

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. PERHITUNGAN

Proses perancangan alat didasari dengan beberapa rangkaian hitungan hingga menghasilkan suatu komponen yang sesuai.

##### 4.1.1 Komponen perhitungan

Pada perhitungan kali ini dengan bola granit berukuran diameter 1 m dan jari jari 0,5 m dapat diketahui komponen lainnya seperti :

$$\rho_{gr} = 2750 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho = 1 \times 10^{-3} \text{ kg/m}^3$$

$$C_d = 0,6$$

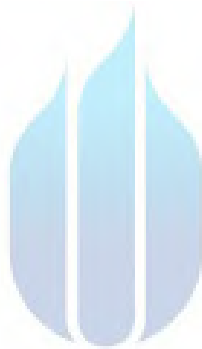
$$D_o = 0,5 \text{ m}$$

$$\beta = 0,6$$

$$w = 1440 \text{ kg}$$

$$L = 1,28$$

$$\mu = 0,001 \text{ N.s/m}^2$$



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

##### 4.1.2 Perhitungan Konstanta Orifice Restrictor

*Orifice Restrictor* merupakan parameter kontrol aliran untuk memberikan batasan aliran. Dengan menggunakan persamaan berikut dapat diturunkan menjadi :

$$K_{or} = \frac{\pi C_d d_o^2}{\sqrt{8 \rho a_{ir}}}$$

##### 4.1.2.1. Pipa Ukuran $\frac{3}{4}$ inci

$$K_{or} = \frac{3,14 \times 0,6 \times 0,019^2 \text{ m}}{\sqrt{8 \times 1000}}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{0,00068}{89,4} \\
&= 0,000076 \\
&= 7,6 \times 10^{-6}
\end{aligned}$$

Dimana koefisien orifice restrictor pada pipa ukuran  $\frac{3}{4}$  inci yaitu  $7,6 \times 10^{-4}$ .

#### 4.1.2.2. Pipa Ukuran $\frac{1}{2}$ inci

$$\begin{aligned}
K_{or} &= \frac{3,14 \times 0,6 \times 0,012^2 m}{\sqrt{8 \times 1000}} \\
&= \frac{0,00027}{89,4} \\
&= 0,0000302 \\
&= 3,02 \times 10^{-6}
\end{aligned}$$

Sedangkan koefisien orifice restrictor pada pipa ukuran  $\frac{3}{4}$  inci yaitu  $7,6 \times 10^{-4}$ . Dimana orifice resistor adalah lubang pembatas pada area fluida yang mengenai bola, perhitungan ini dihitung untuk menemukan besarnya tekanan fluida yang mengenai dan mendorong bola.

#### 4.1.3 Perhitungan Supply Pressure

Untuk menghitung supply pressure diperlukan persamaan 2.10 sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
P_s &= \frac{D \rho g r}{L} \\
&= \frac{1 \times 2750 \text{ kg/m}^2}{1,6} \\
&= 1,71 \times 10^3 \text{ N/m}^2
\end{aligned}$$

Supply pressure yang didapat sebesar  $1.71 \times 10^3 \text{ N/m}^2$  dimana nominal ini diperlukan untuk mengetahui berapa besar tekanan yang diperlukan agar mencapai ke puncak.

#### 4.1.4. Perhitungan Volume air

Untuk menghitung rotasi bola akan di hitung diperlukan perhitungan volume aliran fluida dengan rumus sebagai berikut :

$$q = Kor\sqrt{(1 - \beta)Ps}$$

##### 4.1.4.1. Pipa Ukuran $\frac{3}{4}$ inci

$$\begin{aligned} q &= 7,6 \times 10^{-6} \sqrt{(1 - 0,6) \times 1,71 \times 10^3 \text{ N/m}^2} \\ &= 7,6 \times 10^{-6} \sqrt{0,4 \times 1,71 \times 10^3 \text{ N/m}^2} \\ &= 0,000198 \text{ m}^3/\text{s} \\ &= 0,19 \text{ l/s} \end{aligned}$$

##### 4.1.4.2. Pipa Ukuran $\frac{1}{2}$ inci

$$\begin{aligned} q &= 3 \times 10^{-6} \sqrt{(1 - 0,6) \times 1,71 \times 10^3 \text{ N/m}^2} \\ &= 3 \times 10^{-4} \sqrt{0,4 \times 1,71 \times 10^3 \text{ N/m}^2} \\ &= 0,000079 \text{ m}^3/\text{s} \\ &= 0,078 \text{ l/s} \end{aligned}$$

Dimana debit air pada pipa ukuran  $\frac{3}{4}$  inci sebesar 0,19 l/s lebih besar daripada debit air dengan pipa ukuran  $\frac{1}{2}$  inci sebesar 0,079 l/s.

##### 4.1.4.3. Sudut bola kugel

Pada pipa ukuran  $\frac{3}{4}$  inci memiliki sudut inlet dan outlet sebagai berikut :

$$\theta_i = 1,09^\circ$$

$$\theta_o = 60,7^\circ$$

Sedangkan pipa ukuran  $\frac{1}{2}$  inci memiliki sudut inlet dan outlet sebagai berikut :

$$\theta_i = 1,09^\circ$$

$$\theta_o = 60,7^\circ$$

$$= 0,614 \times \frac{180}{2}$$

$$= 55^\circ$$

#### 4.1.4.4. Kecepatan Putaran Pada Pipa Ukuran $\frac{3}{4}$ inci

$$\begin{aligned} N &= \frac{\rho q^2 (\theta_i - \theta_e)}{16 \pi^3 R^4 M (\cos \theta_i)} \\ &= \frac{1000 \text{ kg/m}^3 \times 0,19^2 \text{ l/s}}{16 \times 3,14^3 \times 0,5^4 \text{ m} \times 22,58 \times (\cos 1,09^\circ)} \\ &= \frac{36,1 \text{ kg. l/m}^3 \cdot \text{s}}{16 \times 3,14^3 \times 0,5^4 \text{ m} \times 22,58 \times 0,9} \\ &= \frac{36,1}{62,12} \\ &= 0,58 \text{ rpm} \end{aligned}$$

Dimana putaran pada pipa dengan ukuran  $\frac{3}{4}$  in sebesar 5,73 putaran permenit.

#### 4.1.4.5. Kecepatan Putaran Pada Pipa Ukuran $\frac{3}{4}$ inci

$$\begin{aligned} N &= \frac{\rho q^2 (\theta_i - \theta_e)}{16 \pi^3 R^4 M (\cos \theta_i)} \\ &= \frac{1000 \text{ kg/m}^3 \times 0,079^2 \text{ l/s}}{16 \times 3,14^3 \times 0,5^4 \text{ m} \times 22,58 \times (\cos 1,09^\circ)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{6084 \text{ kg} \cdot \text{l/m}^3 \cdot \text{s}}{16 \times 3,14^3 \times 0,5^4 \text{ m} \times 22,58 \times 0,9} \\
&= \frac{6,241}{62,12} \\
&= 0,1004 \text{ rpm}
\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan perputaran diatas dapat dilihat bawah pipa ukuran ½ inci lebih banyak putaran daripada pipa ¾ inci.

#### 4.1.5. Perhitungan Friction Losses

Perhitungan friction losses pipa ukuran ¾ inci dengan diameter pipa 190 mm dan panjang pipa (L) = 0,5 m. Pipa yang digunakan adalah pipa jenis PVC dengan nilai C (*Hazen William Constanta*) untuk pipa PVC dengan diameter 190 mm adalah 155. Sedangkan untuk pipa ukuran ½ inci dengan diameter 127 mm adalah 150. Akan dihitung dengan rumus persamaan berikut :

$$H_f = H_L \times L_{\text{pipa}}$$

##### 4.1.5.1. Friction Loss pipa ¾ Inchi

$$\begin{aligned}
H_L &= \frac{3,35 \times 10^6 \times 0,19 \text{ [s]}^{1,852}}{152.564.562,5} \\
&= \left[ \frac{636.500}{152.564.562,5} \right]^{1,852} \\
&= [0,00417]^{1,852} \\
&= 0.000039 \text{ m/100m}
\end{aligned}$$

Kemudian Hf diperoleh sebesar

$$\begin{aligned}
H_f &= 0.000039 \times 0,5 \text{ m} \\
&= 0.0000195 \text{ m}
\end{aligned}$$

#### 4.1.5.2. Friction Loss pipa ½ Inchi

$$\begin{aligned}
 H_L &= \frac{3,35 \times 10^6 \times 0,079 \text{ l/s} [ ]^{1,852}}{51.179.370,8} \\
 &= \left[ \frac{264.650}{51.179.370,8} \right]^{1,852} \\
 &= [0,0051]^{1,852} \\
 &= 0.000056 \text{ m/100m}
 \end{aligned}$$

Kemudian  $H_f$  diperoleh sebesar

$$\begin{aligned}
 H_f &= 0.000056 \times 0,5 \text{ m} \\
 &= 0.000028 \text{ m}
 \end{aligned}$$

#### 4.2. TABEL KESIMPULAN

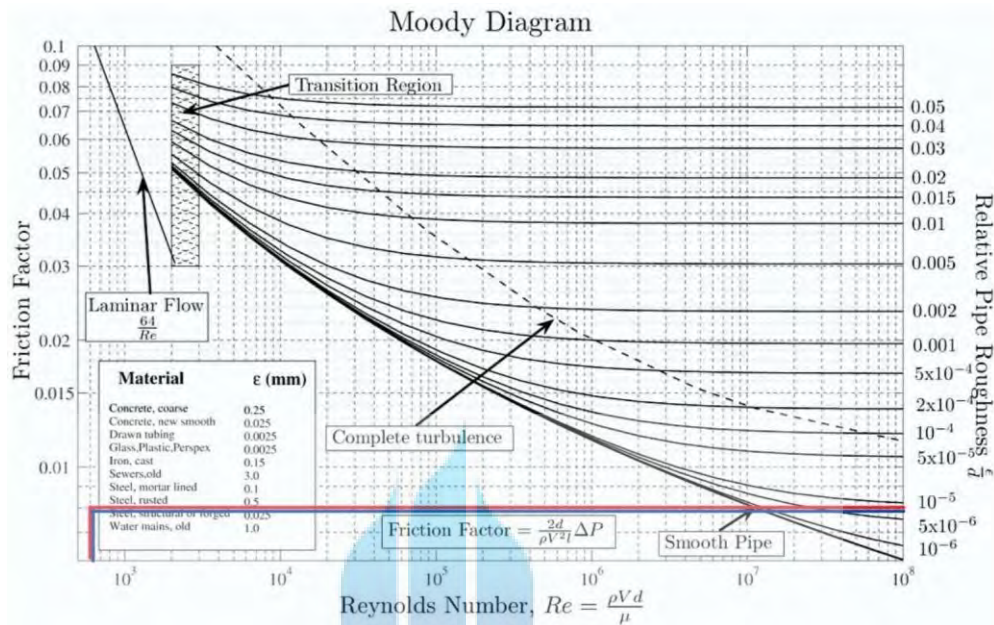
Tabel 4.1 Kesimpulan nilai perhitungan

U		Satuan	¾ INCI	½ INCI
<b>Kor</b>			$7,6 \times 10^{-4}$	$3 \times 10^{-4}$
<b>Ps</b>			$1,71 \times 10^3$	$1,71 \times 10^3$
<b>q</b>	l/s		1,9	0,0078
<b>N</b>	Rpm		5,73	9,6
<b>H<sub>L</sub></b>	m		0,0026	0,28
<b>H<sub>f</sub></b>	m		0,0013	0,14

Dari tabel diatas dapat dilihat secara jelas bahwa dengan mengganti ukuran pipa ½ inci menjadi ¾ inci memberikan dampak yang signifikan seperti dilihat koefisien yang didapat juga sangat berpengaruh terhadap Laju aliran yang mengalir yang kemudian debit dari aliran fluida juga berdampak pada putaran permenit, semakin kencang aliran semakin semakin kencang pula perputaran yang dihasilkan.

Sehingga friction loss yang terjadi juga semakin kecil untuk menghalangi laju aliran fluida hingga ke titik *nozzle*, dan menimbulkan gaya angkat.

#### 4.4. DIAGRAM MOODY



Gambar 4.1 Diagram Moody

Dapat dilihat pada gambar diatas hasil dari *friction factor* sangat sedikit dan selisih nilai *friction factor* dari kedua pipa juga sangat kecil. Diketahui bahwa material yang digunakan adalah PVC dan nilai  $\epsilon$  nya adalah 0,0025 dengan diameter pipa 1/2 inci 0,127 m sedangkan diameter pipa 3/4 inci 0,19 m dengan nilai *relative roughness* sebesar 0,000019 dan 0,000013 dan bilangan *Reynold* sebesar 2000 dimana aliran ini merupakan aliran laminar. Sehingga *friction factor* yang didapat untuk pipa 1/2 inci yaitu 0,11 sedangkan untuk pipa 3/4 yaitu 0,22.