

**ANALISA SISTEM PERPIPAAN POMPA SENTRIFUGAL 1500 GPM PADA MOBIL PEMADAM  
KEBAKARAN**

(Didik Sugiyanto<sup>1</sup>, Egar Ruli Anmar<sup>2</sup>)

**PENGARUH MEDIA *QUENCHING* TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO PASKA  
*HARDFACING***

(Basori)

**UJI PRESTASI MESIN PENDINGIN KOMPRESI UAP YANG MENGGUNAKAN REFRIGERAN  
R22 DENGAN METODE PENGUJIAN AKTUAL DAN SIMULASI**

(Audri Deacy Cappenberg<sup>1</sup>, Haris Ramadan<sup>2</sup>)

**PENGARUH ARUS TERHADAP KENYAMANAN *WELDER*, CACAT LAS DAN KEKERASAN  
HASIL *HARDFACING* BAJA KARBON**

(Sopiyan<sup>1</sup>, Ferry Budhi Susetyo<sup>2</sup>, Syamsuir<sup>3</sup>)

**PENGARUH SUHU SINTERING TERHADAP KEKERASAN PADUAN MIKRO Fe-Cr HASIL  
METODE ULTRASONIK**

(Kusdi Prijono<sup>1</sup>, Amin Suhadi<sup>2</sup>)

**PENGARUH TEKANAN POMPA BAHAN BAKAR TEKANAN TINGGI TERHADAP KINERJA  
MESIN**

(Didit Sumardiyanto<sup>1</sup>, Sri Endah Susilowati<sup>2</sup>)



# **JURNAL KAJIAN TEKNIK MESIN**

Vol.3 No.2

E - ISSN 2502-843X

---

## **Susunan Team Redaksi Jurnal Kajian Teknik Mesin**

### **Pemimpin redaksi**

Andi Saidah

### **Dewan Redaksi**

Sri Endah Susilowati  
Harini  
Audri Deacy Cappenberg  
Didit Sumardiyanto  
M. Fajri Hidayat

### **Redaksi Pelaksana**

Yos Nofendri

### **English Editor**

English Center UTA'45 Jakarta

### **Staf Sekretariat**

Dani  
Suyatno

### **Alamat Redaksi**

Program Studi Teknik Mesin universitas 17 Agustus 1945 Jakarta  
Jl.Sunter Permai Raya, Jakarta Utara, 14350, Indonesia  
Telp: 021-647156666-64717302, Fax:021-64717301

# JURNAL KAJIAN TEKNIK MESIN

Vol.3 No.2

E - ISSN 2502-848X

---

## DAFTAR ISI

<b>ANALISA SISTEM PERPIPAAN POMPA SENTRIFUGAL 1500 GPM PADA MOBIL PEMADAM KEBAKARAN (Didik Sugiyanto<sup>1</sup>, Egar Ruli Anmar<sup>2</sup>)</b>	57 - 65
<b>PENGARUH MEDIA <i>QUENCHING</i> TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO PASKA <i>HARDFACING</i> (Basori)</b>	66 - 72
<b>UJI PRESTASI MESIN PENDINGIN KOMPRESI UAP YANG MENGUNAKAN REFRIGERAN R22 DENGAN METODE PENGUJIAN AKTUAL DAN SIMULASI (Audri Deacy Cappenberg<sup>1</sup>, Haris Ramadan<sup>2</sup>)</b>	73 - 82
<b>PENGARUH ARUS TERHADAP KENYAMANAN <i>WELDER</i>, CACAT LAS DAN KEKERASAN HASIL <i>HARDFACING</i> BAJA KARBON (Sopiyan<sup>1</sup>, Ferry Budhi Susetyo<sup>2</sup>, Syamsuir<sup>3</sup>)</b>	83 - 88
<b>PENGARUH SUHU SINTERING TERHADAP KEKERASAN PADUAN MIKRO Fe-Cr HASIL METODE ULTRASONIK (Kusdi Prijono<sup>1</sup>, Amin Suhadi<sup>2</sup>)</b>	89 - 97
<b>PENGARUH TEKANAN POMPA BAHAN BAKAR TEKANAN TINGGI TERHADAP KINERJA MESIN Didit Sumardiyanto<sup>1</sup>, Sri Endah Susilowati<sup>2</sup></b>	98 - 105

## ANALISA SISTEM PERPIPAAN POMPA SENTRIFUGAL 1500 GPM PADA MOBIL PEMADAM KEBAKARAN

Didik Sugiyanto<sup>01</sup>, Egar Ruli Anmar<sup>02</sup>

<sup>01</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Darma Persada Jakarta

<sup>02</sup>Program Studi Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Indonesia Jakarta

<sup>a</sup>didik\_sugiyanto@ft.unsada.ac.id, <sup>b</sup>egarruli1703@yahoo.com

### Abstrak

Tujuan untuk mengetahui sistem kerja pompa mobil pemadam kebakaran (*fire truck*), mengetahui sistem perpipaan fluida (air) pada mobil pemadam kebakaran, mengetahui ukuran pipa yang bagus digunakan pada pompa sentrifugal 1500 gpm pada mobil pemadam kebakaran. Dalam penelitian ini akan fokus meneliti perbedaan debit air, kecepatan pompa dan *head loss* pada pipa dengan ukuran 4in, 5in dan 6in. Sehingga dapat menentukan ukuran pipa terbaik yang digunakan dalam pompa sentrifugal 1500 gpm. Kemudian peneliti melakukan penelitiannya di PT. Pundarika Atma Semesta yang beralamat Bogor, Jawa Barat. Peneliti menyiapkan bahan dan alat yang diperlukan. Peneliti menggunakan alat tes berupa *Flow test*. Selanjutnya peneliti melakukan percobaan terhadap 3 ukuran pipa tersebut sehingga memperoleh hasil debit air sebagai berikut 0,065 m<sup>3</sup>/detik, 0,069 m<sup>3</sup>/detik dan 0,077 m<sup>3</sup>/detik. Dan kecepatan aliran 8 m/detik, 5,5 m/detik dan 4,22 m/detik. Dan *Head Losses* 0,051 meter, 0,019 meter dan 0,009 meter

**Kata kunci:** pipa, debit, kecepatan, *head losses*

### Abstract

*In this study aims to determine the fire pump work system of fire truck, know the fluid piping system on fire engines, knowing the good size of the pipe used in the 1500 gpm centrifugal pump on fire engines. In this study will focus on examining differences in water discharge, pump speed and head losses on pipes of size 4 in, 5 in and 6 in. so that it can determine the best pipe size used in centrifugal pump 1500 gpm. Then the researchers conducted their research at PT Pundarika Atma Semesta the address at Bogor, West Java. The researcher prepares the necessary materials and tools. The researchers used a test instrument in the form of a flow test. Then the researchers conducted an experiment on 3 sizes of the pipe so as to obtain the results of the water discharge as follows 0,065 m<sup>3</sup>/s, 0,069 m<sup>3</sup>/s and 0,077 m<sup>3</sup>/s. and flow speed 8 m/s, 5,5 m/s and 4,22 m/s. and head losses 0,051 m, 0,019 m and 0,009 m.*

**Keywords:** pipe, discharge, speed, head losses

## 1. PENDAHULUAN

Penanganan terhadap musibah kebakaran harus ditangani secepat mungkin agar tidak menyebabkan banyak kerugian dan tidak memakan banyak korban, untuk mewujudkan hal itu maka diperlukan suatu alat pemadam kebakaran yang bekerja dengan baik dan efisien, kita ambil contoh mobil pemadam kebakaran atau *fire truck*. Mobil pemadam kebakaran (*fire truck*) ini memiliki mobilitas yang tinggi, mudah bergerak menuju lokasi kebakaran dengan membawa air yang berada dalam tangki yang siap untuk disemprotkan ke titik api, agar semuanya berjalan dengan baik maka diperlukan mobil pemadam atau *fire truck* yang memiliki sistem operasi yang baik pula, baik dari segi pompa, instalasi pipping, proses aliran air, dan yang lainnya, sehingga penanganan musibah kebakaran bisa teratasi.

Sebagai landasan teori penggunaan pipa untuk mengalirkan fluida (zat cair atau gas) dari satu atau beberapa titik ke satu titik atau beberapa titik lainnya. Sistem perpipaan (*piping system*) terdiri dari gabungan pipa-pipa yang memiliki panjang total relatif pendek dan digunakan untuk mengalirkan fluida dari suatu peralatan ke peralatan lainnya yang beroperasi pada suatu *plant*.

Fluida yang mengalir dalam pipa mengalir dari tempat yang bertekanan tinggi ke tempat yang bertekanan lebih rendah. Pada saat mengalir dalam pipa fluida mengalami kerugian aliran (*headloss*) yang disebabkan beberapa hal antara lain gesekan pada dinding dalam pipa,

panjang pipa, belokan (*elbow*), dan juga percepatan gravitasi. Kerugian aliran juga dipengaruhi oleh viskositas fluida dan kapasitas yang dialirkan. Kerugian tersebut adalah penurunan tekanan, kerugian kecepatan, dan kerugian akibat perbedaan tinggi antara sumber aliran dengan tempat ujuan aliran.

Debit air merupakan ukuran banyaknya volume air yang dapat lewat dalam suatu tempat atau yang dapat ditampung dalam suatu tempat tiap satu satuan waktu. Debit air dapat dihitung dengan rumus:

$$Q = V/t = A/(L/v) = Av$$

Keterangan:

$$Q = \text{Debit aliran fluida (m}^3/\text{s)}$$

$$V = \text{Volume (m}^3\text{)}$$

$$A = \text{Luas penampang (m}^2\text{)}$$

$$v = \text{Kecepatan fluida (m/s)}$$

$$t = \text{waktu (s)}$$

$$D = \text{Diameter pipa (m)}$$

Dalam persamaan kontinuitas menyatakan bahwa debit fluida yang memasuki pada pipa yang sama dengan debit fluida yang keluar dari pipa. Aliran fluida mengalir dari luas penampang satu menuju luas penampang dua. Pada luas penampang awal fluida memiliki kecepatan satu. Didalam prakteknya, factor penting dalam studi hidraulika adalah kecepatan aliran dan debit aliran. Cara untuk menentukan kecepatan aliran yaitu:

$$v = Q / A$$

Keterangan:

$$Q = \text{Debit aliran fluida (m}^3/\text{s)}$$

$$A = \text{Luas penampang (m}^2\text{)}$$

$$v = \text{Kecepatan fluida (m/s)}$$

Di dalam proses pengaliran di dalam pipa terdapat kerugian pada tekanan pompa tersebut yang sering disebut *head losses*. Jenis aliran pada pipa tersebut. Jenis aliran pada pipa tersebut merupakan jenis turbulen, karena nilai bilangan *Reynold*. Terdapat beberapa aliran fluida dalam pipa yaitu aliran mantap dan aliran pada pipa lurus. Pada aliran pipa lurus diklarifikasikan menjadi aliran laminar dan turbulen. Untuk menentukan apakah suatu aliran itu laminar atau turbulen dapat dipakai bilangan *Reynold*.

$$Re = V \cdot D / v$$

Keterangan:

$$V = \text{Volume (m}^3\text{)}$$

$$v = \text{Kecepatan fluida (m/s)}$$

$$D = \text{Diameter pipa (m)}$$

Menurut Dietzel (1990), ditinjau dari mekanisme kerjanya, pompa terbagi menjadi tiga jenis, yaitu pompa rotary, pompa torak/piston dan pompa sentrifugal. Pemakaian pompa yang paling banyak digunakan baik di lingkungan rumah tangga maupun di industry adalah jenis pompa sentrifugal. Pada pompa sentrifugal gaya sentrifugal dimanfaatkan untuk mendorong fluida keluar impeler.

Prinsip Kerja Pompa Sentrifugal, Ketika impeler berputar, dalam rumah pompa terjadi vakum sehingga udara luar masuk terhisap akibat terjadi perbedaan tekanan yang menyebabkan fluida terhisap. Selanjutnya fluida didorong impeller keluar akibat gaya sentrifugal yang terjadi pada impeller. (cluch 1996)





Gambar 1.1. Ilustrasi kerja pompa sentrifugal tipe radial

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di PT. Pundarika Atma Semesta yang beralamat Bogor, Jawa Barat.

### 2.2. Bahan dan alat yang digunakan

#### a. Sistem Pipa (*Pipe Work*)

Sistem pemipaan terbuat dari pipa besi carbon SCH. 40 di sambung dengan sistem pengelasan *mig welding* menggunakan gas  $CO_2$  sehingga mendapatkan hasil penyambungan yang homogen dan sangat kuat. Seluruh pemipaan dilakukan pengujian *hydrostatic test* dengan range 2,5 kali *working pressure* pompa. Untuk mencegah korosi pada pemipaan dilakukan *hot dip galvanizing* pada seluruh rangkaian pemipaan.



Gambar 3. *Pipe Work*

#### b. Monitor



Gambar 4. Monitor

### c. Flow test

Digunakan untuk pengukuran aliran yang keluar dari *discharge*. Dari 160 – 1500 gpm dalam kisaran *pitot gauge* 30 – 200 psi.

## 2.3. Tahapan Penelitian

Pada tahap persiapan awal yaitu mencari acuan sebagai sumber dan dasar dalam melakukan penelitian ini. Tahapan selanjutnya melakukan persiapan alat dan bahan yang akan digunakan dalam proses penelitian. Alat tes yang digunakan yaitu flow test. Sedangkan bahan dari penelitian adalah mobil pemadam kebakaran. Penelitian ini menggunakan dua faktor utama yaitu tekanan dan waktu pada saat mobil pemadam kebakaran melakukan semprotan air.

Pengujian yang pertama yaitu mencari debit air, pada penelitian ini penulis menggunakan waktu 92,20 detik untuk pipa 4 in, sedangkan 86,78 detik untuk 5 in dan 78,37 detik untuk pipa 6 in saat sekali penyemprotan. Pengujian ini dilakukan 3 kali dengan waktu dan ukuran pipa yang telah ditentukan yaitu pipa 4 in, pipa 5 in dan 6 in. Selanjutnya data diolah dengan menggunakan perhitungan menurut *Brunce R. Munson* tahun 2004 dalam mekanika fluida dengan menggunakan rumus  $Q = V/t$ .

Pengujian yang kedua yaitu kecepatan aliran pada mobil pemadam kebakaran pada pipa 4 in, 5 in dan 6 in. Setelah dilakukan pengujian maka akan diambil data, selanjutnya akan diolah dengan menggunakan perhitungan menurut *Brunce R. Munson* tahun 2004 dalam mekanika fluida dengan menggunakan rumus  $v = Q / A$ .

Pengujian yang ketiga yaitu mencari *head losses* dengan diameter pada pipa 4in, 5 in dan pada pipa 6 in. Selanjutnya data diolah dan mendapatkan hasil mengujian laju fluida dengan menggunakan perhitungan menurut *Lewis F. Moody* tahun 1880-1953 dengan  $hl = f L \cdot v^2 / D \cdot 2 \cdot g$ .

Setelah dilakukan pengujian terhadap mobil pemadam kebakaran tentang debit aliran, kecepatan dan *head losses* akan dihasilkan dengan menggunakan waktu tertentu, maka dilakukan pengambilan data.

Tahap selanjutnya yaitu analisis data dan pembahasan yang berdasarkan SNI 03-1745-200 tentang debit aliran minimum dari pipa terjauh harus sebesar 1.893 liter/menit (550 gpm). Debit aliran minimum untuk pipa tegak tambahan harus sebesar 946 liter/menit (250 gpm) untuk setiap pipa tegak, yang jumlahnya tidak melampaui 4.731 liter/menit (1.250 gpm).

Selanjutnya diambil kesimpulan dari pengujian dan pengamatan untuk menyimpulkan hasil dari penelitian ini.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Hasil Perhitungan

Dari hasil pengambilan data pada sistem perpipaan dengan pompa sentrifugal 1500 GPM pada mobil pemadam kebakaran, maka didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 3.1 Hasil Pengambilan data

No.	Pipa (in)	Volume (liter)	Waktu (detik)
1.	4	6000	92,20
2.	5	6000	86,78
3.	6	6000	78,37

Hasil survei lapangan di PT. Pundarika

Perhitungan pipa 4 in

a. Debit aliran

$$\begin{aligned}
 Q &= V / t \\
 &= 6 / 92,20 \\
 &= 0,065 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

b. Kecepatan aliran

$$\begin{aligned}
 v &= Q / A \\
 &= Q / \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \\
 &= 0,065 / \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (0,1016)^2 \\
 &= 8 \text{ m/detik}
 \end{aligned}$$

c. *Head losses*

$$\begin{aligned}
 Re &= V \cdot D / v \\
 &= 8 \cdot 0,1016 / 1,007 \cdot 10^{-6} \\
 &= 807149,94 \text{ (aliran turbulen)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f &= 0,3164 \text{ Re}^{-1/4} \\
 &= 0,3164 \cdot 807149,95^{-1/4} \\
 &= 0,3164 \cdot 1 / 807149,95^{0,25} \\
 &= 0,3164 \cdot 1 / 29,97 \\
 &= 10,6 \cdot 10^{-3}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 HI &= fL \cdot v^2 / D \cdot 2 \cdot g \\
 &= 10,6 \cdot 10^{-3} \cdot 1,5 \cdot 8^2 / 0,1016 \cdot 2 \cdot 9,8 \\
 &= 10,6 \cdot 1 / 10000 \cdot (1,5 \cdot 64 / 1,99339) \\
 &= 1017,6 / 19933,9 \\
 &= 0,0510 \text{ m}
 \end{aligned}$$

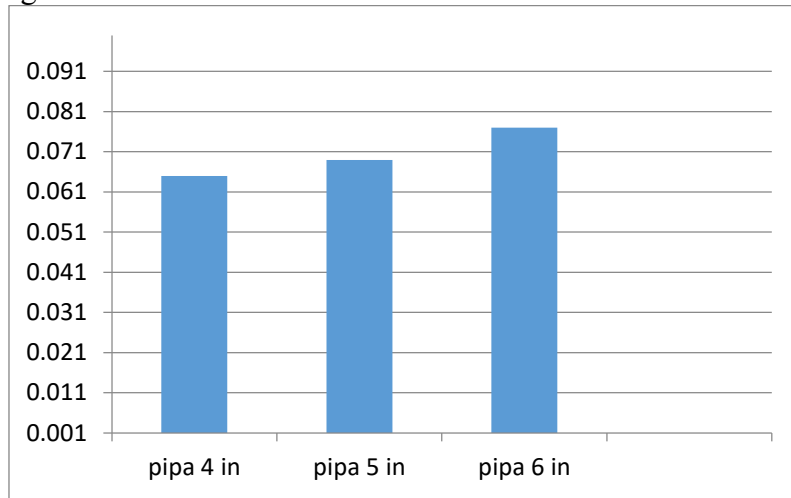
Dari hasil perhitungan data selanjutnya untuk pipa 4 in, 6 in dan 8 in yang diperoleh pada sistem perpipaan dengan pompa sentrifugal 1500 GPM pada mobil pemadam kebakaran, maka dibuat tabel hasil sebagai berikut:

Tabel 3.2. Tabel Hasil Perhitungan

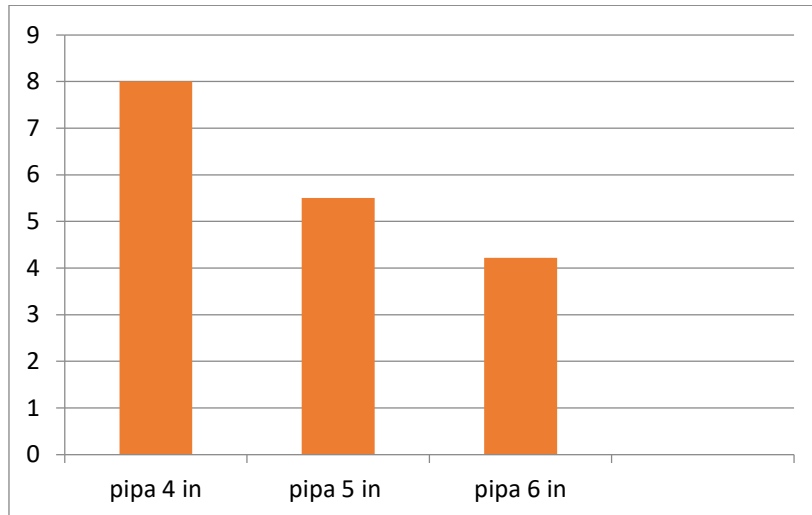
No	Debit aliran (m <sup>3</sup> /detik)	Kecepatan Aliran (m/detik)	Nilai Reynold	<i>Head Losses</i> (m)
1	0,065	8	807149,94	0,051
2	0,069	5,5	693644,49	0,019
3	0,077	4,22	635630,59	0,009



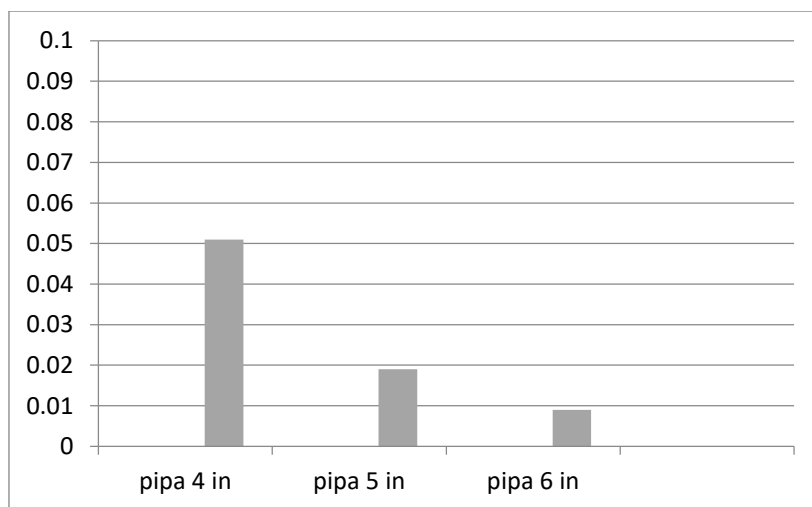
Untuk lebih jelas dalam pembacaan hasil perhitungan maka dibuat grafik dari tabel hasil perhitungan sebagai berikut:



Gambar 3.1 Grafik batang debit aliran



Gambar 3.2. Grafik batang kecepatan aliran



Gambar 3.3. Grafik Batang *Head Losses*

### 3.2. Pembahasan

Dari data yang diperoleh pada mobil pemadam kebakaran dengan pompa sentrifugal 1500 GPM yang dilakukan 3 kali pengujian dan menggunakan berbagai ukuran pipa yaitu 4 in, 5 in dan 6 in didapatkan hasil perhitungan nilai debit aliran sebesar  $0,065 \text{ m}^3/\text{detik}$  pada pipa 4 in, pada pipa 5 in diperoleh debit aliran sebesar  $0,069 \text{ m}^3/\text{detik}$  dan pada pipa 6 in diperoleh debit aliran sebesar  $0,077 \text{ m}^3/\text{detik}$ .

Maka, didapatkan paling rendah tingkat debit alirannya adalah mobil pemadam kebakaran yang pipa 4 in sedangkan debit aliran yang paling tinggi adalah mobil pemadam kebakaran dengan menggunakan pipa 6 in.

Sedangkan pada hasil perhitungan kecepatan aliran sebesar 8 m/detik pada pipa 4 in, pada pipa 5 in diperoleh debit aliran sebesar 5,5 m/detik dan pada pipa 6 in diperoleh debit aliran sebesar 4,22 m/detik. Maka, didapatkan nilai paling rendah tingkat kecepatan alirannya adalah mobil pemadam kebakaran yang pipa 5 in. sedangkan kecepatan aliran yang paling tinggi adalah mobil pemadam kebakaran dengan menggunakan pipa 4 in.

Pada hasil perhitungan nilai *head loss* aliran sebesar 0,051 m pada pipa 4 in, pada pipa 5 in diperoleh *head loss* aliran sebesar 0,019 m dan pada pipa 6 in diperoleh *head loss* aliran sebesar 0,009 m. Maka, didapatkan nilai paling rendah tingkat *head loss* alirannya adalah mobil pemadam kebakaran yang pipa 6 in. sedangkan *head loss* aliran yang paling tinggi adalah mobil pemadam kebakaran dengan menggunakan pipa 4 in.

Standart pipa yang digunakan dalam sitem perpipaan mobil pemadam kebakaran di PT. Pundarika adalah 5 in. Sebab menggunakan ukuran pipa 5 in untuk mendapatkan suplai yang banyak sehingga pada saat ukuran suction diperkecil akan mendapatkan tekanan yang tinggi.

Sebaiknya ukuran pipa yang digunakan dalam sistem perpipaan mobil pemadam kebakaran menggunakan ukuran pipa 4 in, sebab setelah dilakukan perhitungan pipa 4 in lebih efisien dalam mengeluarkan air dengan pompa 1500 gpm.

Dari hasil perhitungan pipa 4 in jumlah debitnya lebih kecil dari pada pipa 5 in dan pipa 6 in. Jumlah debit pipa 5 in adalah  $0.069 \text{ m}^3/\text{detik}$  dan pada pipa 6 in adalah  $0.077 \text{ m}^3/\text{detik}$  sedangkan debit pada pipa 4 in adalah  $0.065 \text{ m}^3/\text{detik}$ . Jadi debit pipa 4 in lebih efisien dibandingkan dengan pipa 5 in dan pipa 6 in.

Dari perhitungan lain juga didapatkan kecepatan untuk pipa 4 in dan 5 in dan 6 in. Kecepatan yang dihasilkan oleh pipa 4 in lebih besar dibandingkan dengan kecepatan pada pipa 5 in dan 6 in. Pada pipa 5 in kecepataannya adalah 5.5 m/detik dan pada pipa 6 in kecepataannya 4.22 m/detik sedangkan pada pipa 4 in kecepataannya 8 m/detik. Sehingga untuk kecepatan dalam sistem perpipaan lebih maksimal menggunakan pipa 4 in.

Kemudian dari hasil perhitungan *head losses* pipa 4 in, 5 in dan 6 in. Pipa 4 in *head losses* nya paling besar dibandingkan dengan pipa 5 in dan pipa 6 in. Pada pipa 4 in dihasilkan *head losses* yaitu 0.051 m, pada pipa 5 in adalah 0.019 m dan pada pipa 6 in adalah 0.009 m.

Jika ukuran pipa yang digunakan semakin besar maka debit yang dihasilkan akan semakin besar pula tetapi kecepatan yang dihasilkan kecil begitu juga dengan *head losses*nya. Jika ukuran pipa yang digunakan kecil maka kecepatan yang dihasilkan besar tetapi debit yang dihasilkan lebih sedikit dan *head losses*nya besar.

## 4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan terhadap mobil pemadam kebakaran dengan pompa 1500 GPM dengan pipa berbagai ukuran yaitu 4 in, 5 in dan 6 in dapat diperoleh sebagai berikut:

1. Dari perhitungan nilai debit aliran didapatkan hasil yang berbeda pada setiap ukuran pipa yang digunakan. Hal ini dipengaruhi oleh volume air dan waktu yang digunakan. Berdasarkan hasil perhitungan yang diperoleh, menurut SNI 03-1745-2000 tentang debit aliran maka yang memenuhi standar SNI adalah semua pipa yaitu 4 in, pipa 5 in dan 6 in karena semua pipa tidak melampaui 4.731 liter/ menit.
2. Dari perhitungan nilai kecepatan aliran diperoleh hasil yang berbeda setiap ukuran pipa. Hal ini dipengaruhi oleh debit aliran dan luas penampang pada setiap pipa.
3. Dari perhitungan nilai *head loss* aliran diperoleh hasil yang berbeda pada setiap ukurannya. Hal ini dipengaruhi oleh nilai bilangan reynold dan nilai koefisien pada setiap pipa.

Dari data diatas disimpulkan bahwa ukuran pipa mempengaruhi debit aliran, kecepatan aliran dan *head losses* yang dihasilkan dalam satu kali semprotan pada mobil pemadam kebakaran pompa sentrifugal 1500 gpm.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Raswari, 1897. *Perencanaan dan Penggambaran System Perpipaan*. Penerbit: Universitas Indonesia Jakarta, Indonesia.
- Munson, B.R. dkk. 2004. *Mekanika Fluida*. Translated by Harinaldi dan Budiarmo. Jilid 1. Jakarta: Erlangga.
- Eryhartoyo, 2011, *Jenis Jenis Flange*, diakses pada 1 mei 2018 dari <https://eryhartoyo.wordpress.com/2011/09/13/jenis-jenis-flange/>.
- Austin C.H Zulkifli, 1993. *Pompa dan Blower Sentrifugal*. PT. Erlangga, Jakarta
- SNI 03 1745 2000. Tata Cara Perencanaan dan Pemasangan System Pipa Tegak dan Slang Untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran pada Bangunan Rumah dan Gedung.
- Edi Widodo. 2001, Analisa Pengaruh Variasi Diameter Pipa Tekan PVC pada Pompa Aksial untuk Kecepatan Gaya Dorong Air, *Tugas Akhir*. Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.
- Chuch, A.H. 1996. *Pompa dan Blower Sentrifugal*, PT Erlangga, Jakarta.
- Dietzel, F, 1990. *Turbin Pompa dan Kompresor*, PT Penerbit Erlangga, Jakarta.