

# REDESAIN WATER SPRINKLER SYSTEM PADA LIVESTOCK VESSEL

Umar Gomo Pramesti S.<sup>1\*</sup>, Arie Indartono<sup>2</sup>, Projek Priyonggo S.L.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Perpipaan, Jurusan TPK, PPNS, Surabaya, Indonesia<sup>1\*</sup>

<sup>2,3</sup>Jurusan TPK, PPNS, Surabaya, Indonesia

Email: umar\_gomo@yahoo.co.id<sup>1\*</sup>; arie.indartono@gmail.com<sup>2</sup>; Projek\_me@yahoo.co.id<sup>3</sup>

## Abstrak

*Water sprinkler system* adalah sistem pemadam kebakaran otomatis pada kapal ternak yang menggunakan *fire sprinkler* sebagai sensor yang mendeteksi panas ketika terjadi kebakaran. Pada desain yang sudah ada terjadi ketidakwajaran yaitu terjadi pembesaran pipa dari *fresh water hydrophore* ke pipa utama yaitu dari diameter 1-1/2" ke 3" dengan . Hal ini mungkin dapat mengakibatkan penurunan tekanan dan debit air pada sistem sehingga dilakukan redesain pada sistem tersebut mengganti pipa dari *fresh water hydrophore* dengan pipa 1-1/2".

Hal yang dilakukan adalah *redrawing* pada *water sprinkler system* kemudian dilanjutkan perhitungan tentang *head loss* pada sistem tersebut yang digunakan untuk mencari kebutuhan daya pompa yang dibutuhkan dan juga perhitungan tekanan kerja pada sistem, perhitungan dibantu dengan *software pipe flow expert*. Kemudian hasil perhitungan akan dibandingkan dengan daya pompa yang sudah ada sehingga bisa diketahui selisih dari desain yang baru dan desain yang lama. Dari hasil redesain *water sprinkler system* didapat bahwa tekanan ujung *sprinkler* terjauh adalah 5,034 bar dan telah memenuhi standart BKI yaitu minimal adalah 1,75 bar, *headloss* hasil redesain adalah 49,36 m maka daya pompa yang baru didapat adalah 26,9 kW dengan merek GRUNDFOS tipe 4AEF9.

**Kata kunci :** *Fire sprinkler, water sprinkler system, head loss, freash water hydrophore.*

## 1. PENDAHULUAN

Program tol laut dilaksanakan untuk membangun transportasi laut dengan kapal atau sistem logistik kelautan, yang melayani tanpa henti dari Sabang hingga Merauke. Salah satunya adalah kapal ternak atau *livestock vessel* yang berfungsi khusus untuk mengangkut dan mendistribusikan hewan ternak khususnya sapi. Pada tahun 2015 silam Indonesia meluncurkan kapal ternak untuk pertama kalinya dan kapal tersebut dikerjakan oleh perusahaan yang bergerak dalam bidang pembuatan dan perawatan kapal. *Water sprinkler system* merupakan salah satu komponen penting di dalam kapal ternak. Kapal ternak memerlukan *water sprinkler system* sebagai pemadam api otomatis ketika terjadi kebakaran di dalam kapal. Sistem ini bermula dari tanki air tawar kemudian dipompa menuju *fresh water hydrophore tank*. Pada *fresh water hydrophore tank* air akan disimpan dengan tekanan yang sudah ditentukan

sehingga bisa menjangkau pada sistem yang berada pada *deck* yang paling atas.

Namun pada saat melakukan *On Job Training* di perusahaan galangan kapal, ditemukan kegagalan saat melakukan pengujian *water sprinkler system* pada kapal ternak. Debit air pada *sprinkler deck* paling atas tidak memenuhi standard, hal ini dikarenakan pipa dari *fresh water hydrophore tank* sebesar 1-1/2" menuju pipa percabangan sebesar 3" kemudian bercabang lagi sebesar 2-1/2", seharusnya pipa percabangan harus sama atau lebih kecil agar tekanan, kecepatan dan debit pada sistem tersebut sama atau lebih besar. Perancangan ulang dibutuhkan untuk merancang ulang *water sprinkler sistem* dengan mengganti pipa utama 3" dengan pipa 1-1/2" dan percabangannya 2-1/2" dengan pipa 3/4 ". Setelah melakukan perancangan ulang dilanjutkan dengan menghitung *head loss* mayor, *head loss* minor dan tekanan pada sistem dan daya pompa yang baru.

Setelah perancangan ulang yaitu mengganti pipa utama 3" dengan 1-1/2" dan pipa cabang 2-1/2" dengan 3/4" perhitungan dilakukan maka diketahui hasil dari desain yang baru yaitu *headloss total* yaitu sebesar 70,362 m. Tekanan pada *sprinkler* pada *deck* paling atas atau *deck C* adalah sebesar 5,034 bar dan daya pompa pada sistem yang baru adalah sebesar 26,9 kW. Berdasarkan *BKI rules for Machinery Installations (Part 1, Vol III), sec 12* tekanan *water sprinkler system* harus mampu bekerja pada tempat *spray nozzle* tertinggi yaitu 1,75 bar berarti redesain sistem tersebut sudah memenuhi standart.

## 2. METODOLOGI.

### 2.1. Prosedur Penelitian

Redesain *water sprinkler system* dilakukan dengan cara menggambar ulang gambar isometri *water sprinkler system* pada kapal ternak sehingga dengan mengganti pipa 3" menjadi 1-1/2" atau 1" dan 2-1/2" menjadi 3/4". Kemudian menghitung *headloss* mayor dan *headloss* minor pada sehingga bisa ditemukan nilai *headloss* totalnya. Stelah itu menghitung tekanan sistem dan menentukan daya pompa baru.

### 2.2. Headloss

#### 2.2.1 Headloss Mayor

$$hL = f \frac{L v^2}{D 2g} \quad (1)$$

Persamaan (1) menunjukkan persamaan menghitung *headloss mayor*. Dimana *f* adalah faktor gesekan (tanpa dimensi), *L* adalah panjang pipa (m), *D* adalah diameter dalam pipa (m<sup>2</sup>), *v* adalah kecepatan fluida (m/s), *g* adalah percepatan gravitasi (m/s<sup>2</sup>).

#### 2.2.2 Headloss Minor

$$h = K \frac{v^2}{2g} \quad (2)$$

Persamaan (2) menunjukkan persamaan menghitung *headloss minor*. Dimana *K* adalah koefisien *fitting* (tanpa dimensi), *v* adalah kecepatan fluida (m/s).

#### 2.2.3 Head Tekanan

$$hP = \frac{P_2 - P_1}{2g} \quad (3)$$

Persamaan (3) menunjukkan persamaan *head* tekanan. Dimana *P* merupakan tekanan (Pa), *g* adalah percepatan gravitasi (m/s<sup>2</sup>).

#### 2.2.4 Head Kecepatan

$$hK = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} \quad (4)$$

Persamaan (4) menunjukkan persamaan *head* kecepatan. Dimana *v* merupakan kecepatan (m/s), *g* adalah percepatan gravitasi (m/s<sup>2</sup>).

#### 2.2.5 Head Ketinggian

$$\Delta Z = Z_1 - Z_2 \quad (5)$$

Persamaan (5) menunjukkan persamaan *head* ketinggian. Dimana *Z* merupakan ketinggian (m).

#### 2.2.6 Headloss Total

$$H = hL + h + Z + hP + hK \quad (6)$$

Persamaan (6) menunjukkan persamaan *headloss* total. Dimana *hL* adalah penjumlahan *headloss* mayor *r* (m), *h* merupakan *headloss* minor (m), *Z* adalah *head* ketinggian (m), *hP* adalah *Head* tekanan (m), *hK* adalah *head* kecepatan (m).

## 2.3 Reynolds Number

### 2.3.1 Bilangan Reynolds

$$e = \frac{vD}{\nu} \quad (7)$$

Persamaan (7) menunjukkan persamaan Reynolds. Dimana *v* merupakan kecepatan fluida (m/s), *D* merupakan diameter *pipeline* (m), *ν* merupakan kekentalan kinematik (m<sup>2</sup>/detik).

## 2.4 Faktor Gesekan

### 2.4.1 Faktor Gesekan Pada Aliran Laminar

$$f = \frac{64}{Re} \quad (8)$$

Persamaan (8) menunjukkan persamaan faktor gesekan pada aliran laminar. *Re* merupakan *reynolds number* (tanpa dimensi).

### 2.4.2 Faktor Gesekan Untuk Aliran Turbulen

$$\text{Relative pipe roughness} = \frac{\epsilon}{D} \quad (9)$$

Persamaan (9) menunjukkan persamaan faktor gesekan pada aliran turbulen. *ε* merupakan *relatif roughness* (mm), *D* merupakan diameter dalam pipa (mm).

## 2.5 Tekanan Pada Sistem

### 2.5.1 Tekanan

$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + Z_2 + hL \quad (10)$$

Persamaan (9) menunjukkan persamaan Bernoulli.  $\epsilon$  merupakan *relatif roughness* (mm), P merupakan tekanan (Pa),  $\rho$  merupakan masa jenis fluida ( $\text{kg/m}^3$ ), g merupakan percepatan gravitasi ( $\text{m/s}^2$ ), Z merupakan ketinggian (m), v merupakan kecepatan fluida (m/s), hL merupakan *headloss* akibat gesekan pipa maupun *fitting* (m).

## 2.6 Daya

### 2.6.1 Daya Fluida

$$P_w = \rho \times g \times Q \times H \quad (11)$$

Persamaan (1) menunjukkan persamaan Bernoulli.  $\rho$  merupakan masa jenis fluida ( $\text{kg/m}^3$ ), g merupakan percepatan gravitasi ( $\text{m/s}^2$ ), Q merupakan debit ( $\text{m}^3/\text{s}$ ), H merupakan *headloss* total (m).

### 2.6.2 Daya Pompa

$$P_w = \frac{\rho \times g \times Q \times H}{\eta} \quad (12)$$

Persamaan (12) menunjukkan persamaan Bernoulli.  $\rho$  merupakan masa jenis fluida ( $\text{kg/m}^3$ ), g merupakan percepatan gravitasi ( $\text{m/s}^2$ ), Q merupakan debit ( $\text{m}^3/\text{s}$ ), H merupakan *headloss* total (m),  $\eta$  merupakan efisiensi pompa (%).

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### a. *Headloss* Total

*Headloss* total sistem digunakan untuk menghitung daya pompa yang dibutuhkan. Nilai *Headloss* total dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 *Headloss* Total

Deck C				
Lin e No	Diamet er (in)	Debit ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	Kecepat an (m/s)	Headlo ss (m)
FW -	$\frac{3}{4}$	0,000040 8	0,1176	1,1180 9
SP- DC -01	1-1/2	0,000485 7	0,3698	
Deck B				
FW -	1-1/2	0,000121 44	0,09246	6,0193 44
SP-				

DB -06				
FW -	$\frac{3}{4}$	0,000040 8	0,1176	3,0048 25
SP- DB -05	1-1/2	0,001254 8	0,30819	
FW -	$\frac{3}{4}$	0,000040 8	0,1176	1,0410 4
SP- DB -04	1-1/2	0,001255	0,9554	
FW -	$\frac{3}{4}$	0,000040 8	0,1176	5,8174 6
SP- DB -03	1-1/2	1,63345 54	0,00214	

Deck A				
FW -	$\frac{3}{4}$	0,000040 8	0,1176	2,3195
SP- DA -06	1-1/2	0,000242 88	0,11766 7	
FW -	$\frac{3}{4}$	0,000040 8	0,1176	5,2015
SP- DA -03	1-1/2	0,000489 6	0,216	
FW -	$\frac{3}{4}$	0,000040 8	0,1176	3,0399 5
SP- DA -04	1-1/2	0,000489 6	0,3727	
FW -	$\frac{3}{4}$	0,000040 8	0,1176	2,1083
SP- DA -05	1-1/2	0,000445	0,339	
FW -	$\frac{3}{4}$	0,000040 8	0,1176	4,561
SP- DA -02	1-1/2	0,000267 2	2,0341	
FW -	1-1/2	0,002672	2,0341	2,062
SP- DA -01				

Bottom Deck				
FW	¾	0,000040	0,1176	
-		8		
SP-BD	1-1/2	0,000404	0,3082	1,6482
-02		8		
FW	1-1/2	0,004372	3,329	
-				
SP-BD				11,896
-01				
		Headloss Total		49,36
FW	1-1/2	0,0233	17,739	21,002
-				
PM				
-				
BD				
-01				
		<b>Headloss Total dengan suction</b>		<b>70,362</b>

Hasil perhitungan *headloss* di atas berdasarkan perhitungan *headloss* mayor dan *headloss* minor sehingga bisa diambil bahwa *headloss* total sistem hasil redesain dengan *headloss suction* pompa adalah 70,362 m.

#### b. Nilai Tekanan Pada Sprinkler Tertinggi

Nilai tekanan pada sprinkler tertinggi apada sistem dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Nilai Tekanan

Tekanan	Nilai	Satuan
Berdasarkan perhitungan manual	5,034	Bar

Hasil perhitungan tekanan pada perhitungan diatas berdasarkan hukum Bernoulli maka didapat tekanan pada sprinkler pada tempat paling tinggi atau *deck C* yaitu sebesar 7,2 bar.

### 3.3 Nilai Daya Pompa

Nilai daya pompa hasil redesain dapat dilihat pada Tabel 3.3

Tabel 3.3 Nilai Daya Pompa

Daya Pompa	Nilai	Satuan
Perhitungan daya pompa	26,9	kW

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Nilai perhitungan *headloss* total dari sistem yang baru dengan mengganti pipa 3” dengan 1-1/2” dan pipa 2-1/2” dengan ¾” adalah sebesar 49,36 m. Jika ditambah dengan *headloss* pipa hisap dan tekan pompa maka didapat *headloss* total adalah 70,362 m
2. Tekanan pada sprinkler yang berada di *deck C* jika semua sistem sprinkler berfungsi adalah sebesar 5,034 bar dan telah memenuhi standad BKI yaitu minimal tekanan pada sprinkler tertinggi adalah sebesar 1,75 bar
3. Daya pompa yang dibutuhkan untuk menjalankan sistem yaitu adalah 26,9 kW dan dipilih pompa dengan merk GRUNFOZ dengan tipe 4AEF9.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

1. BKI. 2015. *Vol 4 Guides for Livestock Carriers*. Jakarta, Indonesia.
2. BKI. 2016. *Vol 3 Rules for Machinery Instalations*. Jakarta, Indonesia.
3. Cengel, Yusuf A dan Cimbala, John M. 2006. *Fluid Mechanics Fundamentals and Applications*. USA: McGraw-Hill.
4. Gilles-Soemitro. 1986. *Mekanika Fluida & Hidraulika*. Jakarta: Erlangga.
5. Parisher, A Roy dan Rhea, Robert A. 2002. *Pipe Drafting and Design*. USA: Butterworth-Heinemann.
6. Raswari. 2007. *Perencanaan dan Penggambaran Sistem Perpipa*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press).
7. SOLAS. 2002. *Chapter II-2 Construction - Fire Protection, Fire Detection And Fire Extinction*.
8. Sularso dan Tahara, Haruo. 2000. *Pompa dan Kompresor*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.