

Perencanaan Jalur Perpipaan *Fire Fighting Foam* Pada Bangunan *Pump Room Filling Station On The Spot* Tahap 1 Terminal Mirah Surabaya

Moh Warits Dwi Riski ^{1*}, Mardi Santoso ², Sudyono ³

Program studi D-IV Teknik perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politenik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia^{1,2,3}

Email: waritsriski19@student.ppns.ac.id^{1*}; mardisantoso@ppns.ac.id^{2*}; sudyono@ppns.ac.id^{3*};

Abstract – State-owned enterprises engaged in logistics in the fields of gas, fuel oil, and waste treatment develop developments in the distribution of fuel oil. The need for foam fire fighting installation in the pump room buildings with a handled area of 17 m x 10 m to prevent a fire occurs by fuel oil and adjusting the MSDS of the fuel handled, namely MFO (Marine Fuel Oil) and HSD (High Speed Diesel). Then perform calculations starting from the calculation of the headloss, pump head, pump power, the amount of water and foam concentrate needed, modelling analysis with help of pipe flow expert software in order to make comparisons with the calculations carried out and estimate the cost of material needed. The area handled is 170 m². The total headloss obtained is 50,308 m and the pump power is 17,48 kW. The minimum amount of water needs is 10.718,5 litres and a minimum foam concentrate needs is 331,5 litres. The estimated value of material costs is Rp. 956.860.882,3-.

Keyword: Pump Head, Proportioner, Pipe Flow Expert

Nomenclature

A	= Area (m ²)
H _f	= Headloss mayor (m)
H _{fm}	= Headloss minor (m)
Z	= Head ketinggian (m)
H _p	= Head tekanan (m)
H _v	= Head kecepatan (m)
H	= Pump head (m)
η	= efisiensi (%)
P	= Daya pompa (kW)
P _{pump}	= Shaft power (kW)
ρ	= Massa jenis (kg/m ³)

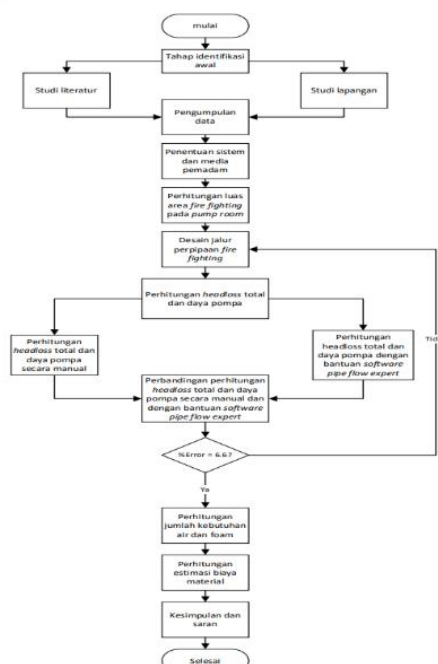
1. PENDAHULUAN

Perusahaan Badan Usaha Milik Negara yang bergerak di bidang logistik baik di bidang gas, bahan bakar minyak, dan pengolahan limbah melakukan pengembangan dalam hal pendistribusian bahan bakar minyak. Yaitu dengan membangun bangunan baru yang menangani fluida MFO (*Marine Fuel Oil*) dan HSD (*High Speed Diesel*). Perlunya instalasi *fire fighting foam* pada bangunan *pump room* dengan area yang yang ditangani adalah 17 m x 10 m untuk mencegah jika terjadi kebakaran dengan menyesuaikan MSDS dari bahan bakar yang ditangani yaitu MFO (*Marine Fuel Oil*) dan HSD (*High Speed Diesel*). Permasalahan yang dibahas pada penelitian ini antara lain adalah perhitungan mulai dari perhitungan headloss, head pump, daya pompa, kebutuhan jumlah air dan foam, analisa pemodelan dengan bantuan software Pipe Flow Expert guna untuk melakukan perbandingan

dengan perhitungan yang dilakukan serta estimasi biaya material yang dibutuhkan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini penulis mengumpulkan data – data yang diperlukan terkait dengan instalasi *fire fighting foam*, kemudian data yang didapatkan tersebut akan di olah oleh peneliti dengan metode penelitian yang ditampilkan dalam diagram alir dibawah ini.



Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian

2.1 Tahap Identifikasi Awal

Tahap identifikasi awal adalah identifikasi permasalahan. Pada tahap ini dilakukan identifikasi permasalahan pada saat melakukan pengamatan dan pemikiran, sehingga bisa dilakukan sebuah penelitian. Peneliti melakukan identifikasi beberapa masalah berdasarkan observasi dan pengamatan langsung sehingga ditemukan sebuah ide penelitian yang akan dikerjakan.

2.2 Tahap Pengumpulan Data

Pada tahap ini, peneliti mengumpulkan data primer dan data sekunder yang akan digunakan untuk penelitian. Data primer adalah desain jalur perpipaan dan panjang pipa, data sekunder adalah *layout area pump room* MFO dan HSD dan MSDS MFO dan HSD.

2.3 Tahap Pengolahan Data

Tahap pengolahan data adalah tahap dimana semua data yang diperoleh dan dikumpulkan akan diolah sesuai dengan ketentuan peneliti. Pada tahap ini, peneliti mengolah data dengan melakukan :

1. Menentukan sistem dan media pemadam dengan acuan yang digunakan yaitu standard NFPA 11 (*Standard for Low Medium and High Expansion Foam*).
2. Perhitungan luas area yang akan dicover oleh *fire fighting foam* dengan menggunakan *layout area pump room filling station* MFO dan HSD terminal Mirah.
3. Perhitungan *headloss* total *fire fighting foam*. Dimana dalam *headloss* total ini terdapat *headloss* mayor dan *headloss* minor pipa.
4. Perhitungan daya pompa. Perhitungan daya pompa pada penelitian ini dilakukan dengan 2 cara, yaitu secara manual dan dengan bantuan *software Pipe Flow Expert*.
5. Perhitungan jumlah kebutuhan air dan foam yang dibutuhkan untuk dapat mengcover area *pump room filling station* MFO dan HSD terminal Mirah.
6. Perhitungan estimasi biaya material yang dibutuhkan untuk pengerjaan *fire fighting foam* untuk *pump room filling station* MFO dan HSD terminal Mirah.

2.4 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dan saran adalah tahap akhir dari sebuah penelitian. Kesimpulan merupakan jawaban dari permasalahan yang ada, sedangkan saran adalah masukan terhadap penelitian yang dilakukan dan untuk peneliti selanjutnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penentuan Klasifikasi Bahan Bakar

Dalam penelitian ini, bahan bakar yang di distribusikan adalah *High Speed Diesel* (HSD) dan *Marine Fuel Oil* (MFO). Kedua bahan bakar

tersebut termasuk ke dalam *Combustible Liquid* [1] dimana HSD memiliki *flash point* sebesar 52 °C dan MFO memiliki *flash point* sebesar 60 °C .

3.2 Penentuan Sistem dan Media Pemadam

Pada perancangan ini menggunakan sistem *Low Expansion Foam* karena area yang akan diproteksi adalah termasuk *diked areas* [1]. Media pemadam yang dipilih adalah foam dikarenakan sistem pemadam yang akan digunakan adalah jenis *fixed foam – water sprinkler* [1]. jenis busa (*foam*) yang digunakan adalah AFFF (*Aqueous Film-Forming Foam Concentrate*) dengan perbandingan 3% foam : 97% air.

3.3 Perhitungan Surface Area

Perhitungan *surface area* [4] untuk system ini adalah dengan menggunakan luas persegi Panjang. Dimana untuk *surface area* yang ditangani adalah sebagai berikut :

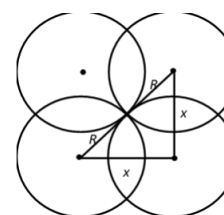
$$\begin{aligned} \text{Luas Surface Area (A)} &= P \times L \\ &= 17 \text{ m} \times 10 \text{ m} \\ &= 170 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

3.4 Penentuan Ukuran Pipa dan Perhitungan Jarak Kepala Sprinkler

Penentuan ukuran pipa yang digunakan untuk sistem pemadam ini adalah sebesar 6” untuk *suction*, 4” untuk *discharge*, 3” untuk pipa pembagi dan 1” untuk pipa cabang [3].

Perhitungan jarak antar kepala sprinkler yang dibutuhkan adalah dengan menggunakan metode *overlapping* dan menyesuaikan dengan desain dari bangunan *pump room* itu sendiri. Maksimal jarak antar kepala sprinkler adalah sebesar 3.7 m [2]. Dengan perencanaan jarak peletakan kepala sprinkler yang digunakan adalah 3,5 m, dengan metode *overlapping* ,didapatkan :

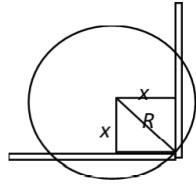
Jarak antar kepala sprinkler



Gambar 3.1 Jarak Antar Kepala Sprinkler

$$\begin{aligned} (2R)^2 &= x^2 + x^2 \\ 4R^2 &= 2x^2 \\ 2R^2 &= x^2 \\ x &= (2R^2)^{0,5} \\ x &= (2 \times (1,75^2))^{0,5} \\ x &= 2,5 \text{ m (maks)} \end{aligned}$$

Jarak kepala sprinkler ke dinding



Gambar 3.2 Jarak Kepala Sprinkle ke Dinding

$$\begin{aligned} R^2 &= x^2 + x^2 \\ R^2 &= 2x^2 \\ x &= (0,5R^2)^{0,5} \\ x &= (0,5 \times (1,75^2))^{0,5} \\ x &= 1,25 \text{ m (maks)} \end{aligned}$$

Berdasarkan teknik *overlapping* dan menyesuaikan desain dari bangunan yang akan di proteksi, maka total kepala sprinkle yang didapatkan adalah 27 buah.

3.5 Perhitungan Head Total Pompa

Head total pompa adalah total dari *headloss*, *head* tekan, *head* kecepatan, dan *head* statik [6]. Perhitungan *head* total pompa secara manual :

$$\begin{aligned} \text{Total HI Mayor (Hf)} &= 8,5658 \text{ m} \\ \text{Total HI Minor (Hfm)} &= 29,222 \text{ m} \\ \text{Head Ketinggian (Z)} &= 4,054 \text{ m} \\ \text{Head Tekanan (HP)} &= 10,94 \text{ m} \\ \text{Head Kecepatan (Hv)} &= 0,388 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pump head (H)} &= Hf + Hfm + Z + HP + Hv \\ &= 8,5658 \text{ m} + 29,222 \text{ m} + 4,054 \text{ m} \\ &\quad + 10,94 \text{ m} + 0,388 \text{ m} \\ &= 53,170 \text{ m} \end{aligned}$$

Pump head software sebesar 50,308 m

3.6 Perhitungan Daya Pompa

Perhitungan daya pompa manual [4] :

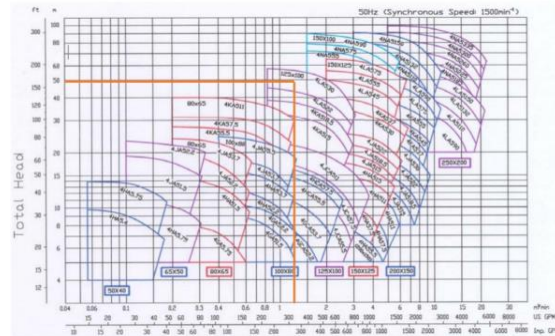
$$\begin{aligned} \text{Daya Pompa (P)} &= \rho \times g \times H \times Q \\ &= 1025 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times \\ &\quad 53,170 \text{ m} \times 0,0208 \text{ m}^3/\text{s} \\ &= 11,13820 \text{ kW} \end{aligned}$$

Perhitungan daya pompa *software pipe flow*:

$$\begin{aligned} \text{Daya Pompa (P)} &= 17,48 \text{ kW (dengan efisiensi} \\ &\quad \text{sebesar 60,35 \% untuk shaft} \\ &\quad \text{power)} \end{aligned}$$

Sehingga untuk perhitungan daya pompa secara manual juga harus dibagi dengan efisiensi yang sama dengan *software* untuk menghitung *shaft power*. Didapatkan daya pompa manual (*shaft power*) :

$$\begin{aligned} \text{Daya Pompa (P}_{\text{pump}}) &= P/\eta \\ &= 11,01320 \text{ kW} / 60,35 \% \\ &= 18,456 \text{ kW} \end{aligned}$$



Gambar 3.3 Pemilihan Pompa

Setelah memasukkan besar debit dan total head pompa yang telah dihitung, maka spesifikasi pompa yang dipilih adalah sebagai berikut :

- Merk : Ebara
- Type : 125 x 100 FS4LA (4 poles drive)
- Rpm : approx. 1450
- BEP : 66,5 %
- Frekuensi : 50 Hz
- Power : 22 kW

Tabel 3.1 Perbedaan Perhitungan Manual dan Software

Manual (kW)	Software (kW)
18,456	17,48

Sehingga selisih perhitungan antara manual dan *software* sebesar 5,28 %.

3.7 Perhitungan Jumlah Kebutuhan Air dan Foam

Jumlah kebutuhan *foam concentrate* [5]

Dengan luas area sebesar 170 m², *application rate* sebesar 6,5 l/min.m² [2], dan *discharge time* selama 10 menit, maka :

$$\begin{aligned} \text{Foam solution capacity} &= 170 \text{ m}^2 \times 6,5 \text{ l/min.m}^2 \\ &\quad \times 10 \text{ min} \\ &= 11.050 \text{ liter} \end{aligned}$$

Dengan komposisi *foam concentrate* sebesar 3%, maka :

$$\begin{aligned} \text{Foam concentrate} &= 11.050 \text{ liter} \times 0,03 \\ &= 331,5 \text{ liter} \end{aligned}$$

Jumlah kebutuhan *foam concentrate* minimal sebesar 331,5 liter.

Kemudian untuk kebutuhan air, dengan komposisi 97 %, maka :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah kebutuhan air} &= 11.050 \text{ liter} \times 0,97 \\ &= 10.718,5 \text{ liter} \end{aligned}$$

Jumlah kebutuhan air minimal sebesar 10.718,5 liter.

3.8 Estimasi Biaya Material

Setelah melakukan desain, Rencana perhitungan estimasi biaya material pada proyek yang di dapatkan adalah sebagai berikut.

Tabel 3.2 Estimasi Biaya Material

Estimasi Biaya Material						
No.	Uraian	Size (inch)	Jumlah	Unit	Harga satuan (Rp)	Total biaya (Rp)
1	Pipe, seamless, (Galvanized) @6m	6	2.6	Meter	5783900	2506356.667
2	Pipe, seamless, (Galvanized) @6m	4	20.6	Meter	3307100	11354376.67
3	Pipe, seamless, (Galvanized) @6m	5	0.4	Meter	4474800	4474800
4	Pipe, seamless, (Galvanized) @6m	3	31.4	Meter	2325300	12169070
5	Pipe, seamless, (Galvanized) @6m	1	33.6	Meter	516000	3061600
6	Elbow 90, ASME B16.9	6	1	Pcs	891200	891200
7	Elbow 90, ASME B16.9	4	7	Pcs	224735	1573145
8	Elbow 90, ASME B16.9	3	2	Pcs	124000	248000
9	Elbow 45, ASME B16.9	4	2	Pcs	251860	503720
10	Flange, WN, 300 lb, RF, ASME B16.5	6	4	Pcs	865000	3460000
11	Flange, SO, 150 lb, RF, ASME B16.5	6	7	Pcs	425000	2975000
12	Flange, SO, 150 lb, RF, ASME B16.5	4	15	Pcs	259500	3892500
13	Flange, WN, 300 lb, RF, ASME B16.5	4	1	Pcs	495000	495000
14	Flange, WN, 300 lb, RF, ASME B16.5	3	1	Pcs	315000	315000
15	Flange, SO, 150 lb, RF, ASME B16.5	3	4	Pcs	173000	692000
16	Flange blind, 150 lb, RF, ASME B16.5	3	2	Pcs	145000	290000
17	Flange blind, 150 lb, RF, ASME B16.5	1	14	Pcs	24000	336000
18	Reducer (Conc), ASME B16.9	6 x 3	1	Pcs	149000	149000
19	Reducer (Ecc), ASME B16.9	4 x 3	2	Pcs	64000	128000
20	Tee, ASME B16.9	6	1	Pcs	1005950	1005950
21	Tee, ASME B16.9	4	2	Pcs	294490	588980
22	Tee (Red), ASME B16.9	3 x 1	14	Pcs	121000	1694000
23	Tee (Red), ASME B16.9	4 x 3	1	Pcs	198000	198000
24	Gasket, Flat, 1/16" Thk, RF, 150 lb, ASME B16.21	6	7	Pcs	185000	1295000
25	Gasket, Flat, 1/16" Thk, RF, 150 lb, ASME B16.21	4	15	Pcs	147000	2205000
26	Gasket, Flat, 1/16" Thk, RF, 150 lb, ASME B16.21	3	4	Pcs	75000	300000
27	Gasket, Flat, 1/16" Thk, RF, 150 lb, ASME B16.21	1	14	Pcs	25000	350000
28	Gate Valve	6	2	Pcs	6891000	13782000
29	Gate Valve	4	3	Pcs	3368000	10104000
30	Check Valve	4	2	Pcs	3980250	7960500
31	Y-type Strainer	6	2	Pcs	6621500	13243000
32	Proportioner Firemiks 1800-3-PP-F-ALU	4 x 4	1	Pcs	475000000	475000000
33	Fire Alarm	-	1	Pcs	550000	550000
34	Fire Control Panel	-	1	Pcs	5500000	5500000
35	Flame Detector	-	1	Pcs	15000000	15000000
36	Foam - water Sprinkler Tyco	0,5	27	Pcs	7467500	201622500
37	Foam Concentrate (per 25 Liter)	-	331,5	Liter	4338400	57527184
38	Pump Ebara	125 x 100	2	Pcs	50700000	101400000
Total						956860882,3

Sehingga didapatkan Rencana perhitungan estimasi biaya material pada proyek sebesar Rp. 956.860.882,3-

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari pengolahan data yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Luas area yang ditangani adalah sebesar 170 m² dengan total 27 kepala sprinkler, application rate sebesar 6,5 l/min.m² dan discharge time selama 10 menit. Ukuran pipa yang digunakan adalah sebesar 6" untuk suction, 4" untuk discharge, 3" untuk pipa pembagi dan 1" untuk pipa cabang.
2. Jumlah kebutuhan air minimum adalah sebesar 10.718,5 liter dan foam concentrate minimum sebesar 331,5 liter.
3. Nilai estimasi biaya material yang didapatkan untuk proyek ini adalah sebesar Rp. 956.860.882,3-

5. SARAN

Saran yang dapat diberikan dalam pengerjaan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini dapat dikembangkan dengan menambahkan penjadwalan dan rencana anggaran biaya untuk keseluruhan proyek ini sehingga dapat lebih detail.

2. Diharapkan penelitian ini dapat dijadikan pertimbangan oleh perusahaan dalam hal sistem pemadam dengan menggunakan foam.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Eko Julianto, M.Sc. FRINA selaku Direktur Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
2. Bapak George Endri Kusuma, ST., M.Sc.Eng sebagai Ketua Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya dan dosen pembimbing penulis.
3. Bapak Dimas Endro Witjonarko, ST., MT. sebagai Koordinator Program Studi Teknik Perpipaan, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
4. Bapak Mardi Santoso, S.T., M.Eng.Sc. sebagai dosen pembimbing I yang telah memberikan banyak bimbingan dan pengarahan selama pengerjaan tugas akhir dengan sabar
5. Bapak Sudiyo, S.T., M.T.. sebagai dosen pembimbing II yang telah memberikan banyak bimbingan dan pengarahan selama pengerjaan tugas akhir dengan sabar
6. Kedua orang tua yang telah memberi banyak kasih sayang dan juga nasehat selama menempuh perkuliahan ini.
7. Keluarga besar Teknik perpipaan yang telah memberikan bantuan serta semangat kepada penulis .

7. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. NFPA 11. (2005). *Standard for Low, Medium, and High Expansion Foam*
- [2]. NFPA 16. (2007). *Standard for the Installation of Foam – Water Sprinkler and Foam – Water Spray System*
- [3]. SNI (Standar Nasional Indonesia), 03 – 3989 – 2000. Tata Cara Perencanaan dan Pemasangan Sistem Sprinkler Otomatik Untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran Pada Bangunan Gedung. Indonesia
- [4]. Nabhan, A. R., SL, P. P., & Setiawan, P. A. (2019). *Perencanaan Fire Fighting Menggunakan Fluida Air dan Busa di Gedung CPC Perusahaan Nabati. 4rd Conference of Piping Engineering and its Application*, (pp. 171-174). Surabaya.
- [5]. Dirgantara, C. B., Sumangun, P. P., & Alfanda, B. D. (2020). *Perencanaan Sistem Fire Fighting Foam di Sumur Minyak Blok Mahakam. 5rd Conference of Piping Engineering and its Application*, Surabaya.

- [6]. Pratama, H., Julianto, E., & Shah, M. (2020).
Perhitungan Kebutuhan Daya Pompa Pada
Redesain Sistem *Fire Fighting* Pada Industri
Pengolahan Gas Alam. *5rd Conference of
Piping Engineering and its Application*,
Surabaya.