

**MESIN-MESIN FLUIDA  
POMPA UNTUK PEMENUHAN KEBUTUHAN AIR  
PADA HOTEL BERLANTAI-12**

**SKRIPSI**

*Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-tugas  
dan Syarat-syarat Untuk Mencapai  
Gelar Sarjana Teknik*

Oleh :

**HOLIL SIREGAR**

**No. STB : 938130037**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
M E D A N  
2 0 0 3**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 10/1/24

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)10/1/24

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya ucapkan ke hadirat Allah S.W.T yang telah memberi waktu, kesempatan dan kesehatan sehingga saya dapat menyelesaikan tulisan ini. Dan Salawat beriring Salam atas junjungan kita Baginda Nabi Muhammad S.A.W, semoga kita mendapat safaatnya.

Tulisan ini dibuat untuk memenuhi kurikulum yang berlaku di Fakultas Teknik Mesin Universitas Medan Area, sebagai salah satu persyaratan bagi setiap mahasiswa untuk mencapai jenjang Sarjana Teknik.

Sehubungan dengan hal tersebut, saya buat tulisan yang berjudul “Mesin – Mesin Fluida”, “Pompa Untuk Pemenuhan Kebutuhan Air Pada Hotel Berlantai – 12. Segala daya dan upaya, moril dan sprituil telah saya curahkan dalam mencari materi dan referensi untuk penyelesaian tugas ini, sehingga tulisan ini dapat terselesaikan sesuai dengan apa yang saya harapkan.

Pada kesempatan ini, saya mengucapkan terimakasih yang sedalam – dalamnya atas bimbingan dan petunjuk dari :

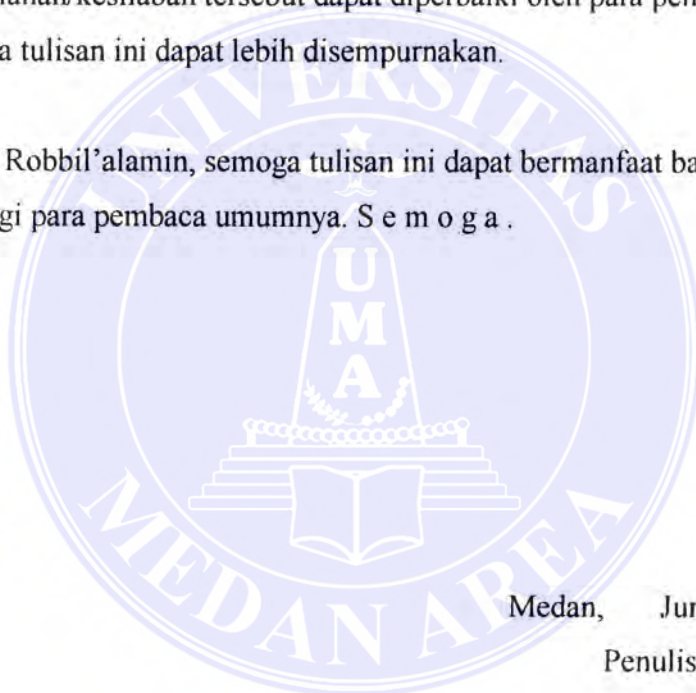
- Bapak Ir.Tugiman K.,MT : Dosen Pembimbing I
- Bapak Ir.Amirsyam Nasution, MT : Dosen Pembimbing II
- Bapak Ir.Darianto,MSc : Ketua Jurusan Fakultas Teknik UMA
- Bapak Drs.Dadan Ramdan M.Eng,Sc : Dekan Fakultas Teknik UMA

dan seluruh staff pengajar, karyawan/ti serta rekan – rekan mahasiswa Fakultas Teknik Mesin, Universitas Medan Area. Special thank’s to my wife “Heriana”, my Parents and all my family.

Harapan saya, tulisan ini dapat menjadi bahan / minimal sebagai referensi bagi siapa saja yang ingin membangun bangsa ini, dari segi pemakaian pompa, bukan saja pada hotel berlantai – 12, tapi juga di berbagai aspek kehidupan yang menggunakan sarana dan prasarana pompa.

Jika pada tulisan ini ada kesalahan, itu semata – mata adalah kesalahan/kesilaban saya, karena mungkin ilmu dan pengetahuan yang saya miliki masih sebatas itu. Harapan saya semoga kesalahan/kesilaban tersebut dapat diperbaiki oleh para pembaca yang budiman, sehingga tulisan ini dapat lebih disempurnakan.

Alhamdulillah Robbil'alamin, semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi diri penulis khususnya dan bagi para pembaca umumnya. S e m o g a .



Medan, Juni 2003

Penulis

HOLIL SIREGAR



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

**TUGAS SARJANA**

**MESIN-MESIN FLUIDA**  
**POMPA UNTUK PEMENUHAN KEBUTUHAN AIR**  
**PADA HOTEL BERLANTAI – 12**

Oleh :

**HOLIL SIREGAR**  
**No.STB : 938130037**

**Komisi Pembimbing :**

**Pembimbing I,**

**(Ir.Tugiman K,MT)**

**Pembimbing II,**

**(Ir.H.Amirsyam Nasution,MT)**

**Mengetahui :**

**Ka.Program Studi,**

**(Ir.Darianto,MSc)**

**Dekan,**



**(Drs.Dadan Ramdan,M.Eng,Sc)**

**Tanggal Lulus :**

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>i</b>
<b>SPE/SIFIKASI TUGAS.....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR SIMBOL.....</b>	<b>vii</b>
<b>BAB I           PENDAHULUAN</b>	
1.1. Pandangan Umum.....	1
1.2. Masalah Pendistribusian Air Pada Perhotelan .....	1
1.3. Sumber Air .....	2
<b>BAB II           MESIN – MESIN FLUIDA</b>	
2.1. Klasifikasi Mesin – Mesin Fluida .....	5
2.2. Pengertian Pompa .....	6
2.3. Head .....	6
2.4. Klasifikasi Pompa .....	8
2.5. Pompa Sentrifugal .....	10
<b>BAB III          PERENCANAAN KAPASITAS POMPA</b>	
3.1. Analisa Kebutuhan Air Bersih .....	14
3.2. Perencanaan Water Tower .....	23
3.3. Perencanaan Intake Reservoir .....	24
3.4. Menentukan Kapasitas Pompa .....	26

	3.5. Perencanaan Jumlah Pompa .....	27
<b>BAB IV</b>	<b>PERENCANAAN HEAD POMPA</b>	
	4.1. Sistem Distribusi Air .....	28
	4.2. Diameter Pipa Isap dan Pipa Tekan .....	30
	4.3. Instalasi yang Direncanakan .....	34
	4.4. Head Statis Pompa .....	36
	4.5. Kerugian Head ( Head Losses) .....	36
<b>BAB V</b>	<b>SEPEKIFIKASI POMPA</b>	
	5.1. Spesifikasi Pompa pada Perencanaan ini Meliputi .....	49
	5.1.1. Jenis Pompa .....	49
	5.1.2. Kapasitas Pompa .....	50
	5.1.3. Head Pompa .....	50
	5.1.4. Daya Pompa .....	50
	5.1.5. Putaran Pompa .....	51
	5.2. Perhitungan Impeller .....	52
	5.2.1. Type Impeller .....	52
	5.2.2. Tingkat Impeller .....	54
	5.3. Perhitungan Motor Penggerak .....	55
	5.4. Spesifikasi Pompa .....	57
<b>BAB VI</b>	<b>PERENCANAAN KOMPONEN UTAMA POMPA</b>	
	6.1. Diameter Poros .....	58
	6.2. Ukuran – ukuran Impeller .....	61

	6.3. Perencanaan Sudu/Vane .....	74
	6.4. Rumah Pompa dan Diffuser .....	81
	6.5. Perhitunga Bantalan dan Pasak .....	89
	6.5.1. Bantalan .....	89
	6.5.2. Reaksi – reaksi pada Bantalan .....	93
	6.5.3. Perhitungan Pasak .....	98
	6.5.4. Pehitungan Kekuatan Pasak .....	99
<b>BAB VII</b>	<b>GAYA AKSIAL</b>	
	7.1. Perhitungan gaya aksial .....	103
	7.2. Mengatasi Gaya Aksial .....	106
<b>BAB VIII</b>	<b>PUTARAN KRITIS</b>	
	8.1. Pemutaran Poros Terhadap Putaran Lintas .....	109
<b>BAB IX</b>	<b>KAVITAS</b>	
	9.1. Terjadinya Kavitas .....	113
	9.2. Pencegahan Kavitas .....	114
	9.3. Head Isap Positive Netto (NPSH) .....	115



<b>BAB X</b>	<b>PRIMING (PEMANCINGAN) .....</b>	<b>119</b>
<b>BAB XI</b>	<b>KESIMPULAN .....</b>	<b>121</b>
<b>LITERATUR</b>		
<b>LAMPIRAN</b>		
<b>GAMBAR KERJA</b>		





## DAFTAR SIMBOL

A	= Luas penampang	= ( mm )
$b_1$	= Lebar impeller pada sisi masuk	= ( mm )
$b_2$	= Lebar impeller pada sisi keluar	= ( mm )
$b_3$	= Lebar sisi masuk diffuser	= ( mm )
$b_4$	= Lebar sisi keluar diffuser	= ( mm )
$C_b$	= Faktor koreksi pada pembebanan lentur	= ( mm )
$D_s$	= Diameter isap ( diameter suction )	= ( mm )
$D_d$	= Diameter tekan ( diameter discharge )	= ( mm )
$D_{i1}$	= Diameter hubungan impeller	= ( mm )
$D_o$	= Diameter mata impeller	= ( mm )
$D_p$	= Diameter poros	= ( mm )
$D_1$	= Diameter ujung sudu sisi masuk impeller	= ( mm )
$D_2$	= Diameter sisi keluar	= ( mm )
$D_3$	= Diameter dalam cicin luar diffuser	= ( mm )
$D_4$	= Diameter luar cicin luar diffuser	= ( mm )
E	= Modulus Elastisitas	= ( mm )
g	= Gravitasi	= ( m / det <sup>2</sup> )
H	= Head total pompa	= ( m )
I	= Momen Inersia	= ( cm )
$h_n$	= Head statis	= ( m )

$h_l$	= Kerugian head ( head loses)	= ( m )
$h_d$	= Head pada pipa tekan ( head discharge)	= ( m )
$h_s$	= Head pada pipa isap ( head suction)	= ( m )
$h_f$	= Kerugian karena gesekan pada pipa	= ( m )
$h_m$	= Kerugian head pada perlengkapan pemipaan	= ( m )
$h_{1d}$	= Kerugian head pada pipa tekan	= ( m )
$h_{1s}$	= Kerugian head pada pipa isap	= ( m )
$h_e$	= Kerugian head pada elbow ( belokan )	= ( m )
$h_{ev}$	= Kerugian pada katup cegah	= ( m )
$L$	= Panjang pipa	= ( m )
$n$	= Putaran pompa	= ( rpm )
$n_s$	= Putaran spesipik	= ( rpm )
$N_p$	= Daya pompa	= ( Hp )
$P_a$	= Tekanan atmosfer	= ( kg / cm <sup>2</sup> )
$P_o$	= Tekanan didalam impeller	= ( kg / cm <sup>2</sup> )
$P_t$	= Tekanan dibelakang impeller	= ( kg / cm <sup>2</sup> )
$P_p$	= Tekanan uap jenuh	= ( kg / cm <sup>2</sup> )
$Q$	= Kapasitas pompa	= ( m <sup>3</sup> / jam )
$S_{tk 1}$	= Faktor keamanan untuk bahan	=
$S_{tk 2}$	= Faktor keamanan dimana pasak diperkirakan mengalami tumbukan	=

F	= Kapasitas air untuk fire hydrant	= ( m <sup>3</sup> / det )
d <sub>n</sub>	= Diameter nozel	= ( mm )
r	= Jari- jari	=
Q <sub>l</sub>	= Aliran kebocoran	=
R	= Bilangan reynold	=
t <sub>1</sub>	= Jarak antara sudu-sudu pada sisi masuk inpeller	= ( mm )
t <sub>2</sub>	= Jarak antara sudu-sudu pada sisi keluar inpeller	= ( mm )
t <sub>3</sub>	= Jarak antara sudu-sudu pada sisi masuk diffuser	= ( mm )
t <sub>4</sub>	= Jarak antara sudu-sudu pada sisi keluar diffuser	= ( mm )
t <sub>m</sub>	= Tebal dinding	= ( m )
i	= Jumlah tingkat	= ( % )
P	= Efisiensi pompa	= ( m / det)
U <sub>1</sub>	= Kecepatan relatif pada sisi ujung masuk inpeller	= ( m / det)
V <sub>1</sub>	= Kecepatan tangensial pada ujung sudu sisi masuk	= ( m / det)
V <sub>2</sub>	= Kecepatan tangensial pada ujung sisi keluar	= ( m / det)
Z	= Jumlah sudu	= ( m / det)

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Pandangan Umum

Sesuai dengan perkembangan zaman dalam menunjang pertumbuhan penduduk serta kemajuan teknologi maka tidak dapat disangkal lagi pengadaan sarana penginapan khususnya hotel yang berfungsi sebagai penginapan dikota – kota besar yang berfungsi sebagai sentral pemerintahan, perdagangan industri maupun untuk pariwisata.

Disamping hotel yang berfungsi sebagai penginapan sementara maka hotel harus dapat memberikan fasilitas – fasilitas kemudahan para tamu – tamunya sehingga benar – benar dapat memenuhi syarat – syarat yang menjamin rasa puas para tamu yang tinggal di hotel tersebut.

### 1.2. Masalah Pendistribusian Air Pada Perhotelan

Untuk mendirikan suatu hotel khususnya diperkotaan yang menjadi masalah adalah lokasi tempat dengan ukuran terbatas.

Didalam perencanaan suatu hotel bertingkat yang harus dapat diatasi ditinjau dari teknisnya bahwa masalah – masalah ini meliputi antara lain :

- Pengadaan air bersih
- Pengaturan udara atau AC
- Alat penerang



- Sistem pencegahan kebakaran
- Dan lain – lain

Untuk pengadaan suatu hotel yang berlantai – 12 dengan kapasitas kamar 280 buah dengan kondisi seperti ini tentu bertaraf internasional yang dituntut keamanan, kebersihan serta penyediaan air bersih di hotel merupakan kepentingan untuk semua sarannya termasuk peyedian air untuk pencegahan kebakaran.

Diantara masalah – masalah diatas maka dalam perencanaan ini akan dianalisa masalah pengadaan air yang meliputi :

### 1.3 Sumber Air Bersih

Sarana sumber air bersih untuk kebutuhan perhotelan harus cukup bersih dan memenuhi syarat mengingat fungsinya untuk di minum ( restoran ), untuk penghuni kamarnya serta juga bagi keperluannya kolam renang .

Syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh suatau sumber air bersih adalah:

- Tidak berwarna
- Tidak berbau
- Tidak mengandung racun
- Tidak berasa
- Dan bebas dari sumber penyakit

Ditinjau dari segi distribusinya maka penyediaan kebutuhan air bersih pada perhotelan dapat dilakukan dengan 3 alternatif yaitu:

- a. Penyambungan dari instalasi perusahaan air minum (PAM)

- Sistem pencegahan kebakaran
- Dan lain – lain

Untuk pengadaan suatu hotel yang berlantai – 12 dengan kapasitas kamar 280 buah dengan kondisi seperti ini tentu bertaraf internasional yang dituntut keamanan, kebersihan serta penyediaan air bersih di hotel merupakan kepentingan untuk semua sarannya termasuk peyedian air untuk pencegahan kebakaran.

Diantara masalah – masalah diatas maka dalam perencanaan ini akan dianalisa masalah pengadaan air yang meliputi :

### 1.3 Sumber Air Bersih

Sarana sumber air bersih untuk kebutuhan perhotelan harus cukup bersih dan memenuhi syarat mengingat fungsinya untuk di minum ( restoran ), untuk penghuni kamarnya serta juga bagi keperluannya kolam renang .

Syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh suatau sumber air bersih adalah:

- Tidak berwarna
- Tidak berbau
- Tidak mengandung racun
- Tidak berasa
- Dan bebas dari sumber penyakit

Ditinjau dari segi distribusinya maka penyediaan kebutuhan air bersih pada perhotelan dapat dilakukan dengan 3 alternatif yaitu:

- a. Penyambungan dari instalasi perusahaan air minum (PAM)

- b. Pemurnian air sungai
- c. Membuat sumur bor

### 1.3.1. Penyambungan Dari Instalasi Perusahaan Air Minum (PAM)

Metode ini hanya dilakukan dengan penyambungan pipa air instalasi PAM ke suatu kolam penampung air (*reservoir*) yang berada lokasi hotel tersebut. air mengalir dari instalasi PAM sudah cukup bersih karena telah mengalami proses pengolahan secara kimiawi sebelum didistribusi ke seluruh tempat dalam keadaan siap pakai untuk berbagai jenis keperluan dan termasuk kebutuhan air pada hotel.

### 1.3.2 Pemurnian Air Sungai

Bila suatu hotel yang letaknya dekat pinggiran sungai maka air sungai tersebut dapat dijadikan sebagai sumber airnya

Air yang berasal dari sungai diklasifikasikan sebagai "air permukaan" (*surface water*) dan mengandung unsur-unsur kotoran, maka dari itu sebelum dipergunakan harus terlebih dahulu dibersihkan dengan metode proses "pemurnian air" (*water treatment*)

### 1.3.3. Membuat Sumur Bor

Untuk membuat atau memperoleh air dari dalam tanah sebagai sumber kebutuhan air bagi suatu hotel harusnya dilakukan metode pengeboran (*ground water*) dan juga belum memenuhi syarat untuk air bersih karena masih memiliki zat-



zat asing (*kotoran*) maka dari itu sebelum difungsikan diperlukan juga proses "pemurnian air" (*water treatment*)

Dari ke-tiga alternatif diatas untuk mendapatkan sumber air bersih dipilih dengan metode sumur bor, ini dilakukan karena keuntungan penggunaan air dari sumur bor ialah untuk menghemat biaya pengeluaran air karena apabila menggunakan air dari PAM biaya untuk air sangat besar karena mengingat kebutuhan air pada hotel relatif besar , sementara apabila diperlukan tambahan kapasitas airnya maka air PAM dapat dimanfaatkan fungsinya .





## BAB II

### MESIN –MESIN FLUIDA

Mesin – mesin fluida adalah mesin yang berfungsi untuk mengubah energi potensial menjadi energi mekanik atau sebaliknya .Perubahan energi tersebut akibat oleh pemindahan fluida yang berupa cairan atau padat .

#### 2.1 Kasifikasi Mesin-mesin Fluida

- Mesin tenaga
- Mesin kerja

##### 2.1.1. Mesin tenaga

Mesin tenaga adalah mesin yang dapat mengubah energi potensial menjadi energi mekanis.

Yang termasuk ke dalam golongan mesin- mesin tenaga yaitu :

- Turbin air
- Kincir air
- Kincir angin
- Motor hidraulik

### 2.1.1 Mesin kerja

Mesin kerja adalah mesin yang dapat mengubah energi mekanis menjadi energi potensial. Yang termasuk kedalam golongan mesin-mesin kerja yaitu :

- Pompa
- Blower
- Kompresor
- Fan

### 2.2. Pengertian Pompa

Pompa adalah salah satu dari mesin fluida yang berfungsi untuk mengalirkan fluida dari lokasi yang rendah ke tempat yang tinggi .perpindahan fluida disebabkan oleh perubahan energi mekanika menjadi energi potensial .

### 2.3. Head Pompa

Head pompa adalah ketinggian dari pada fluida yang sanggup dinaikkan oleh dari suatu tempat yang lebih rendah ketempat yang lebih tinggi ditambah dengan kerugian-kerugian yang terjadi dalam pipa .

Untuk menentukan head dari pompa yang akan direncanakan maka faktor yang harus ditinjau adalah :

1. Beda ketinggian batas air antara “intakeresevoir” dan ”water tower”
2. Diameter pipa hisap (*suction*) dan pipa tekan (*discharge*) yang dipergunakan

secara umum untuk menentukan head pompa dapat ditulis sebagai berikut :

$$H = h_a + h_p + h_l + \frac{v_d^2}{2 \cdot g}$$

Dimana :

$$H = \text{Head total pompa (m)}$$

$$H_a = \text{Head statis (m)}$$

Head ini adalah perbedaan tinggi antara permukaan air di sisi keluar dan disisi uap tanda (+) dipakai apabila permukaan air disisi keluar lebih tinggi dari pada sisi isap.

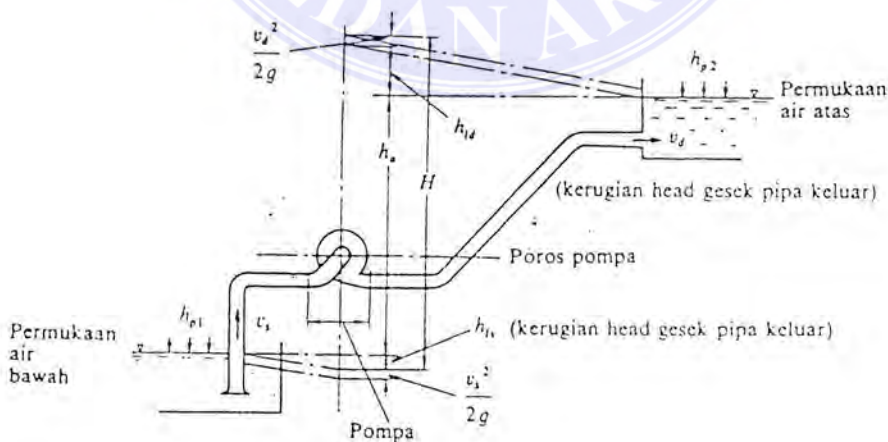
$\Delta h_p$  = Perbedaan head tekanan yang bekerja pada keluar permukaan air

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

$h_l$  = Berbagai kerugian head di pipa, katup, belakon sambung dan lain(m)

$V^2/2g$  = Head kecepatan keluar (m)

$g$  = Kecepatan garavitasi ( $9,8 \text{ m/s}^2$ )



Gambar 2.1. Head Pompa

## 2.4. Klasifikasi Pompa

Ditinjau dari segi menimbulkan pertukaran energi (maksudnya tekanan yang menyebabkan pertukaran energi) antara fluida dengan pompa maka pompa dapat diklasifikasikan menjadi :

- Pompa Tekanan Statis
- Pompa Tekanan Dinamis

### 2.4.1. Pompa Tekanan Statis

Pompa tekanan statis adalah pompa yang bekerja sebagian besar merupakan energi mekanik yang menjadi energi potensial atau disebut juga “Positive Displacement” dimana head yang terjadi diberikan terhadap fluida itu sendiri.

Jenis pompa yang termasuk golongan statis adalah :

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

Pompa ini mempunyai bagian utama berupa torak yang bergerak bolak – balik didalam cylinder untuk dapat mengalirkan fluida secara kontinu kesatu arah, maka pompa ini dilengkapi katup – katup.

Fluida yang bertekanan rendah diisap melalui katup isap didalam ruangan cylinder dan kemudian ditekan oleh torak sehingga tekanan naik dan sanggup mengalirkan cylinder melalui tekanan.

Kerugian – kerugian dari pemakaian pompa torak adalah sebagai berikut:

- a. Putaran rendah (100-300) rpm dan harus memakai sistem transmisi roda gigi



- b. Konstruksi lebih rumit
- c. Biaya perawatan cukup tinggi
- d. Kapasitasnya kecil tetapi head lebih tinggi
- e. Tidak efisien untuk mengalirkan fluida secara kontinu
- f. Lokasi ruangnya diperlukan dengan ukuran lebih luas
- g. Lebih untuk memindahkan fluida yang bersih

#### **2.4.1.2. Pompa Roda Gigi (*Rotary Pump*)**

Bagian utama pompa ini adalah rotor yang berputar didalam rumahnya dan fluida diisap pada sisi isap dan dikurung didalam ruangan antara rotor dan rumah kemudian didorong kesisi tekan dengan gerakan rotasi sehingga tekanan statisnya naik.

#### **2.4.2 Pompa Tekanan Dinamis**

Pompa ini disebut juga dengan “Rotry Dinamic Pump” atau ”Turbo Pump”

Ciri – ciri dari pompa tekanan dinamis adalah sebagai berikut:

- a. Mempunyai bagian utama sebuah rotor dengan sudu sekeliling disebut impeller.
- b. Melalui sudu – sudu tersebut mengalir fluida secara kontinu dimana antara fluida dan sudu akan terjadi perubahan kerja dalam bentuk momentum.

Jenis – jenis pompa yang termasuk kedalam pompa tekanan dinamis adalah:

- Pompa Centrifugal
- Pompa Propeller

## - Jet Pump

Ditinjau dari segi arah aliran fluida yang melalui sudu-sudu gerak maka pompa tekanan dinamis dapat diklasifikasikan atas dua jenis yaitu:

### a. Pompa Radial

Dengan aliran dalam sudu gerakanya terletak pada bidang yang tegak lurus terhadap poros dan head yang timbul akibat oleh gaya centrifugal itu sendiri.

### b. Pompa Axial

Dengan arah aliran dalam sudu gerakannya terletak pada bidang yang sejajar poros dan head yang timbul akibat oleh besarnya gaya angkat dari sudu – sudu gerakanya.

## 2.5. Pompa Centrifugal

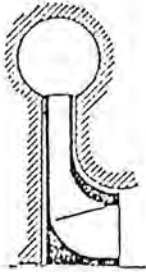
Tekanan dinamis yang banyak dipakai untuk jenis ini adalah pompa radial.

Secara prinsipnya pompa centrifugal mempunyai bagaian – bagian utama seperti:

- Impeller
- Rumah pompa (*casing pump*)
- Poros dan Motor penggerak

## Jenis Impeller :

### a. Impeler Jenis Radial



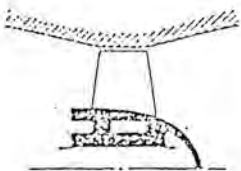
Jenis Impeller ini sebagian besar head ditimbulkan oleh gaya centrifugal. Dimana headnya berkisar 150 ft dengan kecepatan spesifik (500 – 3000) rpm.

### b. Impeller jenis Francis



Digunakan untuk head pompa yang lebih ringan dengan kecepatan sefesifik antara (1500 – 4500) rpm. Dan perbandingan dengan diameter buang dan masuk  $\pm 2$ .

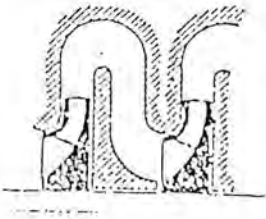
### c. Impeller jenis propeller



Pada type ini praktis seluruh head ditimbulkan akibat dorongan impeller. Jenis ini mempunyai kecepatan spesifik yaitu diatas 8000 rpm, dan tinggi tekanan berkisar (30 – 40 )ft.



#### D. Impeller jenis tingkat banyak (*Multi Stage Type Impeller*)



Jika head pompa terlalu besar dalam pengoperasian satu tingkat impeller dipakai type ini.

#### Cara Kerja Pompa Sentrifugal:

Pompa Sentrifugal yang direncanakan mempunyai dua buah impeller. Daya motor penggerak langsung dipindahkan ke poros utama untuk memutar impeller di dalam fluida. Oleh dorongan sudu maka fluida ada didalam impeller akan ikut berputar akibat gaya sentrifugal, sehingga fluida mengalir impeller keluar melalui saluran diantara sudu – sudu dan mengakibatkan head tekan dan head kecepatan menjadi lebih tinggi karena fluida mengalami percepatan.

Fluida yang keluar dari impeller ditampung oleh sudu – sudu pengarah (*diffuser*) yang kemudian memasuki saluran antar. Proses ini mulai dari tingkat pertama, begitu juga pada tingkat kedua hingga sampai pada nozel.

Didalam nozel sebagian head kecepatan aliran dirobah menjadi head tekanan. Jadi impeller pompa berfungsi untuk memerlukan kerja pada fluida sehingga energi yang dikandung menjadi bertambah besar.

Beberapa keuntungan dari pemakaian pompa setrifugal adalah:

- a. Dapat mengalir / memindahkan fluida secara kontinu
- b. Lokasi / ruang yang dibutuhkan dengan ukuran relatif kecil
- c. Konstruksinya sederhana sehingga biaya untuk perawatan lebih rendah



- d. Harga relatif murah
- e. Sanggup beroperasi pada kapasitas besar dengan head yang tinggi dan rendah
- f. Getaran yang terjadi relatif kecil
- g. Putaran pompa (500-3000) rpm



### BAB III

## PERENCANAAN KAPASITAS POMPA

### 3.1. Analisa Kebutuhan Air Bersih

Seperti telah diterangkan dalam Bab pendahuluan bahwa kebutuhan air yang harus dilayani pompa adalah untuk penghuni hotel tetapi fasilitas lain yang membutuhkan air seperti :

- Kebutuhan air untuk kamar penghuni hotel
- Kebutuhan air untuk kantor
- Kebutuhan air untuk pencucian (*laundry*)
- Kebutuhan air maksimum
- Kebutuhan air untuk pencegahan kebakaran

#### 3.1.1 Kebutuhan Air Untuk Penghuni Hotel

Pada perencanaan hotel dengan kapasitas sebanyak 280 kamar dan setiap kamarnya dirata-ratakan oleh dua orang maka total penghuni kamar adalah :

$$280 \times 2 = 560$$

Penempatan kebutuhan air untuk 1 orang penghuni kamar ditetapkan menurut (1)..... adalah :

$$150 : 300 \text{ liter /hari}$$

---

1) Sularso dan Haruo Tahara “ Pompa dan komperesor “  
Hal .21.

Untuk mengetahui besarnya kebutuhan air setiap jam perhari maka dapat ditentukan yaitu:

1. Kebutuhan air pada pukul	$24 - 1 = 23$ l/jam.
2. Kebutuhan air pada pukul	$1 - 2 = 1$ l/jam.
3. Kebutuhan air pada pukul	$2 - 3 = 1$ l/jam
4. Kebutuhan air pada pukul	$3 - 4 = 2$ l/jam
5. Kebutuhan air pada pukul	$4 - 5 = 2$ l/Jam.
6. Kebutuhan air pada pukul	$5 - 6 = 5$ l/jam
7. Kebutuhan air pada pukul	$6 - 7 = 7$ l/jam
8. Kebutuhan air pada pukul	$7 - 8 = 15$ l/jam
9. Kebutuhan air pada pukul	$8 - 9 = 40$ l/jam
10. Kebutuhan air pada pukul	$9 - 10 = 12$ l/jam
11. Kebutuhan air pada pukul	$10 - 11 = 10$ l/jam
12. Kebutuhan air pada pukul	$11 - 12 = 8$ l/jam
13. Kebutuhan air pada pukul	$12 - 13 = 19$ l/jam
14. Kebutuhan air pada pukul	$13 - 14 = 20$ l/jam
15. Kebutuhan air pada pukul	$14 - 15 = 5$ l/jam
16. Kebutuhan air pada pukul	$15 - 16 = 10$ l/jam
17. Kebutuhan air pada pukul	$16 - 17 = 17$ l/jam
18. Kebutuhan air pada pukul	$7 - 18 = 40$ l/jam
19. Kebutuhan air pada pukul	$18 - 19 = 10$ l/jam
20. Kebutuhan air pada pukul	$19 - 20 = 5$ l/jam
21. Kebutuhan air pada pukul	$20 - 21 = 4$ l/jam

22. Kebutuhan air pada pukul  $21 - 22 = 3 \text{ l/jam}$

23. Kebutuhan air pada pukul  $22 - 23 = 2 \text{ l/jam}$

24. Kebutuhan air pada pukul  $23 - 24 = 2 \text{ l/jam}$

Jadi penggunaan air untuk penghuni hotel seluruhnya adalah :

$$560 \times 242 \text{ liter/hari} = 141120 \text{ liter /hari}$$

$$= 5880 \text{ liter /jam}$$

### 3.1.2 . Kebutuhan Air Untuk Restoran

Bila pengunjung restaurant berkisar dari luar hotel sebanyak 200 –300 orang/hari maka kebutuhan air untuk restaurant menurut ..... ( 2)

15 : 30 liter /hari/ orang

Berdasarkan hasil ketentuan diatas, maka kebutuhan air diambil 27 liter/hari /orang .

Karena pengunjung restaurant yang masuk di luar hotel pada jam tertentu maka dapat kita mengetahui setiap orang membutuhkan air yaitu:

1. Kebutuhan air pada pukul  $6 : 12 = 6 \text{ liter /jam}$

2. Kebutuhan air pada pukul  $12 : 13 = 4 \text{ liter /jam}$

3. Kebutuhan air pada pukul  $13 : 17 = 7 \text{ liter /jam}$

4. Kebutuhan air pada pukul  $17: 24 = 10 \text{ liter /jam}$

---

2) Soufyan Morimura ,Perencanaan dan pemeliharaan sistem plambing ,pradnya paramita ,hal .48.



Maka kebutuhan air untuk pengunjung restaurant yang didalam hotel tersebut adalah :

$$\begin{aligned}
 250 \times 27 \text{ liter /hari} &= 6750 \text{ liter /hari} \\
 &= 281 \text{ liter / jam} \\
 &= 0,281 \text{ m}^3 / \text{jam}
 \end{aligned}$$



**3.1.3. Kebutuhan Air Untuk Kantor**

Untuk melayani hotel dengan kafasitas 280 kamar dibutuhkan karyawan 200, penetapan bagi setiap karyawan sebesar menurut.....(3)

$$100 : 120 \frac{\text{liter}}{\text{hari / karyawan}}$$

Berdasarkan kebutuhan diatas maka untuk kebutuhan air sebesar 115

$$115 \frac{\text{liter}}{\text{hari / karyawan}}$$

Dimana hal tersebut bahwa didalam hotel karyawan yang bekerja sistem silang artinya setiap karyawan bekeja selama 8<sup>00</sup> jam yaitu : jam

$$7^{00} : 15^{00}$$

$$15^{00} : 23^{00}$$

$$23^{00} : 7^{00}$$

3) Sularso dan HaruoTahara, pompa dan kompresor ,pemilihan ,pemakaian ,dan pemeliharaan ,penerbit PT.Pradnya paramita ,hal 21.

Maka kapasitas kebutuhan air yang dibutuhkan bagi kantor adalah:

$$\begin{aligned}
 200 \times 115 \frac{\text{liter}}{\text{hari / karyawan}} &= 2300 \text{ liter /hari} \\
 &= 958,3 \text{ liter /jam} \\
 &= 0,9583 \text{ m}^3 / \text{jam}^3)
 \end{aligned}$$

**3.1.4 Kebutuhan Air Untuk Pencucian (Laundry).**

Setiap perlengkapan hotel tersebut, dan sebagainya memerlukan pencucian agar kebersihan terpelihara dan kebersihannyapun tetap terjamin.

Adapun penetapan kebutuhan air untuk pencucian menurut..... ( 4)

12 : 40 liter / menit

Pada perencanaan ini diambil sebesar 37 liter/menit jika pekerjaan ini selama 16 jam/hari maka kita dapat mengetahui besarnya kebutuhan air tiap jam perhari.

1. Kebutuhan air dari pukul 7 : 12 = 13500 liter
2. Kebutuhan air dari pukul 14 :19 = 13500 liter
3. Kebutuhan air dari pukul 21 : 24 = 8520 liter

Bila kegiatan pencucian dilakukan setiap saat maka kebutuhan air yang diperlukan :

$$\begin{aligned}
 16 \times 60 \times 37 \text{ liter/menit} &= 35520 \text{ liter/jam} \\
 &= 1480 \text{ liter/jam} \\
 &= 1,48 \text{ m}^3 / \text{jam}
 \end{aligned}$$

4) Japan Water Work Association, Design Criterion For Water Wort Facilities , hal .188

### **3.1.5. Kebutuhan Air Untuk Lain-lain**

Untuk menata pembersihan lantai, jendela, penyiraman taman dan lain-lain untuk diperkirakan membutuhkan air 5% dari sirkulasi air yang ada, maka kebutuhan air untuk hal ini adalah:

$$= 0,05 (141120 + 6750 + 23000 + 35520)$$

$$= 10319 \text{ liter /hari}$$

Maka dari rata-rata diatas diperoleh kebutuhan air bersih untuk hotel setiap harinya adalah:

$$= 141120 + 6750 + 23000 + 35520 + 10319$$

$$= 216,709 \text{ m}^3 / \text{hari}$$

$$= 9,02 \text{ m}^3 / \text{jam}$$

### **3.1.6 Kebutuhan Air Maksimum**

Menurut literatur (Japan Water Association ,Design Criterion For Water Work Facilities, hal .26)

Besar air maksimum adalah (2 : 3) dari average hourly water demand.

Dipilih besar faktor adalah 2:

$$2 \times 216709 \text{ liter/hari} = 433418 \text{ liter/hari}$$

$$= 433,418 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 18,05 \text{ m}^3/\text{jam}$$

### **3.1.7. Menentukan Kebutuhan Air Untuk Fire Hydrant**

Untuk mengatasi terjadi kebakaran yang sewaktu – waktu dapat terjadi maka dilengkapi dengan suatu jaringan penipaan yang berfungsi sebagai hydran filter dan di tambah dengan unit-unit alarm yang berfungsi sebagai indikator lokasi kebakaran

Dalam perencanaan fire hydrant ada beberapa faktor yang harus diperhatikan yaitu:

1. Kapasitas air yang dibutuhkan
2. Tekanan dari pancaran air
3. Jaringan penipaan

#### **3.1.7.1 Kapasitas Air Yang Dibutuhkan**

Kapasitas yang dibutuhkan maka terlebih dahulu ditentukan ukuran dan jenis bangunan yang akan dilayani oleh fire hydrant tersebut.

$$F = 18 \cdot C \cdot (A)^{0.5}$$

Dimana:

F = Kapasitas air (gpm)

C = Koefisien yang tergantung pada type bangunan

= 0,8 untuk bangunan yang tidak bakar

A = Luas bangunan (Ft<sup>2</sup>)

Dalam penempatan lokasi fire hydrant direncanakan untuk setiap lantai ditempatkan satu fire box yang ditempatkan dekat pada tangga yang menuju lantai naik atau turun.



Oleh karena setiap kamar hotel terdiri dari kamar corridor, hall lift dan lain-lainnya, maka direncanakan luas bangunan adalah luas kamar terbesar maka :

$$A = 4 \times 6 = 24 \text{ m}^3$$

$$= 258,24 \text{ ft}^2 \text{ dimana } 1 \text{ m}^2 = 10,76 \text{ ft}^2$$

maka kapasitas air untuk fire hydrant sebesar :

$$F = 18 \times 0,8 (258,24)^{0,5}$$

$$= 231 \text{ gpm}$$

$$= 0,874 \text{ m}^3 / \text{menit}$$

$$(1 \text{ m}^3 = 264,2 \text{ galon})$$

$$= 0,0146 \text{ m}^3 / \text{detik}$$

Dengan adanya pemakaian automatic fire hydrant maka kebutuhan air dapat dikurangi sampai 50%.....(5)

$$F = 0,5 \times 0,0146 \text{ m}^3 / \text{detik}$$

$$= 0,0073 \text{ m}^3 / \text{detik}$$

$$= 26,28 \text{ m}^3 / \text{jam}$$

Berdasarkan perhitungan diatas maka kapasitas air untuk mencegah kebakaran adalah 26,28 m<sup>3</sup> /jam

**3.1.7.2. Tekanan Pancaran Air Fire Hydrant**

Besar tekanan pancaran air keluar fire hydrant minimal 20 Psi atau 14,05 m.....( 6 )

Maka besar kapasitas air keluar fire hydrant sebesar

Maka:

$$V = 2.9,81 \times 14,05$$

$$V = 16,6 \text{ m /detik}$$

Besar diameter nozel adalah :

$$V = A \times V$$

$$dn = \frac{4 \times f^{0,5}}{n \times V}$$

$$dn = \frac{4 \times 0,0073^{0,5}}{n \times 16,6}$$

$$dn = 0,024 \text{ meter}$$

Jadi diameter nozel adalah  $dn = 0,024 \text{ m}$  atau  $dn = 1 \text{ cm}$

### 3.1.7.3. Jaringan Penimpaan

Direncanakan bahwa untuk pencegahan kebakaran yang sewaktu-waktu dapat terjadi maka seluruh persediaan air yang ada di hotel diutamakan untuk hal tersebut.

Untuk menjaga tekanan air dari setiap fire hydrant tetap konstan maka jaringan penimpaan direncanakan sebagai sistem tertutup yang dilengkapi pompa baster untuk pembalance tekanan.

Disamping itu juga direncanakan untuk setiap fire hydrant tersebut dipasang pipa-pipa karet yang langsung terpasang pada rumah nosel.

5) Mark J Hammer, Water and Wask Water Tecnology, Hal 175.

6) Mark J Hammer, Water and Wask Water Tecnology, Hal 174.

### 3.2. Perencanaan Water Tower

Mengingat fluktuasi pemakaian air bersih yang tidak merata pada hotel maka diperlukan penempatan sebuah water tower pada top floor hotel agar kebutuhan air untuk hotel dapat disupply setiap saat .

Berdasarkan ketentuan kapasitas water tower sekurang-kurangnya sama dengan kebutuhan air maksimum setiap jam .

Ukuran water tower dapat ditentukan dengan menetapkan afektive depfh dari air didalam water tower tersebut. Besarnya ketentuan efektifive depfh adalah :

$$3 : 6 \dots\dots\dots(7)$$

Dari ketentuan diatas maka dalam perencanaan ini diambil efektifive depfh adalh 3 meter, sehingga ukuran water tower tersebut adalah :

- Tinggi = 3 meter
- Lebar = 7 meter
- Panjang = 8 meter

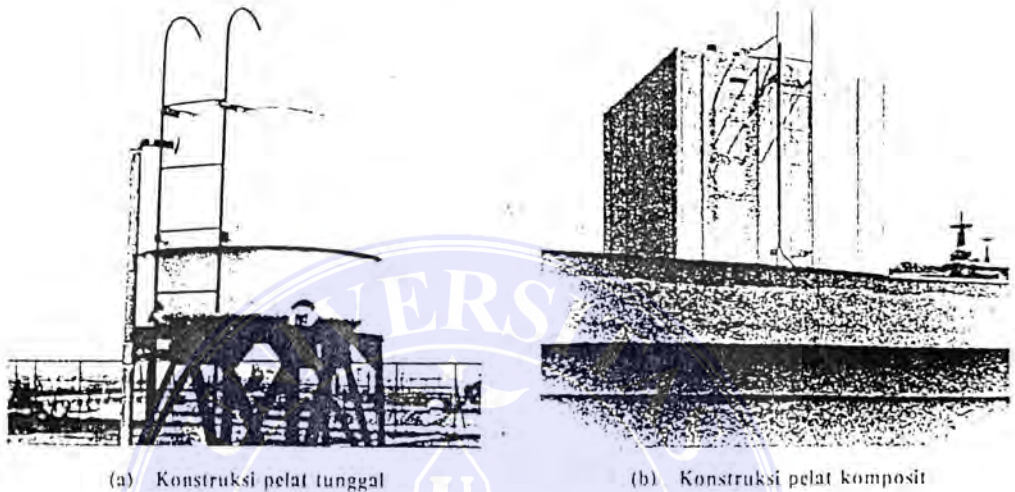
Pada water tower dilengkapi dengan automatic switch control yang berfungsi untuk mengatur operasi pompa dengan perkataan lain pompa akan bekerja apabila air yang berada pada water tower berada pada batas minimum dan pompa akan berhenti apabila air pada water tower berada batas maksimum yang ditentukan.

Dalam hal ini maka kita dapat menghitung kebutuhan air maksimum pada water tower, yaitu :

$$V = P \times L \times t = m^3$$



$$V = 8 \times 7 \times 3 = 168 \text{ m}^3$$



Gambar 3.1. Water tower

### 3.3. Perencanaan Intake Reservoir

Pada perencanaan ini intake reservoir dibuat dengan menggali tanah. Hal ini akan memberikan keuntungan karena temperatur air dapat dijaga serendah mungkin.

Berdasarkan ketentuan dinyatakan bahwa untuk menjaga temperatur air serendah mungkin maka kedalaman permukaan reservoir sebesar:

30 – 60 cm dibawah permukaan tanah .....(8)

7) Japan Water Work Facilities, design Criterior For Water Work Facilities hal. 143



Dalam perencanaan ini kedalaman permukaan intake reservoir ditetapkan sebesar 50 cm atau 0,5 meter.

Volume intake reservoir ini ditentukan dengan mengetahui besarnya kapasitas maksimum yang dibutuhkan setiap harinya, menurut ketentuan ditetapkan bahwa kapasitas efektif reservoir sebesar  $1/3 : 1/2$  dari plamed maksimum daily flow, dimana besarnya plamed maksimum daily flow adalah  $1/2 : 2$  dari pemakaian rata-rata setiap jumlahnya menurut .....<sup>(9)</sup>

Dimana kebutuhan air maksimum perjam sebesar :  $9,02 \text{ m}^3/\text{jam}$

$$1,5 \times 9,02 \text{ m}^3/\text{jam} = 13,53 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 324 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Maka volume untuk reservoir ditetapkan sebesar:

$$V_m = 1/3 \times 324 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 108 \text{ m}^3$$

Sehingga ukuran dari intake reservoir tersebut adalah:

- Tinggi = 3,5 meter
- Lebar = 8 meter<sup>3</sup>
- Panjang = 10 meter

<sup>8)</sup> Soufyan M. Perencanaan dan Pemeliharaan system plambing, pradya, paramita, hal. 54

<sup>9)</sup> Ibid, hal. 133

### 3.4 . Menentukan Kapasitas Pompa

Pompa yang dipergunakan untuk mendistribusikan air bersih dari intake reservoir ke water tower kemudian dari water tower keruangan hotel atau tempat yang memerlukan dalam hal ini perlu dipertimbangkan antara lain:

1. Kapasitas pompa harus dapat memenuhi kebutuhan maksimum
2. Pompa harus dapat bekerja secara efektif pada kebutuhan yang berfungsi dari waktu ke waktu.

Untuk mengetahui kriteria – kriteria diatas maka kapasitas pompa yang direncanakan menurut .....(10)

$$Q_p = Q_{total} + \alpha$$

$\alpha$  = Jumlah air yang akan ditambahkan untuk mengganti kehilangan karena kebocoran antar intake reservoir ke water tower.

$$= (1,1 : 1,15) = 1,15$$

sehingga:

$$\begin{aligned} Q_p &= 9,02 \text{ m}^3/\text{jam} + 1,15 \\ &= 10,17 \text{ m}^3/\text{jam}. \end{aligned}$$

10) Sularso dan Haruo Tahara, Pompa dan Kompresor, Hal. 15.

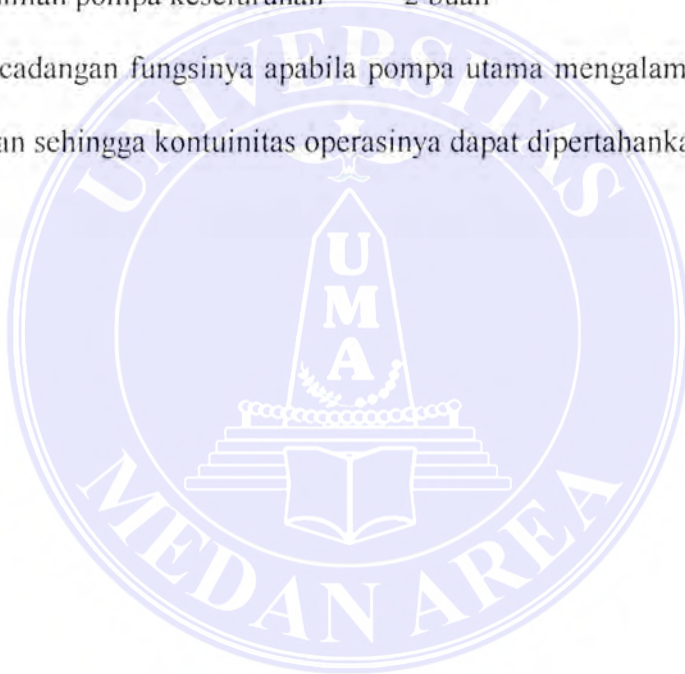
11) Sularso dan Haruo Tahara, Pompa dan Kompresor, Hal. 15.

### 3.5 Perencanaan Jumlah Pompa

Jumlah pompa yang direncanakan tergantung kepada kapasitas air yang dapat disupply setiap harinya. Berdasarkan ketentuan bahwa untuk pompa pengisap dan menyalurkan keperluan air sampai dengan kapasitas sebesar  $2800\text{m}^3/\text{hari}$ .....(11)

- Jumlah pompa utama = 1 buah
- Jumlah pompa cadangan = 1 buah
- Jumlah pompa keseluruhan = 2 buah

Pompa cadangan fungsinya apabila pompa utama mengalami kerusakan atau perbaikan sehingga kontinuitas operasinya dapat dipertahankan.



## BAB X

### PRIMING (PEMANCINGAN)

Sebelum pompa beroperasi, mata impeller haruslah dibenamkan dan pada posisi isap di isi dengan fluida yang akan dipompakan. Pompa jangan sekali – kali dioperasikan tanpa berisi fluida (dalam keadaan kering) karena hal ini akan menyebabkan macet, juga paking harus dilumasi oleh cairan yang lewat melalui paking ini, bila udara dibiarkan bocor atau udara masuk sisi isap atau kedalam pompa, pompa itu bisa – bisa berisi udara dan kehilangan daya pemancingnya, dan dengan kata lain pompa akan berhenti. Oleh sebab itu perlu untuk menghentikan operasi ini dan kemudian dioperasikan lagi setelah dilakukan pemancingan.

Bila impeller dibenamkan dibawah tinggi permukaan air, pekerjaan satu – satunya adalah membuka baut pembuangan udara yang ada dirumah pompa, yang bertujuan untuk membuang udara yang terkurung di dalam pompa tersebut.

Pada perencanaan ini pompa berbeda diatas permukaan air maka diusahakan untuk mendapat pemancingan yang cukup. Pemancingan (*priming*) dapat dilakukan dengan tiga cara yaitu :

1. Dengan memasukkan fluida kedalam pipa isap sehingga impeller tersisi fluida yang akan dioperasikan.
2. Dengan mengeluarkan udara yang berada dalam pipa isap dan dari dalam pompa sehingga fluida (air) dipaksa naik kedalam pompa sehingga fluida (air)



dipaksa naik kedalam pompa oleh tekanan udara luar pada permukaan zat cair yang akan dipompakan.

3. Dengan mendesain pompa itu sendiri bersifat dapat memancing diri sendiri (*self priming*). Dengan kata lain mata impeller dan sisi isap tetap terisi oleh cairan atau dengan memberikan alat – alat yang dapat mengeluarkan udara.

Pada perencanaan pompa direncanakan dengan *self priming* dimana untuk mempertahankan air tetap terisi pada isap maka pada ujung pipa isap dipasang katup kaki (*foot valve*), dekat dengan strainer (*saring*).

Katup kaki ini dibuat ukuran agak besar untuk membuat kecepatan aliran pada katup ini rendah, sedangkan strainer berfungsi untuk menyaring kotoran – kotoran atau benda – benda yang dapat menyumbat katup kaki.

Maka dengan demikian pompa dapat memancing diri sendiri (*self priming*) tetapi apabila pompa tersebut tidak dapat memancing diri sendiri maka dapat dilakukan pemancingan secara manual seperti cara yang disebut diatas yaitu memasukkan air kedalam mata impeller atau dengan membuang udara yang ada pada pompa, dengan cara membuka baut pembuang udara yang terletak pada rumah pompa.

## BAB XI

### KESIMPULAN

Setiap akhir dan perencanaan ini, maka hasil perhitungannya adalah sebagai berikut :

1. Jenis Pompa : Centrifugal pump
  - Kapasitas Pompa :  $10,17 \text{ M}^3 / \text{jam}$
  - Head Pompa : 69 meter
  - putaran Pompa : 2940 rpm
  - Daya Pompa : 3,5 Hp
  - Jumlah Tingkatan : 2 Tingkatan
  - Jenis Impeller : Radial
  
2. Data Motor Penggerak
  - Type Motor : Electro Motor
  - Daya Motor : 4 Hp
  - Putaran Motor : 2940 rpm
  - Frekwensi : 50 Hz
  
3. Ukuran –ukuran utama pompa
  - Diameter Poros : 28 mm
  - Diameter Hubungan : 39 mm
  - Diameter inlet( $D_1$ ) : 53 mm

- Diameter eye of impeller ( $D_0$ ) : 53 mm
- Diameter out let ( $D_2$ ) : 106 mm
- Bahan poros : S 45 C
- Lebar impeller pada sisi masuk ( $b_1$ ) : 78,6 mm
- Lebar impeller pada sisi keluar ( $b_2$ ) : 4 mm
- Jumlah sudu : 9 buah
- Bahan impeller : Bronze

#### 4. Rumah Pompa

- Jumlah sudu pada cincin diffuser : 10 buah
- Diameter dalam diffuser ( $D_3$ ) : 109 mm
- Diameter luar diffuser ( $D_4$ ) : 185 mm
- Lebar sisi masuk diffuser ( $b_3$ ) : 5mm
- Lebar sisi keluar diffuser ( $b_4$ ) : 9mm
- Tebal dinding diffuser : 4mm

#### 5. Bantalan

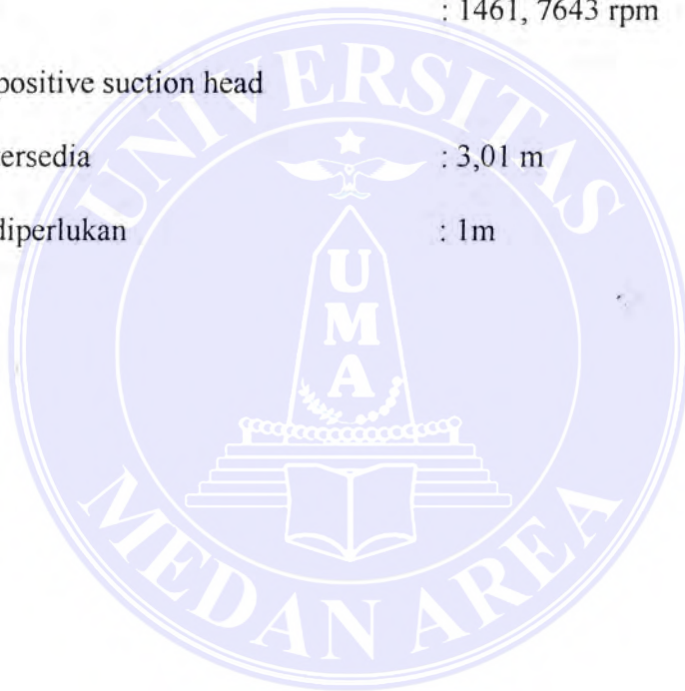
- Bantalan pada sisi suction : No 6006
- Bantalan pada sisi discharge : No. 7304 ADB
- Berat impeller (Gimp) : 1,96239 kg
- Berat poros : 2,48009

## 6. Pasak

- Lebar pasak (b) : 8 mm
- Tinggi pasak (h) : 7mm
- Panjang pasak ( l ) : 25 mm
- Bahan pasak : S30C
- Jenis pasak : pasak memanjang

## 7. Putaran Statis : 1461, 7643 rpm

- Netto positive suction head
- Yang tersedia : 3,01 m
- Yang diperlukan : 1m





## LITERATUR

1. Sularso dan Kiyatsu Suga, “ Dasar – Dasar Perencanaan dan Pemeliharaan Elemen Mesin “, PT. Pradnya Paramita, Jakarta, 1983.
2. Sularso dan Haruo Thara, “ Pompa dan Kompresor Pemilihan Pemakaian dan Pemeliharaan”, PT. Pradnya Paramita, Jakarta, 1983.
3. Austin H. Church, Terjemahan Zulkifli Harahap, “Pompa dan Blower Sentrifugal”, Penerbit Erlangga, Jakarta 1986.
4. M. Khetagurov, “ Marine Auxiliary and System”, Peace Publisher, Moscow.
5. Victor L. Streeter and. E. Benjamin Wyle, “Fluid Machanic”, Seventh Edition, Mc. Graw Hill Kogakusa Co. Ltd, Tokyo newdelhi, copyright, 1951.
6. Mark J. Hammer, Water and Waste Technology”.
7. Sofyan and Marimura, “Perencanaan dan Pemeliharaan Sistim Plambing”, Penerbit Pradnya Paramita, Jakarta, 1988
8. Japan Water Work Association, “ Design Ceriterion For Water Work Fasilities”.

9. Ir. Soufyan Badrun, “ Dasar – Dasar Pompa Sentrifugal”.
10. DR. Mody dan DR. Smseth, “Hydraulict and Fluid Machine”.
11. Tyler G. Hicks and Theodore W. Edwards, “Pump Aplication Engineering”, Mc. Graw Hill Book Company.
12. Igor J. Karasik, C. Kruttsch, Waren H, Frasser, Joseph P. Masina. “Pumpa Hand Book “, Mc Grau Hill Book Company, Toronto, 1976.
13. Ronald V. Giles, Terjemahan oleh Soemitro, Herman Widodo, “ Mekanika Fluida dan Hidrolika”, Edisi II, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1984.
14. A.J. Stefanof, Centrifugal and Axial Flow Pump”, 2<sup>rd</sup> Edition, Jhon Wyleyu and Son’s Inc, New york, 1957.