

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tempat Penelitian

Tempat penelitian yang digunakan untuk melakukan pengujian dua fase gradien tekanan udara-air dan gliserin konsentrasi 40%, 50%, 60% dan 70% pada pipa kapiler dengan kemiringan 45° terhadap posisi horizontal dilakukan di gedung G6 lantai 1 laboratorium FDM Program Studi Teknik Mesin UMY.

3.2 Bahan Penelitian

Penelitian kali ini bahan yang digunakan berupa fluida gas dan cair. Fluida cairnya menggunakan air (aquades atau *destiled water*) dan dicampurkan dengan gliserin dengan presentase 40%, 50%, 60% dan 70% dengan campuran cair sebanyak 15 liter. Fluida gas yang digunakan merupakan udara dengan kelembaban yang rendah, yang didapatkan dari kompresor.

Aquades dan gliserin yang sudah tercampur dialirkan kedalam bejana tekan yang tekanannya sebesar 5 bar. Sifat fisik cairan berupa viskositas dinamik (μ_{udara}) 1.8573×10^{-5} kg/(m.s), viskositas kinematik (ν_{udara}) $1,597 \times 10^{-5}$ m²/s dan massa jenis (ρ_{udara}) 1,163 kg/m³. Berikut adalah variasi campuran dan sifat fisik sebagai berikut pada tabel 3.1 dibawah ini :

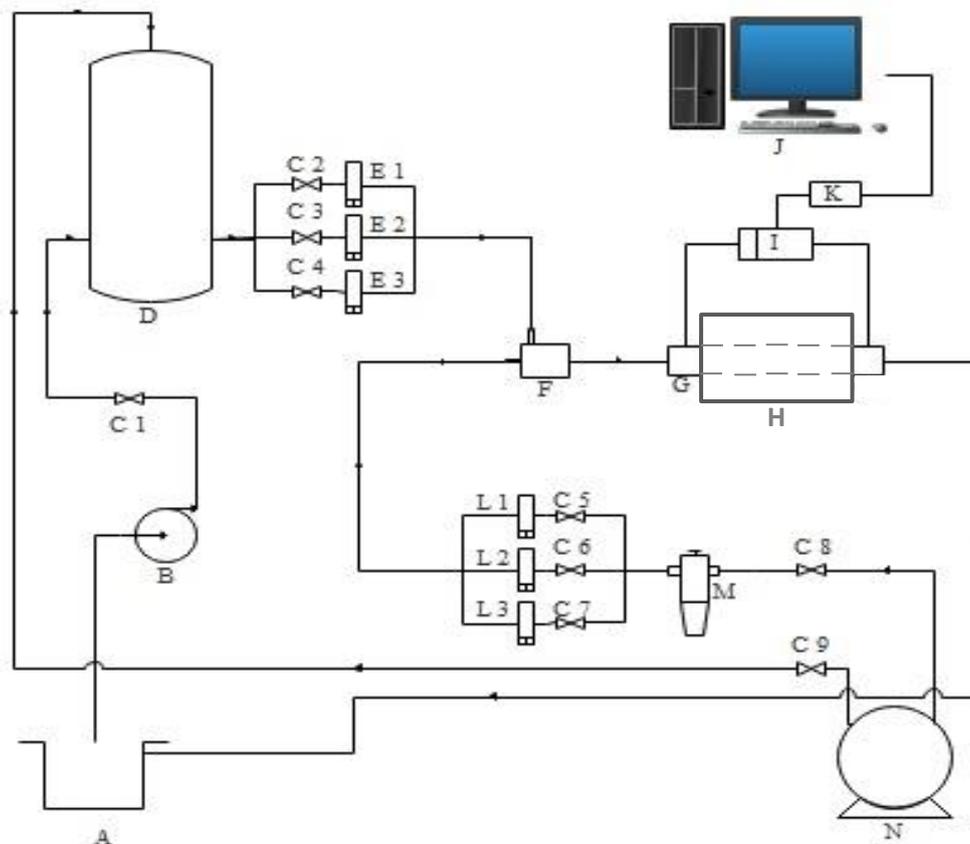
Tabel 3.1 Sifat Fisik Aquades (Air) dan Gliserin

Fluida	Index	<i>Kinematic viscosity [mm²/s]</i>	<i>Surface tension [N/cm²]</i>	<i>Specific gravity</i>
Aquades+40% gliserin	G40	3,32	58,6	1,111
Aquades+50% gliserin	G50	5,505	57,5	1,142
Aquades+60% gliserin	G60	9,393	56,4	1,167
Aquades+70% gliserin	G70	16,99	53,9	1,189

3.3 Alat Penelitian

3.3.1 Skema Alat

Berikut ini pada gambar 3.1 merupakan skema instalasi peralatan untuk penelitian aliran dua fase gradien tekanan udara-air dan gliserin (40-70%) pada pipa kapiler dengan kemiringan 45° terhadap posisi horizontal :



Gambar 3.1 Skema Instalasi Penelitian

Keterangan :

A = Tangki air

H = *Correctionbox*

B = Pompa

I = *Pressure Transducer*

C = *Valve*

J = Komputer

D = Bejana Tekan

K = Data akuisisi

E = *Flowmeter Liquid*

L = *Flowmeter gas*

F = *Mixer*

M = *Watertrap*

G = Seksi uji

N = Kompresor

Langkah pertama dari skema instalasi penelitian diatas adalah mencampurkan aquades dan gliserin kedalam tangki air sebanyak 15 liter lalu diinjeksikan kedalam bejana tekan yang bertekanan udara 5 bar dengan menggunakan pompa. Sistematis dari cairan dialirkan ke seksi uji melalui *flowmeter* air sebelum masuk kedalam *mixer* yang berfungsi untuk mencampurkan fluida gas dan cair, dan masuk kedalam pipa kapiler yang berbahan dasar kaca berukuran 160 (mm) dan memiliki diameter 1,6 (mm) yang bersifat bening atau jelas. Sirkulasi air ini dari bejana tekan akan mengalir kembali ke tangki air semula.

3.3.2 Aliran Fluida

Sirkulasi fluida dalam penelitian ini memerlukan beberapa alat sebagai berikut :

1. Tangki Air



Gambar 3.2 Tangki Air

Tangki air pada gambar 3.2 berfungsi untuk penampung fluida cair dan sebagai tempat untuk mencampurkan aquades dan gliserin sebelum dimasukan kedalam bejana tekan melalui pompa air.

Tabel 3.2 Spesifikasi Tangki air

NO	Spesifikasi	Keterangan
1.	Panjang	48 cm
2.	Lebar	31 cm
3.	Tinggi	28 cm
4.	Volume	20 Liter

2. Pompa Air



Gambar 3.3 Pompa Air

Pompa air berfungsi untuk mengalirkan air dari tangki air ke bejana tekan.

Tabe 3.3 Spesifikasi Pompa Air

NO	Spesifikasi	Keterangan
1	Merek	LION <i>water Pump</i>
2	Daya	120 W
3	Tinggi maksimal hisap	5,0 m
4	Tegangan	220 V, 50 Hz (AC)

3. Bejana Tekan



Gambar 3.4 Bejana Tekan

Bejana tekan seperti pada gambar 3.4 mempunyai fungsi sebagai penampung fluida dan udara bertekanan sebelum menjalankan fluida menuju seksi uji. Bejana tekan terbuat dari *stainless steel*.

Tabel 3.4 Spesifikasi Bejana Tekan

NO	Spesifikasi	Keterangan
1	Volume	38 Liter
2	Diameter	22 cm
3	Tinggi	100 cm
4	Tebal	0,4 cm
5	Berat	20 g

4. *Flowmeter* Air

(A)



(B)



(C)



Gambar 3.5 *Flowmeter* Air

Ada 3 *flowmeter* air yang digunakan seperti pada gambar 3.5. 3 *Flowmeter* tersebut berfungsi untuk mengatur debit aliran air yang masuk ke seksi uji.

Tabel 3.5 Spesifikasi *Flowmeter* Air

NO	<i>Flowmeter</i>	Spesifikasi	Keterangan
1	A	Merek	<i>Tokyo Keiso</i>
		Ketelitian	0,0005 LPM
		Range	0 - 0,1 LPM
		Jenis	<i>Glass Tube Flowmeter</i>
2	B	Merek	<i>Wiebrock</i>
		Ketelitian	0,025 LPM
		Range	0 - 0,5 LPM
		Jenis	<i>Glass Tube Flowmeter</i>
3	C	Merek	<i>Tokyo Keiso</i>
		Ketelitian	0,0757 LPM
		Range	0 - 3,785 LPM
		Jenis	<i>Glass Tube Flowmeter</i>

5. *Check Valve*



Gambar 3.6 *Check Valve*

Check valve seperti pada gambar 3.6 mempunyai fungsi sebagai pengatur fluida yang mengalir agar terus mengalir kesatu arah dan mencegah terjadinya aliran balik.

6. Pipa selang *liquid*

Pipa selang *liquid* memiliki fungsi sebagai pengantar alat untuk mengalirkan fluida ke *flowmeter* kemudian masuk ke seksi uji.

3.3.3 Aliran Gas (Udara)

Pada penelitian aliran dua fase gradien tekanan memerlukan gas bertekanan, sehingga penelitian ini memerlukan beberapa alat yang digunakan. Berikut alat yang digunakan :

1. Kompresor



Gambar 3.7 Kompresor

Kompresor seperti pada gambar 3,7 memiliki fungsi untuk menghasilkan udara yang nantinya akan disalurkan kedalam bejana tekan menjadi udara bertekanan. Berikut spesifikasi kompresor :

Tabel 3.6 Spesifikasi Kompresor

NO	Spesifikasi	Keterangan
1	Merek	Shark air compressor
2	Capacity	58 L
3	Pressure rage	7 kg/cm ³
4	Type	LVU-(012)
5	Power	0,37 kW

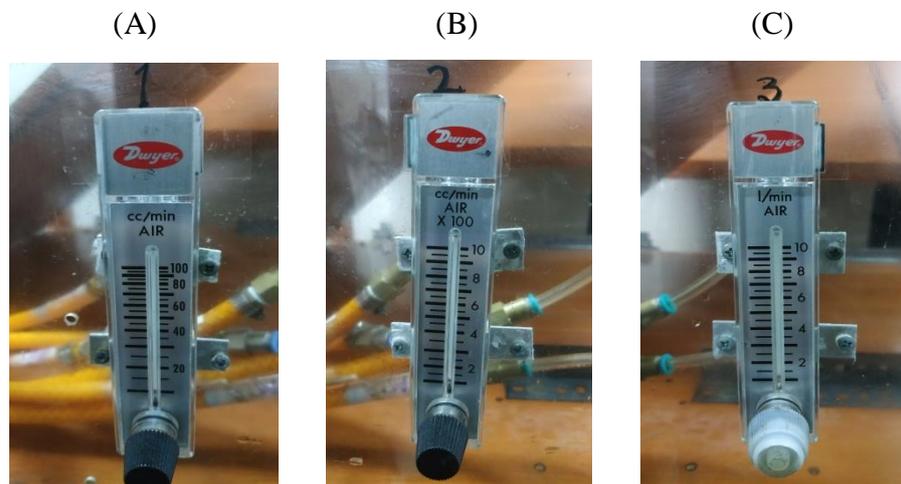
2. Watertrap



Gambar 3.8 Watertrap

Watertrap seperti pada gambar 3.8 mempunyai fungsi sebagai alat untuk memfilter udara dan air dari kompresor sebelum nantinya udara masuk kebejana tekan, yang bertujuan agar udaranya tidak tercampur dengan air atau bersifat kering.

3. Flowmeter Gas



Gambar 3.9 Flowmeter Gas

Seperti *flowmeter* air, *flowmeter* gas juga menggunakan 3 tipe *flowmeter* seperti pada gambar 3.9. *Flowmeter* gas memiliki fungsi mengatur besar debit aliran gas yang akan digunakan untuk melakukan pengujian pada seksi uji. Berikut spesifikasi *flowmeter* gas :

Tabel 3.7 Spesifikasi *Flowmeter Gas*

NO	Flowmeter Gas	Spesifikas	Keterangan
1	A	Merek	<i>Dwyer</i>
		Ketelitian	0,5 LPM
		Range	0 - 10 LPM
		Jenis	<i>Glass Tube Flowmeter</i>
2	B	Merek	<i>Dwyer</i>
		Ketelitian	0,05 LPM
		Range	0 - 1 LPM
		Jenis	<i>Glass Tube Flowmeter</i>
3	C	Merek	<i>Dwyer</i>
		Ketelitian	0,005 LPM
		Range	0 - 10 LPM
		Jenis	<i>Glass Tube Flowmeter</i>

4. Selang Udara

Selang udara memiliki fungsi untuk mengalirkan udara yang dari kompresor menuju kebejana tekan dan keseksi uji.

5. Katup



Gambar 3.10 Katup

Katup sangat diperlukan pada penelitian ini sebagai pembuka dan penutup aliran udara dari bejana tekan agar *flowmeter* bisa mengatur debit udara yang digunakan pada seksi uji.

3.3.4 Alat Pengujian Penelitian

Pada penelitian aliran dua fase gradien tekanan memerlukan beberapa alat yang digunakan untuk pengambilan data. Beberapa alat yang digunakan yaitu *mixer*, pipa uji, *flens*, lampu LED, *correction box*, MPX-5700DP, arduino UNO, dan komputer. Alat yang digunakan untuk pengambilan data pada penelitian ini mempunyai fungsi masing-masing. Berikut fungsinya :

1. *Mixer*



Gambar 3.11 *Mixer*

Mixer seperti pada gambar 3.11 diatas memiliki fungsi sebagai tempat bercampurnya antara cairan dan gas (udara). Gas (udara) masuk melalui bagian depan *mixer* (horizontal) sedangkan cairan masuk melalui bagian atas *mixer* (vertikal). Gas (udara) dan cairan masuk secara bersamaan sesuai besar debit yang diatur kedua *flometer* (*flowmeter* gas dan *flowmeter* air).

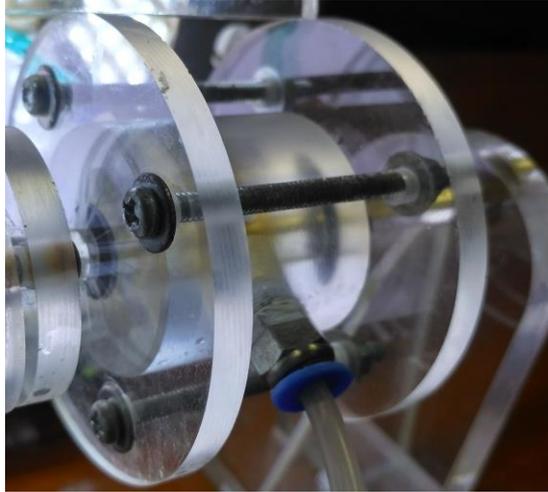
2. Pipa Uji



Gambar 3.12 Pipa Uji

Pipa uji seperti pada gambar 3.12 mempunyai fungsi sebagai media pengamatan aliran dan untuk lintasan aliran cairan fluidanya. Pipa uji ini memiliki diameter luar 8 mm, diameter dalam 1,6 mm dan panjang 160 mm.

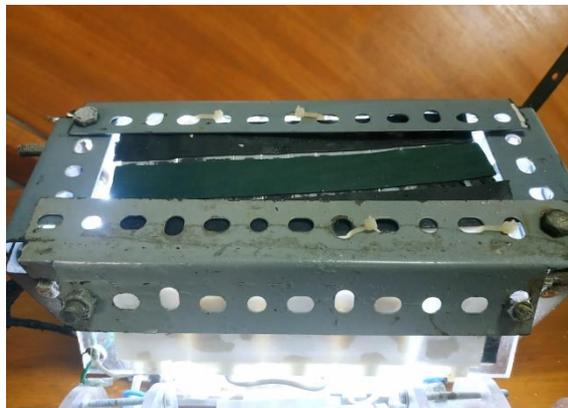
3. *Flens*



Gambar 3.13 *Flens*

Flens seperti pada gambar 3.13 adalah alat yang terbuat dari kaca *acrylic* yang memiliki fungsi untuk menyambungkan pipa kaca. *Flans* mempunyai tiga titik lubang berfungsi untuk menghubungkan selang kecil yang berisi cairan ke MPX.

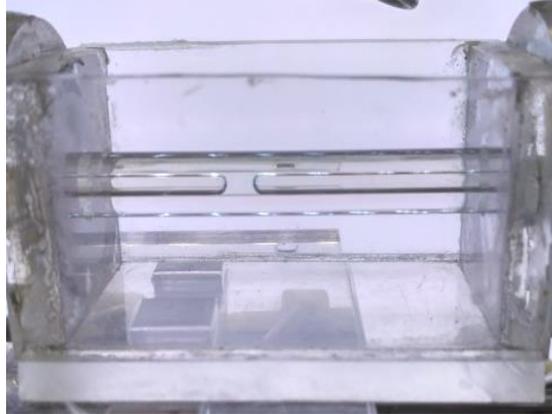
4. Lampu *LED*



Gambar 3.14 Lampu *LED*

Lampu *LED* seperti pada gambar 3.14 mempunyai fungsi sebagai penerangan pada objek pipa *acrylic*. Tujuan memakai penerangan yaitu agar kamera dapat merekam pola aliran dengan baik.

5. *Correction Box*



Gambar 3.15 *Correction Box*

Correction box seperti pada gambar 3.15 mempunyai fungsi sebagai media penghilang bayangan bisa yang terjadi akibat dari pantulan permukaan pipa yang terkena cahaya dari lampu *LED*.

6. MPX-5700DP



Gambar 3.16 MPX-5700DP

MPX-5700DP disebut sebagai alat sensor tekanan mendeteksi aliran fluida. Berfungsi menganalisa tekanan (*pressure drop*) dan membaca atau mendeteksi beda tekanan seksi uji dari *input* dengan *output*. Suatu aliran fluida sudah masuk kedalam sensor maka MPX akan mendeteksi tekanan fluida, sehingga dapat meneruskan kearduino untuk menampilkan data numberik untuk terbentuk grafik melalui perangkat komputer. Tipe yang digunakan yaitu MPX-5700DP dengan *power supply* 5 Vdc yang memiliki akurasi $\pm 0,25-2,5\%$ dan memiliki *range* sebesar 0-100 kPa.

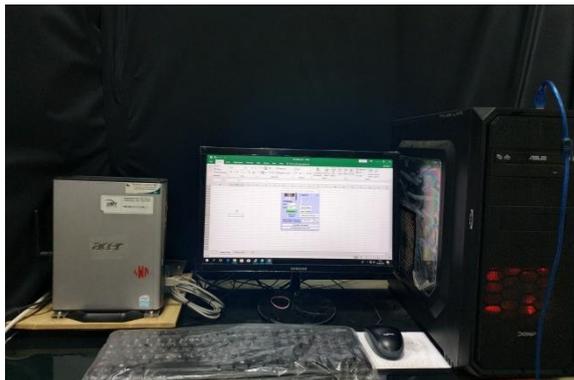
7. Arduino UNO



Gambar 3.17 Arduino UNO

Arduino uno seperti pada gambar 3.17 adalah pengendali mikro *single-board* yang bersifat terbuka, dirancang untuk mengubah data analog menjadikan digital agar data bisa diolah dan direkam kedalam perangkat komputer melalui *software* yang terlebih dahulu sudah terinstal dikomputer. Pada saat penelitian arduino akan tetap terhubung karena sebagai penghubung antara sensor tekanan fluida MPX keperangkat komputer, sedangkan untuk menampilkan grafik data yang terbaca oleh *software* akan diolah dengan *microsoft excel*.

8. Perangkat Komputer



Gambar 3.18 Perangkat Komputer

Perangkat komputer seperti pada gambar 3.18 merupakan salah satu alat yang sangat penting dipenelitian dua fase gradien tekanan ini. Dengan adanya komputer, proses pengambilan data yang merekam arduino berupa *pressure drop* akan berjalan lancar.

3.4 Kalibrasi Peralatan

Sebelum melakukan penelitian aliran dua fase gradien tekanan langkah pertama yang harus dilakukan adalah kalibrasi peralatan, karena dari penelitian ini memerlukan hasil yang valid maka diperlukan kalibrasi sebelum penelitian dimulai.

Peralatan yang perlu dikalibrasi adalah *flowmeter* dan *pressure sensor* MPX. Pada pengkalibrasian *flowmeter liquid* dilakukan secara bertahap, ketiganya menggunakan cairan yang dialirkan dengan kurun waktu selama 1 menit pada kondisi *stedy* dan cairan mengalir sesuai J_L yang diatur oleh *flowmeter*. Kemudian cairan yang keluar dari selang dimasukkan kedalam gelas ukur untuk menentukan volume atau kapasitas cairan yang didapat selama 1 menit. Sedangkan untuk mengkalibrasi *pressure sensor* MPX langkah pertama dengan menggunakan alat manometer kolom air (vertikal) dengan tinggi 0 sampai 3 meter pada *static condition*. Kemudian melakukan perubahan hasil tekanan fluida dengan metode konveksi grafik dikomputer. Langkah tersebut dilakukan berulang ulang hingga ketinggian 3 meter posisi vertikal. Setelah didapat dari semua data yang diperoleh maka dapat dibuat grafik dengan persamaan kalibrasi supaya saat pengolahan *pressure gradient* dapat digunakan dari kalibrasi yang telah dilakukan.

3.5 Prosedur Penelitian

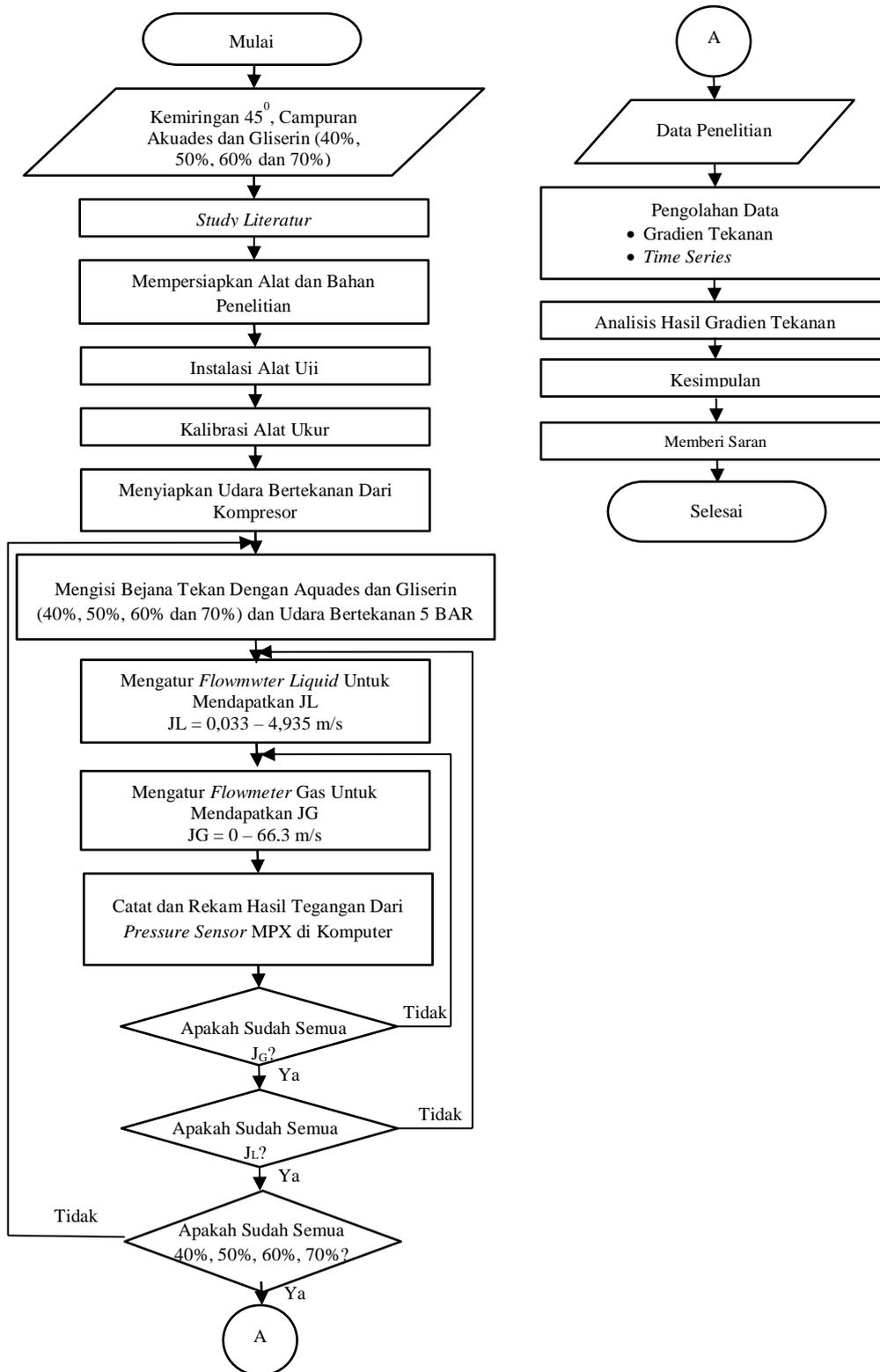
Ketika semua alat dan bahan penelitian sudah siap kemudian bisa dilakukan penelitian. Berikut prosedur pengambilan data :

1. Mempersiapkan Alat dan bahan yang akan digunakan.
2. Memastikan aliran listrik tetap menyala.
3. Memastikan semua alat terpasang dengan benar.
4. Melakukan kalibrasi alat ukur.
5. Menyiapkan campuran gliserin+aquades 15 liter dengan konsentrasi campuran sebanyak 40%, 50%, 60% dan 70% lalu salurkan kedalam bejana tekan dengan menggunakan pompa air.

6. Menyalakan kompresor untuk menyiapkan udara sampai penuh agar dapat mencapai 5 bar pada saat mengalirkan udara kedalam bejana tekan.
7. Mengatur sudut kemiringan meja alat uji, dengan kemiringan 45° terhadap posisi horizontal.
8. Mengatur kecepatan *superfisial liquid* (J_L) dan kecepatan *superfisial gas* (J_G) dengan membuka katup *flowmeter liquid* dan *flowmeter gas* sampai debit yang diinginkan, sehingga terjadi aliran dari pipa seksi uji dengan debit (Q_{L1}), maka di peroleh kecepatan *superfisial velocity* (J_{L1}) tertentu.
9. Mengatur berulang ulang J_G dan J_L sesuai dengan (J_G) dan (J_L) yang sudah ditentukan.
10. Merekam semua data yang didapat saat pengujian pada komputer dengan waktu pengambilan sudah dalam kondisi *steady*.
11. Melakukan prosedur 9 dan 10 agar nilai J_L yang lain berangsur-angsur naik sampai selesai dan sesuai dengan prosedur dan matriks penelitian.
12. Melakukan prosedur 1 sampai 11 diatas dilakukan berulang sesuai campuran konsentrasi gliserin+aquades 40%, 50%, 60% dan 70%.
13. Melakukan pengolahan data dari seksi uji dengan persamaan dari kalibrasi *pressure tranducer* dengan *microsoft excel* pada komputer.
14. Menganalisis data gradien tekanan dari semua variasi J_G dan J_L .

3.6 Diagram Alir

Berikut langkah-langkah penelitian yang ditunjukkan pada gambar 3.23 dibawah ini :



Gambar 3.19 Diagram Alir

3.7 Analisis Hasil Pengolahan Data

Pada peroses penelitian dari pengujian yang telah dilakukan didapatkan suatu data yaitu berupa data tegangan yang didapatkan dari *pressure sensor* MPX. Pengolahan data awal dari arduino berupa nilai tegangan kemudian dikonversi menjadi nilai tekanan dengan menggunakan persamaan kalibrasi. Pengolahan data yang didapatkan dirata rata menggunakan *microsoft excel* untuk mendapatkan hasil data grafik yang bersumber pada kecepatan *superfisial* gas dan *liquid*.