

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Tempat Penelitian

Tempat penelitian “Investigasi Gradien Tekanan Dua - Fase Udara - Air dan Gliserin (0 - 30%) pada Pipa Kapiler dengan Kemiringan 30° Terhadap Posisi Horizontal” dilakukan di laboratorium FDM (Fenomena Dasar Mesin) gedung G6, Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

### 3.2. Bahan Penelitian

#### 3.2.1. Fluida Gas

Fluida gas dihasilkan dari kompresor yang dilengkapi *watetrap* sehingga didapatkan udara dengan kelembaban rendah. Sifat fisik dari fluida gas yang digunakan adalah massa jenis ( $\rho$ ), viskositas dinamik ( $\mu$ ) dan viskositas kinematik ( $\nu$ ). Properti udara pada suhu kamar (27 °C) dan tekanan 1 atm adalah sebagai berikut :

Massa jenis ( $\rho$ )	: 1,163 kg/m <sup>3</sup>
Viskositas dinamik ( $\mu$ )	: 1,85 x 10 <sup>-5</sup> N.s/m <sup>2</sup>
Viskositas kinematik ( $\nu$ )	: 1,579 x 10 <sup>-5</sup> m/s

#### 3.2.2. Fluida Cair

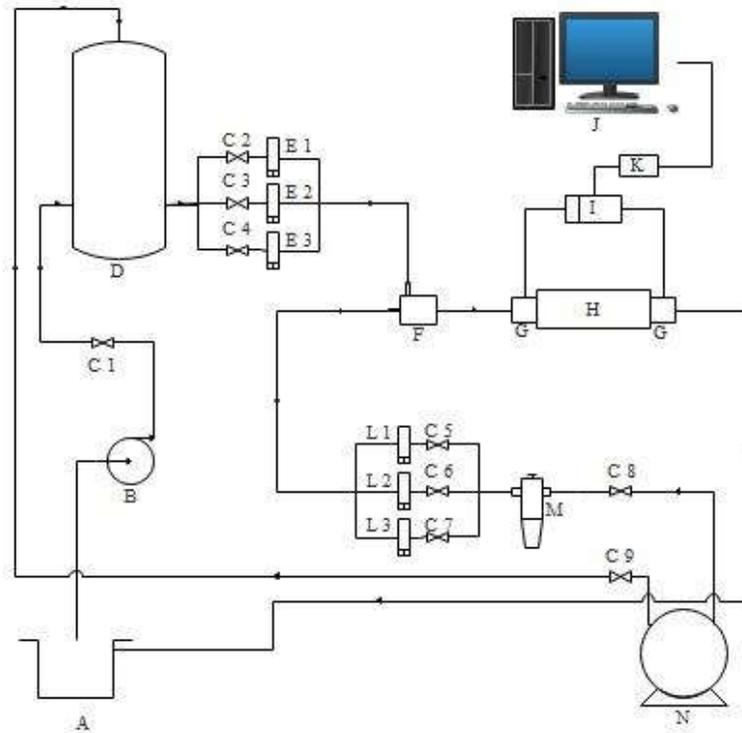
Untuk fluida cair menggunakan air (akuades atau *destiled water*) yang dicampur gliserin dengan persentase 0%, 10%, 20% dan 30% sebanyak 15 liter. Sifat fisik fluida cair dari campuran antara air dan gliserin adalah sebagai berikut :

**Tabel 3.1.** Sifat fisik cairan

Fluida	<i>Specific gravity</i>	<i>Kinematic viscosity [mm<sup>2</sup>/s]</i>	<i>Surface tension [N/cm<sup>2</sup>]</i>	index
Air+0% gliserin	1,0021	0,842	71,3	GL 0
Air+10% gliserin	1,0358	1,331	68	GL 10
Air+20% gliserin	1,0619	2,315	61,9	GL 20
Air+30% gliserin	1,0839	2,361	60,9	GL 30

### 3.3. Skema Alat

Gambar 3.1. adalah skema instalasi peralatan yang digunakan untuk penelitian.



**Gambar 3.1.** Skema instalasi penelitian

(Sudarja 2016)

Keterangan :

- |                          |                               |
|--------------------------|-------------------------------|
| A. Penampung fluida cair | H. Seksi uji                  |
| B. Pompa fluida cair     | I. <i>Pressure Transducer</i> |
| C. <i>Valve</i>          | J. Komputer                   |
| D. Bejana tekan          | K. Data Akuisisi              |
| E. <i>Flowmeter</i> cair | L. <i>Flowmeter</i> Udara     |
| F. <i>Mixer</i>          | M. <i>Watertrap</i>           |
| G. <i>Flange</i>         | N. Kompresor                  |

### 3.4. Alat Penelitian

#### 3.4.1. Aliran Fluida

##### a. Aliran Fluida Gas

Peralatan yang digunakan untuk aliran fluida gas dalam instalasi penelitian adalah sebagai berikut :

##### 1. Kompresor



**Gambar 3.2.** Kompresor

(shark.co.id)

Gambar 3.2. adalah kompresor yang digunakan dalam instalasi penelitian. Kompresor berfungsi sebagai sumber gas dalam instalasi penelitian dan penghasil tekanan untuk mengisi bejana tekan. Spesifikasi kompresor adalah sebagai berikut :

**Tabel 3.2** Spesifikasi kompresor

No.	Spesifikasi	Keterangan
1.	Daya / Power	0,375 kW
2.	Tekanan udara	7 Kg/cm <sup>2</sup>
3.	Kecepatan Putaran Motor Lisrik	520 rpm
4.	Kapasitas Tangki	58 liter

## 2. Selang

Selang udara digunakan sebagai penghantar udara dari kompresor ke dalam instalasi penelitian.

## 3. *Watertrap*

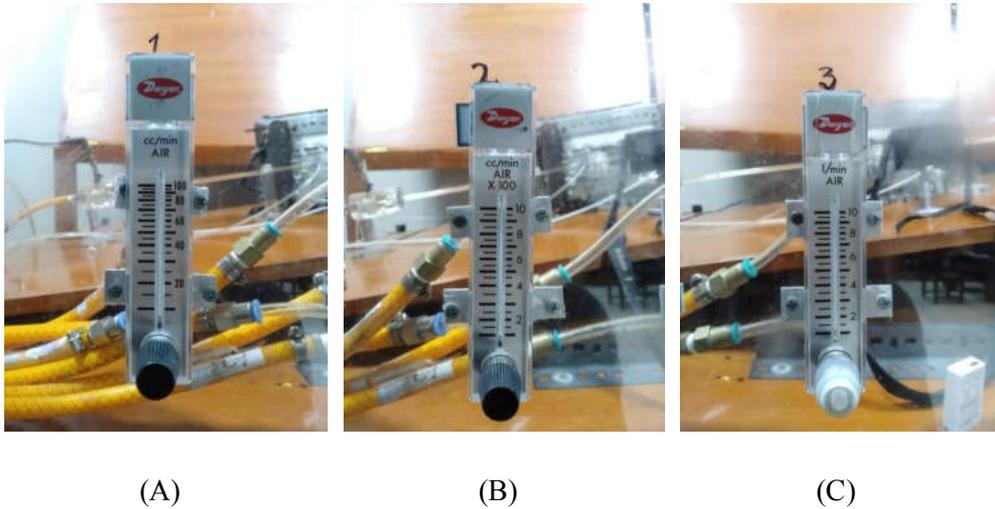


**Gambar 3.3.** *Watertrap*

*Watertrap* berfungsi untuk memisahkan *liquid* dan gas yang tercampur dalam kompresor, sehingga didapat udara dengan kelembaban rendah. *Watertrap* memiliki spesifikasi sebagai berikut :

**Tabel 3.3.** Spesifikasi *watertrap*

No.	Spesifikasi	Keterangan
1.	<i>Regulator Inlet and Outlet Port Size</i>	1/4
2.	<i>Max. Pressure of the Regulator</i>	145 PSI
3.	<i>Range</i>	0 – 145 PSI
4.	<i>Max. Temp</i>	1.0 Mpa

4. *Flowmeter* udara

(A)

(B)

(C)

**Gambar 3.4.** *Flowmeter* udara

Gambar 3.4. adalah *flowmeter* yang digunakan untuk mengukur debit udara yang masuk kedalam instalasi penelitian. Spesifikas *flowmert* udara adalah sebagai berikut :

**Tabel 3.4.** Spesifikasi *flowmeter* fluida udara

No.	<i>Flowmeter</i>	Spesifikasi	Keterangan
1.	A	Merek	<i>Dwyer</i>
		Jenis	<i>Glass tube flowmeter</i>
		<i>Range</i>	0 – 0,1 LPM
		Ketelitian	0,0005 LPM
2.	B	Merek	<i>Dwyer</i>
		Jenis	<i>Glass tube flowmeter</i>
		<i>Range</i>	0 – 1 LPM
3.	C	Merek	<i>Dwyer</i>
		Jenis	<i>Glass tube flowmeter</i>
		<i>Range</i>	0 – 10 LPM
		Ketelitian	0,5 LPM

b. Aliran Fluida Cair

Peralatan yang digunakan untuk aliran fluida cair dalam instalasi penelitian adalah sebagai berikut :

1. Pompa Fluida Cair



**Gambar 3.5.** Pompa fluida cair

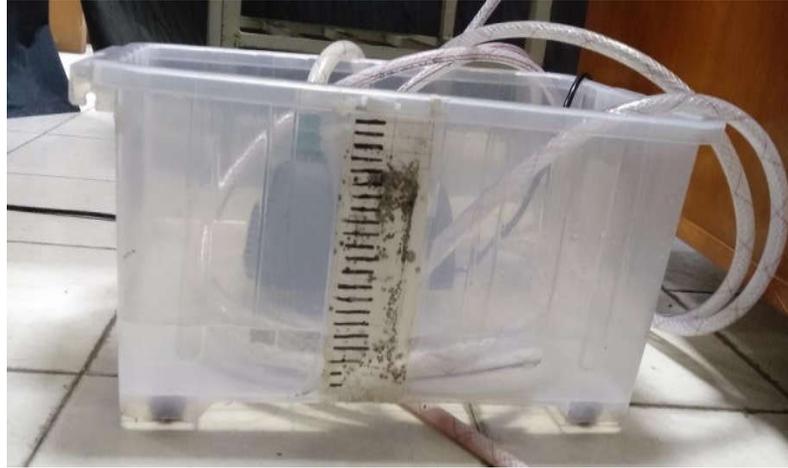
**Tabel 3.5.** Spesifikasi pompa fluida cair

No.	Spesifikasi	Keterangan
1.	Sumber daya	220 V / 240 V – 50 Hz
2.	Daya	120 W
3.	Head	5 m
4.	Kapasitas Maksimal	5500 L/H
5.	Materal	Plastik

2. Selang

Selang air digunakan sebagai penghantar akuades dan gliserin ke dalam instalasi penelitian.

### 3. Penampung Fluida Cair



**Gambar 3.6.** Penampung fluida cair

**Tabel 3.6.** Spesifikasi penampung fluida cair

No.	Spesifikasi	Keterangan
1.	Panjang	48 cm
2.	Lebar	31 cm
3.	Tinggi	28 cm
4.	Volume	24 liter

### 4. *Flowmeter* Cair



(A)

(B)

(C)

**Gambar 3.7.** *Flowmeter* cair

*Flowmeter* cair berfungsi untuk mengukur debit masuk antara campuran akuades dan gliserin ke instalasi penelitian. *Flowmeter* cair memiliki spesifikasi sebagai berikut :

**Tabel 3.7.** Spesifikasi *flowmeter* cair

No.	<i>Flowmeter</i>	Spesifikasi	Keterangan
1.	A	Merek	<i>Tokyo keiso</i>
		Jenis	<i>Glass tube flowmeter</i>
		Range	0 – 0,1 LPM
		Ketelitian	0,0005 LPM
2.	B	Merek	<i>Weibroek</i>
		Jenis	<i>Glass tube flowmeter</i>
		Range	0 – 0,5 LPM
		Ketelitian	0,025 LPM
3.	C	Merek	<i>Dwyer</i>
		Jenis	<i>Glass tube flowmeter</i>
		Range	0,3785 LPM

#### 5. Bejana Tekan



**Gambar 3.8.** Bejana tekan

Bejana tekan pada gambar 3.8. digunakan membantu mengalirkan fluida cair kedalam instalasi dengan bantuan tekanan dari kompresor. Penggunaan bejana tekan sebagai pengganti pompa bertujuan untuk menghindari *pulsation*. Bejana tekan memiliki spesifikasi sebagai berikut:

**Tabel 3.8.** Spesifikasi bejana tekan

No.	Spesifikasi	Keterangan
1.	Diameter	22 cm
2.	Tinggi	100 cm
3.	Tebal plat	0,4 cm
4.	Volume	38 liter

6. *Check Valve*



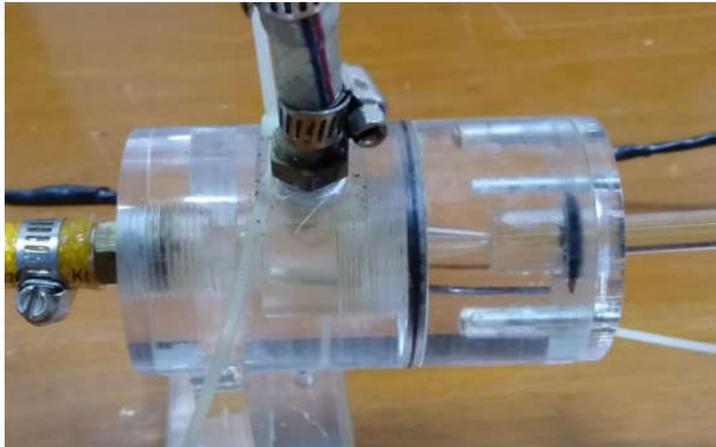
**Gambar 3.9.** *Check valve*

*Check valve* berfungsi sebagai pengaman dan mencegah arah balik (*backflow*) fluida dari dalam *mixer*.

### 3.4.2. Seksi Uji

Peralatan yang digunakan pada seksi uji dalam instalasi penelitian adalah sebagai berikut :

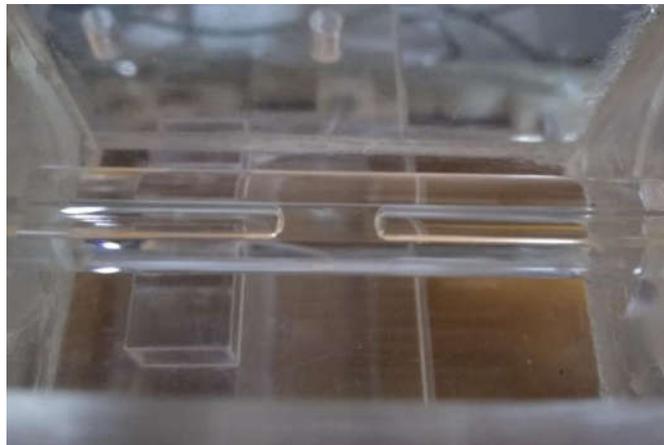
1. *Mixer*



**Gambar 3.9.** *Mixer*

*Mixer* berfungsi sebagai tempat mencampur fluida *liquid* dan gas, fluda *liquid* masuk pada arah aksial, sedangkan fluida gas masuk dengan arah radial.

2. *Test Section*



**Gambar 3.10.** Pipa uji

*Test section* pada penelitian ini berupa pipa dengan diameter dalam 1,6 mm dan diameter luar 8 mm.

### 3. *Flens*



**Gambar 3.11.** *Flans*

*Flens* digunakan sebagai penghubung antara pipa. *Flans* juga memiliki *channel* yang digunakan untuk menghubungkan seksi uji dengan *pressure transducer*.

### 4. *Optical Correction Box*



**Gambar 3.12.** *Optical Correction Box*

Seksi uji pada penelitian ini memiliki bentuk pipa sehingga perlu digunakan *optical correction box* untuk menghilangkan efek lengkungan dengan cara dibiaskan.

**3.4.3. Sistem Perekaman Data**

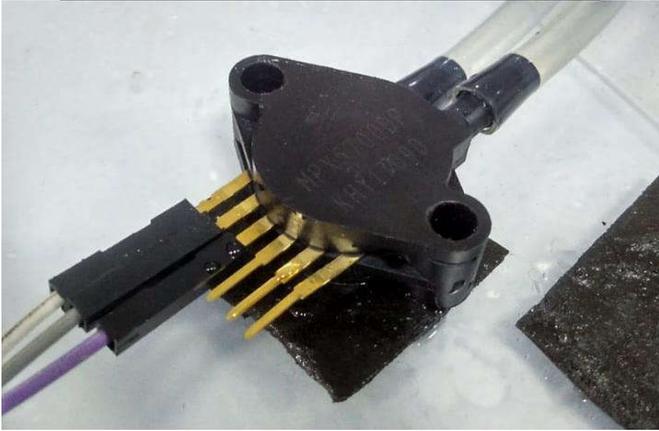
Perekaman data pada penelitian ini dilakukan secara visual dan analog menggunakan peralatan akuisisi data. Sistem perekaman data yang digunakan adalah sebaga berikut :

1. *Pressure Transducer*

Perkaman data analog dilakukan dengan mengukur beda tekanan atau penurunan tekanan (*pressure drop*) antara *input* dengan *output* menggunakan *pressure transducer*. *Pressure transducer* bekerja karena perbedaan tekanan yang dideteksi apabila fluida menekan sensor diafragma. Spesifikasi *pressure transducer* adalah sebagai berikut :

**Tabel 3.9.** Spesifikasi *Pressure Transducer*

No.	Spesifikasi	Keterangan
1.	Merek	Mpx
2.	Model	5700dp
3.	Ketelitian	2,5% <i>Maximum Error over</i> 0 to 85 C



**Gambar 3.12.** *Pressure Transducer*

## 2. Akuisisi Data

Gambar 3.13. merupakan akuisisi data digunakan untuk mengubah data analog dari *pressure transducer* (PT) menjadi data digital dengan bantuan aplikasi pada komputer. Akuisisi data dihubungkan ke komputer dengan menggunakan kabel USB.



**Gambar 3.13.** Komputer

**Tabel 3.10.** Spesifikasi Data Akuisisi

No.	Spesifikasi	Keterangan
1.	Merek	Arduino
2.	Model	Uno R3
3.	<i>Operating Voltage</i>	5 V
4.	<i>Input Voltage</i>	7 – 12V
5.	<i>Analog Input Pins</i>	6

## 3. Komputer

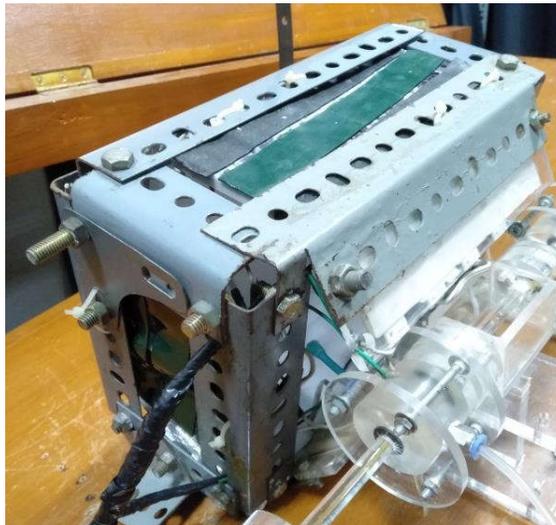
Gambar 3.14. adalah komputer yang digunakan dalam penelitian. Komputer digunakan untuk menampilkan bacaan akuisisi data menggunakan aplikasi Arduino.



**Gambar 3.14.** Komputer

#### **3.4.4. Sistem Penerangan**

Sistem penerangan tambahan perlu digunakan pada perekaman deta, karena seting kamera dengan ISO serta *shutter speed* yang tinggi diperlukan cahaya yang terang.

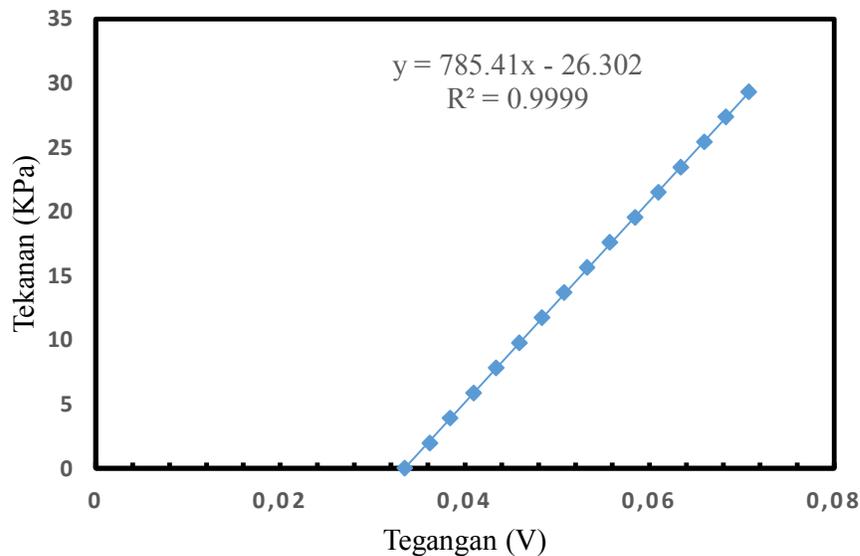


**Gambar 3.15.** Lampu LED

Pada gambar 3.15. digunakan lampu LED (*light Emitting Diode*) dengan arus AC (*Alternating Current*) agar tidak menimbulkan getaran dan tidak menimbulkan panas sehingga perubahan suhu pada seksi uji tidak terjadi. Lampu LED yang digunakan dengan daya 500 watt.

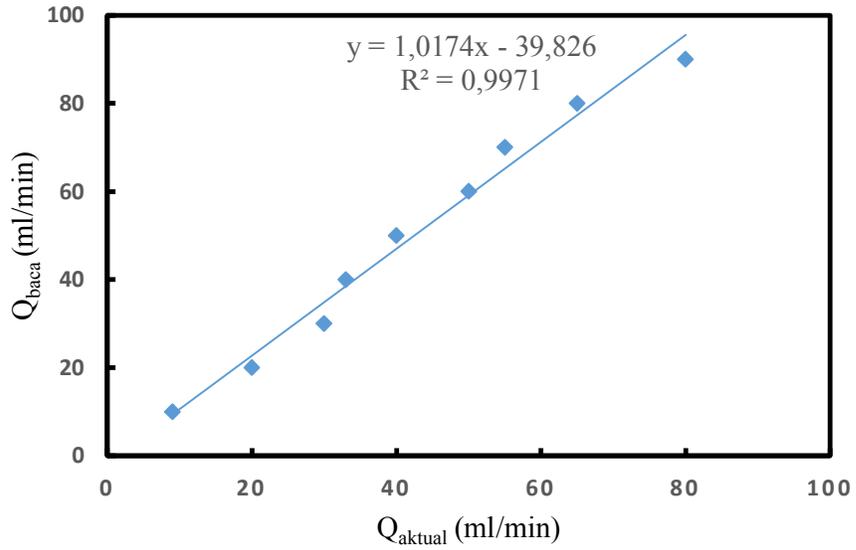
### 3.5. Kalibrasi Alat Ukur

Setelah instalasi alat perlu dilakukan kalibrasi pada alat ukur penelitian. Kalibrasi dilakukan untuk memastikan bahwa alat ukur memiliki nilai yang akurat dan konsisten dengan instrument lain. Alat yang dikalibrasi yaitu *pressure transducer* dan *flowmeter* cair. Kalibrasi *pressure transducer* dilakukan dengan metode manometer kolom air (manometer vertikal) pada kondisi statis. Bacaan *pressure transducer* akan dikonversi menjadi tekanan yang dibuat grafik pada gambar 3.16. sebagai acuan dalam mencari gradient tekanan.

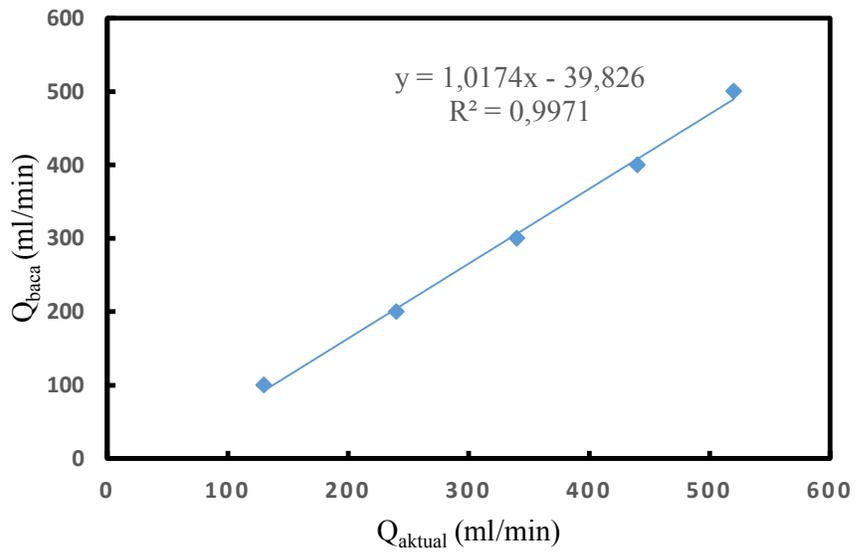


**Gambar 3.16.** Grafik hasil kalibrasi *pressure transducer*

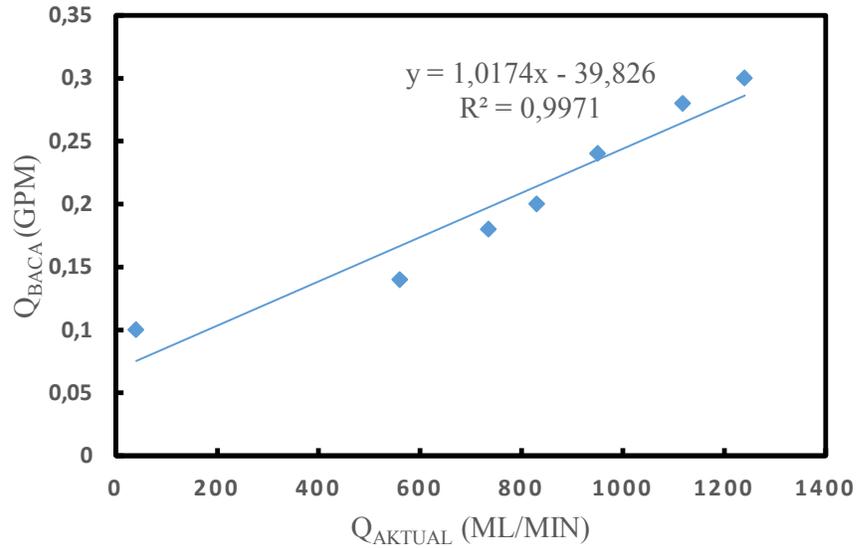
Untuk kalibrasi *flowmeter* cair dilakukan dengan membandingkan debit keluaran dengan pengukuran volume fluida cair dalam waktu 1 menit yang ditampung dalam gelas ukur.



**Gambar 3.17.** Grafik hasil kalibrasi *flow meter Tokyo keiso*



**Gambar 3.18.** Grafik hasil kalibrasi *flow meter Weibrock*

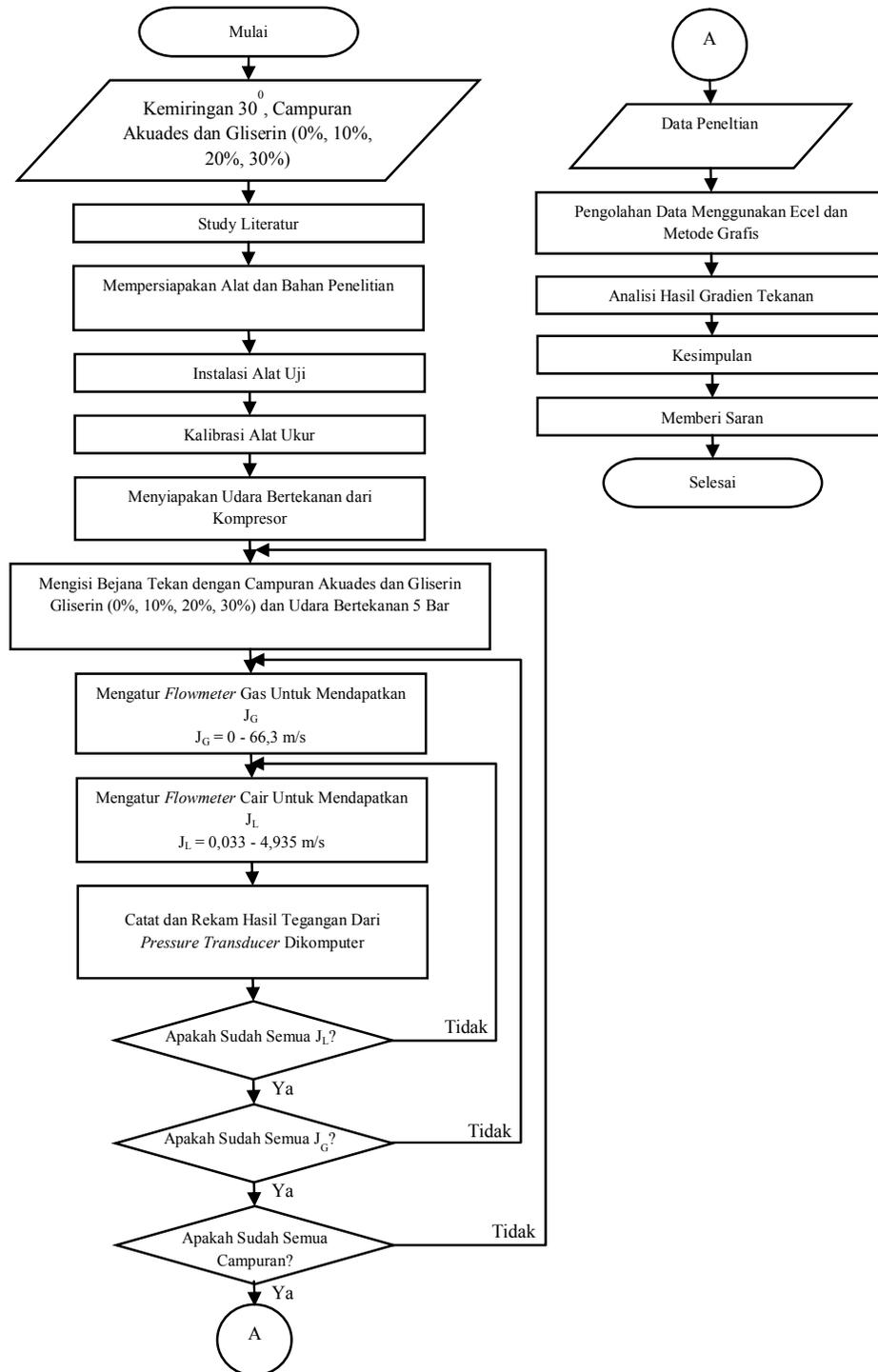


**Gambar 3.19.** Grafik hasil kalibrasi *flow meter Dwyer*

### 3.6. Metode Pengujian

Metode pengujian dilakukan dengan mengalirkan campuran akuades dan gliserin dengan persentase campuran 0%, 10%, 20% dan 30% dengan udara ke seksi uji. Tahap selanjutnya, mengalirkan fluida dengan mengatur kecepatan superfisal gas ( $J_G$ ) dan kecepatan superfisial *liquid* ( $J_L$ ) dan pada *flowmeter* gas dan cair. Melakukan pengamatan dengan komputer yang sudah terhubung dengan akuisisi data dan *pressure transducer*. Data didapatkan dari aplikasi PLX-DAQ-v2.2 dengan mengambil sebanyak 3000 data/menit.

### 3.7. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.20. Diagram alir penelitian

### 3.8. Prosedur Pengambilan Data

Pengambilan data penelitian dilakukan setelah instalasi dan bahan disiapkan. Berikut adalah prosedur dalam pengambilan data :

1. Fluida cair berupa campuran akuades dan gliserin dengan persentase campuran tertentu diisikan kedalam penampungan fluida cair sebanyak 15 liter.
2. Pastikan semua katup *out* air pada bejana tekan pada kondisi tertutup.
3. Campuran fluida dipompa kedalam bejana tekan.
4. Bejana tekan diisi dengan udara dengan bantuan kompresor hingga mencapai tekanan 5 bar.
5. Memasang selang yang sudah terisi fluida cair (akuades) dari *pressure transducer* ke *flens* pada seksi uji. Pastikan selang tersebut tidak terdapat gelembung udara.
6. Menghubungkan akuisisi data ke komputer.
7. Membuka aplikasi PLX-DAQ-v2.2 yang digunakan sebagai bacaan *pressure transducer*.
8. Membuka katup *out* pada kompresor yang digunakan sebagai sumber fluida gas dalam instalasi penelitian.
9. Mengatur *flowmeter* cair dan udara sesuai dengan kecepatan superfisial gas ( $J_G$ ) dan kecepatan superfisial *liquid* ( $J_L$ ) yang sudah ditentukan.
10. Menunggu hingga aliran dua fase pada kondisi *steady*.
11. Menjalankan aplikasi PLX-DAQ-v2.2 untuk merekam data.
12. Langkah 1 sampai 11 diulang dengan persentase campuran akuades dan gliserin 0%, 10%, 20% dan 30%.

### **3.9. Analisa Visual**

Dalam penelitian ini memerlukan pengamatan secara langsung. Pengamatan langsung untuk mendapatkan *pressure drop*. Selang yang terpasang pada *flens* dan terhubung dengan *pressure transducer* akan menghasilkan signal voltase. Voltase akan diolah oleh akuisisi data dan ditampilkan pada komputer. Untuk pengambilan data dilakukan selama 1 menit dengan *sampling frequency* 3000 data/menit.