

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data dan Perhitungan Koefisien Kerugian *Head* (ζ) Hasil Pengujian

Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan *manometer* dengan fluida air pada titik sebelum *orifice* (H_1), titik setelah *orifice* (H_2). Titik setelah *Vortab Flow conditioner* (H_3)

Perhitungan data dilakukan untuk mencari kecepatan (v), beda tekanan (ΔP) dan koefisien kerugian *head* (ζ), dimana data yang diperoleh pada waktu penelitian adalah sebagai berikut:

- Diameter dalam pipa (D) = 50,8 mm
- Suhu air (T) = 23°C
- Percepatan gravitasi (g) = 9,81 m/s²

Dari temperatur air pada 23°C tersebut didapatkan nilai dari densitas dan viskositas kinematiknya sebagai berikut (berdasarkan tabel *properties* air dari White, 1994: lampiran):

- Densitas (ρ) = 997,4 kg/m³
- Viskositas kinematik (ν) = 0,941.10⁻⁶ m²/s

Contoh perhitungan data :

Pada debit 1000 liter/jam dengan pemasangan *vortab flow conditioner* (setelah *Orifice*)

- Luas penampang pipa (A)

$$\begin{aligned}
 A &= \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \\
 &= \frac{\pi}{4} \cdot (50,8)^2 \\
 &= 2027,646 \text{ mm}^2 = 20,27646 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

- Kecepatan Aliran Fluida (v)

Contoh pada $Q = 1000 \text{ liter/jam} = 0,000277778 \text{ m}^3/\text{s}$

$$\begin{aligned}
 v &= \frac{Q}{A} \\
 &= \frac{0,000277778 \text{ m}^3/\text{s}}{20,27646 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2} = 0,13699177 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

- Bilangan Reynolds (Re)

Contoh pada $Q = 1000 \text{ liter/ jam} = 0,000284236 \text{ m}^3/\text{s}$

$$Re = \frac{v \cdot D}{\nu}$$

$$Re = \frac{0,1369 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 0,0508 \text{m}}{0,941 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 / \text{s}} = 7395,688$$

Angka ini menunjukkan bahwa aliran fluida pada pipa adalah turbulen.

- Data *static head* yang terlihat pada manometer dicatat pada tiap titiknya dan dihitung ΔH dengan ketentuan sebagai berikut:

- $\Delta H =$ beda tekanan pada sistem tanpa *vortab flow conditioner* = $H_1 - H_2$ dan $H_1 - H_3$

ΔH yang terjadi pada *orifice* dengan jarak peletakan *vortab flow conditioner* 3D dengan debit 1000 liter/ jam :

$$\Delta H = 60 \text{ mm H}_2\text{O} = 0,0600 \text{ mH}_2\text{O}$$

- Kerugian tekanan (ΔP)

$$\begin{aligned} \Delta H = \frac{\Delta P}{\rho \cdot g} &\rightarrow \Delta P = \rho \cdot g \cdot \Delta H \\ &= 997,4 \text{ kg/ m}^3 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 0,0600 \text{ mH}_2\text{O} \\ &= 587,07 \text{ Pa} \end{aligned}$$

- Koefisien Kerugian Head (ζ)

$$\begin{aligned} \zeta &= \frac{h_l}{v^2/(2g)} = \frac{\Delta P}{\frac{1}{2} \rho V^2} \\ &= \frac{587,07 \text{ Pa}}{\frac{1}{2} 997,4 \text{ kg/m}^3 \cdot (0,13699177 \text{ m/s})^2} \\ &= 0,0221 \end{aligned}$$

4.2 Data Hasil Penelitian

Dari pengolahan data pada subbab 4.1 di atas dapat ditabelkan sebagai berikut:

1. Kecepatan (v)

Tabel 4.1 Besar Kecepatan Aliran Fluida (v) pada Instalasi Pipa

No.	Debit (Liter/jam)	Debit (m^3/s) ($\times 10^{-5}$)	V (m/s)	Bil. Reynolds (Re)
1	250	6,94	0,0342487	1848
2	500	13,9	0,0684975	3697
3	750	20,8	0,1027462	5546
4	1000	27,8	0,1369949	7395
5	1250	34,7	0,1712437	9244

2. Penurunan Tekanan (ΔP)

Tabel 4.2 Penurunan Tekanan Pada *Gate valve* (ΔP)



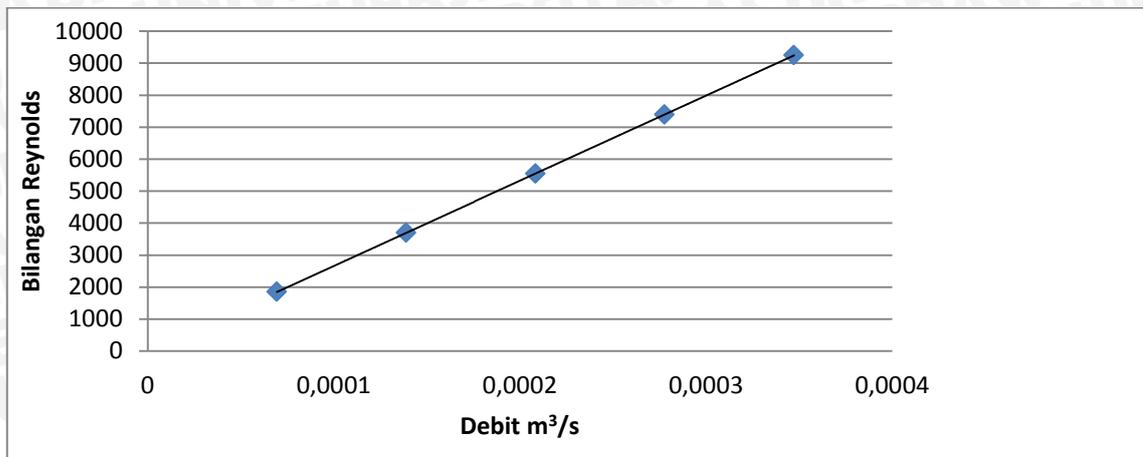
3. Koefisien Kerugian *Head* (ζ)

Tabel 4.5 Koefisien Kerugian *Head* pada *Gate valve* (ζ)



4.3 Pembahasan

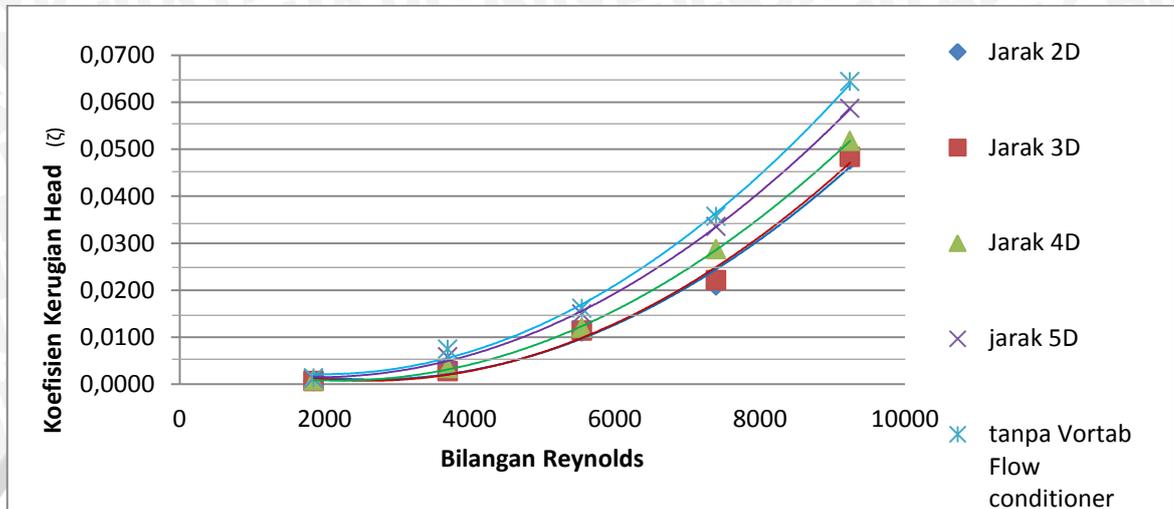
4.3.1 Analisa Grafik Hubungan Antara Debit Terhadap Bilangan *Reynolds*



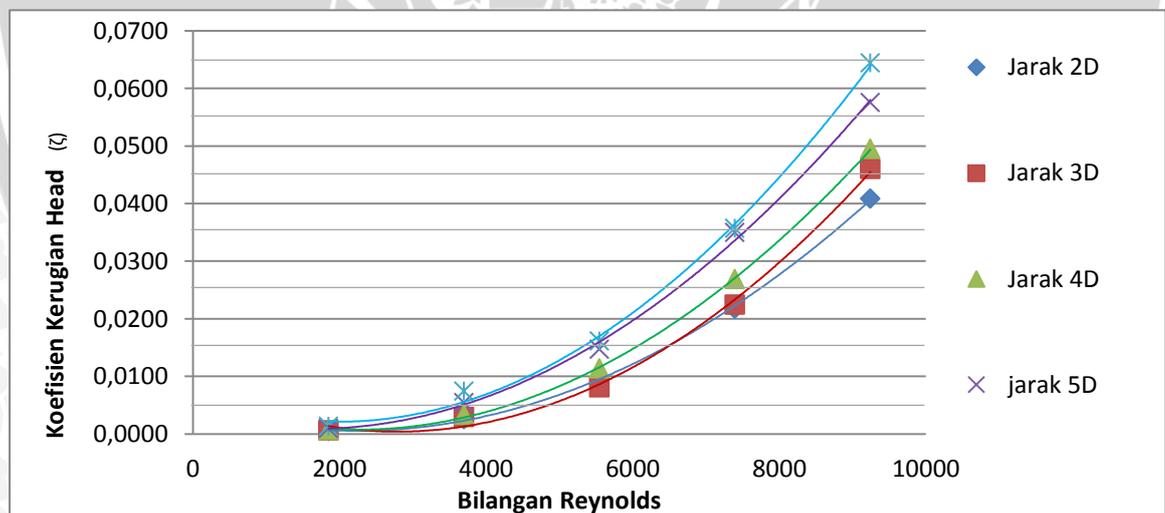
Gambar 4.1 Grafik Hubungan Antara Debit Terhadap Bilangan *Reynolds*

Pada Gambar 4.1 terlihat bahwa semakin besar debit, maka semakin besar pula bilangan *reynolds*. Hal ini dikarenakan Meningkatnya debit aliran yang terjadi berbanding lurus dengan kecepatan aliran. Semakin besar kecepatan aliran, maka bilangan *reynolds* yang terjadi juga semakin besar. Semakin meningkat bilangan *reynolds* maka turbulensi yang terjadi juga semakin besar. Turbulensi tersebut mempunyai partikel-partikel yang bergerak acak dan tidak stabil sehingga sangat potensial untuk membentuk *swirl* atau *vortex*. Semakin besar kecepatan aliran fluida maka *swirl* atau *vortex* yang terjadi menyebabkan aliran fluida kehilangan energi lebih banyak sehingga *pressure drop* yang terjadi semakin besar.

4.3.2 Analisa Grafik Hubungan Antara Bilangan *Reynolds* dan Jarak Peletakan *Vortab Flow Conditioner* Terhadap Koefisien Kerugian *Head* (ζ) Aliran Fluida



Gambar 4.2 Grafik Hubungan Antara Bilangan *Reynolds* dan Jarak Peletakan *Vortab Flow Conditioner* Terhadap Koefisien Kerugian *Head* (ζ) Aliran Fluida (setelah *Orifice*)

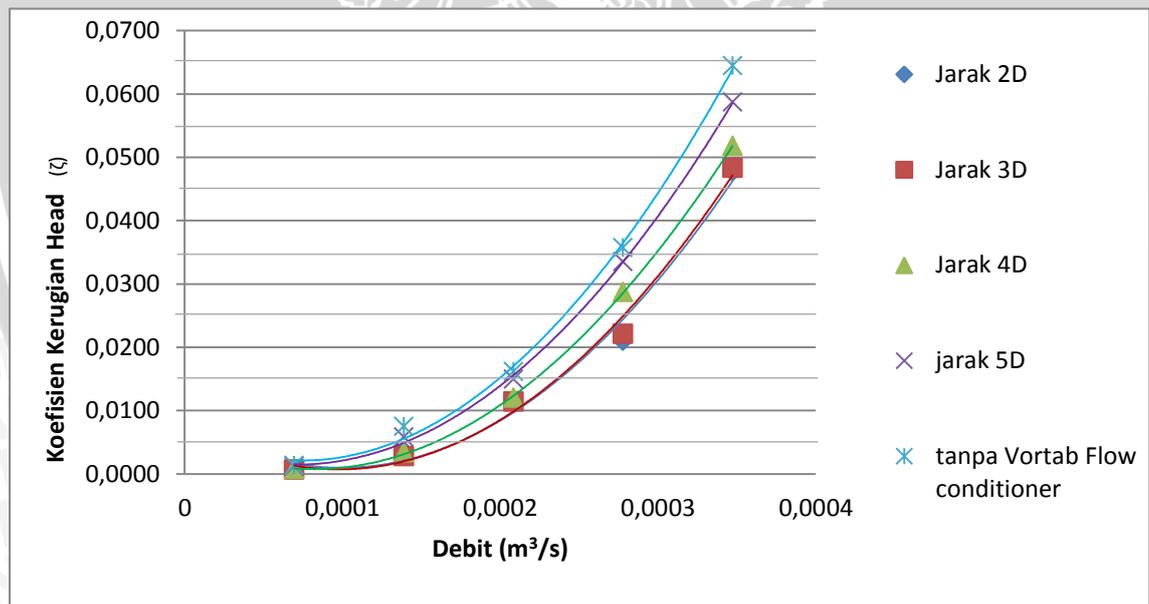


Gambar 4.3 Grafik Hubungan Antara Bilangan *Reynolds* dan Jarak Peletakan *Vortab Flow Conditioner* Terhadap Koefisien Kerugian *Head* (ζ) Aliran Fluida (setelah *Vortab Flow Conditioner*)

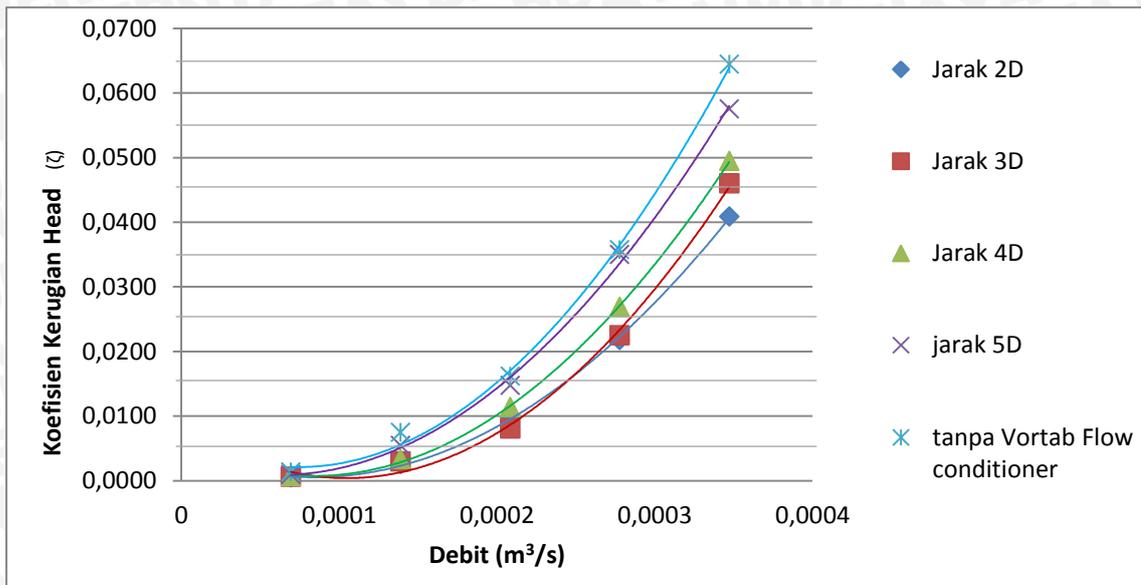
Pada gambar 4.2 dan gambar 4.3 menunjukkan semakin besar bilangan *reynolds*, maka semakin besar pula koefisien kerugian *head* (ζ) yang terjadi pada semua variasi, baik tanpa penggunaan *vortab flow conditioner* maupun dengan penggunaan *vortab*

flow conditioner. Hal ini disebabkan oleh penambahan debit yang terukur pada *flowmeter* atau debit aktual dalam penelitian, sehingga semakin bertambahnya debit yang terukur pada *flowmeter* maka kecepatan aliran fluida semakin bertambah. Semakin besar kecepatan aliran, fluida menjadi semakin turbulen yang dapat ditunjukkan dengan meningkatnya bilangan *reynolds*. Turbulensi tersebut mempunyai partikel-partikel yang bergerak acak dan tidak stabil sehingga sangat potensial untuk membentuk *swirl* atau *vortex*. Semakin besar kecepatan aliran fluida maka *swirl* atau *vortex* yang terjadi menyebabkan aliran fluida kehilangan energi lebih banyak sehingga *pressure drop* yang terjadi semakin besar. Semakin besar *pressure drop* yang terjadi, maka koefisien kerugian *head* (ζ) yang terjadi juga semakin besar. Dan pada gambar 4.2 dan gambar 4.3 menunjukkan tidak terlalu besar perbedaan koefisien kerugian *head*, karena dimungkinkan rendahnya efisiensi dari *vortab flow conditioner*.

4.3.3 Analisa Grafik Hubungan Antara Debit dan Jarak Peletakan *Vortab Flow Conditioner* Terhadap Koefisien Kerugian *Head* (ζ) Aliran Fluida



Gambar 4.4 Grafik Hubungan antara Debit dan Jarak Peletakan *Vortab flow conditioner* Terhadap Koefisien Kerugian *Head* (ζ) Aliran Fluida (setelah *Orifice*)



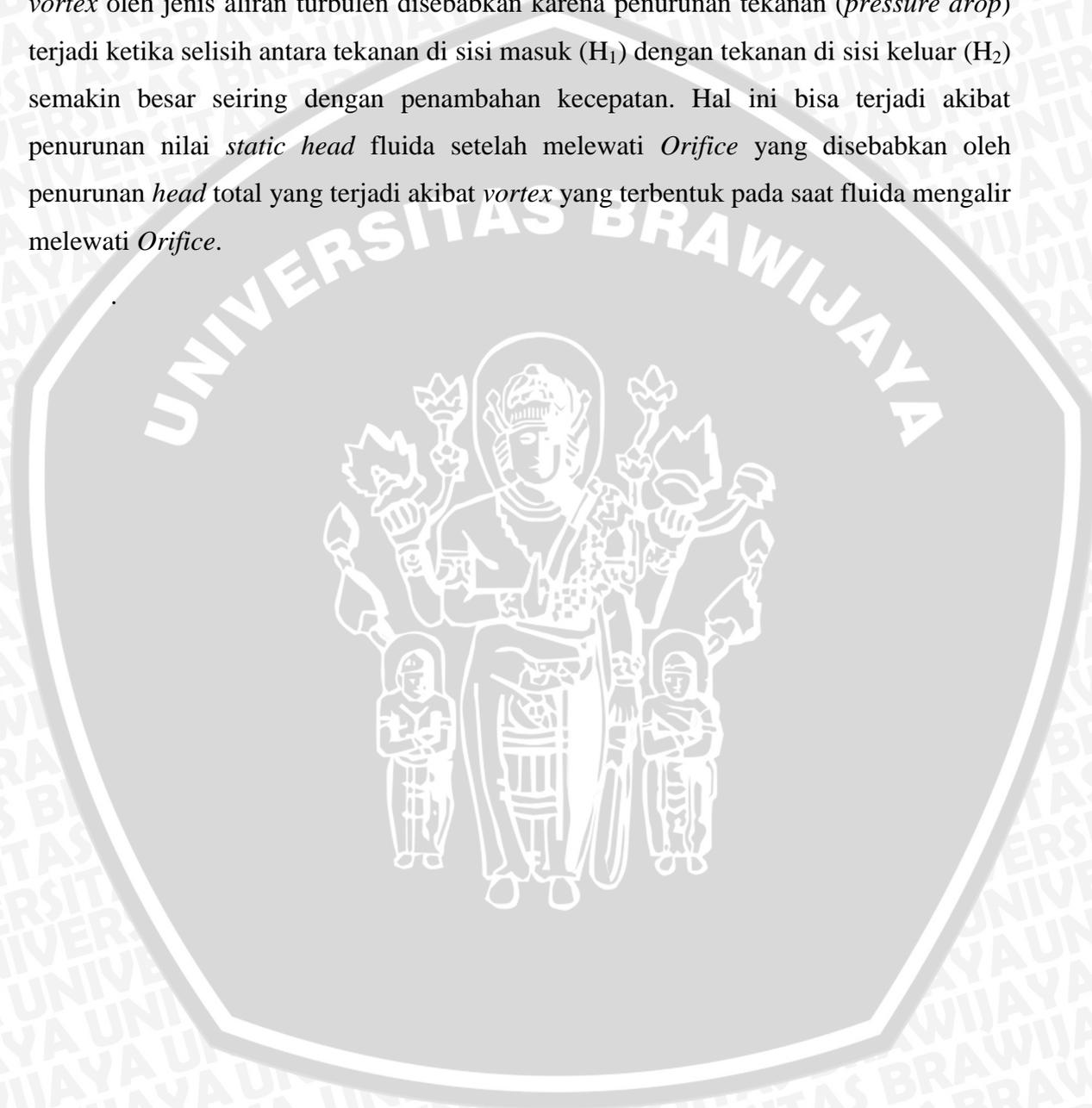
Gambar 4.5 Grafik Hubungan antara Debit dan Jarak Peletakan *Vortab flow conditioner* Terhadap Koeffisien Kerugian Head (ζ) Aliran Fluida (setelah *Vortab Flow Conditioner*)

Pada gambar 4.4 dan gambar 4.5 menunjukkan adanya kecenderungan bahwa semakin besar debit, maka semakin besar pula koefisien kerugian head yang terjadi pada fluida yang mengalir untuk semua variasi, baik tanpa penambahan *vortab flow conditioner* maupun dengan penambahan *vortab flow conditioner*. Sebaliknya ketika debit semakin besar sehingga kecepatan alir fluida semakin tinggi dan penurunan tekanan yang terjadi juga besar yang menyebabkan nilai koefisien kerugian head yang dihasilkan semakin besar. Dan pada gambar 4.4 dan gambar 4.5 menunjukkan tidak terlalu besar perbedaan koefisien kerugian head, karena dimungkinkan rendahnya efisiensi dari *vortab flow conditioner*.

Hasil data penelitian kerugian head pada H₂ yaitu peletakan titik manometer setelah *orifice* lebih besar dibandingkan kerugian head pada H₃ yaitu peletakan titik manometer setelah *vortab flow conditioner*. Hal tersebut karena *vortab flow conditioner* mampu mengkondisikan aliran, sehingga dapat menurunkan kerugian head yang terjadi. ΔH minimum diperoleh dengan pemasangan *vortab flow conditioner* dengan jarak 2D dengan nilai koefisien kerugian head mulai debit 250-1000 liter/ jam pada H₃ sebesar 0,0005; 0,0026; 0,0097; 0,0217; 0,0408, yang menunjukkan bahwa *vortab flow conditioner* dengan jarak 2D memiliki kemampuan lebih dalam mengurangi daerah separasi dan *vortex* dibandingkan pemasangan *vortab flow conditioner* dengan variasi

yang lain. Hal ini dikarenakan semakin dekat pemasangan *vortab flow conditioner* terhadap sisi keluaran orifice, aliran fluida akan dikondisikan lebih seragam.

Pada debit 1000 liter/jam pada H₂, nilai bilangan *Reynolds* aliran fluida sebesar 9244,61 yang mempunyai jenis aliran turbulen. Hal ini menunjukkan bahwa potensi untuk membentuk *swirl* atau *vortex* sangat besar. Fenomena pembentukan *swirl* atau *vortex* oleh jenis aliran turbulen disebabkan karena penurunan tekanan (*pressure drop*) terjadi ketika selisih antara tekanan di sisi masuk (H₁) dengan tekanan di sisi keluar (H₂) semakin besar seiring dengan penambahan kecepatan. Hal ini bisa terjadi akibat penurunan nilai *static head* fluida setelah melewati *Orifice* yang disebabkan oleh penurunan *head* total yang terjadi akibat *vortex* yang terbentuk pada saat fluida mengalir melewati *Orifice*.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

- Berdasarkan hasil penelitian pada jarak peletakan *vortab flow conditioner* yang tetap, semakin besar debit aliran fluida maka semakin besar koefisien kerugian *head* yang terjadi (ζ), hal tersebut dikarenakan kecepatan fluida yang semakin meningkat dan aliran semakin turbulen. Turbulensi tersebut mempunyai partikel-partikel yang bergerak acak dan tidak stabil sehingga sangat potensial untuk membentuk *swirl/vortex* yang menyebabkan aliran fluida kehilangan energi lebih banyak sehingga kerugian *head* yang terjadi semakin besar.
- Berdasarkan hasil penelitian pada debit yang sama, semakin dekat jarak peletakan *vortab flow conditioner* terhadap sisi *orifice* menyebabkan nilai koefisien kerugian *head* (ζ) semakin kecil. Hal tersebut dikarenakan semakin dekat peletakan *vortab flow conditioner* kemampuan *vortab flow conditioner* untuk menyeragamkan aliran semakin besar, akibatnya *vortex* dapat berkurang sehingga koefisien kerugian *head* pada *orifice* semakin berkurang.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, peneliti menyarankan untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan:

- Perlu adanya pengamatan tentang tekanan yang dapat berdampak pada sirip *vortab flow conditioner*.