

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tempat Penelitian

Tempat yang digunakan untuk melakukan pengujian penurunan tekanan aliran dua fasa udara air dan gliserin dengan variasi campuran 40, 50, 60 dan 70% pada kemiringan pipa kapiler 30° posisi horizontal adalah di Laboratorium Teknik Mesin UMY Gedung G-6 lantai 1 ruang laboratorium FDM.

3.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan untuk melakukan pengujian ini adalah campuran antara aquades dan gliserin dengan empat variasi pengujian 40-70%. Pengujian pertama dilakungan dengan menggunakan campuran cairan gliserin yang terkecil terlebih dahulu 40%, kemudian dilakukan bertahap sampai campuran terbesar yaitu 70% gliserin. Campuran cairan aquades+gliserin dipastikan tercampur merata dengan kapasitas 15 liter yang dialirkan ke dalam bejana tekan bertekanan udara sebesar 5 bar. Kandungan dari aquades dan gliserin memiliki sifat fisik cairan berupa viskositas dinamik (μ_{udara}) $1,8573 \times 10^{-5}$ kg/(m.s), viskositas kinematik (ν_{udara}) $1,597 \times 10^{-5}$ m²/s dan massa jenis (ρ_{udara}) $1,163$ kg/m³. Berikut ini variasi campuran dan sifat fisik sebagai berikut pada tabel 3.1 di bawah ini :

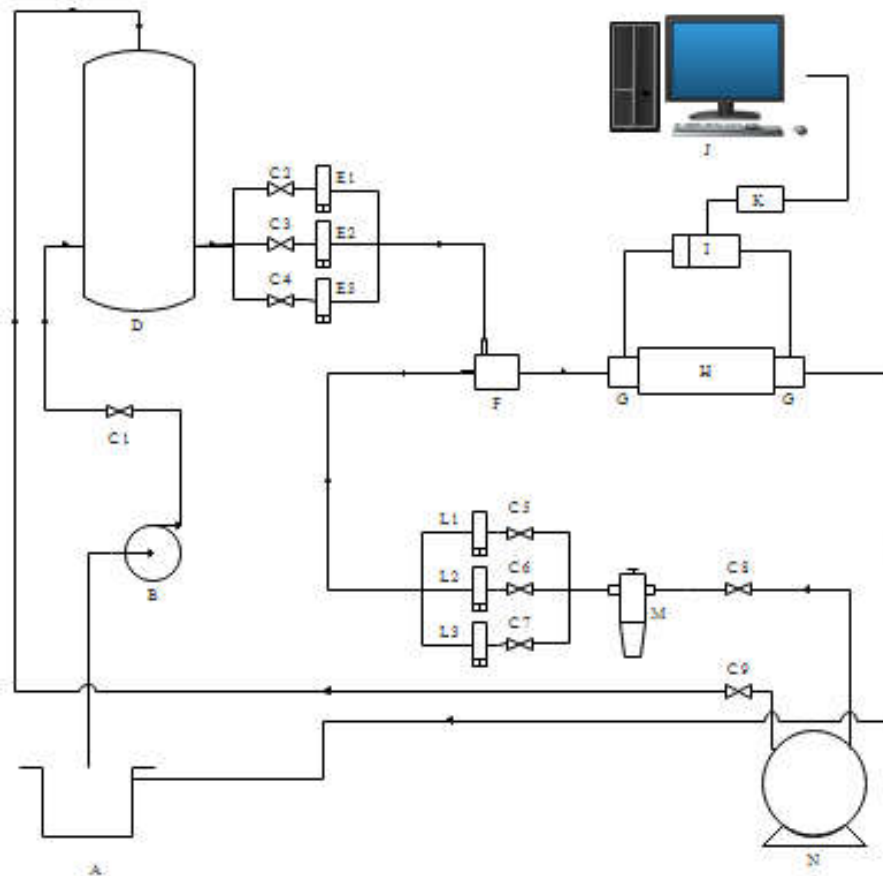
Tabel 3. 1 Sifat fisik Aquades (Air) dan Gliserin

Fluida	Index	<i>Kinematic viscosity [mm²/s]</i>	<i>Specific gravity</i>	<i>Surface Tension [N/cm²]</i>
Aquades+40% Gliserin	G40	3,320	1,11	58,6
Aquades+50% Gliserin	G50	5,505	1,14	57,5
Aquades+60% Gliserin	G60	9,393	1,17	56,4
Aquades+70% Gliserin	G70	16,99	1,19	53,9

3.3 Alat Penelitian

3.3.1. Skema Alat

Dibawah ini pada Gambar 3.1 merupakan serangkaian instalasi alat pengujian experimen tentang gradien tekanan dua fasa udara-air dan gliserin (40-70%) pada pipa kapiler dengan kemiringan 30° terhadap posisi horizontal.



Gambar 3. 1 Skema alat penelitian

Keterangan :

A = Tangki air

B = Pompa

C = Valve

D = Bejana Tekan

E = *Flowmwtter Liquid*

F = *Mixer*

G = Seksi uji

H = *Correctionbox*

I = *Pressure Tranducer*

J = Komputer

K = Data akuisisi

L = *Flowmwtter gas*

M = *Watertrap*

N = Kompresor

Tahapan dari aliran fluida pada skema alat di atas, campuran gliserin dan aquades dicampurkan terlebih dahulu di kontainer box air sejumlah 15 liter kemudian diinjeksikan ke dalam bejana tekan dengan tekanan udara 5 bar dengan pompa. Sirkulasi air di dalam bejana tekan akan mengalir kembali pada kontener bak air semula. Sistematis dari cairan akan dialirkan ke seksi uji melalui *flowmeter* air dahulu sebelum cairan masuk ke *mixer* dan pipa kapiler. Pipa kapiler berbahan kaca berukuran 160 (mm) dan memiliki diameter dalam 1,6 (mm) bersifat bening atau jelas.

3.3.2. Aliran fluida

Aliran merupakan serangkaian molekul molekul dalam fluida yang bergerak atau mengalir untuk berpindah tempat dari posisi A menuju posisi B dengan hambatan yang kecil. Ada beberapa macam alat yang digunakan untuk investigasi meliputi :

1. Pompa



Gambar 3. 2 Pompa

Pompa memiliki fungsi penting untuk berlangsungnya penelitian, yaitu sebagai penyalur fluida dari tangki air menuju ke bejana tekan.

Berikut ini menunjukkan spesifikasi dari pompa di atas :

Tabel 3. 2 Spesifikasi Pompa

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)

2. Bejana Tekan



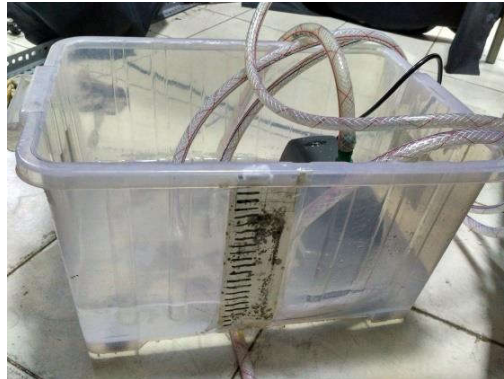
Gambar 3. 3 Bejana Tekan

Gambar 3.3 merupakan bejana tekan yang berfungsi sebagai tampungan dari cairan sekaligus udara bertekanan untuk menjalankan saluran fluida menuju pada seksi uji. Bejana ini memiliki ukuran volume air sebanyak 38 liter yang terbuat dari *stainless steel* dengan diameter 22 cm dan tinggi 100 cm.

Tabel 3. 3 Spesifikasi Bejana

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Volume	38 liter
2	Diameter	22 cm
3	Tinggi	100 cm
4	Tebal	0,4 cm
5	Berat	20 kg

3. Tangki Air



Gambar 3. 4 Tangki air

Pada Gambar 3.4 menunjukkan suatu tangki air memiliki kapasitas sebanyak 20 liter. Tangki air digunakan sebagai tempat mencampurkan aquades dan gliserin bervariasi dengan menggunakan *mixer* adonan supaya dapat menyatu sempurna. Kemudian baru disalurkan menuju ke bejana tekan menggunakan pompa.

4. *Check Valve*



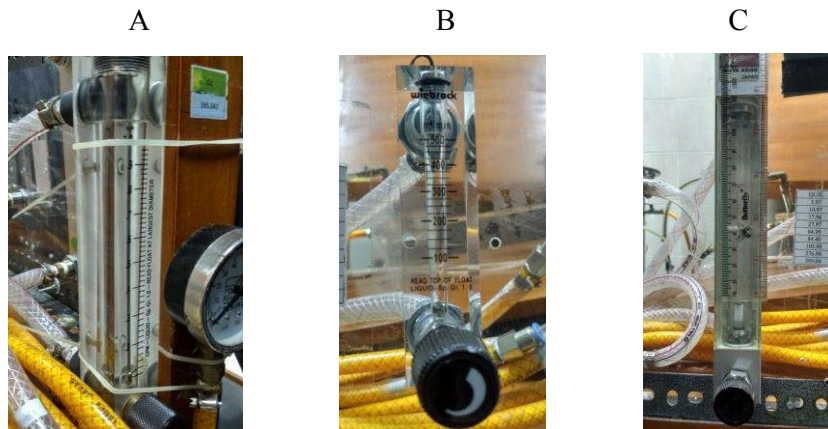
Gambar 3. 5 *Check valve*

Check valve berfungsi sebagai alat keamanan dalam melakukan pengujian pada saat fluida mengalir, yaitu bertujuan untuk menghindari aliran balik agar aliran fluida tetap mengalir dalam satu arah.

5. *Pipa selang liquid*

Berfungsi sebagai media pengantar atau lintasan dari aliran fluida untuk mengalirkannya menuju *flowmeter* dan masuk menuju seksi uji.

6. *Flowmeter Air*



Gambar 3. 6 *Flowmeter Air*

Pada penelitian ini digunakan 3 *flowmeter* dengan kapasitas pengukuran yang berbeda. Fungsi dari *flowmeter* dari ketiganya sama saja yaitu untuk mengatur debit aliran yang akan masuk ke seksi uji dengan cara mengalir melewati selang fluida. Untuk membedakan dari ketiga *flowmeter*

sendiri adalah ketelitian dan kapasitas debitnya. Maka dari itu dibuatlah Tabel 3.4 sebagai berikut :

Tabel 3. 4 Spesifikasi *Flowmeter* Air

No.	<i>Flowmeter</i>	Spesifikasi	Keterangan
1	A	Merek	<i>Tokyo keiso</i>
		Ketelitian	0,0757 LPM
		Range	0 – 3,785 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	0,0005 LPM
		Range	0 – 0,1 LPM
		Jenis	<i>Glass tube flowmeter</i>

3.3.3. Aliran gas (udara)

Penelitian tentang gradien tekan sangat membutuhkan suatu gas bertekanan, oleh karna itu udara merupakan bahan utama untuk melakukan penelitian. Adapun beberapa komponen alat yang digunakan untuk proses penelitian pada proses gas udara adalah :

1. Kompresor

Kompresor yang digunakan untuk melakukan penelitian memiliki spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 3. 5 Spesifikasi Kompresor

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Merk	<i>Shark air compressor</i>
2	<i>Capacity</i>	58 L
3	<i>Pressure range</i>	7 Kg/cm ³
4	<i>Type</i>	LVU-(012)
5	<i>Power</i>	0,37 kW



Gambar 3. 7 Kompresor

Fungsi dari kompresor adalah untuk menampung atau menghasilkan udara supaya dapat disalurkan ke dalam bejana tekan menjadi udara bertekanan melewati selang.

2. *Watertrap*

Fungsi dari alat *watertrap* adalah untuk memfilter antara air dan udara dari kompresor sebelum udara masuk ke bejana tekan. Sehingga udara bertekanan bersifat kering tanpa adanya air yang tercampur.



Gambar 3. 8 *Watertrap*

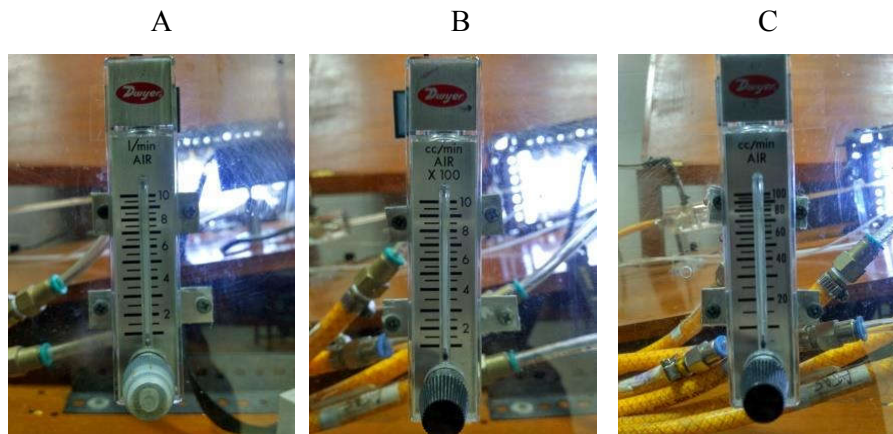
3. *Flowmeter*

Spesifikasi dari ketiga *flowmeter* dapat dilihat pada tabel 3.6.

Tabel 3. 6 Spesifikasi *Flowmeter* Gas

No.	<i>Flowmeter</i> Air	Spesifikasi	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>

Ada tiga tipe *flowmeter* gas yang digunakan untuk melakukan penelitian, yaitu *flowmeter* dengan beberapa kapasitas yang membedakan dari fungsi ketiganya. Fungsi dari *flowmeter* gas bertujuan untuk mengatur seberapa besar debit aliran gas yang akan digunakan pada saat melakukan pengujian pada seksi uji.



Gambar 3. 9 *Flowmeter* gas

4. Katup (*stopvalve*)

Sangat diperlukan dengan adanya *stopvalve* pada selang *flowmeter*. Tujuan dari dipasangnya *stopvalve* atau katup udara adalah untuk

membuka atau menutup aliran udara dari bejana tekan menuju seksi uji melewati *flowmeter*, sehingga *flowmeter* dapat mendeteksi dengan mengatur debit udara yang akan digunakan pengujian pada seksi uji.



Gambar 3. 10 Katup

5. Selang

Fungsi dari selang udara adalah untuk mengalirkan aliran udara pada kompresor menuju ke tabung bejana tekan dan ke seksi uji.

3.3.4. Alat Pengujian Penelitian

Seksi uji merupakan serangkaian peralatan vital atau utama dari pengambilan data penelitian aliran dua fasa cairan gliserin dan aquades. Adapun alat-alat yang digunakan pada serangkaian peralatan pengambilan data yaitu pipa uji, *flens*, *mixer*, *correction box*, lampu LED, MPX, kamera, arduino, dan perangkat komputer. Fungsi peralatan sebagai berikut :

1. Pipa uji

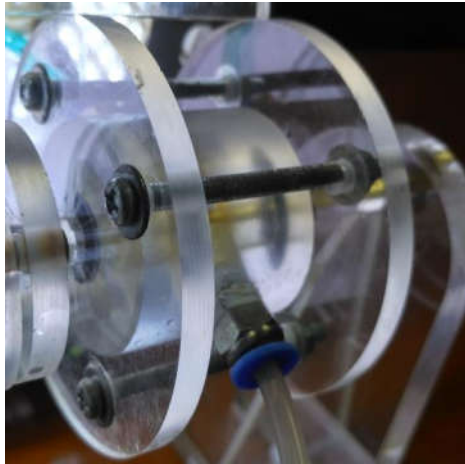


Gambar 3. 11 Pipa uji

Pada Gambar 3.11 menunjukkan sebuah pipa uji dengan diameter dalam 1,6 mm, diameter dalam 8 mm dan panjang 120 mm. Berfungsi

untuk media pengamatan aliran dan sebagai lintasan mengalirnya cairan fluida.

2. *Flens*



Gambar 3. 12 *Flens*

Flens terbuat dari kaca *acrylic* yang berfungsi sebagai penyambung dari pipa kaca. Pada *flens* terdapat tiga titik lubang digunakan untuk menghubungkan selang kecil berisi cairan ke MPX.

3. *Mixer*

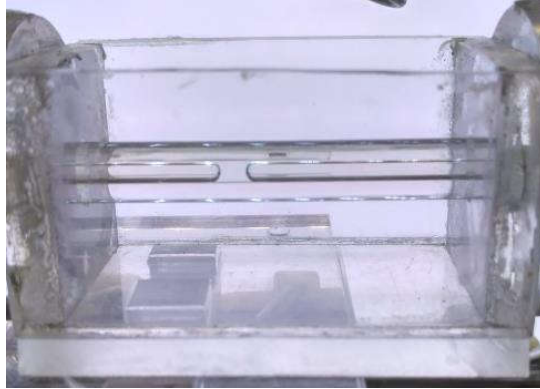


Gambar 3. 13 *Mixer*

Pada pengujian experimen alat ini digunakan sebagai wadah bercampurnya antara gas dan cairan. Cairan masuk dari bagian atas *mixer* (vertikal) atau bersifat aksial kemudian udara (gas) masuk melalui depan *mixer* (horizontal) atau bersifat radial. Antara keduanya

baik itu cairan dan gas melaju masuk *mixer* secara bersamaan sesuai dengan besar debit yang di atur pada kedua *flowmeter*.

4. *Correction Box*



Gambar 3. 14 *Correction box*

Alat ini berfungsi sebagai media penghilang bayangan bias yang terjadi akibat dari pantulan permukaan pipa yang terkena cahaya dari lampu.

5. Lampu *LED*



Gambar 3. 15 Lampu *LED*

Pada pengujian experimen aliran dua fasa dipasang suatu rangkaian lampu *LED* untuk digunakan sebagai penerangan pada obyek pipa *acrylic* dengan tujuan tidak terjadi peningkatan panas (suhu) yang terlalu signifikan pada pipa karena cahaya lampu. Fungsi adanya penerangan yaitu sebagai pembantu dari kamera agar dapat merekam pola aliran yang terbentuk menghasilkan gambar visual yang baik karena intensitas cahaya yang meningkat.

6. MPX-5700DP



Gambar 3. 16 MPX5700DP

MPX-5700DP merupakan alat yang berfungsi menganalisa penurunan tekanan (*pressure drop*) dan membaca atau mendeteksi beda tekanan seksi uji dari sisi input dengan output. Alat ini disebut sebagai sensor tekanan untuk mendeteksi aliran fluida. Bila mana suatu aliran fluida sudah masuk kedalam sensor maka MPX akan mendeteksi tekanan fluida, sehingga dapat meneruskan ke arduino untuk menampilkan suatu data numberik untuk terbentuk grafik melalui media perangkat komputer. Tipe yang digunakan adalah merek MPX-5700DP dengan *power supply* 5 Vdc dengan akurasi +/- 0,25-2,5 % dan memiliki *range* sebesar 0-100 kPa.

7. Arduino UNO



Gambar 3. 17 Arduino UNO

Arduino merupakan pengendali mikro *single-board* yang bersifat sumber terbuka, dirancang untuk mengubah data analog menjadikan

digital supaya data bisa diolah dan direkam ke dalam perangkat komputer melalui *software* yang terlebih dahulu sudah terinstal di unit komputer. Pada saat penelitian arduino akan tetap terhubung karena sebagai penghubung antara sensor tekanan fluida MPX ke perangkat unit komputer. Sedangkan untuk menampilkan grafik, data yang terbaca oleh *software* akan di olah melalui *microsoft excel*.

8. Perangkat Komputer

Perangkat unit komputer sangat membantu saat proses penelitian berlangsung. Dengan adanya komputer penelitian akan berjalan lancar saat pemrosesan data yang terekam oleh arduino berupa data *pressure drop*. Berikut gambar 3.18 menunjukkan komputer yang digunakan untuk pengujian experimen penurunan tekanan.

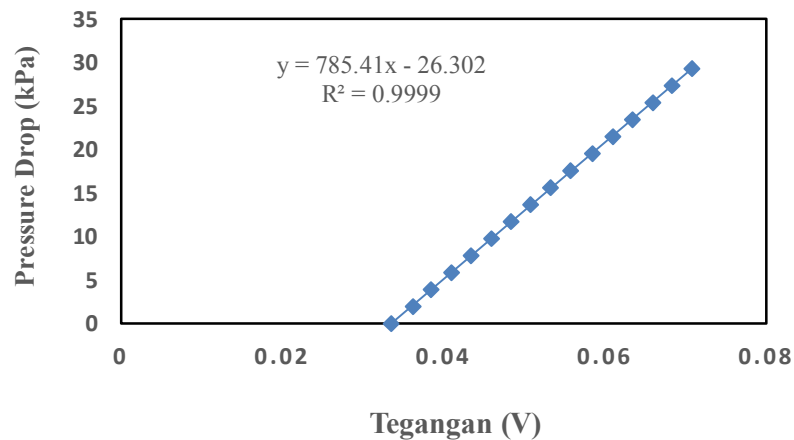


Gambar 3. 18 Komputer

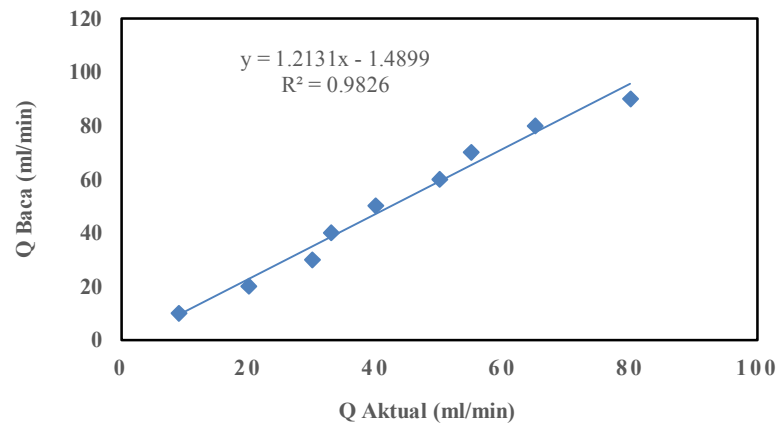
3.4 Kalibrasi Peralatan

Untuk penelitian pengujian experimen tentang aliran dua fasa diperlukan suatu data yang akurat dan benar, maka dari itu sebelum pelaksanaan pengambilan data terlebih dahulu dilakukan dengan mengkalibrasi alat ukur yang akan digunakan penelitian. Peralatan yang diperlukan untuk menampilkan suatu data dengan visual seperti *pressure sensor* MPX dan *flowmeter* sangat di perlukan kalibrasi. Karena hasil dari penelitian harus dapat dipastikan menghasilkan data yang valid ataupun konsisten. Kalibrasi dari *flowmeter liquid* dilakukan secara bertahap ketiganya dengan menggunakan cairan yang dialirkan dengan kurun waktu selama 1 menit pada kondisi *stedy* dan cairan mengalir sesuai JL yang

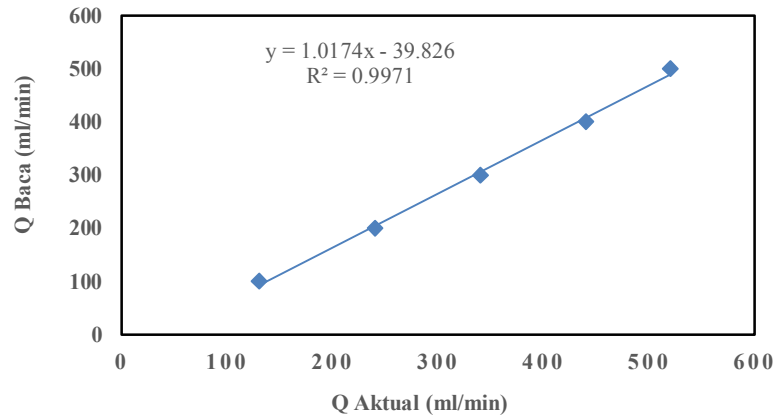
diatur pada *flowmeter*. Selanjutnya cairan yang keluar dari selang dimasukan ke dalam gelas ukur untuk menentukan kapasitas atau volume cairan yang di dapat selama 1 menit. Kemudian untuk melakukan kalibrasi *pressure sensor* MPX, pertama menggunakan alat manometer kolom air (vertikal) setinggi 0 sampai 3 meter pada *static condition*. Selanjutnya melakukan perubahan hasil tekanan fluida dengan metode konveksi tekanan dari tegangan keluaran yang dihasilkan untuk mendapatkan tampilan grafik di komputer. Langkah tersebut dilakukan berulang hingga ketinggian 3 meter posisi vertikal. Setelah didapatkan dari semua data yang diperoleh maka dapat dibuat grafik dengan persamaan kalibrasi supaya pada saat pengolahan *pressure gradien* dapat digunakan dari hasil kalibrasi yang telah dilakukan.



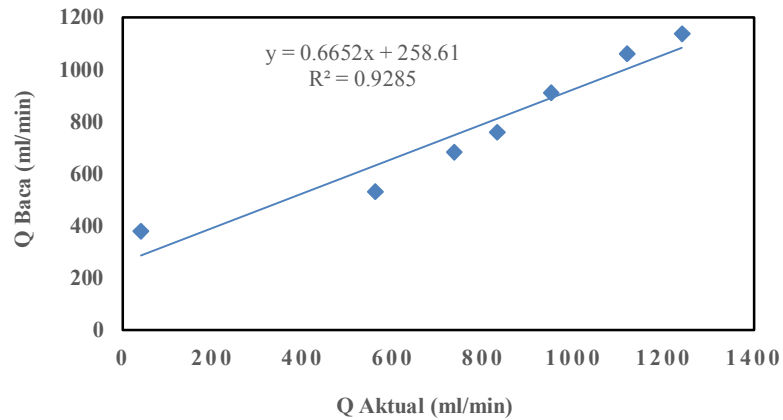
Gambar 3. 19 Grafik Kalibrasi MPX



Gambar 3. 20 Grafik Kalibrasi *Flowmeter* (0-0,1 LPM)



Gambar 3. 21 Grafik Kalibrasi *Flowmeter* (0-05 LPM)



Gambar 3. 22 Grafik Kalibrasi *Flowmeter* (0-3,785 LPM)

3.5 Prosedur Penelitian

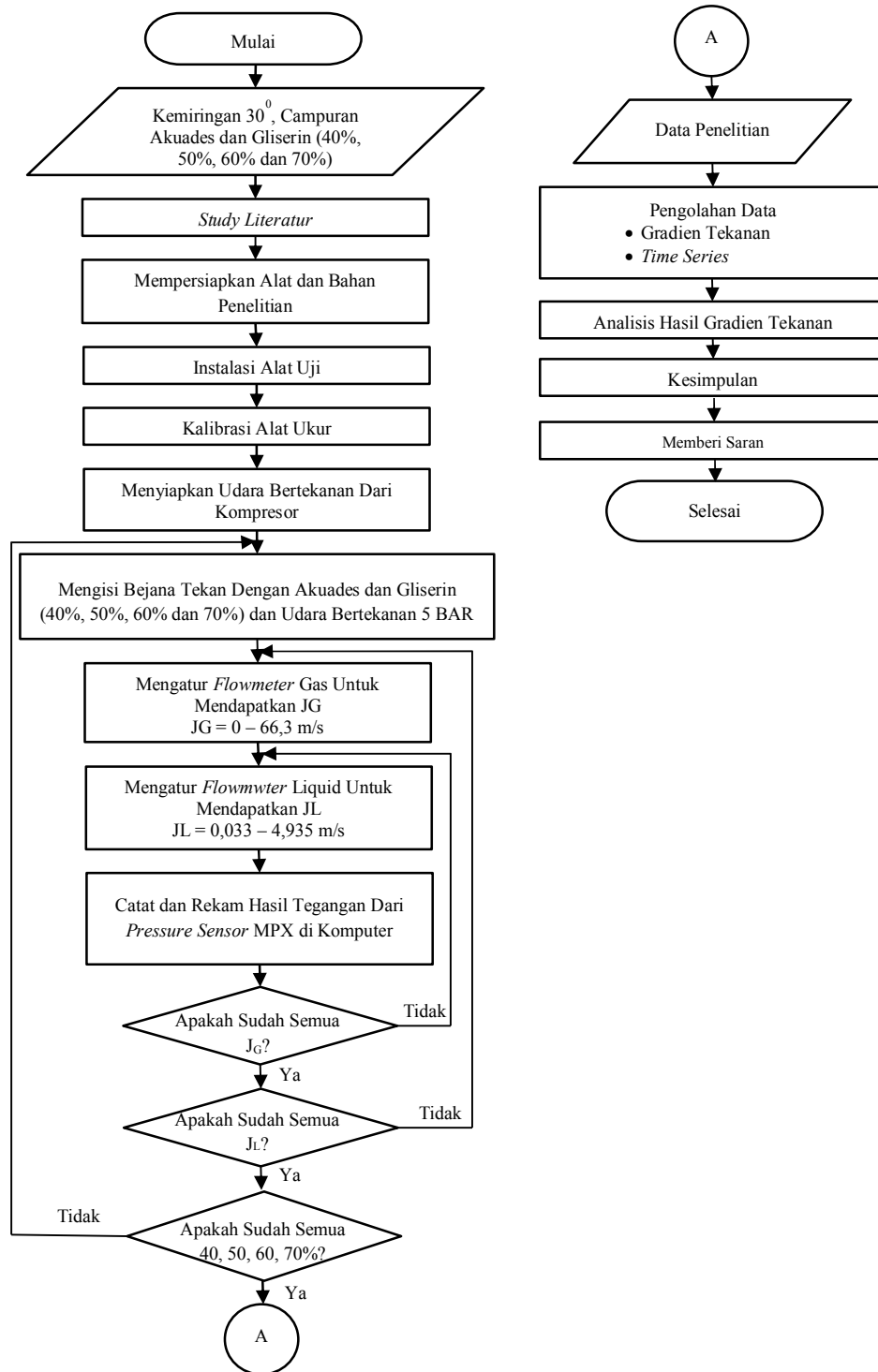
Berikut tahapan proses pengambilan data penelitian untuk aliran dua fasa menggunakan campuran cairan gliserin dan aquades. Maka dapat dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

1. Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan pada proses penelitian serta pastikan aliran listrik tetap terkontrol.
2. Proses alat uji di atas meja secara horizontal.
3. Lakukan kalibrasi pada alat ukur dan pastikan semua item komponen terpasang dengan benar.
4. Menyalakan kompresor untuk menyiapkan udara sampai penuh sehingga dapat mencapai 5 bar pada saat mengalirkan udara kedalam bejana tekan.

5. Siapkan campuran gliserin+aquades sekitar 15 liter dengan konsentrasi campuran sebanyak 40, 50, 60, 70% gliserin kemudian salurkan ke dalam bejana tekan menggunakan pompa.
6. Sudut kemiringan meja alat uji diatur pada 30° terhadap horizontal.
7. Lakukan pengaturan kecepatan *superfisial* gas (J_G) dengan perlahan buka katup *flowmeter* gas sampai debit yang diinginkan.
8. Lakukan pengaturan kecepatan *superfisial liquid* (J_L) dengan perlahan buka katup *flowmeter liquid* sampai debit yang diinginkan.
9. Sehingga terjadi aliran dari pipa seksi uji dengan debit (Q_{LI}), maka diperoleh kecepatan *superfisial velocity* (J_{LI}) tertentu.
10. Mengatur berulang ulang sesuai dengan pasangan (J_L) dan (J_G) yang sudah ditentukan.
11. Rekam semua data yang didapat saat pengujian pada komputer dengan waktu pengambilan sudah pada kondisi *steady*.
12. Lakukan tahapan 11 dan 12 agar harga J_L yang lain tetap berangsur-angsur naik sampai selesai sesuai dengan prosedur dan matriks penelitian.
13. Tahapan prosedur 1 sampai 13 diatas dilakukan berulang sesuai campuran konsentrasi gliserin+aquades 50, 60, dan 70%.
14. Mengolah data tegangan dari seksi uji dengan persamaan dari kalibrasi *pressure tranducer* dengan *Microsoft excel* pada computer.
15. Menganalisis data gradien tekanan dari semua variasi J_G J_L .

3.6 Diagram alir

Setiap proses penelitian memerlukan suatu langkah dan tahapan dari step demi step untuk mendapatkan suatu konsisten dalam pengujian yang dilakukan. Berikut langkah yang diperlukan pada saat penelitian :



Gambar 3. 23 Diagram alir proses penelitian

3.7 Analisis Hasil Pengolahan Data

Proses penelitian dari pengujian yang telah dilakukan mendapatkan 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 seperti yang ditampilkan pada Gambar 3.20. Pengolahan data yang didapatkan dirata-rata menggunakan *microsoft excel* untuk menghasilkan data grafik yang bersumber pada kecepatan *superficial liquid* dan gas.