

## BAB II TINJAUAN PUSAKA

### 2.1 Penelitian Sebelumnya

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan penelitian terdahulu sebagai tolak ukur dan acuan untuk menyelesaikannya, penelitian terdahulu memudahkan penulis dalam menentukan langkah – langkah yang sistematis untuk penyusunan penelitian dari segi teori maupun konsep. tinjauan pustaka harus mengemukakan hasil penelitian lain yang relevan dalam pendekatan permasalahan penelitian : teori, konsep – konsep, analisis, kesimpulan, kelemahan dan keunggulan pendekatan yang dilakukan orang lain dalam penelitian, penulis harus belajar dari penelitian lain, untuk menghindari duplikasi dan pengulangan penelitian atau kesalahan yang sama seperti yang dibuat oleh peneliti sebelumnya. (Masyhuri dan zainuddin, 2008:100).

Tabel 2.1 Penelitian Sebelumnya

No	Judul	Pengarang	Hasil/Kesimpulan
1	Analisa Distribusi Tekanan Udara Yang Melewat i Elbow 90°	Yuspian Gunawan Teknik Mesin Universitas Halu Oleo	Dari hasil penelitian ini disimpulkan bahwa Distribusi tekanan pada $Re = 8,1737 \times 10^4$ . lebih kecil dibandingkan dengan $Re = 10,1467 \times 10^4$ ., sedangkan kerugian tekanan pada $Re = 8,1737 \times 10^4$ . lebih kecil dibandingkan dengan $Re$

			<p>= <math>10,1467 \times 10^4</math>.</p> <p>Hubungan antara tekanan dan kecepatan dilihat dari hasil perhitungan maka dapat di jelaskan bahwa semakin kecil kecepatan maka nilai tekanan semakin rendah, Begitu juga sebaliknya semakin besar tekanan maka nilai kecepatan semakin meningkat. Hubungan HL dengan kecepatan adalah apabila kecepatan tinggi maka HL juga meningkat, Begitu juga sebaliknya apabila kecepatan kecil maka HL juga rendah. Sedangkan hubungan HL dengan tekanan adalah apabila tekanan besar maka HL nya kecil, begitu juga sebaliknya semakin kecil HL maka tekanannya semakin meningkat.</p>
--	--	--	--

## 2.2 Teori Pendukung penelitian

Dalam bab ini terdapat dasar – dasar dan referensi yang dapat mendukung dalam melakukan perhitungan data hasil percobaan yang telah dilakukan sehingga didapatkan hasil yang diperlukan.

## 2.2.1 Definisi Tentang Fluida

Secara umum fluida didefinisikan sebagai suatu zat/substansi yang sangat mudah sekali mengalami deformasi (bergerak) apabila dikenai suatu gaya geser, seberapapun kecilnya gaya geser tersebut dikenakan padanya. Contohnya : Air, udara, minyak, uap, dan lain – lain.

Hal ini tentu berbeda dengan zat padat. Zat padat hanya akan terdeformasi/berubah bentuk, apabila padanya dikenai suatu gaya geser yang melebihi batas ijin deformasinya.



Gambar 2.1 Perbandingan perilaku fluida dan zat padat bila dikenai gaya geser.

Menurut (Raswari: 1986), fluida merupakan suatu zat/bahan yang dalam keadaan setimbang tak dapat menahan gaya atau tegangan geser (*shear force*). Dapat pula didefinisikan sebagai zat yang dapat mengalir bila ada perbedaan tekanan dan atau tinggi. Suatu sifat dasar fluida nyata, yaitu tahanan terhadap aliran yang diukur sebagai tegangan geser yang terjadi pada bidang geser yang dikenai tegangan tersebut adalah viskositas atau kekentalan/kerapatan zat fluida tersebut.

Fluida dapat didefinisikan sebagai suatu zat mampu alir dan dapat menyesuaikan bentuk dengan bentuk wadah yang ditempatinya, serta apabila

diberikan tegangan geser, betapapun kecilnya akan menyebabkan fluida tersebut bergerak dan berubah bentuk secara terus-menerus selama tegangan tersebut bekerja (White : 1986).

Dengan pengertian diatas maka fluida dapat dibedakan atas zat cair dan gas. Dimana kedua zat ini pun berbeda secara teknis akibat gaya kohesif. Zat cair cenderung mempertahankan volumenya dan akan membutuhkan permukaan bebas dalam medan gravitasi. Aliran muka bebas sangat dipenuhi efek gravitasi sedangkan zat gas akan memuai dengan bebas sampai tertahan oleh dinding yang membatasinya. Gas tersebut akan membentuk atmosfer yang pada hakekatnya akan bersifat hidrostatis.

## 2.2.2 Deskripsi Aliran Fluida

### a). Aliran *Viscous* dan *Inviscid*

Aliran *viscous* adalah aliran dari suatu fluida yang mempunyai kekentalan. Dalam aliran ini pengaruh tegangan geser sangat besar.

Aliran *inviscid* adalah aliran dari suatu fluida yang tidak mempunyai kekentalan. Tegangan geser pada aliran ini tidak berpengaruh. Mengingat semua fluida mempunyai kekentalan, maka type aliran ini hanya dapat dianalisis secara teoritis, yakni pada daerah aliran diluar lapisan batas aliran (*boundry layer*) yang tidak dibahas disini.

### b). Aliran *Laminar* dan *Turbulent*

Bilangan Reynolds merupakan bilangan tak berdimensi yang membedakan suatu aliran seperti :

## Aliran laminar

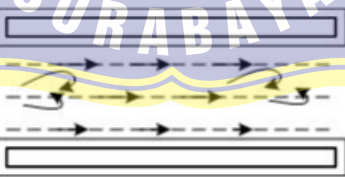
Aliran laminar didefinisikan sebagai aliran dengan fluida yang bergerak dalam lapisan–lapisan atau lamina–lamina dengan satu lapisan meluncur secara lancar. Aliran laminar ini mempunyai nilai bilangan *Reynoldsnya* kurang dari 2300 ( $Re < 2300$ ).



Gambar 2.2 Aliran laminar

## Aliran transisi

Merupakan aliran peralihan dari aliran laminar ke aliran turbulen. Keadaan peralihan ini tergantung pada viskositas fluida, kecepatan dan lain-lain yang menyangkut geometri aliran dimana nilai bilangan *Reynoldsnya* antara 2300 sampai dengan 4000 ( $2300 < Re < 4000$ ).



Gambar 2.3 Aliran Transisi

## Aliran turbulen

Aliran turbulen didefinisikan sebagai aliran yang dimana pergerakan dari partikel-partikel fluida sangat tidak menentu karena mengalami pencampuran serta putaran partikel antar lapisan yang, mengakibatkan saling tukar momentum dari satu bagian fluida ke bagian fluida yang lain dalam skala yang besar. Dimana nilai bilangan Reynoldsnya lebih besar dari 4000 ( $Re > 4000$ ).



Gambar 2.4 Aliran Turbulen

Bilangan Reynold Namanya di ambil dari *Osborne Reynolds (1842-1912)* yang mengusulkan pada tahun 1883.

Bilangan Reynolds dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Re = \frac{vD\rho}{\mu} = \frac{\bar{v}D}{\nu} \quad (2.1)$$

Dimana :  $\bar{v}$  = kecepatan rata-rata (m/s)

D = diameter pipa (m)

$\nu$  = viskositas kinematik fluida ( $m^2/s$ ) atau  
 $\nu = \mu/\rho$

$\rho$  = densitas Massa fluida ( $kg/m^3$ )

$\mu$  = viskositas dinamik fluida ( $N.det/m^2$ )

*Reynolds* menemukan bahwa aliran selalu laminar bila kecepataannya diturunkan sedemikian sehingga  $Re$  lebih kecil dari 2300. Untuk instalasi pipa biasa, dan aliran turbulen nilai  $Re$  lebih dari 4000. Sedangkan  $Re$  berada diantara 2300 sampai dengan 4000 adalah dinamakan bilangan *Reynolds* kritis. Bilangan  $Re$  yang besar menunjukkan aliran yang sangat turbulen dengan kerugian yang sebanding dengan kuadrat kecepatan. Dalam aliran laminar kerugian berbanding lurus dengan kecepatan rata-rata. Aliran laminar didefinisikan sebagai aliran fluida yang bergerak dalam lapisan-lapisan atau lamina-lamina dengan satu lapisan, meluncur secara lancar pada lapisan yang bersebelahan yang saling tukar-menukar momentum secara *molecular*.

c). Aliran *Incompressible* dan *Compressible*

Aliran *Incompressible* adalah aliran dimana masa jenis fluida praktis konstan.

Aliran *Compressible* adalah aliran dimana perubahan masa jenis fluida yang mengalir cukup besar/tidak dapat diabaikan.

Dalam praktek, untuk membedakan kedua type aliran ini, *Mach* memberikan suatu angka tak berdimensi sebagai berikut :

$$M = \frac{\bar{v}}{c} \quad (2.2)$$

Dimana :  $\bar{v}$  = Kecepatan rata-rata aliran

$C$  = Kecepatan rambat bunyi

Bila :

$M < 0,3$  : maka aliran *Incompressible*

$M > 0,3$  : maka aliran *compressible*

d). Aliran *Internal* dan *external*

Aliran *Internal* adalah aliran dimana fluida yang mengalir diselimuti secara penuh oleh suatu batas padat.

Contohnya : - aliran dalam pipa

- aliran dalam saluran-saluran tertutup (*ducting*)

Aliran *external* adalah aliran dimana fluida yang mengalir menyelimuti suatu batas padat.

Contohnya : - aliran sungai

- aliran udara diluar pesawat atau mobil.

### 2.2.3 Viskositas

Viskositas adalah yang menentukan besar daya tahan fluida terhadap gaya geser. Hal ini terutama diakibatkan oleh saling ketergantungan molekul-molekul fluida. Viskositas fluida ini menyebabkan terbentuknya gaya geser antara elemen- elemennya. Bila suatu fluida mengalami geseran, ia mulai bergerak dengan laju renggangan yang berbanding terbalik dengan suatu besaran yang disebut koefisien viskositas, viskositas dinamis atau viskositas mutlak (*White, 1986*).

Renggangan geser yang bekerja dalam fluida berbanding langsung dengan gradien kecepatan. Konstanta perbandingannya adalah koefisien



viskositas . viskositas dinamis dapat diperhitungkan dengan persamaan :

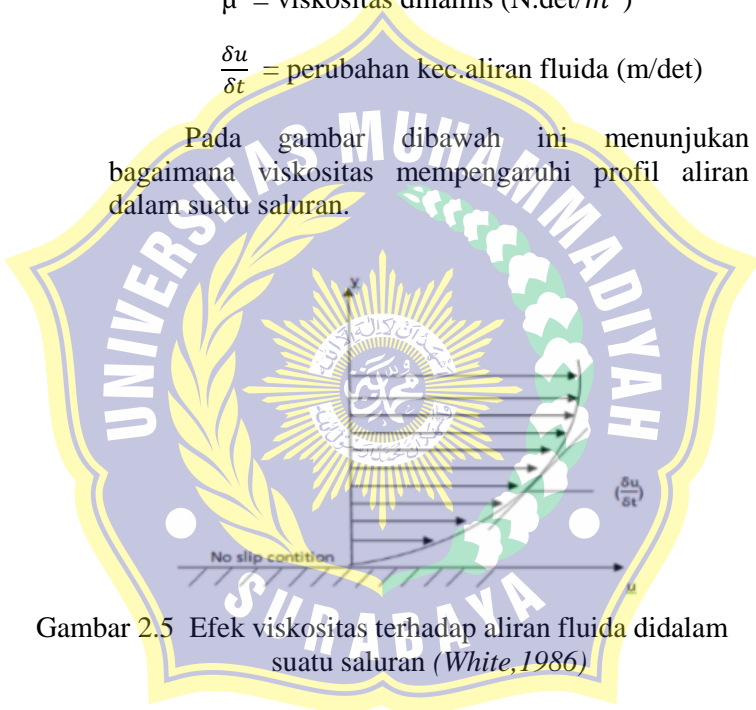
$$\mu = \tau : \frac{\delta u}{\delta t} \quad (2.3)$$

Dimana :  $\tau$  = tegangan geser (N.m)

$\mu$  = viskositas dinamis (N.det/m<sup>2</sup>)

$\frac{\delta u}{\delta t}$  = perubahan kec.aliran fluida (m/det)

Pada gambar dibawah ini menunjukkan bagaimana viskositas mempengaruhi profil aliran dalam suatu saluran.



Gambar 2.5 Efek viskositas terhadap aliran fluida didalam suatu saluran (*White, 1986*)

Pada diatas terlihat bahwa pada dinding tidak terjadi percepatan dan semakin ditengah aliran terlihat sempurna karena aliran dikuasai oleh gaya kekentalannya (viskositasnya). Selain viskositas dinamis, kita juga mengenal adanya viskositas

kinematis. viskositas kinematis adalah perbandingan antara viskositas dinamis dengan densitas.

$$v = \frac{\mu}{\rho} \quad (2.4)$$

Dimana :  $v$  = viskositas kinematis ( $m^2/det$ )

$\mu$  = viskositas dinamis ( $N.det/m^2$ )

$\rho$  = densitas ( $kg/m^3$ )

### 2.2.4 Tekanan

Tegangan normal pada setiap bidang yang melalui unsur fluida yang diam mempunyai nilai unik yang disebut tekanan fluida. Tekanan fluida dipancarkan dengan kekuatan yang sama kesemua arah dan bekerja tegak lurus pada suatu bidang. Tekanan dinyatakan sebagai gaya yang dibagi dengan luas bidang kerjanya (*Giles, 1976*).

Untuk keadaan dimana gaya  $F$  terdistribusi di atas luasan, maka tekanan dapat diperhitungkan dengan persamaan

$$P = \frac{F}{A} \quad (2.5)$$

Dimana :  $P$  = tekanan ( $N/m^2$ )

$F$  = gaya (N)

$A$  = luas bidang kerja ( $m^2$ )

Untuk tekanan fluida dalam sebuah saluran tekanan dapat dihitung dengan persamaan:

$$P = \rho \cdot g \cdot \Delta h \quad (2.6)$$

Dimana :  $P$  = tekanan ( $N/m^3$ )

$\rho$  = massa jenis fluida ( $kg/m^2$ )

$g$  = percepatan gravitasi ( $m/s^2$ )

$\Delta h$  = perbedaan ketinggian (m)

Tekanan fluida dalam saluran tersebut dapat di klasifikasikan menjadi tekanan stagnasi  $P_0$  dan tekanan statis  $P_s$  (White, 1986). Tekanan stagnasi merupakan tekanan fluida tepat ditengah-tengah sebuah saluran ditambah tekanan atmosfer setempat. Sehingga persamaan stagnasi menjadi :

$$P_0 = \rho \cdot g \cdot \Delta h + P_a \quad (2.7)$$

Sedangkan tekanan statis merupakan tekanan fluida pada dinding sebuah saluran. Karena tekanan statis  $P_s$  terjadi pada permukaan dinding bebas sehingga  $a = P$ , maka persamaan tekanan statis menjadi :

$$P_s = \rho \cdot g \cdot \Delta h \quad (2.8)$$

Selisih antara tekanan stagnasi dengan tekanan statis merupakan tekanan dinamis atau tekanan aliran fluida. Sehingga dinamis atau tekanan aliran fluida dapat dirumuskan :

$$\Delta P = P_0 - P_s \quad (2.9)$$

Dimana :  $P_0$  = tekanan stagnasi ( $N/m^2$ )

$P_s$  = tekanan statis ( $N/m^2$ )

$P_a$  = tekanan atmosfer setempat  
( $N/m^2$ )

$\Delta P$  = tekanan aliran fluida ( $N/m^2$ )

$\rho$  = massa jenis fluida ( $kg/m^3$ )

$g$  = percepatan gravitasi ( $m/s^2$ )

$\Delta h$  = perbedaan ketinggian pada  
bacaan manometer (m)

Tekanan dalam sebuah massa fluida dapat diartikan sebagai sebuah tekanan mutlak (*absolute pressure*) atau dapat juga diartikan sebagai tekanan pengukur (*gage pressure*). Tekanan mutlak diukur relatif terhadap suatu keadaan hampa sempurna (tekanan nol mutlak), sedangkan tekanan pengukuran diukur relatif terhadap tekanan atmosfer setempat. Tekanan mutlak selalu bernilai positif, sedangkan tekanan pengukuran dapat bernilai positif maupun negatif. Tekanan pengukuran positif maupun negatif. Tekanan pengukuran positif apabila nilainya diatas tekanan atmosfer, dan nilainya negatif apabila nilainya berada dibawah tekanan atmosfer.

Salah satu alat ukur tekanan pada fluida adalah manometer. Alat ukur ini melibatkan penggunaan kolom cairan dalam tabung- tabung tegak atau miring (*Munson, 2003*). Tipe manometer yang sering digunakan adalah manometer U, manometer miring, dan manometer . fluida yang berada dalam manometer di sebut fluida pengukur.

## 2.2.5 Kecepatan

Pada suatu fluida nyata yang melalui sebuah saluran dengan tekanan statis  $P_s$  dan tekanan stagnasi  $P_o$ , maka kecepatan rata-rata aliran biasa diperhitungkan (Giles, 1976), persamaan untuk kecepatan terukur pada fluida mengalir adalah sebagai berikut:

$$V = \frac{\sqrt{(P_o - P_s)}}{\sqrt{\frac{1}{2} \rho_{udara}}} \quad (2.10)$$

Dimana :  $v$  = kecepatan rata-rata (m/det)

$P_o$  = tekanan stagnasi ( $N/m^2$ )

$P_s$  = tekanan statis ( $N/m^2$ )

$\rho$  = densitas ( $kg/m^3$ )

## 2.2.6 Densitas

Densitas adalah massa dari materi atau zat setiap satuan volumenya. Kerapatan atau densitas dari fluida akan mempengaruhi jenis aliran dari fluida, bila ditinjau dari bilangan *Reynolds*-nya. Densitas suatu zat atau materi dapat dilihat dari temperturnya. Semakin tinggi temperatur zat atau materi maka densitas dari zat tersebut akan semakin rendah sehingga kerapatan akan semakin tinggi. Densitas dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (2.11)$$

Dimana :  $\rho$  = densitas ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

$m$  = massa ( $\text{kg}$ )

$v$  = volume ( $\text{m}^3$ )

### 2.2.7 Berat Jenis

Berat jenis suatu zat adalah berat suatu zat persatuan volume atau merupakan perkalian dari densitas dengan percepatan gravitasi (*White, 1986*)

$$\gamma = \frac{W}{V} = \frac{m \cdot g}{V} = \rho \cdot g \quad (2.12)$$

Dimana :  $\gamma$  = berat jenis ( $\text{N}/\text{m}^3$ )

$\rho$  = densitas ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

$g$  = percepatan gravitasi ( $\text{m}/\text{s}^2$ )

### 2.2.8 kerugian mayor (kehilangan energi akibat gesekan)

Untuk sebuah sistem perpipaan, disamping kerugian mayor yang dihitung untuk seluruh panjang pipa, ada pula yang disebut kerugian minor yang disebabkan oleh lubang masuk atau lubang keluar pipa, belokan, sambungan T, dan katup yang terbuka atau sebagian tertutup (*White, 1986*).

Kerugian mayor adalah kehilangan energi tekanan akibat gesekan aliran fluida dengan luas penampang aliran. Kerugian head akibat gesekan dapat dihitung dengan persamaan *Darcy-Weisbach* seperti pada persamaan

$$hf = f \frac{L \cdot v^2}{D \cdot 2g} \quad (2.13)$$

dimana :

hf : kehilangan energy (m)

f : faktor gesekan

L : panjang pipa (m)

v : kecepatan aliran fluida dalam pipa (m/s)

D : diameter pipa (m)

g : gaya grafitasi

Diagram *Mody* telah digunakan untuk menyelesaikan permasalahan aliran fluida dalam pipa dengan menggunakan faktor gesekan pipa (f) dari rumus DarcyWeisbach. Untuk aliran laminar dimana bilangan Reynolds kurang dari 2300 ( $Re < 2300$ ), faktor gesekan pada persamaan dikorelasikan dengan bilangan *Reynolds* seperti persamaan

$$f = \frac{64}{Re} \quad (2.14)$$

Dimana :

f : factor gesek

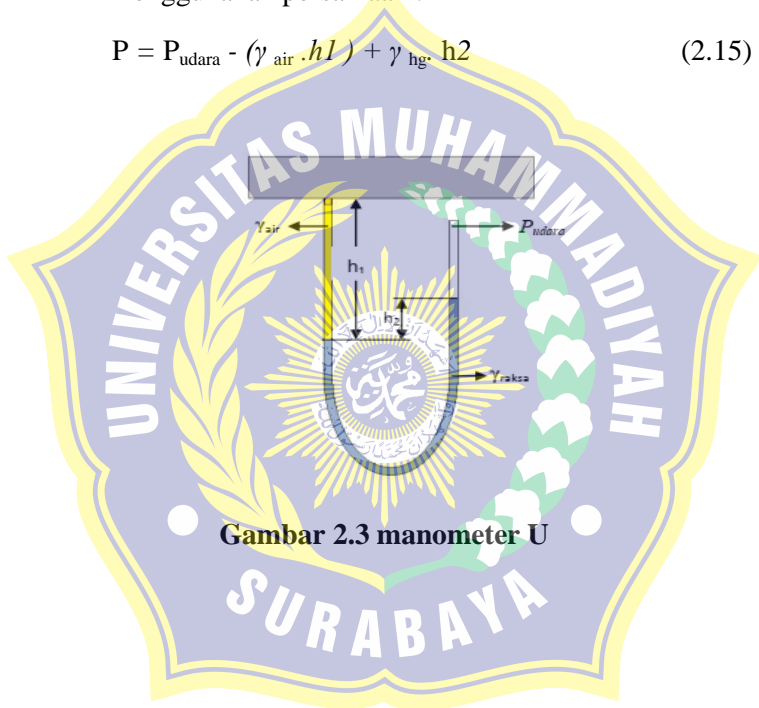
Re ; Reynold number

v = kecepatan aliran (m/s)

## 2.2.9 Manometer – selang U

Kelebihan utama dari manometer tabung-U didasari kenyataan bahwa fluida pengukur dapat berbeda dari fluida didalam bejana dimana tekanan akan ditentukan. Tekanan aliran masuk dan keluar pada alat manometer air raksa dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$P = P_{\text{udara}} - (\gamma_{\text{air}} \cdot h_1) + \gamma_{\text{hg}} \cdot h_2 \quad (2.15)$$



Gambar 2.3 manometer U