

Perhitungan *Head* Total pada Sistem *Sprinkler* Tanki TK-7201, TK-7202, dan TK-7203 serta Keperluan Air untuk Perlindungan Tanki

Imam Irawan^{1*}, R. Dimas Endro Witjonarko², Dianita Wardani³

Program Studi D4 Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia^{1*,2}

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

Email: imamirawan06@student.ppns.ac.id^{1*}; dimasend@ppns.ac.id^{2*}; dianitawardani@ppns.ac.id^{3*}

Abstract -In the process of fabricating the TK-7201, TK-7202, TK-7203 tanks containing Fatty Alcohol, it is known that they do not have fire protection equipment and the tank has several high risks such as leakage or external factors that allow fire to occur. So we need a water spray system that is useful for cooling and preventing fires in other tanks and is not expected to burn. the protection system uses 10-inch and 6-inch diameter pipes for branch pipes. the total head of the protection system is 60.18 m. and the amount of water needed for sprinkler tanks TK-7201, TK-7202, and TK-7203 is 659835.44 Liters or 659.83544 m³

Keywords: Design, Headloss, NFPA, Water Spray System

Nomenclature

f	Faktor Gesekan
L	Panjang Pipa (m)
V	Volume air (m ³)
D	Diameter dalam Pipa (m)
g	Percepatan Gravitasi (m/s ²)
K	Koefisien Gesek
Z1	Ketinggian Awal (m)
Z2	Ketinggian Akhir (m)
P2	Tekanan titik tekan pompa (Pa)
P1	Tekanan titik hisap pompa (Pa)
v	Kecepatan maksimal fluida (m/s)
v2	Kecepatan titik tekan pompa (m/s)
v1	Kecepatan titik hisap pompa (m/s)
AR	Luas Area Atap (m ²)
AS	Luas Area Shell (m ²)
Qal	kalor Alkohol (joule)
Qar	kalor air (joule)
ma	massa Alkohol (Kg)
mb	massa Air (Kg)
ca	kalor jenis Alkohol (j/Kg°C)
cb	kalor jenis Air (j/Kg°C)
Δta	selisih suhu didih dan aman alkohol (°C)
Δtb	selisih suhu didih AL dan suhu air (°C)
ρ air	massa jenis air (Kg/m ³)
Q _m	Minimal flow rate
Q	Kebutuhan air (Lpm)
T	Waktu Operasional (menit)

1. PENDAHULUAN

Gresik merupakan salah satu kota industri di Provinsi Jawa Timur, dimana terdapat banyak sekali industri besar yang memiliki berbagai *Plant*, *Plant* saat ini dalam proses fabrikasi serta konstruksi yaitu *Plant Produk Tertiary Amines* dimana terdapat banyak sekali sistem perpipaan serta tanki-tanki untuk proses dan penampungan bahan mentah,

produk jadi, serta produk tambahan yang merupakan bahan kimia yang rawan akan resiko kebakaran. Untuk mencegah terjadinya resiko kebakaran maka perlu adanya sistem proteksi kebakaran yang didesain sebagai antisipasi terjadinya ledakan serta kebakaran pada *plant* tersebut. Menurut [7] bahwa keselamatan masyarakat yang berada di dalam bangunan dan lingkungannya harus menjadi pertimbangan utama khususnya terhadap bahaya kebakaran, agar dapat melakukan kegiatan, dan meningkatkan produktivitasnya serta meningkatkan kualitas hidupnya. Dalam proses fabrikasi tanki TK-7201, TK-7202, TK-7203 diketahui belum memiliki alat proteksi terhadap kebakaran serta pada tanki memiliki beberapa resiko tinggi seperti kelebihan panas akibat dari sistem *hot water suplay* yang dialirkan pada tanki, serta kebocoran atau faktor *external* yang memungkinkan terjadinya kebakaran sehingga perlu adanya usulan untuk upaya pengendalian kebakaran berupa *water spray system* serta *fire fighting*. Untuk meningkatkan keamanan dari bahaya kebakaran pada tanki TK-7201, TK-7202, dan TK-7203 yang berisikan *Fatty Alcohol* dimana dalam MSDS *Fatty Alcohol* tertulis media pemadaman yaitu *dry chemical*, *Foam*, dan *Water*. Maka dalam tugas akhir ini akan menggunakan media *foam* untuk pemadaman kebakaran pada permukaan fluida dalam tanki mengacu pada standar NFPA 11 (*Standard for Low Medium and High Expansion Foam*) dan didukung dengan media air untuk *water spray system* mengacu pada standar NFPA 15 (*Standard for water spray system*) yang berguna untuk pendinginan serta pencegahan dari kerusakan akibat kebakaran pada tanki lainnya dan diharapkan tidak ikut terbakar.

2. METODOLOGI

2.1 Metode Penelitian

Untuk metodologi pada penelitian kali ini yaitu Perhitungan *head* total pada system sprinkler tanki TK-7201, TK-7202, dan TK-7203 serta keperluan air untuk perlindungan tanki, hal yang pertama harus dilakukan adalah menghitung secara manual diameter dan *thickness* pipa, lalu menghitung *headloss* pada system perpipaan, kemudian *headloss* total pada system perpipaan, serta menghitung daya pompa, setelah menghitung beberapa hal tersebut maka hal selanjutnya adalah memilih spek pompa untuk penelitian ini, setelah memilih spek pompa maka kita dapat menghitung kebutuhan air untuk perlindungan tanki.

2.2 Perhitungan diameter minimal pipa

Sebelum menghitung minimal diameter pipa, perlu diketahui kapasitas sprinkler, yang mana ditunjukkan dengan persamaan 1 [8].

Rumus Kapasitas *sprinkler*:

$$Q = [(AR \times 3) + (AS \times 3)] \times Q_m \tag{1}$$

Perhitungan minimal diameter pipa dapat dihitung setelah mendapatkan hasil kapasitas sprinkler. Rumus minimal diameter pipa ditunjukkan pada persamaan 2.

$$Id = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}} \tag{2}$$

2.3 Perhitungan Head Total Pompa

Perhitungan *Head* total pompa dibagi menjadi beberapa perhitungan *head* diantaranya adalah *headloss* mayor yang ditunjukkan oleh Persamaan 3, *headloss* minor yang ditunjukkan oleh Persamaan 4, *head* ketinggian yang ditunjukkan oleh Persamaan 5, *head* tekanan yang ditunjukkan oleh Persamaan 6, *head* kecepatan yang ditunjukkan oleh Persamaan 7, dan perhitungan *head* total ditunjukkan oleh Persamaan 8.

Rumus *headloss* mayor:

$$H_f = f \frac{L \cdot v^2}{D \cdot 2g} \tag{3}$$

Rumus *headloss* minor:

$$H_f = K \frac{v^2}{2g} \tag{4}$$

Rumus *head* ketinggian:

$$\Delta Z = Z_1 - Z_2 \tag{5}$$

Rumus *head* tekanan:

$$H_p = \frac{P_2 - P_1}{\rho \cdot g} \tag{6}$$

Rumus *head* kecepatan:

$$H_v = \frac{v^2 - v_1^2}{2 \cdot g} \tag{7}$$

Rumus *head* total:

$$H = H_f + H_{fm} + \Delta Z + H_v + H_p \tag{8}$$

2.4 Massa air yang dibutuhkan untuk proteksi tanki

Massa air yang dibutuhkan untuk memproteksi tanki saat terjadi kebakaran dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 9.

Rumus persamaan kalor alkohol dan air.

$$Q_{al} = Q_{ar} \\ m_a \times c_a \times \Delta t_a = m_b \times c_b \times \Delta t_b \tag{9}$$

setelah didapatkan massa air maka selanjutnya dapat dihitung volume air yang digunakan untuk menurunkan temperatur pada tanki dengan persamaan 10.

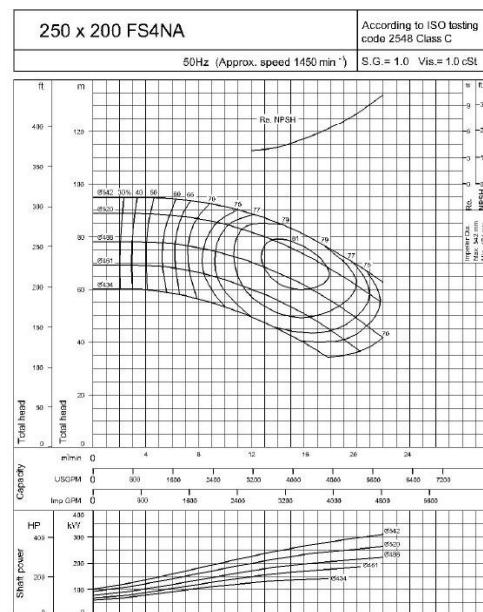
$$V = \frac{\text{massa air}}{\rho \text{ air}} \tag{10}$$

2.5 Perhitungan Kebutuhan kapasitas air dan spesifikasi pompa.

Sebelum melakukan perhitungan kebutuhan air maka terlebih dahulu harus menentukan kapasitas *sprinkler* yang ditunjukkan oleh Persamaan 1, lalu dapat menentukan jumlah kebutuhan air untuk system *sprinkler* yang dapat di lihat pada Persamaan 11[6].

Rumus Kebutuhan air pada *sprinkler*:

$$\text{Jumlah air} = \text{kapasitas } \textit{sprinkler} \times \text{waktu operasional} \tag{11}$$



Gambar 1. grafik performa pompa

Setelah mendapatkan head pompa dan debit, maka dapat di tentukan jenis pompa yang akan digunakan berdasarkan grafik performa pompa diatas ini.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Perhitungan *diameter minimal pipa*

Setelah melakukan perhitungan dengan persamaan 2 didapatkan minimal diameter pipa sebesar 250 mm atau 10 inci sehingga digunakan pipa 10 inci untuk pipa utama.

3.2 Hasil Perhitungan *head total*

Maka didapatkan hasil perhitungan *head total* sebagai berikut:

1. *Headloss mayor*
Berdasarkan Persamaan 3 maka dapat dihasilkan perhitungan *headloss mayor* adalah 17,04339 m.
2. *Headloss minor*
Berdasarkan Persamaan 4 maka dapat dihasilkan perhitungan *headloss minor* adalah 3,5471 m.
3. *Head* ketinggian
Berdasarkan Persamaan 5 maka dapat dihasilkan perhitungan *head* ketinggian adalah 14 m.
4. *Head* tekanan
Berdasarkan Persamaan 6 maka dapat dihasilkan perhitungan *head* tekanan sebesar 24,374 m.
5. *Head* kecepatan
Berdasarkan Persamaan 7 maka dapat dihasilkan perhitungan *head* kecepatan sebesar 0,375 m.
6. *Head* total
Berdasarkan Persamaan 8 maka dapat dihasilkan perhitungan *head* kecepatan sebesar 60,18 m.

3.3 Hasil perhitungan massa dan volume air untuk memproteksi tanki.

Dari hasil perhitungan persamaan 9 didapatkan massa air sebesar 155,576 Kg/s untuk menurunkan temperatur tanki dari titik didih alkohol menjadi temperatur normal.

Setelah mengetahui massa air didapatkan besaran volume air yang digunakan untuk memproteksi tanki selama 60 menit berdasarkan persamaan 10 yaitu sebesar 560,88 m³

3.4 Hasil Perhitungan kapasitas air dan spesifikasi pompa

Maka didapatkan hasil perhitungan kapasitas air dan kebutuhan air pada *sprinkler* adalah sebagai berikut:

1. Kapasitas *sprinkler*
Berdasarkan Persamaan 1 maka dapat dihasilkan perhitungan kapasitas *sprinkler* sebesar 8247,943 L/menit.
2. Kebutuhan air
Berdasarkan Persamaan 8 maka dapat dihasilkan perhitungan kebutuhan air sebesar 659835,44 Liter.

3. Pompa yang digunakan yaitu jenis pompa sentrifugal dengan diameter impeler 461 mm dan memiliki daya pompa sebesar 118 KW.

4. KESIMPULAN

- a. Diameter pipa yang digunakan untuk pipa utama sebesar 10 inci.
- b. *Headloss* total yang terjadi pada *sprinkler* tanki TK-7201, TK-7202, dan TK-7203 adalah sebesar 60,18 m.
- c. Jumlah massa air yang digunakan untuk melindungi tanki sebesar 155,576 Kg/s
- d. Volume air yang digunakan untuk memproteksi tanki selama 60 menit yaitu sebesar 560,88 m³
- e. Jumlah Kebutuhan Air pada *sprinkler* tanki TK-7201, TK-7202, dan TK-7203 adalah sebesar 659835,44 Liter.

5. SARAN

Saran yang diberikan penulis kepada peneliti yang akan melakukan penelitian selanjutnya antara lain:

Penelitian selanjutnya dapat menggunakan variasi diameter pipa utama dan waktu pengoprasian *sprinkler* yang berbeda sehingga didapatkan nilai yang berbeda.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] API RP 2001 (2011). Fire Protection in Refineries. American Petroleum Institute, Washington
- [2] Hardiono, Priambodo sugeng. (2010). EVALUASI FIRE PROTECTION SYSTEM DI TANKI AREA CRUDE OIL TERMAL (COT) LAWE-LAWA PT PERTAMINA (PERSERO) REVINERI UNIT V BALIKPAPAN. Universitas Balikpapan, Balikpapan.
- [3] NFPA section 13. (2019). Standard for the instalation of sprinkler system. National Fire Protection Association.
- [4] NFPA section 30. (2019). Flammable and Combustible Liquids Code. National Fire Protection Association.
- [5] NFPA section 15. (2017). Standard for Water Spray System. National Fire Protection Association.
- [6] 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.
- [7] Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia. (2008). Tentang Persyaratan Teknis Sistem Proteksi Kebakaran pada Bangunan Gedung dan Lingkungan. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 26/PRT/M/2008, Jakarta.
- [8] Margariyan E. (2021). PERANCANGAN JALUR PERPIPAAN FIRE FIGHTING SYSTEM JENIS HYDRANT DAN

Program Studi D4 Teknik Perpipaan – Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

SPRINKLER PADA STORAGE TANK.
Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya,
Surabaya.