

MESIN - MESIN FLUIDA



**POMPA SENTRIFUGAL UNTUK DISTRIBUSI AIR KETEL
DENGAN KAPASITAS 30 TON UAP/JAM DAN
TEKANAN 2 Mpa**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Tugas -tugas
Dan Memenuhi Syarat-syarat Untuk Mencapai
Gelar Sarjana Teknik.

Oleh :

RUSMAN FAREL DIHAR SITORUS
NO. STB : 00.813.0008



**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2002**

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

MESIN - MESIN FLUIDA

POMPA SENTRIFUGAL UNTUK DISTRIBUSI AIR KETEL DENGAN KAPASITAS 30 TON UAP/JAM DAN TEKANAN 2 Mpa

Oleh :

RUSMAN FAREL DIHAR SITORUS

NO. STB : 00.813.0008

Menyetujui
Komisi Pembimbing :

Pembimbing I,

(Ir. Tugiman K, MT)

Pembimbing II,

(Ir. Amirsyam Nasution, MT)

Mengetahui :

Ketua Program Studi,

(Ir. Amirsyam Nasution, MT)

Dekan,

(H. Yusri Nasution, SH)

UNIVERSITAS MEDAN AREA

Langgah Lulus
© 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

UNIVERSITAS MEDAN AREA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Agenda : FTJM/TM/2002

Diterima Tgl : _____ 2002

Paraf : 

TUGAS RANCANGAN/TUGAS AKHIR

Nama : Rusman Farel Dihar Sitorus
No. Stambuk : 00.813.0008
Mata Kuliah : MESIN FLUIDA
Spesifikasi : Rancangan Sebuah Pompa Sentrifugal Dengan Kapasitas 30 Ton Uap/Jam Dan Tekanan 20 Mpa.

Pembahasan :

1. Spesifikasi Teknik Pompa
2. Ukuran-ukuran Utama Pompa
3. Gambar Teknik Konstruksi Pompa

Data-data lain diambil sesuai dengan survey dan Literature.

Diberikan Tanggal :

Selesai Tanggal :

Medan, _____ 2002



Program Studi,

(Ir. Amirsyam Nasution, MT)

Dosen Pembimbing,

(Ir. Tugiman, MT)

Koordinator Rencana Sarjana,

(Ir. Amirsyam Nasution, MT)

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

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

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

Document Accepted 8/1/24

Access From (repository.uma.ac.id)8/1/24

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang memberikan rahmat dan karunianya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Sarjana ini. Yang mana Tugas Sarjana ini adalah merupakan Tugas Akhir pada penulis dari kurikulum Jurusan Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area

Adapun tugas yang diberikan pada penulis adalah “Mesin-Mesin Fluida” dengan spesifikasi “POMPA SENTRIFUGAL” yang digunakan untuk kebutuhan pengisian air ketel (Boiler Feed Pump) dengan kapasitas 30 ton uap/jam dan tekanan 2 MPA.

Untuk tugas tersebut penulis mengadakan riset selama dua bulan di “PT. Riau Power Energi (RPE) sebagai sub bisnis unit PT. Riau Andalan Pulp dan Paper” yang bertempat dipangkalan Kerinci – Pekanbaru – Riau.

Dalam menyelesaikan tugas ini, penulis sudah berusaha semaksimal mungkin untuk mendapat hasil yang terbaik, namun penulis menyadari sepenuhnya kalau tugas ini masih jauh dari kesempurnaan. Dengan keadaan tersebut diatas, penulis dengan segala kerendahan hati dan dengan tangan terbuka, bersedia dan mengharapkan kritik-kritik dan saran-saran dari rekan-rekan pembaca yang bersifat membangun, demi kesempurnaan tulisan ini

Dalam kesempatan ini, telah banyak pihak yang ikut berperan penting dalam penyusunan tugas akhir ini sehingga penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi – tingginya kepada :

1. Bapak Ir. Yusri Nasution, SH selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area
2. Bapak Ir. Amirsyam Nasution, MT selaku ketua Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Medan Area
3. Bapak Ir. Tugiman MT, selaku Dosen Pembimbing I, yang dengan baik hati telah membimbing penulis.
4. Bapak Ir. Surya Keliat selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberi masukan kepada saya dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
5. Bapak Ir. Amru Siregar MT selaku sekretaris Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Medan Area
6. Seluruh Dosen dan Staff Fakultas Teknik Universitas Medan Area yang telah membimbing penulis selama dibangku kuliah.
7. Kepada Bapak Djatmiko selaku Mechanical Superintendent PT.RAPP dan seluruh Staff dan Karyawan PT. Riau Andalan Pulp dan Paper yang banyak membantu saya selama melakukan riset di Pangkalan Kerinci Pekanbaru – Riau.
8. Kepada sahabat – sahabat saya: Juru P. Manurung, Budiman Pardede, Andar V.S, Julis Tony Sirait, Hari Mardianto, Penda Tambunan, Lucina Yun Vinawati, Wita Lim yang telah banyak memberikan bantuan moril kepada penulis
9. Kepada semua teman – teman di Kampus Universitas Medan Area, terutama Jurusan Teknik Mesin.

Ucapan terima kasih yang teristimewa dan tak terhingga buat Ayahanda tercinta S.C. Sitorus, Ibunda tersayang R.Br. Manurung, Kel.Drs.N.Sirait, Kak Enita Noverisa S,

Kel. Ir. Rickson HG Sitorus, Kel. Ir. Antonius Sukatmono Sitorus, Bere Dorland F.G. Siraat dan seluruh keluarga yang telah banyak memberikan bantuan moril dan materil bagi penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga Tuhan akan melimpahkan rahmatNya kepada kita semua.

Tuhan memberkati kita semua. Amin.

Medan, Pebruari 2002

Penulis

Rusman Farel D.Sitorus



DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Alasan Pemilihan Judul	2
C. Tujuan Perancangan	2
D. Ruang Lingkup Perancangan	2
BAB II PEMBAHASAN MATERI	4
A. Definisi Mesin – Mesin Fluida	4
B. Pompa Sebagai Bagian Dari Mesin Fluida	4
C. Pompa Sebagai Bagian Dari Ketel Uap	4
D. Klasifikasi Pompa	5
1. Pompa Tekanan Statis	5
2. Pompa Tekanan Dinamis	7
E. Klasifikasi Berdasarkan Impeller	8
1. Impeller jenis Radial	8
2. Impeller jenis Francis	8
3. Impeller jenis Aliran Campuran	9
4. Impeller jenis Propeller atau Aksial Flow	10

F. Klasifikasi Berdasarkan jenis Fluida yang Dipompakan	10
1. Impeller Tertutup	10
2. Impeller Setengah Terbuka	11
3. Impeller terbuka	11
4. Impeller Saluran	12
G. Pemilihan Pompa	12
Pompa Sentrifugal	12
Pompa Torak	13
H. Berdasarkan Jumlah Tingkat	13
BAB III PENETAPAN SPESIFIKASI	15
A. Penentuan Jumlah Dan Tipe Pompa	15
1. Sistem Instalansi	15
2. Kapasitas Pompa	16
3. Head Pompa	19
B. Kerugian – Kerugian Tekanan Pada Pipa Isap	19
1. Akibat Gesekan pada Pipa Isap	19
2. Kerugian pada Belokan (hb)	21
3. Kerugian Pada Gate Valve (hgv)	22
4. Kerugian Pada Saat Memasuki Pipaisap (hen)	22
5. Kerugian Kecepatan	23
C. Head Losses Pada Pipa Tekan	23
1. Head Losses Sepanjang Pipa Tekan (hdp)	23
2. Head Losses Pada Gate Valve (hgv)	23

3. Head Losses Pada Check Valve (hcv)	23
4. Head Losses Pada Elbow (hel)	24
5. Kerugian Kecepatan (hv)	24
D. Tekanan Pada Drum Ketel (pdk)	25
1. Tekanan Pada Drum Ketel	25
2. Tekanan Permukaan Fluida Pada Dearator (pd)	26
E. Static Head (Hst)	26
F. Daya Pompa (Np)	27
1. Daya Motor Penggerak (Nin)	28
2. Putaran Motor Listrik/Elektromotor	29
3. Putaran Spesifik (ns)	30
4. Spesifikasi Hasil Rencana	32
BAB IV	
UKURAN-UKURAN UTAMA POMPA	33
A. Poros	33
B. Impeller	36
1. Ukuran Impeller Pada Sisi Masuk	37
2. Ukuran Impeller Pada Sisi Keluar	41
C. Perhitungan Kecepatan Akibat Aliran Sirkulasi	45
BAB V	
PERENCANAAN SUDU	48
A. Bentuk Sudu	48
B. Perhitungan Sudu – Sudu	49
1. Jumlah Sudu (Z)	49
2. Jarak Antara Sudu	50

- Pada Sisi Masuk (t_1)	50
- Pada Sisi Keluar (t_2)	50
3. Tebal Sudu Masuk (S_1)	50
C. Melukis Bentuk Sudu	52
D. Lebar Lautan	54
E. Wearing Ring	56
BAB VI PERHITUNGAN DIFFUSER	57
A. Perhitungan Diffuser	57
1. Pada Sisi Masuk	57
2. Pada Sisi Keluar	59
B. Saluran Antar	60
1. Lebar Laluan Sisi Masuk Saluran (b_s)	61
2. Jumlah Sudu Diffuser (Z_d)	61
3. Jarak Sudu Pada Sisi Masuk (t_3)	62
4. Jarak Sudu Pada Sisi Masuk (t_4)	62
5. Tebal Sudu Diffuser (s)	62
C. Melukis Sudu Diffuser	63
BAB VII GAYA AXIAL PADA POMPA	66
A. Besar Gaya Axial	66
B. Cara Mengatasi Gaya Axial	68

BAB VIII	PUTARAN KRITIS	70
	A. Berat Poros (Gp)	71
	B. Berat Impeller (Gi)	72
	C. Defleksi Pada Poros	75
BAB IX	BANTALAN DAN FISIK	78
	A. Klasifikasi Bantalan	78
	1. Pemeliharaan Bantalan	78
	2. Perhitungan Bantalan	79
	B. Pasak	84
BAB X	SISTEM PENGAMAN POMPA	88
	A. Kavitasi dan Surging	88
	Kavitasi	88
	Surging	90
	B. Pemeriksaan Instalasi Terhadap Kavitasi	90
BAB XI	POMPA PEMELIHARAAN	93
	A. Pemeriksaan Pompa	93
	B. Pelumasan	93
	C. Sistem Pelumasan	95

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

			Halaman
Gambar	2.1	Impeller Jenis Radial _____	8
Gambar	2.2	Impeller Jenis Prancis _____	9
Gambar	2.3	Impeller Jenis Aliran Campuran _____	9
Gambar	2.4	Impeller Jenis Aksial _____	10
Gambar	2.5	Impeller Tertutup _____	10
Gambar	2.6	Impeller Setengah Terbuka _____	11
Gambar	2.7	Impeller Terbuka _____	11
Gambar	2.8	Impeller Saluran _____	12
Gambar	4.1	Ukuran-Ukuran Bagian Impeller _____	36
Gambar	4.2	Segi Tiga Kecepatan Pada Saat Masuk Impeller _____	41
Gambar	4.3	Kecepatan Sisi Keluar _____	47

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Energi adalah sesuatu yang sangat dibutuhkan dalam kehidupan sekarang ini, pendaayagunaannya perlu terus dikembangkan untuk meningkatkan hasil gunanya demi meningkatkan kesejahteraan manusia.

Hukum Kekekalan Energi mengatakan bahwa “Energi tidak dapat diciptakan dan energi tidak dapat dimusnahkan”. Hal ini mengandung arti bahwa energi hanya mengalami perubahan bentuk. Oleh karena itu kita harus mengupayakan untuk menggunakan energi yang telah ada, agar dapat dimanfaatkan untuk kesejahteraan manusia.

Satu diantaranya pemanfaatan untuk kesejahteraan sumber energi dapat ditemui pada penggunaan ketel uap, juga dapat mengkonversikan energi untuk pembangkit tenaga, sedangkan ketel uap dapat menghasilkan uap yang dapat digunakan sebagai satu diantara alternatif sumber energi dalam mekanisme unit pabrik atau industri.

Ketel uap menggunakan air sebagai umpan untuk memindahkan kandungan energi panas menjadi energi tekanan. Pada drum ketel, sistem ini digunakan pompa tekanan untuk memompakan air pengisi kedalam drum ketel. Pompa yang digunakan untuk melayani aliran sirkulasi air umpan dipilih pompa sentrifugal.

B. Alasan Pemilihan Judul

Adapun perancangan pompa sentrifugal pengisian air ketel ini dipilih dengan alasan sebagai berikut :

1. Penggunaan secara luas
2. Mudah dalam pengoperasian
3. Jumlah putaran bervariasi sehingga kemungkinan untuk digerakkan langsung oleh unit elektromotor atau turbin.
4. Konstruksi sederhana
5. Menambah wawasan tentang penggunaan pompa secara luas

C. Tujuan perancangan

Tujuan perancangan pompa sentrifugal air ketel ini adalah :

1. Agar dapat memanfaatkan pengetahuan yang berhubungan dengan mesin fluida, elemen mesin, ilmu kekuatan bahan, dan sebagainya.
2. Untuk dapat mengembangkan kemampuan analisa dan pemikiran khususnya tentang perancangan pompa
3. Agar dapat mengaplikasikan ilmu-ilmu yang telah diperoleh selama ini.

D. Ruang Lingkup Perancangan

Sesuai dengan spesifikasi tugas adalah perancangan pompa untuk pengisian air ketel, maka penyusun menitik beratkan pada pemakaian pompa untuk

memindahkan air umpan dari deaerator ke drum ketel . Adapun spesifikasi tugas dapat menghasilkan uap panas lanjut dengan data – data sebagai berikut :

- a. tekanan drum ketel 2 MPA
- b. Kapasitas uap yang dihasilkan dari drum ketel 30ton/jam

Adapun perancangan ketel yang akan dibahas dalam uraian ini adalah :

1. Penetapan spesifikasi
2. Penentuan ukuran – ukuran utama
3. Perancangan dimensi impeller
4. Penghitungan gaya dan putaran



BAB II

PEMBAHASAN MATERI

A. Definisi Mesin–Mesin Fluida

Mesin fluida adalah suatu alat / peralatan yang dapat mengubah energi mekanis poros menjadi potensial fluida atau sebaliknya.

B. Pompa Sebagian Dari Mesin Fluida

Pompa adalah suatu mesin fluida yang mengubah energi mekanis menjadi energi fluida dari suatu tempat yang tingkat energinya lebih rendah ketempat lain yang tingkat energinya lebih tinggi. Oleh sebab itu pompa adalah mesin kerja.

Pompa banyak dipakai untuk berbagai keperluan terutama untuk mengalirkan fluida cair seperti : air, minyak, uap dan sebagainya.

C. Pompa Sebagai Bagian Dari Ketel Uap

Pompa dibuat sebagai alat pemindah fluida air, yang bekerja atas dasar mengkonversikan energi mekanik menjadi energi listrik. Energi mekanik yang diberikan kepada alat tersebut digunakan untuk meningkatkan kecepatan dan elevasi (ketinggian).

Pemberian energi mekanik kepada pompa dikenal dengan mesin penggerak pompa yang dapat dilakukan oleh :

1. Motor listrik
2. Turbin uap / gas
3. Mesin uap tarak
4. Motor bakar

D. Klasifikasi Pompa

Berdasarkan prinsip kerjanya pompa diklasifikasikan atas dua bagian yaitu :

- a. pompa tekanan statis (positif displacement)
- b. pompa tekanan dinamis (dynamic pump)

ad. a Pompa tekanan statis

Pompa ini disebut juga dengan hydrostatis. Pompa ini biasanya mempunyai satu atau lebih yang secara bergantian berisi dengan fluida yang dipompakan, sedangkan langkah berikutnya kosong kembali, demikian seterusnya.

Cairan yang masuk kedalam pompa terjadi karena perbedaan tekanan yang kemudian terjebak didalam suatu ruangan sehingga, tekanan statisnya naik sampai ke suatu tekanan tertentu, setelah itu barulah menekankan fluida cair yang terjebak.

Pompa tekanan statis ini dapat dibagi atas dua bagian, yaitu :

1. Pompa torak/ piston (Reciprocating pump)
2. Pompa putar (Rotari pump)

Ad.1. Pompa torak (Reciprocating pump)

Pompa ini mempunyai bagian utama berupa torak yang bergerak bolak – balik diantara silinder atau rumah pompa yang dilengkapi dengan katup untuk dapat mengalirkan secara kontinu kesatuan arah.

Cara kerja pompa ini adalah pada mulanya kedua katub tertutup, kemudian plunger bergerak kekanan dalam silinder, silinder terjadi vakum, sehingga cairan masuk memenuhi silinder.

Apabila torak bergerak bolak – balik kekiri, tekanan yang diberikan akan menutup katup masuk dan membuka katub keluar sehingga air mengalir keluar pompa sampai tinggi air sesuai dengan tekanan yang diberikan.

Ad.2. Pompa putar (Rotari pump)

Pompa jenis ini menghasilkan tekanan dengan jalan putaran atau kombinasi dengan rotasi unsur pemompanya.

Rotasi unsur pemompaan menyebabkan pembesaran volume, sehingga terjadi vakum dan oleh tekanan atmosfer cairan masuk melalui tekanan masuk, kemudian terdorong ke dinding, sehingga cairan terjebak. Rotasi lebih lanjut membawa jebakan cairan ini keruang saluran keluar. Disini rotasi untuk pemompa menyebabkan pengecilan / penciutan volume, sehingga terjadi kenaikan tekanan yang selanjutnya melalui saluran keluar cairan bertekanan tersebut mengalir.

Contoh pompa putar adalah :

- pompa roda gigi (gear pump)
- pompa suah (vane pump)

Pompa tekanan dinamis mempunyai prinsi kerja dengan cara memberikan energi mekanis kepada fluida yang akan dipindahkan.

Ciri – ciri dari pompa ini adalah sebagai berikut :

- ❖ fluida mengalir melalui sudu-sudu selama terus menerus
- ❖ mempunyai bagian utama berupa roda dengan dilengkapi sudu – sudu disekelilingnya.

Salah satu contoh yang termasuk pompa tekanan dinamis adalah pompa sentrifugal.

Pompa sentrifugal terdiri dari dua komponen utama yang baling – baling (impeller) dan rumah pompa (pump casing / volute).

Air masuk dari saluran isap yang disebabkan oleh adanya kevakuman pada mata baling-baling dan tekanan atmosfer pada permukaan, udara yang ada di dalam rumah pompa diputar oleh baling – baling dan memperoleh percepatan. Perubahan kecepatan ini akan menimbulkan vakum yang berbanding lurus dari inersial dari fluidanya. Oleh karena udara mempunyai dentitas yang kecil, sehingga kevakuman yang terjadi selalu kecil untuk kemungkinan tekanan atmosfer mendorong air naik kepompa melalui pipa isap dan selanjutnya dipompakan.

Untuk mendapatkan kevakuman yang cukup, yang diputar baling – baling haruslah fluida yang mempunyai dentitas yang besar yaitu fluida cair. Kalau kedalam pompa dimasukkan fluida cair (dipancing) maka kevakuman akan cukup, sehingga air dengan tekanan atmosfer dapat ditekan kejalur isap dan masuk kepompa, untuk itu

pompa selalu ada fluida cairannya, yang mengakibatkan semua udara dalam pipa

Isap dapat dipisahkan dan dikeluarkan.

E. Klasifikasi Berdasarkan bentuk Impeller

1. *Impeller Jenis Radial*

Pada pompa radial ini arah aliran pada sudu gesek terletak pada bidang yang tegak lurus terhadap poros pompa. Untuk kapasitas yang tidak begitu besar pompa ini menggunakan satu aliran masuk (single impeller). Tinggi tekanan umumnya sebagian besar disebabkan oleh gaya sentrifugal.

Impeller jenis ini dapat dipakai untuk tinggi tekanan kira – kira 45 meter (m.k.a) dan secara praktis di pakai pada semua mesin yang bertingkat banyak.



Gambar 2.1 Impeller Jenis Radial

2. *Impeller Jenis Francis*

Pada jenis ini arah aliran fluida dengan arah aliran fluida pada impeller radial, namun pada jenis ini head yang dihasilkan ; lebih kecil bila dibandingkan dengan pompa radial. Jenis pompa ini sering digunakan untuk pompa isap ganda dimana kapasitas dan putaran spesifiknya lebih besar dari pompa radial. Untuk kapasitas dan

Rusman Farel Dihar Sitorus, Mesin-mesin Fluida Pompa Sentrifugal Untuk Distribusi...
tinggi tekanan yang ditentukan jenis ini beroperasi pada kecepatan yang lebih tinggi dan impeller yang konvensional.

Sudut sisi masuk harus berkurang sesuai dengan jari-jarinya (kecepatan impeller). Untuk menjamin masuknya fluida secara mulus sehingga bentuknya menyerupai turbin Prancis.



Gambar 2.2 Impeller jenis Perancis

Impeller Jenis Aliran Campuran

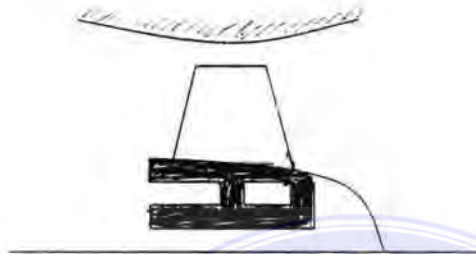
Pompa jenis ini mempunyai aliran masuk kearah axial dan keluar dari impeller dengan arah radial dan sebagian lagi kearah axial dikarenakan ujung-ujung sisi keluarnya miring. Jenis pompa ini mempunyai kapasitas dan putaran spesifiknya lebih besar dibandingkan dengan pompa radial dan head yang dihasilkan sama dengan poros jenis perancis.



Gambar 2.3 Impeller Jenis Aliran Campuran

4. Impeller Jenis Propeller Atau Aksial Flow

Pompa aksial impeller ini aliran masuk dan keluar kearah aksial dimana head yang dihasilkan adalah akibat gaya dorong dari sudu-sudu pompa tersebut dan besarnya head yang dihasilkan kecil tetapi kapasitas dan putaran spesifikasinya tinggi. Tipe ini sesuai dengan tinggi isap yang benar.



Gambar 2.4 Impeller Jenis Aksial

F. **Klasifikasi Berdasarkan Jenis Fluida Yang Dipompakan**

1. Impeller Tertutup

Impeller jenis ini digunakan untuk memompa fluida yang bersih dan bebas dari zat – zat lain.

Impeller jenis ini sudu – sudunya dibatasi oleh dua buah dinding dimana efisiensinya lebih besar dari jenis lainnya.

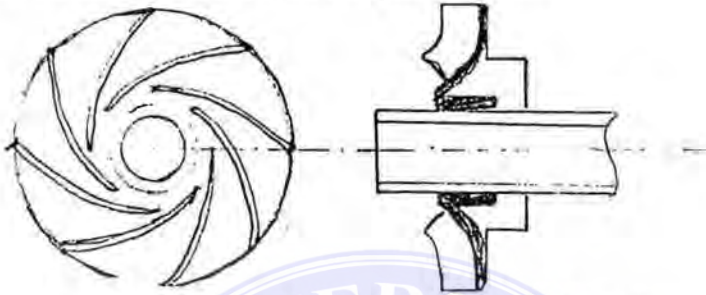


Gambar 2.5 Impeller Tertutup

2. Impeller Setengah Terbuka

Impeller jenis ini dipergunakan untuk memompa fluida yang sedikit mengandung kotoran.

Impeller ini terbuka pada satu diantara sisinya yaitu pada bagian sisi isap, sedangkan efesiensinya lebih besar dari jenis terbuka.



Gambar 2.6 Impeller Setengah Terbuka

3. Impeller Terbuka

Impeller jenis ini dipergunakan untuk memompakan fluida-air yang banyak mengandung kotoran.

Sedangkan efesiensinya lebih rendah dari impeller jenis tertutup dan impeller setengah terbuka.

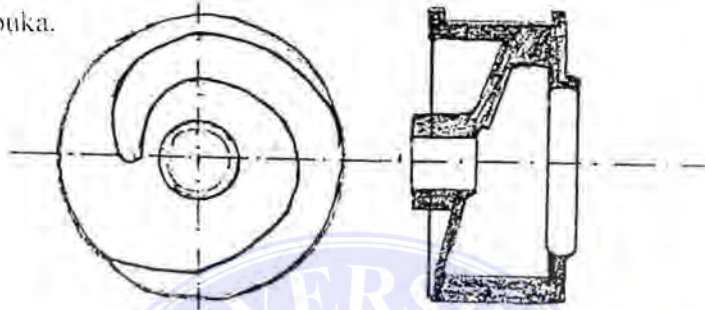


Gambar 2.7 Impeller Terbuka

4. Impeller Saluran

Impeller jenis ini dipergunakan untuk memompakan zat cair yang sangat banyak mengandung serat yang panjang.

Impeller terdiri dari dua atau tiga buah saluran segi panjang yang dibengkokkan dan semua berhubungan kelubang aliran masuk gabungan. Efesiensinya lebih tinggi dari pada impeller terbuka.



Gambar 2.8 Impeller Saluran

G. Pemilihan Pompa

Dalam memenuhi air untuk pengisian air ketel, pompa yang dipergunakan pada umumnya terbagi atas dua golongan, yaitu pompa torak dan pompa sentrifugal.

Dibawah ini dijelaskan perbandingan antara pompa torak dan pompa sentrifugal.

Pompa Sentrifugal.

1. Jenis aliran volume yang sama, harga pembelian lebih rendah
2. Tidak banyak bagian – bagian yang bergerak (tidak ada katup dan sebagainya), jadi biaya pemeliharaan rendah.

3. Jumlah putaran tinggi, sehingga memberi kemungkinan untuk pergerakan langsung oleh sebuah elektromotor atau turbin.
4. Lebih sedikit memerlukan tempat.
5. Bila konstruksinya disesuaikan, memberi kemungkinan untuk mengerjakan zat cair yang mengandung cairan.
6. Jalannya tenang, sehingga pondasi dibuat ringan
7. Aliran zat cair yang tak terputus – putus

Pompa Torak

1. Tidak beroperasi pada putaran tinggi sehingga memerlukan sistem transmisi untuk kelengkapan.
2. Menghasilkan aliran yang berfluktuasi dan kapasitas relatif kecil pada head yang tinggi.
3. Perawatannya lebih rumit dan sukar serta bobotnya besar dan pondasi harus kuat.
4. Tidak dapat memompa fluida yang mengandung solid material dan tidak membutuhkan pemancingan.

H. Berdasarkan Jumlah Tingkat

a. Pompa satu tingkat

Pada jenis ini, mempunyai satu impeller dalam memindahkan fluida sehingga head totalnya rendah.

b. Pompa bertingkat banyak

Pada pompa ini dikatakan bertingkat banyak karena menggunakan beberapa buah impeller yang dipasang secara seri. Pada impeller ini biasanya dipasang impeller jenis radial yang dapat menghasilkan tinggi tekanan yang besar. Head yang ditimbulkan merupakan jumlah head yang ditimbulkan masing – masing impeller.

Kecepatan spesifik pada tipe ini diambil sebagai kecepatan spesifik untuk masing – masing tingkatnya. Kecepatan dan jumlah aliran melalui setiap tingkat adalah sama, sengan tinggi tekan biasanya terbagi rata untuk masing – masing tingkat.

Jadi semua tingkat akan mempunyai kecepatan spesifik yang sama dapat dianggap sebagai kecepatan spesifik pompa itu sendiri.

Dari pertimbangan diatas serta hasil penelitian lapangan yang dilakukan maka untuk sementara diambil kesimpulan bahwa akan dipergunakan dalam perancangan ini adalah pompa sentrifugal dan pembahasan selanjutnya akan membutuhkan kebenaran dari pemilihan tersebut.

PENETAPAN SPESIFIKASI

A. Penentuan Jumlah dan Tipe Pompa

Penggunaan energi yang hemat merupakan dasar sistem pemompaan sebagai penentu utama dari penghematan adalah sistem rancangan.

Setelah terpenuhi sistem yang sesuai dengan kondisi hidrolik, perhatian diberikan untuk memilih pompa yang paling efisien untuk sistem tersebut.

Adapun beberapa faktor yang harus diperhitungkan dalam menentukan jumlah dan tipe pompa untuk setiap penggunaan adalah :

1. Sistem instalasi
2. Kapasitas pompa
3. Head pompa
4. Daya pompa
5. Putaran spesifik



1. Sistem instalasi

Pada pompa pengisian air ketel pabrik pulp and paper yang mengalirkan air panas dari dearator ke drum ketel. Proses aliran dapat terjadi bila tekanan yang diberikan pompa lebih besar dibandingkan dengan tekanan didrum ketel.

Oleh sebab itu perencanaan sistem instalasi harus merupakan pertimbangan yang sudah relatif optimum dimana aliran pertimbangan ini adalah kondisi tempat (ruang yang tersedia) efisiensi kerja dan faktor ekonomi.

2. Kapasitas pompa

Kapasitas pengisian air ketel pada pabrik pulp and paper adalah tergantung pada kapasitas uap yang dihasilkan ketel. Untuk mendapatkan hasil perhitungan yang tepat dari kebutuhan air perlu diperhitungkan kebocoran pemakaian uap untuk instalasi pengamanan serta kerugian lainnya.

Kurangnya kebutuhan air pengisian ketel pada instalasi uap akan mempengaruhi kapasitas uap hasil produksi akan mengakibatkan timbulnya bahaya.

Dengan menganggap seluruh air disirkulasikan harus dikonsumsi menjadi uap, maka jumlah air pengisian yang dibutuhkan sama dengan kapasitas uap yang dihasilkan. Untuk itu pompa direncanakan adalah untuk meleyani kebutuhan air pengisian ketel dengan kapasitas 30 ton/jam dan tekanan 2 mpa.

Cara mengatasi terjadinya kebocoran dan kerugian pada instalasi pengamanan maka kapasitas pompa pengisian air ketel harus diperbesar (20%-25%) diambil 20% dari kapasitas pompa.

Kapasitas Pompa :

$$\begin{aligned} QP &= (20\% \times Qk) + Qk \\ &= (20\% \times 30 \text{ ton/jam}) + 30 \text{ ton/jam} \\ &= 36 \text{ ton/jam} \\ &= 36.000 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

kapasitas volume air :

$$Q = \frac{Qp \text{ kg/jam}}{\gamma \text{ kg/m}^3}$$

$$= \frac{36.000 \text{ kg/jam}}{1.000 \text{ kg/m}^3}$$

$$= 36 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 36 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 0,01 \text{ m}^3 / \text{dt}$$

$$= 10 \text{ liter} / \text{dt}$$

Diameter pipa isap dan pipa tekan :

Dari rumus kontinuitas : $Q = V \cdot A$

Dimana :

Q = Kapasitas pompa (m^3 / dt)

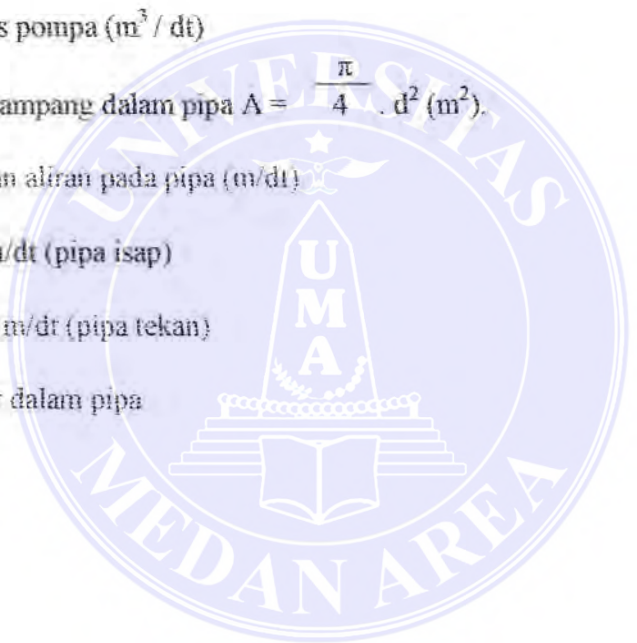
A = Luas penampang dalam pipa $A = \frac{\pi}{4} \cdot d^2$ (m^2).

V = Kecepatan aliran pada pipa (m/dt)

= 2 s/d 3 m/dt (pipa isap)

1.5 s/d 3 m/dt (pipa tekan)

d = Diameter dalam pipa



$$= 0,06516 \text{ m}$$

$$= 65,16 \text{ mm}$$

$$= 2,565 \text{ inc.}$$

dalam perencanaan ini dipilih diameter pipa dengan standar yang banyak dipasaran

$$d = 3 \text{ inc}$$

$$= 0,0762 \text{ m}$$

diameter isap dan pipa tekan direncanakan sama yaitu :

$$D_s = d_d = 0,0762 \text{ m} = 76,2 \text{ mm}$$

Pemeriksaan terhadap kecepatan aliran dalam pipa

$$Q = V \cdot a$$

$$V = Q/A$$

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

$$V = 2,192 \text{ m/dt}$$

Berarti perencanaan pipa isap dan tekan ternyata masih dalam batas kecepatan yang diizinkan :

$$V = 2 \text{ s/d } 3 \text{ m/dt}$$

Dalam perencanaan ini untuk menentukan jumlah pompa yang diperlukan dapat ditinjau dari segi kapasitas pompa.

Pada umumnya jika kapasitas pompa menjadi besar maka efisiensi pompa juga menjadi lebih tinggi. Jadi penggunaan daya akan menjadi lebih ekonomis, sesuai dengan kapasitas pompa $0,01 \text{ m}^3/\text{dt}$, maka dapat ditentukan jumlah pompa.

Jumlah pompa yang diambil 1 (satu) buah untuk beroperasi dan untuk menjaga kemungkinan akan kerusakan pada pompa utama, maka disediakan satu buah pompa cadangan untuk kelancaran pengisian air pada ketel.

3. Head Pompa

Yang dimaksud dengan head pompa adalah head dari tinggi cairan yang dapat dinaikan oleh suatu pompa (static head) ditambah head losses yang dapat diatasi oleh pompa. Karena pompa pengisian head ketel yang bertekanan tinggi maka pompa yang direncanakan harus bertekanan tinggi dan tahan terhadap temperatur yang tinggi pula.

Sebelum air umpan masuk kedalam ketel, disini terjadi kerugian – kerugian yang disebabkan oleh :

1. Head losses pada pipa isap
2. Head losses pada pipa discharge
3. Tekanan pada drum ketel

B. Kerugian – Kerugian Tekanan Pada Pipa Isap (H_f)

a. Akibat gesekan pada pipa H_f

$$H_{fs} = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g} \dots\dots\dots (Ranald, V. Gilles, hal : 102)$$

f = Koefisiensi gesek dari pipa

is = Panjang pipa isap = 8 m (direncanakan)

ds = Diameter pipa = 0,762 m

= 76,2 mm

vs = Kecepatan aliran dalam pipa = 3 m/dt

g = Gravitasi 9,81 m/dt²

untuk mencari harga koefisien (f) dipakai persamaan Reynold Number :

$$Re = \frac{Vs \cdot ds}{\nu} \dots\dots\dots (Austin H. Church, hal 9)$$



Maka :

$$\frac{E}{d} = \frac{0,24}{76,2} = 0,0031$$

Dengan harga $Re = 809920,283$ maka harga koefisien gesek (f) = 0,025

Maka :

$$h_{fs} = f \cdot \frac{v_s^2}{d_s} = 0,025 \cdot \frac{8}{0,0762} \cdot \frac{(3)^2}{2 \cdot 9,81}$$

$$= 1,203 \text{ meter}$$

b. Kerugian pada belokan (h_b)

$$h_b = K \cdot \frac{v_s^2}{2 \cdot g} \quad \dots \dots \dots (A. J. Stepanoff, Phd, hal 16)$$

Dimana :

$$K = \text{Konstanta Belokan}$$

$$= 0,35$$

sehingga :

$$= 0,35 \cdot \frac{(3)^2}{2 \cdot 9,81} = \frac{3,15}{19,62}$$

$$= 0,16 \text{ meter}$$

Untuk pipa isap digunakan tiga buah elbow sehingga

$$H_b = 3 \times 0,16 = 0,48 \text{ m}$$

$$h_{gv} = K \cdot \frac{Vs^3}{2 \cdot g}$$

Dimana harga K = 0,17, maka

$$H_{gv} = 0,17 \cdot \frac{(3)^2}{2 \cdot 9,81} = 0,078 \text{ meter}$$

d. Kerugian pada saat memasuki pipa isap (hen)

$$h_{en} = K \cdot \frac{Vs^2}{2 \cdot g}$$

$$\text{Harga } k = 0,05 \cdot \frac{(3)^2}{2 \cdot 9,81} = 0,023 \text{ meter}$$

e. Kerugian Kecepatan (h_v)

$$h_v = \frac{Vs^2}{2 \cdot g}$$
$$= \frac{(3)^2}{2 \cdot 9,81}$$

$$= 0,458 \text{ m}$$

Total kerugian pada pipa isap adalah :

$$H_s = H_{fs} + h_b + h_{gv} + h_{en} + h_v$$
$$= 1,203 + 0,48 + 0,078 + 0,023 + 0,458$$
$$= 2,242 \text{ meter}$$

C. Head Losses Pada Pipa Tekan

Pipa tekan yang digunakan memiliki diameter dan bahan yang sama dengan pipa isap.

a. head Losses sepanjang Pipa tekan (h_{dp})

$$h_{dp} = f \cdot \frac{L_d}{d_d} \cdot \frac{V_d}{d_d}$$

Dimana :

F = Faktor gesekan = 0,025

L_d = Panjang pipa tekan = 25 meter (direncanakan)

d_d = Diameter pipa tekan = 0,0762 = 76,2 mm

v_d = Kecepatan aliran dalam pipa tekan = 3 m/dt

Maka :

$$H_{dp} = 0,025 \cdot \frac{25}{0,0762} \cdot \frac{(3)^2}{2 \cdot 9,81}$$

$$H_{dp} = 3,762 \text{ meter}$$

b. Head Lessos Pada Gate Valve (h_{gv})

$$H_{gv} = K \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \quad \text{dimana harga } K = 0,17 \text{ (Igor J. Karassik, hal 938)}$$

$$H_{gv} = 0,17 \cdot \frac{(3)^2}{2 \cdot 9,81}$$

$$H_{gv} = 0,078 \text{ meter}$$

c. Head Losses Pada Check Valve (h_{cv})

$$h_{cv} = K \frac{Vd^2}{2 \cdot g} \dots\dots\dots (\text{Igor J. Karassik, hal 938})$$

$$h_{cv} = 2 \cdot \frac{(3)^2}{2 \cdot 9,81}$$

$$h_{cv} = 0,917 \text{ meter}$$

d. Head Losses Pada Elbow (h_{el})

$$h_{el} = K \frac{Vd^2}{2 \cdot g} \dots\dots\dots (\text{Igor J. Karassik, hal 938})$$

$$h_{el} = 0,16 \text{ meter}$$

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

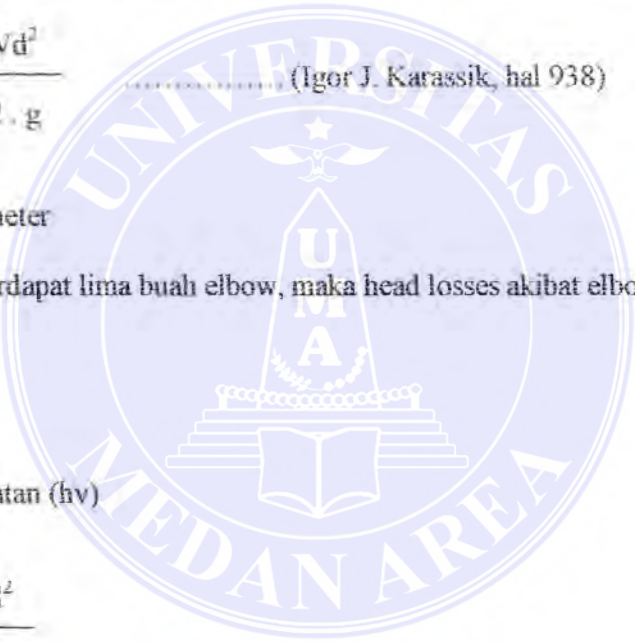
$$\begin{aligned} H_{el} &= 5 \times 0,16 \\ &= 0,8 \text{ meter} \end{aligned}$$

e. Kerugian kecepatan (h_v)

$$h_v = \frac{Vd^2}{2 \cdot g}$$

$$h_v = \frac{(3)^2}{2 \cdot 9,81}$$

$$h_v = 0,458 \text{ meter}$$



Rusman Farel Dihar Sitorus - Mesin mesin Fluida Pompa Sentrifugal Untuk Distribusi...
Maka total head losses pada pipa tekan seluruhnya adalah :

$$\begin{aligned}H_d &= H_{dp} + h_{gv} + h_{cv} + h_{el} + h_v \\&= 3,762 + 0,078 + 0,917 + 0,8 + 0,458 \\&= 6,015 \text{ meter}\end{aligned}$$

D. Tekanan Pada Drum Ketel (Pdk)

a. Tekanan Pada Drum Ketel

$$P_{dk} = P_{uap} + P_{air}$$

Tekanan operasi ketel = 2 Mpa

$$\begin{aligned}1 \text{ P} &= 10^{-5} \\1 \text{ bar} &= 1,013 \text{ kg/cm}^2 \\&= 2.000.000 \times 10^{-5} \\&= 20 \text{ bar} \\&= 20 \times 1,013 \\&= 20,26 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

Pada tekanan 1 kg/cm² dapat menaikkan air setinggi 10 m maka untuk tekanan 20,26 kg/cm² :

$$\begin{aligned}P_{uap} &= 20,26 \times 10 \\&= 202,6 \text{ m}\end{aligned}$$

Dimana P_{air} yaitu tinggi air yang terdapat didalam drum ketel yang akan dialirkan ke bidang pemanasan. Tinggi air dalam drum ketel direncanakan 0,7 meter, maka tekanan didalam drum ketel adalah :

$$= 203,3 \text{ meter}$$

b. Tekanan Permukaan Fluida pada Dearator (P_d)

Temperatur operasi pada dearator diperkirakan antara 104° s/d 105° C dengan tekanan 20 atom = $2,0666 \text{ kg/cm}^2$. 1 atom = $1,0333 \text{ kg/cm}^2$, pada tekanan 2 kg/cm^2 dapat menaikkan air setinggi 20 meter.

Direncanakan tinggi permukaan tangki air dalam dearator adalah 4 meter.

Maka :

$$\begin{aligned} P_d &= 20 + 4 \\ &= 24 \text{ meter} \end{aligned}$$

Air yang telah mengalami proses pemurnian (di treatment) didalam tangki persediaan dipompakan kedalam dearator.

Disini air dikabutkan guna menghilangkan gas – gas yang ada didalam air. Kemudian setelah mengalami proses pemanasan air dari dearator dipompakan oleh Feed water pump langsung kedalam ketel.

E. Static Head (H_{st})

Besarnya static head direncanakan 6 meter, maka total head adalah :

$$\begin{aligned} H_{tot} &= (P_{dk} + P_d) + H_s + H_d + H_{st} \\ &= (203,3 + 24) + 2,242 + 6,015 + 6 \\ &= 193,557 \text{ meter} \end{aligned}$$

Maka untuk menjaga instalasi agar aman maka head pompa direncanakan lebih besar faktor keamanan diambil 10% dari head total.

Maka Head pompa :

$$\begin{aligned} H_p &= 193,557 + (10\% \times 193,557) \\ &= 213,9127 \text{ meter} \\ &= 214 \text{ meter} \end{aligned}$$

F. Daya Pompa (Np)

Daya pompa adalah besarnya daya yang diterima poros pompa untuk menggerakkan impeller.

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

Dimana :

$$Q = \text{Kapasitas pompa} = 0,01 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$\gamma = \text{Berat jenis air} = \rho \cdot g$$

$$H_p = \text{Head Pompa} = 214 \text{ meter}$$

$$\eta_p = \text{Efisiensi pompa}$$

Dari hasil percobaan harga efisiensi pompa berkisar 53% s/d 78%.

Maka efisiensi pompa diambil $\eta_p = 76\%$

Jadi daya pompa :

$$N_p = \frac{\rho \cdot g \cdot H_p \cdot Q}{\eta_p}$$

$$0,76$$

$$= 27622,89 \text{ W}$$

$$= 27,623 \text{ Kw}$$

$$= 37,042 \text{ DK}$$

1. Daya Motor Penggerak (Nm)

Motor direncanakan menggunakan electromotor sebagai penggerak mula yang dapat dikopel langsung melalui kopling fleksible ke poros pompa dengan tujuan untuk mendapatkan harga efisiensi mekanis sebesar mungkin.

Daya motor.

$$Nm = c \cdot Np$$

Dimana :

$$Np = \text{Daya motor}$$

c = Faktor keamanan daya masuk kedalam starter

$$= (1,1 \text{ s/d } 1,2)$$

$$c = 1,2 \text{ diambil}$$

Maka :

$$Nm = 1,2 \times 37,042$$

$$= 44,4504 \text{ DK}$$

$$= 33,147 \text{ Kw.}$$

Putaran ini dapat ditentukan berdasarkan jumlah pole (P) untuk frekwensi yang sama :

$$n = \frac{120 \cdot f}{p}$$

Dimana :

n = Putaran Motor

F = Frekwensi listrik

= 50 Hz (standar untuk Indonesia)

P = Jumlah pole P = 2,4 . 6

= 2 (dipilih)

Maka :

$$n = \frac{120 \cdot 50}{2}$$

n = 3.000 rpm

Pada saat kecepatan beban penuh (full load speed) putaran motor listrik adalah berkurang 2% - 6% dari putaran diatas.

Pada perencanaan ini diambil putara motor listrik sebesar 2.5% dari putaran diatas.

Maka :

$$n = 300 - (3000 \cdot 2,5\%) \\ = 2950 \text{ rpm.}$$

Karena motor listrik dikoper langsung dengan pompa yang mempunyai efisiensi, jadi putaran impeller pompa sama dengan putaran motor listrik yaitu 2,950 rpm.

Maka elektromotor yang digunakan untuk menggerakkan pompa sesuai dengan apa yang dipasarkan.

$$\text{Daya} = 40 \text{ KW}$$

$$\text{Putaran} = 2,950$$

$$\text{Voltase} = 380 \text{ volt}$$

$$\text{Frekwensi} = 50 \text{ Hx}$$

3. Putaran Spesifik (ns)

Putaran spesifik adalah kecepatan putaran suatu pompa yang sebanding dengan pompa yang dapat menghasilkan kapasitas $1 \text{ m}^3/\text{dt}$ dengan head $1 \text{ m H}_2\text{O}$.

Perhitungan putaran spesifik berguna untuk mengetahui dan menentukan jenis impeller yang dipergunakan dalam perencanaan suatu pompa. Bila harga N_s sudah ditentukan, maka bentuk impeller pompa juga sudah ditentukan.

Dengan demikian putaran spesifik dapat ditentukan :

$$N_s = \frac{3,65 n \sqrt{Q}}{H^{3/4}} = 3,65 \frac{2950 \sqrt{0,01}}{214^{3/4}}$$

$$N_s = 19,24 \text{ rpm}$$

Dari diagram for selection of type of pump, diperoleh bahwa pompa yang direncanakan adalah multi stage pump, dengan low speed impeller

Low – Speed pumps	ns	= 40 s/d 80 rpm
Moderate - Speed pumps	ns	= 80 s/d 150 rpm
High - Speed pumps	ns	= 150 s/d 300 rpm
Mixed - Speed pumps	ns	= 300 s/d 600 rpm
Axial - Speed pumps	ns	= 600 s/d 2000 rpm

Dari hasil perhitungan harga putaran spesifik pompa adalah : 19,24 rpm, maka dipilih type impeller low speed pump dengan putaran tiap tingkat, 40 s/d 80 rpm, dipilih (nsi) = 70 rpm. Maka jumlah tingkat impeller adalah :

$$i = \left(\frac{nsi}{ns} \right)^{4/3} \quad \text{--- (Khettagurov, hal 207)}$$

$$= \left(\frac{70}{19,24} \right)^{4/3}$$

$$= 5,571$$

Maka jumlah tingkat direncanakan $i = 6$ tingkat.

Jumlah putaran tiap tingkat yang sebenarnya adalah :

$$6 = \left(\frac{nsi}{19,24} \right)^{4/3}$$

$$\log 6 = 4/3 \log nsi = 4/3 \log 19,24$$

$$4/3 \log nsi = \log 6 + 4/3 \log 19,24$$

$$4/3 \log nsi = 0,7781 + 1,5542$$

$$\log n_{si} =$$

$$4/3$$

$$\log n_{si} = 1,7940$$

$$n_{si} = 62 \text{ rpm}$$

4. Spesifikasi Hasil Rencana

Berdasarkan perhitungan dan perencanaan sebelumnya, maka hasil perencanaan itu :

Jenis Pompa	=	Centrifugal pump
Type pump	=	Multi stage pump
Jenis Impeller	=	Low speed impeller
Kapasitas	=	0,01 m ³ /dt
Head pompa	=	214 meter
Diameter pipa isap	=	3 inchi
Daya electromotor	=	2950rpm
Voltase	=	380 volt
Frekwensi penggerak	=	50 Hz

BAB XI

PEMELIHARAAN POMPA

A. PEMERIKSAAN POMPA

Sebelum pompa dioperasikan, terlebih dahulu diperiksa, adapun prosedurnya sebagai berikut :

- a. Pemeriksaan katub sorong pada pipa isap.
- b. Membersihkan tadah isap dan pipa tekan.
- c. Memeriksa sistem kelistrikan.
- d. Pemeriksaan kelurusan poros.
- e. Pemeriksaan arah putaran.
- f. Pemeriksaan pipa alat bantu
- g. Memeriksa minyak pelumas bantalan.

B. PELUMASAN

Pelumasan adalah zat yang digunakan dalam mengalasi atau memperlambat kerusakan bantalan atau poros.

Antara bantalan dan poros ada gesekan yang mengakibatkan keausan dan menimbulkan panas, rencana adanya tenaga yang hilang selama bekerja yang mengakibatkan panas untuk mengatasi hal diatas maka perlu adanya pelumasan.

Bahan pelumas terbagi 3 yaitu :

- ❖ Bentuk Padat : digunakan pada temperatur yang sangat tinggi.
- ❖ Bentuk Cair : digunakan pada temperatur tinggi karena semakin tinggi temperatur viskositasnya, makin kecil (kental).
- ❖ Bentuk Gas : digunakan pada temperatur sangat tinggi dan putaran yang sangat besar.

Fungsi Pelumas :

- ❖ Sebagai pendingin
- ❖ Sebagai pembersih
- ❖ Untuk memperkecil gesekan
- ❖ Sebagai pelicin
- ❖ Mencegah korosi

Syarat pelumas :

- ❖ Sifat kimianya stabil
- ❖ Tidak mengandung racun
- ❖ Tidak mudah terbakar
- ❖ Kekentalan (viscositas) tidak berubah, karena adanya perubahan suhu
- ❖ Tidak menimbulkan karat
- ❖ Tidak mudah menguap
- ❖ Jangka waktu pemakaian terbatas (berkala).

C. SISTEM PELUMASAN

Sistem pemasukan pelumas kedalam bantalan berdasarkan banyaknya jenis bantalan dan bentuknya. Maka untuk memasukkan atau memberikan pelumasan kedalam bantalan terdapat berbagai cara.

Pada perencanaan ini sistem pemberian pelumasan dengan gelang.

Pelumasan Dengan Gelang

Pada pelumasan ini dipakai gelang lepas pada saat poros berputar gelang ikut berputar, karena adanya gesekan dengan poros dan pelumasan akan terbawa naik sampai pada poros dan akibatnya mengalir pada bantalan.

Minyak sesudah dipakai jatuh pada tempat penampungan dan mengendap kotoran-kotoran yang ikut akan turun kebawah, dan yang dipakai lagi adalah yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

1. Austin H. Church, **Pump and Blower Sentralifugal**, Alih Bahasa oleh Ir. Zulkifli Harahap, Penerbit Erlangga, 1986.
2. A. J. Stepanoff, Phd, **Flow Pump Design and Application**, Second Printing, 1962.
3. Ir. Sularso, MSME dan Prof DR. Kiyokatsu Suga, **Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin**, Penerbit PT. Pradnya Paramita, Jakarta, 1983.
4. Igor J. Karassik, **Pump Hand Book**, Second Edition, Mc Graw-Hill Book , New York.
5. Ir. Sutarso, MSME, dan Prof DR. Harua Tahara, **Pompa dan Kompresor**, Pemilihan Pemeliharaan, Cetakan kedua, Penerbit PT. Pradnya Paramita, Jakarta, 1985.
6. M. Khetagurov, **Marine Auxiliary Machinery and Systems** , Translat from the Russian by Nicholas Weinstein, Peace Publishers Moskow, 1972.
7. Prof. Dipl. Ing. Fritz Dietzel, **Turbin, Pompa dan Kompresor**, alih bahasa oleh Ir. Dakso Sriyono, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1988.
8. PN. Modi SM. SETII, **Hudrolis dan Fluida Mechanies**, New Delhi, 1980.
9. Ranald, V. Gilles, **Mekanika Fluida dan Hidrolik**, alih bahasa oleh DR. Ir. Heman Widodo Soemitro, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1984
10. Victor L. Streeter, **Mekanika Fluidal**, E. Benjamin Wylie, alih bahasa oleh Arko Prijono, M. SE Edisi 8, Penerbit Erlangga.