



## **UNIVERSITAS DIPONEGORO**

### **MODIFIKASI INSTALASI PENGUJIAN PADA JET PUMP**

#### **TUGAS AKHIR**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahlimadya**

<b>AKHIRUL WILDAN</b>	<b>(L0E 008 015)</b>
<b>ANGGA BAGUS DIRGANTARA</b>	<b>(L0E 008 019)</b>
<b>M. SHOLACHUDIN</b>	<b>(L0E 008 030)</b>

**FAKULTAS TEKNIK**  
**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN**  
**SEMARANG**  
**DESEMBER 2011**

## **HALAMAN PERSETUJUAN**

Telah disetujui Laporan Proyek Akhir mahasiswa Program Studi Diploma III Teknik Mesin yang disusun oleh :

Nama : ANGGA BAGUS DIRGANTARA  
NIM : LOE 008017  
Judul PA : MODIFIKASI INSTALASI PENGUJIAN PADA JET PUMP  
Disetujui pada tanggal : 21 Desember 2011

Semarang, 21 Desember 2011  
Dosen Pembimbing

Ir. Sutomo. M.si  
NIP. 19520321 198703 1 001

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :  
NAMA : Angga Bagus Dirgantara  
NIM : LOE 008017  
Program Studi : PSD III Teknik Mesin  
Judul Tugas Akhir : Modifikasi Instalasi Pengujian Pada Jet Pump

**Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya pada Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.**

### TIM PENGUJI

Pembimbing 1 : Ir. Sutomo. M.si ( )  
Penguji : Ir. Senen ( )  
Penguji : Bambang Setyoko, ST, M.Eng ( )

Semarang, 28 Desember 2011  
Ketua PSD III Teknik Mesin

**Ir. Sutomo, M.Si**  
NIP. 195203211937031001

## **HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS**

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Angga Bagus Dirgantara  
NIM : L0E 008017  
Tanda Tangan :  
Tanggal : 21 Desember 2011

## **HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

---

Sebagai civitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Angga Bagus Dirgantara  
NIM : LOE 008017  
Program Studi : PSD III Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul : **Modifikasi Instalasi Pengujian Pada Jet Pump**. Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang  
Pada Tanggal : 21 Desember 2011

Yang menyatakan

( Angga Bagus Dirgantara )

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

### MOTTO

- ❖ “Tidak ada tindakan maka tidak ada sesuatu yang terjadi, melakukan tindakan maka keajaiban terjadi”.  
( A.Enstein )
- ❖ “Banyak kegagalan dalam hidup ini dikarenakan orang-orang tidak menyadari betapa dekatnya mereka dengan keberhasilan saat mereka menyerah”.  
( Thomas Alva Edison )
- ❖ “Nilai dari seseorang ditentukan dari kebenarannya memikul tanggung jawab”  
( Khalil Gibran )

### PERSEMBAHAN

Laporan ini dipersembahkan kepada:

1. Allah SWT yang selalu memberikan rahmat dan hidayahNya.
2. Nabi Muhammad SAW serta pengikutnya atas sauri teladannya.
3. Bapak dan Ibu tercinta yang selalu menyayangi, memberikan doa restu serta dukungannya selama ini.
4. Seluruh Staff PSD III Teknik Mesin Universitas Diponegoro Semarang yang telah membantu dan memberikan pembelajaran.
5. Teman-teman sekelompok, terima kasih atas kekompakannya serta sumbangan pemikiran dalam menyelesaikan Tugas Akhir kami.

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah – Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “Modifikasi Instalasi Pengujian Pada Jet Pump” ini dengan baik dan lancar.

Laporan Tugas Akhir ini disusun dan diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

Penulis banyak mendapat saran, bimbingan, serta bantuan dari berbagai pihak selama menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih khususnya kepada:

1. Ir. H. Zainal Abidin, MS selaku Ketua Program Diploma III Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.
2. Ir. Sutomo, M.si, Selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang dan selaku dosen pembimbing Tugas Akhir kami.
3. Drs. Sutrisno, selaku dosen wali angkatan 2008 kelas A.
4. Bapak dan Ibu Dosen Tim Penguji Tugas Akhir.
5. Segenap staf pengajar pada Program Studi Diploma III Teknik Mesin Universitas Diponegoro Semarang yang telah banyak memberikan arahan.
6. Ibu, Bapak, dan Adikku yang telah memberikan dukungan moril dan materiil sehingga penyusun dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan baik.
7. Teman-teman solidarity forever terutama angkatan 2008, juga kakak dan adik angkatan yang turut membantu jalannya penyusunan laporan Tugas Akhir ini.
8. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini hingga selesai, yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu penulis sangat menghargai kritik dan saran yang membangun untuk kesempurnaan dari laporan ini.

Akhirnya penulis berharap laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca.

Semarang, 21 Desember 2011  
Penyusun

## ABSTRAK

Tujuan pelaksanaan tugas akhir ini adalah mengetahui karakteristik dan fenomena gelembung air yang ada di pipa out put dengan cara pengaturan katup di setiap pipa. Bahan kerja adalah air biasa. Setelah itu katup di jaga pada bukaan (stroke) 90 derajat dan putaran pompa diatur menggunakan inverter pada frekuensi 30 Hz dinaikan hingga 50 Hz dengan selang 5 Hz. Variabel dalam percobaan ini adalah frekuensi motor listrik (analog putaran pompa) dan bukaan katup. Putaran (motor listrik dan pompa), debit (input dan output), tekanan (input dan out put). Hasil percobaan yang diperoleh adalah : 1) gelembung air pada pipa output hilang pada penutupan katup 60 derajat di katup 3 frekuensi 50 Hz. 2) Pada pengaturan katup 1 dan 2 ternyata tidak begitu berpengaruh pada gelembung di pipa output.

Disamping itu juga membedakan pembacaan tekanan dan mengkalibrasi yang dipasang pada satu titik yang terletak pada pipa tekan. Selain itu juga menganalisa pertambahan kavitasi pada suhu air 30° dengan suhu air 40°. Air dipanasi menggunakan 2 heater sekiranya suhu di jaga agar tetap konstan. Kemudian yang terakhir membandingkan 6 resisten yang terdapat pada pipa tekan dengan pengaturan katup tekan ditutup 30° dengan frekuensi 50 Hz. Resistan meliputi : melingkar (1 putaran), belokan 90° (1 putaran), belokan 180° (1 putaran), melingkar (3 putaran), belokan 90° (3 putaran), dan belokan 180° (3 putaran).



## ***ABSTRACT***

The aim of this thesis is to determine the characteristics and phenomena that exist in air bubble pipe output by setting the valves on each pipe. Work material is ordinary water. After that the valve on guard at the opening (stroke) 90 degrees and turns the pump is set using an inverter at a frequency of 30 Hz to 50 Hz increased with the lapse of 5 Hz. The variables in this experiment is the frequency of the electric motor (pump rotation analog) and the valve opening. Rotation (electric motor and pump), discharge (input and output), pressure (input and output). The experimental results obtained are: 1) water bubbles on the pipe the output lost by closing the valve 60 degrees in the valve 3 a frequency of 50 Hz. 2) In setting the valves 1 and 2 were not so influential on the bubble in the pipeline output.

It also distinguishes calibrate pressure readings and mounted on a single point located on the pipe tap. It also analyzes the increase of cavitation on water temperature water temperature of 30°C to 40°C. Water is heated using a second heater if the temperature keep it constant. Then the last one to compare 6-resistant pipe found on the press with press closed valve settings 30°C with a frequency of 50 Hz. Resistance include: circular (1 lap), 90° bends (1 lap), turn 180° (1 lap), circular (3 rounds), 90° bends (3 rounds), and turn 180° (3 rounds).

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	
<b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS</b> .....	
<b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI</b> .....	
<b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN</b> .....	
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	
<b>ABSTRAK</b> .....	
<b>DAFTAR ISI</b> .....	
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	
1.2. Maksud dan Tujuan.....	
1.3. Perumusan Masalah .....	
1.4. Pembatasan Masalah .....	
1.5. Metodologi.....	
1.6. Sistematika Penulisan .....	
<b>BAB II LANDASAN TEORI TEORI</b>	
2.1. Dasar Teori Pompa.....	
2.2. Kerugian Pada Instalasi.....	
2.3. Penentuan Daya dan Efisien.....	
2.4. Kalibrasi Alat Ukur .....	
<b>BAB III METODOLOGI PEMBUATAN ALAT</b>	
3.1. Gambar dan Lay Out System Pengujian.....	
3.2. Alat Pengukuran Yang Dipakai .....	
3.3. Pemilihan Alat Pendukung.....	
3.4. Pembuatan Alat.....	
<b>BAB IV PENGUJIAN DAN PENGAMBILAN DATA</b>	
4.1. Pengaturan Katup 1 ( Input ).....	
4.2. Pengaturan Katup 2 ( Sirkulasi ).....	
4.3. Pengaturan Katup 3 ( Output ).....	
<b>BAB V PERHITUNGAN</b>	
5.1. Analisa Perhitungan Tidak Terjadi Kavitas.....	
5.2. Analisa Perhitungan Terjadi Kavitas.....	
5.3. Kalibrasi Empat Manometer Dalam Satu Penampang di Pipa Tekan...	
5.4. Menganalisa Pertambahan Kavitas Pada Suhu Air 30 <sup>0</sup> C dengan 40 <sup>0</sup> .	
5.5. Membandingkan 6 Resistan.....	
<b>BAB VI PENUTUP</b>	
5.1. Kesimpulan.....	
5.2. Saran.....	
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pompa adalah mesin konversi energi yang dipakai untuk memindahkan fluida inkompresibel dari suatu tempat ke tempat lain dengan jalan memberikan energi fluida tersebut untuk mengatasi tahanan-tahanan yang ada.

Pompa yang dipergunakan sebelumnya harus diketahui karakteristik pada kondisi kerja yang berbeda, dengan dapat ditentukan batas-batas kondisi kerja dimana pompa tersebut bisa mencapai efisiensi yang maksimum. Hal ini perlu dilakukan karena pada kenyataannya sangat sulit memastikan performansi pompa pada kondisi yang sebenarnya.

Pengujian yang dilakukan dengan teliti adalah hal yang sangat perlu. Semua alat yang diperlukan haruslah direncanakan sedemikian rupa hingga dapat memberikan fleksibilitas operasi yang baik.

Permasalahan yang sering terjadi pada suatu instalasi pompa adalah timbulnya kavitasi, yaitu timbulnya gelembung-gelembung dalam aliran fluida akibat penurunan tekanan dibawah tekanan uap jenuh fluida. Peristiwa kavitasi ini mengakibatkan turunnya unjuk kerja dari pompa tersebut. Untuk menghasilkan data karakteristik pompa yang baik diperlukan sarana instalasi yang baik. Dengan peralatan yang baik akan dengan mudah diketahui penyimpangan-penyimpangan yang terjadi pada saat pompa beroperasi, dengan demikian didapatkan hasil produk yaitu pompa dapat ditingkatka kualitasnya.

### **1.2 Maksud dan Tujuan**

Maksud dari judul TA ini adalah merupakan bagian penelitian dan pengembangan perlengkapan alat pengujian di laboratorium terutama pengujian praktek metrologi di laboratorium pengujian mesin Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang. Dengan adanya alat ini diharapkan mahasiswa lebih memahami karakteristik pompa kondisi kavitasi, dan memahami karakteristik alat-alat pengukuran pada pompa.

Tujuan dari pembuatan alat ini adalah sebagai berikut :

- ❖ Memahami lebih lanjut tentang Jet Pump dan alat ukur yang digunakan untuk modifikasi ( flowmeter dan pressure meter ).
- ❖ Untuk mendapatkan aliran yang normal.
- ❖ Mendapatkan perlakuan pengukuran yang lebih baik
- ❖ Mengenal produk-produk alat pengukuran (flowmeter dan pressure meter)
- ❖ Dapat melakukan konfigurasi terhadap penyusunan alat uji.
- ❖ Menganalisa standart deviasi dari alat ukur pada jet pump setelah dimodifikasi.
- ❖ Untuk melengkapi peralatan laboratorium metrologi dan instrumentasi.

### **1.3 Perumusan Masalah**

Alat pengujian ini menggunakan pengaturan katup disetiap pipa, untuk pengujiannya dilakukan dengan kondisi normal. Untuk dapat karakteristik pompa, instalasi pengujian harus dapat memberikan variasi kondisi kerja pada pompa yang diuji. Variasi kondisi kerja ini dapat dilakukan dengan mengatur head dan debit yang dibangkitkan pompa. Dengan cara ini akan diketahui karakteristik pompa pada setiap kondisi kerjanya. Data-data yang diperlukan untuk menentukan karakteristik pompa

dapat diperoleh dengan beberapa pengukuran, sehingga diperoleh parameter-parameter sebagai berikut.

1. Head.
2. Debit.
3. Putaran pompa.
4. Pressure/Tekanan.

Alat ukur yang digunakan adalah :

1. Pressure gauge. Alat yang digunakan untuk mengukur tekanan pada tangki, saluran masuk dan keluar.
2. Flowmeter dan Debit meter. Alat untuk mengukur debit jet pump.
3. Tachometer. Alat untuk mengukur kecepatan putaran jet pump.
4. Ampere meter. Alat untuk mengukur arus yang diserap pada jet pump.
5. Volt meter. Alat untuk mengukur tegangan yang terjadi pada jet pump.
6. Inverter. Alat untuk mengatur putaran jet pump.
7. Thermometer. Alat untuk mengukur suhu air dalam bak hisap.

Dengan mengetahui jumlah putaran, daya, debit, dan head tertentu dari tiap pengukuran pada kondisi kerja yang berbeda, maka diketahui karakteristik dari pompa yang diuji.

#### **1.4 Pembatasan Masalah**

Untuk dapat menghasilkan karakteristik pompa yang diinginkan, instalasi pengujian harus dapat memberikan variasi kondisi kerja kepada pompa yang diuji.

Oleh karena itu dalam pembuatan alat pengujian berpegang pada batasan masalah berikut :

1. Pompa yang dipilih adalah pompa sentrifugal jenis jet pump.
2. Variasi kondisi kerja yang akan diuji pada pengujian ini adalah pada kondisi normal dan pengaturan setiap katup sehingga pipa output tidak terjadi gelembung.
3. Analisa perhitungan kerugian head pada instalasi pompa dengan kerja pompa (membuktikan pompa terjadi kavitasi atau tidak).
4. Mencari Standart Deviasi (SD) pada empat manometer yang dipasang pada satu penampang.
5. Mengamati dan menganalisa penambahan kavitasi pada suhu air 30<sup>0</sup>C dengan suhu air 40<sup>0</sup>C.
6. Membandingkan 6 resistansi yang terdapat pada saluran pipa tekan :
  - A = melingkar ( 1 putaran )
  - B = belokan 90<sup>0</sup> ( 1 putaran )
  - C = belokan 180<sup>0</sup> ( 1 putaran )
  - D = melingkar ( 3 putaran )
  - E = belokan 90<sup>0</sup> ( 3 putaran )
  - F = belokan 180<sup>0</sup> ( 3putaran )

#### **1.5 Metodologi**

Metodologi yang digunakan dalam perancangan dan pembuatan alat ini adalah :

1. Studi pustaka

Studi pustaka merupakan langkah yang dilakukan setelah menentukan pokok permasalahan. Metode ini bertujuan untuk memperoleh teori-teori dasar dan prosedur perancangan yang berkaitan dengan materi yang ditulis.

## 2. Survey lapangan

Survey lapangan dilakukan untuk memperoleh data-data yang diperlukan dalam pembuatan alat uji. Data-data ini berupa data tentang pompa atau material-material dari setiap komponen.

## 3. Pembuatan alat pengujian

Pada langkah ini dilakukan penyusunan komponen untuk pembuatan instalasi pengujian yang telah direncanakan sebelumnya.

### **1.6 Sistematika Penulisan Laporan**

Sistematika yang di gunakan dalam penulisan laporan Praktek Kerja Lapangan ini adalah:

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Berisi tentang latar belakang, maksud dan tujuan, perumusan masalah, pembatasan masalah, metodologi dan sistematika penulisan.

#### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Berisi tentang dasar teori, dasar perhitungan alat yang didesain.

#### **BAB III METODOLOGI PEMBUATAN ALAT**

Berisi tentang peralatan dan bahan yang digunakan, serta proses pembuatan alat.

#### **BAB IV PENGUJIAN DAN PENGAMBILAN DATA**

Berisi tentang cara pengujian alat dan pengambilan data setelah alat selesai dibuat.

#### **BAB V PERHITUNGAN DAN ANALISA DATA**

Berisi tentang lay out instalasi alat dan perhitungan data, perhitungan efisiensi alat dan menganalisa data.

#### **BAB VI PENUTUP**

Berisi kesimpulan dan saran.

#### **LAMPIRAN**

Berisi tentang data pendukung laporan.

## **BAB II DASAR TEORI**

### **2.1 Dasar Teori Pompa**

Pompa adalah suatu mesin rotary yang digunakan untuk memindahkan cairan dari suatu tempat ke tempat yang lain melalui suatu media pipa (saluran) dengan cara menambah tenaga pada cairan yang akan dipindah dan berlangsung secara kontinyu. Pompa beroperasi dengan mengadakan perbedaan antara bagian masuk (suction) dan bagian keluar (discharge). Dengan kata lain pompa berfungsi mengubah energi mekanisme dari suatu sumber tenaga (penggerak) menjadi energi fluida, dimana tenaga ini berguna untuk mengalirkan cairan mengatasi hambatan yang ada sepanjang aliran. Berdasarkan prinsip kerjanya maka pompa dibagi menjadi dua yaitu :

1. Pompa kerja positif atau head statis (positive displacement pumps).

Prinsip kerjanya adalah tenaga mekanik dari penggerak dirubah atau dikonversikan menjadi energi aliran pada cairan yang dipompakan dengan cara merubah volume kerja dari kecil ke besar dan sebaliknya, oleh elemen pemindahan tersebut secara kontinyu sehingga cairan di dalam pompa dapat dipindahkan antara volume ke volume.

2. Pompa kerja dinamis / head dinamis (non positive displacement pump).

Adalah suatu pompa dengan volume ruang yang tidak berubah pada saat kecepatan, sehingga cairan dapat berpindah karena adanya perubahan energi kecepatan yang kemudian dirubah menjadi energi dinamis di dalam rumah pompa itu sendiri. Yang termasuk dalam pompa kerja dinamis adalah :

- Pompa sentrifugal (impeller)  
Jenisnya : radial flow, mixed flow, axial flowe (propeller)
- Pompa jet  
Jenisnya : turbin, impeller.

Pompa sentrifugal mempunyai sebuah impeller (baling-baling). Untuk mengangkat zat cair dari tempat rendah ke tempat yang lebih tinggi. Daya dari luar diberikan kepada poros pompa untuk memutar impeller dari zat cair. Maka zat yang ada didalam impeller akan ikut berputar karena adanya dorongan dari sudu-sudu. Karena timbulnya gaya sentrifugal maka zat cair yang mengalir di tengah impeller ke luar melalui saluran diantara sudu-sudu. Disini head tekanan zat cair menjadi lebih tinggi. Demikian pula dengan head kecepatannya bertambah besar karena pada zat cair mengalami percepatan. Zat cair yang keluar dari impeller ditampung oleh saluran berbentuk volut (spiral) di sekeliling impeller dan disalurkan keluar pompa melalui nozel. Di dalam nozel ini sebagian head kecepatan aliran diubah menjadi head tekanan. Jadi pompa sentrifugal dapat energi mekanik dalam bentuk kerja poros menjadi energi fluida. Energi inilah yang mengakibatkan pertambahan head tekan, kecepatan, dan head potensial pada zat cair yang mengalir secara kontinyu.

Keuntungan pompa sentrifugal dibandingkan pompa jenis lain :

1. Berat total lebih ringan.
2. Kontruksinya ringan dan praktis.
3. Debit airnya kontinyu.

Kerugian pompa sentrifugal dibanding dengan jenis pompa lain.

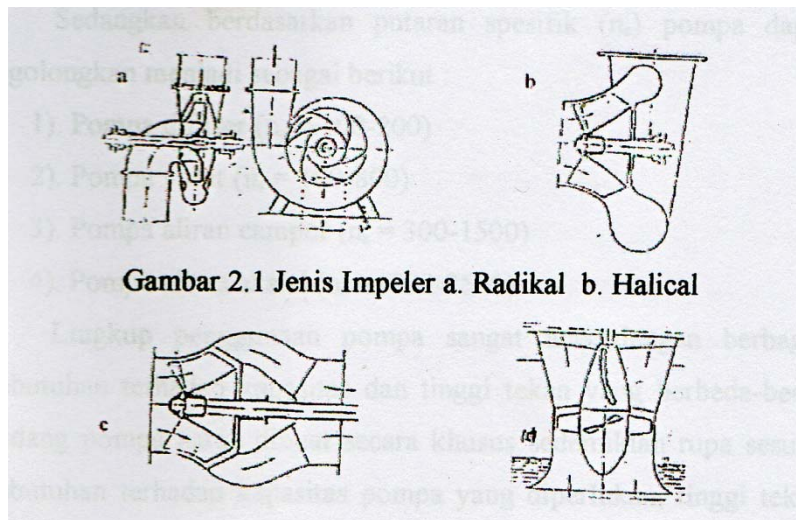
1. Efisiensinya lebih rendah jika dibanding dengan pompa plunger atau torak.
2. Perlunya pancingan bila akan dioperasikan, hal ini disebabkan karena adanya ruangan bebas atau rongga antara sudu-sudu atau impeller dengan rumahnya (casing).
3. Kecuali reservoir isap lebih tinggi dari letak pompa maka tidak perlu pemancangan pompa.

### 2.1.1 Klasifikasi Pompa Impeller

Pompa impeller terdiri dari satu atau beberapa impeller yang dilengkapi dengan sudu-sudu (vane) yang dipasangkan pada sebuah poros, diletakkan dalam sebuah rumah pompa (casing). Rumah pompa berhubungan dengan pipa hisap dan pipa tekan. Putaran poros dan impeller menggerakkan fluida dalam pompa, dari sisi hisap menuju sisi tekan. Saat fluida mengalir melalui impeller, fluida dipercepat sehingga menyebabkan kenaikan energi kinetik fluida. Energi ini diubah secara perlahan menjadi energi tekan didalam rumah pompa atau didalam diffuser ring (suatu deretan laluan pengarah yang mengelilingi impeller).

Berdasarkan bentuk impeller, pompa impeller dibagi menjadi :

1. Pompa sentrifugal dengan aliran radial melalui impeller tertutup. Ujung sudu sisi masuk impeller maupun menimpang (incline) terhadap poros impeller dan ujung sudu sisi keluarannya paralel terhadap poros. Aliran kemudian melalui suatu volut (rumah pompa).
2. Pompa helical (memuntir), mempunyai aliran aksial dan radial melalui impeller terbuka atau tertutup, yang dilengkapi dengan sudu-sudu dengan sisi masuk maupun sisi keluarannya menyimpang (inceline) terhadap poros. Aliran kemudian dialirkan melalui suatu volut (rumah pompa).
3. Pompa diagonal mempunyai bentuk seperti pompa helical tapi bedanya disini tidak mempunyai volut, akan tetapi sudu pengarahnya yang simetris menyatu dengan rumah pompa hal ini disebut pompa mangkok (bowl pump).
4. Pompa ploper atau aliran aksial mempunyai aliran aksial melewati impeller yang bentuknya membesar (divergen).



Gambar 2.1 Jenis Impeler a. Radikal b. Halical

Gambar 2.2 Jenis Impeler c. Diagonal d. Aliran Aksial

Pada pompa aliran steady melalui impeler, pola aliran tergantung oleh bentuk impeler. Laluan diffuser, dan rumah pompa. Selama mengalir melalui impeler, permukaan aliran mengikuti system umum dari permukaan aliran yang menghadap sudu, permukaan aliran pada daerah antar sisi masuk dan sisi keluar sudu akan mempunyai salah satu bentuk berikut :

1. Permukaan datar dengan garis luar lingkaran tegak terhadap sumbu impeler. Termasuk di dalamnya adalah pompa radial dengan kecepatan spesifik rendah sudu berbentuk single curvature.
2. Permukaan helical (memuntir) berbentuk bel, dimana sumbu simetrisnya sejajar dengan sumbu impeller. Termasuk di dalamnya adalah pompa radial dengan sudu berbentuk double curvature dan juga pompa helical.
3. Permukaan silindris dengan sumbu impeller. Termasuk di dalamnya adalah pompa propeler atau pompa aliran aksial.

Dengan melihat arah aliran melalui impeller, maka impeler dapat disebut sebagai :

- a) Impeler aliran radial.
- b) Impeler aliran campuran.
- c) Impeler aliran aksial.

Sedangkan berdasarkan putaran spesifik ( $n_s$ ) pompa dapat digolongkan menjadi :

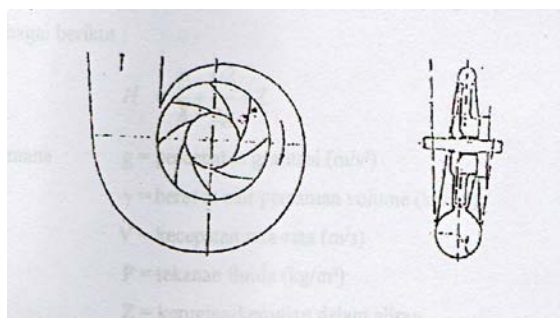
- a) Pompa diffuser ( $n_s = 100-200$ )
- b) Pompa absolut ( $n_s = 100-800$ )
- c) Pompa aliran campuran ( $n_s = 300-1500$ )
- d) Pompa aliran aksial ( $n_s = 1000-2500$ )

Lingkup penggunaan pompa sangatlah luas dengan berbagai dan tinggi tekan yang berbeda-beda, kadang pompa harus sesuai dengan kebutuhan terhadap kapasitas pompa yang diperlukan, tinggi tekan dan fluida yang akan dipompa. Beberapa pabrik mesin menjadi terkenal karena memproduksi pompa impeler.

### 2.1.2 Pompa Sentrifugal Jenis Volut

Pompa sentrifugal mempunyai mempunyai sebuah impeler (baling-baling) untuk memindahkan zat cair dari suatu tempat ke tempat lain.

Daya dari luar diberikan pada poros pompa untuk memutar impeler dan mendorong zat cair dari sisi hisap menuju ke sisi tekan. Dorongan terhadap zat cair ini diakibatkan adanya gaya sentrifugal impeler pompa berfungsi memberikan kerja pada zat cair sehingga energi yang dikandungnya bertambah besar. Selisih head total zat cair antara flens hisap dan flens keluar pompa disebut head total pompa.



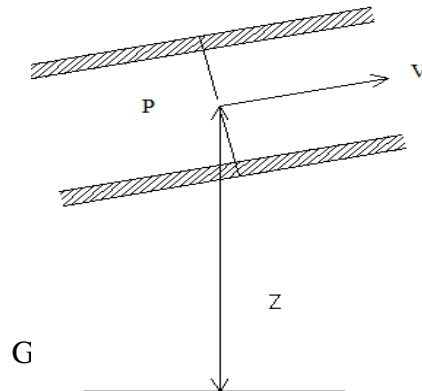
Gambar 2.3 Penampang Pompa Sentrifugal



Dari uraian diatas jelas bahwa pompa sentrifugal dapat mengubah energi mekanik dalam bentuk kerja poros menjadi energi fluida. Energi inilah yang mengakibatkan pertambahan head tekanan, head kecepatan, dan potensial pada zat cair yang mengalir secara kontinyu.

### 2.1.3 Head Total Pompa

Kita pandang suatu aliran zat cair (fluida inkompensibel), misalnya air suatu penampang saluran air dibawah ini :



Pada gambar diatas zat cair mempunyai tekanan  $P$  (dalam  $\text{kg/m}^2$ ),  $V$  (dalam  $\text{m/s}$ ), dan ketinggian  $Z$  (dalam  $\text{m}$ ) diukur dari bidang referensi. Maka zat cair itu pada penampang yang bersangkutan dikatakan mempunyai head total  $H$  (dalam  $\text{m}$ ) yang dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$H = h_a + \Delta H_p + H_\ell + \frac{V^2}{2g}$$

Dimana :  $h_a$  = Head statis total (  $\text{m}$  )

$\Delta H_p$  = Perbedaan haed tekanana pada kedua permukaan air (  $\text{m}$  )

$H_\ell$  = Kerugian-kerugian dalam aliran (  $\text{m}$  )

$g$  = Percepatan gravitasi (  $\text{m/s}^2$  )

$V$  = Kecepatan rata-rata (  $\text{m/s}$  )

### 2.1.4 Performansi Pompa

Metode yang bisa dipakai pada pengujian pompa ini adalah dengan mengompresikan pada kecepatan yang konstan dan memvariasikan aliran dengan melakukan percikan (trothling) yaitu dengan jalan membuka atau menutup katup yang diatur pembukaannya.

Performansi pompa pada umumnya tergantung pada harga  $n_s$  (putaran spesifik), yang didefinisikan sebagai kecepatan dalam putaran permenit yang memberikan kapasitas sebesar suatu galon permenit pada tinggi tekan suatu feet, dimana harga ini dirumuskan sebagai berikut :

$$n_s = \frac{n \times Q^{0.5}}{H^{0.75}}$$

Dimana :  $n_s$  = putaran spesifik

$Q$  = kapasitas spesifik ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

$H$  = head pompa (  $\text{m}$  )

$n$  = putaran pompa (  $\text{rpm}$  )

Karakteristik pompa sentrifugal dalam kurva karakteristik yang melukiskan jalannya lintasan dan besaran-besaran tertentu terhadap besaran kapasitas, besaran-besaran ini adalah :

- Head pompa ( H )
- Daya pompa ( P )
- Efisiensi pompa ( $\eta_p$  )

Karakteristik sebuah pompa dapat digambarkan dalam kurva-kurva karakteristik, yang menyatakan besarnya head pompa, daya poros, dan efisiensi pompa, terhadap kapasitas. Kurva performansi tersebut, pada umumnya digambarkan pada putaran yang tetap. Kurva efisiensi terhadap kapasitas pompa sentrifugal pada umumnya berbentuk lengkung. Harga efisiensinya hanya sedikit menurun bila kapasitasnya berubah menjauhi harga optimumnya.

Dalam pemilihan pompa yang tepat dan sesuai dengan keperluan maka pada uraian diatas sangat perlu diperhatikan dan dipertimbangkan.

### **2.1.5 Kavitasasi**

*Apakah kavitasasi itu?*

Peristiwa kavitasasi adalah suatu peristiwa yang sering terjadi dalam proses pemompaan. Dalam pompa yang sedang terjadi kavitasasi adalah jika terjadi adanya ketukan atau suara gaduh dan getaran yang terdengar saat pompa sedang beroperasi. Suara gaduh dan getaran disebabkan oleh uap/gelembung-gelembung yang pecah ketika cairan memanaskan. Tanda-tanda lain dari kavitasasi adalah terjadi pengurangan atau fluktuasi pada tekanan pompa.

Jika operasi pompa dilanjutkan saat cavitating, akan menyebabkan kerusakan pada pompa tersebut. Permukaan impeler dan rumah pompa akan mengalami perlubangan/berlubang dan akan terjadi keausan yang menyebabkan kerusakan pada pompa.

*Penyebab Kavitasasi*

Ketika air masuk suatu pompa, apabila pada pompa terjadi kenaikan kecepatan maka tekanan pada pompa tersebut akan menurun. Jika tekanan ini terlalu rendah, air akan menjadi kabut/menguap, membentuk gelembung dalam cairan. Gelembung ini akan pecah dengan keras ketika bergerak ke daerah dengan tekanan yang lebih tinggi. Peristiwa inilah yang disebut dengan “kavitasasi”. Tekanan yang diperlukan untuk mengoperasikan suatu pompa dengan memuaskan dan menghindari kavitasasi disebut dengan Net Positif Suction Head (NSPH). Kita harus memastikan bahwa head yang berada disisi isap pompa melebihi NSPH yang diperlukan. NSPH yang diperlukan ditetapkan oleh pabrikan pompa, dan adalah suatu fungsi dalam desain pompa.

*Bagaimana cara menghindari kavitasasi?*

Penyebab masalah ini berhubungan dengan sisi hisap pompa, maka untuk pencegahannya harus diarahkan pada area ini. Hindari pengisapan terlalu tinggi. Pada umumnya pompa sentrifugal yang ditetapkan/terletak kurang dari 4 meter diatas permukaan zat cair semestinya tidak mengalami peronggaan. Beberapa petunjuk berikut harus dilakukan jika terjadi kavitasasi :

1. Hindari penggunaan valve yang tidak perlu dan menekuk pipa pengisapan.
2. Menggunakan reduser yang mengecil / membesar pada satu sisi saja (eccentric reduser) tidak semua sisi / sepusat.
3. Memastikan sisi yang lurus pada reduser (pada eccentric reduser) adalah sisi bagian atas.

4. Hindari penggunaan sisi isap yang terlalu panjang.
5. Gunakan pipa isap dengan sedikit lebih besar pada sisi inlet pompa.
6. Gunakan belokan dengan sudut yang besar.
7. Meningkatkan ukuran valve dan pipa kerja.
8. Hindari masuknya udara pada sisi isap pompa.

### 2.1.6 Nett Positive Suction Head ( NPSH )

Seperti uraian diatas bahwa akan terjadi tekanan suatu cairan turun sampai dibawah tekanan uap jenuhnya. Jadi untuk menghindari kavitasi, harus diusahakan agar tidak ada satupun bagian dari aliran di dalam sistem pompa yang mempunyai tekanan lebih rendah dari tekanan uap jenuh cairan pada temperatur yang bersangkutan. Begitu sebaliknya, untuk menciptakan kavitasi.

Dalam hal ini perlu diperhatikan 2 (dua) macam tekanan yang memegang peranan penting yaitu :

- ❖ Tekanan ditentukan oleh kondisi lingkungan dimana pompa dipasang
- ❖ Tekanan yang ditentukan oleh keadaan aliran di dalam pompa.

Berhubungan dengan hal tersebut diatas maka NPSH atau Head Hisap Positif Neto, dipakai sebagai ukuran keamanan pompa terhadap kavitasi. Dibawah ini akan diuraikan dua macam NPSH, yaitu :

#### a) *NPSH yang tersedia*

NPSH yang tersedia adalah head yang dimiliki oleh zat cair pada sisi isap pompa, dikurangi dengan tekanan uap jenuh zat cair ditempat tersebut. Dalam hal ini pompa yang menghisap dari tempat terbuka (dengan tekanan atmosfer pada permukaan zat cair) NPSH yang tersedia dapat ditulis sebagai berikut :

$$h_{sv} = \frac{P_a}{\gamma} + \frac{P_v}{\gamma} + h_s + h_{fs}$$

Dimana :  $h_{sv}$  = NPSH yang tersedia (m).

$P_a$  = tekanan atmosfer ( $\text{kgf}/\text{m}^2$ ).

$P_v$  = tekanan uap jenuh ( $\text{kgf}/\text{m}^2$ ).

$\gamma$  = berat zat per satuan per satuan volume ( $\text{kgf}/\text{m}^3$ ).

$h_s$  = head isap statis ( m ).

$h_{fs}$  = kerugian head sepanjang pipa isap ( m ).

Dan persamaan diatas dapat dilihat bahwa tinggi hisap  $h_s$  biasanya diukur dari permukaan zat cair sampai titik tertinggi pada lubang isap impeler (pada pompa dengan poros mendatar ) atau sampai titik tertinggi pada lubang isap impeler (pompa dengan poros tegak). Jika zat cair dihisap dari tangki tertutup, maka  $P_a$  dalam persamaan diatas menyatakan tekanan absolut yang bekerja pada permukaan zat cair didalam tangki tertutup tersebut.

#### b) *NPSH yang diperlukan*

NPSH yang diperlukan adalah NPSH minimum yang dibutuhkan untuk membiarkan pompa bekerja tanpa kavitasi. Sebelum ini telah terlihat bahwa antara flens hisap dan permukaan sudu kipas terjadi penurunan tekanan. Turunnya tekanan itu disebabkan karena kerugian aliran di dalam pompa. Pembentukan gelombang air akan terjadi, setelah tekanan sama dengan tekanan uap jenuh zat cair yang dipompakan pada sudu pemompaan. NPSH pompa yang diperlukan sama dengan jumlah tekanan dinamis atau tinggi kecepatan pada permukaan sudu dan semua kerugian aliran antara flens hisap dan permukaan sudu. Kerugian aliran dan kecepatan aliran volume (Q).

Dan dari jumlah putaran ( $n_s$ ) akan tetapi kerugian aliran dan kecepatan aliran tersebut tergantung pula dari bentuk sudu, jumlah sudu, tebal sudu, besarnya lubang laluan, dan unsur-unsur konstruksi yang lain. NSPH pompa yang diperlukan dalam rumus berikut :

$$H_{svN} = \sigma \times H_N$$

Dimana :  $H_{svN}$  = NSPH yang diperlukan ( m ).

$\sigma$  = koefisien kavitasi Thoma.

$H_N$  = head total pompa ( m ).

Agar pompa dapat bekerja tanpa kavitasi, maka NSPH yang tersedia harus lebih besar dari NSPH yang diperlukan

## 2.2 Kerugian Head Pada Instalasi Pompa

### 2.2.1 Kerugian Head Pada Pemipaan

Air yang mengalir melalui sistem pemipaan akan mengalami kerugian disepanjang alirannya. Dimana kerugian-kerugian tersebut disebabkan karena gesekan air dengan dinding pipa belokan, katup, reduser, dan lain-lain. Kerugian head pada sistem pemipaan dapat diperoleh dengan menjumlahkan kerugian yang terjadi, yaitu mulai dari saluran hisap pompa pada resevoir lagi. Berikut akan dihitung kerugian head pemipaan dan instalasi pengujian pompa.

A. Head kerugian gesek dalam pipa lurus, dirumuskan sebagai berikut

$$hf = \frac{10,666 \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times D^{4,85}} \times L$$

Dimana : hf = kerugian gesek dalam pipa lurus ( m ).

Q = laju aliran ( $m^3/s$ ).

L = panjang pipa (m).

D = diameter di dalam pipa (m).

C = koefisien

B. Head kerugian ( m ).

Dalam aliran melalui suatu jalur pemipaan, kerugian juga akan terjadi apabila ukuran pipa, bentuk penampang atau arah aliran berubah, kerugian itu dapat dinyatakan secara rumus :

$$H_n = f \times \frac{v^2}{2g}$$

Dimana : f = koefisien kerugian.

v = kecepatan aliran (m/s).

g = percepatan gravitasi ( $m/s^2$ ).

Selanjutnya cara menentukan harga f untuk berbagai bentuk transisi pipa pengujian akan diperinci sebagai berikut :

a) Kerugian karena beda tekanan :

$$\Delta hp = \frac{1}{9,8} \times \frac{P_a - P_b}{\rho}$$

b) Kerugian katup dengan saringan :

$$H_1 = f_{ks} \times \frac{v^2}{2g}$$

c) Kerugian ujung pipa :

$$H_2 = f_{up} \times \frac{v^2}{2g}$$

d) Kerugian katup :

$$H_3 = f_k \times \frac{v^2}{2g}$$

e) Kerugian elbow :

$$H_4 = f_{el} \times \frac{v^2}{2g}$$

f) Kerugian lengkung :

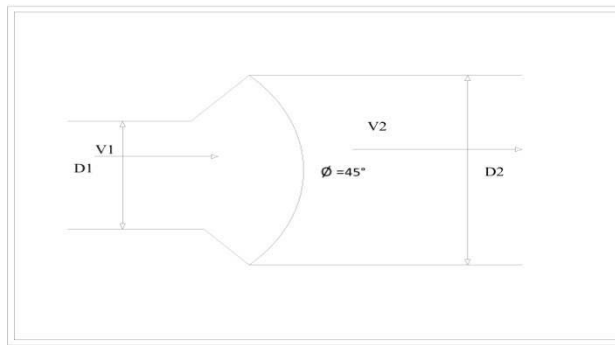
$$H_5 = f_l \times \frac{v^2}{2g}$$

g) Kerugian sambungan T :

$$H_6 = f_T \times \frac{v^2}{2g}$$

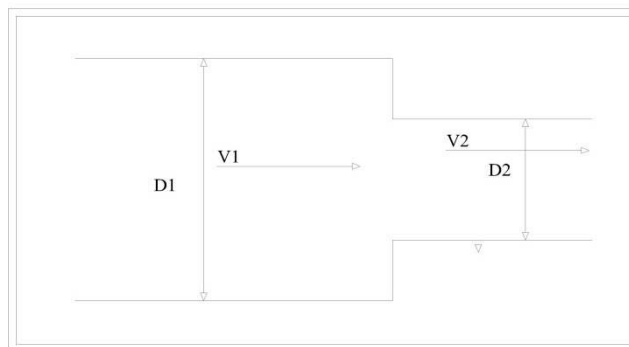
h) Kerugian akibat pembesaran pipa gradual :

$$H_7 = f_{pbp} \times \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g} \dots (12)$$



i) Kerugian akibat pengecilan secara mendadak :

$$H_8 = f_{pkp} \times \frac{(v_2)^2}{2g}$$



Dimana :  $\Delta p$  = Selisih perbedaan tekanan.

$f_{ks}$  = Koefisien kerugian katup saringan.

$f_{up}$  = Koefisien kerugian ujung pipa.

$f_k$  = Koefisien kerugian katup.

$f_{el}$  = Koefisien kerugian elbow.

$f_l$  = Koefisien kerugian akibat lengkungan.

$f_T$  = Koefisien kerugian sambungan T.

$f_{pbbp}$  = Koefisien kerugian akibat pembesaran pipa.

$f_{pkip}$  = Koefisien kerugian akibat pengecilan pipa.

C. *Head total kerugian saluran (m).*

$$H_f = hf + \Delta h_{pp} + H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5 + H_6 + H_7 + H_8$$

D. *Head total kerugian keseluruhan (m).*

Berdasarkan lay out sistem pengujian tersebut, maka persamaan aktual head total sistem pengujian pompa ini adalah :

$$h_g = H_{fm} + H_{fn} + H_{fd}$$

Dimana :  $h_g$  = head total keseluruhan ( m ).

$H_{fm}$  = head total kerugian saluran hisap ( m ).

$H_{fn}$  = head total kerugian saluran sirkulasi ( m ).

$H_{fd}$  = head total kerugian saluran discharge ( m ).

### 2.3 Penentuan Daya dan Efisien

Dari instalasi pengujian pompa ini dapat diketahui besarnya daya air yang dibangkitkan dan daya pompa (poros) yang diperlukan untuk menggerakkannya, sehingga besarnya efisiensi dari pompa dan efisiensi sistem instalasi pengujian pompa dapat diketahui. Besarnya daya dan besarnya efisiensi tersebut dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

1. Daya Air ( kW )

$$P_w = 0,163 \cdot \gamma \cdot Q \cdot H$$

2. Efisiensi Pompa ( % )

$$\eta_p = \frac{P_w}{P_{in}} \times 100\%$$

3. Daya Poros ( Watt )

$$P_{poros} = \frac{P_w}{\eta_p}$$

### 2.4 Kalibrasi Alat Ukur

#### 2.4.1 Pengertian Kalibrasi

Kalibrasi adalah memastikan kebenaran nilai-nilai yang ditunjukkan oleh instrumen ukur atau sistem pengukuran atau nilai-nilai yang diabadikan pada suatu bahan ukur dengan cara membandingkan dengan nilai konvensional yang diwakili oleh standar ukur yang memiliki kemampuan telusur ke standar Nasional atau Internasional.

Dengan kata lain: Kalibrasi adalah suatu kegiatan untuk menentukan kebenaran konvensional nilai penunjukan alat inspeksi, alat pengukuran dan alat pengujian.

#### 2.4.2 Tujuan Kalibrasi

- Menentukan deviasi (penyimpangan) kebenaran nilai konvensional penunjukan suatu instrumen ukur. Menjamin hasil-hasil pengukuran sesuai dengan standar Nasional maupun Internasional.
- Menetapkan penyimpangan dari alat ukur tersebut terhadap kebenaran konvensional.

- c. Dalam upaya pemenuhan-pemenuhan persyaratan terhadap sistem manajemen ISO 9001 : 2008 klausul 7.6 tentang pengendalian alat, pemantauan dan pengukuran.

#### **2.4.3 Manfaat Kalibrasi**

Menjaga kondisi instrumen ukur dan bahan ukur agar tetap sesuai dengan spesefikasinya

#### **2.4.4 Persyaratan Kalibrasi**

1. Standar acuan yang mampu telusur ke standar Nasional / Internasional
2. Ruangan / tempat kalibrasi yang terkondisi, seperti suhu, kelembaban, tekanan udara, dan aliran udara.
3. Alat yang dikalibrasi dalam keadaan berfungsi baik / tidak rusak

#### **2.4.5 Sumber - Sumber Yang Mempengaruhi Hasil Kalibrasi**

##### **A. Prosedur**

Kalibrasi harus dilakukan sesuai dengan prosedur standar yang telah diakui. Kesalahan pemahaman prosedur akan membuahkan hasil yang kurang benar dan tidak dapat dipercaya. Pengesetan sistem harus teliti sesuai dengan aturan pemakaian alat, agar kesalahan dapat dihindari.

##### **B. Kalibrator**

Kalibrator harus mampu telusur ke standar Nasional dan atau Internasional. Tanpa memiliki ketelusuran, hasil kalibrasi tidak akan diakui oleh pihak lain. Demikian pulaketelitian, kecermatan dan kestabilan kalibrator harus setingkat lebih baik dari pada alat yang dikalibrasi.

##### **C. Tenaga pengkalibrasi**

Tenaga pengkalibrasi harus memiliki keahlian dan ketrampilan yang memadai, karena hasil kalibrasi sangat tergantung kepadanya. Kemampuan mengoperasikan alat dan kemampuan visualnya, umumnya sangat diperlukan, terutama untuk menghindari kesalahan yang disebabkan oleh peralok maupun penalaran posisi skala.

##### **D. Periode kalibrasi**

Periode kalibrasi adalah selang waktu antara satu kalibrasi suatu alat ukur dengan kalibrasi berikutnya. Periode kalibrasi tergantung pada beberapa faktor antara lain pada kualitas metrologis alat ukur tersebut, frekuensi pemakaian, pemeliharaan atau penyimpanan dan tingkat ketelitiannya. Periode kalibrasi dapat ditetapkan berdasarkan lamanya pemakaian alat, waktu kalender atau gabungan dari keduanya.

##### **E. Lingkungan**

Lingkungan dapat menyebabkan pengaruh yang sangat besar terhadap kalibrasi terutama untuk mengkalibrasi kalibrator. Misalnya kondisi suhu, kelembabab, getaran mekanik medan listrik, medan magnetik, medan elektro magnetik, tingkat penerangan dan sebagainya.

##### **F. Alat Yang Dikalibrasi**

Alat yang dikalibrasi harus dalam keadaan maksimal, artinya dalam kondisi jalan dengan baik, stabil dan tidak terdapat kerusakan yang mengganggu.

#### **2.4.6 Prosedur Kalibrasi**

1. Identifikasi alat yang dikalibrasi
2. Membuat jadwal kalibrasi ( Internal / External )
3. Menyiapkan alat / bahan
4. Melakukan kalibrasi
5. Membuat laporan kalibrasi
6. Evaluasi hasil kalibrasi
7. Sesuai standar
  - Ya ( Mencatat / memasang label kalibrasi )
  - Tidak ( Melakukan evaluasi data dampak dari penyimpangan alat ► Laporan  
► Membuat laporan kerusakan ► Prosedur perbaikan alat )



## **BAB VI PENUTUP**

### **5.1 Kesimpulan**

1. Perubahan frekuensi listrik ( kuivalen putaran pompa ) mempengaruhi putaran pompa, debit pompa, tekanan pompa, head system pompa dan efisiensi pompa. Kenaikan frekuensi listrik, putaran pompa cenderung meningkatkan debit aliran pompa, takanan pompa, head system pompa dan efisiensi pompa.
2. Pengaturan katup dipipa mayor dan minor tidak begitu berpengaruh pada gelembung di pipa output.
3. Pengaturan katup 3 sangatlah berpengaruh pada gelembung air di pipa output.
4. Keadaan suhu (  $30^0$  dan  $40^0$  ) berpengaruh di penutupan katup 3 yaitu pada perbedaan tingkat kavitasi. Penutupan katup tiga semakin besar maka perbedaan tingkat kavitasi meningkat.
5. Resistan dengan belokan 3 putaran jumlah gelembungnya lebih banyak dibandingkan dengan resisten dengan hanya belokan 1 putaran.
6. Resistan dengan belokan 3 putaran total losses lebih tinggi dibandingkan dengan resisten dengan belokan 1 putaran.

### **5.2 Saran**

1. Dalam melakukan variasi bukaan katup, sebaiknya jangan terlalu banyak menutup katup.
2. Setiap sambungan diusahakan jangan sampai terjadi kebocoran.
3. Dalam pembuatan bak hisap dan bak tekan, sebaiknya 1 bak jangan dibagi menjadi dua. Tetapi memakai dua bak sendiri – sendiri.
4. Dalam pembacaan Flowmeter Bourdon Hisap, Sirkulasi, maupun Tekan harus serentak.
5. Dalam melakukan suatu penelitian atau pengujian sangat dibutuhkan ketelitian agar tidak terjadi kesalahan dalam pengambilan data.

