

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Bahan Penelitian

Dalam proses penelitian ini, penulis menggunakan air sebagai fluida kerja. Di sisi lain, untuk melakukan pengukuran beda tekanan yang terjadi ketika sistem dijalankan akan digunakan air raksa sebagai pengisi manometer U. Data yang dihasilkan pada pembacaan manometer U akan diolah untuk menentukan kapasitas atau debit dari *orifice* dengan rasio $\beta = 0,24$ serta membandingkan dengan debit aktual rotameter. Setelah pengolahan data selesai, penulis melakukan analisis sesuai hipotesis bahwa dengan nilai rasio beta yang sama dalam penggunaan *orifice* dapat digunakan untuk memprediksi debit *orifice* pada pipa berdiamter berbeda.

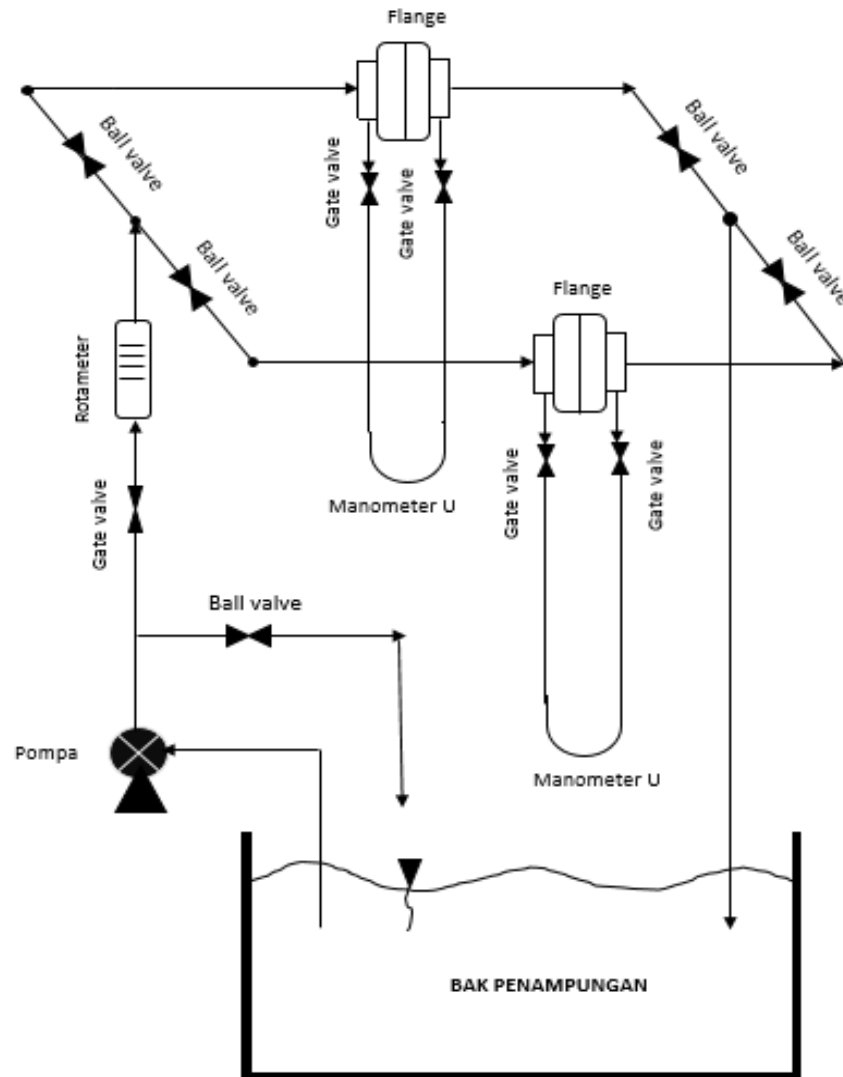
3.2 Alat Penelitian

3.2.1 Skema Alat Pengujian



Gambar 3. 1 Alat pengujian

Penelitian ini menggunakan sebuah instalasi perpipaan sederhana (seperti Gambar 3.1) yang dirangkai dari berbagai komponen. Adapun dalam pengujian ini, penulis menguji plat *orifice* dengan nilai rasio beta 0,24 yang akan dipasang pada pipa berukuran $\frac{1}{2}$ inch dan 1 inch. Pengambilan data diambil melalui alat ukur rotameter dan manometer yang hasilnya akan diolah menjadi grafik. Skema alat uji ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Skema alat pengujian

3.2.2 Spesifikasi Alat Pengujian

1. *Flange*

Flange berfungsi untuk menghubungkan pipa PVC dan menjepit plat *orifice*. *Flange* yang digunakan difabrikasi dengan menyesuaikan ukuran dari plat *orifice* seperti yang dapat dilihat pada Gambar 3.3 dengan spesifikasi sebagai berikut:

Bahan : Aluminium Pejal

Diameter luar A : 42 mm

Diameter luar B : 77 mm

Diameter dalam : (a) 22 mm pada pipa ½”

(b) 26 mm pada pipa 1”



Gambar 3. 3 *Flange*

2. Pipa PVC

Pada alat penelitian ini pipa berfungsi untuk menyalurkan aliran fluida dari dalam tangki yang dipompa menuju ke plat orifice dan debit aliran diatur melalui rotameter. Adapun spesifikasi pipa yang digunakan yaitu:

Merek : Wavin

Bahan : PVC

Diameter : ½ inch memiliki ukuran:

Di = 18,2 mm dan Do = 22 mm

1 inch memiliki ukuran:

Di = 27,8 mm dan Do = 32 mm

3. *Gate valve*

Gate valve berfungsi untuk membuka dan menutup aliran fluida dengan cara mengatur ketinggian bukaan gerbang. Alat pengujian ini menggunakan beberapa *gate valve* yang dua diantaranya dipasang di sisi sebelum dan sesudah plat *orifice* yang ditunjukkan pada Gambar 3.4 dengan spesifikasi:

Merek : Starmec

Tipe : *Hand valve*

Ukuran : ¼"



Gambar 3. 4 *Gate valve*

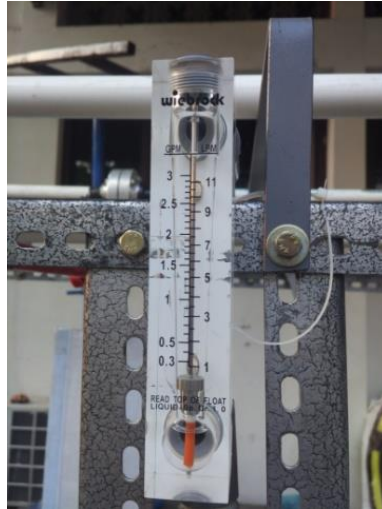
4. Rotameter air

Rotameter air merupakan alat ukur debit aliran fluida yang dialirkan oleh pompa menuju ke plat *orifice*. Kapasitas rotameter yang digunakan yaitu 11 LPM atau setara dengan 3 GPM seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.5 dengan spesifikasi:

Merek : Weibrock

Fluida : Air

Kapasitas : 11 LPM / 3 GPM



Gambar 3. 5 Rotameter air

5. Pompa air

Pompa air berfungsi untuk memompa dan mengalirkan fluida pada instalasi yang melewati rotameter yang kemudian diteruskan menuju plat *orifice*. Air digunakan sebagai fluida kerja untuk pengambilan data pada penelitian ini. Pompa air yang digunakan untuk penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.6 dengan spesifikasi sebagai berikut:

Merek / tipe : EFOS DB – 125B

Tegangan : 220V

Frekuensi : 50 Hz

Daya : 125 W

Tinggi hisap : 9 m

Tinggi dorong : 24 m

Tinggi total : 33 m

Suhu cairan : 35 °C

Kapasitas : 30 L/Menit

Pipa : 25 mm (1" x 1")



Gambar 3. 6 Pompa air

6. Tangki air

Tangki air digunakan untuk menampung air yang akan disirkulasikan selama pengambilan data dilakukan. Tangki yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 3.7. Adapun spesifikasi dari tangki sebagai berikut:

Kapasitas : 50 liter

Dimensi : 72 cm x 38,5 cm x 34,5 cm

Bahan : Plastik



Gambar 3. 7 Tangki air

7. *Ball valve*

Ball valve digunakan untuk membuka dan menutup aliran fluida. Instalasi alat ini menggunakan 2 *ball valve* yaitu pada pipa $\frac{1}{2}$ dan 1 inch yang pengoperasiannya bergantian antara pipa $\frac{1}{2}$ dan 1 inch. Penutupan arah aliran dimaksudkan agar data yang diperoleh valid dan aliran fluida tidak terpecah menjadi dua arah. *Ball valve* ditunjukkan pada Gambar 3.8 dengan spesifikasi sebagai berikut:



Gambar 3. 8 *Ball valve*

8. Plat *orifice*

Plat orifice merupakan komponen utama pada instalasi ini dan memiliki fungsi sebagai penghambat aliran fluida. Pada instalasi ini, dua plat *orifice* dipasang pada pipa berdiameter $\frac{1}{2}$ inch dan 1 inch yang ditunjukkan pada Gambar 3.9 dan memiliki spesifikasi:

Bahan : Akrilik

Tebal : 3 mm

Di : 1 = *orifice* pipa $\frac{1}{2}$ inch = 4,488 mm = 0,004488 m

2 = *orifice* pipa 1 inch = 6,672 mm = 0,006672 m

Do : 1 = *orifice* pipa $\frac{1}{2}$ inch = 34 mm = 0,034 m

2 = *orifice* pipa 1 inch = 44 mm = 0,044 m



Gambar 3. 9 Plat *orifice*

9. Alat ukur beda tekanan

Manometer U digunakan untuk mengukur beda tekanan yang terjadi pada sisi *upstream* dan *downstream* plat *orifice*. Alat ini dipilih karena memiliki ketelitian yang lebih tinggi dibanding alat ukur lain. Gambar 3.10 menunjukkan alat ukur manometer U dengan spesifikasi sebagai berikut:

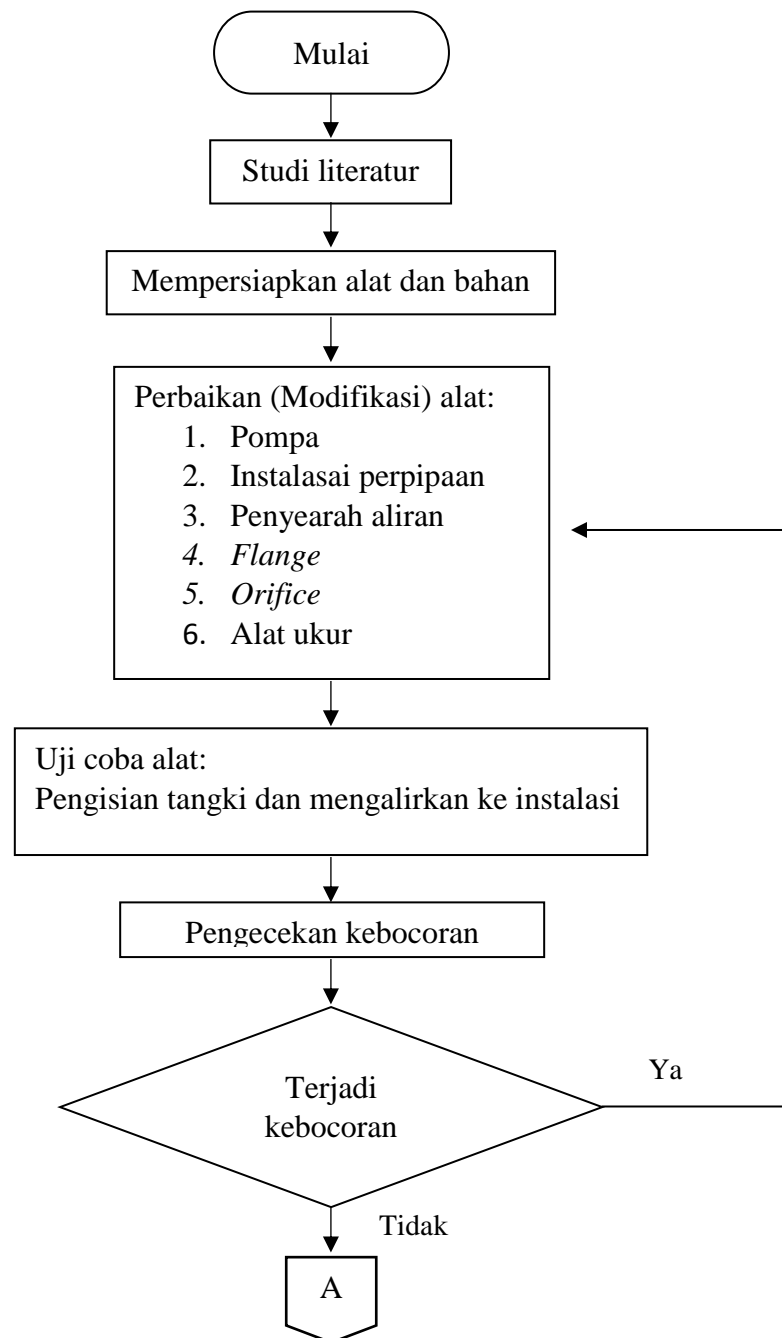


Gambar 3. 10 Manometer U

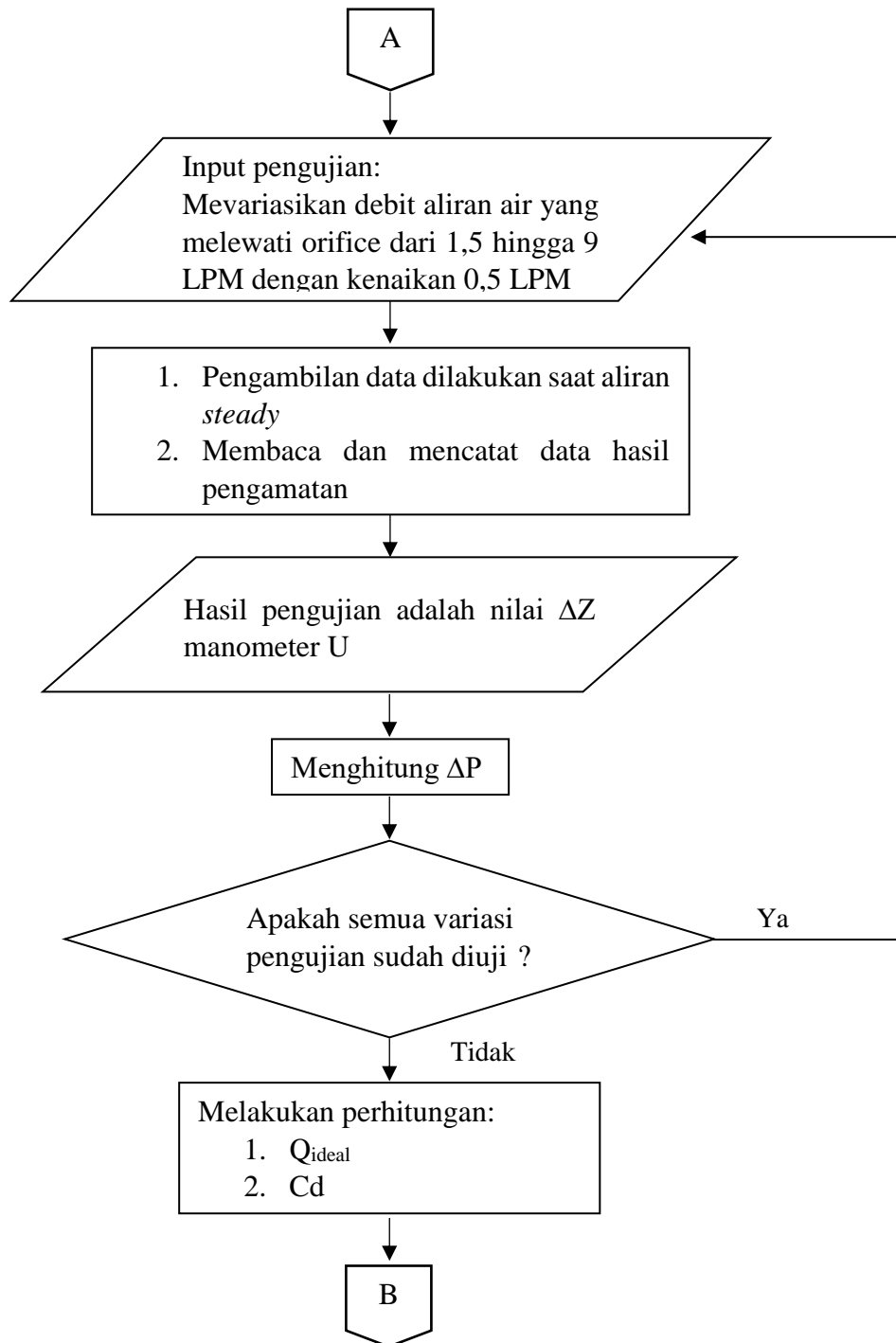
3.3 Prosedur Pengujian

3.3.1. Diagram Alir

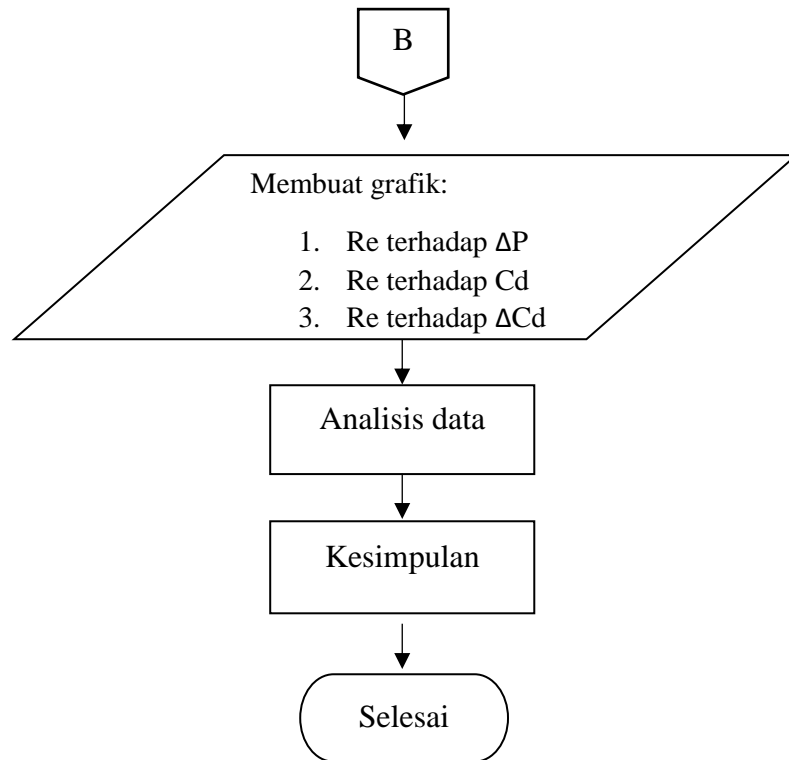
Diagram alir digunakan untuk merencanakan tahapan-tahapan dari persiapan hingga penyelesaian dari pengujian seperti pada Gambar 3.11, 3.12, dan 3.13.



Gambar 3. 11 Diagram alir penelitian



Gambar 3. 12 Diagram alir penelitian (lanjutan)



Gambar 3. 13 Diagram alir penelitian (lanjutan)

3.3.2. Tahapan Pelaksanaan

Terdapat beberapa poin yang harus dilakukan untuk melaksanakan pengujian, yaitu sebagai berikut:

1. Memastikan variabel pengujian dan menyiapkan tabel pengamatan yang akan digunakan.
2. Variabel yang digunakan adalah debit air.
3. Menyiapkan alat uji dengan mengisi air pada tangki air.
4. Memastikan tidak ada kebocoran pada instalasi perpipaan dan *orifice*.
5. Apabila terjadi kebocoran pada instalasi perpipaan dan *orifice* maka kembali pada tahap persiapan alat dan bahan.
6. Menyalakan pompa air sampai air bersirkulasi dengan baik.
7. Memasang alat ukur beda tekanan (dalam penelitian ini manometer U) yang akan digunakan dalam pengambilan data.

8. Membuka katup untuk mengalirkan air ke plat *orifice* yang akan diuji pada pipa yang berukuran $\frac{1}{2}$ atau 1 inch.

3.3.3. Pengambilan Data

Langkah pengambilan data dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Melakukan penyetelan rotameter pada 1,5 LPM selama 1 menit.
2. Membuka katup pipa PVC berukuran $\frac{1}{2}$ inch atau 1 inch sesuai plat *orifice* yang akan diuji kemudian membuka katup kapiler untuk membaca perbedaan tekanan.
3. Mencatat data ΔP yang terbaca pada alat ukur ketika alat uji beroperasi.
4. Menyetel rotameter dilakukan hingga variabel debit terpenuhi sesuai tahapan pelaksanaan.
5. Mengulangi tahapan diatas hingga seluruh variabel yang diuji terpenuhi.

3.3.4. Prosedur Analisis Data

Adapun beberapa tahapan untuk melakukan analisis data sebagai berikut:

1. Melakukan perhitungan yang meliputi: Q_{ideal} , $Q_{orifice}$ dan C_d (*coefficient of discharge*), ΔC_d untuk pipa $\frac{1}{2}$ dan 1 inch.
2. Data yang perlu diolah dan dianalisis meliputi: mengolah data dengan memplot grafik Re terhadap ΔP , Re terhadap C_d , dan Re terhadap ΔC_d .
3. Plot grafik perbandingan pada pipa PVC berukuran $\frac{1}{2}$ dan 1 inch.

3.4 Variasi Pengujian

Pengujian *orifice* ini dilakukan dengan memvariasikan debit aliran fluida aktual yang terbaca melalui rotameter. Variasi pengujian dapat dilihat pada Tabel 3.1 dan 3.2.

Tabel 3. 1 Variasi pengujian

| No | Pipa (Inch) | Debit Aktual (LPM) | Pengukuran |
|----|-------------|--------------------|------------|
| 1 | 1 | 1.5 | ΔZ |
| 2 | | 2 | |
| 3 | | 2.5 | |

Tabel 3. 2 Variasi pengujian (lanjutan)

| No | Pipa (Inch) | Debit Aktual (LPM) | Pengukuran |
|----|-------------|--------------------|------------|
| 4 | 1 | 3 | ΔZ |
| 5 | | 3.5 | |
| 6 | | 4 | |
| 7 | | 4.5 | |
| 8 | | 5 | |
| 9 | | 5.5 | |
| 10 | | 6 | |
| 11 | | 6.5 | |
| 12 | | 7 | |
| 13 | | 7.5 | |
| 14 | | 8 | |
| 15 | | 8.5 | |
| 16 | | 9 | |
| 17 | | 9.5 | |
| 18 | | 10 | |
| 19 | | 10.5 | |
| 20 | | 11 | |
| 1 | 0.5 | 1.5 | ΔZ |
| 2 | | 2 | |
| 3 | | 2.5 | |
| 4 | | 3 | |
| 5 | | 3.5 | |
| 6 | | 4 | |
| 7 | | 4.5 | |
| 8 | | 5 | |
| 9 | | 5.5 | |
| 10 | | 6 | |
| 11 | | 6.5 | |
| 12 | | 7 | |
| 13 | | 7.5 | |
| 14 | | 8 | |
| 15 | | 8.5 | |
| 16 | | 9 | |