

Desain Jalur Sistem Perpipaan pada Air Panas Di Laboratorium Plumbing Gedung J Lantai 7 Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

Mukhamad Hanif Sultony^{1*}, Pranowo Sidi², Benedicta Dian Alfanda³

Program Studi D4 Teknik Perpipaa, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia^{1*}

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

Program studi D3 Teknik Permesinan Kapal, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia³

Email: hanifsultony22@student.ppns.id^{*}; pranowosidi@ppns.ac.id^{2*}; benedictadian@ppns.ac.id^{3*};

Abstract - The State Shipbuilding Polytechnic of Surabaya (PPNS) continuously striving to enhance student learning by planning the construction of an integrated Plumbing Laboratory. This Plumbing Laboratory is envisioned as a building with five toilet cubicles where the showers and sinks require hot water. The hot water piping system design is created using AutoCAD software, employing Polypropylene Random (PPR) pipes. The hot water piping system is designed with an overhead tank that directly supplies water to the water heater, which then distributes it to the five toilet cubicles. The design calculations and material selection adhere to the Indonesian National Standards (SNI). The analysis and calculations indicate a hot water requirement of 240 L/day. The required water heater capacity is 20L. Based on the results from the Pipe Flow Expert software, the system operates efficiently under a closed tank condition with a pressure of 5 bars, and the output water pressure is determined to be 0.2 bars.

Keyword: Plumbing System, Design, PPR Pipes, Water Heater

Nomenclature

hl_{mayor}	Head loss mayor (m)
F	Koefisien gesekan pipa
L	Panjang pipa (m)
D	Diameter pipa (m)
V	Kecepatan fluida (m/s)
G	Percepatan gravitasi bumi (m/s ²)
hl_{minor}	Head loss minor (m)
K	Koefisien resistansi fitting atau valve

1. PENDAHULUAN

Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya (PPNS) adalah institusi pendidikan vokasi dan profesi di bidang perkapalan dan teknologi penunjangnya. PPNS mengimplementasikan dua metode pembelajaran utama, yaitu Teaching Factory dan Production Based Learning (pembelajaran berbasis produksi) yang terintegrasi dengan laboratorium berkualitas untuk memastikan mahasiswa dapat menerapkan materi secara langsung. Program studi D4 Teknik Perpipaan di PPNS terus meningkatkan pelaksanaan pembelajaran, termasuk dalam sistem plumbing untuk distribusi air panas, yang menjadi bagian penting dari pembelajaran teori dan praktik. Lokasi untuk Laboratorium Plumbing di Gedung J PPNS lantai tujuh, dengan luas ruangan 62.64 m², direncanakan untuk mendukung pembelajaran praktis yang efektif.

Tugas akhir ini fokus pada desain sistem perpipaan pipa air panas sesuai dengan Standar

Domestic Water Heating Design Manual, yang mencakup desain jalur, perhitungan perancangan air panas, dan kebutuhan debit air panas. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa laboratorium plumbing dapat berfungsi secara optimal dalam mendistribusikan air panas untuk kebutuhan pembelajaran mahasiswa.

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 airpanas berupa toilet. Adapun data yang diperlukan salah satunya yaitu dimensi dan layout ruangan.

2.2 Perhitungan Air Panas

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

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

Dengan dilakukan penambahan sebesar 20% dari total kebutuhan air panas 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 panas Lab Plumbing Gedung J Lantai 7 PPNS menggunakan rumus:

$$Qh = \frac{Q}{t} \tag{3}$$

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):

$$hl_{mayor} = f \frac{L \cdot v^2}{D \cdot 2g} \tag{4}$$

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):

$$hl_{minor} = K \frac{v^2}{2g} \tag{5}$$

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.

Dalam desain plumbing perlu adanya data pemakai toilet pada satu harinya. Pada ruangan lab plumbing dengan kapasitas sebanyak 10 orang untuk kemudian dilakukan perencanaan jumlah system kamar mandi air panas sebagai berikut:

Tabel 3.1 Jumlah Sistem Kamar Mandi Air Panas

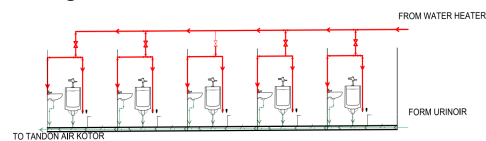
Item	Jumlah
Shower	5 Item
Wastafel	5 Item
Total	10 Item

Sumber: Data diolah, 2024

3.2 Desain Sistem Air Panas

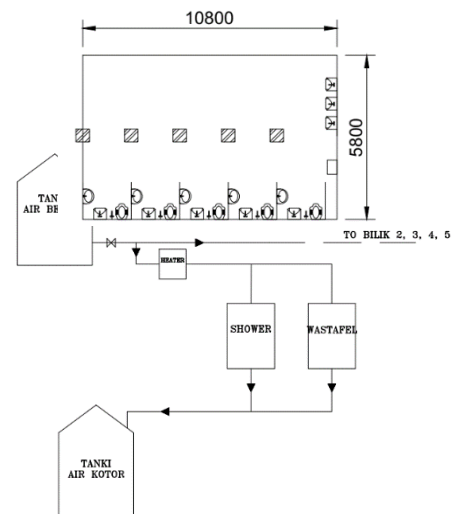
Setelah didapatkan data penelitian, langkah selanjutnya dilakukan desain instalasi plambing. Hasil akhir desain pada penelitian ini yaitu berupa layout, PFD, dan isometric drawing. Berikut merupakan hasil desain instalasi sistem pipa air panas.

a. Layout peletakan item pada bilik dengan ukuran item yang sesuai dengan katalog adalah sebagai berikut :



Gambar 3.1 Layout Item

b. Setelah didapatkan layout item perbilik maka dibuatlah layout bilik tampak atas

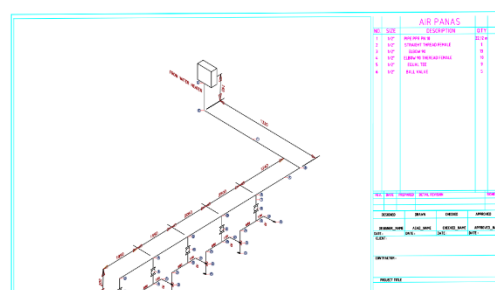


Gambar 3.2 Layout Tampak Atas

c. Pada tahap awal perancangan dilakukan desain PFD, dimana PFD akan digunakan sebagai dasar proses aliran yang selanjutnya akan dilakukan desain layout. Pada sistem perpipaan air panas secara general akan digambarkan oleh PFD.

Gambar 3.3 PFD Air Panas

d. Setelah didapatkan desain layout dan PFD selanjutnya dilakukan desain jalur perpipaan air panas berupa isometric drawing, untuk isometric drawing terdiri dari 7 line number



Gambar 3.4 Isometric Air Panas

3.3 Perhitungan Air Panas

a. Perhitungan pemakaian air panas (Q) Pada sistem plumbing air panas 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 panas.

$$Q = 34 \times 5 \frac{\text{liter}}{\text{hari}} = 170 \text{ liter/hari} \quad (6)$$

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

$$Q_{total} = 120\% \times 170 \frac{\text{liter}}{\text{hari}} = 204 \frac{\text{liter}}{\text{hari}} \quad (7)$$

b. Perhitungan debit air rata-rata per jam (Qh) Sesuai dengan hasil kalkulasi sebelumnya bahwa setiap hari membutuhkan 204 liter/hari. Sedangkan laboratorium ini beroperasi sesuai jam kerja dari kampus, sehingga waktu yang digunakan yaitu 10 jam per hari. Kalkulasi rata-rata dapat dilakukan dengan persamaan 2.x seperti pada di bawah ini.

$$\begin{aligned} Q_h &= 204 \text{ liter/hari} / 10 \text{ jam} \\ &= 20,4 \text{ liter/jam} \end{aligned} \quad (8)$$

Dari hasil kalkulasi diatas didapatkan hasil rata-rata debit yang mengalir yaitu sebanyak 20,4 liter/jam.

3.4 Perhitungan Head Major

Dalam perhitungan headloss ini, Panjang pipamengacu 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 Weishbach. Berikut di bawah ini merupakan perhitungan pada jalur 1 sistem air panas.

$$\begin{aligned} h_{l_{mayor}} &= 0.0329015 \frac{5,34 \text{ m} \times (0.300 \text{ m/s})^2}{0.0127 \text{ m} \times 2 \times 9.81 \text{ m/s}^2} \\ &= 0.070065 \text{ m} \end{aligned} \quad (9)$$

3.5 Perhitungan Head Minor

Dalam kalkulasi headloss minor dipengaruhi oleh adanya fitting yang berada pada line yang beroperasi. Pada jalur 1 sistem air panas, memiliki jumlah fitting 3 elbow, dimana elbow memiliki koefisien resistansi 0.5 dan tee sebanyak 3 buah diaman memiliki koefisien 0.9. Setelah itu dilakukan perhitungan dengan Persamaan 2.2, di mana data sebagai berikut:

$$\begin{aligned} h_{l_{minor}} &= 4.2 \frac{(0.300 \text{ m/s})^2}{2 \times 9.81 \text{ m/s}^2} \\ &= 0.070065 \text{ m} \end{aligned} \quad (10)$$

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 wastafel, dan shower per bilik. Untuk kalkulasi kebutuhan air panas pada desain ini dengan kapasitas 34 orang dibutuhkan volume air panas sebanyak 204 liter/hari. Dihadirkan 7 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 HW-1/2"-PPR-001-1 dan nilai headloss total terkecil terdapat pada line number HW-1/2"-PPR-001-7.

5. PUSTAKA

- [1] Ahmad, S., Suprayitno., Sutaryono, W., & Yuwono, D. (2022). *Instalasi Pipa. Malang: Pelatihan Imbal Swadaya.*
- [2] Buhianto, F. A., Mahardhika, P., & Budiyanto, E. N. (2023). INSTALASI SISTEM PERPIPAAN AIR BERSIH DAN AIR KOTOR DI GEDUNG J LANTAI 7 POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA. *Proceedings of National Conference on Piping Engineering and Its Application*, 8(1), 19–21.
- [3] Garrido-Baserba, M., Reif, R., Hernández, F., & Poch, M. (2012). Implementation of a knowledge-based methodology in a decision support system for the design of suitable wastewater treatment process flow diagrams. *Journal of Environmental Management*, 112, 384–391.
- [4] Gunarso, S. R., SL, P. P., & Mahardhika, P. (2019). Desain Penyediaan Sistem Air Bersih dan Air Panas pada Apartemen Menara Rungkut (Surabaya). *Proceedings of National Conference on Piping Engineering and Its Application*, 4(1), 141–146.
- [5] Ichsanudin, M. R., Mahardhika, P., & Budiyanto, E. N. (2023). INSTALASI SISTEM PERPIPAAN AIR BERSIH DAN AIR KOTOR DI GEDUNG J LANTAI 7 POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA. *Proceedings of National Conference on Piping Engineering and Its Application*, 8(1), 22–23.
- [6] Pahpayungi, A., & Darpito, H. (2022). PERANCANGAN SISTEM PLAMBING PADA BANGUNAN WISMA MESS SEPOLWAN CIPUTAT. *JURNAL TECHLINK*, 6(02), 43–62.
- [7] Pangestu, R., Julianto, E., & Kusuma, G. E. (2019). Desain Sistem Distribusi Air Dingin, Air Panas, Dan Gas Untuk Pembangunan Laboratorium Plumbing PPNS. *Proceedings of*

National Conference on Piping Engineering and Its Application, 4(1), 159–164.

- [8] Parisher, R. A. (2001). *Pipe drafting and design*. Elsevier.
- [9] Risyad F. N. (2019). PENGEMBANGAN MODUL SEBAGAI SUMBER BELAJAR SISTEM UTILITAS BANGUNAN GEDUNG KELAS XI KOMPETENSI KEAHLIAN KONSTRUKSI GEDUNG, SANITASI, DAN PERAWATAN SMK NEGERI 2 YOGYAKARTA. *Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta*.
- [10] Soufyan M. Noerbambang, & Morimura, T. (1991). Perancangan dan Pemeliharaan sistem Plumbing. *Jakarta: Pradnya Paramita*.
- [11] Sulaeman, & Arif I. (2022). Perencanaan Kebutuhan Air Bersih Pada Bangunan Gedung Utama ITP. *JURNAL TEKNIK MESIN INSTITUT TEKNOLOGI PADANG*, 82-91.
- [12] SWARDIKA, & ANGGA YOGA PRATAMA. (2014). ANALISIS TEGANGAN DAN DEFLEKSI PIPA DENGAN SOFTWARE CAESAR II VERSI 5.00 PADA JALUR MAIN STEAM PIPE DI PT. PJB UNIT BISNIS JASA OPERATING & MAINTENANCE PLTU PACITAN. *Doctoral Dissertation, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*.
- [13] WIBOWO, R. (2012). *Analisa dan Perhitungan Sistem Plumbing Penyediaan Air Bersih pada Gedung Bertingkat*.
- [14] Yu, L., Wu, T., Chen, T., Yang, F., & Xiang, M. (2014). Polypropylene random copolymer in pipe application: Performance improvement with controlled molecular weight distribution. *Thermochimica Acta*, 578, 43–52.