

## **POMPA SENTRIFUGAL**

### **UNTUK MEMENUHI KEBUTUHAN AIR BERSIH PT. HEALTHCARE GLOVINDO JL. BELAWAN KAWASAN INDUSTRI MEDAN (KIM)**

**HEAD : 13mH<sub>2</sub>O**

**KAPASITAS : 40 m<sup>3</sup> / jam**

Oleh :

**MARISON HOTNABOR SINAGA**

**NIM : 958130009**



**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

**2001**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 8/1/24

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)8/1/24

# POMPA SENTRIFUGAL

## UNTUK MEMENUHI KEBUTUHAN AIR BERSIH PT. HEALTHCARE GLOVINDO JL. BELAWAN KAWASAN INDUSTRI MEDAN (KIM)

HEAD : 13mH<sub>2</sub>O

KAPASITAS : 40 m<sup>3</sup> / jam



**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2001**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 8/1/24

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)8/1/24

# POMPA SENTRIFUGAL

UNTUK MEMENUHI KEBUTUHAN AIR BERSIH  
PT. HEALTHCARE GLOVINDO JL. BELAWAN  
KAWASAN INDUSTRI MEDAN (KIM)

HEAD : 13mH<sub>2</sub>O

KAPASITAS : 40 m<sup>3</sup> / jam

Oleh :

**MARISON HOTNABOR SINAGA**

NIM : 958130009

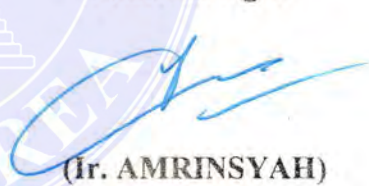
Menyetujui :  
Komisi Pembimbing

Pembimbing I



(Ir. A. HALIM NST, MSC)

Pembimbing II



(Ir. AMRINSYAH)

Mengetahui :



(Ir. AMRINSYAM NST, MT)



Dekan

(Ir. YUSRI NST, SH)

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 8/1/24

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

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa yang telah melimpahkan berkat dan KuasaNYA sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ( tugas sarjana ) ini

Tugas akhir ini merupakan syarat untuk menyelesaikan pendidikan program S1 Jurusan Mesin Fakultas Teknik, Universitas Medan Area ( UMA )

Adapun tugas akhir yang diberikan kepada penulis yaitu : Mesin Fluida dengan Spesifikasi “ Pompa Sentrifugal “ yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan air bersih di PT. Healthcare Glovindo jln. Belawan Kawasan Industri Medan ( KIM )

Dalam penyelesaian tugas akhir ini, penulis banyak menemui masalah-masalah yang sulit dipecahkan. Namun berkat usaha penulis dan bantuan dari semua pihak tugas akhir dapat terselesaikan.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebanyak-banyaknya kepada :

1. Bapak Ir. H. Yusri Nasution, SH, Dekan Fakultas Teknik, Universitas Medan Area
2. Bapak Ir. Amirsyam Nasution, MT, Ketua Jurusan Mesin, Universitas Medan Area
3. Bapak Ir. Syafrian Lubis, Sekretaris Jurusan Mesin, Universitas Medan Area
4. Bapak Ir. A. Halim Nasution, Msc selaku Dosen Pembimbing I
5. Bapak Ir. Amrinsyah selaku Dosen Pembimbing II
6. Bapak / Ibu Staf Pengajar dan Pegawai Jurusan Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area
7. Orang tua yang tersayang yang telah banyak memberikan bantuan baik berupa moril maupun material
8. Seluruh keluarga yang telah memberi dorongan dan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini
9. Dan rekan-rekan yang telah membantu menyelesaikan tugas akhir ini

Penulis menyadari masih banyak kekurangan- kekurangan dalam laporan tugas akhir ini. Penulis mengharapkan saran dan kritik- kritik yang sifatnya membangun dan para pembaca supaya tercapainya kesempurnaan tugas akhir ini dan bermanfaat bagi siapa pun yang membacanya.

Hanya Tuhan Yang Maha Kuasa lah yang dapat membalas budi baik dan bantuan yang diberikan kepada penulis. Semoga Tuhan Yang Maha Kuasa melimpahkan Rahmat dan KaruniaNya kepada kita semua, Amin.



Medan, November 2011

Penulis

( **Marison Hotnabor Sinaga** )

No. Stb : 95.813 / 0009

## DAFTAR ISI

### SPESIFIKASI RANCANGAN

	Halaman
KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI .....	iii
DAFTAR SIMBOL .....	v
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR TABEL .....	x
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
I. 1 Latar Belakang Masalah .....	1
I. 2 Pembatasan Masalah .....	1
I. 3 Tujuan Perancangan .....	2
I. 4 Metode Pengumpulan Data .....	2
BAB II. DASAR -DASAR TEORI .....	4
II. 1 Mesin mesin fluida .....	4
II. 2 Klasifikasi mesin- mesin fluida .....	4
II. 3 Pompa .....	4
II. 4 Klasifikasi pompa .....	5
BAB III. PERANCANGAN SPESIFIKASI POMPA .....	14
III. 1 Perhitungan kapasitas pompa .....	14
III. 2 Kapasitas pompa .....	16
III. 3 Head pompa .....	19
III. 4 Kavitasi .....	29
III. 5 Putaran pompa .....	30
III. 6 Putaran spesifik .....	33
III. 7 Efisiensi pompa .....	34
III. 8 Daya pompa .....	35

III. 9 Daya motor penggerak .....	36
III. 10 Data spesifikasi hasil perancangan pompa .....	37
III. 11 Kurva head – kapasitas pompa dan sistem .....	38
BAB IV. UKURAN-UKURAN UTAMA POMPA .....	39
IV. 1 Poros .....	39
IV. 2 Pasak .....	41
IV. 3 Impeler .....	45
IV. 4 Perancangan sudu .....	58
IV. 5 Perancangan rumah pompa .....	64
BAB V. GAYA- GAYA PADA POMPA DAN PERANCANGAN BANTALAN .....	69
V. 1 Gaya aksial akibat tekanan aliran fluida .....	69
V. 2 Gaya radial akibat tekanan aliran fluida .....	72
BAB VI. WEARING RING DAN PAKING.....	82
VI. 1 Wearing ring .....	82
VI. 2 Paking .....	83
BAB VII. KESIMPULAN .....	84
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

## DAFTAR SIMBOL

Simbol	Arti	Satuan
A	Luas penampang	$m^2$
b	Lebar pasak	mm
$b_1$	Lebar impeler pada sisi masuk	mm
$b_2$	Lebar impeler pada sisi keluar	mm
C	Beban nominal sisi masuk bantalan	N
$C''$	Beban nominal dinamis soesifik bantalan	N
$C_b$	Faktor koreksi lenturan	-
$D, d$	Diameter pipa	mm
$D_1$	Diameter sisi masuk impeler	mm
$D_2$	Diameter sisi keluar impeler	mm
$D_o$	Diameter mata impeler	mm
$D_s$	Diameter poros	mm
f	Frekuensi	HZ
$F_a$	Gaya aksial	N
$f_c$	Faktor koreksi	-
$f_h$	Faktor umur bantalan	jam
$f_m$	Gaya aksial akibat momentum fluida	N
$f_n$	Faktor kecepatan	-
g	Percepatan gravitasi	$m/s^2$
H	Head	m
$H_{vir}$	Tinggi tekan semu	m
hI	Kerugian head sepanjang instalasi pipa	m
$h_s$	Head statis	m



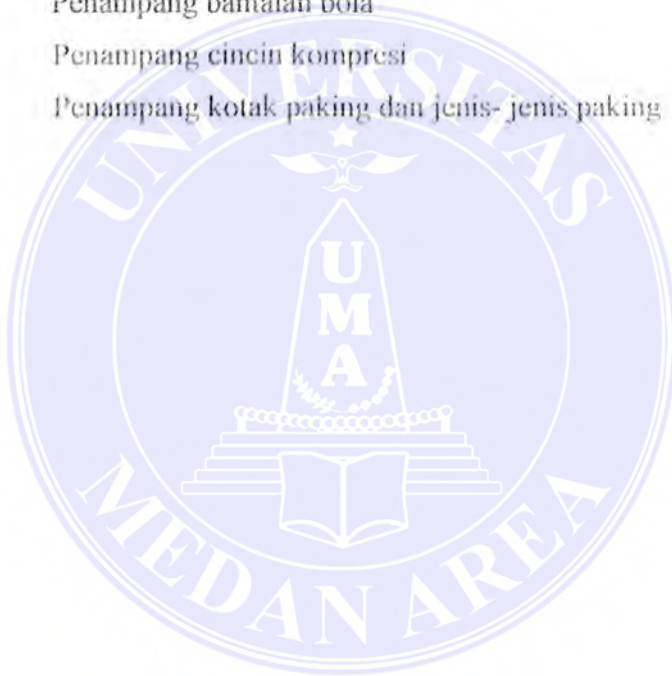
Simbol	Arti	Satuan
$K_t$	Faktor koreksi normal	-
$L$	Panjang pipa	m
$L_h$	Lama pemakaian bantalan	jam
$n$	Putaran pompa	rpm
$N_d$	Daya perencana	kW
$N_m$	Daya motor	kW
$N_p$	Daya pompa	kW
$N_s$	Putaran spesifik	rpm
$\rho$	Jumlah pasang kutub	Pasang
$p$	Tekanan fluida	N/m <sup>2</sup>
$p_a$	Tekanan permukaan air sisi isap	N/m <sup>2</sup>
$P_o$	Tekanan fluida dimuka impeler	N/m <sup>2</sup>
$P_T$	Tekanan fluida dibelakang impeler	m <sup>3</sup> /det
$Q$	Kapasitas aliran	m <sup>3</sup> /det
$Q^*$	Kapasitas aliran akibat kerugian akibat kebocoran	m <sup>3</sup> /det
$Q_p$	Kapasitas pompa	m <sup>3</sup> /det
$R_e$	Reynoldnumber ( bilangan Reynold )	m <sup>3</sup> /det
$r_c$	Jari -jari kelengkungan sudu	mm
$S$	Tebal rumah pompa	mm
$S_1$	Jarak tiap sudu pada sisi masuk impeler	mm
$S_2$	Jarak tiap sudu pada sisi keluar impeler	mm
$S_f$	Sisi keamanan	-
$T$	Torsi / momen puntir	N.m
$t$	Tebal sudu	mm
$u$	Kecepatan tangensial	m/det
$V$	Kecepatan aliran	m/det

Simbol	Arti	Satuan
$\nu$	Kekentalan kinematik air	$m^2/det$
$V_1$	Kecepatan aliran pada sisi masuk impeler	$m/det$
$V_2$	Kecepatan aliran pada sisi keluar impeler	$m/det$
$V_0$	Kecepatan aliran masuk impeler	$m/det$
$V_{r1}$	Kecepatan radial pada sisi masuk impeler	$m/det$
$V_{r2}$	Kecepatan radial pada sisi keluar impeler	$m/det$
$V_u$	Kecepatan absolut fluida arah tangensial	$m/det$
$W$	Kecepatan relatif pada impeler	$m/det$
$X$	Faktor keamanan pembebanan radial	-
$Z$	Jumlah sudu impeler	7 buah
$\alpha_1$	Sudut aliran sisi masuk radial	$(^\circ)$
$\alpha_2$	Sudut aliran sisi keluar radial	$(^\circ)$
$\beta_1$	Sudut relatif sisi masuk	$(^\circ)$
$\beta_2$	Sudut tangensial keluar	$(^\circ)$
$\epsilon$	Kekasaran pipa	mm
$\gamma$	Berat jenis	$N/m^3$
$\eta_p$	Efisiensi pompa	%
$\eta_t$	Efisiensi transmisi	%
$\sigma$	Tegangan tarik	$N/mm^2$
$\tau_0$	Tegangan geser yang terjadi	$N/mm^2$
$\tau_g$	Tegangan geser izin	$N/mm^2$
$\phi$	Koefisien tinggi tekan	-

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Keterangan	Halaman
2.1	Pompa torak	7
2.2	Pompa roda gigi	7
2.3	Pompa sudu	7
2.4	Pompa radial	8
2.5	Pompa aliran aksial	9
2.6	Impeler jenis radial	9
2.7	Impeler jenis Francis	10
2.8	Impeler jenis aliran campur	10
2.9	Impeler jenis propeler	11
2.10	Impeler pompa bertingkat banyak	11
2.12	Impeler isapan ganda	11
2.12	Penampang pompa sentrifugal	13
3.1	Instalasi pompa di rumah pompa UTPK Gabion Belawan	18
3.2	Percabangan aliran dalam pipa	25
3.3	Pertemuan aliran dalam pipa	28
3.4	Hubungan putaran spesifik dan kapasitas efisiensi pompa	36
3.5	Kurva Head - kapasitas dari pompa dan sistem	39
4.1	Pasak	43
4.2	Penampang impeler	46
4.3	Kecepatan fluida masuk pada mata impeler	48
4.4	Segitiga kecepatan masuk impeler	50
4.5	Segitiga kecepatan sisi keluar	56
4.6	Penggambaran sudu impeler	60
4.7	Elevasi rumah keong	62

Gambar	Keterangan	Halaman
4.8	Penampang rumah keong	63
5.1	Bagian leher impeler	66
5.2	Pompa isap depan, satu tingkat	69
5.3	Penampang potongan impeler	70
5.4	Spesifikasi ukuran poros	73
5.5	Gaya gaya radial yang terjadi pada poros	75
5.6	Penampang bantalan bola	78
6.1	Penampang cincin kompresi	79
6.2	Penampang kotak paking dan jenis- jenis paking	80



## DAFTAR TABEL

Tabel	Keterangan	Halaman
3.1	Putaran motor listrik	34
4.1	Jari –jari busur lingkaran ( $r$ )	59
4.2	Perhitungan penggambaran rumah keong	65
5.1	Berat dari bagian -bagian impeler	71



## B A B I PENDAHULUAN

### I. 1. Latar Belakang Masalah

Menjelang abad ke – 21 perkembangan dan kemajuan teknologi cukup pesat terutama dibidang perindustrian. Seiring dengan kebutuhan manusia yang semakin banyak dan beragam banyak didirikan Pabrik- Pabrik besar maupun kecil yang berteknologi tinggi. Untuk memenuhi itu maka pemerintah mengadakan atau menjalin hubungan dengan negara lain.

Salah satunya contoh pabrik yang mampu bersaing di dalam dan diluar negeri adalah P. T. Healthcare Glovindo yang terletak di jalan Belawan Kawasan Industri Medan. Dimana pabrik ini memproduksi sarung tangan Medis. Sarung tangan yang di Produksi pabrik ini sebagian di Ekspor dan sebagian dipergunakan dalam negeri, yaitu sebagian besar yang dipakai oleh pada Medis.

Untuk mendistribusikan produk perusahaan ini di dalam negeri kepada pihak yang membutuhkan maka perusahaan langsung menjalin hubungan dengan rumah sakit - rumah sakit.

### I. 2. Pembatasan Masalah

Untuk lancarnya produksi diperusahaan P. T. Healthcare Glovindo harus membutuhkan air bersih. Sumber air bersih pada P. T. Healthcare Glovindo ini disesuaikan dengan dimana perusahaan ini terletak atau didirikan sebagaimana kita ketahui sumber air bersih yang kita gunakan sehari - hari adalah sumber dari :

1. Air hujan
2. Air minum
3. Air tanah

Diantara ketiga sumber air diatas, masyarakat yang ada di dataran rendah dan perkotaan lebih banyak mempergunakan air tanah karena air permukaan tidak selalu tersedia.

P. T. Healthcare Glovindo yang terletak di Kawasan Industri Medan banyak menggunakan air bersih untuk kebutuhan sehari - hari. Untuk memenuhi kebutuhan ini, sumber air yang digunakan adalah sumber air bawah tanah yang diangkat keatas oleh pompa sumur dalam. Air yang diangkat oleh pompa sumur dalam terlebih dahulu dijernihkan dalam bak penjernih ( erase ) dan diangkat lagi oleh pompa yang lain ke bak penyaringan ( Filter ). Air bersih dari bak penyaringan di alirkan ke bak penampung ( Veservoir ) melalui pipa - pipa. Air dari bak penampung akan diangkat lagi oleh pompa yang lain dan di distribusikan ke gedung - gedung, Perkantoran, Produksi, Bengkel, Kantin dan tempat - tempat lain yang membutuhkan air bersih.

### **1.3. Tujuan Perancangan**

Adapun tujuan perancangan ini adalah :

1. Untuk memenuhi kewajiban Tugas Akhir di Fakultas Teknik Jurusan Mesin, Universitas Medan Area ( UMA )
2. Dapat mengaplikasikan 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. Metode Pengumpulan Data**

Metode yang dilakukan untuk mengumpulkan data dalam merancang pompa sentrifugal ini :

1. Melakukan pengamatan dan penelitian ( Survey ) langsung kelokasi sumber air, Instalasi pipa, dan rumah Pompa di P. T Healthcare Glovindo
2. Membaca dan mempelajari buku buku penunjang sebagai dasar teori dan dasar perhitungan dalam perancangan
3. Bimbingan dan konsultasi dengan Dosen Pembimbing
4. Bimbingan dan konsultasi dengan teknisi bagian pompa

#### 1.5. SISTEMATIKA PEMBAHASAN

Sistim Pembahasan pada fungsinya meliputi :

1. Bab I : Pendahuluan
2. Bab II : Dasar – Dasar Teori
3. Bab III : Perancangan Spesifikasi Pompa
4. Bab IV : Ukuran – Ukuran Utama Pompa
5. Bab V : Gaya –Gaya pada Pompa dan perancangan Bantalan
6. Bab VI : Wearing Ring dan Paking
7. Bab VII : Kesimpulan



## BAB II DASAR – DASAR TEORI

### II. 1. Mesin – Mesin Fluida

Defenisi 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 berubah energi mekanik dari poros menjadi energi Fluida apakah itu dalam bentuk energi potensial, kinetik ataupun energi tekan mesin Fluida dapat juga berfungsi sebaliknya.

### II. 2. Klasifikasi Mesin – Mesin Fluida

Berdasarkan fungsinya, mesin- mesin Fluida dapat dibagi dua yaitu :

#### 1. Mesin Kerja

Mesin Kerja adalah Mesin Fluida yang berfungsi untuk mengubah energi mekanik menjadi energi Fluida berupa energi tekanan, potensial, kinetik dan lain lain. Misalnya Pompa, Blower, fan dan lain- lain

#### 2. Mesin Tenaga

Mesin Tenaga adalah mesin Fluida yang berfungsi untuk mengubah energi Fluida menjadi energi mekanik, misalnya kincir air, Turbin air, kincir angin dan lain- lain

### II. 3. Pompa

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

- a. Memindahkan Fluida dari tempat rendah ketempat yang lebih tinggi

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

## II. 4. Klasifikasi Pompa

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

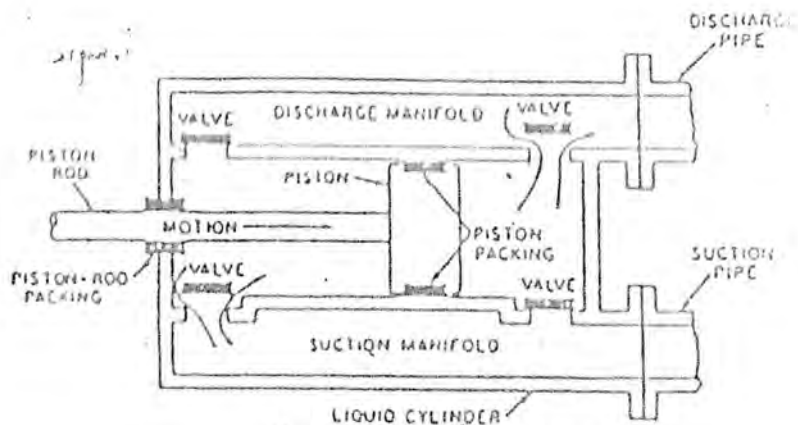
Pompa di klasifikasikan berdasarkan fungsinya, bagian bagian pembentuknya, Fluida yang dapat diperlakukannya yang tergantung pada kondisi ruangan. Berdasarkan hal – hal diatas pompa di klasifikasikan menjadi 2 bagian utama yaitu :

### II.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 biasanya dipakai untuk kapasitas kecil dan head yang tinggi. Adapun jenis pompa yang termasuk dalam golongan ini adalah :

#### II. 4. 1. 1. Pompa Torak ( Reciprocating Pump )

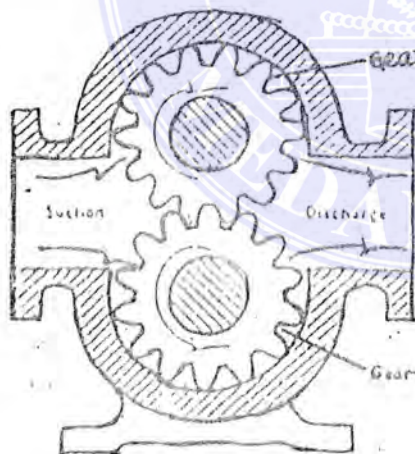
Pompa ini mempunyai bagian utama berupa torak yang bergerak bolak-balik didalam silinder yang dilengkapi dengan katub untuk dapat mengalirkan Fluida secara kontiniu kesuatu arah. Fluida yang bertekanan rendah diisap melalui katub isap kedalam ruangan silinder dan kemudian ditekan oleh torak sehingga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



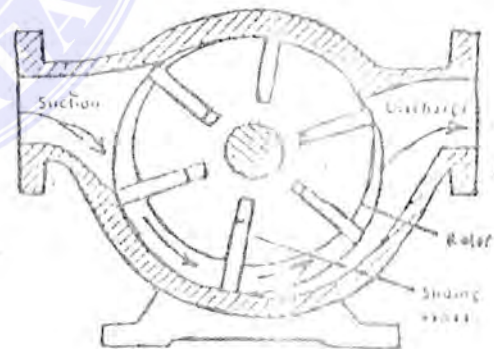
Gambar 2.1. Pompa torak

#### II. 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, contoh dari pompa ini adalah : pompa roda gigi, pompa sudu dan lain- lain



Gambar 2.2. Pompa roda gigi



Gambar 2.3. Pompa sudu

## II. 4. 2. Pompa Tekanan Dinamis ( Dynamic Pump )

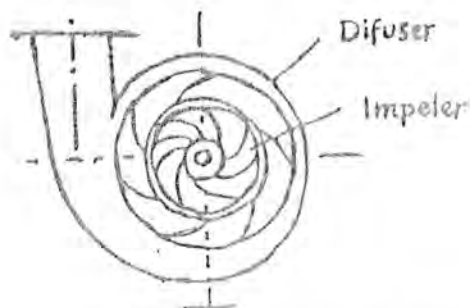
Pompa tekanan dinamis terdiri dari poros, sudu- sudu Impeler, rumah spiral ( Volute ) dan alt pemericik ( Nosel ). Energi mekanik diberikan pada poros untuk memutar Impeler. Maka Fluida yang ada didalam Impeler juga ikut berputar karena timbulnya gaya sentrifugal maka Fluida mengalir dari tengah impeler melalui saluran diantara sudu- sudu, disini head kecepatannya bertambah tinggi karena mengalami percepatan.

Fluida yang keluar dari impeler ditampung oleh saluran yang berbentuk spiral ( volute ) di sekeliling impeler dan disalurkan keluar pompa melalui nosel. Didalam nosel sebagian head kecepatan aliran dirubah menjadi head tekanan. Jadi Impeler pompa berfungsi untuk memberikan kerja pada Fluida, sehingga energi yang dikandungnya bertambah besar.

Bila ditinjau dari arah aliran Fluida yang mengalir melalui sudu- sudu gerak maka pompa tekanan Dinamis dapat di golongkan atas 2 bagian utama, yaitu :

### II. 4. 2. 1. Pompa Radial

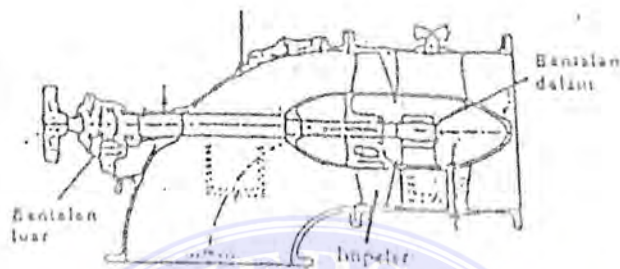
Pada pompa jenis ini, aliran Fluida dalam sudu gerak terletak pada bidang yang tegak lurus pada sumbu poros dan head yang timbul diakibatkan oleh besarnya gaya sentrifugal.



Gambar 2.4. Pompa radial

#### II. 4. 2. 2. Pompa Aksial

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



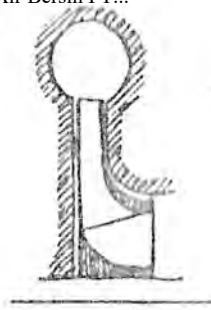
Gambar 2.5. Pompa aliran aksial

#### II. 4. 3. Klasifikasi Pompa Berdasarkan Daerah Kecepatan Spesifik

Pemakaian kecepatan spesifik adalah untuk mengklasifikasikan berbagai jenis Impeler pompa. Masing- masing Impeler mempunyai suatu daerah kecepatan dimana Impeler dapat dioperasikan dengan baik. Yaitu bila ditinjau dari jenis Impelernya, pompa tekan dinamis dibedakan menjadi :

##### a. Impeler Jenis Radial

Pada pompa radial ini arah aliran pada sudu geseknya terletak pada bidang yang tegak lurus terhadap poros pompa. Untuk kapasitas yang tidak begitu besar pompa ini menggunakan satu saluran masuk ( single sacion Impeler ). Tinggi tekanan umumnya sebagian besar disebabkan oleh gaya sentrifugal. Impeler jenis ini dapat dipakai atau pada umumnya untuk tinggi tekanan yaitu yang tingginya diatas 150 m dan secara praktik dipakai pada semua mesin- mesin yang bertingkat banyak daerah spesifik pada umumnya dari 500 – 3000 rpm. Perbandingan diameter buang ( Discharge ) dengan diameter mata sisi masuk ( Inlet eyediameter ) adalah 2.



Gambar 2.6. Impeler jenis radial

**b. Impeler Jenis Francis**

Untuk tinggi tekanan yang lebih rendah dipakai Impeler penbuangan radial, hisapan axial. Perbandingan diameter buang ( Discharge ) dengan diameter mata sisi masuk, biasanya lebih kecil dari jenis Impeler radial. Untuk kapasitas dan tinggi tekanan yang ditentukan jenis ini beroperasi pada kecepatan yang lebih tinggi dari Impeler yang konvensional. Kecepatan spesifik dari tipe ini adalah 1500 sampai 4500 rpm. Sudut sudu sisi masuk harus berkurang sesuai dengan jari-jarinya ( kecepatan keliling Impeler ) untuk menjamin masuknya Fluida secara mulus sehingga bentuknya menyerupai Turbin Francis. Jenis ini dapat juga dipakai untuk Impeler hisapan ganda

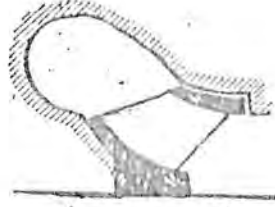


Gambar 2.7. Impeler jenis francis

**c. Impeller Jenis Mixed Flow ( Aliran Campur )**

Tinggi tekan yang di hasilkan pada Impeler jenis ini sebagian adalah disebabkan oleh gaya sentrifugal dan sebagian lagi oleh tekanan Impeler ( dorongan sudu ). Aliran buangnya sebagian radial atau sebagian lagi aksial atau merupakan

gabungan keduanya, inilah makanya disebut Impeler jenis aliran campuran kecepatan spesifiknya adalah 4500 – 8000 rpm



Gambar 2.8. Impeler jenis aliran campuran

**d. Impeler Jenis Propeller**

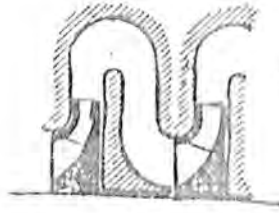
Pada tipe ini, semua tinggi tekan yang di hasilkan adalah akibat tekanan sudu- sudu, Aliran hampir semuanya aksial. Impeler ini hanya dipergunakan untuk head yang rendah tetapi kapasitasnya besar. kecepatan spesifiknya diatas 8000 rpm



Gambar 2.9. Impeler jenis propeler

**e. Tingkat Banyak**

Bila tinggi tekan yang harus di hasilkan menjadi terlalu besar untuk impeler satu tingkat berapa impeler di pasangkan satu poros secara seri. Impeler yang dipakai adalah impeler jenis radial karena dapat menghasilkan tinggi tekan yang lebih besar dibandingkan jenis impeler Yang lain.



Gambar 2.10. Pompa bertingkat banyak

#### f. Impeler Isap Ganda

Bila jumlah yang lebih besar harus di pompakan, Impeler isapan ganda dapat dipakai 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.

### II. 4. 4. Klasifikasi Pompa Menurut Bentuk Rumah

#### a. Pompa Volut

Pompa volut adalah sebuah pompa sentrifugal, dimana zat cair dari Impeler secara langsung dibawa kerumah volut.

#### b. Pompa Difuser

Pompa difuser adalah sebuah pompa sentrifugal yang dilengkapi dengan sudu difuser pada keliling luar Impelernya. Karena sudu-sudu difuser disamping memperbaiki efisiensi pompa juga menamba kokoh rumah konstruksi, ini sering dipakai sebagai pompa bertingkat banyak karena aliran satu tingkat ke tingkat lainnya dapat dilakukan tanpa menggunakan rumah volut.

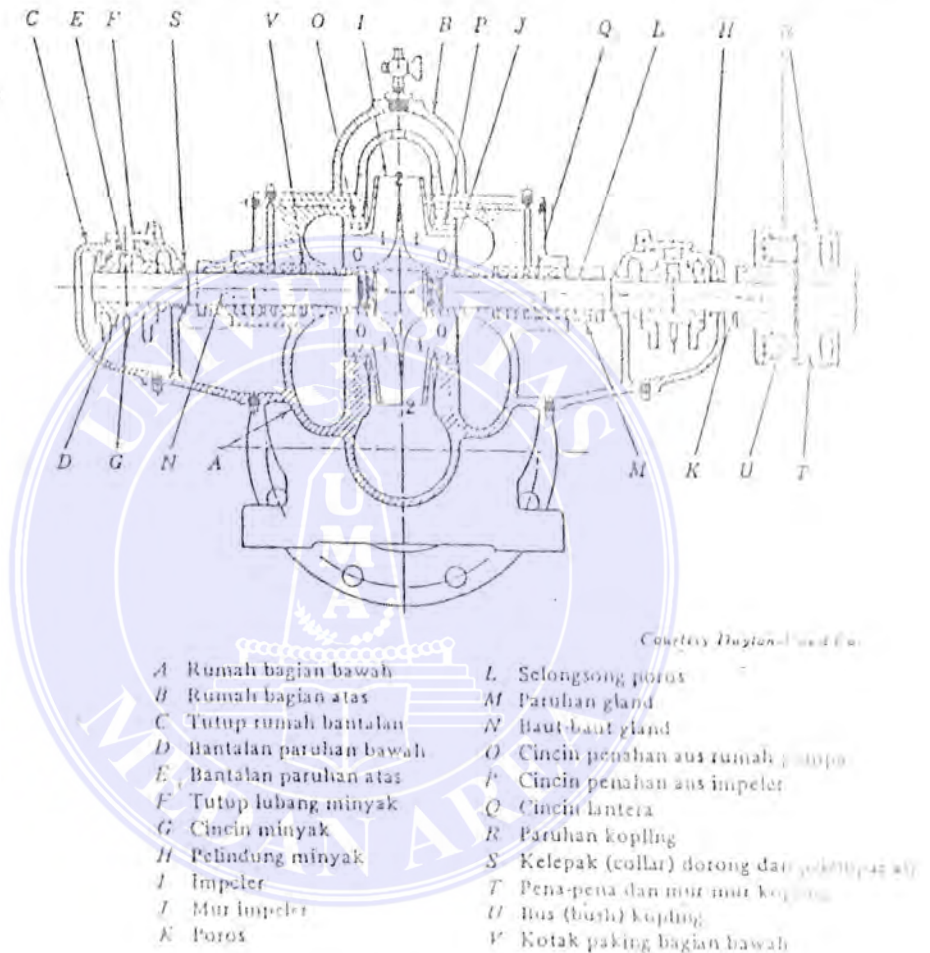
#### c. Pompa Aliran Campur Jenis Volut

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



### II. 4. 5. Pompa Sentrifugal

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



Gambar 2.12. Penampang pompa sentrifugal satu tingkat

Karena timbul gaya sentrifugal maka zat cair mengalir dari tengah impeler keluar melalui saluran diantara sudu- sudu. Disini head tekanan zat cair menjadi lebih tinggi. Demikian head kecepatannya bertambah besar karena zat cair mengalami

Percepatan. Zat cair yang keluar dari impeler ditampung oleh saluran yang berbentuk spiral ( Volut ) disekeliling impeler 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 head tekanan, head kecepatan dan head potensial pada zat cair yang mengalir secara kontiniu.

Dasar -dasar perbedaan antara pompa sentrifugal dengan pompa Torak

#### A. Pompa Sentrifugal

1. Air Mengalir secara kontiniu
2. Perawatan lebih mudah
3. Dapat beroperasi pada putaran tinggi dan langsung dikopel dengan motor penggerak
4. Konstruksi ringan dan sederhana
5. Getaran lebih kecil
6. Dapat digunakan pada kapasitas kecil, sedang dan besar dengan head yang lebih kecil dan sedang

#### B. Pompa Torak

1. Aliran mengalir tidak kontiniu
2. Pada kapasitas yang sama membutuhkan ruangan yang lebih besar
3. Biasanya pemeliharaan lebih mahal
4. Instalasi lebih rumit
5. Beroperasi pada putaran rendah, dikopel dengan perantaraan sabuk atau roda gigi terhadap poros penggeraknya
6. Getaran lebih rendah
7. Konstruksi lebih berat dan rumit
8. Digunakan pada kapasitas kecil dengan head yang tinggi

## BAB III

### PERANCANGAN SPESIFIKASI POMPA

#### III. 1. Perhitungan kapasitas pompa

Dalam merancang suatu pompa di PT. Healthcare Glovindo yang harus diketahui adalah kapasitas pompa yang akan dirancang. Dimana kapasitas pompa ditentukan berdasarkan banyak air yang dapat ditampung oleh bak penampung (Reservoir), dimana kapasitas daya tampungnya adalah 40.000 ton. Maka dalam hal ini sesuai survey yang dilakukan keperluan air untuk PT. Healthcare Glovindo berdasarkan pada :

1. Kebutuhan untuk produksi
2. Kebutuhan untuk copunding ( pengolahan pencampuran bahan )
3. kebutuhan untuk clorin ( pengwarnaan )
4. kebutuhan untuk paking ( pencuci glove )
5. kebutuhan untuk kamar mandi
6. kebutuhan untuk kantin.

##### III. 1. 1. Kebutuhan untuk produksi

Sesuai survey yang dilakukan PT. Healthcare Glovindo kebutuhan air diproduksi ini ditentukan oleh phase dimana phase dalam produksi terbagi atas 3 phase ( phase I, II dan III ) dan phase ini dibagi lagi dengan lin phase I = 10 lin, phase II = 5 lin dan phase III = 2 lin.

- Phase I/1 lin membutuhkan  $56 \text{ m}^3$  air,  
Jadi untuk Phase I yang terbagi 10 Lin adalah :  
 $56 \text{ m}^3 \times 10 = 560 \text{ m}^3 / \text{hari}$
- Untuk phase II / Lin dibutuhkan  $60 \text{ m}^3$  air  
Jadi untuk phase II yang terbagi 5 Lin adalah :  
 $60 \text{ m}^3 \times 5 = 300 \text{ m}^3 / \text{hari}$
- Untuk phase III / Lin dibutuhkan  $60 \text{ m}^3$  air

Jadi untuk Phase III ini yang terbagi 2 Lin adalah :  
 $60 \text{ m}^3 \times 2 = 120 \text{ m}^3 / \text{hari}$

Dari data diatas kita dapat menentukan berapa banyak kebutuhan air untuk produksi dengan menjumlahkan kebutuhan air pada ke – tiga Phase tersebut :

Phase I =  $560 \text{ m}^3 / \text{hari}$

Phase II =  $300 \text{ m}^3 / \text{hari}$

Phase III =  $120 \text{ m}^3 / \text{hari}$

Jadi kebutuhan air untuk produksi adalah sebanyak =  $980 \text{ m}^3 / \text{hari}$

### III. 1. 2. Kebutuhan Air Untuk compounding (Pengolahan / pencampuran Bahan )

Menurut survey yang dilakukan kebutuhan air untuk clorine ( Pengwarnaan ) adalah :  $30 \text{ m}^3 / \text{hari} = 30.000 \text{ liter} / \text{hari}$ .

### III. 1. 3. Kebutuhan Air Untuk Clorine ( Pengwarnaan )

Sesuai survey yang dilakukan kebutuhan air untuk clorine ( Pengwarnaan ) adalah :  $2940 \text{ m}^3 / \text{hari} = 2.940.000 \text{ liter} / \text{hari}$

### III. 1. 4. Kebutuhan Air Untuk Paking ( Pencuci )

Sesuai survey yang dilakukan kebutuhan air untuk keperluan pencucian Glove adalah =  $25 \text{ m}^3$   
=  $25.000 \text{ liter} / \text{hari}$

### III. 1. 5. Kebutuhan Air Untuk Kamar Mandi dan Karyawan

Sesuai dengan hasil survey yang dilakukan PT. Healthcare Glovindo jumlah karyawan sebanyak 840 / 1 shift. Dimana di PT. Healthcare Glovindo terdapat 3 shift jadi jumlah karyawan keseluruhannya adalah sebanyak 2320

Orang. Kebutuhan air untuk karyawan setiap harinya adalah di mana setiap orang membutuhkan 75 liter air setiap harinya adalah

$$\begin{aligned} &= 2320 \text{ orang} \times 75 \text{ liter/orang} \\ &= 174.000 \text{ liter} \\ &= 174 \text{ m}^3 / \text{hari} \end{aligned}$$

### III. 1. 6. Kebutuhan Air Untuk Kantin

Sesuai dengan hasil survey dalam perusahaan tersebut terdapat 1 unit kantin ( rumah makan dan minum ) dimana setiap harinya pengusaha kantin tersebut membutuhkan air sebanyak  $4 \text{ m}^3 = 4.000 \text{ liter} / \text{hari}$

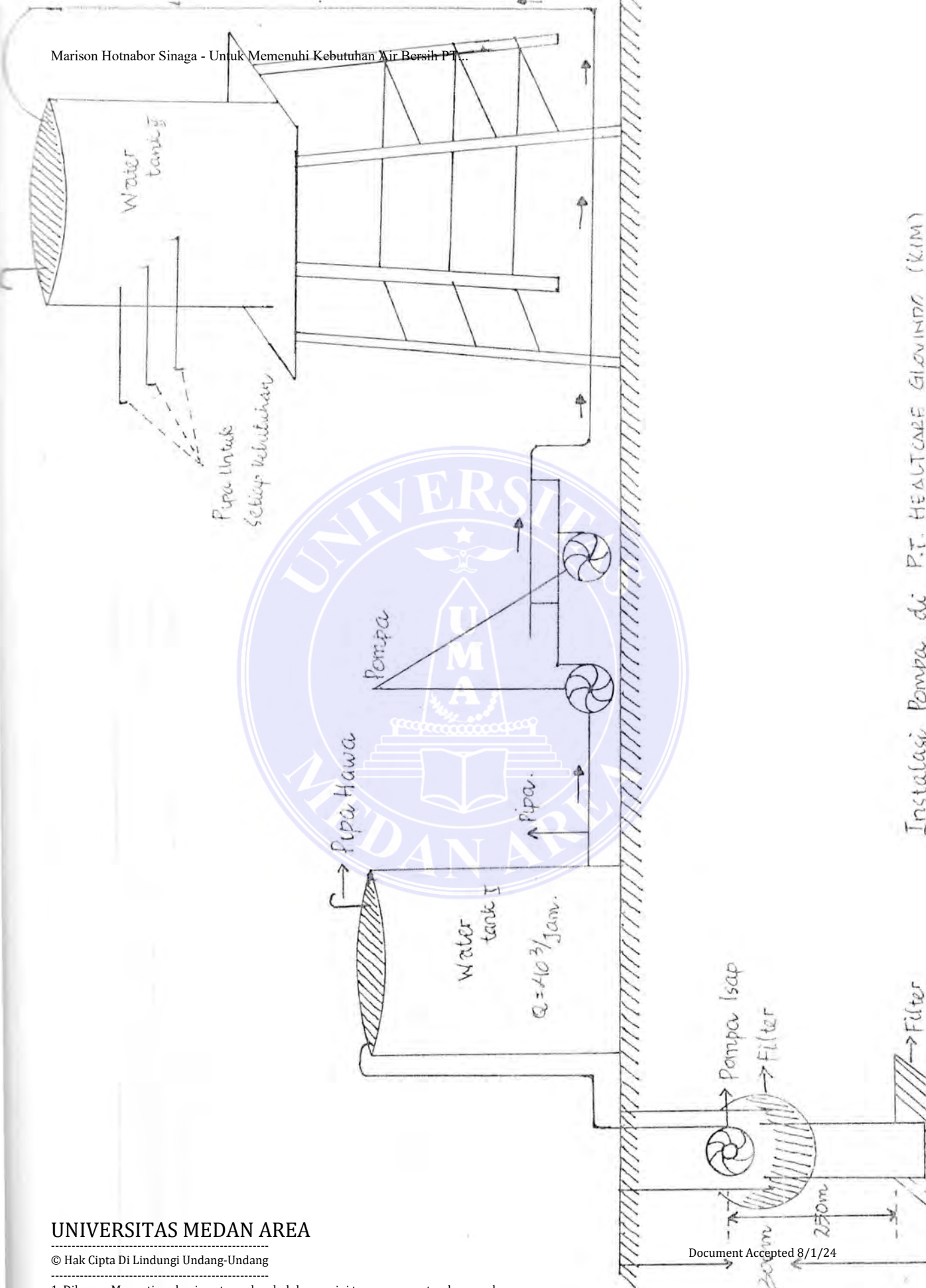
## III. 2. Kapasitas Pompa

Kapasitas pengisian bak penampung ( Kitel ) pada PT. Healthcare Glovindo tergantung pada kapasitas air yang dihasilkan pompa. Untuk mendapatkan hasil perhitungan yang tepat dari kebutuhan air perlu diperhitungkan kebocoran pemakaian air. Kekurangan kebutuhan air untuk pengisian kitel akan mempengaruhi kapasitas air hasil produksi akan menimbulkan gangguan

Saluran air yang disirkulasikan dikonsumsi menjadi uap, maka jumlah air pengisian yang dibutuhkan sama dengan kapasitas uap. Dengan ini pompa yang dirancang adalah pompa yang melayani kebutuhan air untuk pengisian kitel dengan kapasitas 40 ton / jam.

Dalam hal ini sering kita jumpai masalah kebocoran dan kerugian-kerugian pada pompa instalasi pengaman, maka kapasitas pompa pengisian air kitel harus di perbesar sebanyak 20 – 25 % dari kapasitas kitel.

Kapasitas pompa :



Instalasi Pompa di P.T. HEALTHCARE GLOWINDO (KIM)

### 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

$$\begin{aligned} Q_p &= (20 \% \times Q_k) + Q_k \\ &= (20 \% \times 40 \text{ ton / jam}) + 40 \text{ ton / jam} \\ &= 48 \text{ ton / jam} \\ Q_p &= 48.000 \text{ kg / jam} \end{aligned}$$

Kapasitas volume air

$$\begin{aligned} Q &= \frac{Q_p \text{ kg / jam}}{\rho_{\text{air}} \text{ kg / jam}^3} \\ &= \frac{48000 \text{ kg / jam}}{1000 \text{ kg / jam}^3} \\ &= 48 \text{ m}^3 / \text{jam} \\ &= 0,01 \text{ m}^3 / \text{dt} \\ &= 10 \text{ liter / dt} \end{aligned}$$

Diameter pipa isap dan pipa tekan dari rumus kontinuitas :

$$Q = V \cdot A$$

Dimana :

Q = Kapasitas pompa ( m<sup>3</sup> / det )

A = Luas penampang dalam pipa

$$A = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 (m^2)$$

V = kecepatan aliran pada pompa ( m / at )

$$= 2 - 3 \text{ m / det ( Pipa isap )}$$
$$= 1 - 3 \text{ m / det ( Pipa tekan )}$$

d = Diameter dalam pipa

maka :

$$d = \sqrt{\frac{4xQ}{\pi v}}$$
$$= \sqrt{\frac{4x0,01m^3 / det}{3,14}}$$

$$\sqrt{\frac{0,04}{9,42}}$$
$$= 0,0651 \text{ m}$$
$$= 65,16 \text{ mm}$$
$$d = 2,565 \text{ inc}$$

Dalam perencanaan ini dipilih diameter pipa yang standart yang banyak beredar dipasaran adalah diameter pipa standart : d = 3 Inc

Diameter pipa tekan ( dd ) = diameter pipa isap ( ds )

Jadi kecepatan aliran dalam pipa adalah

$$Q = V \cdot A$$

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



$$= \frac{0,01}{\pi / 4 (0,0762)^2}$$

$$V = 2. \text{kg}^2 \text{ m/dt}$$

### III. 3. Head pompa

Yang dimaksud dengan Head pompa adalah kemampuan pompa untuk memberikan kerja mekanik peratuan berat untuk memindahkan fluida.

Head pompa ( $H_p$ ) dihitung menurut persamaan.

$$H_p = \frac{\Delta P}{\gamma} + \frac{\Delta V^2}{2xg} + \Delta = +h_f$$

Dimana :

$\frac{\Delta P}{\rho}$  = Perbedaan head tekanan antara bak penyang ( filter ) dengan penjenih

$\frac{\Delta v^2}{\rho}$  = 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

$h_f$  =kerugian- kerugian tinggi tekanan yang terjadi di sepanjang pipa

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

### III. 3. 1. Perhitungan Head Losses Pada Pipa Isap

a. Head losses akibat gesekan fluida yang mengalir dalam pipa

$$h_s = kgx \frac{Ls}{ds} x \frac{Vs}{ds}$$

Dimana :

Kg = Koefisien kerugian akibat gesekan

Ls = Panjang pipa isap

ds = Diameter pipa isap = 0,0762 m = 76,2 mm

Vs = Kecepatan rata-rata aliran masuk

g = Gaya gravitasi bumi

Dalam menghitung koefisien kerugian gesek ( kg ) harus diketahui bilangan

Reynolds (Re) menurut persamaan :

$$Re = \frac{Vs \cdot ds}{\nu}$$

Dimana :

$\nu$  = Viskositas kinematik air pada suhu 25<sup>o</sup>c

$$= 0,897 \times 10^{-6} \text{ m}^2 / \text{det}$$

Maka :

$$Re = \frac{3 \text{ m/det} \cdot 0,0762 \text{ m}}{0,897 \times 10^{-6} \text{ m}^2 / \text{det}}$$

$$= 2548490$$

$$= 2,54 \times 10^5$$

Aliran yang terjadi adalah aliran turbulen dimana harga para Re 2.000, bahwa pipa isap dipilih jenis baja tempa dengan kekerasan.

$$E_2 = 0,046 \text{ mm}$$

Maka :

$$\frac{f_i}{d} = \frac{0,046 \text{ mm}}{76,2 \text{ mm}} = 0,00060$$

Koefisien gesek diketahui harganya menurut diagram pada lampiran sebesar = 0,0185

Maka :

$$\begin{aligned} h_g &= 0,185 \times \frac{3,5 \text{ m}}{0,0762} \times \frac{(3 \text{ m / det})^2}{2 \times 9,81 \text{ m / det}^2} \\ &= 0,40 \text{ m} \end{aligned}$$

b. Head losses akibat adanya saringan (  $h_s$  )

$$h_s = k_s \frac{V_s^2}{2 \times 9}$$

Dimana :

$K_s$  = Koefisien kerugian akibat saringan

$K_s = 1,5 \dots \dots$  ( Lamp 5 )

Maka :

$$h_s = 1,5x \frac{(3m/dt)^2}{2x9,81m/dt^2}$$

$$h_s = 0,50$$

c. Head losses check valve (  $h_{cv}$  )

Check valve digunakan untuk menjaga air masuk kepompa pada saat Pompa bekerja juga berfungsi untuk menjaga agar tekanan pada awal penompaan tidak ada. Maka perhitungan adalah :

$$h_s = kvx \frac{v^2}{2xg}$$

Dimana :

$K_v$  = koefisien kerugian pada check valve

$$K_v = 2,8 \dots ( \dots \text{Lamp} \dots 5 )$$

Jadi :

$$h_v = 2,8x \frac{(3m/dt)^2}{2x9,81m/dt^2}$$

$$= 0,90$$

d. Head losses akibat adanya elbow (  $h_e$  )

$$h_e = k_e v \frac{v^2}{2xg}$$

Dimana :

$K_e$  – Kerugian akibat elbow

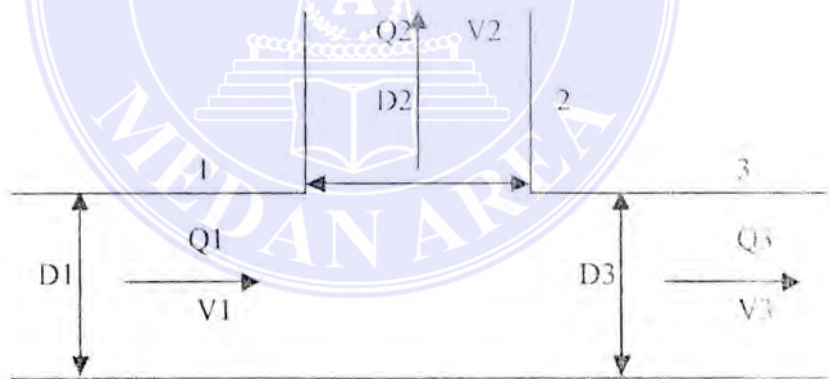
$K_e = 1,9 \dots \dots$  ( lamp  $\dots \dots 6$  )

Jadi :

$$h_e = 1,9 \frac{(3m/det)}{2x9,81m/det}$$

$$h_e = 0,65m$$

c Head losses akibat percabangan aliran dalam pipa ( hf )



Gambar. Percabangan aliran pipa

$$h_{e1-3} = f_1 x \frac{v_1}{2 x 9}$$

$$h_{e1-2} = f_2 x \frac{v_1}{2 x 9}$$

$H_{f1-3}$  = Kerugian head cabang 1 ke 3

$H_{f1-2}$  = Kerugian head cabang 1 ke 2

$V_1$  = Kecepatan dipipa 1 sebelum percabangan  
= 3 m / det

$f_1, f_2$  = Koefisien kerugian

$F_1$  = 0,3

$F_2$  = 0

..... Lit 2, hal. 38

Maka :

$$h_{c1-3} = 0,3 x \frac{(3 m / det)^2}{2 x 9,81 m / det}$$

$$= 0,100$$

$$h_{c1-3} = 0 x \frac{(3 m / det)^2}{2 x 9,81 m / det}$$

$$= 0$$

Jadi kerugian head losses total akibat percabangan aliran (  $h_c$  ) adalah

$$H_f = h_{c1-3} + h_{c1-2}$$

$$= ( 0,110 + 0 )$$

$$= 0,110 \text{ m}$$

Kerugian tinggi tekan ( Head losses ) disepanjang pipa isap (  $h_s$  )

$$\begin{aligned} H_s &= h l_g + h l_v + h_{s,v} + h l_c + h_f \\ &= ( 0,40 + 0,50 + 0,90 + 0,65 + 0,110 ) \text{ m} \\ &= 2,56 \text{ m} \end{aligned}$$

### III. 3. 2. Perhitungan Head Losses Pada Pipa Tekan

a. Head losses akibat gesekan fluida dalam pipa (  $h_g$  )

$$h l_g = k g x \frac{L}{d_d} x \frac{V_{d'}^2}{2 x g}$$

Dimana :

$K_g$  = Koefisien kerugian gesekan fluida

Aliran air pada pipa tekan adalah aliran turbulen seperti pada pipa isap. Bahan pipa tekan juga terbuat dari baja tempa dagangan ( commercial steel ) dengan kekasaran pipa (  $\epsilon$  ) = 0,046 mm, sehingga diperoleh :

$$\begin{aligned} \frac{\epsilon}{D} &= \frac{0,046}{76,2} \\ &= 0,00060 \end{aligned}$$

Koefisien kerugian gesekan (  $k_g$  ) menurut lampiran ..... 4 = 0,0185

Maka :

$$h_g = 0,0185 \times \frac{13 \text{ m}}{0,0627 \text{ m}} \times \frac{(2,5 \text{ m / det})^2}{2 \times 9,81 \text{ m / det}^2}$$
$$= 1,72 \text{ m}$$

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

$$hl_{gv} = k_{gv} \times \frac{v_d^2}{2 \times g}$$

Dimana :

$K_{gv}$  = koefisien kerugian pada gate valve

$K_{gv} = 0,2 \dots \dots$  ( Lamp 5 )

Maka :

$$hl_{gv} = 0,2 \times \frac{(3 \text{ m / det})^2}{2 \times 9,81 \text{ m / det}^2}$$
$$= 0,56 \text{ m}$$

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

$$hl_{fv} = k_{fv} \times \frac{v_d^2}{2 \times g}$$

Dimana :

$K_{fv}$  = Koefisien kerugian pada foot valve ( $h_{fv}$ )



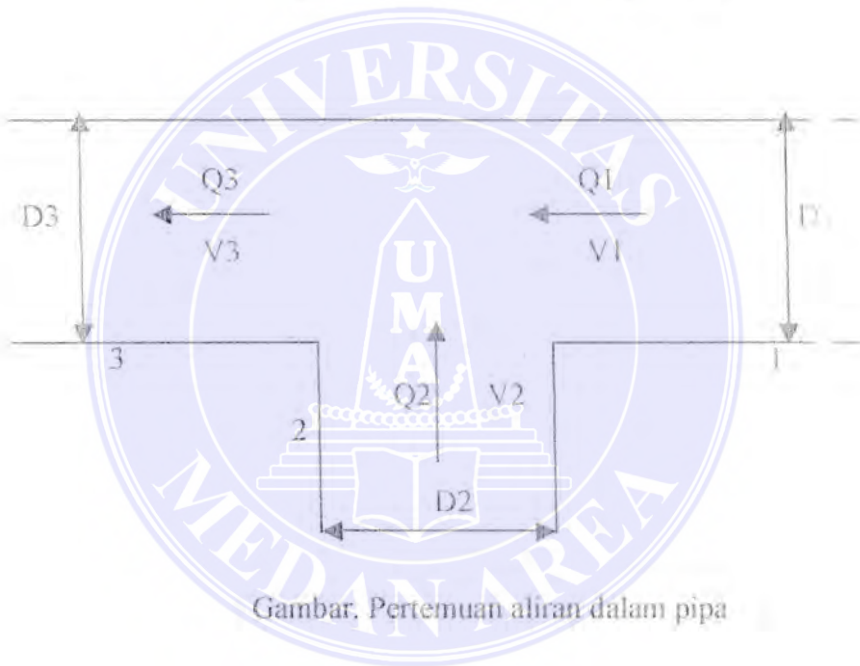
$$K_{iv} = 1 \text{ (Lampiran ...., 5)}$$

Maka :

$$hl_{fv} = 1 \frac{(3 \text{ m / det})^2}{2 \times 9,81 \text{ m / det}^2}$$

$$= 0,82 \text{ m}$$

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



Gambar. Pertemuan aliran dalam pipa

$$hm_{1-3} = f_1 x \frac{v_{32}}{2 x g}$$

$$hm_{1-2} = f_2 x \frac{v_{32}}{2 x g}$$

Dimana :

- $H_{m1-3}$  = Kerugian head temu dari 1 ke 3
- $H_{m1-2}$  = Kerugian head temu dari 1 ke 2
- $V_3$  = Kecepatan di 3 setelah pertemuan, besarnya = 3 m / det
- $F_1, f_2$  = Koefisien kerugian
- $F_1$  = 1,5
- $f_2$  = 7,3

..... Lit 2, Hal , 39

Maka :

$$h_{m1-3} = 1,5 \times \frac{(3 \text{ m / det})^2}{2 \times 9,81 \text{ m / det}}$$

$$= 0,98 \text{ m}$$

$$h_{m1-2} = 7,35 \times \frac{(3 \text{ m / det})^2}{2 \times 9,81 \text{ m / det}}$$

$$= 0,94 \text{ m}$$

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

$$h_{le} = n \times k_e \times \frac{V^2}{2 \times g}$$

Untuk pipa tekan terdapat 4 buah elbow, maka head losses akibat elbow adalah

$$h_{m1-2} = 4 \times 1,9 \times \frac{(3 \text{ m / det})^2}{2 \times 9,81 \text{ m / det}}$$

$$= 2,92 \text{ m}$$

total head loses sepanjang pipa tekan ( $h_d$ )

$$\begin{aligned}h_d &= h_{fg} + h_{fv} + h_m + h_{le} \\h_d &= (1,72 + 0,56 + 0,82 + 2,94 + 2,92) \\h_d &= 8,96 \text{ m}\end{aligned}$$

head loses yang terjadi pada instalasi pipa ( $h$ )

$$\begin{aligned}&= h_s + h_d \\&= 2,56 + 8,96 \\&= 11,52 \text{ m}\end{aligned}$$

### III. 4. Kavitasasi

Kavitasasi gejala menguapnya zat cair yang sedang mengalir karena tekanannya berkurang sampai dibawah tekanan uap jenuhnya. Gelombang uap air akan mengalir bersama sama dengan aliran sampai pada daerah yang mempunyai tekanan yang lebih tinggi dicapai dimana gelembung itu akan mengecil lagi secara tiba-tiba yang mengakibatkan suatu shock yang besar pada dinding yang di dekatnya.

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

Kavitasasi terjadi pada sisi masuk suatu impeler pompa baik pada sudu-sudu maupun pada dinding samping tempat-tempat bertekanan rendah dan berkecepatan tinggi didalam aliran sangat rawan terhadap terjadinya kavitasasi.

#### III. 4. 1. Akibat Yang di Timbulkan Kavitasasi Terhadap Pompa

1. Jika pompa dijalankan dalam keadaan kavitasasi secara terus-terus maka permukaan dinding saluran akan mengalami keausan (erosi kavitasasi) akibat dari tumbukan uap pecah pada dinding.

2. Terjadi perubahan bentuk energi yaitu energi kecepatan menjadi energi tekan oleh sulu akan menjadi kurang sempurna, sehingga efisiensi menjadi kurang sempurna.
3. Akibat gelembung- gelembuung uap dapat memperkecil kapasitas aliran dan sekaligus dapat memperkecil head pompa
4. Akan timbul suara berisik
5. Timbul getaran

### III. 4. 2. Cara Mengatasi Kavitasasi

Kavitasasi dapat dihindari dengan cara membuat NPSH ( Net Positive Suction Head ). Yang tersedia lebih besar dari NPSH yang dibutuhkan. Berikut hal yang perlu diperhatikan menghindari kavitasasi yaitu :

1. Ketinggian letak pompa terhadap permukaan zat yang diisap
2. Mengurangi Head Loses pada sisi isap seminimal mungkin, antara lain
  - a. Jumlah belokan dikurangi seminimal mungkin
  - b. Aliran isap dipendekkan
  - c. Diameter masuk diperbesar
  - d. Pemakaian katub pada saluran masuk dihindari
3. Impeler pada bagian dekat sisi masuk diusahakan sehalus mungkin
4. Temperatur air serendah mungkin karena uapnya bertambah karena naiknya temperatur
5. Membuat jumlah sudu yang mencukupi memberikan arah air yang baik

### III. 5. Putaran Pompa

Putaran pompa ditentukan berdasarkan putaran penggeraknya, antara lain

1. Turbin uap

2. Motor bakar
3. Motor listrik

Untuk perencanaan ini dipilih dari jenis motor listrik induksi sebagai motor penggerak pompa ini dipilih dengan beberapa alasan antara lain :

- a. Motor listrik dikopel langsung dengan pompa
- b. Pengoperasian lebih mudah
- c. Putaran konstan
- d. Perawatan mudah termasuk biaya
- e. Tidak menimbulkan getaran dan suara bising

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

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

Dimana :

$n_m$  = Putaran motor listrik ( rpm )

$f$  = Frekuensi arus listrik  
= 50 hz ( Indonesia )

$p$  = Jumlah kutub

$p$  = 2.4.6.8 ( Kita ambil 2 )

Maka :

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

3000 rpm

Karena faktor slip pada elektro motor induksi putaran berkurang ( 1 - 2 ) % dari putaran sinkron motor listrik. Berbagai putaran motor listrik yang ada dipasaran yang diperlihatkan pada tabel 3. 1 dibawah ini :

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

Tabel. 3. 1. Putaran motor listrik

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

$$\begin{aligned}
 &= n_n - ( 2 \% \times n_m ) \\
 &= \{ 3000 - ( 2 \% \times 3000 ) \} \text{ rpm} \\
 &= 2490 \text{ rpm}
 \end{aligned}$$

### III. 6. Putaran Spesifik ( $n_s$ )

Putaran spesifik adalah kecepatan putar suatu pompa yang sebanding dengan pompa yang dapat 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 impeler pompa yang digunakan putaran spesifik secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$n_s = 51,655 \frac{n\sqrt{Q}}{H^{3/4}}$$

..... 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 :

$$n_s = \frac{51,655 \sqrt{0,0077 \text{ m}^3 / \text{det}}}{(13 \text{ m})^{3/4}} = 1947 \text{ rpm}$$

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

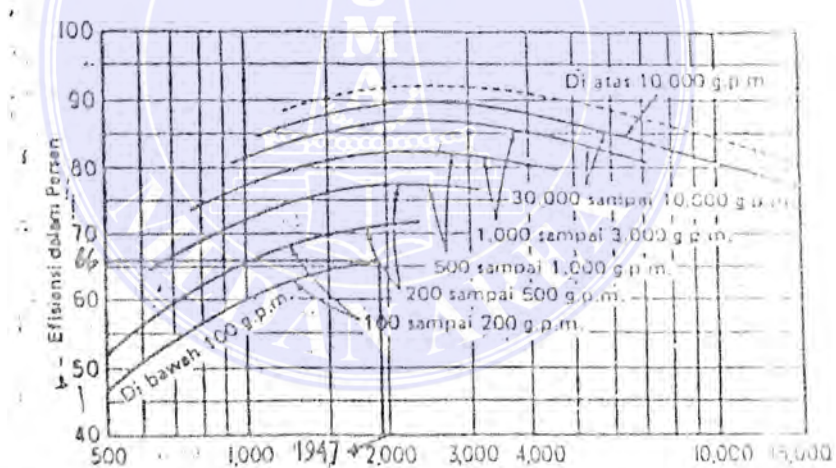
Dari perhitungan diatas harga  $n_s = 147$  rpm, berada diantara  $n$  yang harganya ( 500 – 3000 ) rpm maka jenis impelernya adalah radial

### III. Efisiensi Pompa

Efisiensi pompa tergantung pada beberapa faktor yaitu :

1. Kerugian -kerugian hidraulik ( gesekan dan turbulensi )
2. Kerugian- kerugian mekanik pada bantalan dan paking
3. Kerugian akibat kebocoran

Efisiensi tergantung pada kapasitas, tinggi tekan dan kecepatan yang kesemuanya termasuk dalam putaran spesifik, kapasitas pompa =  $0,0077 \text{ m}^3/\text{det}$  = 122 gallon perminute ( gm ).



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

Dari gambar diatas diperoleh besar efisiensi = 66 %

Fungsi tekan yang lebih besar akan mengakibatkan efisiensi yang lebih kecil karena mengakibatkan membesarnya diameter impeler atau kecepatan impeler



### III. 8. Daya Pompa

Daya pompa adalah daya yang diterima poros untuk memutarakan impeler. Daya pompa dapat dihitung dengan persamaan :

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

Lit 2, Hal 53

Dimana :

$N_p$  = Daya pompa (  $H_p$  )

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

$$= 996,3 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/det} = 97737,7 \text{ N/m}^3$$

$Q$  = Kapasitas pompa

$$= 0,0077 \text{ m}^3/\text{det}$$

$H_p$  = Head total pompa

$$= 13_{\text{m}}$$

$\eta_p$  = Efisiensi pompa = 66%

Maka :

$$N_p = \frac{966,3 \text{ kg / m}^3 \times 13 \text{ m} \times 0,0077 \text{ m}^3 / \text{det}}{0,66}$$

$$= 1482 \text{ w}$$

Daya pompa direncanakan = 1500 w

$$= \frac{1,5 \text{ kw}}{0,746} = 1,98 \text{ Hp}$$

### III. 9. Daya Motor Penggerak ( $N_m$ )

Motor listrik induksi adalah sebagai daya penggerak dalam perencanaan ini dimana motor listrik induksi dikopel langsung dengan poros pompa. Besarnya daya motor listrik yang dibutuhkan dapat dihitung dengan persamaan :

$$N_m = N_p \frac{(1 + a)}{n_1}$$

... 1.1 2. hal 38

Dimana :

$N_m$  = Daya motor penggerak ( kw )

$N_p$  = daya pompa

$a$  = Faktor koreksi cadangan gaya harganya 0,1 - 1-2  
= Diambil 1, 2

$n_1$  = Efisiensi transmisi  
= 1 ( untuk dikopel langsung )

Maka :

$$\begin{aligned}
 N_m &= 1,5 \text{ kw} \times \frac{(1 + 0,2)}{1} \\
 &= 1,8 \text{ kw} \\
 &= \frac{1,8 \text{ kw}}{0,746} \\
 &= 2,4 \text{ Hp}
 \end{aligned}$$

Daya motor yang tersedia dipasaran adalah : 0,5 , 0,75 , 1 , 1,5 , 2 , 3 , 4 , 5 , Hp.  
 Maka dalam perancangan ini digunakan motor listrik dengan daya sebesar 3 Hp.

### III. 10. Spesifikasi Hasil Rancangan pompa

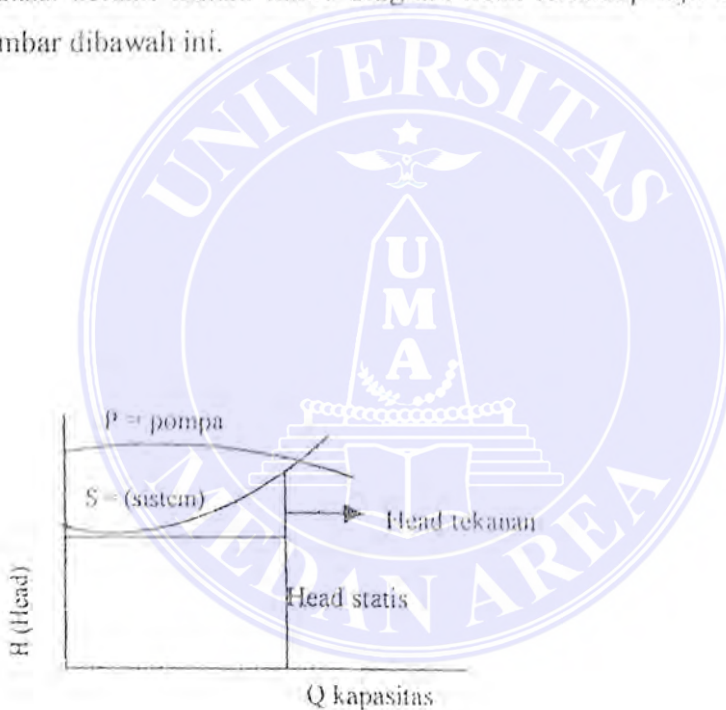
Dari hasil perhitungan dan perancangan ditetapkan spesifikasi sebagai berikut :

Jenis pompa	: Pompa sentrifugal
Kapasitas pompa ( Q )	: 40.000 liter / jam
Head pompa ( Hp )	: 13 m
Daya pompa	: 1,5 kw
Jumlah tingkat	: 1
Putaran spesifik ( n <sub>s</sub> )	: 1947 rpm
Putaran pompa	: 2940 rpm
Jenis impeler	: Impeler radial type tertutup
Daya motor listrik	: 3 Hp
Frekuensi motor listrik	: 50 Hz
Jumlah kutub	: 2 buah

### III. 11. Kurva Head - Kapasitas Pompa dan sistem

Kurva ini menyatakan kemampuan pompa menentukan head yang besarnya tergantung pada besarnya kapasitas atau laju aliran. Pompa dapat beroperasi memenuhi head yang diperlukan sistem pipa. Karena itu disamping kurva head - kapasitas dari pompa serta sistemnya

Besarnya 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 tekanan statis pada kedua permukaan zat cair disisi isap dan disisi keluar. Dalam kurva diagram head terhadap laju akan berbentuk seperti gambar dibawah ini.



Gambar. 3. 5. Kurva head – kapasitas dari pompa ( p ) dan sistem ( s )

## BAB VII

### KESIMPULAN

1. Mesin Fluida adalah mesin yang dapat merubah energi mekanik dari poros menjadi energi Fluida atau dapat juga berfungsi sebaliknya.
2. Pompa adalah salah satu mesin fluida yang bersifat mesin kerja, dimana pompa berfungsi untuk :
  - Memindahkan fluida dari tempat rendah ketempat 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 tekanan yang lebih rendah ketekanan yang lebih tinggi.
3. Pompa diklasifikasikan berdasarkan fungsinya, bagian- bagian pembentuknya, fluida yang dapat diperlakukannya dan tergantung pada kondisi ruangan
4. Keuntungan penggunaan pompa sentrifugal dibanding 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 diperlukan di PT. Healthcare Glovindo Jl. Belawan Kawasan Industri Medan ( KIM ) keseluruhan (  $Q_f$  ) =  $40 \text{ m}^3 / \text{jam}$
6. Ukuran diameter pipa saluran masuk (  $d_2$  ) = diameter pipa saluran (  $d_d$  ) =  $2,5 \text{ in} = 63,5 \text{ mm}$
7. Kecepatan aliran masuk (  $V_a$  ) = kecepatan (  $V_d$  ) =  $2,5 \text{ m / det}$

8. Kavitasi adalah gejala menguapnya zat cair yang sedang mengalir karena tekanannya berkurang sampai dibawah tekanan uap jenuhnya

9. Efisiensi pompa ( $\eta_p$ ) = 66 %

10. Data spesifikasi hasil perancangan

Spesifikasi pompa :

- Jenis pompa : Pompa sentrifugal
- Kapasitas pompa ( Q ) : 40 m<sup>3</sup> / jam
- Head pompa ( H<sub>p</sub> ) : 13 m
- Daya pompa ( N<sub>p</sub> ) : 1,5 KW
- Jumlah tingkat : 1 tingkat
- Putaran spesifik ( ns ) : 1947 rpm
- Putaran pompa : 2940 rpm
- Jumlah kutub : 2
- Jenis impeler : Impeler radial tipe tertutup

Spesifik motor listrik :

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

11. Diameter poros ( d<sub>s</sub> ) : 15 mm

12. Pada ujung poros terhadap alur pasak tempat pemasangan pasak untuk mengikat poros pompa dengan poros motor listrik

13. Sisi masuk impeler

- a. Diameter hub ( D<sub>h</sub> ) : 20 mm
- b. Diameter mata impeler ( D<sub>0</sub> ) : 73 mm
- c. Lebar impeler pada sisi masuk ( b<sub>1</sub> ) : 20 mm
- d. Kecepatan sisi masuk tangensial (  $\mu_1$  ) : 8,64 m / det
- e. Sudut relatif sisi masuk (  $\beta_1$  ) : 18,01<sup>0</sup>
- f. Kecepatan relatif masuk impeler ( W<sub>1</sub> ) : 8,9 m / det

14. Sisi keluar impeler :

- a. Diameter luar impeler = 112 mm
- b. Lebar impeler pada sisi keluar (  $b_2$  ) = 14 mm
- c. Kecepatan keliling sisi keluar (  $\mu_2$  ) = 17,2 m/det
- d. Tinggi tekan semu (  $H_{virc}$  ) = 21,67 m
- e. Sudut tangensial keluar (  $\beta_2$  ) = 23,35<sup>0</sup>
- f. Kecepatan tangensial teoritis keluar impeler (  $V_{u2}$  ) = 11,87 m/det
- g. Kecepatan tangensial akibat aliran sirkulasi (  $V_{u2}$  ) = 3,31 m/det
- h. Sudut aliran impeler teoritis (  $\alpha_2$  ) = 10,97<sup>0</sup>
- i. Sudut aliran keluar impeler absolut (  $\alpha'_2$  ) = 15,17<sup>0</sup>
- j. Kecepatan keluar absolut (  $V'_2$  ) = 8,62 m/det
- k. Kecepatan relatif (  $W_2$  ) = 5,37 m/det

15. Jumlah sudu impeler ( Z )

= 7

16. Jarak tiap sudu pada sisi masuk impeler (  $S_1$  )

= 25 mm

17. Jarak tiap sudu pada sisi keluar impeler (  $S_2$  )

51 mm

18. Ketinggian laluan tegak lurus terhadap aliran ( K )

= 7,73 mm

19. Metode yang digunakan untuk melukis bentuk sudu, yaitu :

- Metode busur tangan
- Metode koordinat polar

20. Rumah pompa yang akan dirancang adalah jenis rumah volute ( volume casing )

21. Gaya-gaya yang terjadi pada pompa adalah sebagai berikut :

- Gaya aksial, gaya akibat tekanan aliran fluida
- Gaya radial, gaya akibat berat dari impeler dan berat dari poros pompa

22. Bantalan adalah elemen mesin yang menumpu poros berbeban sehingga putaran ataupun gerakan bolak-baliknya dapat berlangsung secara halus aman dan berumur panjang

23. Untuk mencegah kontak langsung antara impeler dengan rumah pompa ( casing ) digunakan wearing ring ( cincin penahan aus )

24. Ditempat mana poros ke dalam rumah pompa, kotak paking ataupun kotak gasket ( stuffing box ) haruslah disediakan untuk mencegah kebocoran
25. Apabila kecepatan putar suatu poros secara perlahan- lahan dinaikkan, pada suatu kecepatan tertentu poros akan bergetar kuat. Putaran yang mengakibatkan poros tersebut bergetar dengan kuat disebut sebagai putaran kritis
26. 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 ke tiga, Penerbit Erlangga, Jakarta 1993
2. Sularso dan Haruo Tahara, Pompa dan Kompresor, Cetakan ke empat, PT. Pradnya paramita, Jakarta 1991
3. Fritz Diesel, Turbin, Pompa dan Kompresor, Cetakan ke empat, Penerbit Eriangga, Jakarta 1993
4. Igor. J. Karassik dan William C. Krutzsch, Pump and Hank Book. Second Editon Mc. Graw Hill Book Co, New York, 1976
5. Sularso dan Kiyokatsu Suga, Dasar Perencanaan Elemen Mesin, Cetakan ke lima, Penerbit PT. Pradnya Paramita, Jakarta 1985
6. Ir. L. W. P. Bianchi, P. Bustraan, Pompa, Cetakan ke tujuh, Penerbit PT. Pradnya Paramita, Jakarta 1983
7. Victor. L. Streeter, Mekanika Fluida, Cetakan ke delapan, Penerbit Erlangga, Jakarta 1990
8. Khetagurov, Marine Auxiliary Machinery and System Peace Publisher, Moscow, 1972
9. S. Tomoshenko, Robert E. Krieger, Strength of Material, Third edition, Publishing Co, Hungtington, N. Y. 1743
10. Alexey J. Stepanoff, phd, Centrifugal and axial Flow pump, Second edition, John Wiley and Son Inc. N. Y. 1975