

MEMILIH DIAMETER PIPA PVC YANG MEMBERIKAN NILAI PALING EKONOMIS DALAM PERENCANAAN SISTEM PEMIPAAN POMPA AIR

Mustaqim

Dosen Teknik Mesin FTI – Universitas Pancasakti

ABSTRAK

Pada perkembangan sekarang ini orang telah berfikir inovatif dalam penggunaan pompa air dan pipa-pipa untuk mempermudah pengaliran air yang berada pada tempat yang sulit dijangkau dan memindahkannya ke tempat yang mudah dijangkau. Namun pada umumnya dalam membuat jaringan pemipaan orang tidak/ belum memperhitungkan tingkat kerugian yang dapat terjadi oleh ketidak tepatan pemilihan ukuran diameter pipa yang digunakan, dimana ukuran pipa ini sangat berpengaruh terhadap kerugian daya yang digunakan untuk memindahkan air tersebut. Fokus pembahasan ini adalah pada permasalahan pemilihan ukuran diameter pipa jenis PVC yang banyak digunakan masyarakat untuk memberikan dampak ekonomis yang paling optimal pada suatu jaringan pemipaan pompa air.

Adapun tujuan yang diharapkan adalah memperoleh gambaran yang pasti untuk menentukan ukuran diameter pipa jenis PVC yang optimal berdasarkan debit air. Dan dari ulasan pemilihan diameter pipa yang optimal dapat ditarik kesimpulan bahwa untuk pipa PVC ukuran diameter yang mempunyai nilai Ct terendah adalah diameter 1,25 inch.

Kata kunci : diameter PVC, pemipaan

Latar Belakang

Air merupakan kebutuhan utama setiap makhluk hidup, termasuk manusia. Untuk memenuhi kebutuhan akan air manusia melakukan berbagai cara baik secara tradisional maupun modern. Pada zaman dahulu orang menimba air di sumur atau mengambil air di sumber mata air dengan ember – ember. Dengan cara tradisional ini tentu saja sangat menyita tenaga dan waktu, yang seharusnya dapat digunakan untuk melakukan kegiatan produktif lainnya.

Pada perkembangan selanjutnya orang mulai berfikir inovatif, penggunaan pipa-pipa untuk mempermudah pengaliran air yang berada pada tempat yang sulit dijangkau dan memindahkannya ke tempat yang mudah dijangkau dengan tangan melewati pipa-pipa pengalir tersebut.

[Http://Jurnal.unimus.ac.id](http://Jurnal.unimus.ac.id)

Upaya mereka sangat berhasil, sehingga sekarang tersedia berbagai jenis pipa dipasaran yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan akan air. Dari berbagai jenis pipa tersebut diantaranya adalah pipa PVC yang banyak digunakan untuk mengalirkan air bersih.

Pada umumnya orang dalam membuat jaringan pemipaan pompa air tidak/ belum memperhitungkan tingkat kerugian aliran yang terjadi oleh penggunaan sambungan. Misalnya dalam membuat jaringan pemipaan yang melalui beberapa penghalang, orang tidak mempermasalahkan berapapun sambungan yang harus dibuat/ digunakan tetapi lebih cenderung melihat yang penting jaringan selesai terpasang dan air dapat mengalir terpompa keluar melalui jaringan tersebut, maka jaringan pemipaan sudah dianggap benar.

Padahal kalau kita tinjau lebih jauh, dengan adanya perubahan penampang dan sudut belokan mengakibatkan terjadinya **hambatan aliran** sehingga menimbulkan kerugian tekanan aliran. Besarnya kerugian aliran ini ditentukan oleh besarnya faktor koefisien pengaliran. Untuk menghitung koefisien kerugian aliran karena penyempitan dan belokan harus dilakukan pengujian. Berdasarkan hal itu maka pada penelitian ini dipakai perangkat kaji eksperimental untuk menentukan koefisien debit yang terjadi pada elbow.

Penggunaan sambungan yang tidak efektif memberikan kerugian aliran yang berdampak pada :

1. debit aliran berkurang/ tidak optimal, misal seharusnya dalam satu menit harusnya keluar 30 liter hanya diperoleh 20 liter.
2. waktu pengisian bertambah, misal yang seharusnya 1 jam penuh menjadi 1,5 jam baru penuh.
3. penggunaan daya listrik permetrik volume lebih besar.
4. beban kerja pompa lebih berat/ umur pompa berkurang.

Perumusan Masalah

Mengacu dari latar belakang tersebut, maka dalam penelitian ini akan dibahas seberapa besar tingkat kerugian aliran dari sambungan yang biasa digunakan pada jaringan pemipaan pompa air

Agar pembahasan lebih terarah/ terfokus pada pokok permasalahan, dengan mengingat keterbatasan waktu dan biaya maka penelitian ini mengambil batas-batas antara lain :

1. Sambungan yang diteliti adalah sambungan siku 90° (Elbow)
2. Bahan pipa PVC ¾ "
3. Eksperimen dilakukan dengan lima variasi kecepatan
4. Diasumsikan aliran air di dalam pipa sudah berkembang penuh (fully developed flow).
5. Aliran bersifat ajeg (steady flow)
6. Air dianggap fluida inkompresible dimana tidak ada perubahan volume karena perubahan tekanan (perubahan volume nol)
7. Perangkat uji kuat terhadap getaran pompa.

Adapun sambungan jenis lain dapat diteliti diwaktu mendatang. Tujuan yang diharapkan adalah :

1. Mengetahui besarnya tingkat kerugian dari sambungan siku (Elbow)
2. Dapat merencanakan jaringan pemipaan yang efektif

Dengan manfaat yang diperoleh antara lain meningkatkan umur hidup pompa dan dapat menghemat penggunaan daya listrik.

Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah pengujian dan pengambilan data eksperimental dengan mengubah variasi kecepatan fluida.

Perangkat pengujian yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut ;

Tangki air pompa flow meter Elbow

A B _____

Gate valve _____

Gambar 2-1 : Diagram skematis perangkat penelitian

Air dipompa sehingga mengalir dengan diatur oleh gate valve mencapai kecepatan tertentu. Debit aliran yang melewati elbow dapat dilihat dalam tampilan flow meter.

Selanjutnya disini akan dicari besarnya tahanan aliran melewati elbow antara titik A dan titik B.

Pada percobaan ini data yang diambil adalah debit aliran dari setiap keadaan yang diamati. Perangkat yang digunakan ;

Pompa air : LUGANO LQ 100

Pipa : PVC , Panjang 4 m, $\varnothing \frac{3}{4}$ "

Sambungan siku : Elbow 90°

Beda ketinggian (elevasi pipa) : 0° (horisontal)

Temperatur air : 30°C

Tabel 4 – 1 : Hasil percobaan pengukuran debit untuk rangkaian pipa lurus sepanjang 4 meter dengan sambungan Elbow 90° , posisi bypass tertutup rapat

Percobaan ke -	Volume (m^3)	Beda tinggi tekan (m)
1	0,0220	0,70
2	0,0221	0,69
3	0,0221	0,70
4	0,0220	0,71
5	0,0221	0,69
6	0,0221	0,71
7	0,0222	0,70
8	0,0221	0,70
9	0,0221	0,71
10	0,0221	0,70
Σ	0,2209	7,01

Tabel 4 – 2 : Hasil percobaan pengukuran debit untuk rangkaian pipa lurus sepanjang 4 meter dengan sambungan Elbow 90° , posisi bypass terbuka 54°

Percobaan ke -	Volume (m^3)	Beda tinggi tekan (m)
1	0,0190	0,50
2	0,0193	0,53
3	0,0192	0,51
4	0,0195	0,52
5	0,0196	0,53

6	0,0193	0,54
7	0,0195	0,54
8	0,0195	0,53
9	0,0196	0,54
10	0,0196	0,54
Σ	0,194	5,28

Tabel 4 – 3 : Hasil percobaan pengukuran debit untuk rangkaian pipa lurus sepanjang 4 meter dengan sambungan Elbow 90° , posisi bypass terbuka 108°

Percobaan ke -	Volume (m ³)	Beda tinggi tekan (m)
1	0,0170	0,42
2	0,0171	0,41
3	0,0171	0,42
4	0,0172	0,41
5	0,0172	0,41
6	0,0171	0,43
7	0,0172	0,41
8	0,0172	0,42
9	0,0171	0,41
10	0,0172	0,42
Σ	0,171	4,16

Tabel 4 – 4 : Hasil percobaan pengukuran debit untuk rangkaian pipa lurus sepanjang 4 meter dengan sambungan Elbow 90° , posisi bypass terbuka 162°

Percobaan ke -	Volume (m ³)	Beda tinggi tekan (m)
1	0,0170	0,39
2	0,0173	0,40
3	0,0173	0,40
4	0,0176	0,44
5	0,0173	0,42
6	0,0180	0,40
7	0,0176	0,42
8	0,0173	0,44
9	0,0177	0,44
10	0,0175	0,40
Σ	0,174	4,15

Tabel 4 – 5 : Hasil percobaan pengukuran debit untuk rangkaian pipa lurus sepanjang 4 meter dengan sambungan Elbow 90° , posisi bypass terbuka 216°

Percobaan ke -	Volume (m ³)	Beda tinggi tekan (m)
1	0,0131	0,23
2	0,0134	0,24
3	0,0132	0,25
4	0,0138	0,24
5	0,0134	0,24
6	0,0132	0,25
7	0,0138	0,25
8	0,0138	0,25
9	0,0134	0,24
10	0,0138	0,24
Σ	0,134	2,43

Data tersebut dihitung pada keadaan sebagai berikut ;

$$\text{Luas pipa, } A = \pi d^2 / 4$$

$$= 2,848 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

dimana d adalah diameter dalam pipa $\frac{3}{4}$ "

$$\text{Viskositas dinamik air pada } 30^\circ \text{ C, } \mu = 0,798 \cdot 10^{-3} \text{ Ns/ m}^2$$

$$\text{Densitas air pada } 30^\circ \text{ C, } \rho = 995,7 \text{ Kg/ m}^3$$

4.2.1. Volume rata-rata , V

$$V = \frac{\sum V_i}{n}$$

$$= \frac{0,2209}{10}$$

$$= 0,02209 \text{ m}^3$$

deviasi standard rata-rata (δV)

$$\delta V = \frac{\sum (V_i - V)}{n - 1}$$

$$= \frac{((0,00009)+(0,00001)+(0,00001)+(0,00009)+(0,00001)+$$

$$(0,00001)+(0,00001)+(0,00011)+(0,00001)+(0,00001))}{10 - 1}$$

$$= 0,00632 \text{ m}^3$$

nilai V yang benar adalah :

$$V = (V \pm \delta V)$$

$$= 0,02209 \pm 0,00632 \text{ m}^3$$

dengan keseksamaan :

$$100\% \times (1 - \delta V / V)$$

$$100\% \times (1 - 0,00632 / 0,02209)$$

$$= 71,4 \%$$

4.2.2. Beda tinggi rata-rata, h

$$\Delta h = \frac{\sum \Delta h_i}{n}$$

$$= \frac{7,01 \text{ m}}{10}$$

$$= 0,701 \text{ m}$$

deviasi standard rata-rata (δh)

$$\delta h = \frac{\sum (h_i - h)}{n - 1}$$

$$= \frac{0,05400}{9}$$

$$= 0,07746 \text{ m}$$

nilai h yang benar adalah :

$$h = (h \pm \delta h)$$

$$= 0,701 \pm 0,07746 \text{ m}$$

dengan keseksamaan :

$$100\% \times (1 - \delta h / h)$$

$$= 100\% \times (1 - 0,07746 / 0,701)$$

$$= 89 \%$$

4.2.3. Debit Aliran, Q

debit rata-rata, Q

$$Q = \frac{\Sigma V}{\Delta t}$$

$$= \frac{0,02209}{60}$$

$$= 0,00037 \text{ m}^3/\text{detik}$$

t = adalah waktu yang dipakai satu kali percobaan
(disini t = 1 menit, konstan)

Sehingga dihitung ralat debit adalah sebagai berikut :

$$\Delta Q = \frac{\delta Q}{\delta V} \cdot \Delta V + \frac{\delta Q}{\delta t} \cdot \Delta t$$

karena t konstan maka;

$$\Delta Q = \frac{\delta Q}{\delta V} \cdot \Delta V$$

$$\Delta Q = \frac{1}{t} \cdot \Delta V$$

$$\Delta Q = \frac{1}{60} \cdot (0,007)$$

$$= 0,00011 \text{ m}^3/\text{detik}$$

nilai Q yang benar adalah :

$$Q = (Q \pm \delta Q)$$

$$= 0,0003682 \text{ m}^3/\text{detik} + 0,00011 \text{ m}^3/\text{detik}$$

dengan keseksamaan :

$$100\% \times (1 - \Delta Q/Q)$$

$$100\% \times (1 - 0,00011 / 0,00037)$$

$$= 71,4 \%$$

4.2.4. Kecepatan Aliran, v

$$v = \frac{Q}{A}$$

Dimana, Q = debit rata-rata

A = luas penampang aliran ($= 2,848 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2$)

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{0,0003682 \text{ m}^3/\text{detik}}{2,848 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2} = 1,292 \text{ m/detik}$$

Ralat kecepatan ;

$$\begin{aligned} v &= \frac{Q}{A} \\ \Delta v &= \frac{\delta v}{\delta Q} \cdot \Delta Q + \frac{\delta v}{\delta A} \cdot \Delta A \\ &= \frac{1}{A} \cdot \Delta Q \\ &= \frac{1}{2,848 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2} \cdot (0,000105) \\ &= 0,369 \text{ m/detik} \end{aligned}$$

Kecepatan yang benar adalah :

$$v = 1,292 \text{ m / detik} \pm 0,369 \text{ m/detik}$$

Keseksamaan :

$$100\% \times (1 - \Delta v / v)$$

$$100\% \times (1 - 0,369 / 1,292)$$

$$= 71,4 \%$$

4.2.5. Bilangan reynold, Re

dimana, pada suhu air 30 ° C mempunyai densitas $\rho = 995,7 \text{ Kg/ m}^3$ dan viskositas dinamik $\mu = 0,798 \cdot 10^{-3} \text{ N s/ m}^a$

$$\begin{aligned} \text{Re} &= \frac{\rho v d}{\mu} \\ &= \frac{(995,7) (1,292) (1,905 \cdot 10^{-2})}{0,798 \cdot 10^{-3}} \\ &= 30\,710 \end{aligned}$$

Re > 4000, maka aliran adalah turbulen

Untuk itu faktor gesekan f dihitung dengan persamaan Blasius :

$$\begin{aligned} f &= \frac{0,316}{\text{Re}^{0,25}} \\ &= \frac{0,316}{30\,710^{0,25}} \\ &= 0,02387 \end{aligned}$$

4.2.6. Perhitungan Konstanta Pengaliran, Cd

$$\begin{aligned} \text{Cd} &= \frac{Q}{A_o 2g \Delta h} \\ &= \frac{0,00037}{0,0002848 (2) (9,81) (0,701)} \end{aligned}$$

$$\text{Cd} = 0,35031$$

Ralat konstanta pengaliran ;

$$\begin{aligned} \Delta \text{Cd} &= \frac{\delta \text{Cd}}{\delta Q} \cdot \Delta Q + \frac{\delta \text{Cd}}{\delta h} \cdot \Delta h \\ \Delta \text{Cd} &= \frac{1}{A_o 2g \Delta h} \cdot \Delta Q + \frac{-Q}{A_o 2g \Delta h} \cdot \Delta h \\ &= 0,10111 \end{aligned}$$

Keseeksamaan :

$$\begin{aligned}
 & 100\% \times (1 - \Delta C_d / C_d) \\
 & 100\% \times (1 - 0,10111 / 0,35031) \\
 & = 71 \%
 \end{aligned}$$

Dan selanjutnya diperoleh kesimpulan sebagai berikut ;

Kesimpulan

Dari data percobaan yang diperoleh pada pengujian hambatan pengaliran pada elbow, dimana fluida yang dipakai adalah air dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Konsanta pengaliran (C_d) Elbow 90° dengan diameter $\frac{3}{4}$ inch berkisar pada angka 0,35.
2. Harga konstanta pengaliran (C_d) Elbow 90° pipa PVC cenderung semakin kecil untuk harga Bilangan Reynold (Re) yang semakin membesar.

DAFTAR PUSTAKA

- Claude B Nolte, Ph.D, 1978. *Optimum Pipe Size Selection*, Trans Tech Publications, German
- Fox Robert W, 1985. *Introduction to fluid Mechanics*, John Wiley & Sons
- Stoeker W F, 1980. *Design of Thermal System*, Mc Graw Hill, Kogakhusa, Ltd.
- Streeter L Victor, 1985. *Mekanika Fluida*, Edisi delapan, jilid I, Jakarta : Erlangga
- Sofyan Moh. Noerbambang, Morimura,1996. *Perancangan dan Pemeliharaan sistem Plambing*, Jakarta : Pradnya-Paramita