

# STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH VARIASI BELOKAN PIPA (*ELBOW*) TERHADAP KECEPATAN ALIRAN FLUIDA DAN KERUGIAN TEKANAN

<sup>1</sup>Fadhli, <sup>2</sup>Sriwati

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Makassar

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Islam Makassar  
Jl.Perintis Kemerdekaan KM 9 NO 29 Kampus UIM, Tlpn 0411-588-167

Email : [fadhli rahman246@yahoo.co.id](mailto:fadhli rahman246@yahoo.co.id)

## ABSTRAK

Perubahan tekanan dalam aliran fluida terjadi karena adanya perubahan ketinggian, perubahan kecepatan akibat perubahan penampang dan gesekan fluida. Pada aliran tanpa gesekan perubahan tekanan dapat dianalisa dengan persamaan Bernoulli yang memperhitungkan perubahan tekanan ke dalam perubahan ketinggian dan perubahan kecepatan. Sehingga perhatian utama dalam menganalisa kondisi aliran nyata adalah pengaruh dari gesekan. Gesekan akan menimbulkan penurunan tekanan atau kehilangan tekanan dibandingkan dengan aliran tanpa gesekan. Berdasarkan lokasi timbulnya kehilangan, secara umum kehilangan tekanan akibat gesekan atau kerugian ini dapat digolongkan menjadi 2 yaitu: kerugian mayor dan kerugian minor. Selain itu aliran fluida yang mengalami gesekan dengan permukaan saluran akan menyebabkan terjadinya kerugian tekanan (*pressure drop*). Hal ini dapat juga terjadi ketika aliran fluida melewati sambungan pipa, belokan maupun katup. Besar *pressure drop* ini bergantung pada kecepatan aliran, kekasaran permukaan, panjang pipa serta diameter pipa.

**Kata Kunci :** *belokan pipa (elbow), kecepatan aliran fluida, kerugian tekanan.*

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Penggunaan pipa dalam suatu sistem saluran fluida banyak dijumpai dalam kehidupan manusia sehari-hari. Sistem perpipaan merupakan suatu sistem yang banyak digunakan untuk memindahkan fluida baik fluida cair, gas maupun campuran cair dan gas dari suatu tempat ke tempat yang lain. Efisiensi dari suatu sistem saluran akan tercapai maksimal apabila desain atau perancangan sistem salurannya dilakukan dengan cermat dan tepat. Perancangan ini meliputi penentuan diameter pipa, posisi pipa, penggunaan sambungan-sambungan (*fitting*) dan belokan (*elbow*).

Dalam perencanaan suatu sistem aliran, sulit dihindari akan adanya suatu belokan

(*elbow*). Adanya *elbow* dalam suatu saluran pipa akan menyebabkan terjadinya kerugian tekanan pada aliran tersebut. Hal ini disebabkan oleh adanya perubahan arah aliran fluida yang melalui saluran tersebut. Besar kecilnya kerugian tekanan yang terjadi pada aliran yang melalui *elbow* tersebut dipengaruhi oleh besarnya jari-jari kelengkungan dan sudut belok dari *elbow* itu sendiri.

Pada saat fluida melewati belokan pipa, maka akan terjadi perbedaan kecepatan aliran pada lengkungan bagian dalam dengan kecepatan aliran pada lengkungan bagian luar, sehingga akan terjadi perbedaan tekanan aliran pada lengkungan tersebut. Dengan adanya perbedaan tekanan aliran tersebut, maka pipa bagian luar lengkungan akan mengalami tekanan yang lebih besar jika

dibandingkan dengan bagian dalam lengkungan.

Perubahan tekanan dalam aliran fluida terjadi karena adanya perubahan ketinggian, perubahan kecepatan akibat perubahan penampang dan gesekan fluida. Pada aliran tanpa gesekan perubahan tekanan dapat dianalisa dengan persamaan Bernoulli yang memperhitungkan perubahan tekanan ke dalam perubahan ketinggian dan perubahan kecepatan. Sehingga perhatian utama dalam menganalisa kondisi aliran nyata adalah pengaruh dari gesekan. Gesekan akan menimbulkan penurunan tekanan atau kehilangan tekanan dibandingkan dengan aliran tanpa gesekan. Berdasarkan lokasi timbulnya kehilangan, secara umum kehilangan tekanan akibat gesekan atau kerugian ini dapat digolongkan menjadi 2 yaitu: kerugian mayor dan kerugian minor.

Selain itu aliran fluida yang mengalami gesekan dengan permukaan saluran akan menyebabkan terjadinya kerugian tekanan (*pressure drop*). Hal ini dapat juga terjadi ketika aliran fluida melewati sambungan pipa, belokan maupun katup. Besar *pressure drop* ini bergantung pada kecepatan aliran, kekasaran permukaan, panjang pipa serta diameter pipa.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka penelitian ini dilakukan dalam bentuk eksperimental yang dititikberatkan pada :

1. Bagaimana pengaruh variasi belokan pipa (*elbow*) terhadap kecepatan aliran fluida cair.
2. Bagaimana pengaruh variasi belokan pipa (*elbow*) terhadap kerugian tekanan (*losses*) yang dialami fluida cair.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka tujuan penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui pengaruh variasi belokan pipa (*elbow*) terhadap kecepatan aliran fluida cair.

2. Untuk mengetahui pengaruh variasi belokan pipa (*elbow*) terhadap kerugian tekanan (*losses*) yang dialami fluida cair.

## 1.4 Manfaat Penelitian

1. Memberikan gambaran mengenai pengaruh variasi belokan pipa (*Elbow*) terhadap kecepatan aliran fluida dan kerugian tekanan sehingga bermanfaat untuk kalangan industri dan rumah tangga yang berhubungan dengan analisa dan perancangan instalasi serta jaringan perpipaan.
2. Sebagai contoh atau acuan bagi penelitian selanjutnya untuk memperoleh data atau bahan perbandingan yang lebih baik dan akurat.
3. Sebagai wahana pengembangan keilmuan dan memperkaya khazanah tentang pengaruh belokan pipa (*elbow*) terhadap kecepatan dan tekanan aliran fluida cair.

## METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Fluida Universitas Muslim Indonesia dan Laboratorium Konversi Energi Politeknik Negeri Ujung Pandang dengan terlebih dahulu mempersiapkan alat dan bahan serta membuat instalasi penelitian yang akan digunakan. Waktu penelitian selama dua bulan terhitung bulan Juli sampai Agustus 2016.

### 2.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah tangki atau bak air, pompa air, katup air, manometer, *stopwatch*, pipa air berupa pipa PVC dan pipa uji transparan (*archylic*) dan termometer. Sedangkan bahan-bahan yang digunakan adalah air (*aqua*) sebagai fluida cair.

### 2.3 Metode Pengumpulan Data

Dalam pelaksanaan penelitian, data-data yang akan diperoleh dapat berupa data primer yaitu data yang diperoleh secara langsung dari hasil pengamatan dan pengukuran.

Selanjutnya data primer ini diolah dan dianalisa serta dilengkapi dengan data sekunder yaitu data yang melengkapi data primer yang pada umumnya diperoleh dari sumber pustaka seperti bahan kuliah, laporan, karya tulis, buku-buku, literatur, internet dan sumber-sumber lainnya yang erat hubungannya dengan penelitian ini.

#### 2.4 Rancangan Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian ini perlu dirancang langkah-langkah penelitian berupa persiapan awal berupa perancangan dan perakitan instalasi. Perancangan dan perakitan alat dimaksudkan untuk mempermudah kelancaran dalam penelitian. Pengumpulan data perbandingan dan literatur merupakan salah satu obyek perencanaan serta pengadaan alat dan bahan yang diperlukan. Setelah pengadaan alat dan bahan yang diperlukan telah siap, maka dilakukan pembuatan instalasi penelitian.

Langkah berikutnya berupa pemeriksaan dan kalibrasi alat di mana Sebelum melakukan penelitian, maka terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan terhadap peralatan yang akan diuji sebagai berikut :

1. Memeriksa dan menutup katup yang terpasang pada instalasi, baik katup udara maupun katup air.
2. Memeriksa manometer dan dipastikan berfungsi dengan baik.
3. Memeriksa kembali semua instalasi dan memastikan tidak terdapat kebocoran.

Untuk menghindari kesalahan, maka sebelum pengukuran dilakukan, terlebih dahulu dilakukan kalibrasi alat pada aliran satu fase. Kalibrasi ini dilakukan dengan mengukur penurunan tekanan kemudian dikoreksi hasil perhitungan secara teori dan disesuaikan dengan alat ukur standar.

#### 2.5 Teknik Pengumpulan Data

Langkah-langkah pengumpulan data dalam penelitian ini yaitu berupa :

1. Pengambilan data debit dan kecepatan air.  
Air yang dialirkan dari tangki/bak dengan pembukaan katup tertentu, menuju pipa

seksi uji dan dilakukan pengukuran volume dengan mengambil waktu dalam hitungan detik hingga mencapai volume 40 liter, yang selanjutnya diperoleh debit air dan kecepatan air.

2. Pengukuran temperatur air.

Temperatur air diukur dengan menggunakan termometer yang dipasang pada tangki/bak.

3. Perhitungan laju aliran massa air

Setelah diperoleh debit air maka debit tersebut dikalikan dengan massa jenis air.

4. Melakukan pengulangan pengujian dengan menggunakan jenis belokan pipa (*elbow*) dengan sudut yang lain.

#### 2.6 Analisis Data

Untuk mendapatkan data-data penelitian dilaksanakan dengan metode eksperimen, selanjutnya hasil eksperimen tersebut diolah dengan rumus-rumus yang relevan dengan penelitian ini kemudian langkah selanjutnya adalah melakukan analisis dengan memberikan penjelasan secara deskriptif.

Dalam menganalisa masalah yang penulis temukan dan kumpulkan, maka digunakan analisis data kuantitatif yaitu analisis yang dilakukan terhadap data yang diperoleh dari catatan, laporan atau sumber lainnya. Sedangkan untuk data kualitatif yaitu mengemukakan teori atau konsep tentang hal-hal yang berkaitan dengan masalah-masalah penelitian yang dibahas.

#### ANALISA DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian untuk semua belokan pipa diperoleh bahwa pada kecepatan 0,14 m/s, perubahan tekanan ( $\Delta P$ ) yang terjadi sebesar 14641,614 N/m<sup>2</sup> dan pada kecepatan tertinggi yaitu 1,40 m/s perubahan tekanan yang terjadi sebesar 15474,934 N/m<sup>2</sup>. Dari hasil ini dapat dikatakan bahwa perubahan tekanan terbesar terjadi pada daerah pipa yang memiliki kelengkungan belokan yang besar.

Untuk head tekanan ( $\Delta h$ ), diperoleh bahwa pada belokan 45<sup>0</sup> dengan kecepatan 0,14 m/s terjadi  $\Delta h$  sebesar 1,3800 m.H<sub>2</sub>O menurut hasil pengamatan sedangkan secara

teori sebesar 1,5015 m.H<sub>2</sub>O. Pada belokan 90<sup>0</sup> dengan kecepatan 0,14 m/s terjadi  $\Delta h$  sebesar 1,4927 m.H<sub>2</sub>O menurut hasil pengamatan sedangkan secara teori sebesar 1,5015 m.H<sub>2</sub>O. Dan pada belokan 180<sup>0</sup> dengan kecepatan 0,14 m/s terjadi  $\Delta h$  sebesar 1,5253 m.H<sub>2</sub>O menurut hasil pengamatan sedangkan secara teori sebesar 1,5015 m.H<sub>2</sub>O.

## PENUTUP

### 3.1 Kesimpulan

1. Perubahan tekanan pada belokan pipa sangat dipengaruhi oleh faktor kecepatan aliran air. Dari hasil perhitungan dan pengamatan untuk semua belokan pipa diperoleh bahwa pada kecepatan 0,14 m/s, perubahan tekanan ( $\Delta P$ ) yang terjadi sebesar 14641,614 N/m<sup>2</sup> dan pada kecepatan tertinggi yaitu 1,40 m/s perubahan tekanan yang terjadi sebesar 15474,934 N/m<sup>2</sup>. Dari hasil ini dapat dikatakan bahwa perubahan tekanan terbesar terjadi pada daerah pipa yang memiliki kelengkungan belokan yang besar. Hal ini diakibatkan karena terjadinya stagnasi pada posisi tersebut sehingga *head* kecepatan yang ada diubah menjadi *head* tekanan.
2. Head tekanan ( $\Delta h$ ), diperoleh bahwa pada belokan 45<sup>0</sup> dengan kecepatan 0,14 m/s terjadi  $\Delta h$  sebesar 1,3800 m.H<sub>2</sub>O menurut hasil pengamatan sedangkan secara teori sebesar 1,5015 m.H<sub>2</sub>O. Pada belokan 90<sup>0</sup> dengan kecepatan 0,14 m/s terjadi  $\Delta h$  sebesar 1,4927 m.H<sub>2</sub>O menurut hasil pengamatan sedangkan secara teori sebesar 1,5015 m.H<sub>2</sub>O. Dan pada belokan 180<sup>0</sup> dengan kecepatan 0,14 m/s terjadi  $\Delta h$  sebesar 1,5253 m.H<sub>2</sub>O menurut hasil pengamatan sedangkan secara teori sebesar 1,5015 m.H<sub>2</sub>O. Dari hasil ini dapat dikatakan bahwa head tekanan ( $\Delta h$ ) terbesar pada kecepatan 0,14 m/s terjadi pada belokan 180<sup>0</sup> sedangkan head tekanan ( $\Delta h$ ) terkecil terjadi pada belokan 45<sup>0</sup> berarti bahwa semakin besar derajat kelengkungan belokan, maka semakin besar pula head tekanan ( $\Delta h$ ) yang terjadi.

### 3.2 Saran

Adapun saran dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mendapatkan hasil atau data yang lebih baik dan akurat maka perlu menggunakan alat ukur digital yang lebih canggih dan modern sehingga mampu mendeteksi nilai rata-rata perbedaan tekanan aliran fluida cair.
2. Pada penelitian selanjutnya diharapkan dapat menggunakan fluida lain sebagai data pembanding pada penelitian mengenai aliran satu fase maupun aliran dua fase.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anggun Nugroho, 2006. *Analisis Distribusi Tekanan Fluida Cair Yang Melalui Elbow 90<sup>0</sup> Dengan Variasi Jari-Jari Kelengkungan dan Kapasitas Aliran Fluida*. Skripsi. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik. Universitas Negeri Semarang.
- Bruce R. Munson., Donald F. Young., Theodore H. Okiishi, 2004. *Mekanika Fluida, Jilid 1-2 Edisi keempat*, Erlangga, Jakarta.
- Carsoni, 2002. *Studi Eksperimental Aliran Searah Gas-Cair Pada Belokan*, Tesis, Program Pascasarjana, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Helmizar, 2010. *Studi Eksperimental Pengukuran Head Losses Mayor (Pipa PVC Diameter 3/4 ") dan Head Losses Minor (Belokan Knee 90<sup>0</sup> Diameter 3/4 ") Pada Sistem Instalasi Pipa*. Dinamika Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Vol. 1, No. 2, Mei 2010, Program Studi Teknik Mesin, Universitas Bengkulu, Bengkulu.
- Koestoer, R.A dan Proborini, S., 1992. *Aliran Dua Fase dan Fluks Kalor Kritis*, Pradnya Paramitha, Jakarta.
- Michael J. Moran., Howard N. Shapiro, 2004. *Termodinamika Teknik Jilid 1-2 Edisi Empat*, Erlangga, Jakarta.
- Nasution, Henry., 1997. *Karakterisasi Aliran Dua Fase (Gas-Cair) Searah Vertikal Ke Atas Dalam Saluran Berdiameter Satu*

*Inci*, Tesis, Program Pascasarjana,  
Program Studi Teknik Mesin, Universitas  
Gadjah Mada, Yogyakarta.

Raswari, 2007. *Teknologi dan Perencanaan  
Sistem Perpipaan*, Penerbit Universitas  
Indonesia (UI-Press), Jakarta.

Reynolds, W.C, 1991. *Termodinamika  
Teknik*, Erlangga, Jakarta.

White Frank, M, 1986. *Mekanika Zalir*,  
Erlangga, Jakarta.