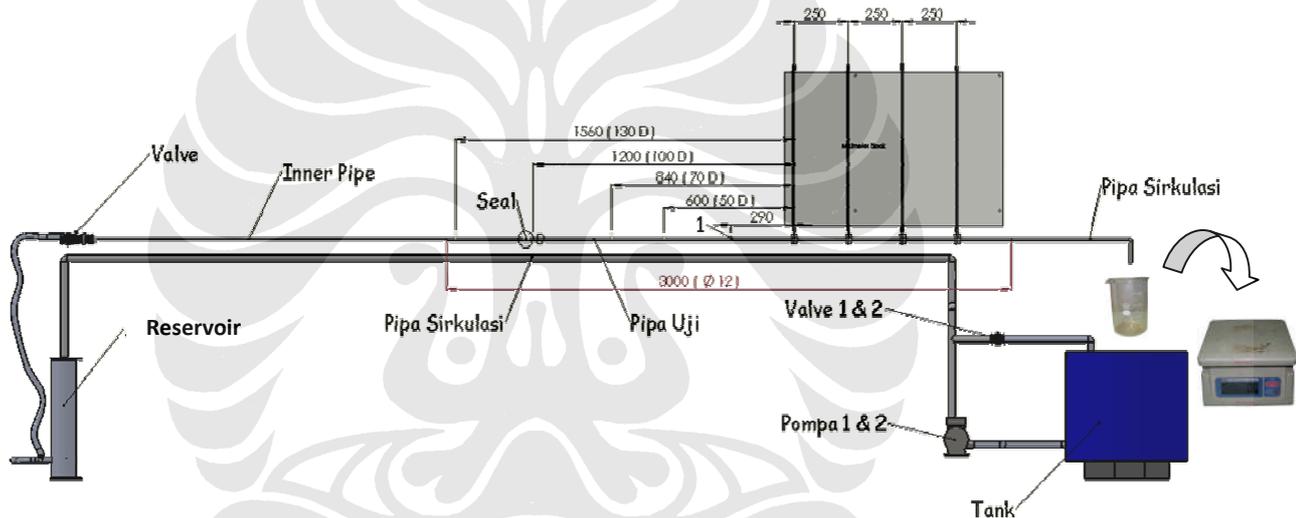


BAB III

PERALATAN DAN PROSEDUR PENGUJIAN

3.1 PERANCANGAN ALAT PENGUJIAN

Desain yang digunakan pada penelitian ini berupa alat sederhana. Alat yang di desain untuk mensirkulasikan fluida dari tanki penampungan menuju pipa pengujian dengan bantuan pompa dan debit aliran diatur oleh katup pengatur aliran (*gate valve*) seperti terlihat pada Gambar 3.1. Gambar 3.1 Skema alat pengujian



3.2 PERALATAN PENGUJIAN

Pada penelitian ini peralatan yang dipergunakan untuk melakukan pengujian adalah:

1. Instalasi pengujian untuk aliran fluida (air)

Instalasi sirkulasi fluida terdiri dari:

➤ Tiga pipa inlet penguji yang terdiri:

1. pipa *alluminium* dengan diameter dalam 4 millimeter.
2. pipa *acrylic* dengan diameter dalam 4 millimeter
3. pipa *acrylic* dengan diameter dalam 6 millimeter,

- pipa ½ inchi untuk sambungan dari tangki ke pompa, sambungan antara pompa, air trap dan selang,
 - selang untuk menghubungkan antara air trap dari pipa penguji (*inlet pipe*),
 - katup,
 - tangki penampungan fluida,
 - dua buah pompa sentrifugal,
 - katup pengatur aliran yang digunakan untuk mengatur laju aliran,
 - *elbow*,
 - *clamp* sambungan,
2. Manometer lurus dengan menggunakan alat ukur penggaris dan milimeter block untuk mengukur beda tekanan yang terjadi antara dua titik pada pipa penguji. Alat ukur yang digunakan memiliki ketelitian sebesar 1 mm.
 3. Wadah untuk menampung air (gelas ukur) pada saat pengambilan data.
 4. Timbangan digital dengan ketelitian 1 gram.
 5. *Stopwatch* untuk menunjukkan waktu pengambilan fluida yang keluar dari pipa. Alat ukur ini memiliki ketelitian sampai dengan 0,01 sekon.
 6. Tabung air trap, berfungsi untuk mengeliminir buble.

3.3 PROSEDUR PENGUJIAN

3.3.1 Ruang Lingkup Pengujian

Ruang lingkup pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah pengukuran *head loss* dari suatu fluida cair yang berhubungan dengan head tekanan dari suatu aliran. Debit aliran fluida yang masuk ke pipa pengujian diatur oleh bukaan katup yang mempunyai kisaran dari minimum sampai maksimum. Kemudian dilanjutkan dengan pipa pengujian yang memiliki diameter dalam dan kekasaran yang berbeda.

3.3.2 Lokasi Pengujian

Lokasi pengujian dilakukan di Laboratorium Mekanika Fluida Lantai III, Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

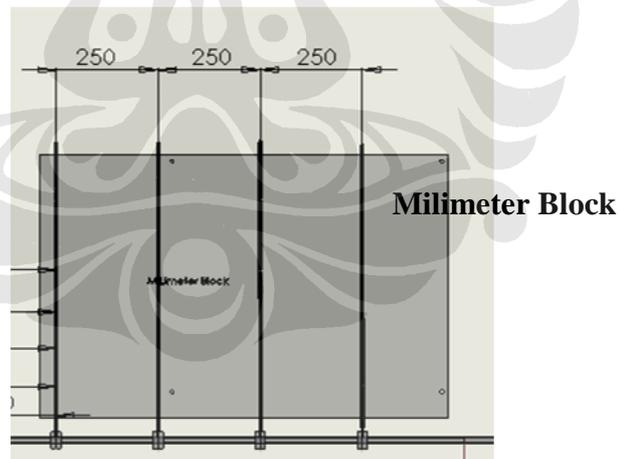
3.3.4 Susunan Alat

Susunan alat pengujian dapat dilihat pada skema 2 dimensi pada Gambar 3.1 dan untuk lebih jelasnya gambar susunan alat dalam bentuk 3 dimensi yaitu dengan bantuan software Solid Work 2008 dapat dilihat pada lampiran B-1.

3.3.5 Persiapan Pengujian

Persiapan yang dilakukan dalam melakukan pengujian adalah:

- Menyiapkan tempat untuk ruang pengujian, pembuatan rangka untuk alat pengujian.
- Membuat rangkaian alat pengujian dengan menggunakan 1 pipa *acrylic* sebagai pipa uji dengan dimensi ($d = 12 \times 16$ mm), pompa, katup, selang, pipa *PVC*, dan tangki penampung sehingga membentuk suatu sistem sirkulasi dimana air bisa disirkulasikan tanpa mengalami kebocoran.
- Membuat lubang dengan diameter 2 mm sebagai *step* pada pipa penguji, total yaitu 4 lubang/*step* yang berjarak masing-masing 250 mm seperti ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Penampang manometer pada pipa uji

Ukuran pipa inlet untuk pengujian:

- Pengujian terdiri dari 3 jenis pengujian yaitu:
 1. Pengujian dengan menggunakan pipa *Alluminium* dengan diameter 4 mm dan panjang 2000 mm,

2. Pengujian dengan menggunakan pipa *Acrylic* dengan diameter 4 mm dan panjang 2000 mm,
 3. Pengujian dengan menggunakan pipa *Acrylic* dengan diameter 6 mm, dan panjang 2000 mm.
- Menghubungkan *pressure tube* yang dibuat pada pipa penguji dengan manometer lurus melalui selang manometer,

3.4 TAHAP PENGUJIAN

3.4.1 Pengujian I

Tahap pengujian yang dilakukan pada saat pengambilan data yaitu sebagai berikut:

1. Memasukkan fluida (air) ke dalam tangki penampungan,
2. Menghidupkan pompa, sehingga fluida dapat mengalir melalui pipa dan terjadi sirkulasi aliran,
3. Tahap pengambilan data:
 - Mengatur bukaan katup,
Menampung fluida yang keluar dari pipa pengujian dengan gelas ukur dan mencatat waktunya, kemudian fluida yang telah ditampung diukur massanya dengan menggunakan timbangan digital.
 - Menghitung selisih tinggi *head* yang terjadi pada manometer lurus,
 - Mengulangi pengambilan data dengan mengatur bukaan katup dari minimal sampai maksimal,
 - Pengambilan data yang dilakukan dimulai dari aliran dengan bilangan Reynold kecil (laminar) sampai dengan bilangan Reynold besar (turbulen),
 - Untuk pengambilan data berikutnya adalah dengan mengalirkan fluida ke pipa uji menggunakan pipa inlet diameter yang berbeda, proses pengambilan data sama dengan proses pengambilan awal.

Pengujian dilakukan berulang untuk mendapatkan hasil yang akurat dan benar, kerja alat penguji selalu dicek agar sirkulasi aliran tetap stabil dan penyimpangan tidak terjadi lagi.

Nilai Re diukur dari debit yang keluar setelah melewati pipa dan manometer, ditimbang dalam periode waktu untuk mendapatkan kecepatan rata-rata dari pada aliran fluida. Temperatur fluida dijaga konstan pada suhu ruang ($27,5^{\circ}C$). Pengujian dilakukan dengan melihat perbedaan tekanan pada masing-masing manometer pada tiap-tiap perubahan jarak dari pipa inlet.

3.4.2 Pengujian II

Pada tahap pengujian kedua ini, yang dilakukan adalah mengatur dan menjaga kecepatan rata-rata aliran dan bilangan Reynolds konstan, kemudian mengambil data penurunan tekanan (Δh) terhadap perubahan rasio panjang masuk (L/D). Tahap pengujiannya adalah sebagai berikut:

1. Memasukkan fluida (air) ke dalam tangki penampungan,
2. Menghidupkan pompa, sehingga fluida dapat mengalir melalui pipa dan terjadi sirkulasi aliran,
3. Tahap pengambilan data:
 - Mengatur bukaan katup dan aliran fluida diatur pada kecepatan tertentu,
 - Aliran dibiarkan beberapa saat hingga stabil, keadaan ini terlihat pada selisih head (Δh) tetap,
 - Menampung fluida yang keluar dari pipa pengujian dengan gelas ukur dan mencatat waktunya, kemudian fluida yang telah ditampung diukur massanya dengan menggunakan timbangan digital.
 - Setelah aliran stabil pipa inlet diatur atau digeser sesuai besarnya rasio jarak panjang (L/D) terhadap pressure step,
 - Menghitung selisih tinggi *head* yang terjadi pada manometer lurus pada posisi rasio L/D yang ditentukan,
 - Mengatur kembali posisi inlet pada rasio L/D yang lebih besar kemudian menghitung selisih tinggi head,
 - Pengambilan data head kerugian dilakukan berulang sesuai dengan semakin besarnya nilai rasio L/D ,

- Mengulangi pengambilan data dengan mengatur bukaan katup dari minimal sampai maksimal, dan mengambil data massa fluida yang keluar dan mencatat waktunya,
- Pengambilan data yang dilakukan dimulai dari aliran dengan bilangan Reynold kecil (laminar) sampai dengan bilangan Reynold besar (turbulen),
- Untuk pengambilan data pada pengujian kedua ini hanya dilakukan pada pipa inlet Alluminium ($d = 4 \text{ mm}$).

Pengujian dilakukan berulang untuk mendapatkan hasil yang akurat dan benar, kerja alat penguji selalu dicek agar sirkulasi aliran tetap stabil dan penyimpangan tidak terjadi lagi.

Temperatur fluida dijaga konstan pada suhu ruang ($\pm 27,5^\circ\text{C}$). Pengujian dilakukan dengan melihat perbedaan tekanan pada masing-masing manometer pada tiap-tiap perubahan jarak dari pipa inlet.

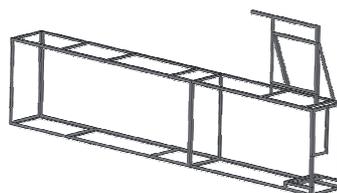
Alat uji merupakan jenis pipa *Acrylic* dengan diameter dalam (D) 12 mm, panjang (L) 3000 mm. Panjang "*entry length*" cukup untuk menjaga aliran berkembang penuh (*fully developed*) untuk aliran laminar *fully developed flow* pada 130 D sedangkan untuk turbulen pada 30 D . Fluida mengalir dari tabung penampung masuk ke pompa dan didistribusikan melalui selang dan pipa tubing (*inlet*) dengan diameter dalam (d) yang bervariasi.

Laju aliran diukur dengan mengumpulkan debit yang keluar dari pipa dalam periode waktu tertentu. Debit aliran fluida diatur dengan pengaturan *gate valve* untuk mengatur nilai bilangan Reynolds.

3.5 PERALATAN PENGUJIAN

3.5.1 Rangka Uji

Rangka uji digunakan sebagai penopang semua peralatan dan komponen alat uji. Rangka uji terbuat dari besi profil siku.



Gambar 3.3 Rangka alat uji

3.5.2 Pompa Sentrifugal

Pompa disini berfungsi untuk meningkatkan energi mekanik fluida atau sebagai penghisap dan pendorong aliran fluida yang akan dialirkan melalui pipa uji, sehingga terjadi sirkulasi fluida uji di sepanjang penampang pipa instalasi.

Spesifikasi pompa sentrifugal yang digunakan dalam pengujian ini adalah sebagai berikut:

Pompa I & II

- Jenis pompa : Sentrifugal
- Daya pompa : 125 Watt
- Kapasitas pompa maksimum : 42 L/menit
- Head total : 37 Meter
- Putaran motor : 2850 rpm

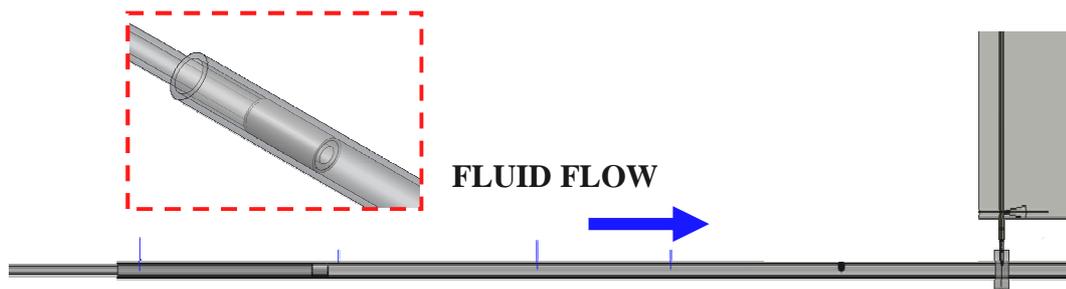


Gambar 3.4 Pompa sentrifugal

3.5.3 Pipa Masuk (*Inlet Pipe*)

Pengujian ini dilakukan dengan 3 pipa masuk dengan ukuran dimensi yang berbeda-beda, yaitu:

1. Pipa *Alluminium* dengan ukuran diameter (6x4) mm.
2. Pipa *Acrylic* dengan ukuran diameter (8x4) mm.
3. Pipa *Acrylic* dengan ukuran diameter (10x6) mm.



Gambar 3.5. Penampang pipa uji dan pipa inlet

Universitas Indonesia

3.5.4 Manometer

Manometer digunakan sebagai alat ukur ketinggian dengan cara mengukur beda ketinggian pada pipa pengujian, manometer dibuat dari selang elastis transparan dengan diameter dalam sebesar 4 mm dan dipasang dengan melubangi pipa. Manometer dibuat sebanyak 4 lubang dengan jarak masing-masing 250 mm dan dilekatkan pada pipa uji yang telah dilubangi dengan ukuran 2 mm.

3.6 PERALATAN PENDUKUNG

Setelah peralatan selesai dibuat, maka baru bisa dilakukan pengujian. Pada pengujian diperlukan juga peralatan pendukung untuk mengukur variabel kecepatan aliran, volume aliran, dan temperatur yaitu antara lain:

3.6.1 Gelas Ukur

Gelas digunakan untuk mengetahui volume atau massa fluida dalam waktu tertentu, yang nilainya digunakan untuk mengetahui debit fluida yang mengalir dari keluaran pipa uji.



Gambar 3.6. Gelas ukur

3.6.2 Stopwatch

Stopwatch digunakan untuk mengukur waktu yang diperlukan untuk mengisi gelas ukur dengan periode waktu tertentu.



Gambar 3.7. Stopwatch

3.6.3 Termometer

Termometer digunakan untuk mengukur temperatur fluida yang mengalir selama pengujian. Hal ini diperlukan karena temperatur sangat berpengaruh terhadap viskositas fluida.



Gambar 3.8. Termometer

3.6.4 Timbangan Digital

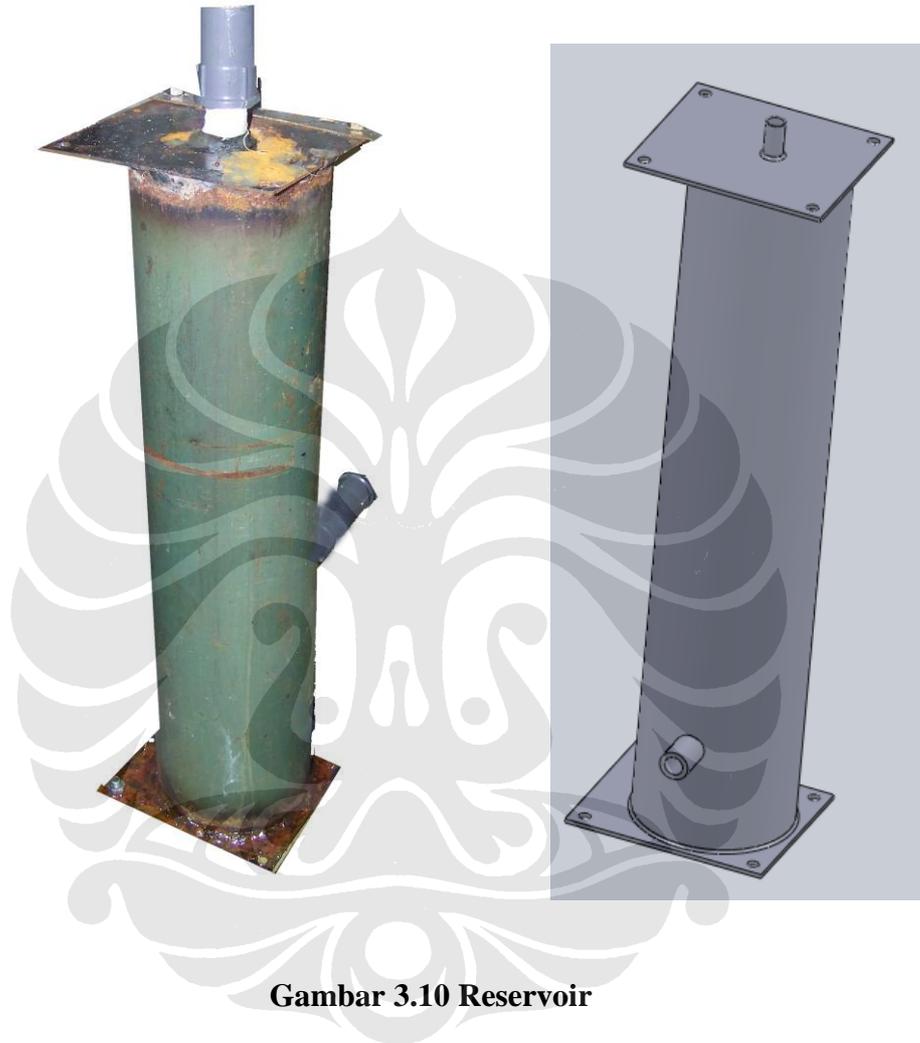
Timbangan yang digunakan untuk penelitian ini adalah timbangan elektronik AND SK-5001 dengan beban maksimum 5 kg dengan ketelitian 1 gram. Timbangan berfungsi untuk mengukur massa fluida selama waktu tertentu untuk mendapatkan kecepatan aliran fluida.



Gambar 3.9 Timbangan digital

3.6.5 Reservoir

Tabung ini digunakan untuk mengurangi fluktuasi tekanan dari pompa dan mengurangi gelembung udara yang sangat berpengaruh terhadap akurasi dari manometer lurus alat uji.



Gambar 3.10 Reservoir