

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Bahan

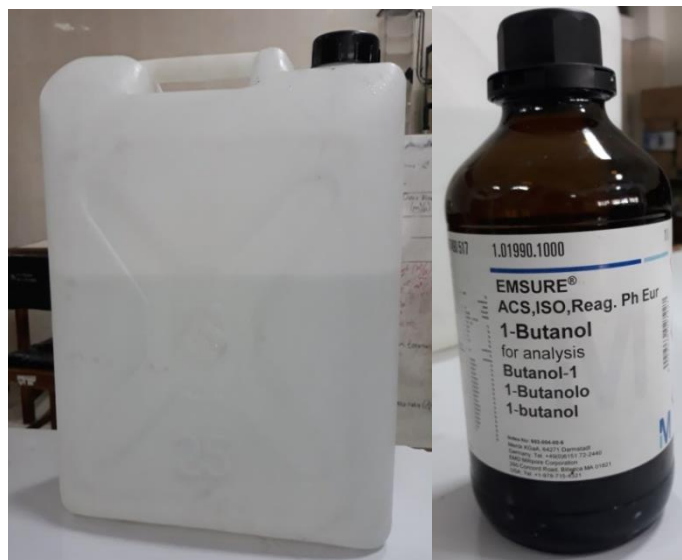
Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Fluida gas

Fluida gas yang digunakan untuk penelitian ini merupakan udara dengan kelembaban rendah, yang didapatkan dari kompressor udara berkapasitas kecil dan dilengkapi dengan *dryer* dan *water trap*.

2. Fluida cair

Fluida cair yang digunakan dalam penelitian ini merupakan campuran air aquades dan 7% butanol yang diinjeksikan ke dalam sistem dengan bantuan bejana bertekanan.



Gambar 3.1 Aquades dan Butanol

Sifat fisik udara yang digunakan adalah sebagai berikut:

pada kondisi temperatur kamar yaitu 25° C dan tekanan 1 atmosfer:

Massa jenis (ρ) : 1,163 kg/m³

Viskositas dinamik (μ) : 1,8573 x 10⁻⁵ kg/(m.s)

Viskositas kinematik (ν) : 1,597 x 10⁻⁵ m²/s

Tabel 3.1 Sifat Fisik Cairan

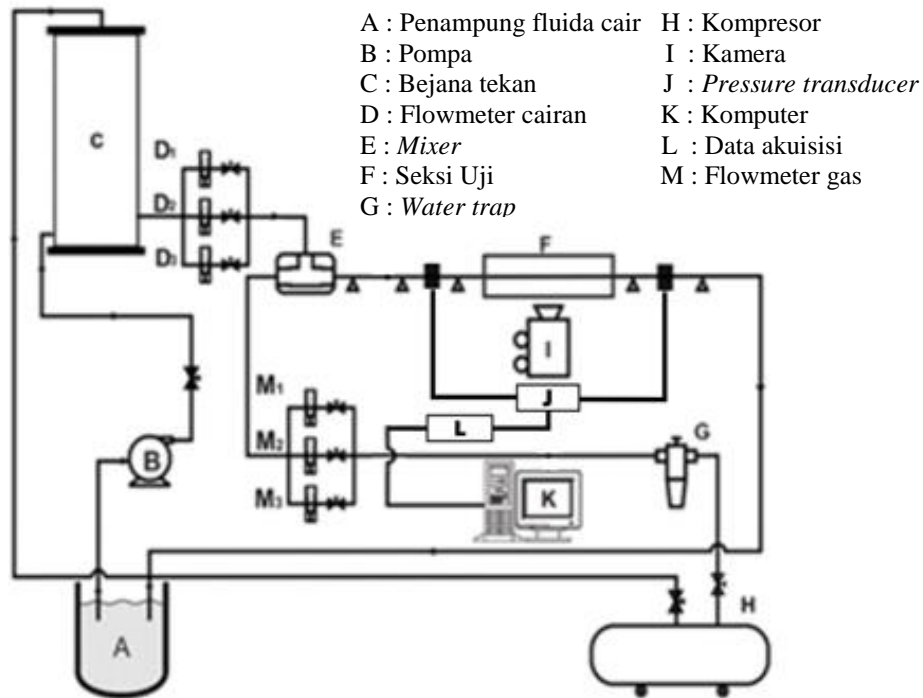
Fluida %	SurfaceTension [mN/m]	Index
Aquades	71.00	A
Aquades + 1% Butanol	55.07	B1
Aquades + 2% Butanol	46.03	B2
Aquades + 3% Butanol	42.9	B3
Aquades + 4% Butanol	36.50	B4
Aquades + 5% Butanol	33.10	B5
Aquades + 6% Butanol	30.85	B6
Aquades + 7% Butanol	30.4	B7
Aquades + 8% Butanol	26.57	B8
Aquades + 10% Butanol	25.03	B10
Aquades + 100% Butanol	24.37	B100

3.2. Alat

3.2.1 Skema Alat yang Digunakan

Instalasi peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa komponen utama: tangki air, pompa air, kompresor udara, bejana bertekanan, *mixer*, *test section*, konektor dan separator. Peralatan yang mendukung dalam penelitian ini antara lain: kamera, amplifier, komputer, *optical correction box*, *acquisition system*, dan *video processing system*. Alat ukur yang digunakan dalam penelitian ini antara lain : *Pressure transducer*, data akuisisi,

temperature indicator, pressure indicator, flowmeter udara, flowmeter air, dan thermocouple.



Gambar 3.2 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 ² |
| b. Motor | :1/2 HP atau 0,37 kW |
| c. Type | :LVU-012 |
| d. Kapasitas Tangki | :58 Liter |
| e. Putaran Mesin | :520 rpm |



Gambar 3.1 Kompresor

2. Selang berfungsi untuk mengalirkan fluida gas dari kompresor ke regulator dan *flowmeter* gas hingga ke saluran pipa.
3. Regulator dan filter 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 3.2 Regulator dan filter

4. Terdapat 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 udara yang masuk ke *mixer*, dan mengukur kecepatan *superfisial* udara atau gas.



Gambar 3.3 *Flowmeter* udara

3.2.3 Aliran Fluida Air

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

1. Sebuah bak penampung fluida cair campuran 7% butanol yang digunakan untuk menampung fluida kemudian dipompakan ke bejana bertekanan dan penampung digunakan lagi setelah melewati seksi uji.



Gambar 3.4 Penampung fluida cair

Tabel 3.2. Spesifikasi Penampung Aquades dan butanol

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

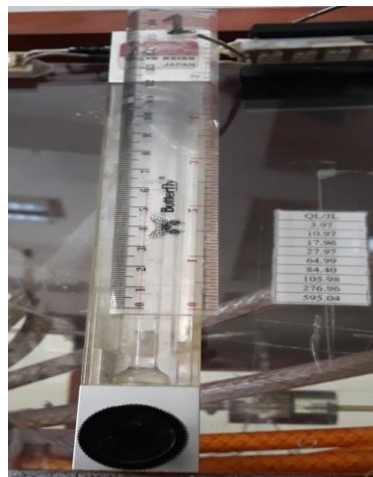
2. Pompa Air digunakan untuk memompa fluida menuju bejana bertekanan
Spesifikasi pompa air yang digunakan sebagai berikut :

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



Gambar 3.5 Pompa air

3. Selang pompa berfungsi untuk mengalirkan fluida cair dari penampung fluida menuju bejana bertekanan.
4. Terdapat 3 *flowmeter* air alat 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 3.6 *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 3.7 Bejana bertekanan

Tabel 3.3 Spesifikasi Bejana Bertekanan

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

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



Gambar 3.8 Gate valve

7. *Check valve* berfungsi 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 3.9 *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 dalam penelitian ini digunakan untuk mengambil video *slow motion* dengan pengaturan kamera 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) |



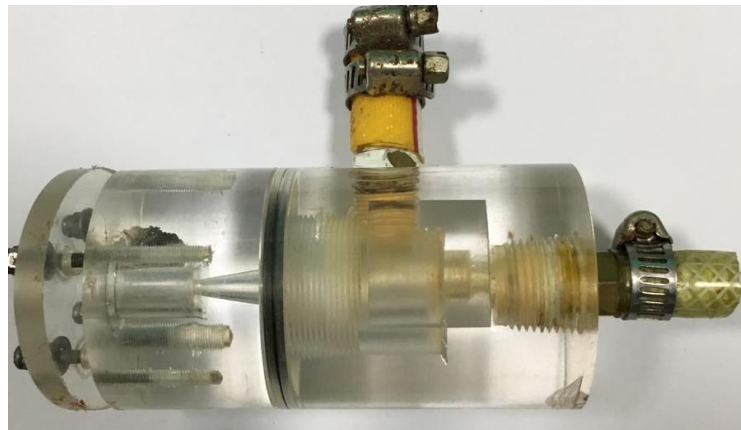
Gambar 3.10 kamera

2. Tripod digunakan untuk meletakkan kamera agar gambar yang di dapat stabil dan 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 seksi uji 130 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.



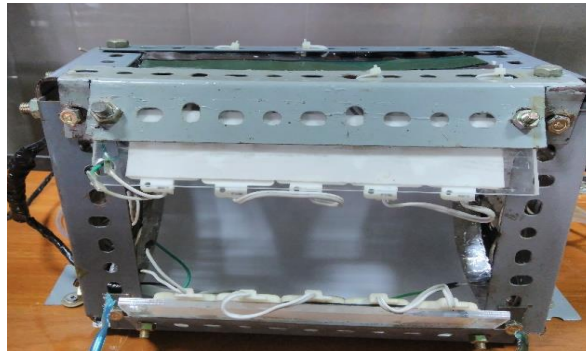
Gambar 3.11 *mixer*

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



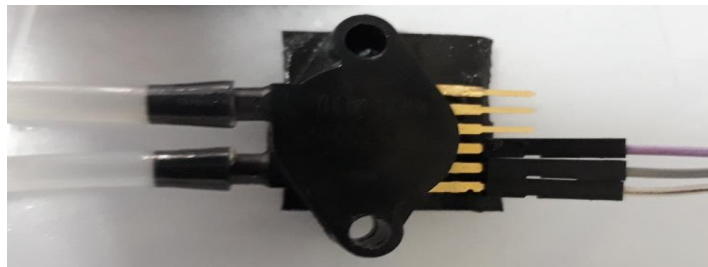
Gambar 3.12 *Test section*

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



Gambar 3.13 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 tertekan kemudian diteruskan ke arduino uno.



Gambar 3.14 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. untuk menampilkan grafiknya data yang sudah terbaca oleh software akan diolah dengan microsoft excel.



Gambar 3.15 Arduino UNO

8. Komputer 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 logger.



Gambar 3.16 Komputer

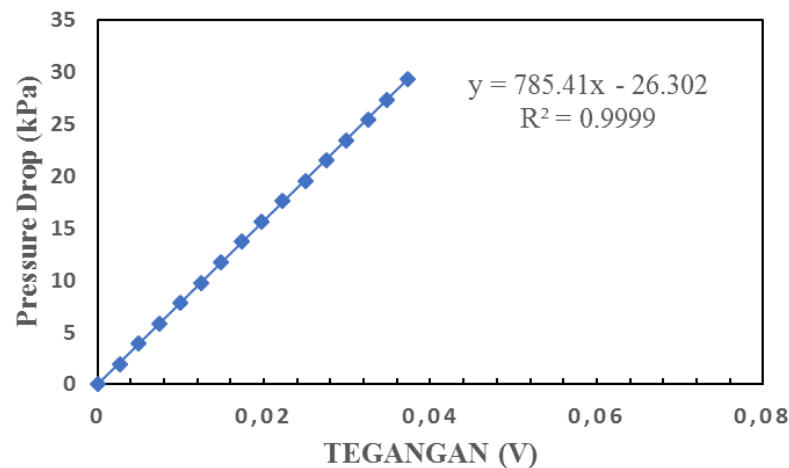
3.3. Tempat Penelitian

Penelitian “kajian eksperimental karakteristik aliran dua-fase udara-air + 7% butanol pada pipa kecil posisi miring 40°” dilakukan di Laboratorium Fenomena Dasar Mesin (FDM) Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

3.4. Kalibrasi Alat Ukur

Sebelum dilaksanakannya penelitian langkah yang perlu dilakukan yaitu kalibrasi alat ukur (*flowmeter* dan *pressure transducer*). Fungsi dari kalibrasi ini adalah agar data yang diambil akurat dan valid. Untuk flowmeter air yaitu dengan

menggunakan gelas ukur dan fluida cair dialirkan selama 1 menit, kemudian sesuaikan volume fluida pada gelas ukur dan flowmeter. *Pressure transducer* dilakukan kalibrasi menggunakan manometer vertikal (manometer kolom air) pada kondisi statis ketinggian 0 - 3 meter. Tegangan keluaran yang dihasilkan *pressure transducer* kemudian dikonversi menjadi tekanan dan terbaca di komputer. Ulangi langkah tersebut sampai ketinggian 3 meter. Dari hasil kalibrasi tersebut kemudian dibuat suatu grafik kemudian didapatkan persamaan kalibrasi yang nantinya digunakan untuk pengolahan gradien tekanan. Gambar 3.19 menunjukkan hasil dari kalibrasi.



Gambar 3.17 Kalibrasi *pressure transducer*

3.5 Jalannya Penelitian

Sebelum pengambilan data dimulai diperlukan terlebih dahulu melakukan kalibrasi alat ukur terutama *differential pressure transducer*. *Pressure transducer* dikalibrasi menggunakan manometer vertikal (manometer kolom air) pada kondisi steady. Tegangan keluaran *pressure transducer* digabungkan dengan tekanan yang terukur pada manometer vertikal. Dari kalibrasi ini didapatkan persamaan kalibrasi yang nantinya akan digunakan dalam pengolahan data pressure gradient. Flowmeter air juga dikalibrasi dengan gelas ukur walaupun sudah ada kalibrasi dari pabrik pembuatnya berupa table kalibrasi. Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan dalam 1 tahap (atas dasar fluida kerjanya) yaitu: udara-air + 7%

Butanol. Penelitian yang menggunakan fluida kerja udara-air dilakukan dengan urutan seperti ditunjukkan oleh diagram alir.

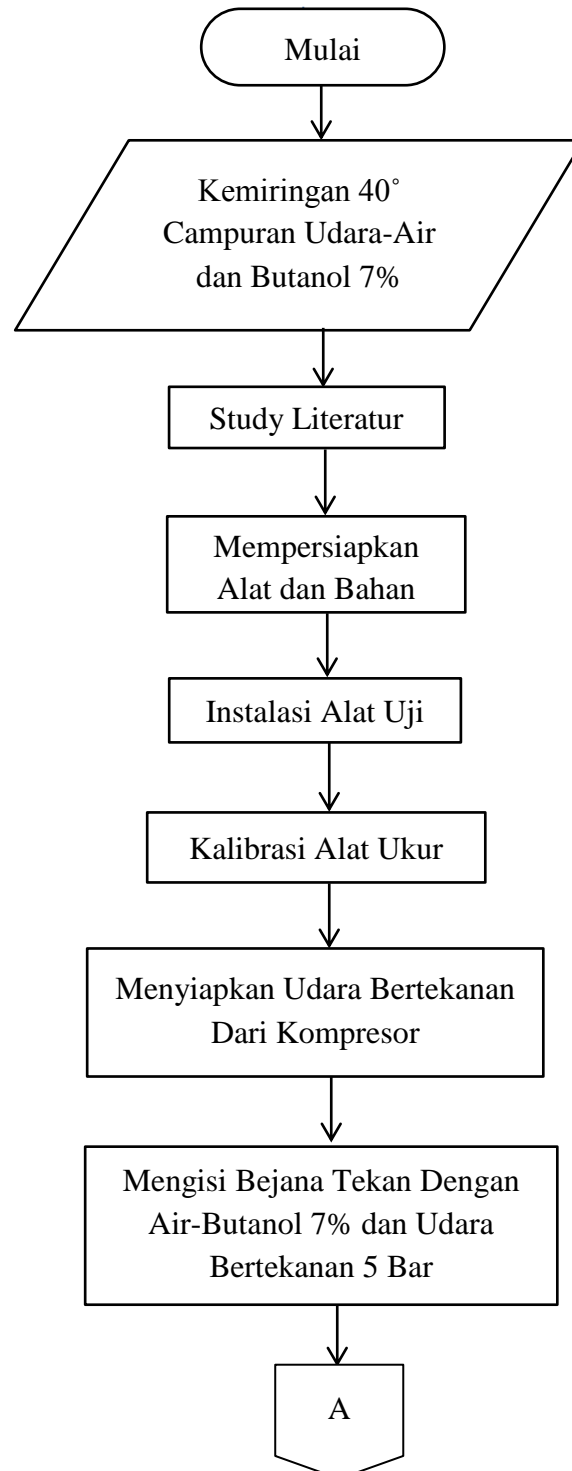
3.6 Prosedur Pengambilan Data

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

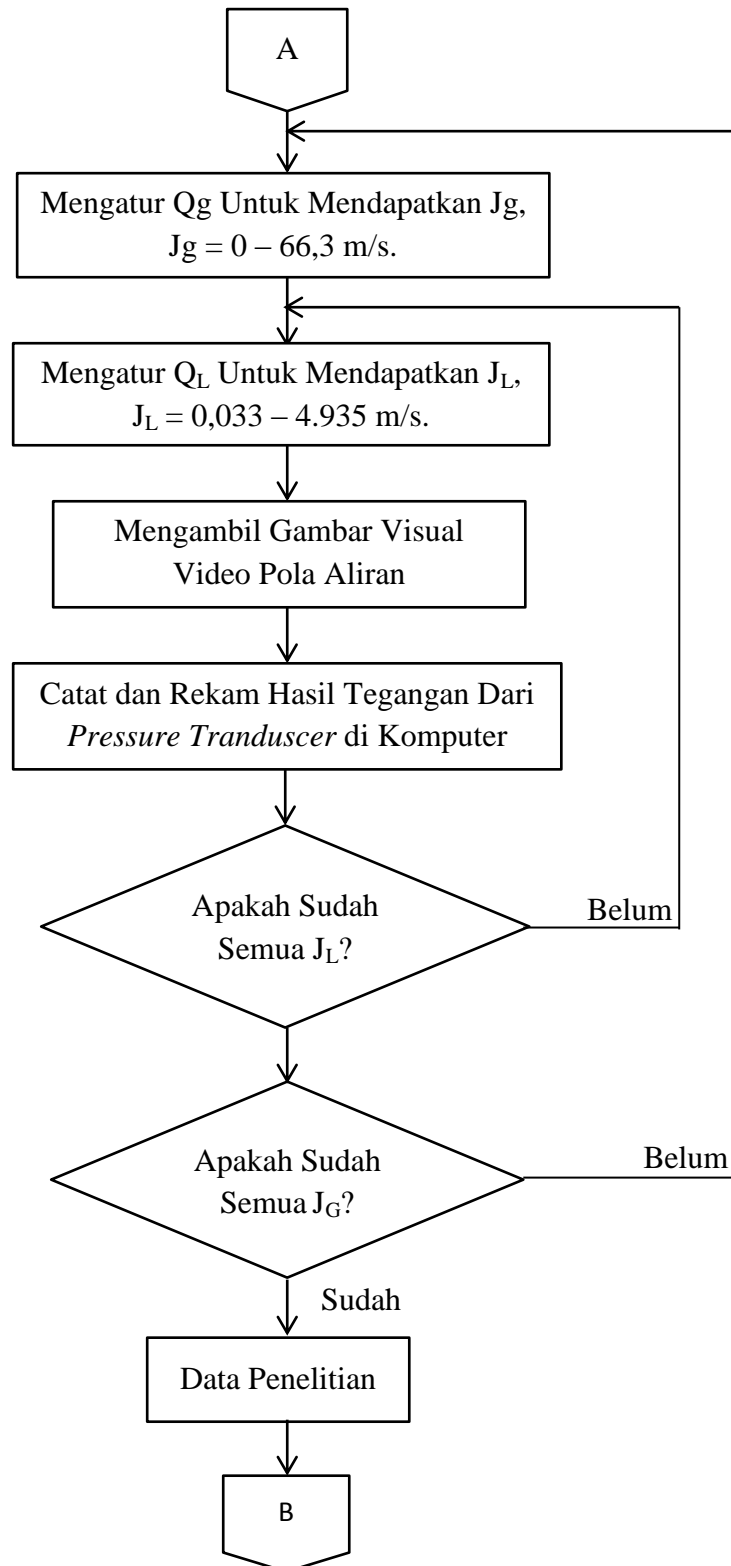
1. Persiapan pemasangan komponen dan alat pengujian.
2. Proses kalibrasi alat ukur.
3. Pipa berukuran mini dipasang dengan kemiringan 40° pada instalasi sebagai test section.
4. Tangki air diisi dengan campuran aquades dan butanol dengan konsentrasi 7%. Pada saat pencampuran aquades dan butanol harus di mixer terlebih dahulu agar campuran dari aquades dan butanol bisa merata. saat pengisian harus dilakukan penyaringan terlebih dahulu untuk memastikan tidak ada partikel padat yang ikut dalam fluida kerja karena dapat mengganggu aliran.
5. Mengisi bejana bertekanan dengan cairan dari tangki (± 15 liter) dan ditambah dengan udara yang berasal dari kompresor sehingga tekanan didalam bejana bertekanan mencapai (± 5 bar).
6. Semua katup keluar dari bejana tekan dalam kondisi tertutup, sedangkan katup air dan udara masuk bejana tekan dibuka.
7. Katup udara keluar dari kompresor ke bejana tekan maupun ke mixer dalam kondisi tertutup.
8. Pada setiap langkah pengambilan data temperature air dan temperature udara harus selalu diukur, hal ini untuk menentukan massa jenis dan viskositas kedua fluida kerja tersebut.
9. Membuka perlahan-lahan katup cairan sehingga cairan yang mengalir melintasi pipa seksi uji dengan debit Q_L dan kecepatan superfisial cairan J_L tertentu yang cukup kecil.

10. Katup udara dibuka perlahan-lahan untuk mendapatkan debit Q_G dan kecepatan superfisial gas J_G .
11. Mengatur pasangan kecepatan superfisial gas (J_{G1}) dan kecepatan superfisial gas (J_{L1}).
12. Semua data direkam dengan kamera berkecepatan tinggi dan dicatat.
13. Langkah 9 dan 10 diulang berkali kali dengan mempertahankan J_L dan menaikkan J_G .
14. Langkah 9, 10, dan 11 diulang-ulang untuk J_L yang lain (berangsur angsur naik) sampai selesai (sesuai matriks penelitian).
15. Langkah 1 sampai 11 diulang untuk cairan dengan konsentrasi butanol 7%
Pada waktu pengambilan data, harus dikondisikan sedemikian rupa sehingga timbulnya "noise" dapat diminimalisir. Hal-hal yang dilakukan agar tidak terjadi timbulnya noise sebagai berikut :
 - a. Diusahakan untuk tidak menggunakan satu daya AC.
 - b. Tidak ada getaran yang ditimbulkan oleh peralatan-peralatan lain atau kegiatan lain, misalnya: renovasi bangunan, kipas angin, dan kompresor.

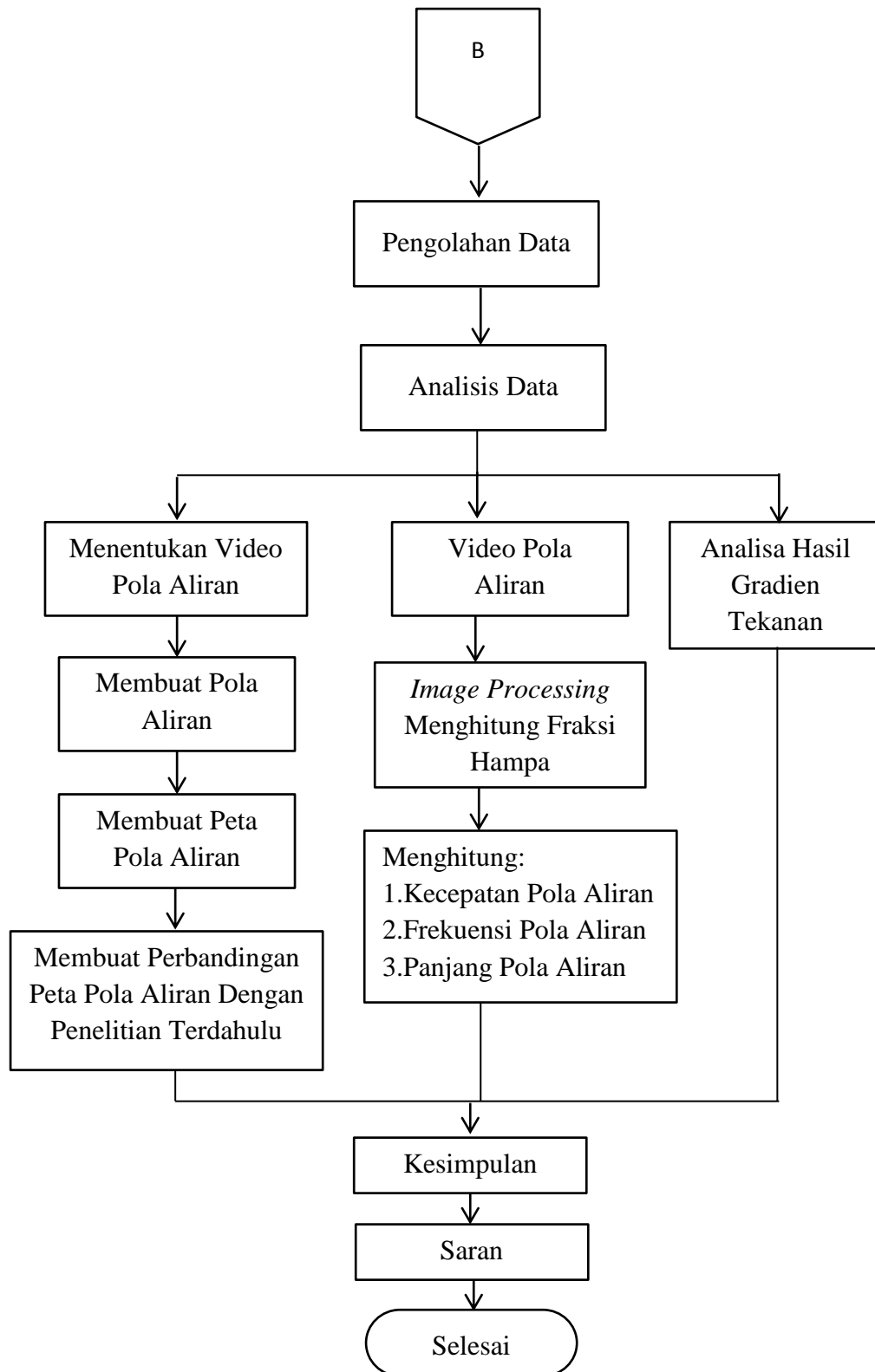
3.7 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.20 Diagram alir penelitian



Gambar 3.21 Diagram alir penelitian



Gambar 3.22 Diagram alir penelitian