

# **PENGARUH JUMLAH SUDU IMPELLER TERHADAP PERFORMANSI POMPA SENTRIFUGAL**

## **TUGAS AKHIR**

*Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Ujian Sarjana Untuk  
Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Mesin*

**OLEH :**

**NIKHI MUHAMMAD SITORUS**

**05 813 0018**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2012**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 7/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
  2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
  3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
- Access From (repository.uma.ac.id)7/12/23

## LEMBAR PENGESAHAN

# PENGARUH JUMLAH SUDU IMPELLER TERHADAP PERFORMANSI POMPA SENTRIFUGAL

## TUGAS AKHIR

OLEH :

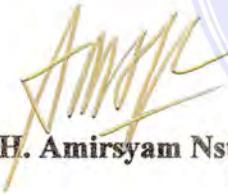
**NIKHI MUHAMMAD SITORUS**

**05 813 0018**

Disetujui

Pembimbing I

Pembimbing II



**(Ir. H. Amirsyam Nst. MT)**

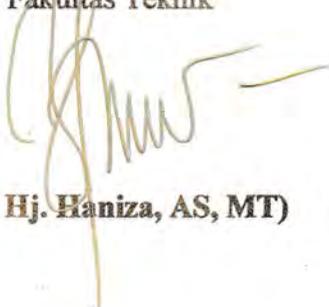


**(Ir. Husin Ibrahim, MT)**

Mengetahui

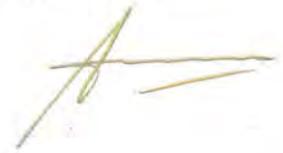
Dekan

Fakultas Teknik



**(Ir. Hj. Haniza, AS, MT)**

ka. Program Studi



**(Ir. H. Amru Siregar, MT)**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 7/12/23

Tanggal Lulus

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber  
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area  
Access From (repository.uma.ac.id)7/12/23



## DAFTAR ISI

**HALAMAN**

<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTAK .....</b>	<b>v</b>
<b>BAB I.PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
<b>BAB II.TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
2.1 Pompa.....	4
2.2 Jenis Pompa .....	5
2.2.1 Klasifikasi Pompa .....	5
2.2.2 Pompa Tekanan Statis .....	5
2.2.3 Pompa Tekanan Dinamis .....	7
2.3.Kerja Pompa Sentrifugal .....	10
2.4.Klasifikasi Pompa Sentrifugal .....	11
2.5.Segitiga Kecepatan .....	14
2.6.Performansi Pompa Sentrifugal .....	16
2.6.1 Head Total Pompa .....	16
2.6.2 Head Hisap Positif Netto ( NPSH ).....	23
2.6.3 Kecepatan spesifik .....	24
2.6.4 Pencegahan Kavitasi .....	30
<b>BAB III. METODE PERENCANAAN.....</b>	<b>34</b>
3.1 Tempat dan Waktu .....	34
3.2 Diagram konsep analisa .....	34
3.3 Perencanaan Penelitian .....	35
3.4 Alat, Bahan, Perlengkapan dan alat ukur .....	37
3.4.1 Alat .....	37
3.4.2 Bahan.....	39
3.4.3 Perlengkapan .....	41
3.4.4 Alat ukur.....	41
3.5 Metode Eksperimen.....	44

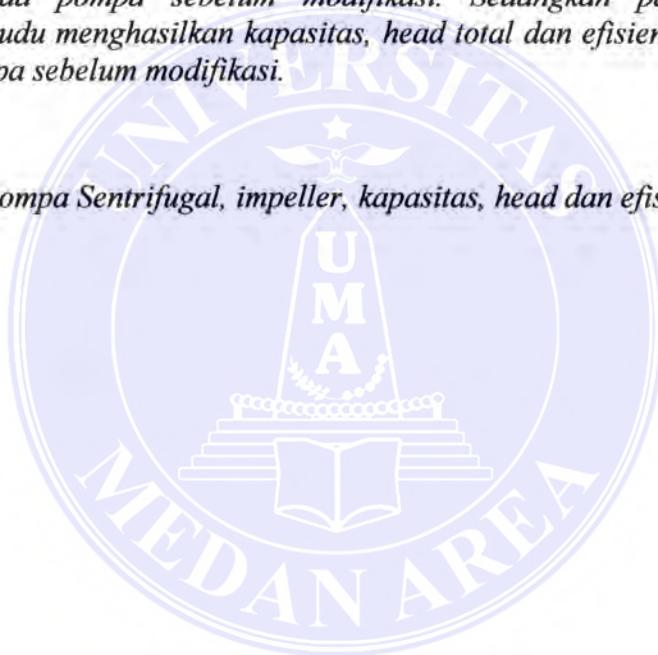
3.5.1 Langkah- langkah Eksperimen.....	44
3.5.2 Langkah- langkah pengambilan Data.....	45
3.6 Jadwal Kegiatan .....	47
<b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>48</b>
4.1 Data Spesifikasi Pompa Sentrifugal .....	48
4.2 Data Perpipaian Instalasi Pengujian Pompa Sentrifugal .....	48
4.3 Perhitungan data percobaan .....	49
4.3.1 Data Percobaan .....	49
4.3.2 Tabel hasil perhitungan pengujian .....	56
4.4 Analisa perbandingan grafik Perhitungan pompa sentrifugal sebelum penambahan sudu impeller dan sesudah penambahan sudu impeller.....	58
4.4.1 Analisa perbandingan grafik hubungan putaran (n) dengan kapasitas pompa antara sudu 6 (standart) dan sudu 5 dan 8 ( modifikasi) .....	58
4.4.2 Analisa perbandingan grafik hubungan putaran (n) dengan head pompa( H) antara sudu 6 (standart) dan sudu 5 dan 8 (modifikasi) ..	59
4.4.3 Analisa perbandingan grafik hubungan putaran (n) dengan efisiensi pompa ( $\eta_p$ ) antara sudu 8, 6 dan sudu 5 .....	60
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>62</b>
5.1 Kesimpulan .....	62
5.2 Saran .....	62
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>63</b>

## ABSTRAK

*Pompa sentrifugal merupakan salah satu jenis pompa yang mempunyai lingkup penggunaan yang sangat luas terkait dengan head dan kapasitas yang dihasilkan.*

*Pada kesempatan ini penulis memaparkan hasil penelitian tentang performance kerja pompa sentrifugal bila dilakukan modifikasi pada impeller berupa penambahan dan pengurangan jumlah sudu impeller. Untuk membuktikan hal tersebut penulis melakukan pengujian pompa tanpa modifikasi dengan pompa penambahan dan pengurangan sudu impeller, pompa yang dimodifikasi adalah VERO type DB250A impeller tertutup dengan fluida kerja air bersih bersuhu 30°C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pompa modifikasi dengan penambahan sudu impeller menghasilkan kapasitas, head total dan efisiensi lebih baik dari pada pompa sebelum modifikasi. Sedangkan pada modifikasi pengurangan sudu menghasilkan kapasitas, head total dan efisiensi lebih rendah dari pada pompa sebelum modifikasi.*

*Kata kunci : Pompa Sentrifugal, impeller, kapasitas, head dan efisiensi.*

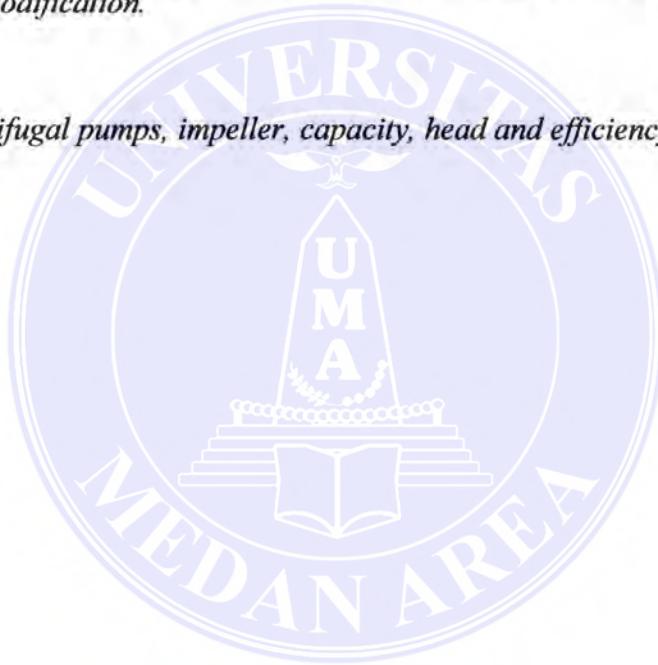


## **ABSTRACT**

*Centrifugal pump is one type of pump that has a very wide scope of use associated with the head and the resulting capacity.*

*On this occasion, the author presents the results of research on job performance centrifugal pump impeller when the modification in the form of addition and subtraction number of impeller blades. To prove the author to test the pump without modification to the pump impeller blades addition and subtraction, modified pump impeller is VERO type DB250A covered with water working fluid temperature of 30<sup>0</sup>C. The results showed that the pump impeller blades modified by the addition of generating capacity, total head and efficiency better than the pump before the modification. While the modification of the blade produces a reduction in capacity, total head and efficiency of the pump is lower than before the modification.*

*Keywords: Centrifugal pumps, impeller, capacity, head and efficiency.*



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1.Latar belakang

Pompa adalah alat yang tidak begitu asing bagi kita dan apakah bila ditanyakan apakah anda mengenal pompa. Pertanyaan ini juga sangatlah sederhana bila harus dilontarkan kepada mereka yang bekerja di suatu pabrik, bahkan untuk orang awam sekalipun.

Bila disebut kata pompa tentu yang ada di kepala kita adalah pompa air, karena pompa ini yang berhubungan langsung dengan kehidupan sehari-hari. Selain itu jenis pompa sebenarnya tidak hanya pompa air saja, ada banyak jenis pompa yang dapat digunakan untuk dapat membantu meringankan pekerjaan kita.

Pompa secara sederhana didefinisikan sebagai alat transportasi fluida cair. Jadi, jika fluidanya tidak cair maka belum tentu pompa bisa melakukannya. Misalnya fluida gas, maka pompa tidak dapat melakukan operasi pemindahan tersebut. namun, teknologi sekarang sudah jauh berkembang dimana mulai diperkenalkan pompa yang multi-fasa, yang dapat memompakan fluida cair dan gas. Namun dalam tulisan ini, hanya dibahas tentang pompa yang mengalirkan fluida cair, dan topiknya dipersempit untuk yang berjenis sentrifugal.

Pada sistem pemompaan sering ditemukan berbagai macam permasalahan, seperti kerugian, baik karena instalasi sistem perpipaan maupun konstruksi pompa. Telah banyak penelitian dilakukan untuk mengurangi rugi-rugi tersebut, seperti yang dilakukan perusahaan-perusahaan besar yang telah berhasil meneliti ,  
menemukan dan memproduksi alat-alat untuk mengurangi rugi-rugi pada instalasi

UNIVERSITAS MEDAN AREA  
dan konstruksi pompa tersebut.

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Seperti yang dilakukan oleh Murakami, dkk (1980) melakukan penelitian tentang efek dari jumlah sudu impeller terhadap pembagian tekanan dan pola aliran pada laluan impeller,

Menurut Mainkul, dkk (2000) melakukan penelitian mengenai efek pemakaian impeller semi terbuka terhadap efisiensi pompa sentrifugal.

Pada penelitian ini penulis mencoba menganalisa pompa yang memiliki impeller tertutup dengan memvariasikan jumlah sudu impeller pompa sentrifugal.

Oleh karena itu, penulis mengangkat persoalan tersebut sebagai pokok bahasan tugas akhir, dengan judul : **“PENGARUH JUMLAH SUDU IMPELLER TERHADAP PERFORMANSI POMPA SENTRIFUGAL”**.

## **1.2. Tujuan Penelitian**

Dalam penelitian ini penulis hanya membahas pengaruh jumlah sudu impeller terhadap *performansi* pompa sentrifugal dengan penambahan sudu impeller pada pompa. Sehingga apakah variasi jumlah sudu dapat mempengaruhi *performansi* pompa seperti kapasitas aliran, daya hidrolis, dan daya mekanis pompa serta efisiensi pompa sentrifugal.

Untuk menganalisa *performansi* pompa sentrifugal dengan memvariasikan jumlah sudu impeller pompa tetapi tidak ikut merubah daya motor penggerak pompa sehingga mengetahui pengaruh jumlah sudu pompa tersebut terhadap *performansi* pompa dan untuk memperoleh data-data tentang pompa sentrifugal.

### 1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penulisan Tugas Sarjana ini adalah :

- a. Meneliti pengaruh variasi sudu impeller pompa dengan menggunakan jumlah sudu 5 dan 6 terhadap *performansi* pompa sentrifugal
- b. Meneliti pengaruh variasi sudu impeller pompa dengan menggunakan jumlah sudu 8 terhadap *performansi* pompa sentrifugal.

### 1.4. Manfaat penelitian.

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

- a. Memvariasikan jumlah sudu impeller pada pompa agar mendapatkan peningkatan *performansi* pompa sentrifugal.
- b. Meneliti pengaruh jumlah sudu pompa dengan menggunakan impeller dan jumlah sudu 5,6 dan jumlah sudu 8. Serta mendapatkan data-data yang diperlukan dalam meneliti pompa sentrifugal.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1.Pompa

Pompa adalah termasuk jenis mesin fluida yaitu mesin yang berfungsi untuk merubah energi mekanik menjadi energi potensial atau sebaliknya, merubah energi mekanik dalam bentuk fluida, dimana fluida yang dimaksud adalah air, uap, dan gas.

Berdasarkan pengertian diatas maka secara umum mesin-mesin fluida dapat diklasifikasikan atas dua golongan , yaitu :

- 1) Golongan mesin-mesin kerja, yaitu berfungsi untuk merubah energi mekanis menjadi energi fluida, contohnya: pompa, *blower*, *compressor*, dan lain-lain.
- 2) Golongan mesin-mesin tenaga yang berfungsi untuk merubah energi fluida menjadi energi mekanis, seperti: turbin uap, turbin air, kincir angin, dan lain-lain.

Pada pompa lingkup penggunaan pompa sangat luas dengan berbagai kebutuhan terhadap kapasitas dan tinggi kenaikan yang berbeda-beda, kadang-kadang pompa harus dibuat secara khusus sedemikian rupa sesuai dengan kebutuhan terhadap kapasitas pompa yang diperlukan, tinggi kenaikan dan bahan (fluida) yang akan dipompa, serta terdapat juga persyaratan khusus dari tempat dimana pompa tersebut akan dipasang, dari kemungkinan pemilihan mesin penggerak pompa dan dari masalah perawatan pompa tersebut.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 7/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area  
Access From (repository.uma.ac.id)7/12/23

## 2.2. Jenis pompa

Seperti telah dijelaskan terdahulu, pompa adalah mesin fluida yang digunakan untuk mengalirkan fluida inkompresible (tidak mampu mampat) dari suatu tempat ketempat lain, dari suatu tempat ketempat lain, dari suatu tempat yang rendah ketempat yang lebih tinggi.. dalam hal ini pembahasan pompa tidak lepas dari pembahasan pipa hisap (*suction pipe*) dan pipa tekan (*discharge pipe*) yang secara keseluruhan juga tentang pemompaan (*pumping system*).

### 2.2.1. Klasifikasi pompa

Bila ditinjau dari segi tekanan yang menimbulkan energy fluida maka pompa dapat diklasifikasikan dalam dua jenis, yaitu :

- 1) Pompa tekanan statis.
- 2) Pompa tekanan dinamis.

### 2.2.2. Pompa tekanan statis.

Pompa ini disebut juga "*positive displacement*" dimana *head* yang terjadi akibat tekanan yang diberikan terhadap fluida dengan cara energi yang diberikan pada bagian utama peralatan pompa menekan langsung fluida yang dipompakan. Jenis pompa yang termasuk dalam golongan tekanan statis adalah :

- a. Pompa tukar (*Rotary pump*)
  - Pompa rotor tunggal (*single rotor pump*)
  - Pompa rotor ganda (*multiple rotor pump*)
- b. Pompa bolak-balik (*reciprocating pump*)

## ➤ Pompa diafragma

### a. Pompa putar (*Rotary pump*)

*Rotary pump* terdiri dari rumah pompa yang diam dan mempunyai roda gigi, baling-baling, piston, nok (cam), segmen, sekrup, dan lain sebagainya yang beroperasi dalam ruang bebas (*clearance*) yang sempit. Sebagai ganti cairan pada pompa sentrifugal, pompa *rotary* akan menangkap cairan, mendorongnya melalui rumah pompa yang tertutup, hampir sama dengan piston pompa torak. Akan tetapi tidak seperti pompa torak, pompa *rotary* mengeluarkan aliran dengan aliran yang lancar (*smooth*). Sering dianggap pompa untuk cairan kental, pompa *rotary* bukan terbatas pada bagian ini saja. Pompa ini akan mengalirkan hampir setiap cairan yang tidak mengandung bahan-bahan padat atraktif dan keras.

Susunan penggerak pompa *rotary* untuk design aneka poros (*multishaft*) terdiri dari dua jenis Elemen pemompa pada poros yang digerakkan dapat menggerakkan elemen pasangannya pada poros yang bebas, akan tetapi bila bahan-bahan *abrasive* yang ada didalam cairan itu dapat menyebabkan keausan yang berlebihan atau bila elemen pemompa itu fleksibel, roda gigi pengatur waktu (*timing gear*) akan menggerakkan poros yang bebas tadi. Ini akan memungkinkan elemen-elemen pemompa beroperasi dalam ruang bebas yang sempit tanpa persentuhan yang keras.

### b. Pompa bolak-balik (*reciprocating pump*)

*Reciprocating pump* mempunyai bagian utama berupa torak atau diafragma yang bergerak bolak-balik didalam silinder untuk dapat mengalirkan fluida. Pompa ini dilengkapi dengan katup-katup, dimana fluida bertekanan

UNIVERSITAS MEDAN AREA

rendah dihisap melalui katup hisap ke ruang silinder, kemudian ditekan oleh torak

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 7/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

atau diafragma hingga tekanan statisnya naik dan sanggup mengalirkan fluida keluar melalui katup tekan.

Pompa bolak balik memiliki langkah-langkah kerja, pada langkah hisap akan terjadi kevakuman didalam ruang silinder katup hisap terbuka maka cairan masuk kedalam ruang silinder katup hisap terbuka maka cairan masuk keruang silinder, pada saat langkah tekan katup hisap tertutup dan katup keluar terbuka, sehingga fluida berdesak dan tekanan menjadi naik, kemudian air keluar melalui saluran keluar. Proses tersebut berlangsung terus menerus selama pompa bekerja.



Gambar 2.1. *Reciprocating Pump*

### 2.2.3. Pompa Tekana Dinamis

Pompa ini disebut juga dengan “ *Non Positive Displacement Pump*”, pompa tekanan dinamis terdiri dari poros, sudu-sudu, *impeller*, *volute*, dan saluran keluar. Energi mekanis dari luar diberikan pada poros pompa untuk memutar *impeller*. Akibat putaran dari *impeller* menyebabkan head dari fluida menjadi lebih tinggi karena mengalami percepatan.

Ditinjau dari arah aliran yang mengalir dari sudu-sudu gerak, maka

pompa tekanan dinamis terbagi menjadi dua golongan atas tiga bagian, yaitu:

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 7/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area  
Access From (repository.uma.ac.id)7/12/23

### a. Pompa aliran radial

Arah aliran dalam sudu gerak pada pompa aliran radial terletak pada bidang yang tegak lurus terhadap poros dan head yang timbul akibat gaya sentrifugal itu sendiri. Pompa aliran radial memiliki head yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan pompa jenis lain.

### b. Pompa aliran aksial

Arah aliran dalam sudu gerak pada pompa aliran aksial terletak pada bidang yang sejajar dengan sumbu poros dan head yang timbul akibat dari besarnya gaya angkat dari sudu-sudu geraknya. Pompa aliran aksial mempunyai head yang lebih rendah tapi kapasitasnya lebih besar.

### c. Pompa aliran campuran

Pada pompa ini aliran fluida yang masuk sejajar dengan sumbu poros dan keluar sudu dengan arah miring (merupakan perpaduan dari pompa aliran radial dan pompa aliran aksial). Pompa ini memiliki head lebih rendah namun kapasitas lebih besar



Gambar 2.2. (a) pompa aliran radial (b) pompa aliran campuran

Jadi prinsip kerja dari pompa tekanan dinamis adalah dengan mengubah energi mekanis dari poros menjadi energi fluida, dan energi inilah yang menyebabkan pertambahan head tekanan, head kecepatan, dan head potensial pada fluida yang mengalir secara continue.

Pada pompa tekanan dinamis terjadinya tekanan fluida akibat dari kenaikan tekanan didalam fluida, bukan akibat dari pergeseran volume impeller pemindahannya seperti yang terjadi pada pompa tekana statis. Pada pompa tekanan dinamis dijumpai poros putar dengan kurungan sudu disekelilingnya, dan melalui sudu-sudu inilah fluida mengalir secara continue.

#### d. Pompa efek khusus

Pompa efek khusus merupakan salah satu jenis pompa tekanan dinamis, dimana tekanan didalam fluida terjadi secara spesifik. Beberapa contoh pompa dari pompa jenis ini adalah pompa zet, pompa elektromagnetik, hidraulik pump, dan gas lift pump.

Pompa elektromagnetik menggunakan prinsip elektromagnetik untuk memindahkan fluidanya, sehingga yang bisa dipompakan adalah cairan metal. Pompa jenis ini banyak digunakan dalam instalasi nuklir, kelebihan pompa ini adalah dapat memompakan fluida panas dan tidak mempunyai bagian yang bergerak sehingga tidak terlalu berisik.

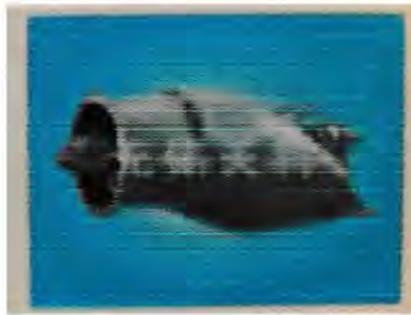
Pompa zet biasanya dikombinasikan bekerja bersama-sama dengan pompa sentrifugal, karena dengan kombinsai ini diperoleh beberap keuntungan, baik segi mekanis maupun segi hidraulis. Keuntungan mekanis adalah tidak ada

UNIVERSITAS MEDAN AREA

bagian yang bergerak didalam sumur dimana pompa ini biasa digunakan. Document Accepted 7/12/23

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area  
Access From (repository.uma.ac.id)7/12/23

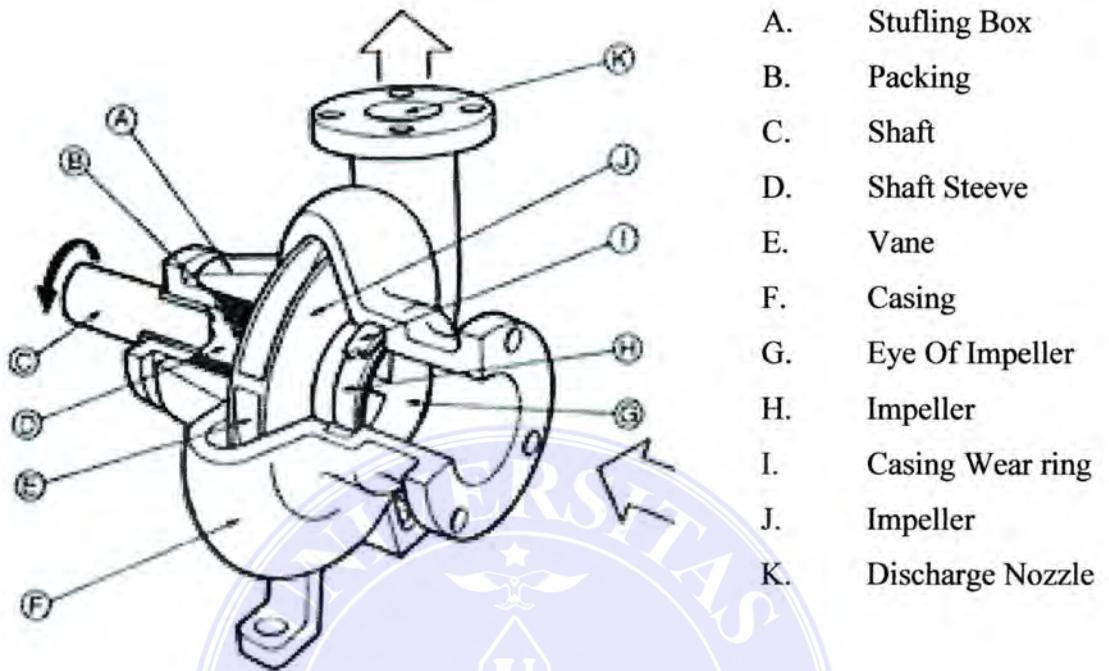


Gambar 2.3. Pompa Zet

### 2.3. Kerja Pompa Sentrifugal

Pompa digerakkan oleh motor, daya dari motor diberikan kepada poros pompa untuk memutar impeller yang dipasang pada poros tersebut. Zat cair yang ada didalam impeller akan ikut berputar karena dorongan sudu-sudu. Karena timbulnya gaya sentrifugal, maka zat cair mengalir dari tengah impeller keluar melalui saluran diantara sudu dan meninggalkan impeller dengan kecepatan tinggi. Zat cair yang keluar dari impeller dengan kecepatan tinggi ini kemudian mengalir melalui saluran yang penampangnya makin membesar (volute/diffuser)

Sehingga terjadi perubahan pada head kecepatan menjadi head tekanan. Maka zat cair yang keluar pompa head totalnya menjadi besar. Pengisapan terjadi karena setelah zat cair dilemparkan oleh impeller, ruang diantara sudu-sudu menjadi vakum sehingga zat cair akan terisap masuk. Selisih energi persatuan berat atau head total dari zat cair pada flens keluar (tekan) dan flens masuk (isap) disebut head total pompa.



**Gambar 2.4. bagian-bagian pompa sentrifugal**

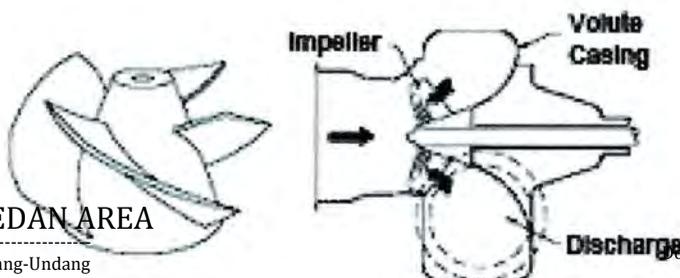
## 2.4. Klasifikasi Pompa Sentrifugal

Pompa sentrifugal dapat di klasifikasikan dalam beberapa cara yaitu :

### A. Menurut jenis aliran dalam impeller

#### 1. Pompa aliran radial

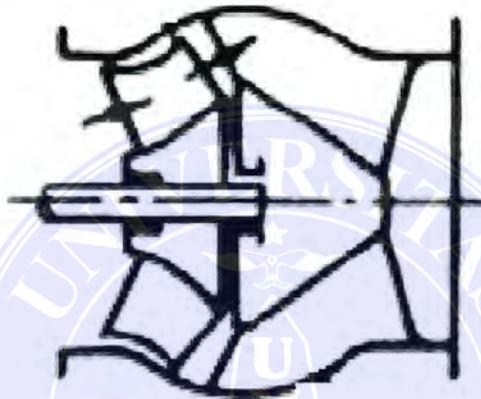
Pompa ini mempunyai konstruksi sedemikian sehingga aliran zat cair yang keluar dari impeller akan tegak lurus poros pompa (arah radial)



Gambar 2.5. Pompa sentrifugal aliran radial

## 2. Pompa aliran campuran

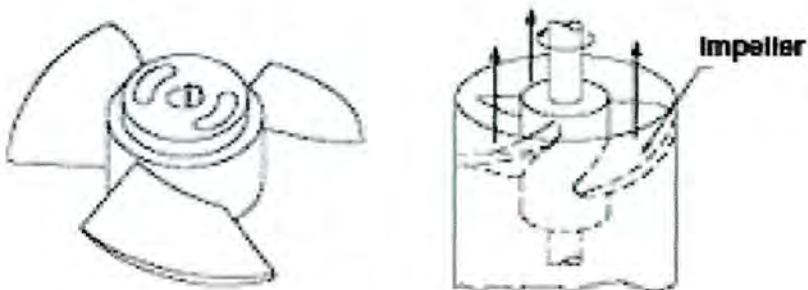
Aliran zat cair didalam pompa dalam waktu meninggalkan impeller akan bergerak sepanjang permukaan kerucut (miring) sehingga komponen kecepatannya berarah radial dan aksial



Gambar 2.6. pompa sentrifugal aliran campuran

## 3. Pompa aliran aksial

Aliran zat cair yang meninggalkan impeller akan bergerak sepanjang permukaan silinder (arah aksial)



Gambar 2.7. Pompa aliran aksial

## B. Menurut jenis impeller

### 1. Impeller tertutup

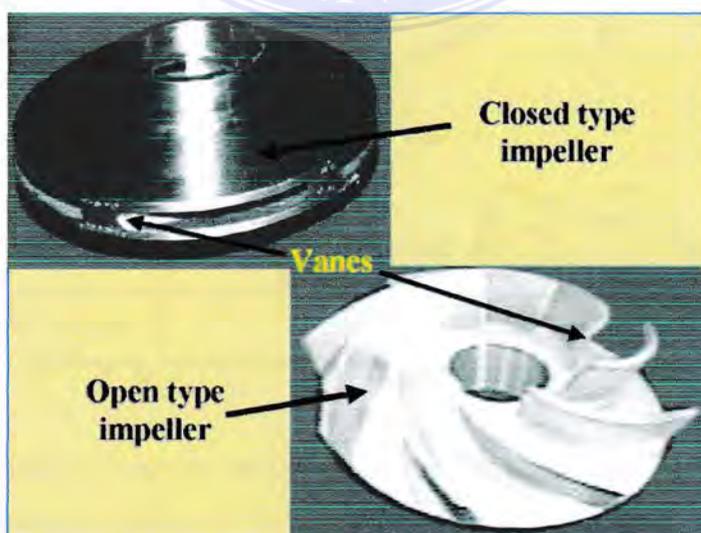
Sudu-sudu ditutup oleh dua buah dinding yang merupakan satu kesatuan, digunakan untuk pemompaan zat cair yang bersih atau sedikit mengandung kotoran.

### 2. Impeller setengah terbuka

Impeller ini terbuka disebelah sisi masuk (depan) dan tertutup disebelah belakangnya. Sesuai untuk memompa zat cair yang sedikit mengandung kotoran misalnya: air yang mengandung pasir, zat cair yang mengauskan, dll.

### 3. Impeller terbuka

Impeller jenis ini tidak ada dindingnya di depan maupun dibelakang. Bagian belakang ada sedikit dinding yang disisakan untuk memperkuat sudu. Jenis ini banyak di gunakan untuk pemompaan zat cair yang banyak mengandung kotoran



UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 7/12/23

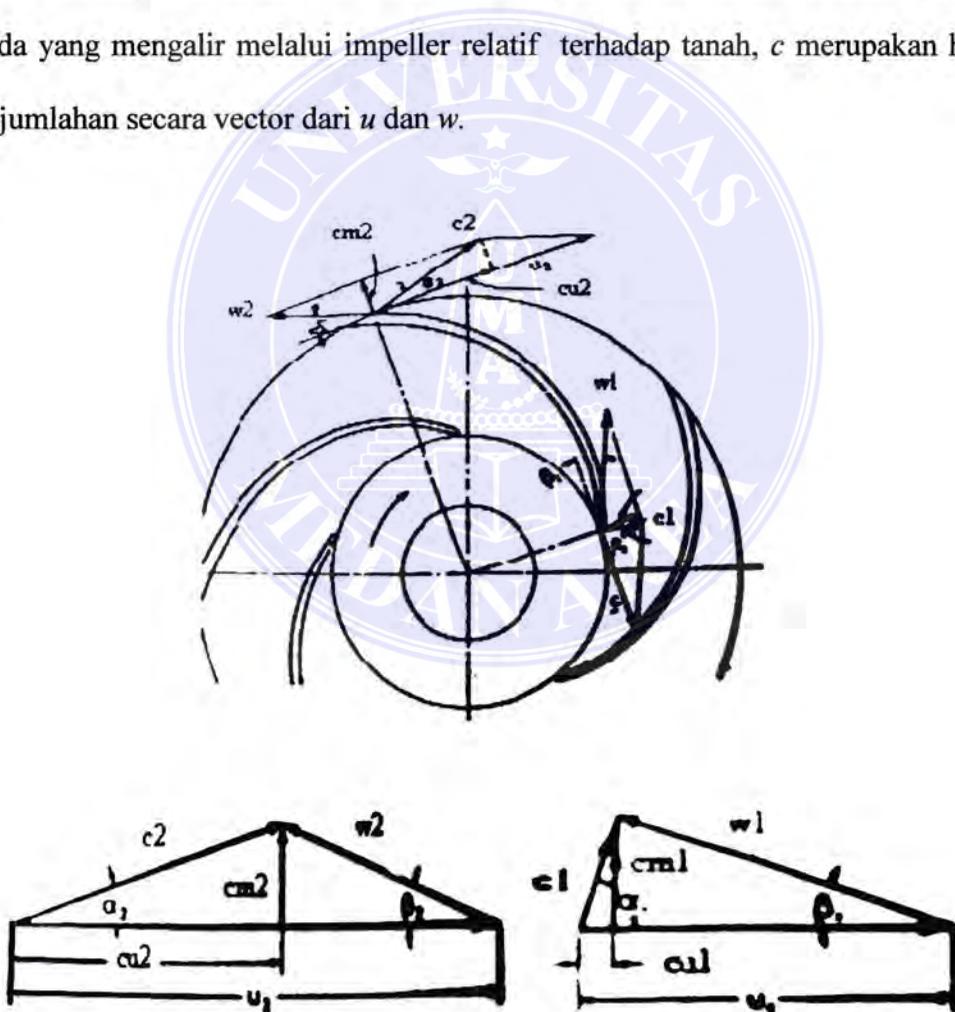
Gambar 2.8. jenis impeller

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber  
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area  
Access From (repository.uma.ac.id)7/12/23

### 2.5. Segitiga Kecepatan

Fluida mengalir kedalam pompa dikarenakan terhisap oleh impeller yang berputar, dengan menganggap bahwa aliran fluida yang terjadi adalah aliran dua dimensi, dan bahwa fluida mengikuti sudu-sudu mengarah kebelakang sebagaimana di tunjukkan dalam gambar 2.9. maka,  $u$  adalah kecepatan suatu titik dalam impeller relatif terhadap tanah,  $w$  adalah kecepatan partikel fluida relatif terhadap impeller, dan  $c$  adalah kecepatan absolute partikel fluida yang mengalir melalui impeller relatif terhadap tanah,  $c$  merupakan hasil penjumlahan secara vector dari  $u$  dan  $w$ .



Gambar 2.9. diagram kecepatan masuk dan keluar suatu impeller

(sumber: Austin H. Curch, pompa dan blower sentrifugal)

Dari gambar 2.9 dapat diperoleh persamaan-persamaan sebagai berikut:

- Kecepatan tangensial pada ujung sisi masuk impelle

$$U_1 = \frac{D_1 \times \pi \times n}{12 \times 60} \dots\dots\dots (2.1)$$

- Kecepatan tangensial pada ujung sisi keluar impeller

$$U_2 = \frac{D_2 \times \pi \times n}{12 \times 60} \dots\dots\dots (2.2)$$

- Sudut sudu sisi masuk impeller

$$\tan \beta_1 = \frac{c_{m1}}{u_1} \dots\dots\dots (2.3)$$

- Sudut sudu sisi keluar impeller

$$\tan \beta_2 = \frac{c_{m2}}{u_2} \dots\dots\dots (2.4)$$

$$\text{Dimana : } c_{m2} = \frac{D_1}{D_2} \cdot \frac{b_1}{b_2} u_1 \tan \beta_1$$

- Untuk kecepatan spesifik dalam besaran ukuran-ukuran impeller

Untuk mendapatkan hubungan antara ukuran-ukuran impeller dan kecepatan spesifik, dapat dilakukan dengan rumusan pendekatan, dengan mengabaikan tabel sudu adalah sebagai berikut (sumber : Austin H. Church, pompa Dan Blower sentrifugal hal. 51)

$$Q = \frac{\pi^2}{720^2} b_1 D_1^2 n \tan \beta_1 \dots\dots\dots (2.5)$$

$$H = \frac{K \pi^2 D_2^2 n^2}{g 720^2} \left[ 1 - \left( \frac{D_1}{D_2} \right)^2 \frac{b_1 \tan \beta_1}{b_2 \tan \beta_2} \right] \dots\dots\dots (2.6)$$

$$n_s = \frac{n \sqrt{\frac{\pi^2}{720^2} b_1 D_1^2 n \tan \beta_1}}{\sqrt{\frac{K \pi^2 D_2^2 n^2}{g 720^2} \left[ 1 - \left( \frac{D_1}{D_2} \right)^2 \frac{b_1 \tan \beta_1}{b_2 \tan \beta_2} \right]}} \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana:  $u_1$  = kecepatan tangensial pada ujung sisi masuk impeller (m/det)

$u_2$  = kecepatan tangensial pada ujung sisi keluar impeller (m/det)

$\tan \beta_1$  = sudut sudu sisi masuk impeller

$\tan \beta_2$  = sudut sudu sisi keluar impeller

$D_1$  = diameter sisi masuk impeller (m)

$D_2$  = diameter sisi keluar impeller (m)

$cm_1$  = kecepatan pada ujung sisi masuk impeller (m/det)

$cm_2$  = kecepatan pada ujung sisi keluar impeller (m/det)

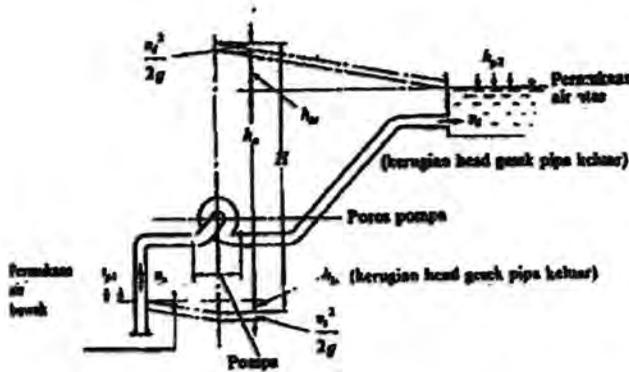
$b_1$  = lebar laluan pada sisi masuk impeller (m)

$b_2$  = lebar laluan pada sisi keluar impeller (m)

## 2.6. Performansi Pompa Sentrifugal

### 2.6.1. Head Total Pompa

Head total pompa adalah dengan penambahan energi fluida antara ujung sisi inlet dengan sisi outlet, head total juga berarti selisih head pada sisi suction dan pada sisi discharge.



Gambar 2.10 Head Total Pompa

Head total pompa dapat di tulis dengan persamaan (Sularso, Haruo Tahara, Pompa & Kompresor, Hal 27) :

$$H = h_a + \Delta h_p + h_1 + \frac{v_d^2}{2g} \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana:  $H$  = head total pompa (m)

$h_a$  = head statis total (m)

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

$$\Delta h_p = h_{p2} - h_{p1}$$

$h_{p2}$  = tekanan yang bekerja pada permukaan air sisi keluar (m)

$h_{p1}$  = tekanan yang bekerja pada permukaan air sisi masuk (m)

### 1. Head kerugian gesek sepanjang pipa

Aliran fluida cair yang mengalir didalam pipa adalah fluida viskos sehingga factor gesekan fluida dengan dinding pipa tidak dapat diabaikan, untuk menghitung kerugian gesek dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$h_f = f \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2.g} \dots\dots\dots (2.9)$$

Dimana :  $h_f$  = kerugian gesek dalam pipa

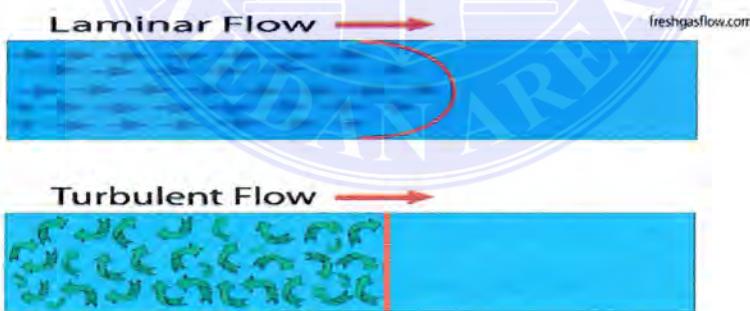
$v$  = kecepatan rata-rata aliran didalam pipa

$f$  = Faktor gesek

$g$  = percepatan grafitasi

$L$  = panjang pipa

$D$  = diameter dalam pipa



Gambar 2.11 pola aliran laminar dan turbulen

Perhitungan kerugian gesek dalam di dalam pipa di pengaruhi oleh pola aliran, untuk aliran laminar dan turbulen akan menghasilkan nilai koefisien yang berbeda, hal ini karena karakteristik dari aliran tersebut. Adapun perumusan yang

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

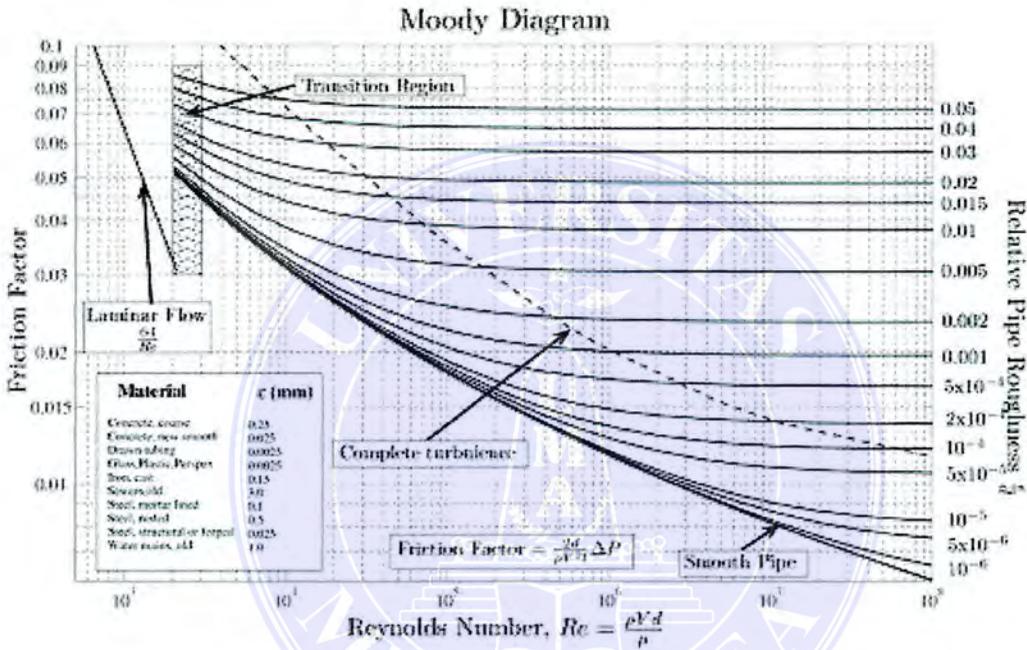
Document Accepted 7/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber  
 2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah  
 3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area  
 Access From (repository.uma.ac.id)7/12/23

$$Re = \frac{\rho \cdot V \cdot D}{\mu} = \frac{V \cdot D}{\nu} \dots\dots\dots(2.10)$$

Untuk mencari nilai *f* dengan menggunakan diagram moody (gambar

(2.12)



Gambar 2.12 : Diagram Moody

Besarnya koefisien tahanan fitting (*K*) berbeda untuk tiap jenis fitting dan katup yang berlainan dalam satu instalasi. Standart fitting yang banyak digunakan dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut :

Tabel 2.1 koefisien hambatan

Garis tengah nominal	Dengan sekrup				Dengan flens				
	½	1	2	4	1	2	4	8	20
Katub terbuka penuh :									
bola	14	8,2	6,9	5,7	13	8,5	6,0	5,8	5,5
gerbang	0,3	0,24	0,16	0,11	0,80	0,35	0,16	0,07	0,03
Engsel searah	5,1	2,9	2,1	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
sudut	9,0	4,7	2,0	1,0	4,5	2,4	2,0	2,0	2,0
Siku :									
45° biasa	0,39	0,32	0,30	0,29					
45° raddius panjang					0,21	0,20	0,19	0,16	0,14
90° biasa	2,0	1,5	0,95	0,64	0,50	0,39	0,30	0,26	0,21
90° radius panjang	1,0	0,72	0,41	0,32	0,40	0,30	0,19	0,15	0,10
180° biasa	2,0	1,5	0,95	0,64	0,41	0,35	0,30	0,25	0,25
180° radius panjang					0,40	0,30	0,21	0,15	0,10
Sambungan T									
Aliran utama	0,90	0,90	0,90	0,90	0,24	0,19	0,14	0,10	0,70
Aliran cabang	2,4	1,8	1,4	1,1	1,0	0,80	0,64	0,58	0,41

Sumber : “mekanika Zalir”, Like Wilarjo, hal.371,1980

Untuk pipa yang panjang menggunakan persamaan (Sularso, Haruo Tahara, Pompa & Kompresor, Hal 31) :

$$h_f = \frac{10.66 \cdot Q^{1.85}}{C^{1.85} D^{4.85}} \times L \dots\dots\dots (2.11)$$

Dimana :  $h_f$  = kerugian gesekan

$Q$  = debit aliran

$f$  = koefisien kerugian gesek

$g$  = percepatan grafitasi

$L$  = panjang pipa

$D$  = diameter dalam pipa

**2. Kerugian Head dalam Jalur Pipa**

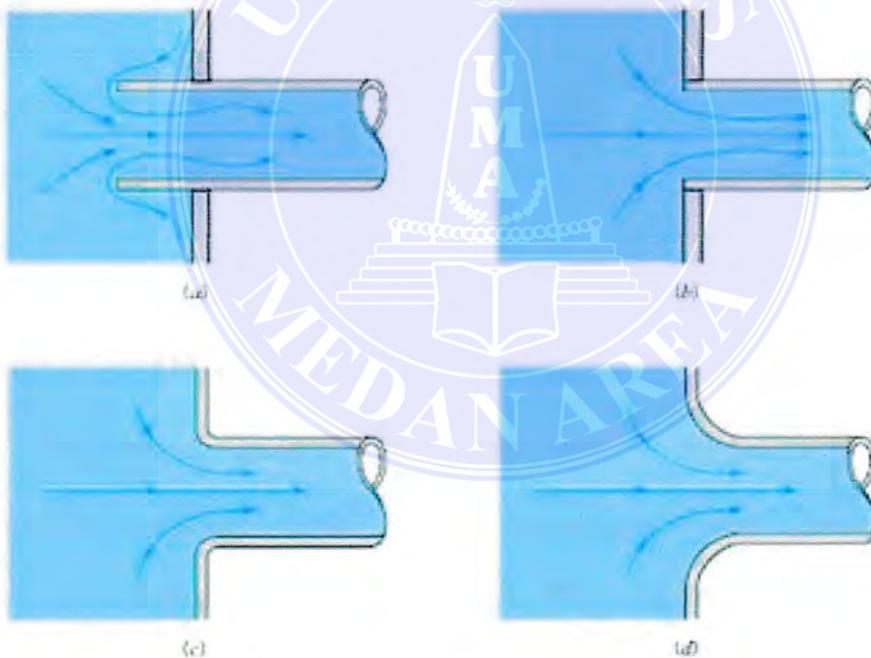
Kerugian head ini terjadi karena aliran fluida mengalami gangguan aliran sehingga mengurangi energi alirnya, secara umum rumus kerugian head menurut persamaan (Sularso, Haruo Tahara, Pompa & Kompresor Hla 32) :

$$h_f = f \frac{v^2}{2.g} \dots\dots\dots(2.12)$$

Dimana :  $f$  = koefisien kerugian

**3. Kerugian head ketika kondisi aliran keluar**

Kerugian head ini



Gambar 2.13 kondisi aliran masuk dan koefisien kerugian

- (a). Reentrant,  $K_L = 0,78$
- (b). tepi tajam,  $K_L = 0,4 - 0,5$
- (c). sedikit dibulatkan  $K_L = 0,2 - 0,25$
- (d). di bulatkan  $K_L = 0,05$



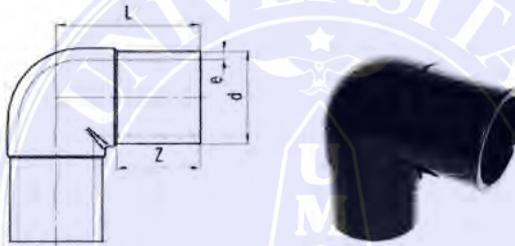
**4. Pada belokan (Elbow)**

Pada belokan lengkung koefisien kerugian dihitung dengan persamaan (Sularso, Haruo Tahara, Pompa & Kompresor Hal 34) :

$$h_f = f \cdot \frac{v^2}{2.g} \dots\dots\dots(2.13)$$

Untuk mencari nilai *f*

$$f = \left[ 0,131 + 1,847 \left( \frac{D}{2R} \right)^{3,5} \right] \cdot \left( \frac{\theta}{90} \right)^{0,5} \dots\dots\dots(2.14)$$



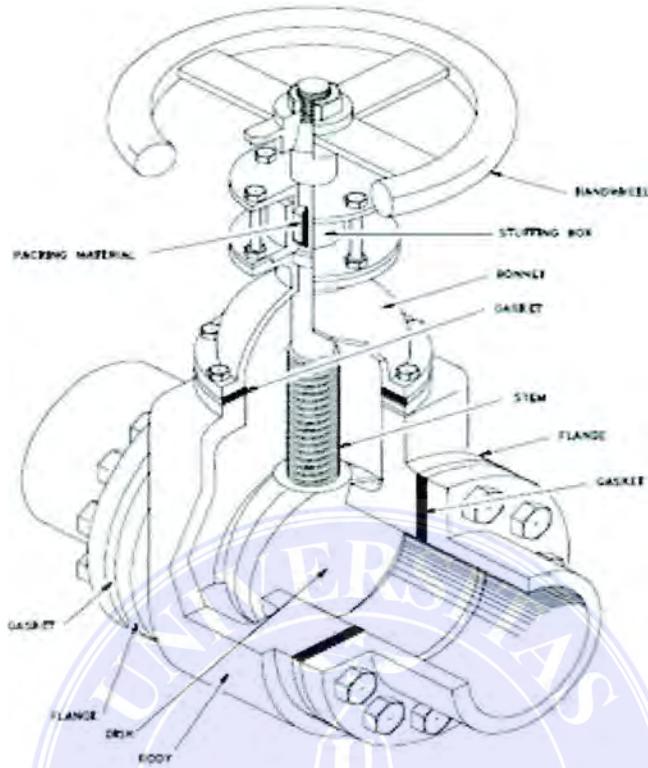
Gambar 2.14 elbow 90<sup>0</sup>

**5. Pada perkatupan (Valve)**

Pemasangan katup (valve) pada instalsi pompa adalah untuk pengontrolan kapasitas, tetapi dengan pemasangan katup tersebut akan mengakibatkan kerugian energi aliran karena aliran dicekik. Perumusan untuk menghitung kerugian head karena pemasangan katup dapat diketahui dengan persamaan (sularso, Haruno Tahara, Pompa & kompresor Hal 38) :

$$h_f = f_v \frac{v^2}{2.g} \dots\dots\dots(2.15)$$

Dimana : *f<sub>v</sub>* = koefisien kerugian katup



Gambar 2.15 katup gerbang (gate valve)

### 2.6.2 Head Hisap Positif Netto (NPSH)

NPSH dibedakan menjadi dua yaitu NPSH yang tersedia dan NPSH yang dibutuhkan. NPSH yang tersedia ditentukan oleh sistem atau instalasi pemompaan sedangkan NPSH yang dibutuhkan oleh pompa yang ditentukan oleh perancang pompa. Agar pompa dapat berkerja tanpa terjadi gangguan kavitasi maka pompa harus beroperasi pada kondisi dimana NPSH yang tersedia  $\geq$  NPSH yang dibutuhkan.

#### 1. NPSH yang dibutuhkan (NPSHR)

Penurunan head didalam pompa inilah yang biasa disebut dengan NPSH yang dibutuhkan pompa yang besarnya ditentukan oleh pabrik pembuat pompa

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 7/12/23

untuk memperkirakan besarnya NPSH yang dibutuhkan (NPSHR) dapat diketahui

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)7/12/23

dengan menggunakan persamaan (Sularso, Haruo Tahara, Pompa dan Kompresor, Hal 46) :

$$NPSHR = \sigma \times H \dots\dots\dots(2.16)$$

Dimana :  $\sigma$  = koevisien kavitasi thoma

$H$  = Head total pompa

**2. NPSH yang tersedia (NPSHA)**

NPSH yang tersedia adalah head yang dimiliki oleh zat cair pada sisi isap pompa dikurangi dengan tekanan uap jenuh zat cair ditempat tersebut. NPSH yang tersedia dapat diketahui dengan menggunakan persamaan (Sularso, Haruo Tahara, Pompa dan Kompresor, Hal 44) :

$$NPSHR = \frac{P_a}{\gamma} - \frac{P_v}{\gamma} + H_s - H_{ls} \dots\dots\dots(2.17)$$

Dimana :

$P_a$  = tekana atmosfer

$P_{uap}$  = tekanan uap

$H_{st}$  = head stastis

$H_{ls}$  = kerugian head didalam pipa hisap

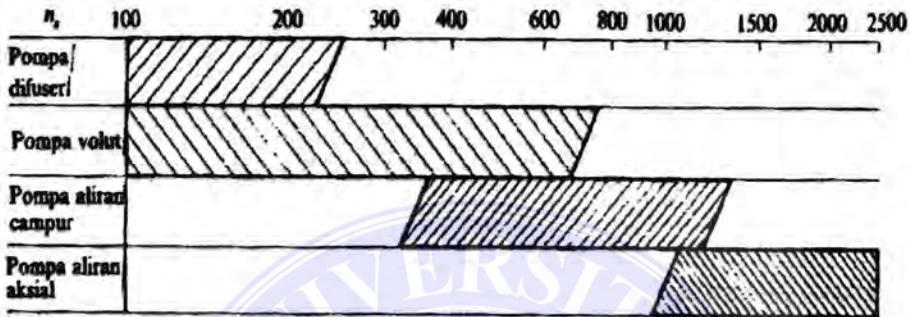
$\gamma$  = berat jenis cairan yang dipompa

**2.6.3. Kecepatan spesifik**

Kecepatan spesifik ( $n_s$ ) adalah kecepatan putar yang sebenarnya n dari pompa pambanding yang mempunyai geometri dari sudu-sudu impeller sebangun dan dapat menghasilkan tinggi kenaikan  $H = 1m$  dan  $Q = 1 m/det^6$  dari rumus

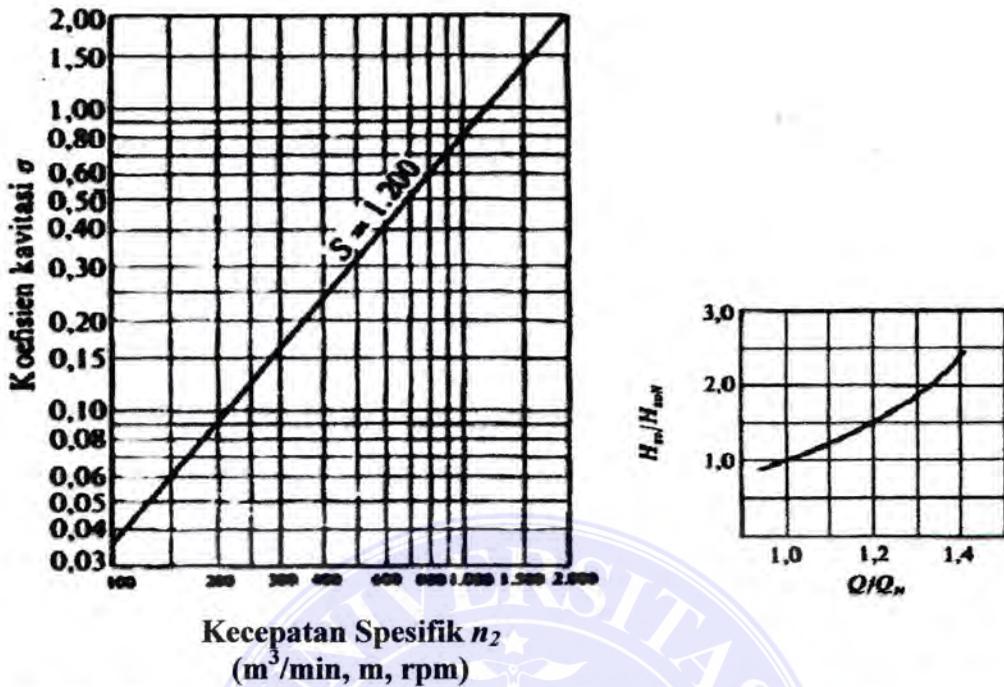
tinggi dan kapasitas yang kecil cenderung mempunyai harga  $n_s$  yang kecil, sebaliknya head total rendah dan kapasitas besar mempunyai  $n_s$  besar.

$$n_s = n \frac{Q^{1/2}}{H^{3/4}} \dots\dots\dots(2.18)$$



Gambar 2.16 harga ( $n_s$ ) dengan bentuk impeller dan jenis pompa

Pada gambar 2.16 menunjukkan harga( $n_s$ ) dalam hubungannya dengan bentuk impeller yang bersangkutan dan jenis pompa yang pas dengan harga ( $n_s$ ) untuk harga ( $n_s$ ) rendah, impeller berbentuk sentrifugal atau radial dengan pompa sentrifugal hisapan tunggal atau ganda. Semakin besar ( $n_s$ ) lebar saluran pada impeller akan bertambah besar. Harga ( $n_s$ ) terus di perbesar sehingga akan memperoleh aliran campur, dimana arah aliran diagonal atau menyudut terhadap sumbu poros. Jika ( $n_s$ ) diperbesar lagi, maka akan diperoleh arah aliran yaitu axial atau sejajar dengan sumbu poros. Jadi, bentuk-bentuk impeller dapat ditentukan hanya dengan menentukan harga ( $n_s$ )



Gambar 2.17 Grafik hubungan antara kecepatan spesifik, efisiensi hidrolis serta koefisien kavitasi thoma

Ada beberapa defenisi yang berhubungan dengan kerja pompa, yaitu :

1. Efisiensi adalah perbandingan kerja berguna dengan kerja yang dibutuhkan mesin.
2. Daya rotor (motor penggerak) adalah jumlah energi yang masuk motor penggerak dikalikan efisiensi motor penggerak. Dirumuskan dengan persamaan:

$$P_{rotor} = \sum \text{daya penggerak} \times \eta_{\text{motor penggerak}} \dots\dots\dots(2.19)$$

3. Daaya poros pompa atau daya efektif pompa adalah daya dihasilkan dari putaran rotor motor listrik dikalikan dengan efisiensi kopingnya, dihitung dengan persamaan :

$$P_{poros} = \frac{\eta_{\text{transmisi}} \times P_{\text{motor}}}{(1 + \alpha)} \dots\dots\dots(2.20)$$

Dimana :

$\eta$  = Efisiensi transmisi (tabel)

$P_{motor}$  = Daya rotor (watt)

$P_r$  = Daya peros (watt)

$\alpha$  = factor cadangan (tabel)

Tabel 2.2 faktor cadangan daya dari motor penggerak.

Motor penggerak	A
Motor induksi	0,1 – 0,2
Motor bakar kecil	0,15 – 0,25
Motor bakar besar	0,1 – 0,2

Tabel 2.3 efisiensi berbagai jenis transmisi dari motor penggerak.

Jenis transmisi	Efisiensi
Sabuk datar ( <i>flat belt</i> )	0,9 – 0,93
Sabuk V ( <i>V – Belt</i> )	0,95
Roda gigi lurus ( <i>straight gear</i> )	0,92 – 0,98
Roda gigi ulir ( <i>screw gear</i> )	0,95 – 0,97
Roda gigi kerucut ( <i>conical gear</i> )	0,90 – 0,97
Sambungan langsung ( <i>direct coupled</i> )	1,00

4. Daya air adalah kerja berguna dari pompa persatuan waktu, kerja berguna ini yang diterima air pada pompa, perumusan dari daya air

UNIVERSITAS MEDAN AREA berikut. Apabila pompa dengan kapasitas aliran

sebesar  $Q$  dan head total  $H$  maka energi yang diterima air persatuan waktunya adalah :

$$P_{air} = \gamma \cdot Q \cdot H \dots\dots\dots(2.21)$$

Dimana :

$\gamma$  = berat air persatuan volume N/m

$Q$  = kapasitas (m/dtk)

$H$  = head pompa (m)

$P_{air}$  = daya air (watt)

5. Daya motor penggerak ( $P_m$ )

Pompa sentrifugal umumnya beroperasi pada kecepatan tinggi dan biasanya dihubungkan langsung dengan penggeraknya sehingga kerugian transmisi menjadi kecil. Bentuk dari penggerak mula ini dapat berasal dari motor listrik, turbin uap atau motor bakar. Untuk penggerak yang banyak digunakan adalah motor listrik. Daya nominal dari penggerak ini diasumsikan sama dengan daya poros.

$$P_m \approx P_h \dots\dots\dots(2.22)$$

Untuk mengantisipasi kondisi operasi pompa dan tegangan sumber listrik yang bervariasi disarankan untuk menggunakan daya motor yang lebih besar dari daya pompa. Prosentase kenaikan daya motor terhadap daya poros dapat dilihat pada table :

Table 2.4. cadangan daya berdasarkan  $P_{sh}$

$P_{sh}$ ( met. HP)	<2	2 -5	5 – 50	>50
Daya cadangan	40	40 – 25	25 – 15	15 – 10

6. Efisiensi pompa didefinisikan sebagai perbandingan antar daya air dengan daya pada poros. Perumusan efisiensi adalah sebagai berikut :
7. Besarnya energi atau daya yang dibutuhkan untuk memutar poros pompa dipengaruhi oleh kapasitas pompa, tinggi tekan total pompa, berat jenis fluida yang dipompakan, serta efisiensi total pompa tersebut. Daya yang dibutuhkan untuk memutar poros pompa.

$$P_h = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H}{75 \cdot \eta} \text{ (HP)} \dots\dots\dots(2.23)$$

Dimana :

$P_h$  = daya yang dibutuhkan pompa (Daya hidrolis).

$Q$  = kapasitas pompa

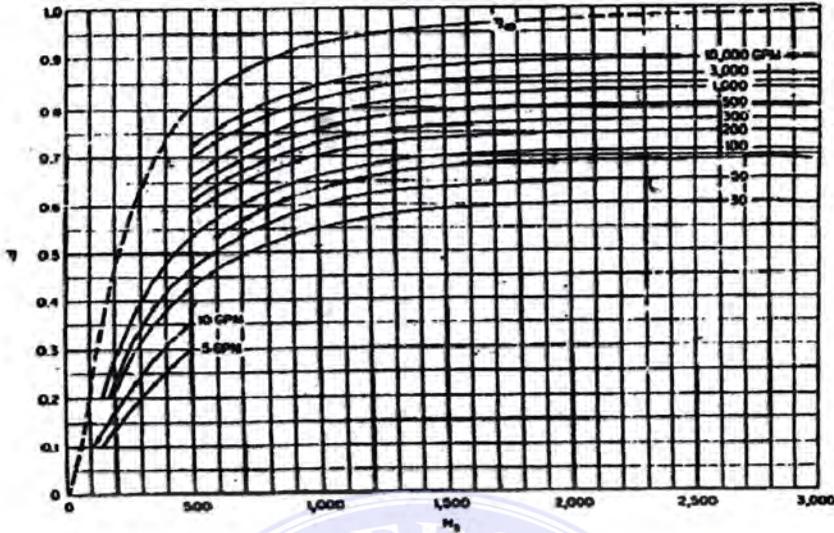
$H$  = tinggi tekan total pompa.

$\gamma$  = berat jenis fluida yang dipompa .

$\eta$  = efisiensi pompa.

Efisiensi pompa merupakan rasio antara Daya hidrolis ( $P_h$ ) dengan daya motor penggerak ( $P_m$ )

$$\eta_p = \frac{P_h}{P_m} \dots\dots\dots( 2.24)$$



Gambar 2.18 grafik efisiensi pompa sebagai fungsi kapasitas dan *specific speed* (sumber : Pump Hand Book, Graw Hill Book Company, 1978)

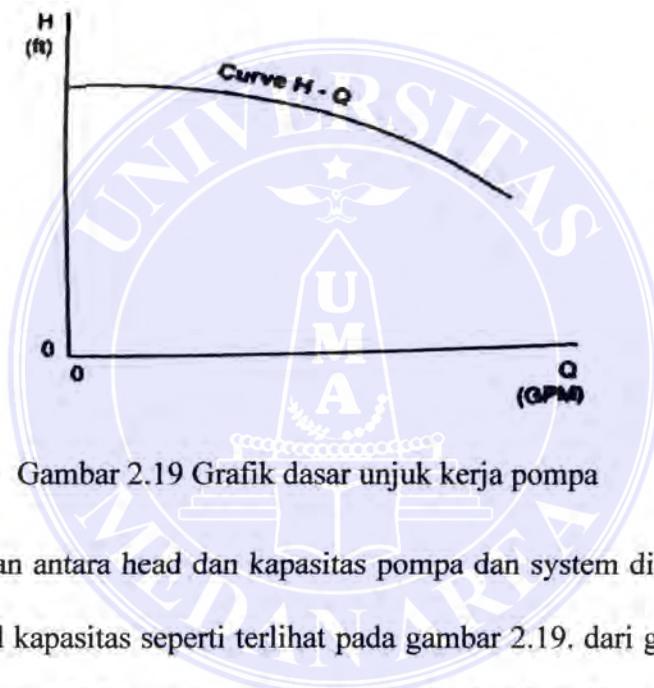
#### 2.6.4. Pencegahan Kavitasasi

Kavitasasi dapat dicegah dengan membuat  $NPSHA > NPSHR$ , dalam hal ini untuk menaikkan NPSHA dapat dilakukan dengan beberapa cara, yakni :

1. Kecepatan masuk relatif dibuat serendah mungkin, hal ini berarti bahwa kecepatan spesifik harus dibuat rendah jika terjadi kavitasasi.
2. Sudut masuk sudut impeller dibuat rendah karena sudut masuk sudut impeller yang rendah dengan mengurangi NPSHR.
3. Mengusahakan permukaan impeller sehalus mungkin terutama pada daerah yang dekat dengan sisi masuk.
4. Membuat sudut dengan jumlah yang mencukupi agar dapat memberikan pengaruh yang baik untuk menjaga agar tekanan cairan pada sudut-sudut tetap rendah.
5. Ujung-ujung impeller dibuat bulat.

### 2.6.5. Kurva Head Kapasitas Pompa dan Sistem

Grafik hubungan antara head dan kapasitas adalah grafik dasar untuk memahami unjuk kerja dan operasi pompa. Dari grafik tersebut menunjukkan bahwa dengan kenaikan kapasitas, head pompa akan menurun dan untuk kondisi sebaliknya, kenaikan head pompa, kapasitas menurun.



Gambar 2.19 Grafik dasar unjuk kerja pompa

Hubungan antara head dan kapasitas pompa dan system disajikan dalam grafik kurva head kapasitas seperti terlihat pada gambar 2.19, dari grafik ini akan terbaca kemampuan dari pompa untuk memenuhi head pada kapasitas aliran tertentu.

Kurva head laju aliran dari sistem berubah sebagai contoh karena head statis atau tahanan sistem pipa berubah. Dapat dilihat pada gambar 2.19 adalah contoh perubahan dari titik kerja. Head statis berubah dari  $H_{st1}$  menjadi  $H_{st2}$  kurva sistem berubah dari  $S_1$  ke  $S_2$  dan titik kerja berubah dari  $K_1$  menjadi  $K_2$ .

kapasitasnya pun berubah dari  $Q_1$  menjadi  $Q_2$ .

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 7/12/23

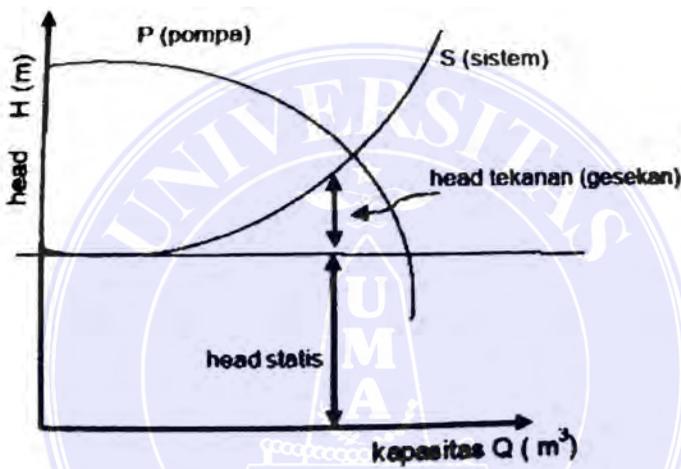
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

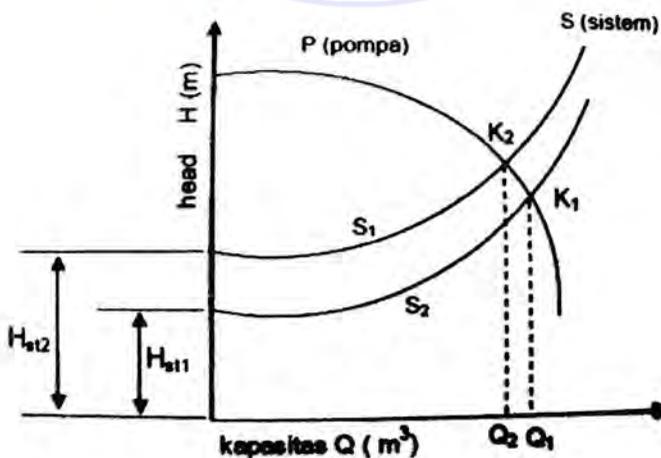
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)7/12/23

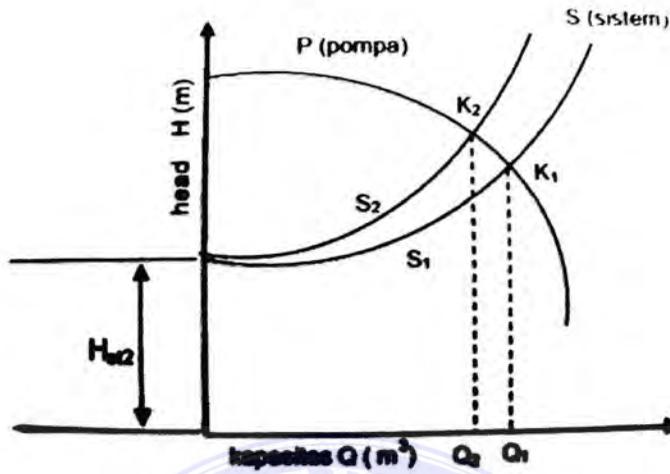
Pada gambar 2.20 menunjukkan perubahan dari titik kerja  $K_1$  menjadi  $K_2$ , hal ini terjadi karena adanya perubahan kurva system  $S_1$  menjadi  $S_2$ . dari perubahan itu mengakibatkan kapasitas berubah dari  $Q_1$  menjadi  $Q_2$  kenaikan tahanan pompa dapat terjadi karena katup pengaturan diperkecil pembukaannya.



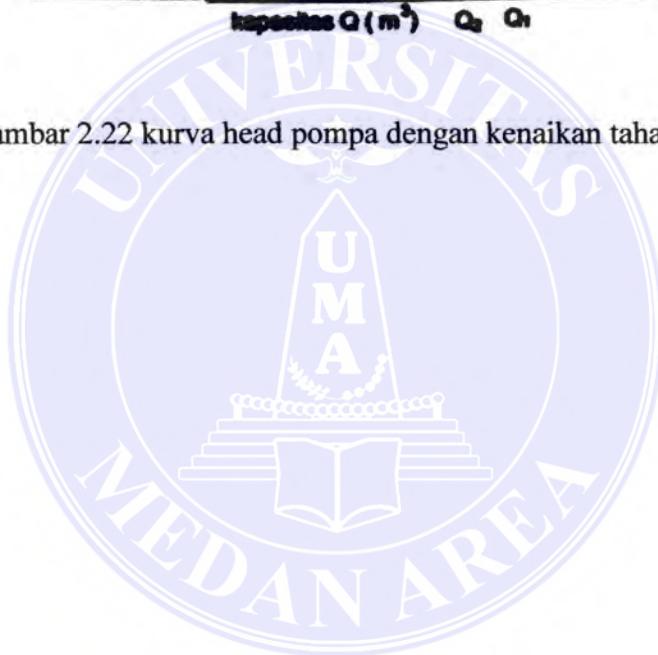
Gambar 2.20 Graffik kurva head kapasitas



Gambar 2.21 kurva head pompa dengan variasi head statis



Gambar 2.22 kurva head pompa dengan kenaikan tahanan



## BAB III

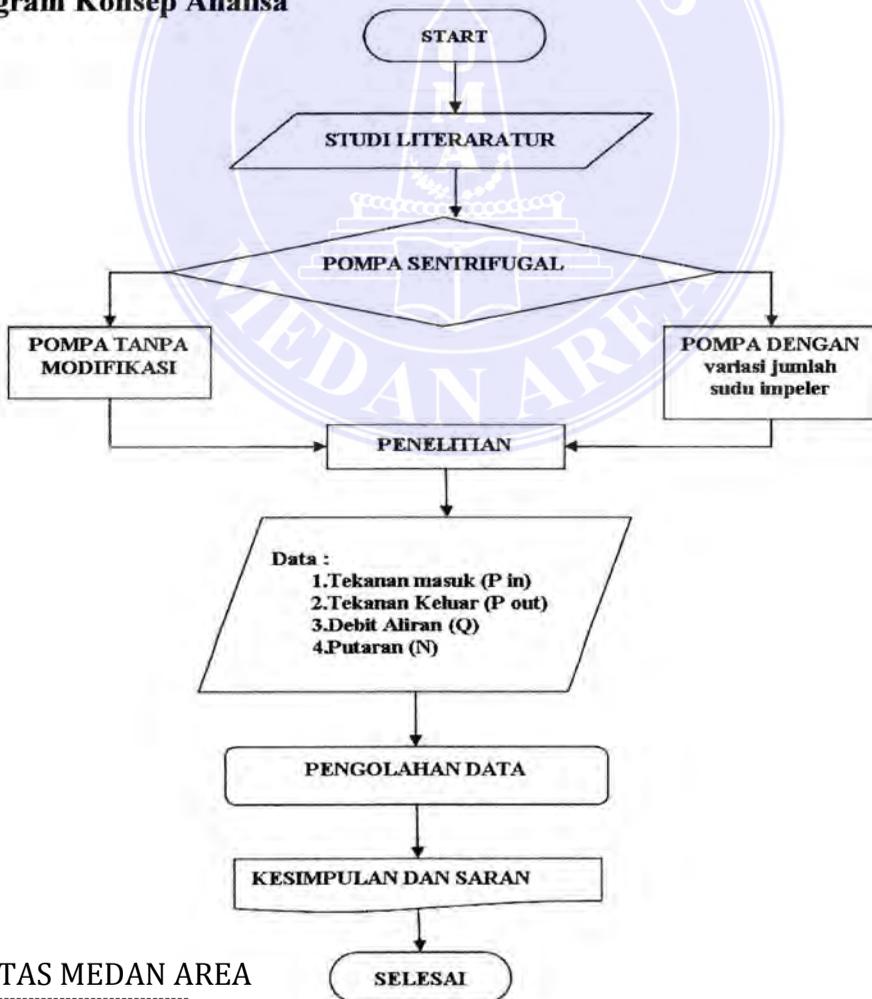
### METODE PERENCANAAN

#### 3.1. Tempat dan Waktu

Adapun tempat yang akan dipilih dalam menyelesaikan penelitian ini adalah : Workshop Lab Growth Centre

Untuk menyelesaikan penelitian ini, waktu yang akan dipergunakan dari persiapan penyusunan proposal sampai pengolahan data diperlukan waktu kurang lebih 6(enam) bulan, yaitu dari mulai bulan Maret 2011 sampai dengan bulan September 2011.

#### 3.2. Diagram Konsep Analisa

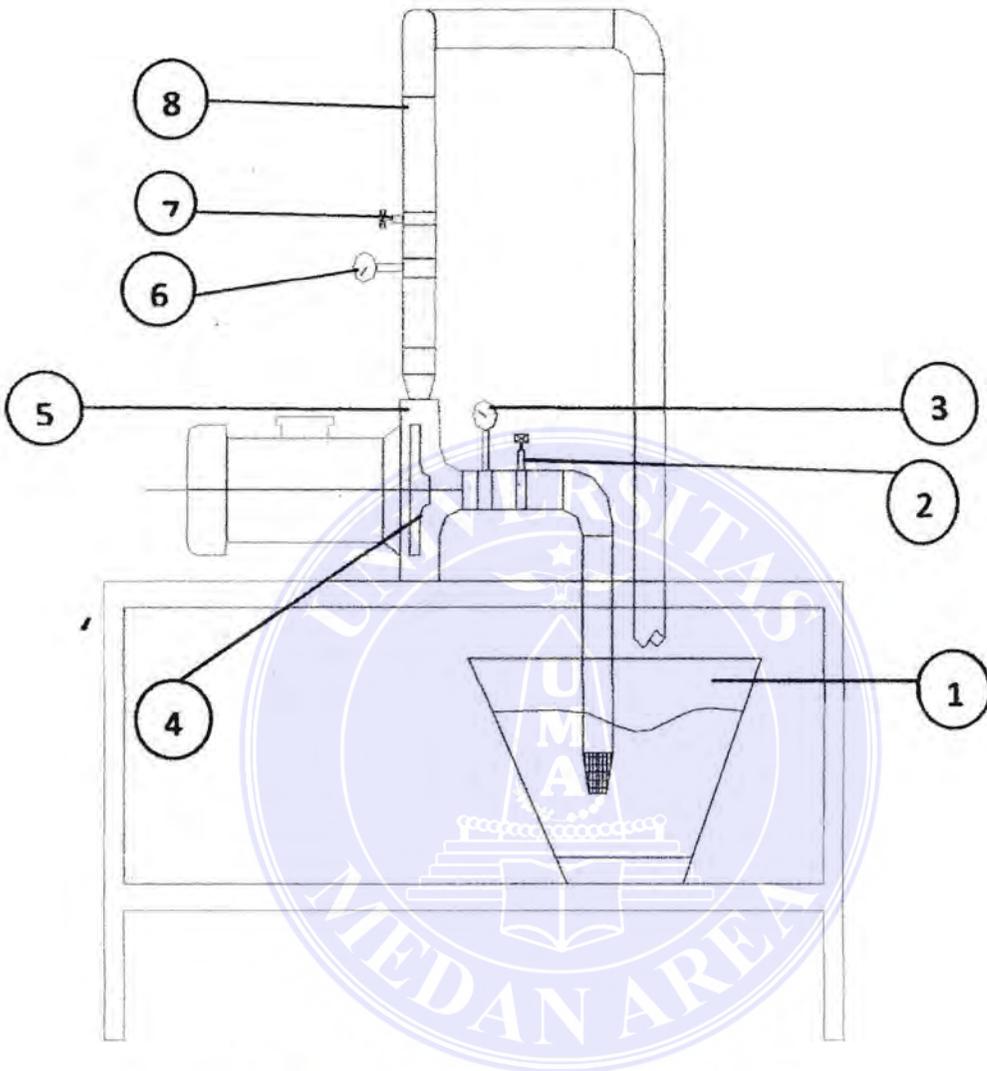


### 3.3. Perencanaan Penelitian.

Untuk memperoleh data penelitian, maka dilakukan dengan metode eksperimen. Karena eksperimen sesuai digunakan untuk pengambilan data yang dilakukan secara destruktif. Jumlah parameter dapat dibatasi sehingga dapat menghemat biaya dan waktu pelaksanaan.

Proses permesinan dilakukan guna mendapatkan spesimen yakni pembuatan. Sudu impeller pompa. Terdapat dua variable tingkat sudu impeller yang dapat diubah, hal ini dilakukan untuk melihat perubahan *performansi* akibat pengaruh jumlah sudu impeller yang direncanakan.

Penelitian dilakukan dengan alat uji yang dirancang sedemikian sehingga dapat digunakan untuk beberapa penelitian tentang pompa sentrifugal dan untuk mencari data-data yang diperlukan dalam penelitian. Cara kerja alat uji yang sudah direncanakan dapat dilihat seperti gambar 3.1. berikut :



Gambar 3.1. set-up alat uji penelitian pompa sentrifugal

Keterangan gambar :

- |                              |                              |
|------------------------------|------------------------------|
| 1. Reservir ( tangki air )   | 5. Pompa sentifugal          |
| 2. Katip Buka ( Gate Valve ) | 6. Pressure Gauge            |
| 3. Pressure gauge            | 7. Katup buka ( Gate valve ) |
| 4. Impeller                  | 8. Flow Meter                |

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 7/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)7/12/23

### 3.4. Alat, Bahan, Perlengkapan dan Alat ukur.

#### 3.4.1. Alat

##### a. Pompa sentrifugal

Pada pelaksanaan penelitian pompa sentrifugal, tentu yang digunakan adalah jenis pompa sentrifugal. Pompa sentrifugal yang digunakan pada penelitian ini adalah pompa sentrifugal yang sering digunakan oleh masyarakat sehari-hari.

Dari beberapa jenis pompa yang telah diuraikan pada bab terdahulu, ternyata tidak semua pompa dapat digunakan untuk suatu keperluan tertentu karena pompa yang digunakan dipilih berdasarkan fungsi dan kegunaannya masing-masing. Untuk pompa yang digunakan pada penelitian ini adalah pompa sentrifugal yang memakai penggerak listrik ( elektro motor ), pemilihan pompa jenis ini dikarenakan keuntungan- keuntungan yang diperoleh lebih besar , dengan sefesifikasi sebagai berikut :

Pembuat	:	VERO
Series	:	DB-250 A
Daya	:	0,33 HP
Debit Maksimum	:	50 liter/ menit
Head maksiiimum	:	42 m



Gambar 3.2. pompa sentrifugal

### b. Impeller

Untuk mendapat variasi jumlah sudu impeller pompa, dilakukan dengan penggantian impeller pompa tiap kali pengujian, hal ini bertujuan untuk mengetahui variasi jumlah sudu impeller terhadap *performance* pompa. Pada penelitian ini impeller yang digunakan ada dua buah yaitu impeller dengan sudu 5,6, dan impeller dengan sudut 8.

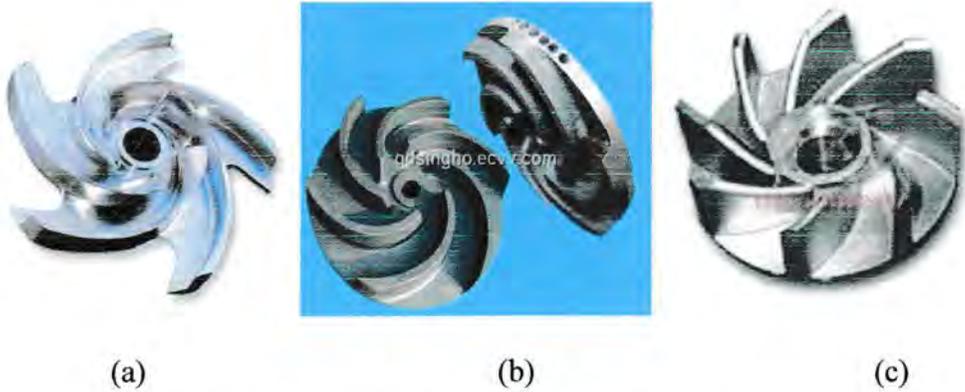
Dimana ukuran impeller :

Type impeller = *impeller* tertutup

Do (diameter luar) = 130 mm

Di (diameter dalam) = 45 mm

S (tebal sudut ) = 3 mm



Gambar 3.3. impeller (a) sudu 5. (b)sudu 6. (c) sudu 8

### 3.4.2. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah instalasi pemipaan untuk mengalirkan air, bahan-bahan yaitu :

#### a. Dudukan Besi

Untuk melakukan penelitian diperlukan tempat agar semua yang di pergunakan untuk penelitian berada dalam satu tempat. Untuk menempatkan seluruh alat penelitian pada sebuah dudukan yang didesain untuk tempat dudukan alat, bahan dan alat ukur yang digunakan pada satu tempat, untuk memudahkan pada saat melakukan pengambilan data-data yang diperlukan. Dudukan ini dibuat dari besi pelat siku yang diberi sebuah papan panel untuk alat ukur.

#### b. Pipa

Pipa yang digunakan adalah jenis PVC yang biasa digunakan oleh masyarakat untuk instalasi pemipaan rumah-rumah, gedung kantor atau bangunan lainnya. Ukuran yang digunakan adalah  $\theta$  1 inchi.

c. Elbow

Elbow yang di pakai pada instalasi ini adalah elbow  $90^0$  yang biasa digunakan untuk ukuran pipa  $\emptyset$  1 inchi serta elbow  $90^0$  pada salah satu sisinya berulir untuk ukuran pipa  $\emptyset$  1 inchi

d. Sambungan pipa

Instalasi ini menggunakan sambungan pipa berulir, sambungan satu arah dan sambungan pipa tiga arah untuk pipa yang berulir satu sisi dan yang tidak memakai ulir untuk ukuran  $\emptyset$  1 inchi.

e. Saringan dan *foot valve*

Pada setiap instalasi pemipaan air selalu dipasangkan saringan dan foot valve dengan tujuan agar kotoran tidak masuk kedalam instalasi dan dan agar air tetap berada di dalam pipa instalasi saat pompa tidak dihidupkan.

f. Water mour

Untuk menghubungkan rangkaian pipa dan pompa sentrifugal diperlukan alat penghubung yaitu water mour, alat ini di pasang untuk mempermudah pengerjaan dalam pemasangan karena menggunakan drat sehingga dapat dibuka dan dipasang kembali.

g. Gate valve

Pada instalasi ini menggunakan katup (gate valve) yang menggunakan tuas yang berfungsi untuk memutuskan dan menghubungkan aliran air yang dipasang pada instalasi pemipaan pada sisi tekan

h. Bak penampung air

Bak penampungan air digunakan untuk menampung air, sebelum pompa

UNIVERSITAS MEDAN AREA

dihidupkan dan air ditampung dalam bak penampungan air, kemudian air

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

bersikulasi dalam system pemipaian dan melalui alat ukur kemudian setelah bersikulasi air kembali lagi kedalam bak penampungan air.

### 3.4.3. Perlengkapan

Untuk membuat instalasi pemipaian pada penelitian ini maka memerlukan beberapa perlengkapan untuk memasang/merakit bahan-bahan yang telah disediakan untuk instalasi.

#### a. Alat-alat perkakas

Pemasangan pompa pada dudukannya diikat dengan baut pengikat agar posisi pompa tidak bergerak. Kunci inggris dan kunci ring digunakan untuk membuka dan mengencangkan baut pengikat pompa pada dudukannya, pemasangan roda gigi pada poros pompa. Gergaji tangan (hand sawing) digunakan untuk memotong pipa instalasi dengan ukuran-ukuran yang sudah ditentukan.

#### b. Jangka sorong

Dalam pengukuran dimensi berupa diameter dalam, diameter luar jarak porosudukan roda gigi digunakan alat untuk mempermudah pengerjaan, alat yang digunakan adalah jangka sorong (vernier cilliper)

### 3.4.4. Alat ukur

#### a. Alat ukur putaran (RPM tester digital)

Alat ini digunakan untuk mengukur putaran poros pompa yang diukur pada poros pompa tersebut saat pompa sedang bekerja



Gambar 3.4 tachometer

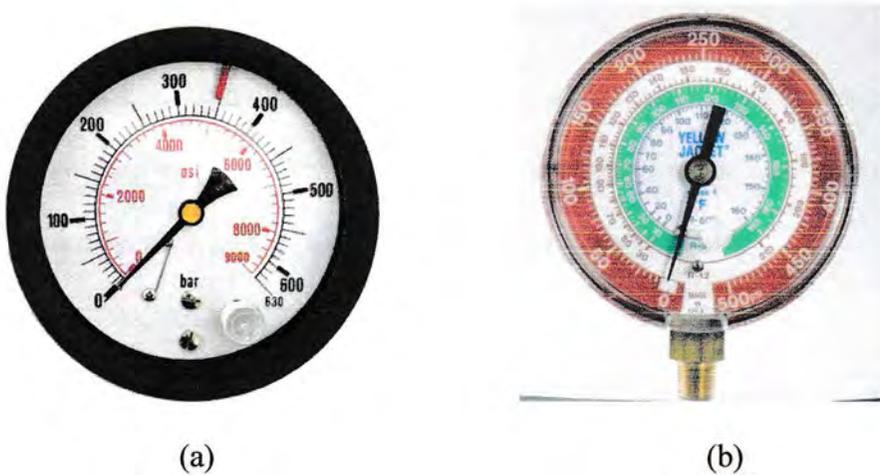
b. Alat ukur tegangan torsi

Alat ini digunakan untuk mengukur besarnya gaya yang terjadi pada putaran poros pompa secara garis besar alat ini terdiri dari dua bagian yaitu mekanisme pengukur gaya dan indikator penunjuk angkanya, besarnya gaya yang terjadi dihubungkan dengan jari-jari lengan gaya untuk mendapatkan lengan torsi.

Gaya dari motor penggerak dihubungkan ke mekanisme pengukur gaya melalui lengan gaya yang dihubungkan langsung dengan poros motor penggerak, kemudian dari mekanisme pengukur gaya dihubungkan dengan indikator penunjuk gaya

c. Alat ukur tekanan pada sisi isap dan sisi tekan

Alat ukur tekanan di gunakan untuk mengukur tekanan air masuk dan tekanan air keluar pada saat pengambilan data



Gambar 3.5 (a) alat ukur tekanan (b) alat ukur sisi hisap

d. Alat ukur indocator aliran air keluar (flow meter)

Alat ini digunakan untuk mengukur besarnya kapasitas aliran air yang dihsaikan pompa pada saat pengujian dengan waktu yang telah ditentukan. Alat ini dipasang pada instalasi pemipaian pada sisi tekan.



Gambar 3.6 flow meter

e. Alat-alat ukur waktu

Stopwatch digunakan untuk mengukur waktu pergerakan jarum petunjuk indicator volume air dari skala nol kembali lagi pada skala nol. Waktu yang diukur dilakukan pada setiap pengujian untuk mendapatkan data.

### 3.5. Metode Eksperimen

#### 3.5.1. Langkah-langkah eksperimen

a. Persiapan

Sebelum melakukan penelitian terlebih dahulu melakukan persiapan.

Persiapan-persiapan yang harus dilakukan antara lain :

- Melakukan survey terlebih dahulu dan melakukan studi pustaka untuk merencanakan apa yang akan di teleti
- Menyediakan alat-alat ukur bahan dan perlengkapannya dengan melakukan survey bahan-bahan yang diperlukan di lapangan.

b. Membuat dudukan yang dibuat dari bahan besi dengan proses pengelasan yaitu las listrik. Dudukan ini dirancang untuk menempatkan seluruh rangkaian pompa, sistem pemipaan dan alat ukur yang digunakan pada satu tempat, untuk memudahkan pada saat pengambilan data yang diperlukan.

c. Membuat instalasi pemipaan, merangkai pipa instalasi air skema rangkaian yang diinginkan dan sesuai dengan perencanaan yang telah dibuat sebelumnya, pemasangan alat ukur debit air pada instalasi pemipaannya.

d. Uji coba alat yang sudah terpasang dan instalasi pemipaan dan

UNIVERSITAS MEDAN AREA ~~penelitian dan tidak terjadi kebocoran~~ pada instalasi pemipaan, apakah sudah dapat

- e. Pengambilan data dilakukan setelah alat bekerja dengan baik dan sudah tidak ada kebocoran pada pemipanya. Pengambilan data dilakukan dua kali pada setiap jumlah sudu impeller pompa yang berbeda untuk mendapat nilai-nilai yang diperlukan.
- f. Setelah data-data yang diperlukan diperoleh, dilakukan perhitungan dengan memakai rumus-rumus yang telah ada dari literatur-literatur yang digunakan.

### 3.5.2. Langkah-Langkah Pengambilan Data

Setelah alat penelitian telah rampung tersang dan telah benar-benar siap untuk dilakukan pengujian maka dilakukan pengambilan data. Pengambilan data-data yang diperlukan harus dilakukan secara bersamaan sekaligus. Adapun langkah pengambilan data-data dalam penelitian di jelaskan :

#### a. Pengambilan data kecepatan putaran poros pompa

Sebelum pompa dihidupkan dipasangkan aluminium foil pada poros lengan gaya yang yang dihubungkan langsung dengan poros pompa yang memantulkan cahaya laser dari RPM tester digital diukur dengan alat tachometer. Pompa dihidupkan dan air sudah bersirkulasi normal didalam instalasi pemipaan, cahaya laser dari tachometer. Diarah kan pada poros kemudian dilihat pembacaan angka digital pada tachometer, kemudian mencatat hasilnya pada lembaran pengisian data.

#### b. Pengambilan data waktu kecepatan aliran air

Pastikan terlebih dahulu air bersirkulasi normal dan jarum penunjuk pada

alat water flow meter sudah bergerak, maka perhatikan jarum penunjuk pada skala

aliran  $0,001 \text{ m}^3$ . Hitung waktu pergerakan jarum penunjuk dari angka nol kemudian kembali lagi ke angka nol dengan menggunakan stopwatch mencatat hasilnya dalam lembaran data hasil penelitian.

c. Mengukur tekanan suction dan discharger

Untuk mengukur tekanan hisap dan tekanan keluar memakai alat ukur tekanan (pressure gauge) yaitu dengan mengamati pergerakan pada alat ukur tiap masing-masing percobaan, kemudian mencatat hasilnya kedalam lembar data hasil penelitian.

Untuk seluruh pengambilan data yang telah dilakukan diambil dua kali dalam setiap pengujian dengan variasi sudu impeller yang berbeda-beda. Hal ini bertujuan agar data yang diperoleh mendekati data yang valid. Pengambilan data-data dilakukan pada penelitian dengan memakai alat uji yang telah dirancang dan dibuat.

### 3.6 Jadwal Kegiatan

Untuk mengefesienkan waktu penyelesaian tugas sarjana ini, penulis membuat jadwal kegiatan sebagai berikut :

Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan

No	Kegiatan	Waktu																			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Pengajuan judul	■																			
2	Survey dan studi pustaka			■																	
3	Seminar proposal					■															
4	Persiapan peralatan dan bahan					■															
5	penelitian							■													
6	Penyusunan TA									■											
7	Seminar hasil														■						
8	Persiapan TA															■					
9	Sidang																■				
10	Penyempurnaan																	■			

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengambilan data, hasil perhitungan data dan analisa grafik pompa sentrifugal dapat disimpulkan bahwa dengan penambahan sudu impeller pada pompa sentrifugal dapat meningkatkan performance pompa sentrifugal.

Dengan melakukan modifikasi di dapat karekteristik yang berbeda pada pompa sentrifugal sebelumnya, sesudah pengurangan dan penambahan sudu impeller. Meskipun bentuk kurva memiliki teren yang sama dari hasil percobaan dan hasil perhitungan, namun memiliki pembesaran nilai pada penambahan sudu impeller dan pengurangan nilai pada pengurangan sudu impeller pompa sentrifuga.

#### 5.2 Saran

Adapun saran dari penulis pada tugas sarjana ini adalah:

1. Untuk penelitian selanjutnya variasikan sudut sudu impeller tanpa modifikasi dengan impeller yang di modifikasi agar memperoleh karakteristik yang berbeda.
2. Pembahasan tentang getaran yang terjadi pada pompa di bahas pada penelitian selanjutnya.
3. Teliti pada setiap pengambilan data, supaya dalam perhitungan serta pemakaian rumus dalam analisa perencanaan terhadap literatur tidak

## DAFTAR PUSTAKA

- 1) Sularso, Suga Kyokasu, *Elemen Mesin IX, PT.Pramita*, Jakarta, 1997.
- 2) Fritz Diesel, *Turbin, Pompa dan Kompresor*, cetakan kedua, (terjemahan oleh Dakso Sriyono), Penerbit Erlangga Jakarta, 1990.
- 3) Hendradji, Bianchi L, W.Bustraan, *Pompa*, Pustaka Beta, Kebayoran Baru, Jakarta, 1952.
- 4) Rao N S Govinda, *Fluid Flow Machines.*, Tata Mc Graw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi. 1986.
- 5) R.munson Bruce, F.Young,H.Okiishi Theodore, *Mekanika Fluida*, Edisi keempat Jilid 2, Second Edition, Erlangga,Jakarta, 2005.
- 6) Stephen Lazarkiewicz and AT.Troskolanski “ *IMPELLER PUMPS* “.