

Penentuan Spesifikasi Pompa Sistem Perpipaan *Fire Fighting Foam* pada Area Tangki *Avtur*

Bima Sya'a Saputra¹, Ni'matut Tamimah², Mahasin Maulana Ahmad³

Program Studi D4 Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia. 1,3

Program Studi D4 Teknologi Rekayasa Energi Berkelanjutan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia. 2

Email: bimasyaa@student.ppns.ac.id^{1*}; nimatuttamimah@ppns.ac.id^{2*}; mahasinmaulana@ppns.ac.id^{3*};

Abstract - The construction project of Dhoho Kediri Airport Aircraft Refueling Depot (DPPU) requires a reliable fire fighting system, especially in the *Avtur* storage tank area which is classified as flammable fuel. To ensure safety and comply with fire safety regulations, a fire fighting foam piping system was planned. This research focuses on the hydraulic analysis of the fire protection system, which includes the calculation of pump head, pump power, and determination of appropriate pump specifications. The methods used included manual calculations based on NFPA standards. The calculation results show that the results are reliable for designing an effective and efficient fire fighting system. The pump specifications determined are able to meet the needs of foam distribution to the entire tank area, taking into account pressure losses and system discharge requirements. This research provides technical recommendations as a basis for implementing a foam-based fire extinguishing system in the DPPU tank area.

Keyword: Fire fighting, Foam, Pump Head, Pump Power, NFPA.

Nomenclature

D	Diameter (D)
Q	Debit aliran (m ³ /s)
v	Kecepatan aliran (m ³ /s)
ρ	Massa jenis fluida (kg/m ³)
Re	Reynolds number
f	Friction factor
g	Percepatan gravitasi (m/s ²)
L	Panjang pipa (m)
H_f	Kerugian gesekan pipa (m)
H_{fm}	Kerugian akibat fitting (m)
ΔZ	Head ketinggian (m)
H_p	Head tekanan (m)
H_v	Head kecepatan (m)
H_{pump}	Head total pompa (m)
P_h	Daya pompa (m)

1. PENDAHULUAN

Pada proyek Depot Pengisian Pesawat Udara (DPPU) Bandara Dhoho Kediri, Jawa Timur, yang merupakan proyek yang bergerak di bidang *Engineering, Procurement, Construction and Commissioning* (EPCC), pengembangan fasilitas pengisian bahan bakar *Avtur* (Aviation Turbine Fuel) menjadi prioritas utama. DPPU ini difungsikan sebagai sarana pendistribusian *avtur* untuk pengisian bahan bakar pesawat yang beroperasi di Bandara Dhoho Kediri. Namun pada tahap pembangunan ini, proyek DPPU Bandara Dhoho Kediri masih belum memiliki sistem pemadam yang memadai untuk melindungi dari bahaya kebakaran khususnya pada area tangki

penyimpanan bahan bakar [4]. Padahal, pencegahan kebakaran pada infrastruktur pengisian bahan bakar sangat krusial, mengingat potensi kebocoran dan penguapan dari fluida *avtur* yang mudah terbakar [3].

Untuk itu, diperlukan sistem pemadam kebakaran yang tepat dan sesuai dengan karakteristik bahaya. Dalam hal ini, media pemadam yang sesuai untuk fluida *avtur* adalah busa (*foam*), mengingat sifatnya yang mampu menutup permukaan bahan bakar dan menghambat pelepasan uap [2]. Selain itu, area tangki yang ditangani bukan merupakan area yang melibatkan peralatan elektronik, sehingga *foam* menjadi pilihan yang aman dan efektif. Pada proyek ini, sistem pemadam kebakaran akan dipasang pada area tangki berukuran 12 m x 10,4 m, yang terdiri dari 3 tangki penyimpanan. Tahapan perencanaan sistem *fire fighting* ini mencakup analisis head pompa, perhitungan kebutuhan daya pompa, serta pemilihan pompa yang sesuai agar mampu memberikan proteksi maksimal terhadap area tangki [1].

2. METODOLOGI

2.1 Desain Jalur Perpipaan *Fire Fighting Foam*

Desain jalur perpipaan *fire fighting foam* ini digunakan untuk mengetahui panjang pipa dan juga *fitting* atau equipment yang ada pada setiap *line number*, yang nantinya dibutuhkan untuk mengetahui nilai *headloss mayor* dan *headloss minor*.

2.2 Perhitungan Head Pompa

Head pompa total harus disediakan untuk mengalirkan jumlah air seperti yang direncanakan, dapat ditentukan dari kondisi sistem yang akan dilayani pompa [5]. Berikut langkah-langkah untuk menentukan head pompa:

1. Perhitungan *headloss mayor* yang disebabkan karena kerugian gesekan sepanjang pipa, dengan rumus sebagai berikut:

$$H_f = f \frac{L \cdot v^2}{D \cdot 2g}$$

2. Perhitungan *headloss minor* yang disebabkan karena kerugian *fittings* pada sistem perpipaan, dengan rumus sebagai berikut:

$$H_{fm} = K \frac{v^2}{2g}$$

3. Perhitungan head statik dilakukan dengan membandingkan perbedaan elevasi antara permukaan air pada sisi hisap dan sisi tekan pompa, dengan rumus sebagai berikut:

$$\Delta Z = Z_2 - Z_1$$

4. Perhitungan head tekanan diperoleh dari selisih tekanan antara sisi masuk dan sisi keluar pompa, dengan rumus sebagai berikut:

$$H_p = \frac{P_2 - P_1}{\rho g}$$

5. Perhitungan head kecepatan dilakukan analisis terhadap selisih kecepatan aliran fluida pada sisi hisap dan tekan pompa, dengan rumus sebagai berikut:

$$H_v = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g}$$

6. Setelah semua perhitungan diatas sudah ditentukan, dapat dilakukan perhitungan head pompa total dengan rumus sebagai berikut:

$$H_{\text{Pump}} = H_f + H_{fm} + \Delta Z + H_p + H_v$$

2.3 Perhitungan Daya Pompa

Untuk menghitung daya pompa, dikalikan laju aliran massa fluida $\rho \times g \times Q$ dengan energi per satuan berat (H), yang dirumuskan sebagai berikut:

$$P_h = \rho \times g \times H \times Q$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perhitungan Head Pompa

Untuk menghitung head pompa perlu dilakukan perhitungan *headloss mayor*, *headloss minor*, head statik, head tekanan, dan head kecepatan terlebih dahulu.

1. *Headloss Mayor*

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kerugian akibat gesekan pipa (*headloss mayor*) bernilai 82,687 m.

2. *Headloss Minor*

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, nilai kerugian akibat gesekan *fitting* (*headloss minor*) yang didapatkan sebesar 43,519 m.

3. *Head Statik*

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, nilai elevasi statik antara sisi hisap dan tekan pompa (*head statik*) yang didapatkan adalah 13,823 m.

4. *Head Tekanan*

Dari hasil perhitungan, diperoleh bahwa head tekanan yang didapatkan bernilai 86,681 m.

5. *Head Kecepatan*

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa nilai head kecepatan yang didapatkan adalah 0 m.

6. *Head Pompa Total*

Berdasarkan hasil penghitungan *headloss mayor*, *headloss minor*, head statik, head tekanan, dan head kecepatan yang didapatkan, maka total head pompa yang dibutuhkan adalah 226,711 m.

3.2 Perhitungan Daya Pompa

Setelah mendapatkan nilai total head pompa, langkah berikutnya adalah menghitung daya pompa yang dibutuhkan menggunakan rumus yang telah dijabarkan sebelumnya. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kebutuhan daya pompa adalah sebesar 51,41 kW.

3.3 Penentuan Spesifikasi Pompa

Penentuan spesifikasi pompa didapat berdasarkan diagram dan katalog yang disediakan oleh vendor atau produsen pompa. Parameter yang dapat digunakan dalam menentukan spesifikasi pompa adalah debit dan head pompa. Maka pompa yang akan dipilih berdasarkan debit dan head pump adalah tipe GRUNDFOS LS 250-250-575Ax2 [6].

Kecepatan	: 1492 rpm
Frekuensi	: 50 Hz
Daya	: 264,6 Kw
Efisiensi Pompa	: 19,4%

4. KESIMPULAN

Hasil analisis menunjukkan bahwa total head pompa yang dibutuhkan adalah 226,711 m, sedangkan daya pompa yang dibutuhkan sebesar 51,41 kW. Maka, jenis pompa yang sesuai untuk sistem perpipaan *fire fighting foam* ini adalah GRUNDFOS LS 250-250-575Ax2.

5. PUSTAKA

- [1] Kurniawan, A., Prasetyo, B., & Widodo, T. (2023). *Perencanaan Sistem Pemadam Kebakaran Otomatis di Area Tangki Penyimpanan Bahan Bakar*. Surabaya: Universitas Teknik Indonesia Press.
- [2] NFPA (National Fire Protection Association). (2022). *NFPA 11: Standard for Low-, Medium-, and High-Expansion Foam*. Quincy, MA: NFPA.

- [3] Permana, R. (2020). *Manajemen Risiko Kebakaran pada Fasilitas Penyimpanan Bahan Bakar Minyak*. Jakarta: Penerbit Teknik Sipil Nusantara.
- [4] Susanto, D., & Hartono, Y. (2021). "Kajian Sistem Proteksi Kebakaran pada Proyek Fasilitas Avtur di Bandara". *Jurnal Teknik Keselamatan dan Proteksi*, 9(2), 115–124.
- [5] NFPA (National Fire Protection Association). (2021). *NFPA 20: Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection*. Quincy, MA: NFPA.
- [6] Grundfos. (2022). *Product Catalogue: End-Suction Pumps LS Series*. Bjerringbro: Grundfos Pumps.