

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1. Bahan Penelitian

Bahan – bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

1. Fluida gas

Pada penelitian ini fluida gas yang digunakan adalah fluida gas yang mempunyai kelembaban rendah yang dihasilkan dari kompressor udara berkapasitas kecil yang dilengkapi dengan *watertrap*. Sifat fisik udara yang digunakan pada kondisi temperatur ruangan, yaitu  $25^{\circ}$ , dan tekanan 1 atmosfer adalah sebagai berikut:

Massa jenis ( $\rho$ ) : 1,163 kg/m<sup>3</sup>

Viskositas dinamik ( $\mu$ ) :  $1,8573 \times 10^{-5}$  kg/(m.s)

Viskositas kinematic ( $\nu$ ) :  $1,5797 \times 10^{-5}$  m<sup>2</sup>/s

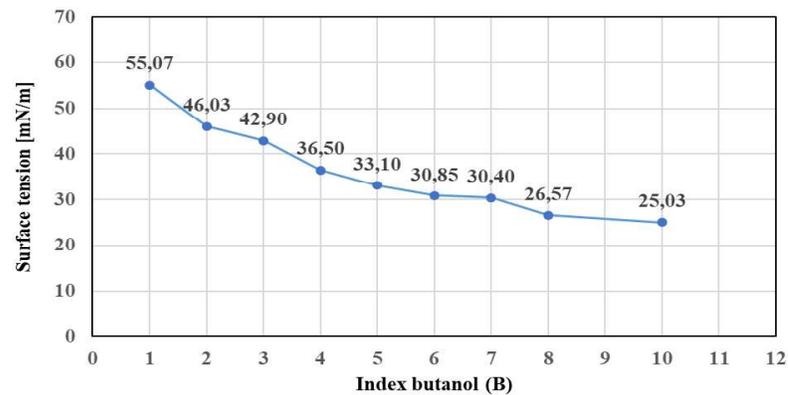
2. Fluida cair yang digunakan pada penelitian ini merupakan campuran antara akuades dan butanol dengan konsentrasi 7% yang dipompa ke dalam bejana tekan.



Gambar 3.1. Cairan butanol dan akuades

Tabel 3.1. Sifat fisik cairan ( Hasil Uji Laboratorium Thermal UGM)

Fluida %	Surface Tension [mN/m]	Index
Aquades	71.00	A
Aquades + 1% Butanol	55.07	B1
Aquades + 2% Butanol	46.03	B2
Aquades + 3% Butanol	42.9	B3
Aquades + 4% Butanol	36.50	B4
Aquades + 5% Butanol	33.10	B5
Aquades + 6% Butanol	30.85	B6
<b>Aquades + 7% Butanol</b>	<b>30.4</b>	<b>B7</b>

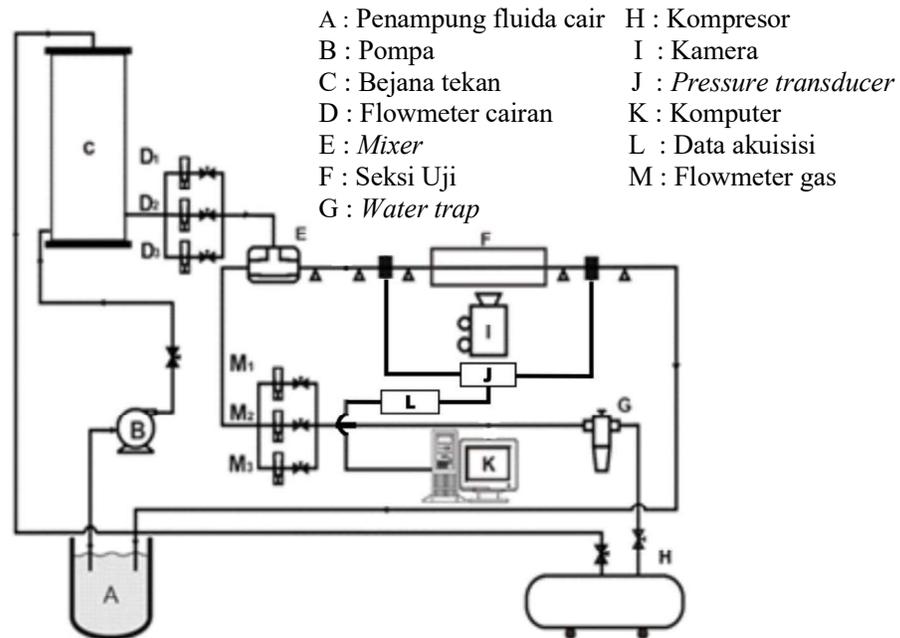
Gambar 3.2. grafik perbandingan *index* butanol dan nilai *surface tension*

### 3.2. Alat Penelitian

#### 3.2.1. Skema Alat yang Digunakan

Instalasi peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa komponen utama yaitu tangka air, pompa air, kompresor udara, bejana bertekanan, *mixer*, *tes section*, konektor, dan *separator*. Peralatan yang mendukung dalam penelitian ini antara lain: kamera, *amplifer*, komputer, *optical correction box*, *acquisition system*, dan *video rocessing system*. Alat ukur yang digunakan dalam

penelitian ini antara lain: Mpx, *Arduino UNO*, *temperature indicator*, *pressure indocator*, *flowmeter* air, dan *therpocouple*.



Gambar 3.3. Skema Instalasi Penelitian

### 3.2.2. 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/cm<sup>2</sup>
  - b. Motor : 1/2 HP atau 0,37 kW
  - c. Type : LVU-012
  - d. Kapasitas Tangki : 58 Liter
  - e. Putaran Mesin : 520 rpm



Gambar 3.4. Kompresor

2. Selang berfungsi untuk mengalihkan fluida gas dari kompresor ke regulator dan *flowmeter* gas hingga ke saluran pipa.
3. Regulator dan filter berfungsi 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 dibawa oleh udara.



Gambar 3.5. Regulator dan Filter

4. Pada penelitian ini menggunakan 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 yang masuk ke *mixer*, dan mengukur kecepatan *superfisial* udara atau gas.



Gambar 3.6. Flowmeter Udara

### 3.2.3. Aliran Fluida Air

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

1. Sebuah bak penampung akuades dan butanol yang digunakan untuk menampung fluida cair lalu dipompa menuju ke bejana bertekanan dan digunakan lagi sebagai penampung setelah dilakukan penelitian.



Gambar 3.7. pungan Fluida Cair

Ditunjukkan pada tabel 3.2 yaitu spesifikasi penampung akuades dan butanol sebagai berikut:

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

2. Pompa air yang digunakan untuk memompa fluida menuju ke bejana bertekanan

Spesifikasi pompa air yang digunakan sebagai berikut:

- a. Daya :120W
- b. Kapasitas Max :5500L/H
- c. Berat Pompa :2kg
- d. Voltage :220V/240V-50Hz



Gambar 3.8. Pompa Air

3. Selang pompa berfungsi untuk mengairkan fluida cair dari penampungan fluida menuju bejana bertekanan.
4. Pada penelitian ini menggunakan 3 *flowmeter* air alat yang digunakan untuk mengukur debit campuran fluida air dan butanol 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 3.9. *Flowmeter* Air

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



Gambar 3.10. Bejana Tekan

Spesifikasi bejana tekan ditunjukkan pada tabel 3.3.

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

6. Katup bejana *gate valve* yang berfungsi untuk mengatur laju aliran fluida cair ataupun fluida gas lalu fluida tersebut masuk kedalam *liquid flowmeter*.



Gambar 3.11. *Gate Valve*

7. *Check valve* mempunyai fungsi untuk mengukur laju aliran 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 3.12. Check valve

#### 3.2.4. 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 :Min = 30 s, Max = 1/16000 s
  - b. *Shutter Speed* :1250-6400
  - c. *ISO Sensivity* :Auto, ISO 160-12800
  - d. *Resolution* :1920 x 1080 (60p, 30p)



Gambar 3.13. Kamera

2. Tripod digunakan untuk meletakkan kamera agar gambar yang didapat stabil atau fokus.

### 3.2.5. Seksi Uji

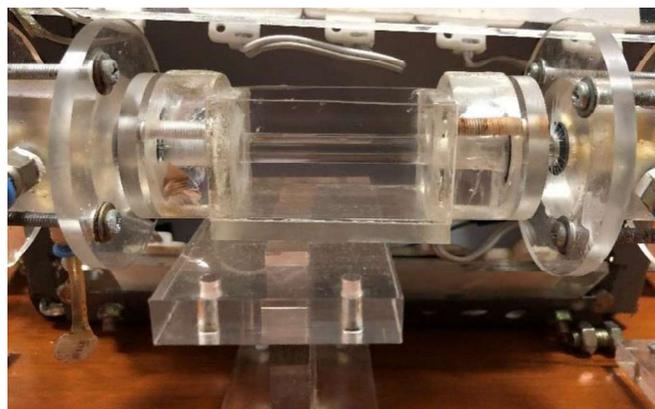
Seksi uji pipa transparan berpenampang lingkaran terbuat dari bahan kaca (*glass*). Pipa yang digunakan berdiameter 1,6 mm dengan panjang 400 mm (jarak antara *inlet* dan *outlet*) seksi uji dipasang horizontal dan pada ujung-ujungnya dihubungkan dengan konektor. Peralatan yang digunakan dalam seksi uji ini adalah sebagai berikut:

1. *Mixer* digunakan untuk mencampur fluida cair dan fluida gas. Pemasangan selang untuk mengalirkan fluida cair dilakukan pada arah radial sedangkan aliran fluida gas pada arah aksial.



Gambar 3.14. *Mixer*

2. *Flens* adalah sambungan pipa kaca yang berfungsi sebagai penyambungan pipa satu dengan yang lain agar sambungan pipa tidak mengalami kebocoran.
3. *Tens section* digunakan dalam seksi uji coba berupa pipa yang terbuat dari kaca berdiameter 1,6 mm dan panjang seksi uji 130 mm.



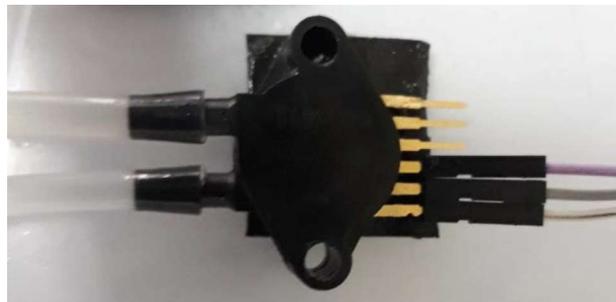
Gambar 3.15. *Test Section*

4. *Correction box* digunakan sebagai tempat pengambilan gambar agar tidak terjadi pembiasan pada hasil yang diambil.
5. Lampu LED berfungsi untuk menambahkan penerangan agar gambar video pola aliran yang diambil terlihat lebih jelas.



Gambar 3.16 Lampu LED

6. *MPX system* 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 tekanan kemudian diteruskan ke *Arduino UNO*.



Gambar 3.17. MPX

7. *Arduino UNO* 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 3.18. *Arduino UNO*

8. Komputer digunakan untuk membaca data *pressure drop* yang direkam oleh MPX kemudian masuk ke aduino uno dan selanjutnya dihubungkan ke komputer. Data akan terbaca pada *software* yang dinamakan *data logger*.



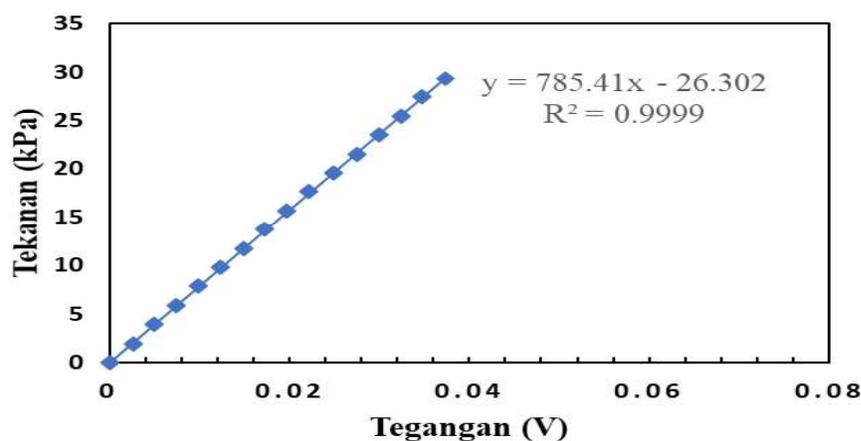
Gambar 3.19. *Komputer*

### 3.3. Tempat Penelitian

Penelitian yang berjudul “Kajian Eksperimental Aliran Dua Fase Udara-Akuades dan Butanol 7% pada Saluran Kecil Posisi Kemiringan 20°” dilakukan di Laboratorium Fenomena Dasar Mesin (FDM) Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

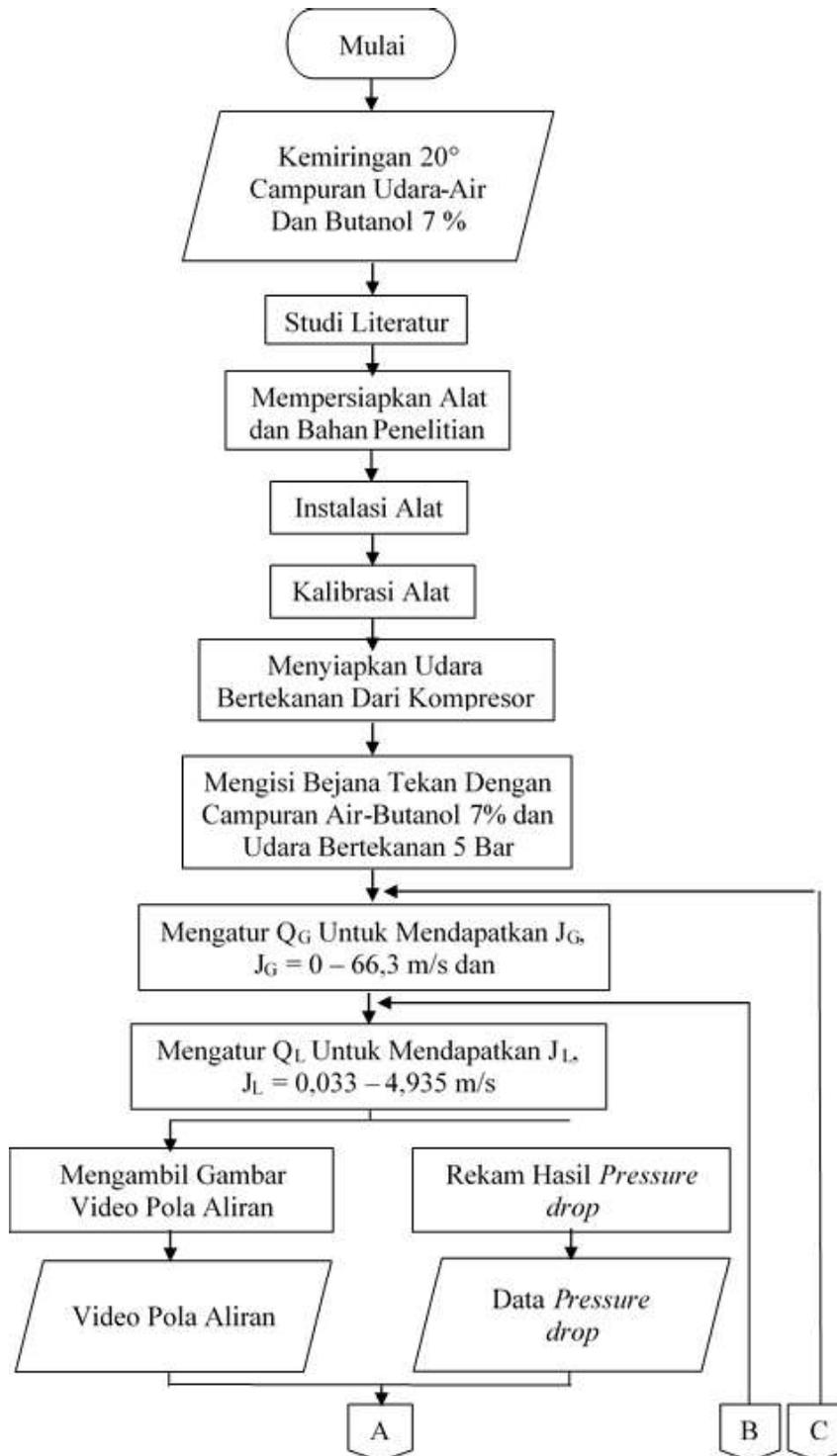
### 3.4. Kalibrasi Alat Ukur

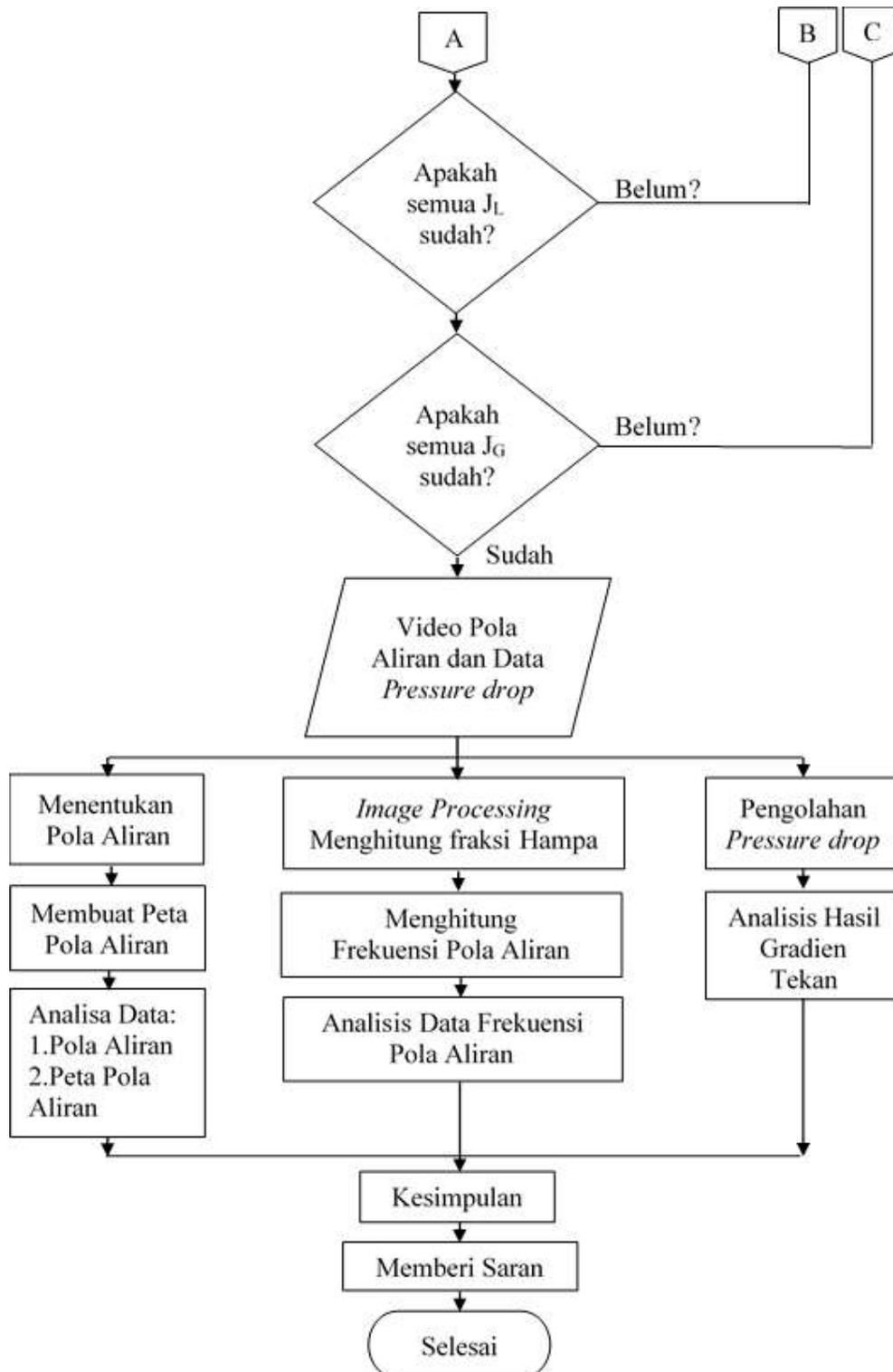
Kalibrasi pada alat ukur diperlukan untuk memastikan bahwa hasil pengukuran yang akan dilakukan akurat dan konsisten maka sebelum penelitian dilakukan kalibrasi terlebih dahulu terhadap alat ukur. Adapun alat ukur yang digunakan pada penelitian ini adalah *flowmeter* dan MPX. Kalibrasi *flowmeter* dilakukan dengan mengalirkan fluida cair dengan rentang waktu 1 menit dan dibandingkan dengan *flowmeter* terukur dengan volume air yang berada pada gelas ukur sedangkan kalibrasi MPX dilakukan dengan menggunakan manometer vertikal (manometer kolom air) pada kondisi yang statis. Tegangan keluar yang dihasilkan dari MPX di konversi dalam bentuk tekanan terukur pada manometer vertikal kemudian tegangan di konversi menjadi tekanan setelah itu dibuat grafik yang berguna sebagai acuan dalam mencari *pressure drop* yang ditunjukkan pada gambar 3.20.



Gambar 3.20. Grafik Kalibrasi Alat Ukur

### 3.5. Diagram Penelitian





### 3.6. Jalannya Penelitian

Sebelum dilakukan pengambilan data alat ukur harus di kalibrasi terlebih dahulu. Alat ukur yang perlu dikalibrasi yaitu MPX alat ini dikalibrasi menggunakan manometer vertikal (manometer kolam air) pada kondisi statis. Dari hasil kalibrasi akan didapatkan persamaan kalibrasi yang digunakan dalam pengolahan data *pressure gradient*. *Flowmeter* cair juga dikalibrasi walaupun sudah ada kalibrasi dari pabrik pembuatannya berupa tabel kalibrasi. *Flowmeter* dikalibrasi dengan cara mengalirkan fluida cair dengan waktu 1 menit dan dibandingkan dengan *flowmeter* terukur dengan volume air berbeda pada gelas ukur.

### 3.7. Penggunaan Akuades dan Butanol

Pada penelitian ini menggunakan campuran akuades dan butanol 7% sebanyak 15 liter yang ditampung pada bejana tekan. Perhitungan penggunaan butanol dan akuades pada penelitian ini sebagai berikut :

$$\text{Akuades} = \frac{93}{100} \cdot 15 = 13,95 \text{ Litter}$$

$$\text{Butanol} = \frac{7}{100} \cdot 15 = 1,05 \text{ Litter}$$

Dari hasil pencampuran akuades sebanyak 13,95 liter dan butanol sebanyak 1,05 liter maka total hasil pencampuran akuades dan butanol sebanyak 15 liter yang akan ditampung di bejana tekan.

### 3.8. Prosedur Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan dengan beberapa tahapan seperti instalasi alat dan bahan sudah siap digunakan alat ukur yang akan digunakan telah dikalibrasi maka penelitian dapat dilakukan. Proses penelitian memiliki beberapa prosedur untuk pengambilan data sebagai berikut:

1. Pasang pipa uji dengan kemiringan 20° secara horizontal pada instalasi *test section*.
2. Pastikan katup keluar gas maupun liquid dalam kondisi tertutup sedangkan katup masuk gas dan liquid di bejana tekan terbuka.

3. Tangki air diisi dengan campuran akuades dan butanol dengan konsentrasi 7%. Sebelum proses pengisian sebaiknya dilakukan penyaringan agar fluida tidak tercampur dengan patikel padat.
4. Pompa air yang berada didalam tangka air menuju ke bejana tekan. Volume fluisa dalam bejana tekan sekitar 15 liter.
5. Alirkan udara bertekanan dari kompresor yang sebelumnya telah diisi ke dalam bejana dengan tekanan sekitar 5 bar.
6. Tutup katup udara yang menuju *mixer*.
7. Buka perlahan-lahan katup pada cairan keluar di bejana tekan sehingga cairan yang mengalir melewati *flowmeter* dengan kalibrasi tertentu kemudian cairan mengalir melewati pipa seksi uji dengan debit ( $Q_{L1}$ ) sehingga didapat kecepatan superfisial cairan ( $J_{L1}$ ) tertentu.
8. Buka katup udara perlahan lahan dan didapatkan debit ( $Q_G$ ) dan kecepatan superfisial udara ( $J_G$ ).
9. Mengatur pasangan kecepatan superfisial udara ( $J_{G1}$ ) dan kecepatan superfisial cairan ( $J_{L1}$ ).
10. Merekam semua data yang didapatkan.
11. Ulangi langkah 9 dan 10 dilakukan secara berulang ulang dengan mempertahankan  $J_G$  dan  $J_L$  dinaikan.
12. Ulangi langkah 9,10, dan 11 dilakukan secara berulang ulang untuk nilai  $J_L$  yang lain (berangsur angsur naik) sampai selesai (sesuai matriks penelitian).

Pada proses pengambilan data sebaiknya area yang digunakan untuk melaksanakan penelitian harus dikondisikan supaya tidak “*noise*” pada saat pengambilan data. Hal yang dilakukan adalah:

1. Tidak ada gangguan berupa getaran maupun suara yang ditimbulkan oleh alat lain atau kegiatan lain, misalnya: kipas angin, kompresor, dan pendinginan ruangan
2. Diusahakan untuk tidak menggunakan catu daya AC, karena dapat mempengaruhi proses berlangsungnya penelitian