

## TUGAS AKHIR

# KARAKTERISTIK POMPA SENTRIFUGAL UNTUK KEBUTUHAN AIR BERSIH DI PT. (PERSERO) PELABUHAN INDONESIA I CABANG BELAWAN

Diajukan untuk melengkapi persyaratan  
ujian sarjana

Disusun Oleh:

NAMA : RANDY KURNIAWAN  
NIM : 05 813 0015



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
2010

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

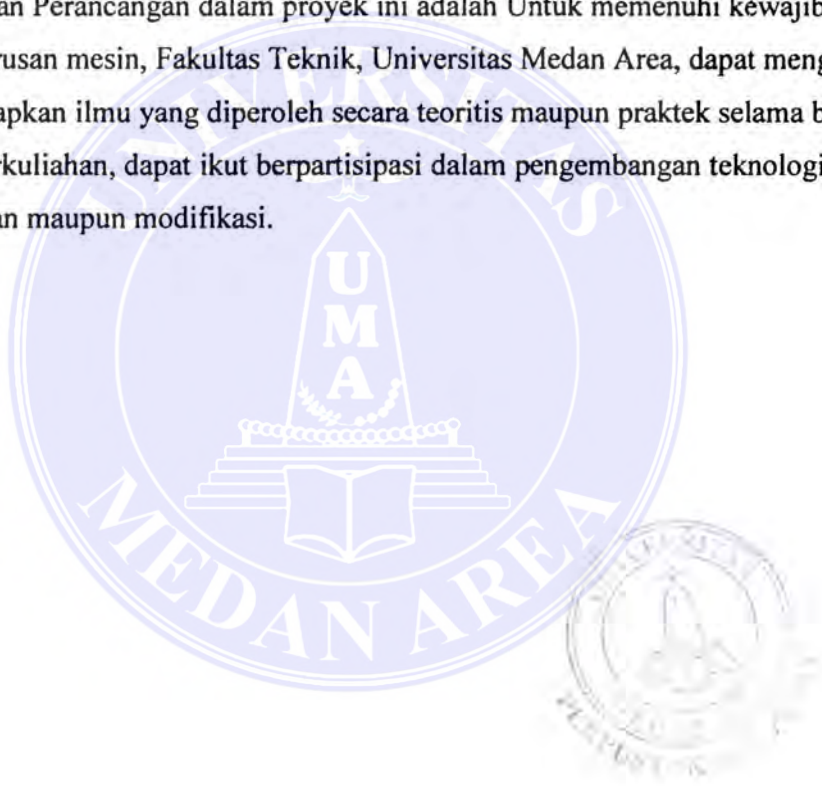
Document Accepted 26/12/23

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

## RINGKASAN

Judul Skripsi ini adalah Karakteristik Sentrafgal untuk Kebutuhan Air Bersih di PT. (Persero) Pelabuhan Indonesia I Cabang Belawan. Skripsi ini di latarbelakangi pemilihan jenis pompa yang digunakan didasarkan pada nilai ekonomis jarak fluida yang akan dipindahkan. Bertujuan sebagai alat transfortasi fluida (horizontal maupun vertikal), menaikkan tekanan dan menaikkan kecepatan. Faktor yang diperhatikan dalam pemilihan pompa adalah sifat cairan *rating (debit dan head)* yang diperlukan.

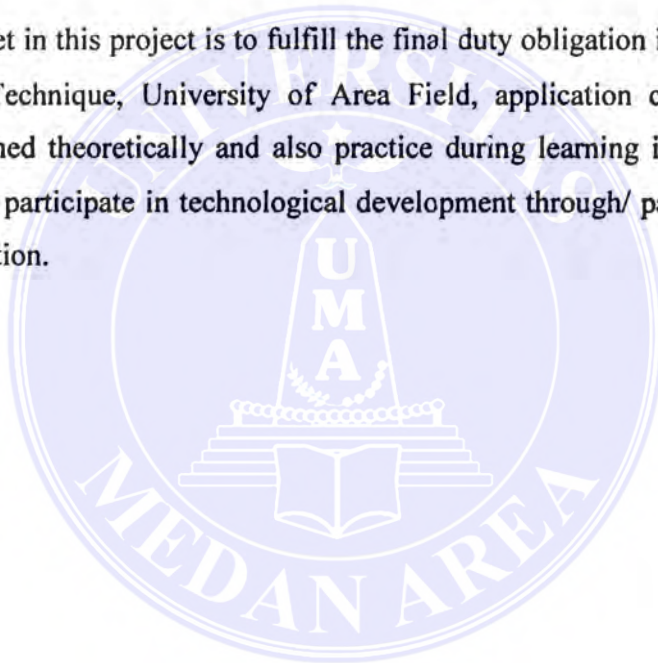
Tujuan Perancangan dalam proyek ini adalah Untuk memenuhi kewajiban tugas akhir di jurusan mesin, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area, dapat mengaplikasi dan menerapkan ilmu yang diperoleh secara teoritis maupun praktek selama belajar di bangku perkuliahan, dapat ikut berpartisipasi dalam pengembangan teknologi melalui perancangan maupun modifikasi.



## ABSTRACT

This Title Skripsi is Characteristic Sentrafgal for the Amount Of Water Required Of Clean in PT. ( Persero) of Port of Indonesia I Branch the Belawan. This Skripsi [in] latarbelakangi of election of pump type used to be relied on a economic value apart the fluid to be removed. Aim to as a means of transfortasi fluid ( horizontal and also vertical), boosting up pressure and boost up the speed. Factor which paid attention to in election pump the nature of dilution rating ( charge and head) what needed

Scheme Target in this project is to fulfill the final duty obligation in machine majors, Faculty Of Technique, University of Area Field, application can and apply the science obtained theoretically and also practice during learning in lecturing bench, can follow to participate in technological development through/ passing scheme and also modification.



## DAFTAR ISI

### SPEKIFIKASI PERANCANGAN

	Hal
RINGKASAN .....	i
ABSTRACT .....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI .....	iv
DAFTAR SIMBOL .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xii

<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar belakang Masalah.....	1
1.2 Batasan Masalah .....	1
1.3 Tujuan Penelitian .....	1
1.4 Rumusan Masalah .....	2
1.5 Sistematika .....	2

<b>BAB II DASAR-DASAR TEORI.....</b>	<b>4</b>
2.1 Mesin-mesin Fluida.....	4
2.2 Klasifikasi Mesin-mesin Fluida .....	4
2.3 Pompa .....	4
2.4 Klasifikasi Pompa .....	5
2.4.1 Pompa Tekanan Statis .....	5
2.4.2 Pompa Tekanan Dinamis (Dynamic Pump).....	6
2.4.3 Klarifikasi Pompa menurut Daerah Kecepatan Spesifik	8
2.4.4 Klarifikasi Pompa menurut Bentuk Rumah .....	10
2.4.5 Pompa Sentrifugal .....	11
2.4.6 Ada berapa Macam Sket Pompa Sentrifugal .....	13

<b>BAB III</b>	<b>KARAKTERISTIK POMPA .....</b>	<b>15</b>
3.1	Kapasitas Pompa .....	15
	3.1.1 Kebutuhan Air untuk Kantor.....	15
	3.1.2 Kebutuhan Air untuk Bengkel.....	15
	3.1.3 Kebutuhan Air untuk Gudang .....	16
	3.1.4 Kebutuhan Air untuk Kapal .....	16
	3.1.5 Kebutuhan Air untuk Kebutuhan Rumah Makan.....	16
3.2	Ukuran Diameter Pompa .....	17
	3.2.1 Instalasi Pipa untuk Saluran Masuk .....	17
	3.2.2 Instalasi Pipa untuk Saluran Keluar .....	19
3.3	Perhitungan Head Pompa .....	19
	3.3.1 Perhitungan Head Losses pada Pipa Isap .....	20
	3.3.2 Perhitungan Head Losses pada Pipa Tekan.....	24
3.4	Kavitasi.....	27
	3.4.1 Pengaruh Kavitasi pada Pompa .....	27
	3.4.2 Pencegah Kavitasi .....	28
3.5	Putaran Pompa.....	28
3.6	Putaran Spesifik.....	30
3.7	Efisiensi Pompa.....	31
3.8	Daya Pompa .....	31
3.9	Daya Motor Penggerak.....	32
3.10	Data Spesifikasi Hasil Perancangan Pompa.....	33
3.11	Kurva Head – Kapasitas Pompa dan Sistem .....	34
3.12	Gambar Diagram Kurva Head-Kapasitas Pompa&Sistem.	35
<b>BAB IV</b>	<b>PERHITUNGAN UKURAN-UKURAN UTAMA POMPA.....</b>	<b>40</b>
4.1	Diameter Poros.....	40
4.2	Pasak.....	42
	4.2.1 Pemeriksaan terhadap Tegangan Geser.....	43
	4.2.2 Pemeriksaan terhadap Tekanan Tumbuk .....	44

4.3	Impeller .....	45
4.3.1	Sisi Masuk Impeller .....	46
4.3.2	Sisi Keluar Impeller .....	49
4.4	Perancangan Sudu .....	54
4.4.1	Jumlah Sudu .....	54
4.4.2	Jarak Antara Sudut Impeller.....	55
4.4.3	Ketinggian Lajuan .....	55
4.4.4	Melukiskan Bentuk Sudu .....	56
4.5	Perancangan Rumah Pompa .....	59
4.5.1	Pernacangan Rumah Keong .....	60
<b>BAB V</b>	<b>GAYA-GAYA PADA POMPA DAN BANTALAN .....</b>	<b>64</b>
5.1	Gaya Aksial Akibat Tekanan Aliran Fluida .....	64
5.2	Gaya Radial Akibat Berat Impeller .....	67
5.2.1	Perhitungan Berat dari Impeller .....	68
5.2.2	Perhitungan Berat Sudut Impeller .....	69
5.3	Gaya Radial Akibat Berat dari Poros .....	71
5.4	Menentukan Beban Equivalent Dinamis pada Bantalan .....	75
<b>BAB VI</b>	<b>WEARING RING DAN PAKING .....</b>	<b>78</b>
6.1	Wearing Ring .....	78
6.2	Paking.....	79
<b>BAB VII</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>80</b>
	<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>85</b>

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pompa dalam industri biasanya digunakan untuk transportasi fluida, dimana kerja dari pompa tersebut tergantung dari sifat dan jenis fluida. Pemilihan jenis pompa yang digunakan didasarkan pada nilai ekonomis jarak fluida yang akan dipindahkan.

### 1.2. Batasan Masalah

Pompa adalah alat untuk memberikan energi mekanis kepada cairan. Pada pompa, densitas fluida konstan dan besar. Pompa ini bertujuan sebagai alat transportasi fluida (horizontal maupun vertikal), menaikkan tekanan dan menaikkan kecepatan. Faktor yang diperhatikan dalam pemilihan pompa adalah sifat cairan *rating (debit dan head)* yang diperlukan.

Pada pompa sentrifugal energi mekanik pada pompa sentrifugal zat cair ditinggalkan dengan aksi sentrifugal. Cairan terlempar tetap stabil akibat gaya sentrifugal. Zat cair yang masuk melalui sambungan isap yang *konsentrik* dengan sumbu suatu elemen putar berkecepatan tinggi yang disebut *impeler (impeller)*, sehingga memiliki gaya kinetis yang tinggi. Kelemahan utama pompa *centrifugal* ini terletak pada terbatasnya tekanan pengembus (*delivery pressure*) serta tidak mampu memancing sendiri. Untuk itu digunakan *multingkat* yang biasanya bersumbu sama serta digerakkan oleh motor.

### 1.3. Tujuan Penelitian

Adapun Tujuan Penelitian ini adalah :

1. Untuk memenuhi kewajiban tugas akhir di jurusan mesin, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area.

2. Dapat mengaplikasi dan menerapkan ilmu yang diperoleh secara teoritis maupun praktek selama belajar di bangku perkuliahan
3. Dapat ikut berpartisipasi dalam pengembangan teknologi melalui perancangan maupun modifikasi.

#### 1.4. Rumusan Masalah

Salah satu kebutuhan air pada pelabuhan paling banyak dilakukan oleh masyarakat sebagai sumber air bersih terutama di daerah dataran rendah dan perkotaan, karena air permukaan tidak selalu tersedia.

PT. (Persero) PELABUHAN INDONESIA I Cabang Belawan yang terletak ditepi laut bebas, banyak menggunakan air bersih untuk kebutuhan sehari-hari. Untuk memenuhi kebutuhan ini, sumber air di dapat dari air bawah tanah yang diangkat keatas oleh pompa sumur dalam. Air yang diangkat oleh pompa sumur dalam terlebih dahulu disalurkan dalam bak (*Erase*) dan selanjutnya diangkat oleh pompa *transfer* ke sistem *filterisasi* dan diteruskan *treatment system* ke bak penampung (*Reservoir*) melalui pipa-pipa. Air dari bak penampungan akan didistribusikan oleh pompa yang lain ke gedung-gedung perkantoran, rumah-rumah makan, untuk kebutuhan kapal dan tempat-tempat lain yang membutuhkan air.

#### 1.5. Sistematika

Dalam tugas akhir sistematika penulisan sebagai berikut :

##### BAB I Pendahuluan

Berisikan tentang latar belakang, batasan masalah

##### BAB II Dasar-dasar Teori

Berisikan tentang mesin-mesin fluida, klarifikasi mesin, pompa dan klarifikasinya.

##### BAB III Karakteristik Pompa

Berisikan tentang kapasitas pompa, ukuran pompa, ukuran diameter pompa, kapasitas, perhitungan Head pompa, putaran pimpa, dll



#### **BAB IV Perhitungan Ukuran-ukuran Utama Pompa**

Berisikan tentang diameter pompa, pasak, impeller, perancangan sudut, dan perancangan rumah pompa

#### **BAB V Gaya-gaya pada pompa dan bantalan**

Berisikan tentang gaya aksial akibat tekanan aliran fluida dan gaya radial akibat berat impeller



## BAB II

### DASAR-DASAR TEORI

#### 2.1. Mesin-Mesin Fluida

Definisi fluida adalah zat-zat yang mampu mengalir dan menyesuaikan diri dengan bentuk tempatnya. Fluida berupa cairan (*liquid*), gas (*gases*) dan uap (*steam*).

Mesin fluida adalah mesin yang dapat merubah energi mekanik dari poros menjadi energi fluida apakah itu dalam bentuk energi potensial, kinetik ataupun energi tekan. Mesin fluida dapat juga berfungsi sebaliknya.

#### 2.2. Klasifikasi Mesin-Mesin Fluida.

Berdasarkan fungsinya, mesin-mesin fluida dapat di bagi dua yaitu:

##### 1. Mesin Kerja

Mesin kerja adalah mesin fluida yang berfungsi untuk mengubah energi mekanik menjadi energi fluida berupa energi tekan, potensial, kinetik dan lain-lain.

Misalnya: pompa, bloer, fan dan lain-lain.

##### 2. Mesin Tenaga

Mesin tenaga adalah mesin yang berfungsi untuk mengubah energi fluida menjadi energi mekanik. Misalnya: kincir air, turbin air, kincir angin, dan lain-lain.

#### 2.3. Pompa

Pompa adalah salah satu mesin fluida yang bersifat mesin kerja, dimana pompa berfungsi untuk:

- Memindahkan fluida dari tempat rendah ke tempat tinggi.
- Atau sebaliknya memindahkan fluida dari tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah dalam jarak pemindahan yang cukup jauh sebagai mengatasi ketahanan cairan.

- o Memindahkan fluida dari tekanan yang lebih rendah ke tekanan yang lebih tinggi.

## 2.4. Kiasifikasi Pompa

Dalam memilih sebuah pompa untuk maksud tertentu, terlebih dahulu harus diketahui kapasitas aliran dan head yang diperlukan untuk mengangkat dan mengalirkan fluida.

Pompa diklasifikasikan berdasarkan fungsinya, bagian-bagian pembentuknya, fluida yang dapat diperlakukannya dan tergantung pada kondisi ruangan. Berdasarkan hal-hal diatas pompa diklasifikasikan menjadi 2 bagian utama yaitu:

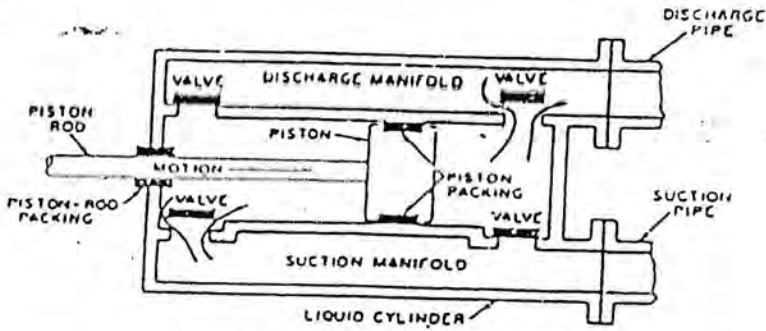
### 2.4.1. Pompa Tekanan Statis

Pompa ini disebut juga dengan "*Positive Displacement Pump*" dimana head yang terjadi adalah akibat tekanan yang diberikan terhadap fluida, dengan cara energi mekanik yang diberikan kepada tekanan untuk menekan fluida secara langsung. Pompa ini tidak mempunyai kapasitas yang konstan sehingga mengakibatkan getaran yang relatif besar dan biasa dipakai untuk kapasitas kecil dan head yang tinggi.

Adapun jenis pompa yang termasuk dalam golongan ini adalah:

#### 2.4.1.1. Pompa Torak (Reciprocating Pump)

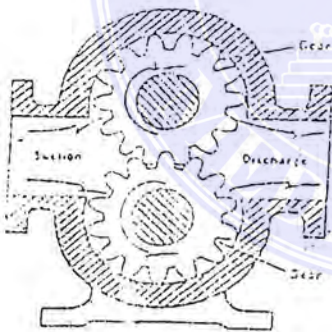
Pompa ini mempunyai bagian utama berupa torak yang bergerak bolak-balik didalam silinder yang dilengkapi dengan katup untuk dapat mengalirkan fluida secara kontinue ke suatu arah. Fluida yang bertekanan rendah diisap melalui katup isap kedalam ruangan silinder dan kemudian ditekan oleh torak sehingga tekanannya naik dan sanggup mengeluarkan fluida keluar melalui katup tekan.



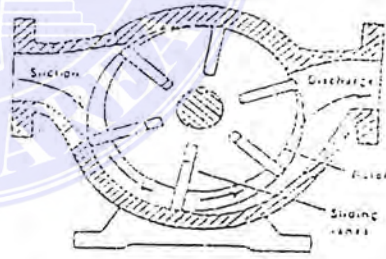
Gambar 2.1. Pompa Torak

#### 2.4.1.2 Pompa Putar (Rotary Pump)

Konstruksi dari pompa ini adalah rotor yang berputar dalam rumah pompa. Rotor ini akan mengisap fluida melalui katup isap kemudian dikurung dalam ruangan antara rotor dan rumah, sehingga fluida tersebut tertekan kesisi tekan dengan gerakan rotasi yang menyebabkan fluida mengalir keluar melalui sisi tekan.



Gambar 2.2. Pompa roda gigi



Gambar 2.3. Pompa sudu

#### 2.4.2. Pompa Tekanan Dinamis (Dynamic Pump)

Pompa tekanan dinamis terdiri dari poros, sudu-sudu (*impeller*), rumah spiral (*volute*) dan alat pemercik (*nosel*). Energi mekanik diberikan pada poros untuk memutar impeller, maka fluida yang ada didalam impeller juga ikut berputar. Karena timbulnya gaya sentrifugal maka fluida mengalir dari tengah impeller melalui saluran diantara sudu-sudu, disini head kecepatannya bertambah

UNIVERSITAS MEDAN AREA  
tinggi karena mengalami percepatan.

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 26/12/23

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

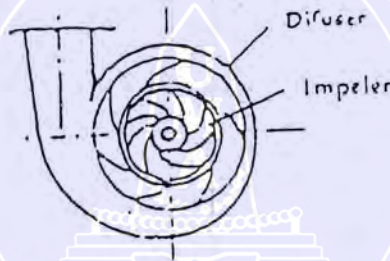
Access From (repository.uma.ac.id)26/12/23

Fluida yang keluar dari impeller ditampung oleh saluran yang berbentuk spiral disekeliling impeller dan keluar melalui nosel. Didalam nosel sebagian head kecepatan aliran dirubah menjadi head tekanan. Jadi impeller pompa berfungsi untuk memberikan kerja pada fluida, sehingga energi yang dikandungnya semakin besar.

Bila ditinjau dari arah aliran fluida yang mengalir melalui sudu-sudu gerak, maka pompa tekanan dinamis dapat digolongkan atas 2 bagian utama yaitu:

#### 2.4.2.1. Pompa Radial.

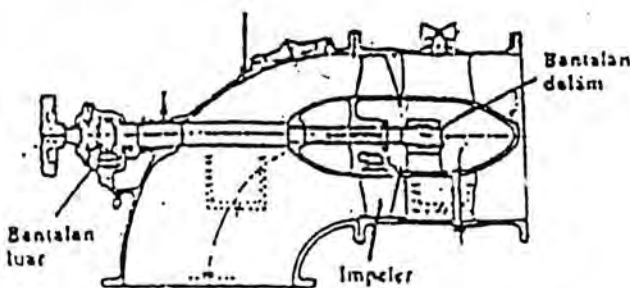
Pada pompa jenis ini, aliran fluida dalam sudut gerak terletak pada bidang yang tegak lurus pada sumbu poros dan head yang timbul diakibatkan oleh besarnya gaya sentrifugal.



Gambar 2.4. Pompa Radial

#### 2.4.2.2. Pompa Axial.

Pada pompa jenis ini aliran fluida dalam sudut gerak terletak pada bidang yang sejajar sumbu poros dan head yang timbul diakibatkan oleh besarnya gaya angkat dari sudu geraknya.



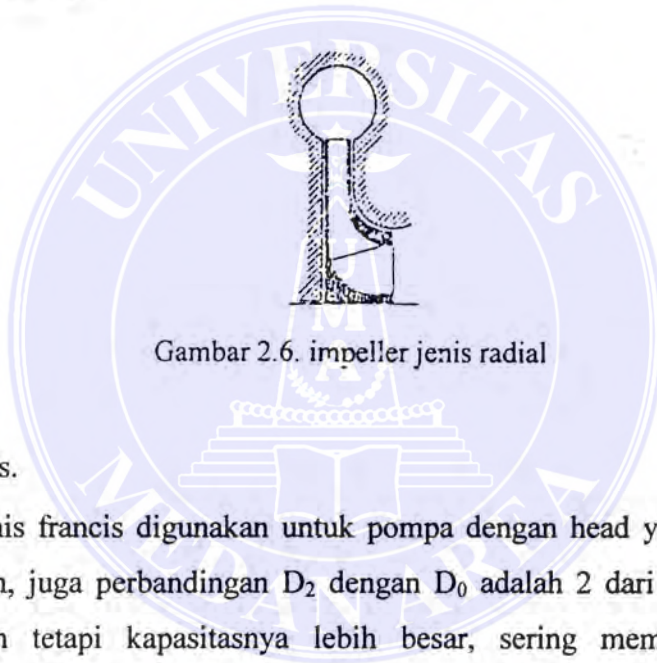
Gambar 2.5. Pompa aliran aksial

### 2.4.3. Klasifikasi Pompa Berdasarkan Daerah Kecepatan Spesifik.

Pemakaian Kecepatan spesifik adalah untuk mengklasifikasikan berbagai jenis impeller pompa. Masing-masing impeller mempunyai suatu daerah kecepatan dimana impeller dapat dioperasikan dengan baik, yaitu:

#### a. Impeller jenis Radial.

Tinggi tekanan umumnya sebagian besar disebabkan oleh gaya sentrifugal, dipakai untuk tinggi tekan ( $H$ ) = lebih dari 150 ft dan kecepatan spesifik ( $n_s$ ) = 500 sampai 300 rpm.



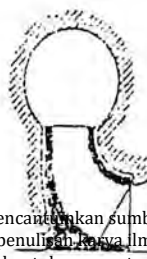
Gambar 2.6. impeller jenis radial

#### b. Jenis Francis.

Impeller jenis francis digunakan untuk pompa dengan head yang dihasilkan lebih rendah, juga perbandingan  $D_2$  dengan  $D_0$  adalah 2 dari jenis impeller radial, akan tetapi kapasitasnya lebih besar, sering memakai impeller pembuangan radial dan impeller isapan aksial. Daerah kecepatan spesifiknya ( $n_s$ ) = (1500 - 4500) rpm.

$$\frac{D_2}{D_0} = 2$$

$$n_s = (1500-4500) \text{ rpm}$$

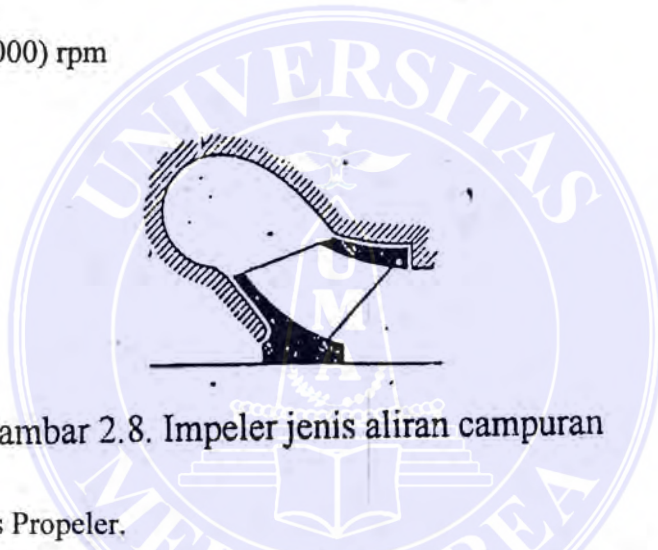


c. Impeller Jenis Mixed Flow (Aliran Campur)

Tinggi tekan yang dihasilkan pada impeller jenis ini sebagian adalah disebabkan oleh gaya sentrifugal dan sebagian lagi oleh tekanan impeller (Dorongan Sudu). Aliran buangnya sebagian radial atau sebagainya lagi aksial atau merupakan gabungan keduanya, inilah disebut impeller jenis aliran campuran. Kecepatan Spesifik ( $n_s$ ) = (4500 - 8000) rpm.

$$\frac{D_2}{D_0} = 1$$

$$n_s = (4500-8000) \text{ rpm}$$



Gambar 2.8. Impeler jenis aliran campuran

d. Impeller Jenis Propeler.

Impeller jenis ini tidak ada gaya sentrifugal yang bekerja, semua head yang timbul akibat dorongan sudut (Impeller), Aliran hampir semuanya aksial. Impeller ini hanya digunakan untuk head yang rendah tetapi kapasitasnya besar. Daerah tinggi tekan ( $H$ ) = (30 - 40) dan daerah kecepatan spesifik ( $n_s$ ) = diatas 8000 rpm.

Dimana :

$$H=(30-40)\text{feet}$$

$N_s=8000$  rpm atau lebih untuk pemompaan yang besar



UNIVERSITAS MEDAN AREA

© 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

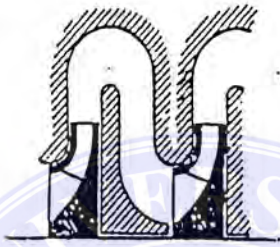
Document Accepted 26/12/23

Gambar 2.9 Impeler Jenis Ploneler

Access From (repository.uma.ac.id)26/12/23

e. Pompa Tingkat Banyak.

Bila tinggi tekan yang harus dihasilkan menjadi besar untuk impeller 1 tingkat beberapa impeller dipasangkan 1 poros secara seri. Impeller yang dipakai adalah jenis radial, karena menghasilkan tinggi tekan yang besar dibandingkan jenis impeller lain.



Gambar 2.10. Pompa bertingkat banyak

f. Impeller Isap Ganda.

Bila jumlah yang lebih besar harus dipompakan, impeller isapan ganda dapat dipakai.



Gambar 2.11. Impeler isapan ganda

Daerah tinggi tekan dan kecepatan spesifik kira-kira sama dengan isapan tunggal. Mempunyai keuntungan yaitu dalam hal keseimbangan hidraulisnya, yakni gaya-gaya aksial saling berlawanan dan saling menghilangkan.

#### 2.4.4. Klasifikasi pompa menurut bentuk rumah.

a. Pompa Volut.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

Pompa Volut adalah sebuah pompa sentrifugal, dimana zat cair impeller

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 26/12/23

secara langsung dibawah kerumah volut.

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)26/12/23



Pompa Volut adalah sebuah pompa sentrifugal, dimana zat cair impeller secara langsung dibawa kerumah volut.

b. Pompa Diffuser.

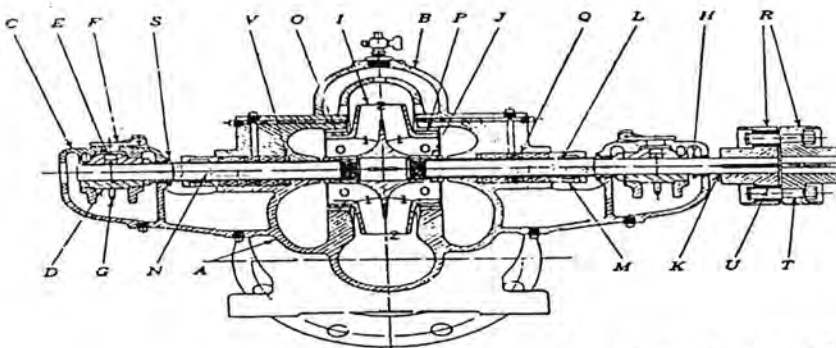
Pompa Diffuser adalah Pompa sentrifugal yang dilengkapi dengan sudu diffuser pada keliling luar impellernya, karena sudu-sudu diffuser disamping memperbaiki efisiensi pompa juga menambah kokoh rumah. Konstruksi ini sering dipakai pada pompa besar dengan head yang tinggi. Pompa ini juga sering dipakai sebagai pompa bertingkat banyak karena aliran 1 tingkat ke tingkat lainnya dapat dilakukan tanpa menggunakan rumah volut.

c. Pompa Aliran Campur Jenis Volut.

Pompa ini mempunyai impeller jenis aliran campur dan sebuah rumah volut. Disini tidak digunakan sudu-sudu diffuser melainkan dipakai saluran yang lebar untuk mengalirkan zat cair. Pompa ini tidak mudah tersumbat sehingga cocok untuk air limbah.

2.4.5. Pompa Sentrifugal.

Pompa sentrifugal mempunyai impeller (sudu-sudu) untuk mengangkat zat cair dari tempat yang lebih rendah ketempat yang lebih tinggi. Daya dari luar diberikan kepada poros pompa untuk memutar impeller didalam zat cair yang ada didalam impeller oleh dorongan sudu-sudu ikut berputar.



Courtesy Dayton-Dowd Co.

- |                          |  |
|--------------------------|--|
| A Rumah bagian bawah     | L Selongsong poros                         |
| B Rumah bagian atas      | M Paruhan gland                            |
| C Tutup rumah bantalan   | N Baut-baut gland                          |
| D Bantalan paruhan bawah | O Cincin penahan aus rumah pompa           |
| E Bantalan paruhan atas  | P Cincin penahan aus impeller              |
| F Tutup lubang minyak    | Q Cincin lantera                           |
| G Cincin minyak          | R Paruhan kopling                          |
| H Pelindung minyak       | S Kelepak (collar) dorong dan pelempar air |
| I Impeller               | T Pena-pena dan mur-mur kopling            |
| J Bus impeller           | U Bus (bush) kopling                       |
| K Poros                  | V Kotak paking bagian bawah                |

Gambar 2.12. Penampang pompa sentrifugal satu tingkat

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

Karena timbul gaya sentrifugal maka zat cair mengalir dari tengah impeller keluar melalui saluran diantara sudu-sudu. Disini head tekanan air menjadi lebih tinggi. Demikian head kecepatannya bertambah besar karena zat cair mengalami percepatan. Zat cair yang keluar dari impeller ditampung oleh saluran yang berbentuk spilar (volut) dikelilingi impeller dan disalurkan keluar pompa melalui nosel. Didalam nosel ini sebagian head kecepatan aliran diubah menjadi head tekanan. Sebagaimana kita ketahui pompa sentrifugal mengubah energi mekanik poros menjadi energi fluida. Energi fluida inilah yang mengakibatkan pertambahan head tekanan, head kecepatan, dan head potensial pada zat cair yang mengalir secara kontiniu.

Dasar-dasar perbedaan antara pompa sentrifugal dengan pompa torak:

- Pompa sentrifugal:
  - a. Aliran mengalir secara kontiniu
  - b. Perawatan lebih mudah
  - c. Dapat beroperasi pada putaran tinggi dan dikopel dengan motor penggerak
  - d. Konstruksi ringan dan sederhana
  - e. Getaran lebih kecil
  - f. Dapat digunakan pada kapasitas kecil, sedang dan besar dengan head yang lebih kecil dan sedang.
- Pompa Torak
  - a. Aliran mengalir tidak kontiniu
  - b. Pada kapasitas yang sama membutuhkan ruangan yang lebih besar
  - c. Biaya pemeliharaan yang lebih mahal
  - d. Instalasi lebih rumit
  - e. Beroperasi pada putaran rendah, dikopel dengan perantaraan sabuk atau roda gigi terhadap poros penggerak
  - f. Getaran lebih besar
  - g. Konstruksi lebih berat dan rumit

UNIVERSITAS MEDAN AREA  
 PENERBITAN JURNAL KAPASITAS KECIL DENGAN HEAD YANG TINGGI

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 26/12/23

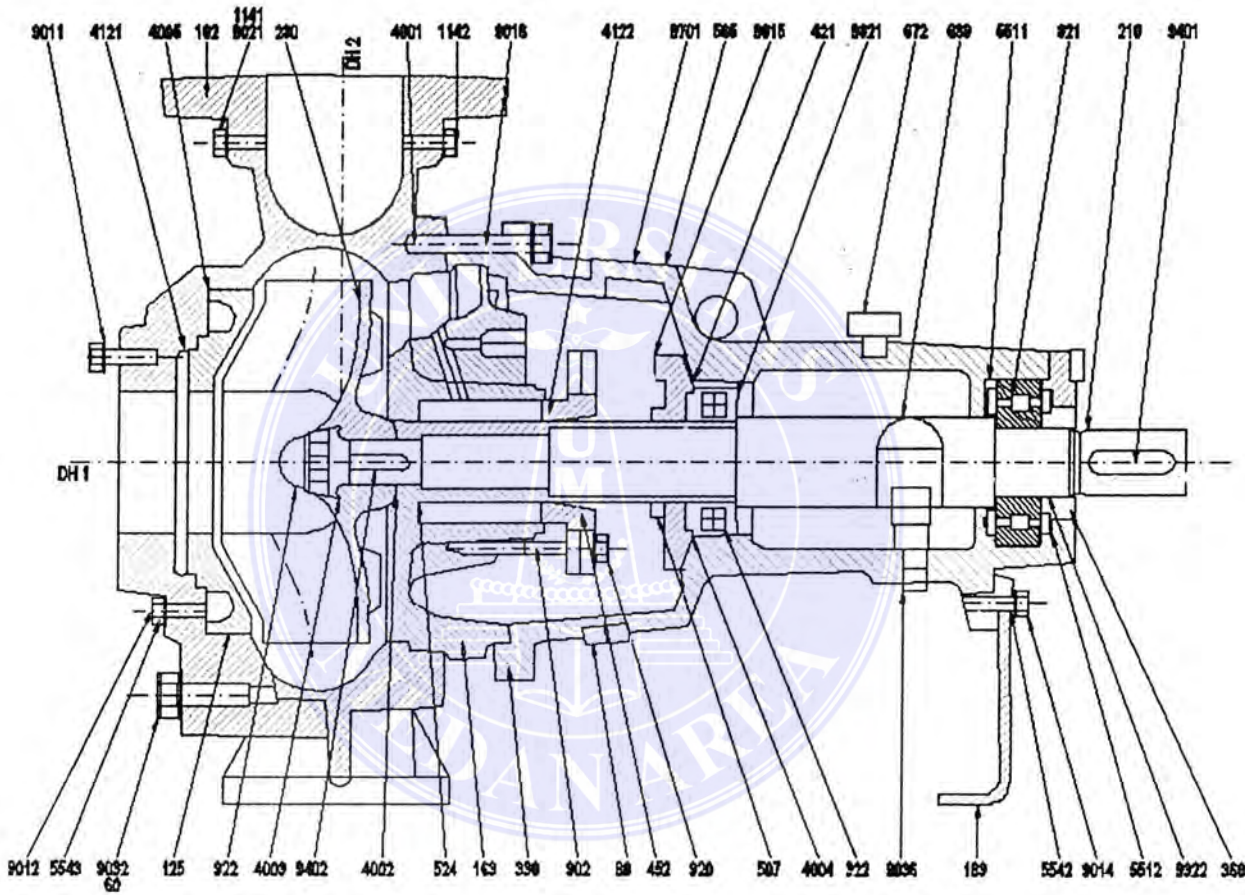
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

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

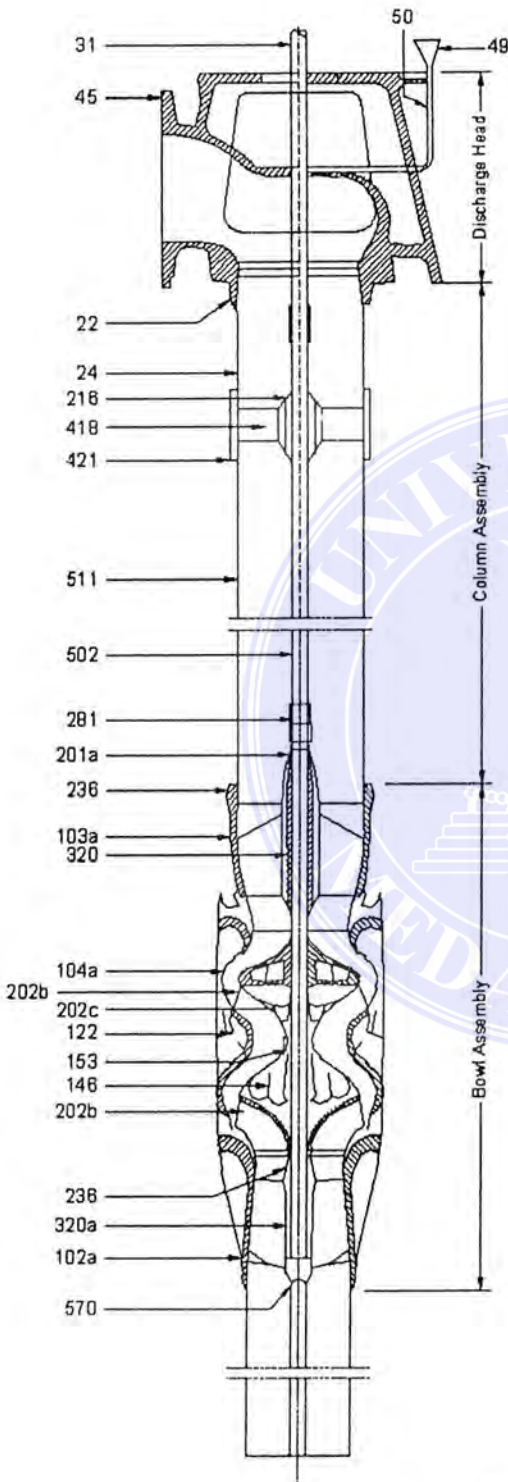
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area  
 Access From (repository.uma.ac.id)26/12/23

### 2.4.6. Ada berapa macam sket pompa sentrifugal

#### a. Contrifugal Horizontal Position



**b. Centrifugal Vertikal Position**



**Part no. Part designation**

**Discharge Head**

- 33 Stuffing box Housing
- 36 Stuffing Box Gland
- 37 Grease nipple
- 39 Gland packing
- 42 bearing –cum –seal cage
- 45 Necked plug
- 49 Prelubrication funnel
- 50 Prelubrication piping

**Column Assembly**

- 31 Top Shaft
- 22 Top Flange 3)
- O-ring 4)
- 24 Flanged Top Pipe 4)
- Top pipe 3)
- 216 Shaft protecting sleeve
- 418 Ruber Line Bearing
- 421 Bearing spider 4)
- Bearing socket 3)
- 511 Flanged column pipe 4)
- Column pipe 3)
- 502 Column shaft
- Threaded coupling
- 25 O-ring

**Bowl Assembly**

- 201a Pump shaft
- 236 Sard guard
- 103a Discharge bowl
- 320 Bearing sleeve (discharge bowl)
- 104a Intermediate bowl
- 202b Impeller
- 202c Clamping sleeve
- 122 Wearing ring
- 153 Bowl sleeve 1)
- 146 Bronze or Rubber bearing2)
- 320a Bearing sleeve (suction piece)
- 102a Suction piece
- 570 Plug

**Note :**

1. Bowl sleeve are not provided in B6 and B7 pumps
2. Pump types B6'B7, B8 and B10 are normally supplied with bronze bearing, However on special demand rubber bearing can be provided at extra cost
3. acc. Fig. 1

## BAB III

### KARAKTERISTIK POMPA

#### 3.1. Kapasitas Pompa

Pada pompa, yang pertama sekali harus diketahui adalah kapasitas pompa. Kapasitas pompa ditentukan berdasarkan banyaknya air yang dapat ditampung oleh bak penampung (*reservoir*), dimana kapasitas daya tampung 1000 ton. Maka dalam hal ini sesuai survey yang diperoleh dilapangan kebutuhan air yang digunakan untuk PT. (Persero) PELABUHAN INDONESIA I Cabang BELAWAN berdasarkan pada :

- a. Kebutuhan air untuk kantor
- b. Kebutuhan air untuk bengkel
- c. Kebutuhan air untuk gudang
- d. Kebutuhan air untuk kapal
- e. Kebutuhan air untuk Rumah-rumah makan

##### 3.1.1. Kebutuhan Air Untuk Kantor

Dari hasil survey, diperoleh jumlah Staf dan Karyawan yang berada dikantor Sebanyak 75 orang. Diperlukan kebutuhan air untuk Staf dan Karyawan kantor sebanyak 75 liter/hari. Maka kebutuhan air untuk Staf dan Karyawan kantor setiap

harinya ( $Q_1$ ) adalah :

$$\begin{aligned} Q_1 &= 75 \text{ orang} \times 75 \text{ liter/orang} \\ &= 5625 \text{ liter} \\ &= 5.625 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

##### 3.1.2. Kebutuhan Air Untuk Bengkel

Dari hasil survey, diperoleh jumlah Staf dan Karyawan yang berada dibengkel sebanyak 200 orang. Diperlukan kebutuhan air untuk Staf dan Karyawan kantor sebanyak 80 liter/orang/hari.

Maka kebutuhan air untuk bengkel setiap harinya ( $Q$ ) adalah :

$$\begin{aligned} Q_2 &= 200 \text{ orang} \times 80 \text{ liter/orang} \\ &= 16000 \text{ liter} \\ &= 16 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

### 3.1.3. Kebutuhan Air Untuk Gudang

Dari hasil survey dilapangan terdapat 4 gudang. Dari 4 gudang mempunyai karyawan sebanyak 500 orang. Kebutuhan air untuk keperluan gudang sebanyak 65 liter/orang/hari. Maka kebutuhan air yang diperlukan untuk gudang setiap harinya ( $Q_3$ ) adalah :

$$\begin{aligned} Q_3 &= 500 \text{ orang} \times 65 \text{ liter/orang} \\ &= 32500 \text{ liter} \\ &= 32.5 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

### 3.1.4. Kebutuhan Air Untuk Kapal

Dari hasil survey dilapangan, jumlah kapal yang masuk pada PT. (Persero) PELABUHAN INDONESIA I Cabang BELAWAN tidak pasti. Rata-rata ada 2 kapal yang melakukan bongkar muat peti kemas setiap harinya. Permintaan air bersih yang diperlukan setiap kapalnya antara 50 - 200 ton/kapal. Direncanakan kebutuhan air bersih untuk setiap kapal = 100 ton/jam. Maka kebutuhan air bersih yang diperlukan kapal setiap harinya ( $Q_4$ ) adalah :

$$\begin{aligned} Q_4 &= 2 \text{ kapal} \times 300 \text{ ton/kapal} \\ &= 600 \text{ ton} \\ &= 600 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

### 3.1.5. Kebutuhan Air Bersih Untuk Kebutuhan Rumah Makan

Dari hasil survey dilapangan terdapat 12 rumah makan. Dari tiap rumah makan terdapat 4 orang penghuni tetap sebagai penyedia makanan dan pelayan rumah makan. Rata-rata ada 500 karyawan dan tamu yang datang untuk makan dan minum disana setiap harinya. Kebutuhan air untuk penghuni tetap sebanyak 100

liter/orang/hari, sedangkan banyaknya air yang diperlukan karyawan dan tamu adalah sebanyak 15 liter/orang/hari. Maka banyaknya air yang dibutuhkan untuk 12 rumah maka setiap harinya ( $Q_5$ ) adalah :

$$\begin{aligned} Q_5 &= (12 \times 4 \text{ orang} \times 100 \text{ l/orang}) + (500 \text{ orang} \times 15 \text{ l/orang}) \\ &= (4800 + 7500) \text{ liter} \\ &= 12300 \text{ liter} \\ &= 12.3 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Maka kebutuhan air yang diperlukan di PT. (Persero) PELABUHAN INDONESIA I Cabang BELAWAN keseluruhan ( $Q_t$ ) adalah :

$$\begin{aligned} Q_t &= Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 \\ &= (5.625 + 16 + 32.5 + 600 + 12.3) \text{ m}^3 / \text{hari} \\ &= 666.425 \text{ m}^3 / \text{hari} \\ &= 0.0077 \text{ m}^3 / \text{det} \end{aligned}$$

## 3.2. Ukuran Diameter Pompa

### 3.2.1. Instalasi Pipa Untuk Saluran Masuk (suction pipe line), yaitu;

Panjang pipa saluran masuk ( $L_s$ ) seperti pada gambar 3.1 = 3,5 m Ukuran diameter pipa dapat diketahui melalui persamaan kontinuitas, yaitu:

$$\begin{aligned} Q &= V_1 \times A \\ &= V_1 \times \frac{1}{4} \times \pi \times d_1^2 \end{aligned}$$

Dimana  $Q$  = Kapasitas yang dihasilkan pompa

$V_1$  = Kecepatan rata-rata aliran masuk

Besarnya = (1.2 – 5.5) m/det (lit 1, hal 90)

Harganya diambil sebesar = 3 m/det

$d_1$  = Diameter pipa saluran masuk

$$\text{maka } d_1^2 = \frac{4 \times Q}{V_1 \times \pi}$$

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 26/12/23

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)26/12/23

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \times Q}{V_1 \times \pi}}$$

$$= \sqrt{\frac{4 \times 0.007 \text{ m}^3/\text{det}}{3 \text{ m/det} \times 3.14}}$$

$$= 0.0572 \text{ m}$$

$$= 0.025 \text{ in}$$

Untuk diameter pipa harus disesuaikan dengan ukuran standart yang ada dipasaran.

Ukuran diameter pipa standart = 2.5 in

Spesifikasi ukuran pipa standart (lampiran 2) berdasarkan data-data diatas adalah :

- diameter nominal	= 25 in	= 2.5 x 25.4 mm	= 63.5 mm
- diameter luar	= 2.875 in	= 2.875 x 25.4 mm	= 73.02 mm
- diameter dalam (ds)	= 2.469 in	= 2.469 x 25.4 mm	= 62.71 mm
- ketebalan pipa	= 0.203 in	= 0.203 x 25.4 mm	= 5.16 mm

Maka kecepatan rata-rata aliran masuk ( $V_s$ ) yang sebenarnya adalah :

$$\begin{aligned} V_s &= \frac{4 \times Q}{\pi \times ds^2} \\ &= \frac{4 \times 0.0077 \text{ m}^3/\text{det}}{3.14 \times (0.0627 \text{ m})^2} \\ &= 2.5 \text{ m/det} \end{aligned}$$



### 3.2.2. Instalasi Pipa Untuk Saluran Keluar (Discharge Pipe Line)

Panjang pipa saluran keluar ( $L_d$ ) seperti pada gambar 3.1 = 13 m. Ukuran diameter pipa saluran keluar ( $d_2$ ) dihitung juga menurut persamaan kontinuitas, yaitu:

$$d_2 = \sqrt{\frac{4 \times Q}{V_2 \times \pi}}$$

Dimana  $V_2$  = kecepatan rata-rata aliran keluar. Besarnya (2 – 3) m/det, diambil harganya sebesar 3 m/det

$$\begin{aligned} \text{Maka } d_2 &= \sqrt{\frac{4 \times 0.0077 \text{ m}^3/\text{det}}{3 \text{ m/det} \times 3.14}} \\ &= 0.0572 \text{ m} \\ &= 2.25 \text{ in} \end{aligned}$$

Ukuran diameter pipa yang standart dipasaran adalah 2.5 in. berarti diameter pipa tekan ( $d_d$ ) = diameter pipa isap ( $d_s$ ) berarti spesifikasi ukuran pipa tekan sama seperti yang telah diuraikan seperti pada spesifikasi ukuran pada pipa isap sebelumnya. Hubungannya, kecepatan aliran keluar sebenarnya ( $V_d$ ) = kecepatan aliran masuk sebenarnya ( $V_s$ ) = 2.5 m/det

### 3.3. Perhitungan Head Pompa.

Pengertian head pompa adalah kemampuan pompa untuk memberikan kerja mekanik per satuan untuk memindahkan fluida.

Head total pompa ( $H_p$ ) dihitung menurut persamaan :

$$H_p = \frac{\Delta P}{\gamma} + \frac{\Delta V^2}{2 \times g} + \Delta = \quad + h_j$$

Dimana :

$\frac{\Delta P}{\gamma}$  = Perbedaan head tekanan antara bak penyaring dengan bak penjernih.

$\frac{\Delta V^2}{2 \times g}$  = Perbedaan tinggi tekan kecepatan antara kecepatan aliran isap dengan kecepatan aliran tekan.

$\Delta$  = Head statis total yaitu perbedaan tinggi muka air disisi keluar dan disisi isap

Hj = Kerugian-kerugian tinggi tekanan yang terjadi disepanjang pipa.

$$\frac{\Delta P}{\gamma} = 0$$

$$\frac{\Delta V^2}{2 \times g} = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2 \times g} = \frac{\{(2.5)^2 - (2.5)^2\} \text{ m}^2/\text{det}^2}{2 \times g} = 0$$

$$\begin{aligned} \Delta_z &= (4000 - 2300) \text{ mm} && \text{(Sesuai dengan gambar 3.1)} \\ &= 1700 \text{ mm} \\ &= 1.7 \text{ m} \end{aligned}$$

Hj = (head losses) yang terjadi disepanjang instalasi pipa.

### 3.3.1. Perhitungan Head Losses Pada Pipa Isap

a. Head losses akibat gesekan fluida yang mengalir dalam pipa ( $h_{jg}$ )

$$h_{jg} = K_g \times \frac{L_s}{d_s} \times \frac{V_s^2}{d_s}$$

dimana  $K_g$  = koefisien kerugian akibat gesekan

dimana  $K_g$  = koefisien kerugian akibat gesekan  
 $L_s$  = panjang pipa isap  
 $d_s$  = diameter dalam pipa isap  
 $V_s$  = kecepatan rata-rata aliran masuk  
 $g$  = gaya gravitasi bumi

Untuk mengetahui koefisien kerugian gesek ( $K_g$ ) terlebih dahulu harus diketahui bilangan Reynolds ( $Re$ ). untuk mengetahui sifat dari aliran, menurut persamaan

$$Re = \frac{V_s d_s}{\nu}$$

Dimana  $\nu$  = Viskositas (kekentalan kinematis air pada suhu 25<sup>0</sup> C  
 Besarnya = 0,897 x 10<sup>-6</sup> m<sup>2</sup>/det

Maka :

$$Re = \frac{2.5 \text{ m/det} \times 0.0627 \text{ m}}{0.897 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{det}}$$

$$= 173690$$

$$= 1.74 \times 10^5$$

Berarti aliran dalam pipa aliran turbulen, dimana :

- Pada  $Re < 2300$  : aliran bersifat laminar
- Pada  $Re > 4000$  : aliran bersifat turbulen
- Pada  $Re$  antara 2300- 4000 : aliran bersifat transisi

Bahan pipa isap diambil dari baja tempa dagangan (commercial stel )

Kekasaran pipa ( $\epsilon$ ) = 0.046 mm (lampiran 4 ), sehingga diperoleh kekasaran relatif :

$$\epsilon = 0.046 \text{ mm}$$

$$d_s = 62.7 \text{ mm}$$

$$= 0.00073$$

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 26/12/23

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)26/12/23

Dengan menggunakan diagram Moody, koefisien gesek diketahui harganya menurut diagram pada lampiran 4 sebesar 0,0185

Maka :

$$h_{fg} = 0,0185 \times \frac{3,5 \text{ m}}{0,0627\text{m}} \times \frac{(2,5 \text{ m/det})^2}{2 \times 9,81 \text{ m/det}^2}$$

$$= 0,33 \text{ m}$$

### b. Head Losses Akibat Adanya Saringan ( $h_{is}$ )

$$h_{is} = K_s \times \frac{V_s^2}{2 \times g}$$

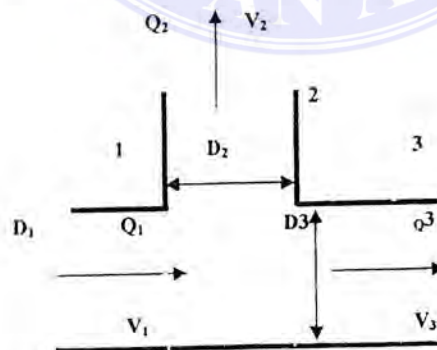
dimana :  $K_s$  = koefisien kerugian akibat saringan = 1,5 ( lampiran 5 )

Maka :

$$H_{je} = 1,9 \times \frac{(2,5 \text{ m/det})^2}{2 \times 9,81 \text{ m/det}^2}$$

$$= 0,61 \text{ m}$$

### c. Head Losses Akibat Percabangan Aliran Dalam Pipa ( $h_f$ )



Gambar 3.2. percabangan aliran dalam pipa

$$h_{c\ 1-3} = f_1 \times \frac{V_1^2}{2 \times g}$$

$$h_{c\ 1-2} = f_2 \times \frac{V_1^2}{2 \times g}$$

$h_{f\ 1-3}$  = kerugian head cabang 1 ke 3

$h_{f\ 1-2}$  = kerugian head cabang 1 ke 2  
= 2.5 m/det

$f_1, f_2$  = koefisien kerugian

$f_1$  = 0.3

$f_2$  = 0

....(lit .2, hal 38)

Maka :

$$h_{c\ 1-3} = 0.3 \times \frac{(2.5 \text{ m/det})^2}{2 \times 9.81 \text{ m/det}^2}$$

$$= 0.096$$

$$h_{c\ 1-2} = 0 \times \frac{(2.5 \text{ m/det})^2}{2 \times 9.81 \text{ m/det}^2}$$

$$= 0$$

Maka head losses total akibat percabangan aliran ( $h_c$ ) adalah :

$$h_f = h_{c\ 1-3} = h_{c\ 1-2}$$

$$= (0.096 + 0) \text{ m}$$

$$= 0.096 \text{ m}$$

Kerugian tinggi tekan (head losses) sepanjang pipa isap ( $h_s$ )

$$H_s = h_{tg} + h_{Is} + h_{lev} + h_{le} + h_c$$

$$= (0.33 + 0.48 + 0.89 + 0.61 + 0.096) \text{ m}$$

$$= 2.41 \text{ m}$$

### 3.3.2. Perhitungan Head Losses Pada Pipa Tekan

a. Head losses akibat gesekan fluida dalam pipa ( $h_{lg}$ )

$$H_{lg} = K_g \times \frac{L}{d_d} \times \frac{V_d^2}{2 \times g}$$

dimana :  $K_g$  = Koefisien Kerugian akibat gesekan fluida.

Aliran yang mengalir pada pipa tekan adalah aliran turbulen seperti pada pipa isap. Bahan pipa tekan juga terbuat dari baja tempa dagangan (commercial steal) dengan kekasaran pipa ( $\epsilon$ ) = 0.046 mm, sehingga diperoleh kekasaran relatif :

$$\begin{aligned} \frac{\epsilon}{D} &= \frac{0.046 \text{ mm}}{62.7 \text{ mm}} \\ &= 0.00073 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan diagram moody, koefisien kerugian gesekan ( $K_g$ ) menurut lampiran 4 = 0.0185

$$\begin{aligned} \text{Maka : } h_{lg} &= 0.0185 \times \frac{13 \text{ m}}{0.0627 \text{ m}} \times \frac{(2.5 \text{ m/det})^2}{2 \times 9.81 \text{ m/det}^2} \\ &= 1.22 \text{ m} \end{aligned}$$

b. Head losses akibat gate valve ( $h_{lgv}$ )

$$H_{lgv} = K_{gv} \times \frac{V_d^2}{2 \times g}$$

Dimana  $K_{gv}$  = Koefisien kerugian pada gate valve  
= 0.2 (lampiran 5)

Maka :

$$\begin{aligned} H_{lgv} &= 0.2 \times \frac{(2.5 \text{ m/det})^2}{2 \times 9.81 \text{ m/det}^2} \\ &= 0.064 \text{ m} \end{aligned}$$

c. Head losses akibat foot valve ( $h_{fv}$ )

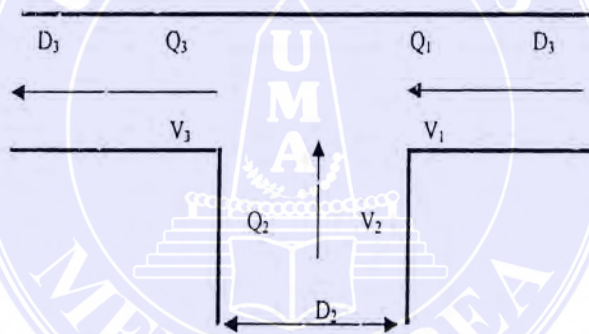
$$h_{lgv} = K_{fv} \times \frac{V_d^2}{2 \times g}$$

Dimana :

$$\begin{aligned} K_{fv} &= \text{Koefisien kerugian pada foot valve} \\ &= 1 \text{ (lampiran 5)} \end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned} H_{lgv} &= 1 \times \frac{(2.5 \text{ m/det})^2}{2 \times 9.81 \text{ m/det}^2} \\ &= 0.32 \text{ m} \end{aligned}$$

d. Head losses akibat pertemuan aliran dalam pipa ( $h_m$ )

Gambar 3.3. pertemuan aliran dalam pipa

Maka :

$$\begin{aligned} h_{m1-3} &= 1.5 \times \frac{(2.5 \text{ m/det})^2}{2 \times 9.81 \text{ m/det}^2} \\ &= 0.48 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h_{m1-2} &= 7.3 \times \frac{(2.5 \text{ m/det})^2}{2 \times 9.81 \text{ m/det}^2} \\ &= 2.33 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Maka kerugian head temu total (h}_m) &= h_{m1-3} + h_{m1-2} \\
 &= (0.48 + 2.33) \text{ m} \\
 &= 2.81 \text{ m}
 \end{aligned}$$

e. head losses akibat elbow ( $h_{le}$ )

$$h_{le} = n \times K_g \times \frac{V_d^2}{2 \times g}$$

Dimana:  $n$  = banyaknya elbow sepanjang pipa tekan  
= 4

$$\begin{aligned}
 \text{Maka : } h_{lg} &= 4 \times 1.9 \times \frac{(2.5 \text{ m/det})^2}{2 \times 9.81 \text{ m/det}^2} \\
 &= 2.42 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Total head losses sepanjang pipa tekan ( $h_d$ )

$$\begin{aligned}
 h_j &= h_{lg} + h_{jgv} + h_{lfv} + h_m + h_{le} \\
 &= (1.22 + 0.064 + 0.32 + 2.42 + 2.81) \text{ m} \\
 &= 6.83 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Head losses yang terjadi disepanjang instalasi pipa (h}_j) &= h_s + h_d \\
 &= (2.41 + 6.84) \text{ m} \\
 &= 9.25 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Head total pompa (H)} &= \frac{\Delta P}{\gamma} + \frac{\Delta V^2}{2 \times g} + \Delta z + h_j \\
 &= 0 + 0 + 1.7 \text{ m} + 9.25 \text{ m} \\
 &= 10.95 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Head pompa ( $H_p$ ) yang direncanakan lebih tinggi 10 % dari head total pompa yang diperoleh :

$$\begin{aligned}
 \text{Maka } H_p &= (10.94 + 10 \% \times 10.94) \text{ m} \\
 &= 12.05 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Harganya dikenakan keatas menjadi 13 m



### 3.4. Kavitasi

Kavitasi adalah gejala menguapnya zat cair yang sedang mengalir karena tekanannya berkurang sampai dibawah tekanan uap jenuhnya. Gelembung-gelembung uap air akan mengalir bersama-sama dengan aliran sampai pada daerah yang mempunyai tekanan yang lebih tinggi dicapai, dimana gelembung-gelembung itu akan mengecil lagi secara tiba-tiba (implode pecah kearah dalam) yang mengakibatkan suatu shock yang besar pada dinding yang di dekatnya

Energi yang dibutuhkan untuk melakukan percepatan pada air mendapatkan kecepatan yang tinggi dalam pengisian yang tiba-tiba dari ruang kosong tersebut yang merupakan kerugian, dan dengan demikian kavitasi selalu diikuti oleh penurunan efisiensi.

Kavitasitas terutama akan terjadi pada sisi masuk suatu impeller pompa, baik pada sudu-sudu maupun pada dinding samping. Tempat-tempat yang bertekanan rendah dan berkecepatan tinggi didalam aliran sangat rawan terhadap terjadinya kavitasi.

#### 3.4.1 Pengaruh Kavitasi Pada Pompa

- a. jika pompa dijalankan dalam keadaan kavitasi secara terus menerus dalam jangka lama, maka permukaan dinding saluran akan mengalami keausan (erosi kavitasi) akibat dari tumbukan uap yang pecah pada dinding
- b. Terjadinya perubahan dari bentuk energi, yaitu dari energi kecepatan menjadi energi tekan oleh sudu akan menjadi kurang sempurna, sehingga efisiensi akan menjadi kurang sempurna.
- c. Akibat timbulnya gelembung-gelembung uap dapat memperkecil kapasitas aliran dan sekaligus dapat memperkecil head pompa
- d. Akan timbul suara berisik dan getaran.

### 3.4.2. Pencegahan Kapitasi

Pada dasarnya kapitasi dapat dicegah dengan membuat NPSH (Net Positive Suction Head) yang tersedia lebih besar dari NPSH yang diperlukan.

Dalam merancang instalasi pipa, Hal-hal berikut perlu diperhatikan untuk mencegah terjadinya kapitasi, antara lain:

- a. Ketinggian letak pompa terhadap permukaan zat cair yang dihisap harus serendah mungkin agar head hisap statis menjadi lebih rendah.
- b. Mengurangi head losses pada sisi isap seminimal mungkin, antara lain :
  - Memperbesar diameter pipa masuk dengan tujuan memperkecil aliran masuk
  - Memperpendek aliran isap
  - Menghindari pemakaian katup pada saluran masuk
  - Mengurangi jumlah belokan menjadi sedikit mungkin
- c. Temperatur cairan haruslah serendah mungkin karena uap akan bertambah dengan naiknya temperatur
- d. Harus diusahakan membuat jumlah sudu yang mencukupi untuk dapat memberikan pengarahannya air yang baik
- e. Impeller harus diusahakan sehalus mungkin terutama bagian-bagian didekat sisi masuk.

### 3.5. Putaran Pompa

Putaran pompa ditentukan berdasarkan putaran penggerakannya antara lain;

- Turbin uap
- Motor bakar
- Motor listrik

Pada perencanaan ini motor penggerak pompa dipilih dari jenis motor listrik induksi. Motor dipilih dengan beberapa pertimbangan antara lain:

- Motor listrik dapat dikopel langsung dengan pompa
- Tidak menimbulkan getaran dan suara bising
- Biaya perawatan murah
- Putaran yang dihasilkan konstan

Besar putaran motor listrik didasarkan dengan jumlah kutub/pole untuk frekuensi yang sama menurut persamaan:

$$n_m = \frac{f \times 120}{P}$$

Dimana:  $n_m$  = Putaran motor listrik  
 $f$  = frekuensi arus listrik  
 = 50 Hz ( untuk indonesia )  
 $P$  = jumlah kutub  
 = 2 . 4 . 6 . 8 . ( diambil 2 )

Maka :

$$n_m = \frac{50 \times 120}{2}$$

$$= 3000 \text{ rpm}$$

Akibat factor slip pada elektro motor induksi, putaran berkurang ( 1- 2 )% dari putaran sinkron motor listrik. Berbagai putaran motor listrik yang ada di pasaran yang diperlihatkan pada table 3.14

Table 3.1 Putaran motor listrik

Jumlah Kutub	Putaran (rpm)
2	3000
4	1500
6	1000
8	750
10	600
12	500

Pada perencanaan ini diambil 2 %, maka putaran elektro motor sesuai dengan jumlah kutubnya adalah:

$$= n_m - ( 2\% \times n_m )$$

$$= \{ 3000 - ( 2\% \times 3000 ) \} \text{ rpm}$$

$$= 2940 \text{ rpm}$$

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 26/12/23

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)26/12/23

### 3.6 . Putaran Spesifik

Putaran spesifik adalah besarnya putaran untuk menghasilkan kapasitas pompa 1 m<sup>3</sup>/det dengan head 1 m pada efisiensi maksimum. Harga  $n_s$  dapat dipakai sebagai parameter untuk menyatakan jenis pompa berdasarkan jenis impeller pompa yang digunakan. Putaran spesifik secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$n_s = 51.655 \frac{n\sqrt{Q}}{H^{3/4}} \quad \dots \text{lit.4, hal.21}$$

dimana:

$n_s$  = putaran spesifik ( rpm )

$n$  = putaran pompa

= 2940 rpm

$Q$  = kapasitas pompa

= 0.0077 m<sup>3</sup>/det

Maka:

$$n_s = 51.655 \frac{2949 \sqrt{0.0077 \text{ m}^3/\text{det}}}{(13 \text{ m})^{3/4}} = 1947 \text{ rpm}$$

Bentuk impeller tergantung dari harga putaran spesifik, dimana pada bab II telah diuraikan klasifikasi pompa berdasarkan jenis impeller menurut daerah putaran spesifiknya.

Dari uraian tersebut harga  $n_s$  yang didapat dari hasil perhitungan 1947 rpm, berada diantara  $n_s$  yang harganya ( 500-3000 ) rpm, maka jenis impellernya adalah radial

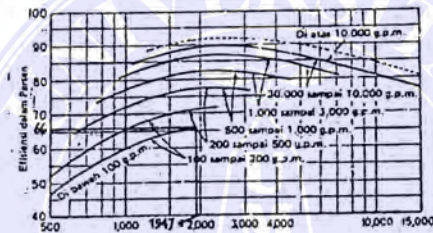
Untuk pompa sentrifugal yang digunakan untuk memompakan air bersih yang sedikit mengandung partikel padat biasanya digunakan tipe impeller tertutup (radial close vane impeller)

### 3.7. Efisiensi Pompa

Efisiensi pompa tergantung pada beberapa faktor, yaitu:

- Kerugian- kerugian hidraulik (gesekan dan turbulensi )
- Kerugian-kerugian mekanis pada bantalan dan paking
- Kerugian-kerugian akibat kebocoran

Dari segi hasil kerja, efisiensi tergantung pada kapasitas, tinggi tekan dan kecepatan yang kesemuanya termasuk dalam putaran spesifik. Kapasitas pompa =  $0.0077\text{m}^3/\text{det} = 122 \text{ galon/menute (gpm)}$



Gambar 3.4. Hubungan antara putaran spesifik dan kapasitas terhadap efisiensi pompa

Dari gambar diatas diperoleh besar efisiensi pompa = 66 %. Tinggi tekan yang lebih besar akan mengakibatkan efisiensi yang lebih kecil karena mengakibatkan membesarnya diameter impeller atau kecepatan impeller.

### 3.8. Daya pompa

Daya pompa adalah daya yang diterima poros untuk menggerakkan impeller.

Daya pompa dapat dihitung dengan persamaan :

$$N_p = \frac{\gamma \times H_p \times Q}{\eta_p}$$

Dimana:

$$N_p = \text{Daya pompa ( Hp )}$$

$$\Gamma = \text{Berat jenis pompa air pada suhu } 25^\circ \text{C}$$

$$= 996.3 \text{ kg/m}^3 \times 9.81 \text{ m/det}^3 = 97737.7 \text{ N/m}^3$$

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 26/12/23

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)26/12/23

$Q$  = Kapasitas pompa

$$= 0.0077 \text{ m}^3/\text{det}$$

$H^p$  = Head total pompa

$$= 13 \text{ m}$$

$N_p$  = Efisiensi pompa

$$= 66\%$$

Maka:

$$N_p = \frac{996.3 \text{ kg/m}^3 \times 13 \text{ m} \times 0.007 \text{ m}^3/\text{det}}{0.66}$$

$$= 1482 \text{ W}$$

Daya pompa direncanakan = 1500 W

$$= \underline{1.5 \text{ kW}}$$

$$0.746$$

$$= 1.98 \text{ HP}$$

### 3.9. Daya motor penggerak

Dalam perencanaan ini, daya penggerak pompa adalah motor listrik induksi yang dikopel langsung dengan poros pompa. Besarnya daya motor listrik yang dibutuhkan dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini.

$$N_m = N_p \left( \frac{1}{\alpha} \right) \frac{1}{n_1}$$

..... lit .2,hal 58

Dimana:

$N_m$  = Daya penggerak motor ( kW )

$N_p$  = Daya pompa

$\alpha$  = Faktor koreksi cadangan daya. Harganya 0.1 – 1.2

= diambil harganya 0.2

$n_1$  = Efisiensi transmisi

= 1 ( untuk dikopel langsung ).

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 26/12/23

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)26/12/23

Maka :

$$\begin{aligned}
 N_m &= 1.5 \text{ kW} \times \frac{1+0.2}{1} \\
 &= 1.8 \text{ kW} \\
 &= \underline{1.8 \text{ kW}} \\
 &= 0.746 \\
 &= 2.4 \text{ HP}
 \end{aligned}$$

Daya motor yang tersedia dipasaran adalah 0.5, 0.75, 1.5, 2,3,4,5,HP.

Maka dalam perencanaan ini digunakan motor listrik dengan daya besar 3 HP.

### 3.10. Data spesifikasi hasil perancangan pompa

Dari hasil-hasil perhitungan perancangan ditetapkan spesifikasi sebagai berikut:

Spesifikasi pompa :

- Jenis pompa : pompa sentrifugal
- Kapasitas pompa (Q) :  $0.0077 \text{ m}^3/\text{det} = 27.77 \text{ m}^3/\text{jam} = 27700 \text{ lt/jam}$
- Head pompa ( $H_p$ ) : 13 m
- Daya pompa ( $N_p$ ) : 1.5 kW
- Jumlah tingkat : 1
- Putaran spesifik ( $n_s$ ) : 1947 rpm
- Putaran pompa : 2940 rpm
- Jenis impeller : Impeller radial tertutup

Spesifikasi motor listrik :

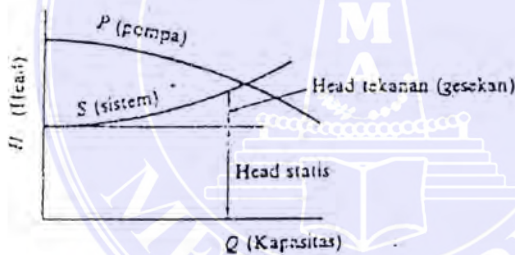
- Daya motor listrik : 3 HP
- Frekuensi motor listrik : 50 Hz
- Jumlah kutub : 2 buah

### 3.11. Kurva Head-Kapasitas Pompa dan Sistem

Kurva ini menyatakan kemampuan pompa untuk menentukan head yang besarnya tergantung pada besarnya kapasitas atau laju aliran.

Dalam operasinya, pompa harus dapat memenuhi head yang diperlukan oleh sistem pipa. Karena itu, disamping kurva head-kapasitas dari pompa perlu diketahui pula kurva head-kapasitas dari sistem.

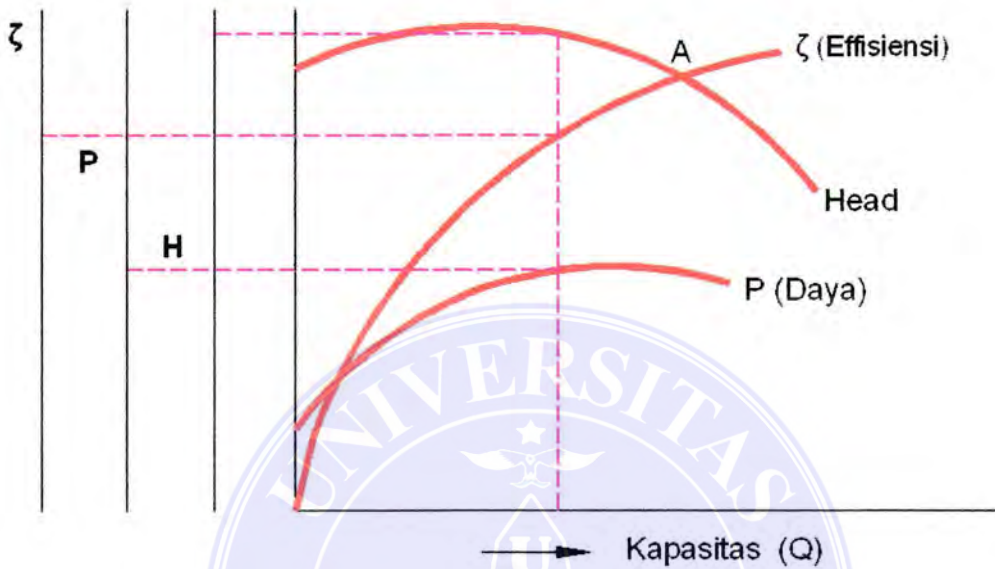
Besar head sistem, yaitu head yang diperlukan untuk mengalirkan zat cair melalui sistem pipa, adalah sama dengan head untuk mengatasi kerugian gesek ditambah head statis sistem. Head statis ini adalah head potensial dari beda ketinggian permukaan dan beda tekanan statis pada kedua permukaan zat cair dari sisi isap dan sisi keluar. Jika ini digambarkan dalam diagram head terhadap laju aliran akan berbentuk seperti pada gambar 3.5 dibawah ini.



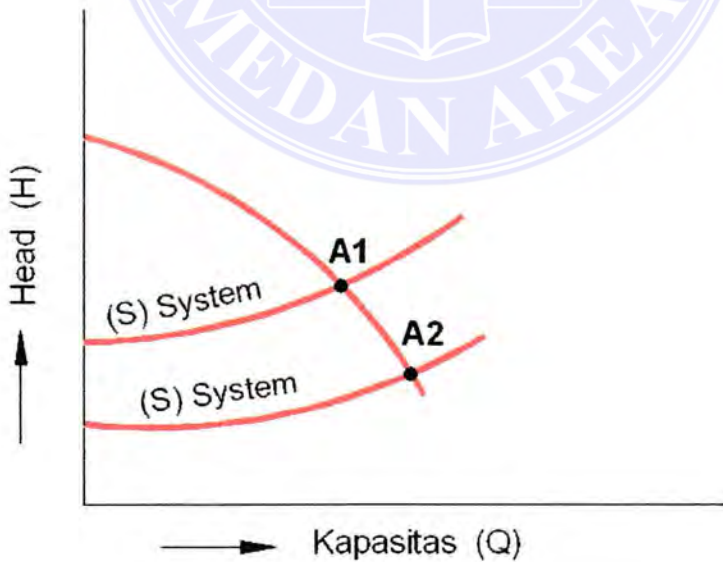
Gambar 3.5 Kurva head-kapasitas dari pompa (P) dan sistem (S).



**3.12 Gambar Diagram Kurva Head – Kapasitas Pompa dan sistem**



**Gbr. H-Q Vs System**



**Diagram 3.6 Variasi Head Statis**

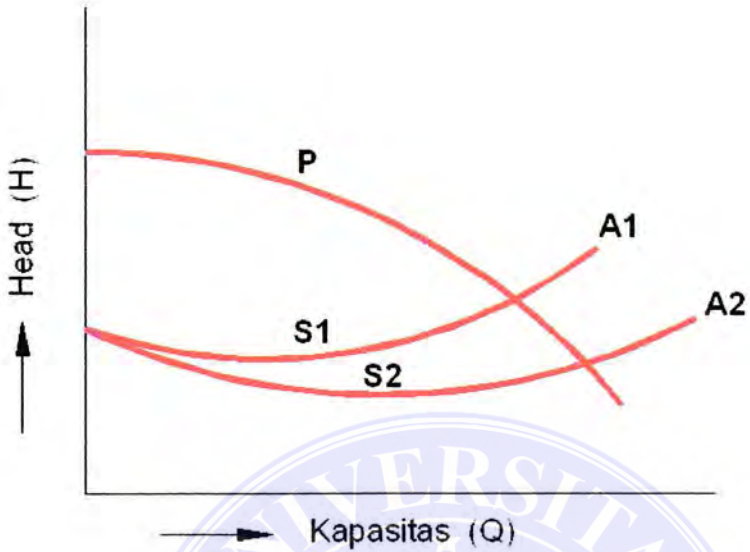


Diagram 3.7 Variasi Head Statis

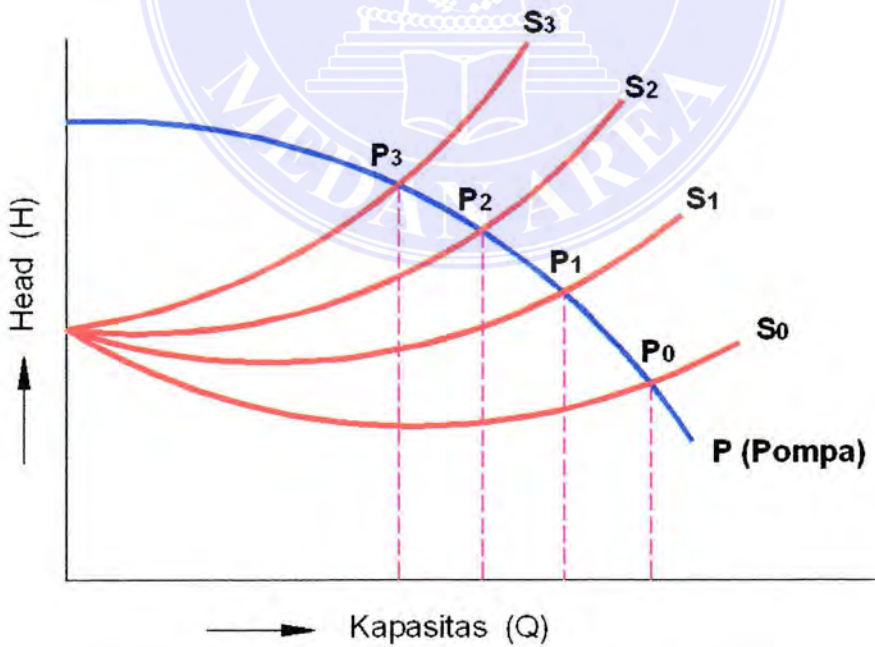
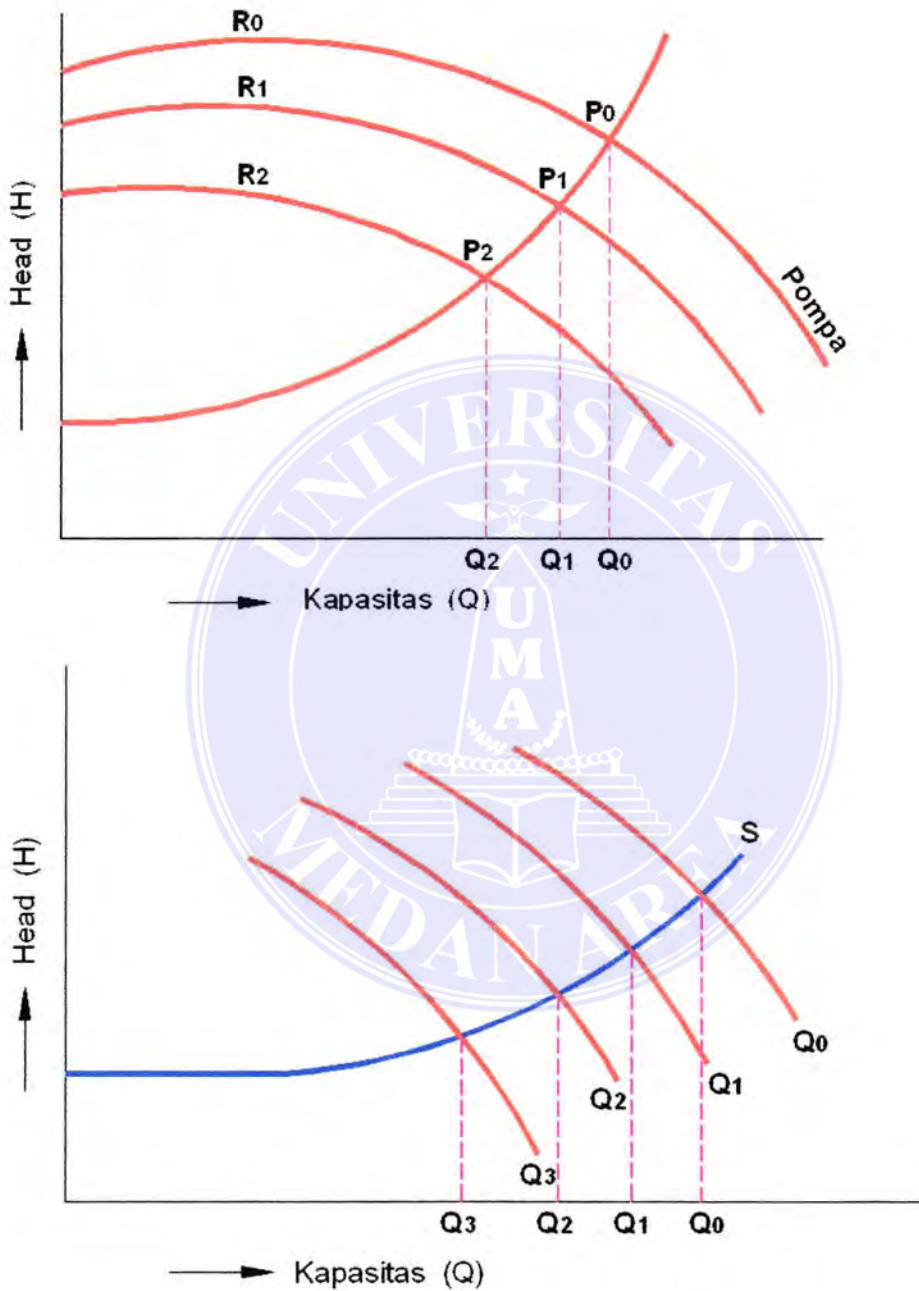


Diagram 3.8 H – Q terhadap pengatur katup



**Diagram 4.0 H – Q terhadap pengaturan sudut**

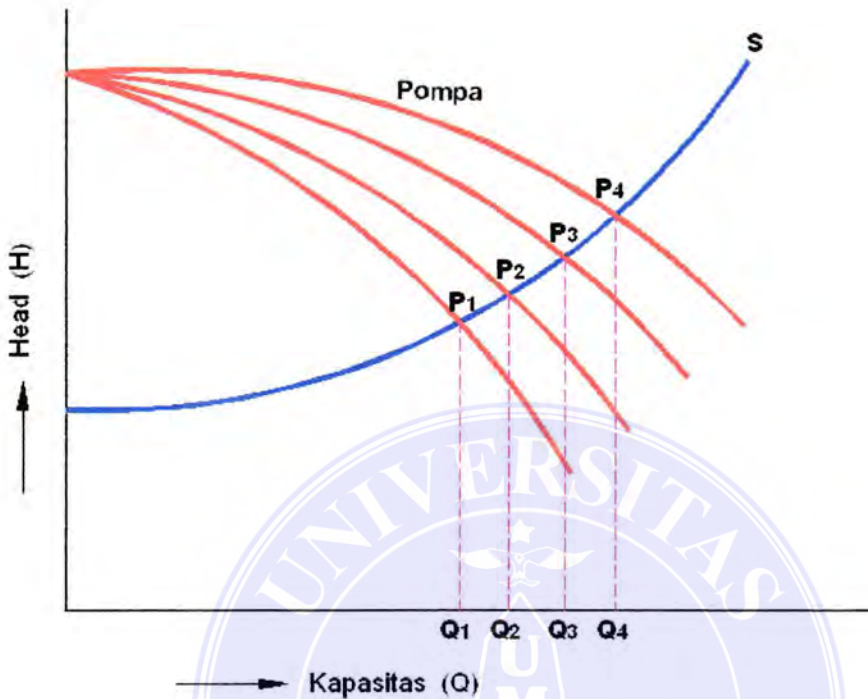
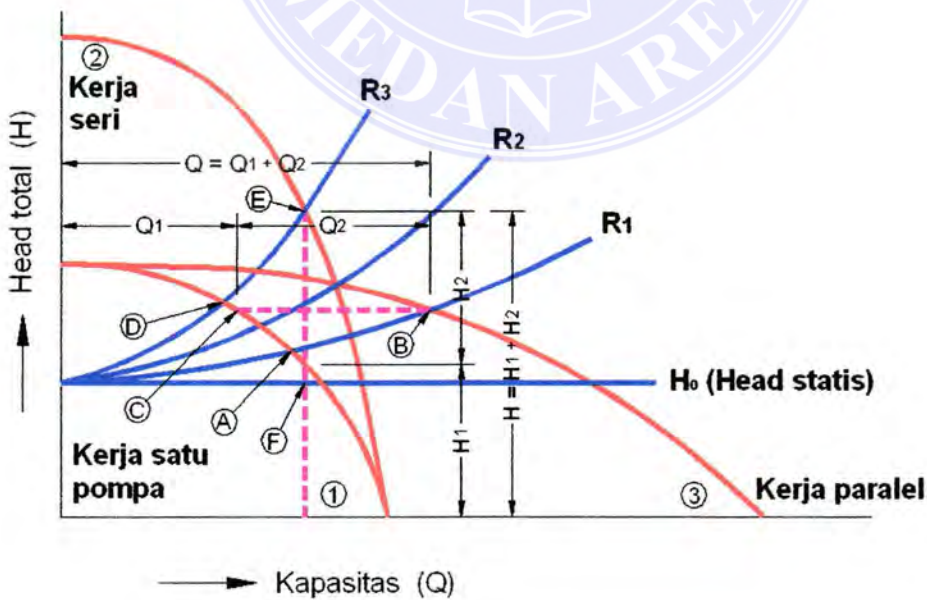
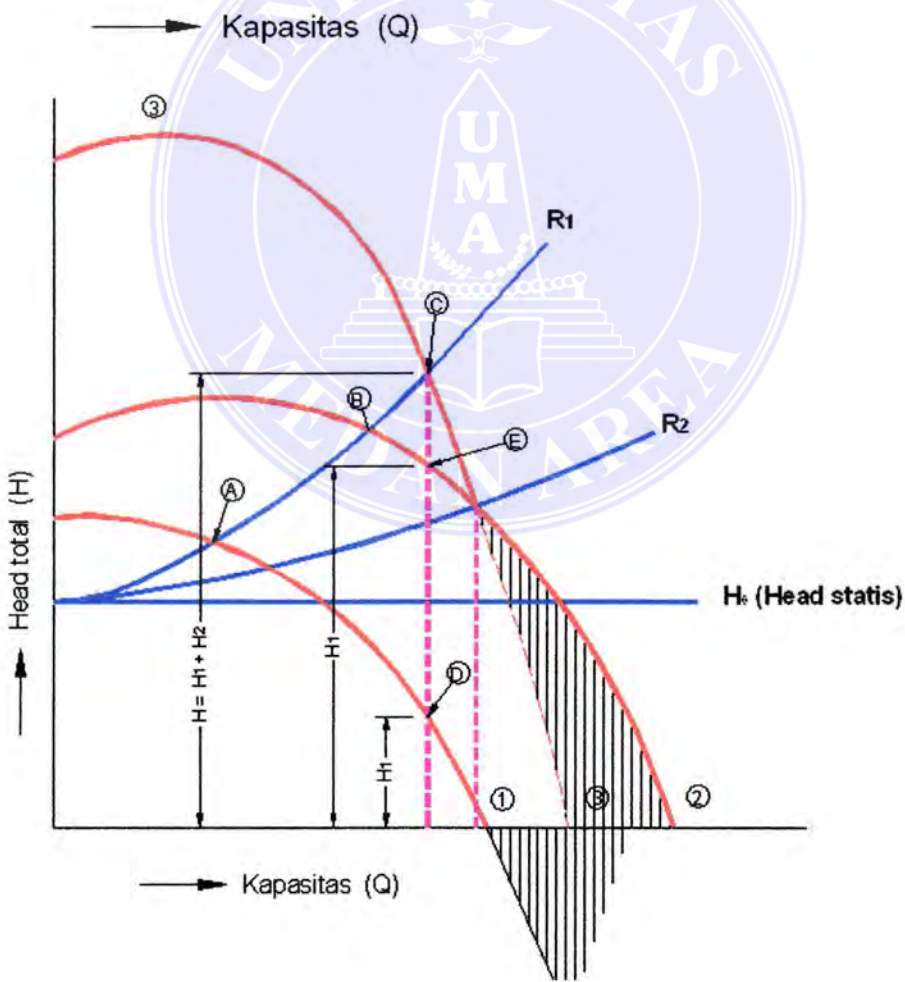
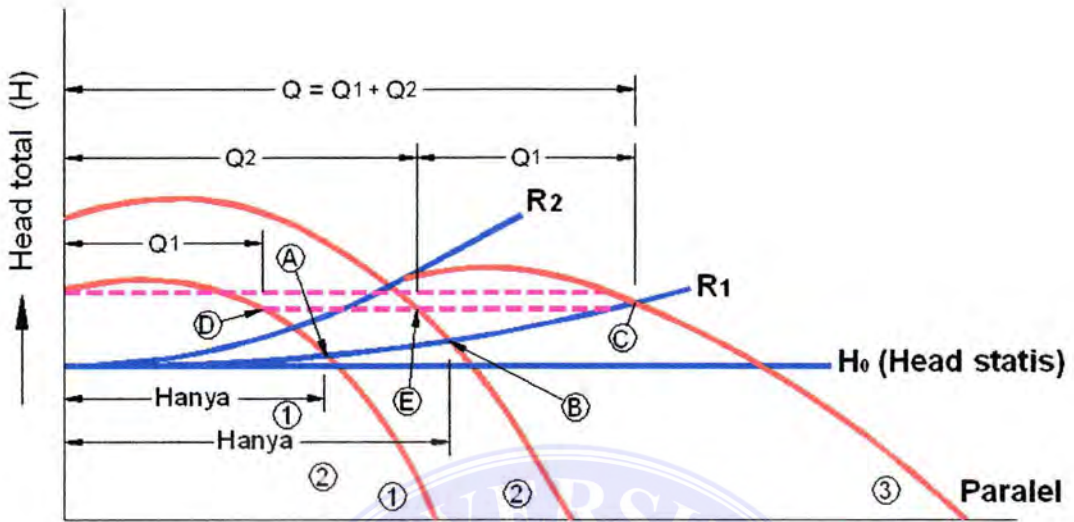


Diagram 4.1 H - Q Terhadap System





## BAB VII

### KESIMPULAN DAN SARAN

1. Mesin fluida adalah mesin yang dapat merubah energi mekanik dari poros menjadi energi fluida atau dapat juga berfungsi sebaliknya.
2. pompa adalah suatu mesin fluida yang bersifat mesin kerja, dimana pompa berfungsi untuk :
  - memindahkan fluida dari tempat rendah ke tempat yang lebih tinggi.
  - Atau sebaliknya memindahkan fluida dari tempat yang lebih tinggi dalam jarak pemindahan yang cukup jauh sebagai mengatasi ketahanan cairan.
  - Memindahkan fluida dari tempat rendah ke tempat yang lebih tinggi.
3. pompa diklasifikasikan berdasarkan fungsinya, bagian-bagian pembentukannya, fluida yang dapat dipelakukannya dan tergantung pada kondisi ruangan.
4. keuntungan penggunaan pompa sentrifugal dibandingkan dengan pompa torak :
  - aliran mengalir secara kontiniu.
  - Perawatan lebih mudah
  - Dapat beroperasi pada putaran tinggi dan langsung dikopel dengan motor penggerak.
  - Konstruksi ringan dan sederhana.
  - Getaran lebih kecil.
  - Dapat digunakan pada kapasitas kecil, sedang dan besar dengan head yang kecil dan sedang.

5. kebutuhan air yang dibutuhkan PT. (Persero) Pelabuhan Indonesia I Cabang Belawan keseluruhan ( $Q_t$ ) =  $27.7 \text{ m}^3/\text{jam} = 0.0077 \text{ m}^3/\text{det}$ .
6. ukuran diameter pipa saluran masuk ( $d_s$ ) = diameter pipa saluran keluar ( $d_d$ ) =  $2.5 \text{ in} = 63.5 \text{ mm}$
7. Kecepatan aliran masuk ( $V_s$ ) = kecepatan aliran keluar ( $V_d$ ) =  $2.5 \text{ m/det}$ .
8. kavitasi adalah gejala menguapnya zat cair yang sedang mengalir karena tekanannya berkurang sampai dengan uap jenuhnya.
9. efisiensi pompa ( $n_p$ ) =  $66 \%$
10. data spesifikasi hasil perancangan

**Spesifikasi pompa :**

- jenis pompa : pompa sentrifugal
- kapasitas pompa ( $Q$ ) :  $27.77 \text{ m}^3/\text{jam} = 27700 \text{ liter/jam}$
- head pompa ( $H_p$ ) :  $13 \text{ m}$
- daya pompa ( $N_p$ ) :  $1.5 \text{ kW}$
- jumlah tingkat : satu tingkat
- putaran spesifik :  $1947 \text{ rpm}$
- Putaran pompa :  $2940 \text{ rpm}$
- jumlah kutub : dua kutub
- jenis impeller : impeller radial jenis tertutup

5. kebutuhan air yang dibutuhkan PT. (Persero) Pelabuhan Indonesia I Cabang Belawan keseluruhan ( $Q_t$ ) =  $27.7 \text{ m}^3/\text{jam} = 0.0077 \text{ m}^3/\text{det}$ .
6. ukuran diameter pipa saluran masuk ( $d_s$ ) = diameter pipa saluran keluar ( $d_d$ ) =  $2.5 \text{ in} = 63.5 \text{ mm}$
7. Kecepatan aliran masuk ( $V_s$ ) = kecepatan aliran keluar ( $V_d$ ) =  $2.5 \text{ m/det}$ .
8. kavitasi adalah gejala menguapnya zat cair yang sedang mengalir karena tekanannya berkurang sampai dengan uap jenuhnya.
9. efisiensi pompa ( $\eta_p$ ) =  $66 \%$
10. data spesifikasi hasil perancangan

#### Spesifikasi pompa :

- jenis pompa : pompa sentrifugal
- kapasitas pompa ( $Q$ ) :  $27.77 \text{ m}^3/\text{jam} = 27700 \text{ liter/jam}$
- head pompa ( $H_p$ ) :  $13 \text{ m}$
- daya pompa ( $N_p$ ) :  $1.5 \text{ kW}$
- jumlah tingkat : satu tingkat
- putaran spesifik :  $1947 \text{ rpm}$
- Putaran pompa :  $2940 \text{ rpm}$
- jumlah kutub : dua kutub
- jenis impeller : impeller radial jenis tertutup



**Spesifik motor listrik**

- daya motor listrik : 3 Hp
- frekuensi motor listrik : 50 Hz
- Jumlah kutub : 2 buah

12. Diameter poros ( $d_s$ ) = 15 mm

13. pada ujung poros terdapat alur pasak tempat pemasangan pasak untuk mengikat poros pompa dengan poros motor listrik.

14. sisi masuk impeller :

- a. diameter hub ( $D_h$ ) = 20 mm
- b. diameter mata impeller = 73 mm
- c. lebar impeller pada sisi masuk ( $b_1$ ) = 20 mm
- d. kecepatan sisi masuk tangensial ( $\mu_1$ ) = 8.64 m/det
- e. sudut relatif sisi masuk ( $\beta_1$ ) =  $18.01^\circ$
- f. kecepatan relatif masuk impeller ( $W_1$ ) = 8.9 m/det

15. sisi keluar impeller :

- a. diameter keluar impeller = 112 mm
- b. lebar impeller pada sisi keluar ( $b_2$ ) = 14 mm
- c. kecepatan keliling sisi keluar ( $\mu_2$ ) = 17.2 m/det
- d. tinggi tekan semu ( $H_{vir60}$ ) = 21.67 m
- e. sudut tangensial keluar ( $\beta_2$ ) =  $23.35^\circ$
- f. kecepatan tangensial teoritis impeller ( $V_{u2}$ ) = 11.87 m/det
- g. kecepatan tangensial akibat aliran sirkulasi ( $V'_{u2}$ ) = 8.31 m/det

- h. sudut aliran impeller teoritis ( $\alpha_2$ ) =  $10.97^0$
- i. sudut aliran keluar impeller absolut ( $\alpha'_2$ ) =  $15.47^0$
- j. kecepatan keluar absolut ( $V'_2$ ) = 8.62 m/det
- k. kecepatan relatif ( $W_2$ ) = 5.37 m/det
16. jumlah sudu impeller (z) = 7
17. jarak tiap sudu pada sisi masuk impeller ( $S_1$ ) = 25 mm
18. jarak tiap sudu pada sisi keluar impeller ( $S_2$ ) = 51 mm
19. ketinggian laluan tegak lurus terhadap aliran (K) = 7.73 mm
20. metode yang digunakan untuk melukis bentuk sudu yaitu :
- metode busur tangen.
  - metode kordinat polar.
21. rumah pompa yang akan dirancang adalah jenis rumah volute.
22. gaya-gaya yang terjadi pada pompa adalah sebagai berikut :
- gaya aksial, gaya akibat tekanan aliran fluida.
  - gaya radial, gaya akibat dari impeller dan berat dari poros pompa.
23. bantalan adalah elemen mesin yang menumpu poros beban, sehingga putaran ataupun gerakan bolak baliknya dapat berlangsung secara halus aman dan berumur panjang.
24. untuk mencegah kontak langsung antara impeller dengan rumah pompa (casing) digunakan wearing ring (cincin penahan aus).
25. ditempat mana poros masuk kedalam rumah pompa, kotak paking ataupun kotak gasket haruslah disediakan untuk mencegah kebocoran.

26. apabila kecepatan putar suatu poros secara berlahan-lahan dinaikkan, pada suatu kecepatan tertentu poros akan bergetar kuat. Putaran yang mengakibatkan poros tersebut bergetar dengan kuat disebut sebagai putaran kritis.
27. agar aman, poros dirancang beroperasi diluar daerah sekitar  $(20 - 30) \%$  diatas ataupun dibawah putaran kritis.



## DAFTAR PUSTAKA

1. Austin.H. Church, Pompa dan blower sentrifugal, cetakan ketiga, Penerbit Erlangga, Jakarta 1993
2. Sularso dan Haruo Tahara, Pompa dan Kompresor, cetakan keempat, PT, Pradnya Paramita, Jakarta
3. Fritz Diesel, Turin, Pompa dan Kompesor, Cetakan ke empat, Penerbit Erlangga, jakarta 1993
4. Igor.j.Karasik dan William C. Krutzsch, Pimpand Hand Book, Second Edition Mc. Graw Hill Book Co, New York, 1976
5. Sularso dan kiyokatssu Suga, Dasar Perencanaan Elemen Mesin, Cetakan ke lima, Penerbit PT. Pradnya Paramita, jakarta 1985
6. Ir. L. W. P. Bianchi, Pompa, Cetakan ke tujuh, Penerbit PT>Pradnya Paramita, Jakarta 1983
7. Victor. L. Streeter, Mekanik Fluida, Cetakan ke delapan, Penerbit Erlangga, 1990
8. Khetagurov, Marine Auxiliary Machinery and System Peace Publisher, Moscow 1972
9. S. Timoshenko, Robert E Krieger, Strength of Material, Thirt Edition, Publishing Co, Huntington, N.Y.11743
10. Alexey j. Stepanoff , Phd, Centrifugal and axial Flow pump, second edition, john Wiley & Son Inc.N.Y.1975