

## **ANALISA PERBEDAAN DIAMETER SUCTION PADA POMPA SENTRIFUGAL MEREK PRIMA TIPE POROS HORIZONTAL**

Wardjito, Ahmad Muhammad Burhanuddin Jawwadi  
Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Gresik

### *ABSTRAK*

Pompa memiliki peranan terutama dalam kehidupan manusia sehari-hari. Pompa sendiri bisa diartikan suatu mesin/alat yang digunakan untuk menaikkan cairan dari permukaan yang rendah ke permukaan yang lebih tinggi atau memindahkan cairan dari tempat yang bertekanan yang rendah ke tempat yang bertekanan yang lebih tinggi. Pompa didalam kerjanya akan mentransfer energi mekanis dari suatu sumber energi luar ke cairan yang mengalir melaluinya. Dalam penggunaannya terutama di Desa Tebalo Kecamatan Manyar Kabupaten Gresik.

Dalam penelitian ini dilakukan perbandingan Suction 3 inch, Suction 4 inch dan Suction 5 inch. Sehingga berdasarkan hasil perhitungan dasar teori setelah melakukan eksperimen dan menganalisa pengaruh perbedaan Suction pompa sentrifugal, maka didapatkan kesimpulan bahwa pompa dengan Suction 5 inch lebih efektif karena kapasitas pompa lebih besar dari pompa dengan Suction 3 inch dan Suction 4 inch.

Kata kunci : Pompa *Sentrifugal*, *Suction*

### **PENDAHULUAN**

#### **Latar Belakang**

Banyak macam pompa air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari. Salah satunya adalah pompa sentrifugal. Pompa adalah suatu alat (mesin fluida) yang banyak digunakan dalam suatu pertanian khususnya di pertambakan. Pompa merupakan suatu alat yang dapat memindahkan fluida dari suatu tempat yang rendah ketempat yang lebih tinggi. Bila di tinjau dari tekanan yang menimbulkan fluida maka pompa dapat diklasifikasi kedalam dua jenis yaitu:

1. Pompa Tekanan Statis
2. Pompa Tekanan Dinamis

Pompa sentrifugal adalah termasuk kedalam jenis pompa tekanan dinamis, dimana pompa jenis ini memiliki impeller

yang berfungsi untuk mengangkat fluida dari tempat yang rendah ke tempat yang lebih tinggi. Pompa beroperasi dengan prinsip membuat perbedaan tekanan antara bagian masuk (*suction*) dengan bagian keluar (*discharge*).

Pompa merupakan mesin konversi energi yang mengubah bentuk energi mekanik poros menjadi energi spesifik (*head*) fluida yang memiliki wujud air. Energi mekanik pompa yang menunjukkan kemampuan dari suatu pompa mengangkat fluida untuk mencapai ketinggian tertentu adalah head pompa, ditunjukkan oleh besarnya perbedaan energi fluida di sisi isap dengan energi fluida di sisi tekan. Energi fluida merupakan jumlah dari energi tekanan, energi kinetik dan energi karena elevasi. Dalam Analisa Perbedaan

Diameter Suction pada Pompa Sentrifugal merek Prima tipe Poros Horisontal, ditemui beberapa hal – hal yang timbul untuk di analisa bagaimana pengaruh perbedaan diameter suction pada pompa sentrifugal merek prima. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan laju fluida di diameter suction Pompa Prima.

Disamping itu sebagai penerapan materi – materi yang didapat di bangku kuliah sehingga diharapkan akan menambah pengetahuan, wawasan dan keterampilan mahasiswa teknik mesin khususnya. Dengan adanya penelitian ini diharapkan akan dapat memberikan pandangan tentang bagaimana pengaruh perbedaan instalasi *suction* pada pompa sentrifugal tersebut serta manfaat penggunaan instalasi suction pada pompa sentrifugal di tambak. Sehingga petambak tentunya akan memilih instalasi suction pada pompa sentrifugal yang memang sesuai dengan kebutuhan dan kemudahan bagi petambak.

## **TINJAUAN TEORI**

### **Pompa**

Pompa adalah suatu mesin/alat yang digunakan untuk menaikkan cairan dari permukaan yang rendah ke permukaan yang lebih tinggi atau memindahkan cairan dari tempat yang bertekanan yang rendah ke tempat yang bertekanan yang lebih tinggi. Pompa didalam kerjanya akan mentransfer energi mekanis dari suatu sumber energi luar ke cairan yang mengalir melaluinya.

Jadi disini, pompa menaikkan energi cairan yang mengalir melaluinya, sehingga cairan tersebut dapat mengalir

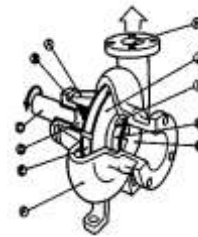
dari permukaan rendah ke permukaan yang lebih tinggi maupun dari tempat bertekanan rendah ke tempat yang bertekanan lebih tinggi dan bersamaan dengan itu bisa juga mengatasi tahanan hidrolis sepanjang pipa yang dipakai (Sularso, 2004).

### **Pompa Sentrifugal**

Pompa sentrifugal tersusun atas sebuah impeller dan saluran inlet ditengah-tengahnya. Dengan desain ini maka pada saat impeller berputar, fluida mengalir menuju casing disekitar impeller sebagai akibat dari gaya sentrifugal. Casing ini berfungsi untuk menurunkan kecepatan aliran fluida sementara kecepatan putar impeller tetap tinggi. Kecepatan fluida dikonversikan menjadi tekanan oleh casing sehingga fluida dapat menuju titik outletnya (Sularso.,2004).

### **Fungsi – Fungsi Bagian Utama Pompa Sentrifugal**

Secara umum bagian-bagian utama pompa sentrifugal dapat dilihat seperti gambar berikut :



Gambar 1 Bagian – Bagian Pipa Sentrifugal

- a. *Stuffing Box*  
*Stuffing Box* berfungsi untuk mencegah kebocoran pada daerah dimana poros pompa menembus casing.
- b. *Packing*

Digunakan untuk mencegah dan mengurangi bocoran cairan dari casing pompa melalui poros. Biasanya terbuat dari asbes atau teflon.

c. *Shaft* (poros)

Poros berfungsi untuk meneruskan momen puntir dari penggerak selama beroperasi dan tempat kedudukan impeller dan bagian-bagian berputar lainnya.

d. *Shaft sleeve*

*Shaft sleeve* berfungsi untuk melindungi poros dari erosi, korosi dan keausan pada stuffing box. Pada pompa multistage dapat sebagai leakage joint, internal bearing dan interstage atau distance sleeve.

*Vane*

Sudut dari impeller sebagai tempat berlalunya cairan pada impeller.

e. *Casing*

Merupakan bagian paling luar dari pompa yang berfungsi sebagai pelindung elemen yang berputar, tempat kedudukan diffusor (*guide vane*), inlet dan outlet nozel serta tempat memberikan arah aliran dari impeller dan mengkonversikan energi kecepatan cairan menjadi energi dinamis (single stage).

f. *Eye of Impeller*

Bagian sisi masuk pada arah isap impeller.

g. *Impeller*

*Impeller* berfungsi untuk mengubah energi mekanis dari pompa menjadi energi kecepatan pada cairan yang dipompakan secara kontinu, sehingga cairan pada sisi isap secara terus menerus akan masuk mengisi

kekosongan akibat perpindahan dari cairan yang masuk sebelumnya.

h. *Wearing Ring*

*Wearing ring* berfungsi untuk memperkecil kebocoran cairan yang melewati bagian depan impeller maupun bagian belakang impeller, dengan cara memperkecil celah antara casing dengan impeller.

i. *Bearing*

*Bearing* (bantalan) berfungsi untuk menumpu dan menahan beban dari poros agar dapat berputar, baik berupa beban radial maupun beban axial. *Bearing* juga memungkinkan poros untuk dapat berputar dengan lancar dan tetap pada tempatnya, sehingga kerugian gesek menjadi kecil.

j. *Discharge nozzle*

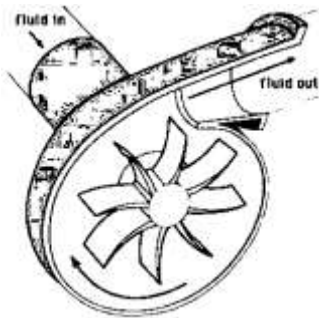
Merupakan bagian dari pompa yang berfungsi sebagai tempat keluarnya fluida hasil pemompaan.

### Terciptanya Gaya Sentrifugal

Cairan proses memasuki nosel sisi masuk menuju titik tengah impeller yang berputar. Ketika berputar, impeller akan memutar cairan yang ada dan mendorongnya keluar antara dua siripnya, serta menciptakan percepatan sentrifugal. Ketika cairan meninggalkan titik tengah impeller, menciptakan daerah bertekanan rendah sehingga cairan dibelakangnya mengalir ke arah sisi masuk. Karena sirip impeller berbentuk kurva, cairan akan terdorong ke arah tangensial dan radial oleh gaya sentrifugal (Sularso, 2004).

Gaya ini terjadi di dalam pompa seperti halnya yang dialami air dalam ember yang diputar di ujung seutas tali.

Intinya adalah bahwa energi yang diciptakan oleh gaya sentrifugal adalah energi kinetik. Jumlah energi yang diberikan ke cairan sebanding dengan kecepatan pada piringan luar impeller. Semakin cepat impeller berputar atau semakin besar energi diberikan kepada cairan. Energi kinetik cairan yang keluar dari impeller tertahan dengan penciptaan terhadap aliran. Tahanan pertama diciptakan oleh rumah pompa (volute) yang menangkap cairan dan memperlambatnya. Pada nosel keluar, cairan makin diperlambat dan kecepatannya diubah menjadi tekanan sesuai dengan prinsip bernoulli.



Gambar 2 prinsip kerja pompa sentrifugal

**Laju Aliran Fluida**

Perhitungan laju aliran fluida dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 1 (Sularso., 2004) berikut:

$$v = \frac{Q}{A} \dots\dots\dots 1$$

Keterangan :

v = laju aliran fluida (m/s)

Q = debit (m<sup>3</sup>/s)

A = luas penampang pipa bagian dalam (m<sup>2</sup>)

Luas penampang pipa adalah :

$$A = \frac{d^2}{4} \dots\dots\dots 2$$

Keterangan :

A = luas penampang pipa bagian dalam (m<sup>2</sup>)

d = diameter pipa (m)

jadi laju aliran pada pipa bagian keluar dapat dihitung dengan dengan persamaan sebagai berikut :

$$v_d = \frac{Q_d}{A_d} \dots\dots\dots 3$$

**Debit**

Untuk mencari nilai dari laju aliran pada pipa hisap dapat dihitung menggunakan persamaan kontinuitas sebagai berikut :

$$Q = v \cdot A$$

Jika,

$$Q_d = Q_s$$

Maka,

$$v_s \cdot A_s = v_d \cdot A_d$$

$$v_s = \frac{v_d \cdot A_d}{A_s} \dots\dots\dots 4$$

Perhitungan debit dapat dinyatakan pada persamaan 2.17 dengan pengambilan waktu sebanyak 3 kali maka waktu rata-rata (t) adalah :

$$t = \frac{t_1 + t_2 + t_3}{3} \dots\dots\dots 5$$

Sehingga diperoleh aliran sebagai berikut:

$$Q = \frac{V}{t} \dots\dots\dots 6$$

Keterangan :

Q = debit (m<sup>3</sup>/s)

V = volume fluida (m<sup>3</sup>)

T = waktu (s)

**Total Head**

Head total pompa pada sebuah penampang adalah head yang terdiri dari beberapa head, di antaranya adalah head tekanan, head kecepatan, dan head potensial. Ketiga head ini adalah energi adalah energi mekanik yang dikandung oleh satu satuan berat (kgf) zat cair yang mengalir pada penampang, satuan energy per satuan berat adalah ekuivalen dengan

satuan panjang yaitu meter, seperti yang diperlihatkan pada gambar (2.19) maka head total dapat dinyatakan dengan persamaan 2.8 (Sularso., 2004).

$$H = h_p + h_v + h_a + h_L$$

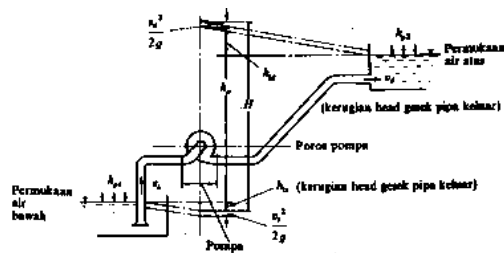
$$H = \left(\frac{P_d - P_s}{\gamma}\right) + \left(\frac{v_d^2 - v_s^2}{2g}\right) + h_a + h_L$$

Keterangan :

- H = head total pompa(m)
- $h_p$  = head karena tekanan(m)
- $h_v$  = head karena kecepatan(m)
- $h_a$  = head statis total (m)

Head ini adalah perbedaan tinggi antara permukaan air di sisi keluar dan di sisi isap.

$h_L$  = berbagai kerugian head di pipa, katup, belokan, sambungan (m).



Gambar 3 Head Total

## METODE PENELITIAN

### Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan mulai tanggal 13 Maret 2018 di Desa Tebalo Kecamatan Manyar Kabupaten Gresik.

### Pengumpulan Data

Data yang diperoleh untuk penelitian ini merupakan data sekunder berupa laporan hasil percobaan teknik terdiri dari laporan analisa pengaruh suction pada pemasangan pompa sentrifugal di tambak.

Data yang dikumpulkan meliputi :

- Data instalasi media aliran (panjang total, jenis material pipa, kecepatan aliran.)
- Data fluida kerja air (H<sub>2</sub>O)(massa jenis, temperature, density, viskositas kinetik, kapasitas laju aliran).

### Diagram Alir Penelitian

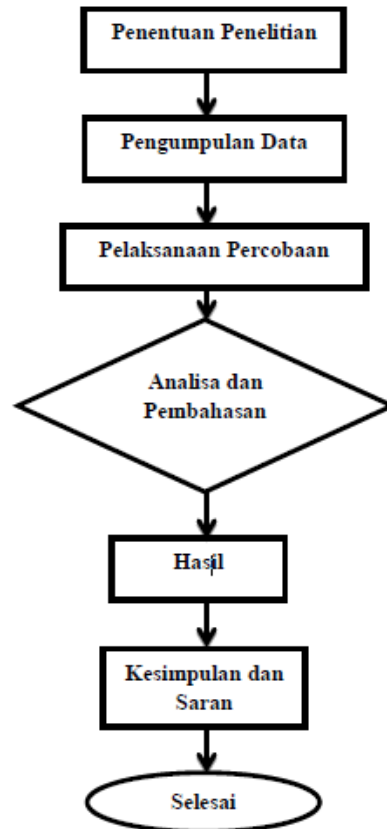


Diagram 1 Alur Penelitian

## Langkah-langkah Penelitian

### 1. Tahap identifikasi

Identifikasi merupakan sebuah tahapan awal dalam melakukan sebuah penelitian yang bertujuan mengidentifikasi dan merumuskan masalah secara tepat yaitu dengan menganalisa instalasi media saluran pipa air (H<sub>2</sub>O).

Tahapan identifikasi yang dilakukan terdiri dari beberapa tahapan yaitu :

#### a. Penentuan objek uji

Benda uji yang digunakan adalah pompa sentrifugal, Pipa PVC.

#### b. Pengujian Awal

Benda yang akan diuji dirangkai terlebih dahulu sesuai dengan yang dibutuhkan secara baik dan benar sebagai dasar awal pengujian.

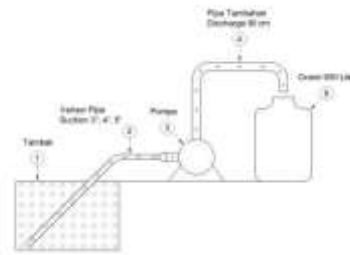
### 2. Tahap pengumpulan dan pengolahan data

Perhitungan perbedaan instalasi pipa suction, data yang meliputi :

Merek mesin pompa	: Prima
Total Head	: 15 m
Kap.s maks.	: 2000 l/min
Putaran mesin	: 2800 rpm
Diameter pipa section	: 5"
Diameter pipa discharge	: 5"
Material Pipa	: PVC
Bejana	: 650 ltr

### 3. Tahap pembuatan saran dan kesimpulan

Setelah didapatkan hasil perhitungan data dari proses pengumpulan data sehingga sudah dapat ditarik sebuah kesimpulan yang sesuai dengan hasil penelitian.



Gambar 4 Persiapan Uji Coba

## Proses Pelaksanaan Uji Coba

- Mempersiapkan pompa
- Mencari air tambak/tempat untuk pelaksanaan uji coba
- Menginstal pipa PVC, pompa, profil tank 650 L dan diesel pompa.
- Hidupkan diesel pompa dan menunggu aliran fluida lancar.
- Menyiapkan stopwatch dengan smartphone MEIZU M5 Note.
- Mengulangi sampai 3 kali percobaan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil pengujian diameter suction 3 inchi

- $h_s$  : 1,08 m
- $h_d$  : 0 m
- V air : 650 l
- T : 35 s

### Hasil pengujian diameter suction 4 inchi

- $h_s$  : 1,08 m
- $h_d$  : 0 m
- V air : 650 l
- T : 20 s

### Hasil pengujian diameter suction 5 inchi

- $h_s$  : 1,08 m
- $h_d$  : 0 m
- V air : 650 l
- T : 15 s

## Perhitungan Hasil Pengujian Suction Diameter Pipa 3 Inchi



Gambar 5 Mesin pompa air dengan suction 3 inchi

a. Kapasitas (Q)

$$Q = \frac{v}{t}$$

dimana :

Q = Debit (m<sup>3</sup>/s)

V = Volume fluida (m<sup>3</sup>)

T = Waktu (s)

$$Q = \frac{0,65 \text{ m}^3}{35 \text{ s}}$$

$$Q = 0,019 \text{ m}^3/\text{s}$$

b. Luas Penampang Pipa (A)

$$A = d^2$$

Dimana :

A = luas penampang pipa bagian dalam (m<sup>2</sup>)

D = diameter pipa(m)

$$A = \frac{\pi}{4} d$$

$$A = \frac{3,14}{4} 0,086^2$$

$$A = \frac{0,0232}{4} 0$$

$$A = 0,0058 \text{ m}^2$$

c. Laju Aliran Fluida (V)

$$V = \frac{Q}{A}$$

Dimana :

Q = kapasitas pompa (m<sup>3</sup>/s)

A = luas penampang pipa(m<sup>2</sup>)

V = kecepatan aliran pompa (m/s)

$$V = \frac{0,019 \text{ m}^3/\text{s}}{0,0058 \text{ m}^2}$$

$$V = 3,27 \text{ m/s}$$

d. Head Statis (hs)

$$h_a = h_s + h_d$$

$$= 1,08 + 0$$

$$= 1,08 \text{ m}$$

e. Head Tekanan ( $\Delta h_p$ )

Karena P1 dan P2 merupakan tangki terbuka, maka P1 dan P2 = 0, sehingga :

$$\Delta h_p = \frac{P_1 - P_2}{\rho \cdot g} = 0 \text{ m}$$

f. Kerugian Head (HL)

Sebelum mencari head, ditentukan terlebih dahulu apakah aliran yang terjadi adalah aliran laminar atau aliran turbulen dengan menggunakan bilangan Reynolds, yaitu :

$$Re = \frac{\rho \times g \times d}{\mu}$$

Dimana :

Re = Bilangan Reynolds

P = Density cairan fluida (kg/m<sup>3</sup>)

v = Kecepatan aliran (m/s)

d = Diameter pipa (m)

$\mu$  = Viskositas kinetik (m<sup>2</sup>/s)

$$= \frac{999 \times 3,27 \times 0,086}{0,801 \times 10^{-6}}$$

$$= 3,507 \times 10^4$$

Karena  $Re > 4000$  maka aliran yang bersifat Turbulen.

Untuk menghitung kerugian gesek menggunakan rumus :

$$f = 0,020 \frac{0,00005}{D}$$

$$f = 0,020 \frac{0,00005}{0,086}$$

$$f = 0,000116 \text{ m}$$

g. Mayor Head Loss (hlp)

$$h_{lp} = f \frac{L \cdot v^2}{d \cdot 2g}$$

Dimana :

hlp = Head kerugian dalam pipa (m)

f = Koefisien kerugian gesek

L = Panjang pipa (m)

D = Diameter pipa (m)

$g$  = Percepatan gravitasi (m/s<sup>2</sup>)

$v$  = Kecepatan aliran (m/s)

$$h_{lp} = f \frac{L \cdot v^2}{d \cdot 2g}$$

$$h_{lp} = 0,000116 \frac{3,9 \cdot 3,27^2}{0,086 \cdot 19,6}$$

$$h_{lp} = 0,000116 \frac{41,70231}{1,685}$$

$$h_{lp} = 0,000116 \times 24,7403357855$$

$$h_{lp} = 0,0029 \text{ m}$$

h. *Minor loss (h<sub>lf</sub>)*

$$h_{lf} = n \cdot k \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Dimana :

$h_{lf}$  = Minor losses

$n$  =Jumlah fitting/valve untuk diameter berbeda

$k$  = Koefisien gesekan

$v$  = Kecepatan rata-rata (m/s)

$g$  = percepatan gravitasi (m/s<sup>2</sup>)

$$h_{lf} = n \cdot k \cdot \frac{v^2}{2g}$$

$$h_{lf} = 1 \times 0,8 \times \frac{3,27^2}{19,62}$$

$$h_{lf} = 0,8 \times \frac{10,7315}{19,62}$$

$$h_{lf} = 0,438 \text{ m}$$

Sehingga didapat kerugian head (HL)

$$HL = h_{lp} + h_{lf}$$

$$HL = 0,00286 + 0,4376$$

$$HL = 0,4405 \text{ m}$$

i. *Head Total Pompa ( H )*

$$H = h_a + \Delta h_p + h_L + \frac{v^2}{2g}$$

Dimana :

$H$  = Head total pompa (m)

$h_a$  = Head statis total, yaitu perbedaan tinggi antara permukaan air disisi tekan dan sisi hisap (m)

$\Delta h_p$  =Perbedaan head tekanan yang bekerja pada kedua permukaan air (m)

$h_1$  = Kerugian head pada pipa yang menyangkut panjang pipa, fitting, katup (valve), dan lain-lain (m)

$\frac{v^2}{2g}$  = Tekanan kecepatan pada

lubang keluar pipa (m)

$$H = h_a + \Delta h_p + h_L + \frac{v^2}{2g}$$

$$H = 1,08 + 0 + 0,44046 + \frac{3,27^2}{19,62}$$

$$H = 1,08 + 0 + 0,44046 + \frac{10,69}{19,62}$$

$$H = 1,08 + 0 + 0,44046 + 0,545$$

$$H = 2,065 \text{ m}$$

Jadi total head pompa adalah 2.065 m

### Hasil Percobaan

Tabel 1 Hasil Percobaan dan Perhitungan 3", 4" dan 5"

HASIL	PERCOBAAN SUCTION 3"	PERCOBAAN SUCTION 4"	PERCOBAAN SUCTION 5"
Kapasitas (Q)	0,019 $\frac{m^3}{s}$	0,0325 $\frac{m^3}{s}$	0,043 $\frac{m^3}{s}$
Luas Penampang Pipa (A)	0,0058 m <sup>2</sup>	0,0095 m <sup>2</sup>	0,0141 m <sup>2</sup>
Luas Aliran Fluida (A)	3,27 m <sup>2</sup>	2,63 m <sup>2</sup>	3,04 m <sup>2</sup>
Head Statis Total (h <sub>s</sub> )	1,08 m	1,08 m	1,08 m
Head Tekanan (h <sub>p</sub> )	0 m	0 m	0 m
Minor Head Loss (h <sub>ml</sub> )	0,0029 m	0,0021 m	0,334 m
Minor Loss (h <sub>l</sub> )	0,438 m	0,283 m	0,0942 m
Kerugian Head (HL)	0,4405 m	0,2841 m	0,4277 m
Head Total Pompa (H)	2,065 m	1,717 m	1,979 m

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis setelah melakukan percobaan dan menganalisa pengaruh perbedaan diameter pipa suction pompa sentrifugal, bila semakin kecil diameter suction akan terjadi penurunan kapasitas pompa dari 0,043m<sup>3</sup>/s menjadi 0,0325m<sup>3</sup>/s atau 0,019m<sup>3</sup>/s.

### **Saran**

Berdasarkan hasil eksperimen untuk perbedaan pengaruh suction pada pompa sentrifugal disarankan untuk menggunakan suction standar pada rangkaian pompa sehingga tidak terjadi penurunan kapasitas.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Austin, H.C. 1990, Pompa dan Blower Centrifugal, Jakarta : PT. Erlangga.
- Dietzel, F., 1992, Turbin, Pompa dan Kompresor, Jakarta : PT. Erlangga.
- Fox, W.Robert, and Mc Donald, Alan T. 1998. Introduction to Fluid Mechanics, 5 th edition, Canada : Jhon Wiley and Sons, Inc.
- Munson, Bruce R., Young, Donald F ., and Okiishi, Theodore H. 2003. Mekanika Fluida *Jilid 2*. Jakarta : Erlangga.
- Sularso, Tahara, H.,2004, Pompa dan Kompresor, Jakarta : PT. Pradnya.