

## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1. Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Fluida gas

Untuk fluida gas yang digunakan dalam penelitian ini adalah fluida gas dengan kelembaban rendah yang berasal dari kompresor udara berkapasitas kecil dan kompresor dilengkapi dengan *water trap*, dan *dryer*. Sifat fisik udara yang digunakan pada kondisi temperatur ruangan, yaitu 25°, dan tekanan 1 atmosfer adalah sebagai berikut :

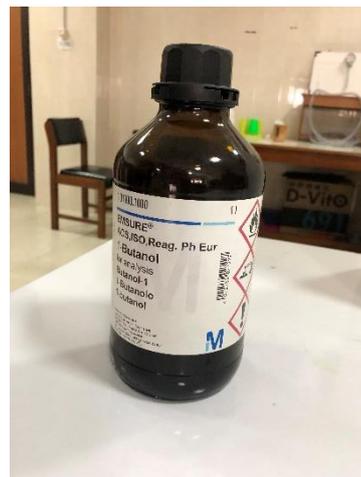
Massa jenis ( $\rho$ )	: 1,163 kg/m <sup>3</sup> .
Viskositas dinamik ( $\mu$ )	: 1,8573 x 10 <sup>-5</sup> kg/(m.s)
Viskositas kinematik ( $\nu$ )	: 1,5797 x 10 <sup>-5</sup> m <sup>2</sup> /s

2. Fluida cair

Fluida cair yang digunakan pada penelitian ini merupakan campuran antara akuades dan butanol dengan konsentrasi 3% yang pompa ke dalam bejana tekan.



(a)



(b)

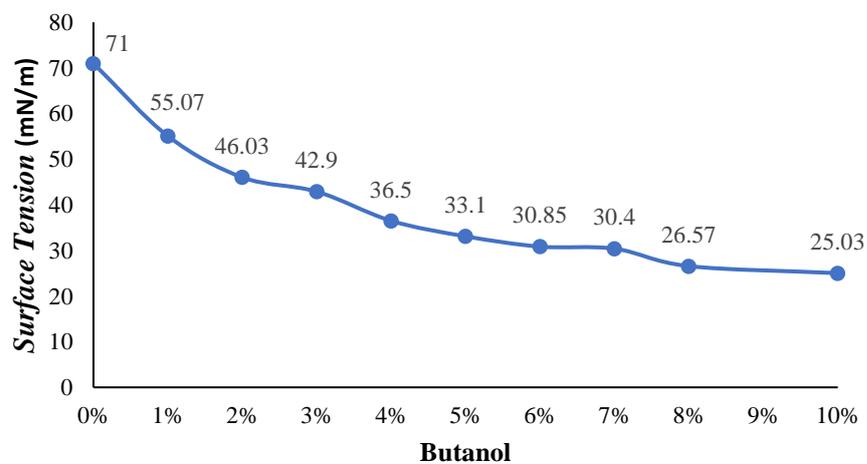
Gambar 3.1. Cairan (a) Akuades dan (b) Butanol

Cairan butanol dan akuades yang ditunjukkan pada gambar 3.1 dan sifat fisik pada campuran fluida yang ditunjukkan pada tabel 3.1. sebagai berikut :

Tabel 3.1. Sifat fisik cairan (Hasil uji Laboraturium Thermal UGM)

<b>Fluida %</b>	<b>Surface Tension [mN/m]</b>
Aquades	71.00
Akuades + 1% Butanol	55.07
Akuades + 2% Butanol	46.03
Akuades + 3% Butanol	42.9
Akuades + 4% Butanol	36.50
Akuades + 5% Butanol	33.10
Akuades + 6% Butanol	30.85
Akuades + 7% Butanol	30.4
Akuades + 8% Butanol	26.57
Akuades + 10% Butanol	25.03
Butanol	24.37

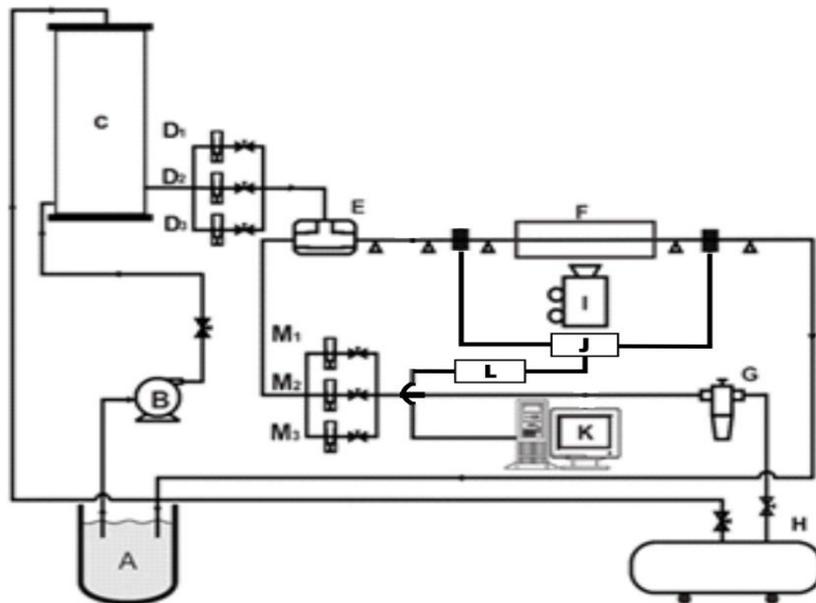
Pada penelitian ini menggunakan campuran akuades dan butanol 5% yang mengalami penurunan nilai *surface tension* sebesar 33,10 mN/m yang dapat dilihat pada gambar 3.2.

Gambar 3.2. Grafik perbandingan *surface tension* terhadap persentase butanol

## 3.2. Alat Penelitian

### 3.2.1. Skema Alat yang Digunakan

Instalasi peralatan penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.3 terdiri dari beberapa komponen, yaitu komponen utama : yaitu tangki air, pompa air, kompresor udara, bejana bertekanan, *mixer*, *test section*, konektor dan *separator*. komponen alat ukur terdiri dari beberapa alat, yaitu : *MPX*, *Arduino UNO*, *temperature indicator*, *pressure indicator*, flowmeter udara, flowmeter air, dan *thermocouple*. Dan komponen pendukung terdiri dari beberapa alat, yaitu : kamera, *amplifier*, komputer, *optical correction box*, *acquisition system*, dan *video processing system*.



Gambar 3.3. Skema Instalasi Penelitian

Keterangan :	A : Penampung fluida cair	H : Kompresor
	B : Pompa	I : Kamera
	C : Bejana tekan	J : <i>Pressure transducer</i>
	D : Flowmeter cairan	K : Komputer
	E : <i>Mixer</i>	L : Data akuisisi
	F : Seksi Uji	M : Flowmeter gas
	G : <i>Water trap</i>	

### 3.2.2. Aliran Fluida Cair

Peralatan yang digunakan untuk mengalirkan campuran antara akuades dan gliserin selama proses pengujian adalah sebagai berikut:

1. Pompa pada Gambar 3.4 mempunyai spesifikasi sebagai berikut:
  - a. Merek : Lion Water Pump (L-107)
  - b. Tipe : L-107
  - c. Daya : 120 Watt
  - d. Voltase : 220-240 V
  - e. Kapasitas maksimum : 5500 L/H
  - f. Berat Pompa : 2 kg



Gambar 3.4. Pompa Air

2. Selang untuk mengalirkan air dari tangki penyimpanan bertekanan hingga menuju pipa saluran.
3. Bak penampung fluida cair yang ditunjukkan pada Gambar 3.5 ini digunakan untuk menampung campuran akuades dan gliserin yang dipompakan ke bejana tekan dan digunakan untuk menampung setelah melewati seksi uji



Gambar 3.5. Penampung Fluida Cair

Tabel 3. 2. Spesifikasi Penampung Akuades dan Butanol

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Panjang	48 cm
2	Lebar	25 cm
3	Tinggi	30 cm
4	Volume	27 liter

4. Tangki bertekanan yang terbuat dari *stainless steel* dapat ditunjukkan pada Gambar 3.6.

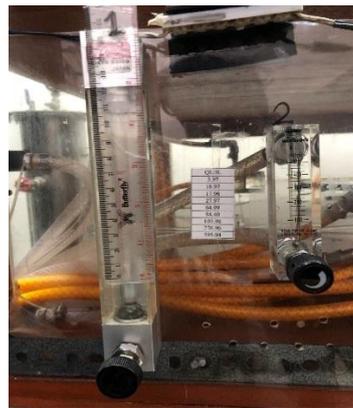


Gambar 3.6. Bejana Tekan

Tabel 3.3. Spesifikasi Bejana Tekan

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Diameter	22 cm
2	Tinggi	100 cm
3	Teabal Plat	0,4 cm
4	Volume	38 Liter

5. Tiga buah *flowmeter* untuk mengatur debit air yang masing-masing *flowmeter* mempunyai kapasitas (0,001-0,1 ml/menit, 0,1-0,5 ml/menit, dan 0,3785-3,785 ml/menit.dapat ditunjukkan pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7. Flowmeter Air

6. Katup berjenis *gate valve* (Gambar 3.8) yang berfungsi untuk mengatur laju aliran fluida cair ataupun fluida gas lalu fluida tersebut masuk kedalam *liquid flowmeter*.



Gambar 3.8. Gate Valve

7. *Check valve* (Gambar 3.9) mempunyai fungsi untuk mengukur laju aliran fluida yang hanya mengalir ke satu arah dan mencegah fluida untuk berbalik arah.



Gambar 3.9. *Check Valve*

### 3.2.3. Seksi Uji

Seksi uji (*test section*) merupakan pipa transparan berpenampang lingkaran terbuat dari bahan kaca (*glass*). Pipa yang digunakan berdiameter 1,6 mm dengan panjang 160 mm (jarak antara *inlet* dan *outlet*). *Test section* dipasang horizontal dan pada ujung-ujungnya dihubungkan dengan konektor. Peralatan yang digunakan dalam seksi uji adalah sebagai berikut :

1. *Mixer* berfungsi sebagai media tempat bercampurnya fluida cair dan gas. Air masuk dengan arah aksial sedangkan udara masuk dengan arah radial yang ditunjukkan pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10. *Mixer*

## 2. *Test Section*

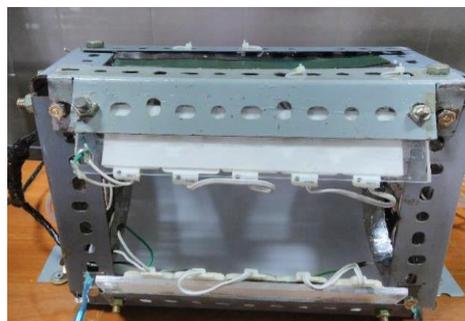
Pada Gambar 3.11 alat yang digunakan dalam seksi uji ini berupa pipa yang terbuat dari kaca berdiameter 1,6 mm dan panjang 130 mm yang bagian tengahnya dilindungi oleh *acrylic*.



Gambar 3.11. Test Section

3. *Correction box* digunakan sebagai tempat pengambilan gambar agar tidak terjadi pembiasan pada hasil yang diambil.
4. *Flens* adalah sambungan pipa kaca yang berfungsi sebagai penyambung pipa satu dengan yang lain agar sambungan pipa tidak mengalami kebocoran.
5. Lampu Penerangan

Merupakan alat tambahan yang digunakan untuk meningkatkan intensitas cahaya pada alat perekam dan untuk memperjelas pola aliran yang terjadi pada seksi uji. Lampu yang digunakan adalah lampu LED putih dengan daya 500 watt ditunjukkan pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12. Lampu Penerangan

6. *Arduino UNO* Pada Gambar 3.13 merupakan pengendali *mikro single-board* yang bersifat sumber terbuka untuk mengubah data analog menjadi

data digital agar data bisa diolah dan direkam kedalam perangkat komputer melalui *software* yang sudah terinstal di komputer. Pada saat melakukan penelitian arduino akan tetap terhubung karena sebagai penghubung antara sensor tekanan fluida MPX ke perangkat komputer. Sedangkan untuk menampilkan grafiknya data yang sudah terbaca oleh *software* akan diolah dengan microsoft excel.



Gambar 3.13. *Arduino UNO*

7. *MPX system* (Gambar 3.14) berfungsi untuk mendeteksi atau mengukur beda tekanan atau penurunan tekanan antara input dengan output yang disebut dengan pressure drop jika ada aliran fluida yang masuk maka mpx akan tertekan kemudian diteruskan ke arduino uno.



Gambar 3.14. *MPX*

8. Komputer (Gambar 3.15) digunakan untuk membaca data *pressure drop* yang direkam oleh mpx kemudian masuk ke arduino uno dan selanjutnya dihubungkan ke komputer. Disitu data akan terbaca pada *software* yang dinamakan data loger.



Gambar 3.15. Komputer

#### 3.2.4. Aliran Fluida Udara

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

1. Kompresor pada Gambar 3.16 untuk mengalirkan udara dengan spesifikasi berikut:
  - a. Merk : Shark
  - b. Type : LVU-012
  - c. Motor : ½ HP
  - d. Pressure Range : 7 kg/cm<sup>2</sup>
  - e. Pabrikan : PT.SHARPINDO DINAMIKA PRIMA



Gambar 3.16. Kompresor

2. Selang untuk mengalirkan fluida gas dari kompresor ke *flowmeter* gas hingga ke saluran pipa.
3. Tiga buah *flowmeter* udara pada gambar 3.17 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 3.17. Tiga *flowmeter* Udara

4. Regulator dan filter pada Gambar 3.18 digunakan untuk mengatur tekanan udara yang diinginkan dan memisahkan udara dan air sehingga udara dan air yang masuk dari kompresor ke *pressure tank* menjadi steril dan konsentrasi butanol tidak terganggu karena adanya cairan yang dibawa oleh udara.



Gambar 3.18. Regulator dan Filter

### 3.2.5. Peralatan Pengambilan Gambar

Peralatan yang digunakan untuk pengambilan data adalah sebagai berikut:

1. Kamera video Nikon J4 pada Gambar 3.19 yang digunakan untuk pengamatan pola aliran dengan spesifikasi 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 3.19. Kamera

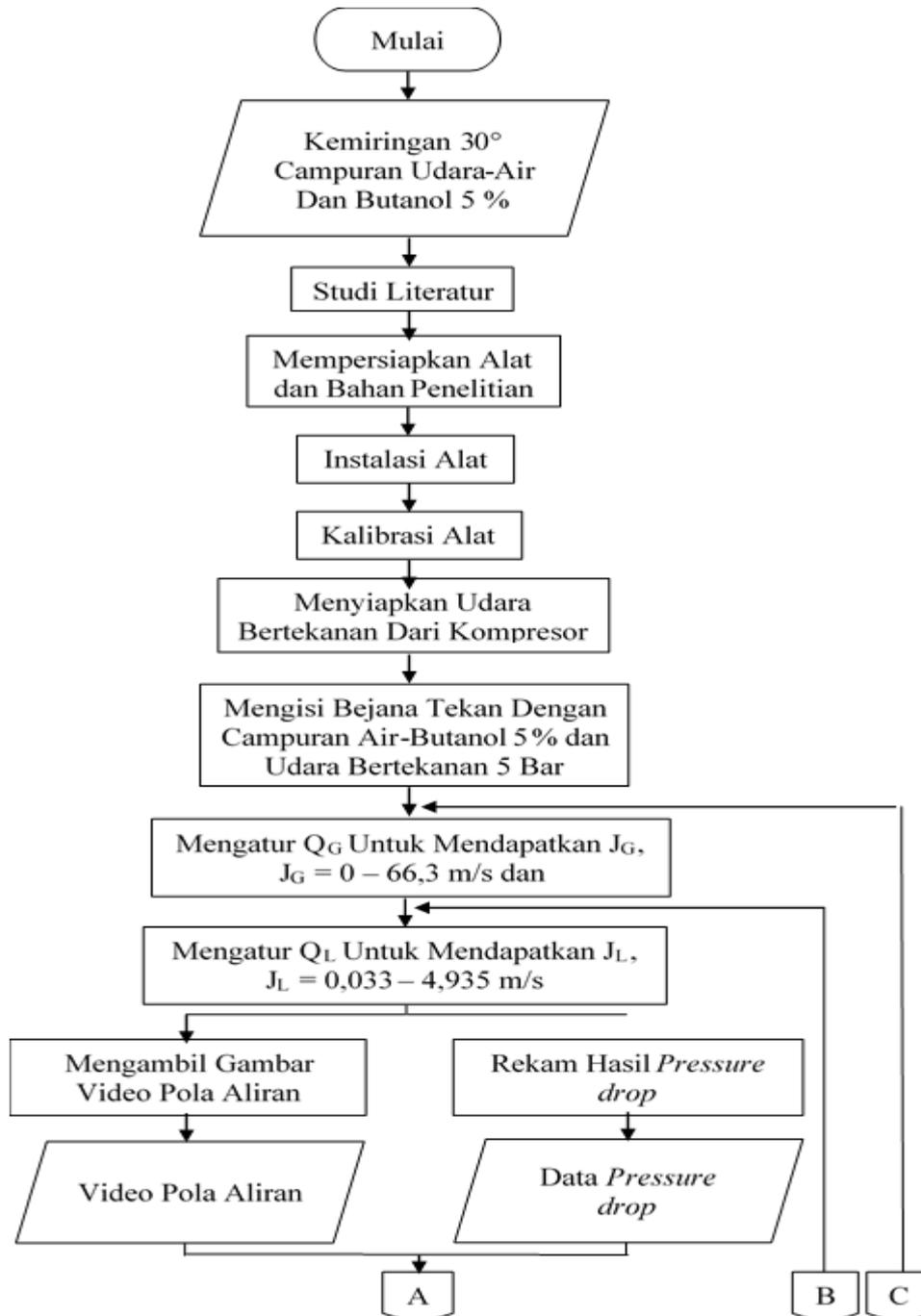
2. Tripod digunakan untuk meletakkan kamera agar gambar yang di dapat stabil.

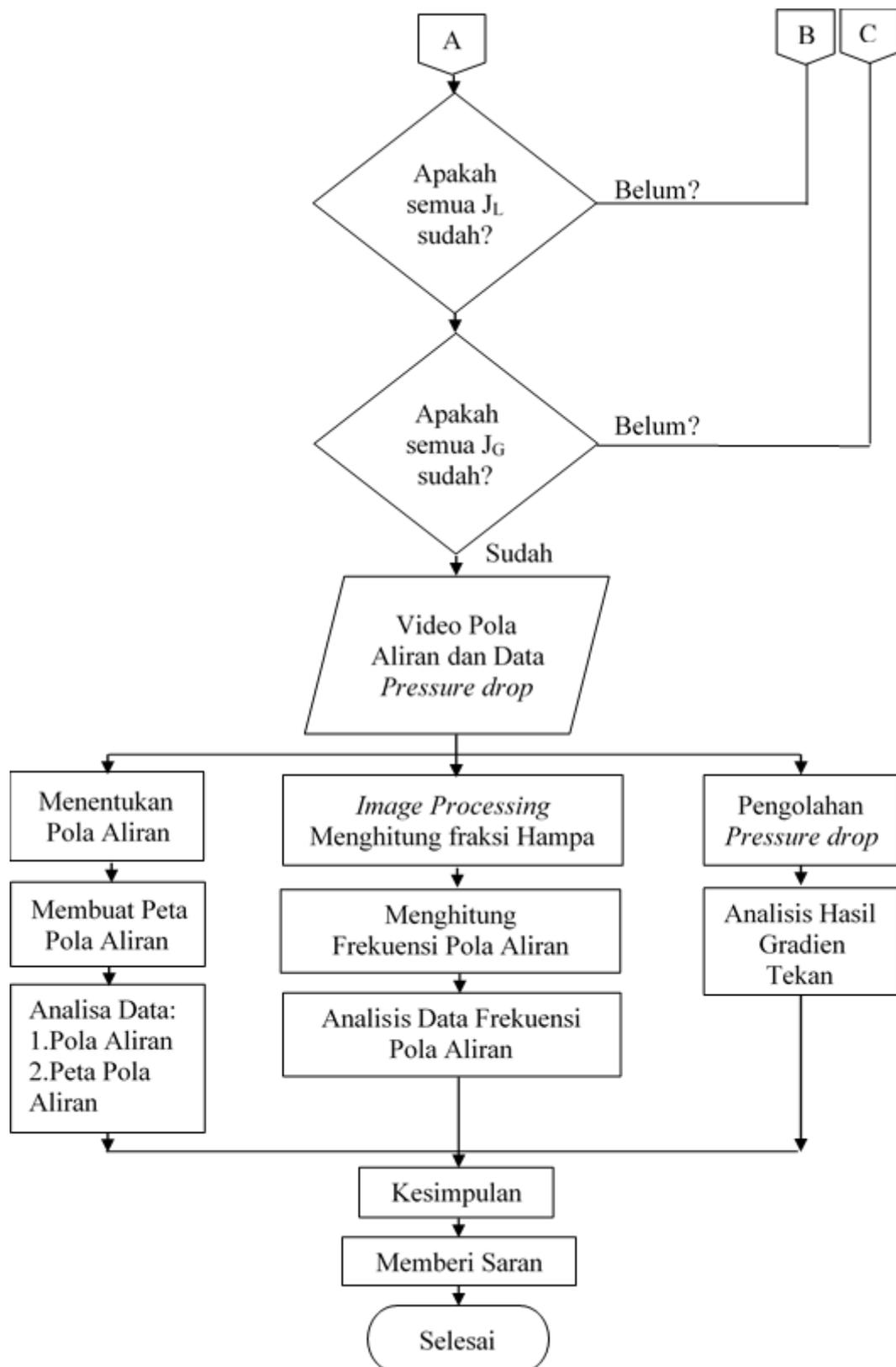
### 3.3. Tempat Penelitian

Penelitian yang berjudul “Kajian Eksperimental Karakteristik Aliran Dua Fase Udara-Aquades Dan Butanol 5% Pada Saluran Kecil Posisi Kemiringan 30<sup>0</sup>” dilakukan di Laboratorium Fenomena Dasar Mesin (FDM) Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

### 3.4. Diagram Alir Penelitian

Penelitian aliran dua fasa dapat dilakukan dengan urutan seperti yang ditunjukkan diagram alir pada Gambar 3.20.





Gambar 3.20. Diagram Alir Penelitian

### 3.5. Jalannya Penelitian

Sebelum pengambilan data berlangsung, perlu terlebih dahulu melakukan kalibrasi alat ukur, yaitu *flowmeter pressure transducer*. *Pressure transducer* dikalibrasi menggunakan manometer vertikal (manometer kolom air) pada kondisi statis. *Flowmeter* cair dikalibrasi dengan cara mengalirkan fluida cair dengan rentang waktu 1 menit dan dibandingkan antara *flowmeter* terukur dengan volume air yang berada pada gelas ukur, walaupun sudah ada kalibrasi dari pabrik pembuatnya berupa tabel kalibrasi.

### 3.6. Penggunaan Akuades dan Butanol

Pada penelitian ini menggunakan campuran akuades dan butanol 3% sebanyak 15 liter yang ditampung pada bejana tekan. Perhitungan penggunaan butanol dan akuades pada penelitian ini sebagai berikut :

$$\text{Akuades} = \frac{95}{100} \cdot 15 = 14,25 \text{ Litter}$$

$$\text{Butanol} = \frac{5}{100} \cdot 15 = 0,75 \text{ Litter}$$

Dari hasil pencampuran akuades sebanyak 14,25 liter dan butanol sebanyak 0,75 liter maka total hasil pencampuran akuades dan butanol sebanyak 15 liter yang akan ditampung di bejana tekan.

### 3.7. Matriks Pengambilan Data Pola Aliran

Tabel 3. 4. Matriks Pengambilan Data Pola Aliran

JG(ml/menit)	JL(ml/menit)	3.97901	10.9724	17.9658	27.9736	64.9905	84.4032	105.9863	276.9631	595.0426
	JG	0.033	0.091	0.149	0.232	0.539	0.7	0.879	2.297	4.935
0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
3.0144	0.025	10	11	12	13	14	15	16	17	18
7.958016	0.066	19	20	21	22	23	24	25	26	27
13.98682	0.116	28	29	30	31	32	33	34	35	36
24.95923	0.207	37	38	39	40	41	42	43	44	45
51.00465	0.423	46	47	48	49	50	51	52	53	54
105.0217	0.871	55	56	57	58	59	60	61	62	63
234.038	1.941	64	65	66	67	68	69	70	71	72
361.728	3	73	74	75	76	77	78	79	80	81
511.0011	4.238	82	83	84	85	86	87	88	89	90
844.032	7	91	92	93	94	95	96	97	98	99
1159.941	9.620	100	101	102	103	104	105	106	107	108
2725.018	22.6	109	110	111	112	113	114	115	116	117
6028.8	50	118	119	120	121	122	123	124	125	126
6999.437	58.05	127	128	129	130	131	132	133	134	135
7994.189	66.3	136	137	138	139	140	141	142	143	144

Pada Penelitian menggunakan tabel matriks JG dan JL dengan nilai JG = 0,025 m/s – 66,3 m/s dan nilai JL = 0,033 m/s – 4,935 m/s

### 3.8. Prosedur Pengambilan Data

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

1. Pipa uji dipasang dengan kemiringan  $30^0$  secara horizontal pada instalasi *test section*.
2. Semua katup keluar dari bejana tekan dalam kondisi tertutup, sedangkan katup air dan udara masuk bejana tekan dibuka.
3. Katup udara keluar dari kompresor ke bejana tekan maupun ke *mixer* dalam kondisi tertutup.
4. Tangki air diisi campuran akuades dan butanol dengan konsentrasi 5% . Pada waktu pengisian harus dilakukan penyaringan untuk memastikan tidak ada partikel padat yang ikut dalam fluida kerja, karena dapat mengganggu aliran.
5. Air dalam tangki tersebut selanjutnya dipompakan ke tangki bertekanan dengan pompa sentrifugal. Volume cairan dalam tangki bertekanan sekitar setengah volume tangki (sekitar 15 liter).

6. Udara bertekanan dari kompresor dialirkan ke tangki bertekanan hingga tekanan di dalam bejana tekan mencapai sekitar 5 bar *gage*.
7. Membuka perlahan-lahan katup cairan keluar dari tangki bertekanan, melewati *flowmeter* cairan yang sesuai, dengan debit  $Q_L$  sehingga didapatkan kecepatan superfisial cairan  $J_L$  tertentu yang cukup kecil.
8. Katup udara dari kompresor menuju *mixer* dibuka perlahan-lahan dengan debit  $Q_G$  kecil sehingga didapatkan kecepatan superfisial gas  $J_G$  kecil.
9. Mengatur pasangan kecepatan superfisial udara ( $J_{G1}$ ) dan kecepatan superfisial cairan ( $J_{L1}$ ).
10. Merekam semua data yang didapatkan dari aliran dengan pasangan  $J_L$  dan  $J_G$ ,
11. Langkah 9 dan 10 dilakukan secara berulang-ulang dengan mempertahankan  $J_L$  dan  $J_G$  dinaikan.
12. Langkah 9, 10 dan 11 dilakukan secara berulang-ulang untuk harga  $J_L$  yang lain (berangsur-angsur naik) sampai selesai (sesuai matriks penelitian).

Pada waktu pengambilan data, harus dikondisikan sedemikian rupa sehingga timbulnya “*noise*” dapat diminimalisir. Hal ini dilakukan dengan:

- a. Tidak boleh ada getaran yang ditimbulkan oleh peralatan-peralatan lain atau kegiatan lain, misalnya: kompresor, kipas angin, renovasi bangunan, dan sebagainya.
- b. Diusahakan untuk tidak menggunakan catu daya AC yang akan mempengaruhi proses berlangsungnya penelitian.