

Analisis Kehilangan Energi Pada Pipa PVC Akibat Belokan Dan Perubahan Penampang

Ramdan*, Andi Rumpang Yusuf, Satriawati Cangara

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bosowa

E-mail: andangmandang@gmail.com

Artikel info

Artikel history:

Diterima: 08-12-2023

Direvisi: 03-04-2024

Disetujui: 30-05-2024

Abstract. *Water is a very important need for life on earth, especially living things such as humans, plants, animals and others. To meet these water needs, humans make various efforts to get it. Energy loss is a factor that affects the capacity of pipes as a means of conducting the flow of both water and oil. Energy loss leads to a reduction in flow discharge. Energy loss is caused by several factors including the roughness of pipe walls. In general, in a pipeline installation, two types of energy loss are known, namely energy loss due to friction and energy loss due to changes in minors and other accessories. From the test results, the largest energy loss occurred in the 3/4 pipe (P1 and P2) inch of 0.0092 m, also having a large flow speed of 0.579 m / second. The cause of the large energy loss due to friction between fluid and pipe walls or called major losses (hf) in normal pipes is greater than pipe cross-sectional changes and pipe bend resistance. Meanwhile, the flow speed in a normal pipe with a diameter of 2 inches has a flow speed of 0.080 m / s and an energy loss of 0.0000657 m and a flow speed in a normal pipe with a diameter of 3/4 inch has a flow speed of 0.571 m / s and an energy loss of 0.0033 m.*

Abstrak. Air merupakan suatu kebutuhan yang sangat penting bagi kehidupan di bumi terutama makhluk hidup seperti manusia, tumbuhan, hewan dan lainnya. Untuk memenuhi kebutuhan air tersebut manusia melakukan berbagai upaya untuk mendapatkannya. Kehilangan energi merupakan faktor yang mempengaruhi kapasitas pipa sebagai sarana penghantar aliran baik air maupun minyak. Kehilangan energi menyebabkan terjadinya pengurangan debit aliran. Kehilangan energi disebabkan beberapa faktor diantaranya kekasaran dinding pipa. Secara umum didalam suatu instalasi jaringan pipa dikenal dua macam kehilangan energi yaitu kehilangan energi akibat gesekan dan kehilangan energi akibat perubahan penampang dan aksesoris lainnya. Dari hasil pengujian kehilangan energi yang terbesar terjadi pada pipa ¾ (P1 dan P2) inci sebesar 0,0092 m, juga memiliki kecepatan aliran yang besar 0,579 m/detik. Penyebab dari besarnya kehilangan energi karena gesekan antar fluida dan dinding pipa atau disebut dengan mayor losses (hf) pada pipa normal lebih besar dari pada pipa perubahan penampang dan pipa hambatan belokan. Sedangkan, Kecepatan aliran pada pipa normal dengan diameter 2 inci memiliki kecepatan aliran 0,080 m/dtk dan kehilangan energi sebesar 0,0000657 m dan kecepatan aliran pada pipa normal dengan diameter ¾ inci memiliki kecepatan aliran 0,571 m/dtk dan kehilangan energi sebesar 0,0033 m.

Keywords:

Kehilangan Energi; Kecepatan

Aliran; Pipa PVC; Belokan;

Perubahan Penampang

Corresponden author:

Email: andangmandang@gmail.com



artikel dengan akses terbuka dibawah lisensi CC BY -4.0

1. PENDAHULUAN

Air merupakan suatu kebutuhan yang sangat penting bagi kehidupan di bumi terutama makhluk hidup seperti manusia, tumbuhan, hewan dan lainnya. Untuk memenuhi kebutuhan air tersebut manusia melakukan berbagai upaya untuk mendapatkannya. Dalam hal ini pemenuhan air bersih yang akan dikonsumsi, baik untuk air minum maupun untuk kebutuhan lainnya dapat dilakukan dengan berbagai cara, disesuaikan dengan sarana dan prasarana yang ada. Sistem penyediaan air dilakukan dengan sistem perpipaan dan non perpipaan. Sistem perpipaan itu sendiri dikelola oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) dan sistem non perpipaan dikelola oleh masyarakat baik secara individu maupun kelompok (Oemiati dkk, 2021). Saluran drainase adalah salah satu bangunan pelengkap pada ruas jalan dalam memenuhi salah satu persyaratan teknis prasarana jalan. Saluran drainase jalan raya berfungsi untuk mengalirkan air yang dapat mengganggu pengguna jalan, sehingga badan jalan tetap kering. Pada umumnya saluran drainase jalan raya adalah saluran terbuka dengan menggunakan gaya gravitasi untuk mengalirkan air menuju outlet. Distribusi aliran dalam saluran drainase menuju outlet ini mengikuti kontur jalan raya, sehingga air permukaan akan lebih mudah mengalir secara gravitasi.

Semakin berkembangnya suatu daerah, lahan kosong untuk meresapkan air secara alami akan semakin berkurang. Permukaan tanah tertutup oleh beton dan aspal, hal ini akan menambah kelebihan air yang tidak

terbuang. Kelebihan air ini jika tidak dapat dialirkan akan menyebabkan genangan. Dalam perencanaan saluran drainase harus memperhatikan tata guna lahan daerah tangkapan air saluran drainase yang bertujuan menjaga ruas jalan tetap kering walaupun terjadi kelebihan air, sehingga air permukaan tetap terkontrol dan tidak mengganggu pengguna jalan. Genangan di ruas jalan masih sering terjadi di beberapa kota, khususnya kota Makassar padat penduduk. Genangan di ruas jalan akan mengganggu masyarakat yang menggunakan ruas jalan tersebut untuk melakukan aktivitas perekonomian. Jika masalah genangan tersebut tidak teratasi, maka dapat memungkinkan terjadi bencana yang lebih besar hingga merugikan masyarakat setempat baik harta benda maupun nyawa.

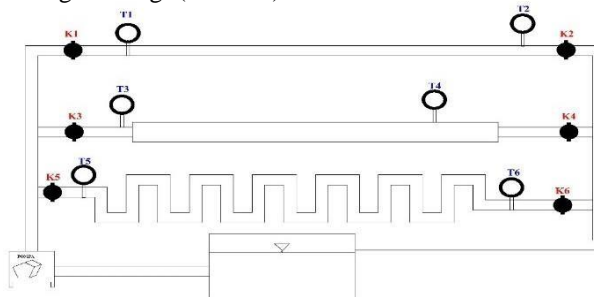
Secara umum saluran dibagi 2 (dua), saluran terbuka dan saluran tertutup. Saluran tertutup/pipa merupakan saluran yang digunakan untuk mengalirkan air dari satu tempat ke tempat lainnya (misalnya jaringan pipa air minum). Hal ini dilakukan agar terhindar dari kemungkinan tercemar, jika menggunakan saluran terbuka kemungkinan tercemar lebih besar. Aliran pada saluran tertutup adalah aliran bertekanan (aliran terjadi karena perbedaan tekanan/energi pada titik awal dan titik akhir), kehilangan tekanan/energi (kerugian) dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya : ukuran pipa, kekasaran permukaan pipa (jenis pipa), kecepatan aliran, nilai kekentalan, dan percepatan gravitasi. Koefisien kekasaran permukaan pipa dan jenis pipa merupakan faktor yang dominan/utama penyebab kehilangan energi.

Salah satu gangguan atau hambatan yang sering terjadi pada saluran pipa adalah Kehilangan energi pada saluran tertutup/pipa diakibatkan oleh adanya gesekan air dengan dinding pipa lurus (kehilangan energi primer) dan diakibatkan perubahan arah aliran yang diakibatkan oleh belokan dan perubahan penampang pipa (kehilangan energi sekunder).

2. METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian yang akan dilakukan adalah dengan melakukan langkah-langkah sebagai berikut :

- Merangkai sistem jaringan pipa yang terdiri dari pipa pvc dengan diameter $\frac{3}{4}$ inci dan 2 inci seperti pada gambar 1 (percobaan kehilangan energi).
- Menjalankan aliran air dengan menghidupkan pompa.
- Melakukan pengukuran tekanan pada T3 dan T4 pada kondisi aliran permanen, atau pada pipa pvc, sehingga diperoleh kehilangan energi (T3 – T4).



Gambar 1. Rangkaian percobaan kehilangan energi (head losses).

- Berdasarkan nilai yang diperoleh dari langkah 3, maka diperoleh perbedaan koefisien kekasaran pipa pvc.
- Berdasarkan nilai yang diperoleh dari langkah 3, dengan menggunakan persamaan 1, diperoleh koefisien Darcy-Weisbach (koefisien kekasaran pipa, f), dan berdasarkan persamaan 8 diperoleh koefisien Hansen- Williams (koefisien C)

Dalam suatu penelitian harus disebutkan darimana data diperoleh sebagai mana yang dinyatakan oleh (Arikunto 2002). Data adalah sekumpulan informasi, fakta-fakta, simbol-simbol yang menerangkan tentang keadaan objek penelitian. Sedangkan data yang sudah didapatkan terbagi menjadi dua macam yaitu :

- Data Primer. Data primer adalah data dimana diperoleh secara langsung dari obyek penelitian (Sumarsono, 2004:69).
- Data Sekunder. Data sekunder merupakan sumber data penelitian yang diperoleh peneliti secara tidak langsung melalui media perantara (Indriantoro dan Supomo, 1999;147). Sumber data sekunder dalam penelitian ini diperoleh dari pihak intern maupun ekstern lokasi produksi yang dapat dilihat dari dokumentasi pemilik lokasi produksi tersebut dan informasi lain yang dapat mendukung penelitian ini. Data ini digunakan untuk mendukung data primer.

Berdasarkan dari jenis penelitian ini yaitu penelitian deskriptif-kualitatif, maka teknik pengumpulan data yang digunakan adalah dengan analisis penelitian, dokumen, dan observasi. Teknik dan cara ini diperlukan untuk mengumpulkan dan mengolah data yang didapat dari laboratorium sehingga diharapkan penelitian ini berjalan dengan lancar dan sistematis. Dalam penelitian ini metode pengumpulan data menggunakan metode observasi dan dokumentasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari penelitian pada rangkaian pipa PVC didapat hasil tekanan pada setiap perubahan bentuk ataupun diameter pipa sebagai berikut, yaitu:

Tabel 1. Tekanan Pada Pipa PVC ¾ inchi (P1 dan P2).

No.	Volume (L)	Detik (t)	P1	P2
1.	15 L	91,12	2,15	2,01
2.	15 L	92,03	2,07	2,04
3.	15 L	91,10	2,10	2,00
4.	15 L	91,25	2,12	2,06

Sumber : Analisa Data, 2023

Pada Tabel 1. didapat tekanan pada P1 dan P2 yang sangat berbeda. Pada P1 dapat dilihat mengalami tekanan rata-rata yang lebih besar dibanding tekanan rata-rata pada P2.

Tabel 2. Tekanan Pada Pipa PVC 2 inchi (P3 dan P4).

No.	Volume (L)	Detik (t)	P3	P4
1.	15 L	92,75	2,12	1,98
2.	15 L	92,11	2,03	2,01
3.	15 L	91,20	2,09	1,97
4.	15 L	92,81	2,08	2,03

Sumber : Analisa Data, 2023

Pada P3 dapat dilihat mengalami tekanan rata-rata yang lebih besar dibanding tekanan rata-rata pada P4. Hal itu disebabkan karena pada P3 memiliki diameter penampang yang lebih kecil kemudian terjadi perubahan penampang terhadap P4 yang memiliki dimensi penampang lebih besar sehingga P3 mempunyai nilai rata-rata tekanan yang lebih tinggi.

Tabel 3. Tekanan Pada Pipa PVC ¾ inchi (P5 dan P6).

No.	Volume (L)	Detik (t)	P5	P6
1.	15 L	92,91	2,21	1,61
2.	15 L	92,75	2,16	1,85
3.	15 L	91,54	2,17	1,74
4.	15 L	93,01	2,19	1,77

Sumber : Analisa Data, 2023

Pada Tabel 3. dapat dilihat bahwa P5 mengalami tekanan rata-rata yang lebih besar dibanding tekanan rata-rata pada P6. Hal itu disebabkan karena pada P6 terjadi hambatan belokan lengkung pada pipa.

Debit Aliran

- a. Pada Pipa PVC ¾ inchi (P1 dan P2).

Data yang diperoleh dari hasil pengujian dan perhitungan berupa tinggi muka air, luas penampang saluran, kecepatan aliran air dan debit air, sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Q &= A \cdot V \\
 &= 0,000285 \times 0,576 \\
 &= 0,000164 \text{ m}^3/\text{dt}
 \end{aligned}$$

- b. Pada Pipa PVC 2 inchi (P3 dan P4).

Data yang diperoleh dari hasil pengujian dan perhitungan berupa tinggi muka air, luas penampang saluran, kecepatan aliran air dan debit air, sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Q &= A \cdot V \\
 &= 0,002026 \times 0,0803 \\
 &= 0,000163 \text{ m}^3/\text{dt}
 \end{aligned}$$

- c. Pada Pipa PVC ¾ inchi (P5 dan P6).

Data yang diperoleh dari hasil pengujian dan perhitungan berupa tinggi muka air, luas penampang saluran, kecepatan aliran air dan debit air, sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Q &= A \cdot V \\
 &= 0,000285 \times 0,568 \\
 &= 0,000162 \text{ m}^3/\text{dt}
 \end{aligned}$$

Data yang diperoleh dari hasil pengujian dan perhitungan berupa tinggi muka air, luas penampang saluran, kecepatan aliran air dan debit air, sebagai berikut:

Tabel 4. Tekanan Pada Pipa PVC ¾ inchi (P1 dan P2).

No.	Pipa	Debit (m ³ /dtk)
1.	Pipa PVC ¾ inchi (P1 dan P2)	0,000164
2.	Pipa PVC 2 inchi (P3 dan P4)	0,000163

No.	Pipa	Debit (m ³ /dtk)
3.	Pipa PVC ¾ inchi (P6 dan P5)	0,000162

Sumber : Analisa Data, 2023

Kecepatan Aliran

- a. Kecepatan aliran pada pipa PVC ¾ inchi, dari **Tabel 1.** diperoleh bahwa. Untuk menghitung debit air, maka rumus yang dipakai adalah:

$$D = \frac{V}{W}$$

$$D = \frac{15}{91,38} = 0.164159 \text{ l/dt}$$

Debit aliran melalui sistem pipa adalah hasil antara kecepatan aliran pada pipa dengan luas penampang pipa menurut (Triatmodjo, 1996) yang ditulis dengan persamaan :

- Kecepatan Aliran

$$V = \frac{L \cdot Q}{\pi \cdot D^2}$$

$$= \frac{4 \times 0,1642}{3,14 \times 0,01905^2}$$

$$= \frac{0,6566}{0,0011}$$

$$= 576,241 \text{ mm/dt}$$

$$= 0,576 \text{ m}^3/\text{dt}$$

- b. Kecepatan aliran pada pipa PVC ¾ inchi, dari Tabel 4.1. diperoleh bahwa. Untuk menghitung debit air, maka rumus yang dipakai adalah:

$$D = \frac{V}{W}$$

$$D = \frac{15}{92,22} = 0.162659 \text{ l/dt}$$

Debit aliran melalui sistem pipa adalah hasil antara kecepatan aliran pada pipa dengan luas penampang pipa menurut (Triatmodjo, 1996) yang ditulis dengan persamaan :

- Kecepatan Aliran

$$V = \frac{L \cdot Q}{\pi \cdot D^2}$$

$$= \frac{4 \times 0,162659}{3,14 \times 0,05080^2}$$

$$= \frac{0,6506}{0,0081}$$

$$= 80,294 \text{ mm/dt}$$

$$= 0,080 \text{ m}^3/\text{dt}$$

- c. Kecepatan aliran pada pipa PVC ¾ inchi, dari Tabel 4.1. diperoleh bahwa. Untuk menghitung debit air, maka rumus yang dipakai adalah:

$$D = \frac{V}{W}$$

$$D = \frac{15}{91,38} = 0.164159 \text{ l/dt}$$

Debit aliran melalui sistem pipa adalah hasil antara kecepatan aliran pada pipa dengan luas penampang pipa menurut (Triatmodjo, 1996) yang ditulis dengan persamaan :

- Kecepatan Aliran

$$V = \frac{L \cdot Q}{\pi \cdot D^2}$$

$$= \frac{4 \times 0,162070}{3,14 \times 0,01905^2}$$

$$= \frac{0,6483}{0,0011}$$

$$= 568,910 \text{ mm/dt}$$

$$= 0,569 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Debit aliran melalui sistem pipa adalah hasil antara kecepatan aliran pada pipa dengan luas penampang pipa menurut (Triatmodjo, 1996). Untuk hasil kecepatan aliran dapat dilihat pada table berikut ini:

Tabel 5. Tekanan Pada Pipa PVC ¾ inchi (P1 dan P2).

No.	Pipa	Kecepatan Aliran (m ³ /dtk)
1.	Pipa PVC ¾ inchi (P1 dan P2)	0,576
2.	Pipa PVC 2 inchi (P3 dan P4)	0,080
3.	Pipa PVC ¾ inchi (P6 dan P5)	0,569

Sumber : Analisa Data, 2023

Kehilangan Energi

Dari penelitian pada rangkaian pipa PVC didapat hasil kehilangan energi pada setiap perubahan bentuk ataupun diameter pipa sebagai berikut, yaitu

Tabel 6. Tekanan Pada Pipa PVC ¾ inchi (P1 dan P2).

No.	Pipa	Kehilangan Energi
1.	Pipa PVC ¾ inchi (P1 dan P2)	0,04261
2.	Pipa PVC 2 inchi (P3 dan P4)	0,00028510
3.	Pipa PVC ¾ inchi (P6 dan P5)	0,04261

Sumber : Analisa Data, 2023

Dalam hal ini dapat disimpulkan bahwa kecepatan lampiran sebagai berikut:



Gambar 2. Kecepatan aliran pada pipa normal, perubahan penampang, dan hambatan.

Dari Gambar 2. dapat dijelaskan bahwa kecepatan aliran pada perubahan penampang lebih kecil dibandingkan dengan kecepatan aliran pada pipa normal maupun pada pipa hambatan berbelok.



Gambar 4. Kehilangan energi pada pipa normal, perubahan penampang, dan hambatan

Dari Gambar 3. dapat dijelaskan bahwa kehilangan energi dikarenakan gesekan antar fluida dan dinding pipa atau disebut dengan mayor losses (h_f) pada pipa normal lebih besar dari pada pipa perubahan penampang dan pipa hambatan belokan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kecepatan aliran pada pipa normal dengan diameter ¾ inchi memiliki kecepatan aliran 0,579 m/dtk dan kehilangan energi sebesar 0,0092 m. Kecepatan aliran pada pipa normal dengan diameter 2 inchi memiliki kecepatan aliran 0,080 m/dtk dan kehilangan energi sebesar 0,0000657 m. Kecepatan aliran pada pipa normal dengan diameter ¾ inchi memiliki kecepatan aliran 0,571 m/dtk dan kehilangan energi sebesar 0,0033 m.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Bunganaen, Wilhelmus;. (2011). Analisis Efisiensi dan Kehilangan Air pada Jaringan Utama Daerah Irigasi Air Sagu. Teknik Sipil FST Undana..
- Oemiati, Nrlilam; Kimi, Sudirman; Angraini, Rani;. (2021). Analisis Faktor Kehilangan Energi pada Distribusi Pipa dari Booster Kertapati sampai Kawasan Pasar. Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Palembang.
- Salomo, S. (2010). Kehilangan Energi pada Pipa Baja dan Pipa PVC.

- Selpan, M. (2017). Mekanika Fluida. muhfahri.wordpress.com, 2.
Sosrodarsono, Suyono dan Takeda, Kensaku;. (2003). Higiologi untuk Pengairan. Jakarta: Pradnya Paramita.
Triatmodjo, B. (1996). Hidraulika II. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada