

Perancangan Jalur *Fire Fighting Foam* pada Tangki Reaktor di Industri Minyak Nabati

Nila Dwi Handayani^{1*}, Priyo Agus Setiawan², Dianita Wardani³

PT. Wilmar Nabati, Gresik, Indonesia^{1*}

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: nilahandayani@student.ppns.ac.id^{1*}; priyo.as@ppns.ac.id^{2*}; dianitawardani@ppns.ac.id^{3*}

Abstract - In the process of building the PFAD 2 Modified plant, there are 3 reactor tanks that will react 3 fluids. The fluids are fatty alcohol, glyceryn, and stearic acid. In the MSDS of the three fluids, it is explained that the fluids are combustible/flammable. To increase safety from fire hazards in the reactor tank containing Fatty Alcohol, Glycerin and Stearic Acid where in the MSDS the three fluids are written as extinguishing media, namely Water, CO₂, Dry chemical and Alcohol Resistant Foam. So it is necessary to design a fire protection system that uses foam media that refers to the NFPA 11 standard and is supported by water media for the water spray system referring to the NFPA 15 standard which is useful for cooling and preventing fire damage to other tanks and is expected not to catch fire. In the design of the extinguishing system using a main pipe with a diameter of 6 inches and a branch pipe with a diameter of 4 inches, while in the protection system using a main pipe with a diameter of 8 inches and a branch pipe diameter of 6 inches. After manual calculation, the pump head for the extinguishing system is 15.313 m and the pump power is 6.993 kW. The results of manual calculation of the protection system amounted to 20.824 m and 32.833 kW. While the calculation using software obtained the head and pump power of the extinguishing system of 15.739 m and 8.66 kW, while the protection system amounted to 21.813 m and 31.80 kW. The pump used in the extinguishing system is Ebara 50 x 40 FSHA, while the protection system uses Ebara 100 x 80 FSJA. The estimated cost of materials and equipment needed is IDR 511,094,594.

Keywords: fire fighting, foam, water spray, NFPA, design, tank, headloss

Nomenclature

A	Luas area (m ²)
V	Kecepatan aliran (m/s)
D	Diameter (m)
Re	Bilangan Reynold
ρ	massa jenis
F	friction factor
HL	Headloss Total
HP	Head Tekanan
HK	Head Kecepatan
Z	Head static
P	Tekanan
g	percepatan gravitasi
Ph	Daya pompa

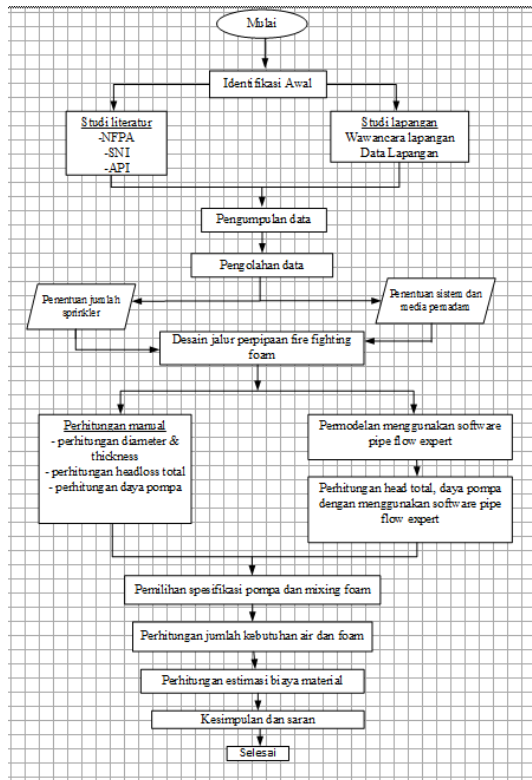
1. PENDAHULUAN

Perusahaan minyak nabati yang berlokasi di Gresik Jawa Timur sedang melakukan penambahan kapasitas produksi. Pada proses pembangunan plant PFAD 2 Modifikasi terdapat 3 tangki reaktor yang akan mereaksikan 3 fluida. Fluida tersebut merupakan fatty alcohol, glyceryn, dan stearic acid. Pada MSDS (Material

Safety Data Sheet) ketiga fluida dijelaskan bahwa fluida tersebut termasuk jenis combustible/mudah terbakar. Dengan menimbang parahnya dampak yang ditimbulkan, maka perlu dibuat desain sistem fire fighting yang efektif. Untuk meningkatkan keamanan dari bahaya kebakaran pada tangki reaktor akan menggunakan media foam untuk pemadaman kebakaran pada tangki mengacu pada standar NFPA 11 dan didukung dengan media air untuk water spray system mengacu pada standar NFPA 15 yang berguna untuk pendinginan serta pencegahan dari kerusakan akibat kebakaran pada tangki lainnya dan diharapkan tidak ikut terbakar.

2. METODOLOGI .

Dalam penelitian ini penulis mengumpulkan data-data yang diperlukan terkait dengan instalasi *fire fighting*, kemudian data yang didapatna tersebut akan diolah oleh penulis 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. Data primer ini meliputi layout area, PNID area PFAD, General Arrangement tangki. Sedangkan data sekunder adalah data wawancara lapangan.

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 NFPA 11 dan NFPA 15
2. Perhitungan luas area yang akan dicover oleh *fire fighting system*
3. Perhitungan *headloss* total *fire fighting system*. Dimana terdapat *headloss* mayor dan *headloss* minor.

4. Perhitungan daya pompa. Perhitungan daya pompa dilakukan dengan 2 cara, yaitu secara manual dan dengan bantuan *software Pipe Flow Expert*.
5. Perhitungan jumlah kebutuhan air dan *foam* yang dibutuhkan.
6. Perhitungan estimasi biaya material yang dibutuhkan untuk pengerjaan *fire fighting system*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Klasifikasi Bahan yang Dilindungi

Dalam penelitian ini, bahan bakar yang tersimpan di dalam storage tank adalah Glycerin, Fatty Alcohol, dan Stearic Acid. Bahan Glycerin memiliki flash point sebesar 199°C, Fatty Alcohol sebesar 144°C dan Stearic Acid sebesar 196°C, sehingga berdasarkan NFPA Stearic Acid dan Glycerin termasuk dalam golongan cairan combustible kelas IIIA, sedangkan Fatty Alcohol termasuk dalam golongan cairan combustible kelas IIIB. [1]

3.2 Penentuan Sistem dan Media Pemadam

Penentuan sistem dan media pemadam yang diperlukan dalam penelitian ini diatur dalam NFPA 11 “Standard for Low, Medium, and High Expansion Foam”. Pada perancangan ini menggunakan system low expansion foam karena area yang akan dilindungi adalah tangki reaktor. berdasarkan NFPA, cairan termasuk dalam jenis kebakaran kelas B, dimana untuk media pemadamnya salah satunya dapat menggunakan foam. Maka, dalam sistem ini akan menggunakan foam jenis Alcohol Resistant Foam Concentrate (AR-AFFF) dengan perbandingan 3% foam : 97% air.

3.3 Perhitungan Luas Area yang Dilindungi

Perhitungan luasan area untuk 3 tangki didapatkan hasil sebagai berikut :

- Luas area atap total
 $19,242 \text{ m}^2 \times 3 \text{ tangki} = 57,727 \text{ m}^2$
- Luas area shell total
 $110 \text{ m}^2 \times 3 \text{ tangki} = 330 \text{ m}^2$

3.4 Penentuan Diameter Pipa yang Digunakan

Untuk system *foam*, ini penulis menggunakan pipa utama diameter 6 inch sch 40 dengan id 161,19 mm dan pipa cabang diameter 4 inch sch 40 dengan id 108,28 mm. Sedangkan untuk *water spray system* penulis menggunakan pipa utama diameter 8 inch sch 40 dengan id 210,92 mm dan pipa cabang diameter 6 inch sch 40 dengan id 161,19 mm.

3.5 Perhitungan Head Total Pompa

Head total pompa adalah total *headloss*. *Head* tekan, *head* kecepatan, dan *head static*. Perhitungan *head* total pompa secara manual :

Headloss sprinkler	6,0827 m
Headloss foam	1,3541 m
head pressure sprinkler	3,9543 m
head velocity sprinkler	0,28769 m
head static sprinkler	10,5 m
head pressure foam	3,9543 m
head velocity foam	0,00475 m
head static foam	10 m

Instalasi sprinkler

Pump head (H) = Hf+Hfm+Z+Hp+Hv
 = 6,0287m+10,5m+3,9543m+
 0,287m
 = 20,8246 meter

Pump head software = 21,813 meter

Instalasi foam

Pump head (H) = Hf+Hfm+Z+Hp+Hv
 = 1,3541m+10m+3,9543m+
 0,00475m
 = 15,3131 meter

Pump head software = 15,739 meter

3.6 Perhitungan Daya Pompa

Perhitungan daya pompa manual [3];

- Instalasi *sprinkler*
 $P_{pump} = \rho \times g \times H \times Q$
 $P_{pump} = 998,2 \text{ kg/m}^3 \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times$
 $20,8246 \text{ m} \times 0,0872 \text{ m}^3/\text{s}$
 $= 17763,837 \text{ watt}$
 $= 17,763837 \text{ kW}$
- Instalasi *foam*
 $P_{pump} = \rho \times g \times H \times Q$
 $P_{pump} = 1030 \text{ kg/m}^3 \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times$
 $15,2287 \text{ m} \times 0,00197 \text{ m}^3/\text{s}$
 $= 3028,254 \text{ watt}$
 $= 3,0283 \text{ kW}$

Perhitungan daya pompa dengan *software* :

Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan menggunakan software pipe flow expert didapat nilai daya pompa untuk instalasi water spray sebesar 31,80 kW serta untuk instalasi foam sebesar 8,66 kW.

Setelah melakukan perhitungan head pompa secara manual dan dengan menggunakan software, maka berdasarkan perhitungan tersebut dipilihlah spesifikasi pompa dengan mengacu pada spesifikasi pompa milik Ebara. Berdasarkan besar debit dan total head pompa yang telah dihitung, maka spesifikasi pompa yang dipilih adalah sebagai berikut :

- Pompa instalasi *water spray*
 Type : 100 x 80 FSJA
 Rpm : 2950 Rpm
 Frekuensi : 50 Hz
 Motor power : 37 kW
- Pompa instalasi *foam*
 Type : 50 x 40 FSHA
 Rpm : 2950 Rpm

Frekuensi : 50 Hz
 Motor power: 11 kW

3.7 Perhitungan Kebutuhan Air dan Foam

Dengan luas area 28,875 m², *discharge time* 20 menit dan *application rate* 4,1 lpm/m² [2] maka *Foam solution rate* = luas *surface area* x *application rate*

= 28.875 m² × 4,1 lpm/m²
 = 118,3875 lpm

Dengan komposisi *foam concentrate* sebesar 3% maka :

$V_f = \text{foam solution} \times \text{discharge time} \times \text{concentrate}$
 = 118,3875 lpm x 20 menit x 0,03
 = 71,0325 liter

Jumlah kebutuhan *foam* sebesar 71,0325 liter

Kemudian kebutuhan air dengan komposisi 97% maka :

Jumlah air = *foam discharge rate* x *discharge time* x 0,97%
 = 118,3875 lpm x 20 menit x 0,97
 = 2296,718 liter

Jumlah kebutuhan *foam* sebesar 2296,718 liter

3.8 Estimasi Biaya Material

Setelah didapatkan kebutuhan material pada Material Take Off, maka selanjutnya dilakukan perhitungan estimasi biaya material. Penentuan harga menggunakan referensi data dari vendor dengan rincian biaya material ditunjukkan pada tabel berikut

No	Material	NO	QTY	Harga Satuan	Total Biaya
1	PIPE-SMLS,PE,ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40	2"	0.4	1158000	463200
2	PIPE-SMLS,PE,ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40	4"	37	3432000	126984000
3	PIPE-SMLS,PE,ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 41	6"	47.7	6043000	288270180
4	PIPE-SMLS,PE,ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 42	8"	3	8053000	24159000
5	ELBOW 90 LR, BW, ASME B16.9 ASTM A234	4"	16	224735	3595760
6	ELBOW 90 LR, BW, ASME B16.9 ASTM A235	6"	4	891200	3564800
7	REDUCER (CONCL), BW, ASME B16.9, ASTM A105	4X2	3	64800	192000
8	TEE (RED), BW, ASME B16.9, ASTM A234	8X6	2	135000	270000
9	TEE (RED), BW, ASME B16.9, ASTM A235	8X4	6	121000	726000
10	TEE (RED), BW, ASME B16.9, ASTM A236	4X2	6	118000	708000
11	TEE, 3000 LB, SW, ASME B16.11, ASTM A234	2"	2	162740	325480
12	FLANGE SO, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A105	4"	21	255000	5355000
13	FLANGE SO, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A106	6"	5	366600	1833000
14	FLANGE SO, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A107	8"	8	423000	3384000
15	BOLT NUT, RF, 150 LB, STUD BOLT	3/8"X.89MM	120	26500	3180000
16	BOLT NUT, RF, 150 LB, STUD BOLT	3/4X102	32	19602	627264
17	BOLT NUT, RF, 150 LB, STUD BOLT	3/4X108	32	18735	599520
18	GASKET SWIG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, SS316/CS	4"	15	147000	2205000
19	GASKET SWIG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, SS316/CS	6"	5	180000	900000
20	GASKET SWIG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, SS316/CS	8"	4	198000	792000
21	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND W	4"	6	3368000	20208000
22	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND W	6"	2	6891000	13782000
23	CHECK VALVE, SWING, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB	4"	3	2990250	8970750
				Total	511094954

4. KESIMPULAN

- Total headloss pada sistem pemadam foam yang didapat dari hitungan manual sebesar 15,313 m sedangkan dengan bantuan software sebesar 15,739 m. Untuk instalasi water spray didapatkan perhitungan headloss secara manual sebesar 20,825 m sedangkan dengan bantuan software sebesar 21,813 m . Daya pompa untuk sistem pemadam foam dengan perhitungan manual sebesar 6,993 kW sedangkan dengan bantuan software sebesar 8,66 kW . Untuk instalasi water spray didapatkan daya pompa secara manual sebesar 32,83 kW sedangkan dengan bantuan software sebesar 31,80 kW . Kebutuhan air untuk kedua

instalasi sebesar 316,35 liter serta kebutuhan foam sebesar 71,03 liter.

2. Spesifikasi pompa yang digunakan untuk instalasi water spray adalah pompa Ebara dengan type 100 x 80 FSJA, Rpm 2950 dengan daya motor sebesar 37 kW. Sedangkan untuk instalasi foam menggunakan pompa Ebara dengan type 80 x 65 FSHA, Rpm 2950 dan daya motor sebesar 11 kW.

5. PUSTAKA

- [1] NFPA section 30. (2019). Flammable and Combustible Liquids Code. National Fire Protection Association.
- [2] NFPA section 11. (2021). Standard for Low Medium and High Expansion Foam. National Fire Protection Association.
- [3] 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 on Piping Engineering and its Application, (pp. 171-174). Surabaya. Miser, H.J dan E.S. Quade (1995). Handbook of Systems Analysis. John Wiley and Sons, England.