ke *pressure tank* agar udara yang masuk bisa steril dari air dan konsentrasi gliserin tidak terganggu karena adanya cairan yang dibawah oleh udara.



Gambar 3.3: Regulator dan filter

3. Selang untuk mengalirkan fluida gas dari kompresor ke *flowmeter* gas hingga ke saluran pipa.
4. Terdapat 3 *flowmeter* udara dengan kapasitas (0,01-0,1 L/menit, 0,1-1 L/menit, dan 1-10 L/menit). Digunakan untuk mengukur debit aliran fluida udara yang masuk ke *mixer*, dan mengukur kecepatan *superfisial* udara atau gas



Gambar 3.4 : *Flowmeter* udara

3.3.2 Aliran Fluida Air

Peralatan yang digunakan untuk mengalirkan fluida cair selama proses pengujian adalah sebagian berikut :

1. Spesifikasi pompa yang digunakan sebagai berikut :
 - a. Daya :120 W
 - b. Kapasitas Max :5500 L/H
 - c. Berat pompa :2 kg
 - d. Voltage :220V/240V-50Hz



Gambar 3.5 : Pompa air

2. Selang untuk mengalirkan fluida cair dari bejana bertekanan menuju pipa saluran.
3. Terdapat 3 *flowmeter* air alat digunakan untuk mengukur debit campuran fluida air dan gliserin yang masuk ke *mixer*, dan dapat mengukur kecepatan *superfisial* air dengan kapasitas (0,001-0,1 ml/menit, 0,1-0,5 ml/menit, dan 0,3785-3,785 ml/menit.



Gambar 3.6 *Flowmeter* air

4. Katup berjenis *gate valve* yang berfungsi mengatur laju aliran fluida cair ataupun gas lalu fluida tersebut masuk kedalam *liquid flowmeter*. Alat ini biasanya terbuat dari plastic dan logam.



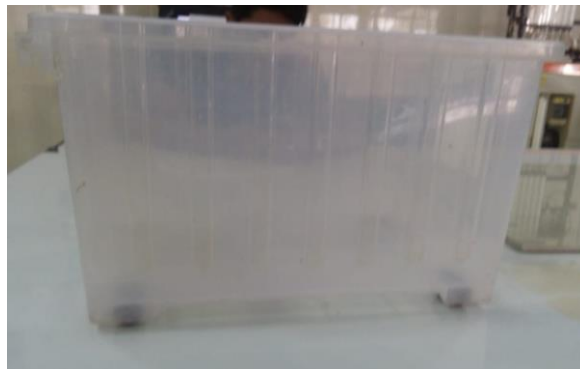
Gambar 3.7: *Gate valve*

5. Bejana bertekana digunakan untuk menampung campuran air dan gliserin kemudian mendapatkan tekanan oleh udara sehingga campuran air dan gliserin mengalir ke *flowmeter* air lalu di alirkan ke seksi uji. Alat ini terbuat dari *stainless steel* yang anti karat.



Gambar 3.8 : Bejana bertekanan

6. Sebuah bak penampung dengan kapasitas 24 liter yang digunakan untuk menampung fluida cair kemudian dipompakan ke bejana tekan dan digunakan sebagai penampung setelah melewati seksi uji.



Gambar 3.9: Penampung fluida cair

7. *Check valve* digunakan untuk mengukur laju fluida yang hanya mengalir ke satu arah dan mencegah berbalik arah, prinsip kerjanya yaitu ketika fluida mengalir melewati *check valve* fluida tersebut tidak dapat kembali ke saluran sebelumnya.



Gambar 3.10: *Check valve*

3.3.3 Peralatan Pengambilan gambar

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

1. Kamera video Nikon 1 J4, digunakan dalam penelitian ini untuk mengambil *slow motion video* dengan pengaturan kamera sebagai berikut :
 - a. Kecepatan perekaman :Min =30 second Max = 1/16000 second
 - b. Shutter speed :1250-6400
 - c. ISO sensivity :Auto, ISO 160-12800
 - d. Resolution :1920 x 1080 (60p, 30p)



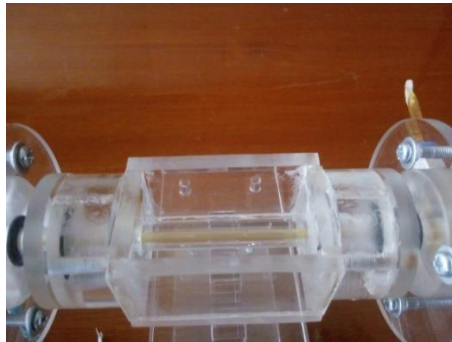
Gambar 3.11 : Kamera

2. Komputer untuk mengolah dan menyimpan hasil rekan video.
3. Tripod digunakan untuk meletakkan kamera agar gambar yang di dapat stabil atau fokus.

3.3.4 Seksi Uji

Seksi uji pipa transparan berpenampang lingkaran terbuat dari bahan kaca (*glass*). Pipa yang digunakan berdiameter 1,6 mm dengan panjang 130 seksi uji dipasang horizontal dan pada ujung-ujungnya dihubungkan dengan konektor. Peralatan yang digunakan dalam seksi uji ini adalah sebagai berikut :

1. *Test section* digunakan dalam seksi uji berupa pipa yang terbuat dari kaca berdiameter 1,6 mm dan Panjang seksi uji 130 mm .



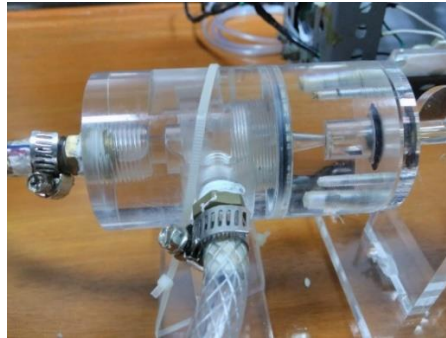
Gambar 3.12 : *Test Section*

2. *Correction box* digunakan sebagai tempat pengambilan gambar agar tidak terjadi pembiasan pada hasil yang diambil.
3. Lampu LED digunakan untuk menambah penerangan agar pola aliran yang di ambil terlihat maksimal.



Gambar 3.13 : Lampu LED dan *correction box*

4. Pada pencampuran fluida cair dan gas dilakukan pada *mixer*. Pemasangan selang untuk mengalirkan fluida cair dilakukan pada arah radial sedangkan aliran fluida gas pada arah aksial.



Gambar 3.14 : *Mixer*

5. Konektor adalah sambungan pipa kaca yang berfungsi sebagai penyambung pipa satu dengan yang lain.
6. *Pressure transducer* dipasang pada sisi masuk dan sisi keluar seksi uji yang digunakan untuk mengetahui beda tekanan pada masing masing titik tersebut, alat ini didalamnya terdapat diafragma jika ada aliran fluida masuk diafragma akan tertekan dan meneruskan ke data akuisisi sistem yang kemudian muncul ke komputer.



Gambar 3.15: *Pressure transducer*

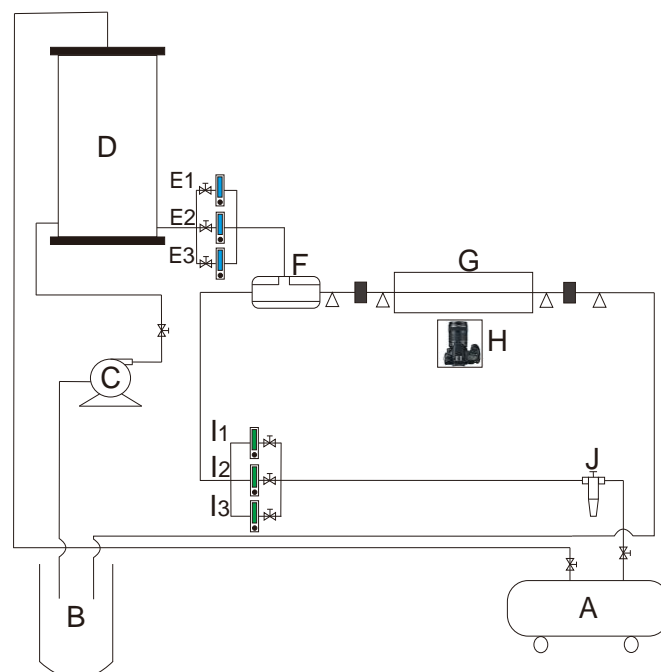
7. *Data acquisition system* sebuah alat yang digunakan untuk mengubah data dari data analog menjadi data digital yang dapat diolah melalui software, alat ini dipasang sebagai penghubung *transducer* ke komputer agar hasilnya dapat ditampilkan ke komputer.

Tabel 3.1 Sifat cairan

<i>Fluida</i>	<i>Specific Gravity</i>	<i>Kinematic Viscosity</i>	<i>Surface tension [mN/m]</i>	<i>Index</i>
Air+0% gliserin	1.0021	0.842	71.03	GL0
Air+10% gliserin	1.0358	1.331	67.96	GL10
Air+20% gliserin	1.0619	2.315	61.56	GL20
Air+30% gliserin	1.0839	2.361	60.86	GL30

3.3 Skema Alat yang Digunakan

Instalasi peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari komponen utama : pompa air, tangka air, bejana, kompresor udara, *mixer*, *test section*, konektor dan separator. Peralatan yang mendukung dalam penelitian ini antara lain : kamera, *amplifier*, komputer, *optical correction box*, *acquisition system*, dan *video processing system*. Alat ukur yang digunakan dalam penelitian ini antara lain : *pressure transducer*, *temperature indicator*, *pressure indicator*, *flowmeter* udara, *flowmeter* air, dan *thermocouple*.

**Gambar 3.16** : Instalasi peralatan penelitian

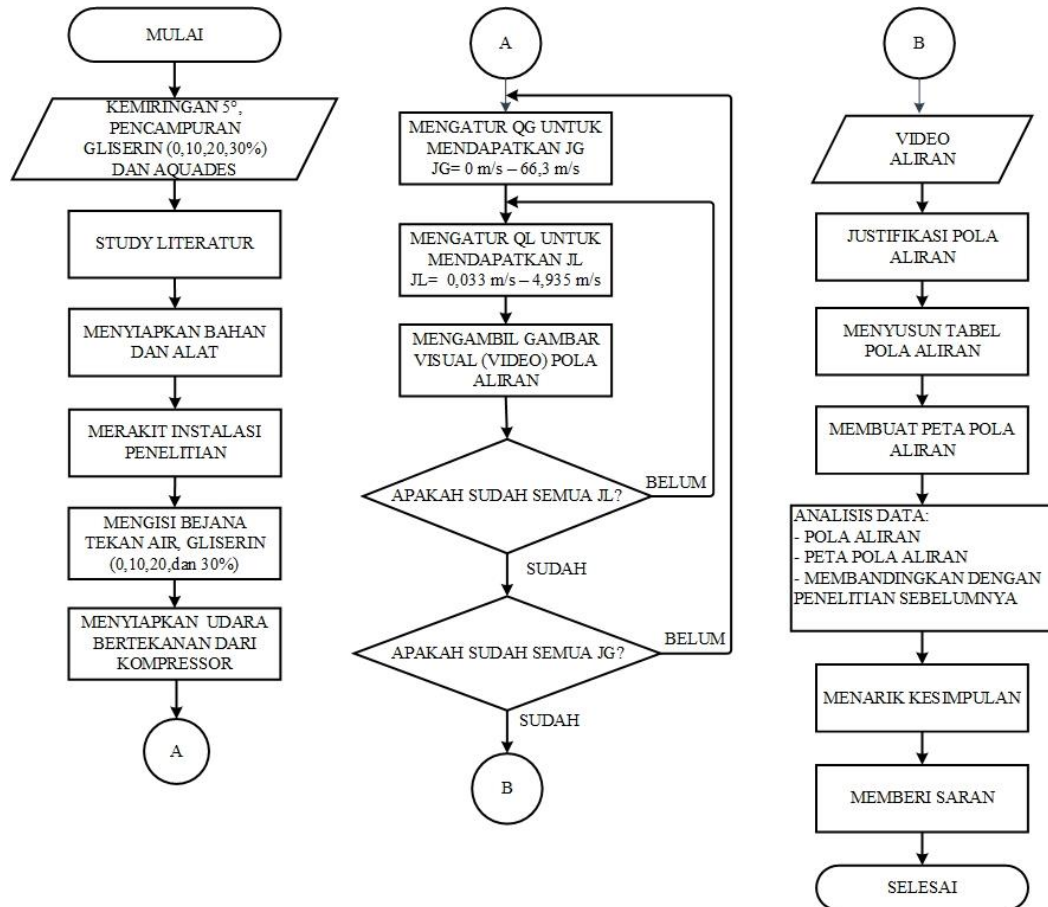
Keterangan:

- | | |
|---|-------------------------------|
| A. Kompresor | G. Seksi uji |
| B. Tempat penampung campuran air dan gliserin | H. Kamera |
| | I. <i>Pressure transducer</i> |
| | J. Flowmeter udara |
| C. Pompa air | |
| D. Bejana bertekanan | |
| E. <i>Flowmeter</i> cair | |
| F. <i>Mixer</i> | |

Proses mengalirkan fluida dalam skema yaitu : fluida cair (air dan gliserin) dipompa ke dalam bejana bertekanan kemudian aliran melewati *flowmeter* air, sedangkan fluida gas yang berasal dari kompresor dialirkan melewati *flowmeter* udara, kedua jenis fluida akan bercampur pada *mixer* yang kemudian akan mengalir ke *correction box* untuk diambil gambar pola aliran berdasarkan variasi nilai JG dan JL. Selanjutnya campuran fluida akan dipisahkan *separator*. Fluida gas akan di buang ke lingkungan, sedangkan fluida cair kembali ke bak penampungan sementara untuk di pompakan kembali kedalam bejana.

3.4 Diagram alir penelitian

Penelitian akan dilakukan dengan uraian seperti ditunjukkan pada diagram alir pada gambar



Gambar 3.17 : Diagram alir penelitian

a. Jalannya Penelitian

Sebelum pengambilan data dilakukan, perlu terlebih dahulu dilakukan kalibrasi alat ukur, terutama *differential pressure transducer*. *Pressure transducer* dikalibrasi menggunakan manometer vertikal (manometer kolom air) pada kondisi stedy. Tegangan keluaran *pressure transducer* digabungkan dengan tekanan yang terukur pada manometer vertikal. Dari kalibrasi ini didapatkan persamaan kalibrasi yang nantinya digunakan dalam pengolahan data *pressure gradient*. *Flowmeter* air juga dikalibrasi dengan gelas ukur, walaupun sudah ada kalibrasi dari pabrik pembuatnya berupa table kalibrasi.

Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan dalam 4 tahap (atas dasar fluida kerjanya), yaitu :udara-air, udara-air+10% gliserin, udara-air+20% gliserin, dan udara-air+30% gliserin. Penelitian yang menggunakan fluida kerja udara-air dilakukan dengan urutan seperti ditunjukkan oleh diagram alir pada gambar 3.17.

b. Prosedur Pengambilan Data

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

1. Pipa berukuran mini dipasang dengan kemiringan 5° pada instalasi sebagai *test section*.
2. Tangki air diisi dengan campuran air dan giserin dengan konsentrasi 0%, 10%, 20%, 30%. Pada saat pengisian harus dilakukan penyaringan terlebih dahulu untuk memastikan tidak ada partikel padat yang ikut dalam fluida kerja, karena dapat mengganggu aliran.
3. Mengisi bejana tekan dengan cairan dari tangki (± 15 liter) dan ditambah dengan udara yang berasal dari kompresor, sehingga tekanan didalam bejana tekan mencapai (± 5 bar).
4. Menutup katup udara yang menuju *mixer*.
5. Pada setiap langkah pengambilan data, temperature air dan temperature udara harus selalu diukur. Hal ini untuk menentukan massa jenis dan viskositas kedua fluida kerja tersebut.

6. Membuka perlahan-lahan katup cairan sedemikian rupa sehingga cairan mengalir melintasi pipa seksi uji dengan debit Q_L dan kecepatan superfisial cairan J_L tertentu yang cukup kecil.
7. Katup udara dibuka perlahan-lahan untuk mendapatkan debit Q_G dan kecepatan superfisial gas J_G .
8. Mengatur pasangan kecepatan superfisial gas (J_{G1}) dan kecepatan superfisial gas (J_{L1}).
9. Semua data direkam dan dicatat.
10. Langkah 8 dan 9 diulang berkali kali dengan mempertahankan J_L dan menaikkan J_G .
11. Langkah 8, 9, dan 10 diulang-ulang untuk harga J_L yang lain (berangsur-angsur naik) sampai selesai (sesuai matriks penelitian).
12. Langkah 1 sampai 11 diulang untuk cairan dengan konsentrasi gliserin 0%, 10%, 20%, dan 30%

Pada waktu pengambilan data, harus dikondisikan sedemikian rupa sehingga timbulnya "noise" dapat diminimalisir. Hal yang dilakukan sebagai berikut :

- a. Diusahakan untuk tidak menggunakan satu daya AC.
- b. Tidak ada getaran yang ditimbulkan oleh peralatan-peralatan lain atau kegiatan lain, misalnya: renovasi bangunan, kipas angin, kompresor, dan sebagainya.

c. Pengolahan Data Dan Analisa Hasil

Dari proses pengambilan data selesai didapatkan data yang berasal dari kamera berkecepatan tinggi berupa video. Selanjutnya data diolah untuk mendapatkan pola aliran. Dari video yang didapat kemudian dijustifikasi pola apa saja yang teridentifikasi dalam video tersebut, setelah pola dijustifikasi kemudian dibuat peta pola aliran, dari video tersebut kemudian diolah menggunakan software *MOV to AVI* selanjutnya diolah dengan *virtualdub* untuk mengkonversi dari bentuk video menjadi sebuah potongan gambar agar lebih mudah untuk mengamati sebuah pola aliran.

d. Pengolahan Data Visual Pola Aliran

Gambar yang didapatkan dari kamera berkecepatan tinggi, berupa video image, diolah secara visual untuk mendapatkan tipe pola aliran membandingkan dengan pola aliran utama (*major regime*) setiap pasang J_L dan J_G akan didapatkan satu pola aliran tertentu. Namun kadang juga dijumpai pada video yang menunjukkan bahwa alirannya tidak tunggal, melainkan *multiple flow*, misalnya aliran gelembung disertai *slug* dan sebaliknya, Dalam hal seperti ini dilakukan perhitungan presentase munculnya gelembung maupun *slug*. Jika slug lebih dominan, maka aliran itu tergolong aliran *slug flow*, demikian juga sebaliknya.

Dari pola-pola yang didapatkan, kemudian digambarkan dalam bentuk peta pola aliran, baik koordinat J_L dengan J_G , maupun Bilangan Weber Gas (W_G) VS Bilangan Weber cairan (W_L) peta pola aliran yang didapatkan juga dibandingkan dengan peta dari para peneliti sebelumnya. Dalam hal ini pembandingnya adalah peta dari Tripplet dkk. (1999), Chung dan Kawaji (2004), Saisorn dan Wongwises, dan Sur & Liu (2002) untuk peta dengan koordinat J_L dengan J_G , sedangkan untuk tipe W_G Vs W_L , pembandingnya adalah peta dari Sur dan Liu (2012) dan akbar dkk. (2003) perbandingan meliputi jenis pola aliran yang terdeteksi dan garis transisi antara pola aliran.