

INSTALASI SISTEM PERPIPAAN AIR BERSIH DAN AIR KOTOR DI GEDUNG J LANTAI 7 POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA

Fandia Akhsan Buhianto^{1*}, Pekik Mahardhika², Ekky Nur Budiyanto³

PT. Adhi Karya, Jakarta, Indonesia¹

Program studi D4 Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia²

Program studi D4 Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia³

Email: fakhsan@student.ppns.ac.id^{1}; pekikmahardhika@ppns.ac.id²; ekky@ppns.ac.id³;*

Abstract – *The Plumbing system design follows various standards, including the National Plumbing Standard and Code, International Plumbing Code, Uniform Plumbing Code, Domestic Water Heating Manual Design, and Indonesian National Standard (SNI). The design of clean water and wastewater piping is created using AutoCAD 3D Plant software, with PVC pipes and diameters complying with SNI standards for sprinklers and SNI 8153:2015. The analysis indicates a daily water demand of 34.32 m³ and a roof tank capacity of 350 liters for the clean water system. The head pump value is calculated manually, requiring a centrifugal pump with an output of 125 kW and input of 0.3 kW.*

Keyword: *Plumbing System, Design, PVC Pipes, Tanks, Cost Estimation*

Nomenclature

Δ	Allowable deflection (in)
OD	Outside Diameter (in)
ID	Inside Diameter (in)
L_s	Pipe span limitation of stress (ft)
L_d	Pipe span limitation of deflection (ft)
Z	Section Modulus (in ³)
S_h	Allowable tensile stress (psi)
S_b	Allowable bending stress (psi)
S_t	Allowable torsion stress (psi)
W	Berat total (lb/ft)
W_{pipe}	Berat total pipa (lb/ft)
W_{fluid}	Berat total fluida (lb/ft)
E	Modulus elastisitas (psi)
I	Momen inertia (in ⁴)
L	Panjang total pipa (ft)

1. PENDAHULUAN

Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya (PPNS) adalah perguruan tinggi berbasis vokasi dan profesi dalam bidang perkapalan dan teknologi penunjangnya. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya (PPNS) memiliki dua konsep yang mempengaruhi proses pembelajaran yang diimplementasikan yaitu *Teaching Factory* atau *Production Based Learning* serta pembelajaran berbasis produksi dan *Link and Match*. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya (PPNS) memiliki Laboratorium yang telah terintegrasi sehingga mahasiswa dapat menerapkan materinya secara langsung dengan maksimal. Dimana pada setiap laboratorium memiliki standar yang memadai.

Dalam upaya peningkatan pelaksanaan pembelajaran khususnya pada program studi D4 Teknik Perpipaan. Pada prodi ini terdapat salah satu capaian pembelajaran yaitu Sistem *Plumbing*. Sistem *Plumbing* memiliki fungsi untuk mendistribusikan air bersih serta air kotor guna menunjang operasional gedung. Maka dari itu perlu adanya pembelajaran secara teori maupun praktik. Sehingga adanya Lab *Plumbing* mahasiswa dapat mempelajari metode praktik secara efektif. Lokasi perencanaan jalur plumbing pada Laboratorium Plumbing PPNS berada di Gedung J PPNS lantai tujuh, dengan luas ruangan yang akan digunakan untuk pembangunan sebesar 62.64 m².

2. METODOLOGI

2.1 Pengukuran Lokasi

Objek yang digunakan yaitu Lab Plumbing yang berada di gedung J lantai 7 PPNS. Pada penelitian ini akan dilakukan desain instalasi plumbing air bersih dan air kotor berupa toilet. Adapun data yang diperlukan salah satunya yaitu dimensi dan layout ruangan.

2.2 Perhitungan Air Bersih

Perhitungan kebutuhan air bersih dengan kepadatan penghuni dianggap relevan maka menurut Noerbambang & Morimumur (1999) Perhitungan kebutuhan air bersih sebagai berikut:

$$Q = \text{jumlah penghuni} \times \text{pemakaian air} \quad (1)$$

Dengan dilakukan penambahan sebesar 20% dari total kebutuhan air bersih yang digunakan menggunakan rumus berikut:

$$Q_{total} = (100\% + 20\%) \times Q \quad (2)$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan debit air rata-rata per jam yang mengalir pada sistem air bersih Lab *Plumbing* Gedung J Lantai 7 PPNS menggunakan rumus:

$$Qh = \frac{Q}{t} \quad (3)$$

2.3 Head loss mayor

Head loss mayor disebabkan oleh rugi-rugi yang disebabkan oleh gesekan saat fluida mengalir melalui pipa lurus dan dapat dinyatakan dalam persamaan *Darcy-Weisbach* berikut ini (Moran, Shapiro, Munson, dan DeWitt, 2003):

$$hl_{mayor} = f \frac{L.v^2}{D.2g} \quad (4)$$

2.4 Head loss minor

Head loss minor disebabkan oleh rugi-rugi akibat *fittings* pada sistem perpipaan. *Head loss minor* dapat dihitung dengan cara menambahkan nilai koefisien K (koefisien *fitting*) pada sistem perpipaan dan dapat dinyatakan dalam persamaan *Darcy-Weisbach* berikut ini (Moran, Shapiro, Munson, dan DeWitt, 2003):

$$hl_{minor} = K \frac{v^2}{2g} \quad (5)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengukuran Lokasi

Data yang diperoleh dari pengukuran lokasi yaitu sebagai berikut:

- Lantai 7-1 (Area kamar Mandi)
 - Panjang : 1080 cm
 - Lebar : 580 cm
 - Tinggi : 240 cm
- Lantai 7-2 (Ruangan Tandon)
 - Panjang : 1080 cm
 - Lebar : 180 cm
 - Tinggi : 395 cm

Dalam desain plumbing perlu adanya data pemakai toilet pada satu harinya. Pada ruangan lab plumbing dengan kapasitas sebanyak 34 orang untuk kemudian dilakukan perencanaan jumlah system kamar mandi air bersih sebagai berikut:

Tabel 3. 1 Jumlah System Kamar Mandi Air Bersih

Item	Jumlah
Urinoir	8
Kran	5
Wastafel	5
Kloset	5
Total	23

Sumber: Data diolah, 2023

3.2 Perhitungan Air Bersih

- a. Perhitungan pemakaian air bersih (Q)
 Pada sistem plumbing air bersih di Lab Plumbing Gedung J Lantai 7 diprediksi dapat diisi 34 orang per hari dengan pemakaian air 10

liter per hari per orang. Berikut perhitungan kebutuhan air bersih.

$$Q = 34 \times 10 \frac{\text{liter}}{\text{hari}} = 340 \text{ liter/hari}$$

Dengan dilakukan penambahan sebesar 20% dari total kebutuhan air bersih yang digunakan maka:

$$Q_{total} = 120\% \times 340 \frac{\text{liter}}{\text{hari}} = 408 \frac{\text{liter}}{\text{hari}}$$

- b. Perhitungan debit air rata-rata per jam (Qh)

Sesuai dengan hasil kalkulasi sebelumnya bahwa setiap hari membutuhkan 340 liter/hari. Sedangkan laboratorium ini beroperasi sesuai jam kerja dari kampus, sehingga waktu yang digunakan yaitu 8 jam per hari. Kalkulasi rata-rata dapat dilakukan dengan persamaan 2.x seperti pada di bawah ini.

$$Qh = \frac{408 \text{ liter/hari}}{8 \text{ jam}} = 51 \text{ liter/jam}$$

Dari hasil kalkulasi diatas didapatkan hasil rata-rata debit yang mengalir yaitu sebanyak 51 liter/jam.

3.3 Perhitungan Head Major

Dalam perhitungan headloss ini, Panjang pipa mengacu pada gambar isometri yang terdapat pada lampiran E dan debit (Q) yang digunakan mengacu pada perhitungan kebutuhan debit untuk setiap perumahan sesuai dengan SNI 03-7065-2005. Perhitungan *headloss major* menggunakan persamaan *Darcy Weisbach*. Berikut di bawah ini merupakan perhitungan pada jalur 1 sistem air bersih.

$$hl_{mayor} = 0.0025 \frac{14110 \times 300^2}{0.0254 \cdot 2 \times 9800} = 161.977 \text{ mm} = 0.16198 \text{ m}$$

3.4 Head Loss Minor

Dalam kalkulasi headloss minor dipengaruhi oleh adanya fitting yang berada pada line yang beroperasi. Pada jalur 1 sistem air bersih, memiliki jumlah fitting 3 elbow, dimana elbow memiliki koefisien resistansi 0.3. Setelah itu dilakukan perhitungan dengan Persamaan 2.2, di mana data sebagai berikut:

$$hl_{minor} = 0.3 \frac{300^2}{2 \times 9800} = 0.132435 \text{ m}$$

4. KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan dan analisis, lab *plumbing* gedung J lantai 7 PPNS dengan luas 62.64 m² dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran berupa lab *plumbing* dalam bentuk toilet sebanyak 5 bilik dengan item urinoir, wastafel, dan kloset per bilik dan 3 item urinoir di

luar bilik. Untuk kalkulasi kebutuhan air bersih dan air kotor pada desain ini dengan kapasitas 34 orang dibutuhkan volume air bersih sebanyak 408 liter/hari. Dihasilkan 6 *line number* dengan nilai *headloss* yang berbeda, yang dipengaruhi oleh panjang pipa, dan *fitting* yang terdapat pada jalur pipa. Nilai *headloss* total terbesar terdapat pada *line number* 0.5"-PVC-A-003 dan nilai *headloss* total terkecil terdapat pada *line number* 0.5"-PVC-A-001.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] D.N.V. DnvGL, "STRUCTURAL ANALYSIS OF PIPING SYSTEMS recommended practice dnv-rp-d101," no. October, 2008.
- [2] P. Mahardhika, "Penentuan Allowable Span Antar Penyangga Pipa Slf Berdasarkan Tegangan, Defleksi, Frekuensi Alami," *J. IPTEK*, vol. 21, no. 2, p. 27, 2017, doi: 10.31284/j.ipitek.2017.v21i2.149.
- [3] P. Mahardhika, E. Julianto, A. Indartono, and G. E. Kusuma, "Analisa Pengaruh Kenaikan Tekanan Fluida Terhadap Tegangan Dan Fleksibilitas Pipa Blowdown a106 Grade a Berdasarkan Asme B31.3," *Teknik*, vol. 39, no. 1, p. 67, 2018, doi: 10.14710/teknik.v39i1.17118.
- [4] T. Pratama, "Pelatihan dasar analisa tegangan pipa," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2004.
- [5] ASME B31.3, *Process Piping*, vol. 76, no. 8. 2018. doi: 10.1016/b978-0-12-818648-0.00002-8.
- [6] S. Kannapan, *26418738-Introduction-to-Pipe-Stress-Analysis-Sam-Kannappan-1986*. 1986.