

POMPA SENTRIFUGAL

UNTUK MEMENUHI KEBUTUHAN AIR BERSIH
DI PT. PELABUHAN INDONESIA I UNIT
TERMINAL PETI KEMAS (UTPK) BELAWAN

Head : 13 MH₂O

Kapasitas : 27,7 M³/Jam

TUGAS AKHIR

*Disusun dan Diajukan Untuk Memenuhi
Persyaratan Ujian Mencapai Gelar Sarjana Teknik
Pada Fakultas Teknik Universitas Medan Area*

Oleh :

HULMAN FREDDY H. TAMBUN

STB. : 04 813 0020



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
TAHUN 2006**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 2/1/24

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

POMPA SENTRIFUGAL

UNTUK MEMENUHI KEBUTUHAN AIR BERSIH
DI PT. PELABUHAN INDONESIA I UNIT
TERMINAL PETI KEMAS (UTPK) BELAWAN
Head : 13 MH₂O
Kapasitas : 27,7 M³/Jam

SKRIPSI

Oleh :

HULMAN FREDDY H. TAMBUN

STB : 04 813 0020

Disetujui
Komisi Pembimbing :

Pembimbing I,

(Ir. Darianto, MSc)

Pembimbing II,

(Ir. Amrasyam Nasution, MT)

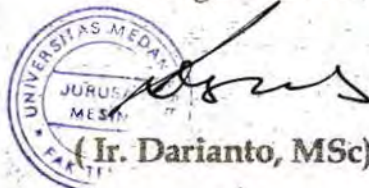
Mengetahui :



Dekan,

(Drs. Dadan Ramdan, M.Eng., MSc)

Ka. Program Studi,



(Ir. Darianto, MSc)

Tanggal Lulus :
UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 2/1/24

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)2/1/24

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa yang telah melimpahkan berkat dan rahmatNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir (Tugas Sarjana) ini.

Tugas ini merupakan syarat untuk menyelesaikan Pendidikan Program Sarjana S1, Jurusan Mesin, Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Dalam Tugas Akhir ini yang dirancang adalah Pompa Sentrifugal yang digunakan untuk memindahkan air untuk memenuhi kebutuhan air bersih di Pelabuhan Indonesia (Polindo) Unit Terminal Peti Kemas (UPTK) Belawan.

Dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini, penulis banyak menemui masalah-masalah yang sulit dipecahkan, namun berkat bantuan dari semua pihak, Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Drs. Dadan Ramdan, M.Eng.Sc, Dekan Fakultas Teknik, Universitas Medan Area.
2. Bapak Ir. Darianto, MSc, Ketua Jurusan Mesin, Universitas Medan Area dan selaku Pembimbing I.
3. Bapak Ir. Amirsyam, MT, selaku Pembimbing II.
4. Seluruh Staf Pengajar dan Pegawai Jurusan Mesin, Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 2/1/24

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

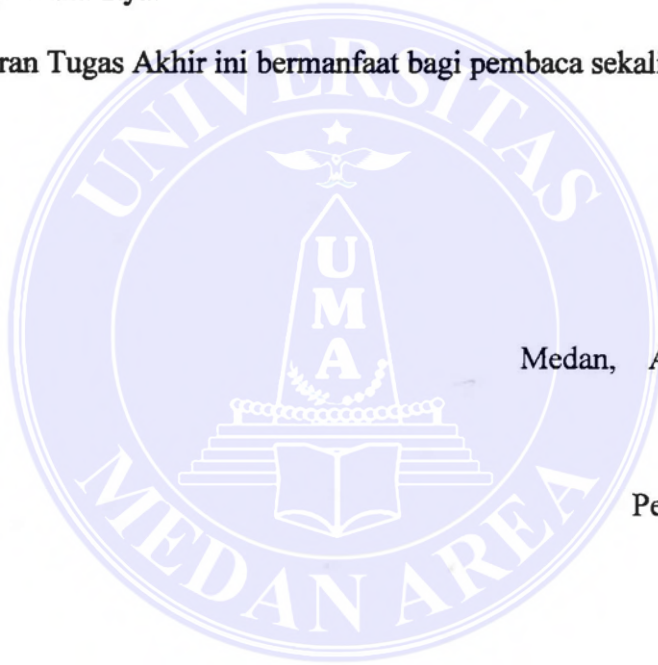
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)2/1/24

5. Orang tua dan seluruh keluarga yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
6. Rekan-rekan mahasiswa dan semua pihak yang telah berpartisipasi dalam menyelesaikan Laporan ini.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan-kekurangan dalam Laporan Tugas Akhir ini. Penulis mengharapkan kritikan dan saran dari para pembaca sekalian untuk lebih menyempurnakannya.

Semoga Laporan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi pembaca sekalian.



Medan, Agustus 2005

Penulis

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Arti	Satuan
A	Luas penampang	m ²
b	Lebar pasak	mm
b ₁	Lebar impeller pada sisi keluar	mm
b ₂	Lebar impeller pada sisi keluar	mm
C	Beban nominal sisi masuk bantalan	N
C'	Beban nominal dinamis spesifik bantuan	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 _i	Diameter mata impeller	mm
D _s	Diameter poros	mm
f	Frekuensi	Hz
F _a	Gaya aksial	N
f _c	Faktor koresi	-
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

Simbol	Arti	Satuan
H_{vir}	Tinggi tekan semu	m
H_f	Kerugian head sepanjang instalasi pipa	m
h_s	Head statis	m
K_t	Faktor koreksi normal beban puntir	-
L	Panjang pipa	m
L_h	Lama pemakaian bantalan	jam
n	Putaran pompa	rpm
N_d	Daya perencanaan	kW
N_m	Daya motor	kW
N_p	Daya pompa	kW
n_s	Putaran spesifik	rpm
p	Jumlah pasangan kutub	pasang
p	Tekanan fluida	N/m^2
P_a	Tekanan permukaan air sisi isap	N/m^2
P_o	Tekanan fluida dimuka impeller	N/m^2
P_T	Tekanan fluida dibelakang impeller	N/m^2
Q	Kapasitas aliran	m^3/det
Q'	Kapasitas aliran akibat kerugian akibat kebocoran	m^3/det
Q_p	Kapasitas pompa	m^3/det
Re_c	Reynold number (bilangan Reynold)	-
ζ	Jari-jari kelengkungan sudu	mm
S	Tebal rumah pompa	mm

Simbol	Arti	Satuan
S_1	Jarak tiap sudu pada sisi masuk impeller	mm
S_2	Jarak tiap sudu pada sisi keluar impeller	mm
S_f	Faktor keamanan	-
T	Torsi/nomen puntir	N.mm
t	Tebal sudu	mm
μ	Kecepatan tangensial	m/det
V	Kecepatan aliran	m/det
ν	Kekentalan kinematik air	m ² /det
V_1	Kecepatan aliran pada sisi masuk impeller	m/det
V_2	Kecepatan aliran pada sisi keluar impeller	m/det
V_o	Kecepatan aliran masuk impeller	m/det
V_{r1}	Kecepatan radial pada sisi masuk impeller	m/det
V_{r2}	Kecepatan radial pada sisi keluar impeller	m/det
V_u	Kecepatan absolut fluida arah tangensial	m/det
W	Kecepatan relatif pada impeller	m/det
X	Faktor keamanan pembebanan radial	-
Z	Jumlah sudu impeller	7 buah
α_1	Sudu aliran sisi masuk radial	(^o)
α_2	Sudu aliran sisi keluar radial	(^o)
β_1	Sudur relatif sisi masuk	(^o)
β_2	Sudur relatif sisi keluar	(^o)
ϵ	Kekasaran pipa	mm

UNIVERSITAS MEDAN AREA

Simbol	Arti	Satuan
γ	Berat Jenis	N/m^3
η_p	Efisiensi pompa	%
η_l	Efisiensi transmisi	%
σ_t	Tegangan tarik	N/mm^2
τ_g	Tegangan geser yang terjadi	N/mm^2
$\overline{\tau}_g$	Tegangan geser ijin	N/mm^2
ϕ	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 propeller	11
2.10.	Impeler pompa bertingkat banyak	11
2.11.	Impeler isapan ganda	11
2.12.	Penampang pompa sentrifugal	13
3.1	Percabangan aliran dalam pipa	24
3.2	Pertemuan aliran dalam pipa	28
3.3	Hubungan antara putaran spesifik dan kapasitas terhadap efisiensi pompa	27
3.4	Kurva head – kapasitas dari pompa dan system	35
4.1.	Pasak	43
4.2.	Penampang impeller	47
4.3.	Kecepatan fluida masuk pada mata impeller	49

Gambar	Keterangan	Halaman
4.4	Segitiga kecepatan masuk impeller	52
4.5	Segitiga kecepatan sisi keluar	58
4.6	Penggambaran sudu impeller	63
4.7	Elevasi rumah keong	65
4.8	Penampang rumah keong	66
5.1	Bagian leher impeller	70
5.2	Pompa isap depan, satu tingkat	73
5.3	Penampang potongan impeller	74
5.4	Spesifikasi ukuran poros	78
5.5	Gaya-gaya radial yang terjadi pada poros	80
5.6	Penampang bantalan bola	83
6.1	Penampang cincin kompresi	84
6.2	Penampang kotak paking dan jenis-jenis paking	85



DAFTAR TABEL

Tabel	Keterangan	Halaman
3.1.	Putaran motor listrik	33
4.1.	Jari-jari busur lingkaran (ζ)	63
4.2.	Perhitungan penggambaran rumah keong	68
5.1.	Berat dari bagian-bagian impeller	75



DAFTAR ISI

SPEKIFIKASI PERANCANGAN

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR SIMBOL	vi
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang Masalah	1
I.2. Pembatasan Masalah	2
I.3. Tujuan Perancangan	3
I.4. Metode Pengumpulan Data	4
BAB II DASAR-DASAR TEORI	5
II.1. Mesin-Mesin Fluida	5
II.2. Klasifikasi Mesin-Mesin Fluida	5
II.3. P o m p a	5
II.4. Klasifikasi Pompa	6

BAB III PERANCANGAN SPESIFIKASI POMPA.....	16
III.1. Perhitungan Kapasitas Pompa	16
III.2. Perancangan Ukuran Diameter Pompa.....	19
III.3. Perhitungan Head Pompa	21
III.4. K a v i t a s i.....	30
III.5. Putaran Pompa.....	32
III.6. Putaran Spesifik.....	34
III.7. Efisiensi Pompa.....	35
III.8. Daya Pompa.....	36
III.9. Daya Motor Penggerak.....	37
III.10. Data Spesifikasi Hasil Perancangan Pompa	38
III.11. Kurva Head-Kapasitas Pompa dan Sistem	39
BAB IV PERHITUNGAN UKURAN-UKURAN UTAMA POMPA	40
IV.1. Diameter Poros.....	40
IV.2. P a s a k	43
IV.3. Impeller	47
IV.4. Perancangan Sudut.....	58
IV.5. Perancangan Rumah Pompa.....	64
BAB V GAYA-GAYA PADA POMPA DAN PERANCANGAN BANTALAN...	70
V.1. Gaya Aksial Tekanan Aliran Fluida	70
V.2. Gaya Radial Akibat Berat Impeller	73

BAB VI WEARING RING DAN PAKING	84
VI.1. Wearing Ring	84
VI.2. Paking.....	85
BAB VII KESIMPULAN.....	86
DAFTAR PUSTAKA	90



BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang Masalah

Menjelang abad ke-21 perkembangan dan kemajuan teknologi cukup pesat terutama bidang perindustrian. Seiring dengan kebutuhan manusia yang semakin banyak dan beragam, banyak didirikan pabrik-pabrik besar maupun kecil berteknologi tinggi. Untuk memenuhi tuntutan itu maka diadakan perdagangan dalam wilayah nusantara maupun perdagangan antar negara.

Untuk mendistribusikan produk-produk tersebut kepada pihak yang membutuhkan diperlukan adanya tempat bongkar muat barang dilengkapi sarana dan fasilitas untuk melakukannya.

P.T. Pelabuhan Indonesia (Polindo) I Unit Terminal Peti Kemas (UPTK) Gabion Belawan adalah salah satu perusahaan yang mampu melakukannya. Perusahaan ini adalah perusahaan UPTK Internasional, tempat bongkar muat peti kemas berupa kontainer, kargo, kemasan-kemasan barang yang besar maupun kecil antar negara.

Untuk memindahkan peti kemas dari kapal dipergunakan Gantri Crane sebagai mesin pengangkat dan memindahkan ke trailer (truck gandengan) untuk dipindahkan ke tempat parkirnya peti kemas. Dari tempat parkirnya, peti kemas kemudian diangkat dan dipindahkan oleh transtrainer ke trailer untuk dibawa ke tempat yang dituju, demikian juga sebaliknya untuk mengirim peti kemas ke luar

negeri. Juga dilengkapi dengan toploader dan forklift untuk memindahkan peti kemas

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 2/1/24

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)2/1/24

ukuran kecil dan ringan ke gudang dan memindahkannya ke trailer untuk diangkut ke tempat yang akan dikirim.

Juga mempunyai fasilitas seperti: gedung perkantoran untuk mengurus bagian administrasinya, dermaga tempat kapal bersandar untuk bongkar muat, areal parkirnya peti kemas dan kendaraan-kendaraan, gudang tempat penyimpanan peti kemas, bengkel-bengkel, lapangan olahraga, dan rumah-rumah makan.

I.2. Pembatasan Masalah

Salah satu kebutuhan yang penting di UPTK Gabion Belawan adalah penyediaan air bersih. Sumber air bersih pada UPTK ini disesuaikan dengan daerah dimana UPTK ini didirikan. Sebagaimana kita ketahui sumber air bersih yang kita gunakan sehari-hari diperoleh dari:

- Air hujan
- Air permukaan
- Air tanah

Diantara ketiga sumber air diatas, air tanah paling banyak digunakan oleh masyarakat sebagai sumber air bersih terutama didaerah dataran rendah dan perkotaan, karena air permukaan tidak selalu tersedia.

UPTK Gabion Belawan yang terletak ditepi laut bebas banyak menggunakan air bersih untuk kebutuhan sehari-hari. Untuk memenuhi kebutuhan ini, sumber air didapat dari bawah tanah yang diangkat keatas oleh pompa sumur dalam. Air yang diangkat oleh pompa sumur dalam terlebih dahulu dijernihkan dalam bak penjernih

(erose) dan diangkat oleh pompa yang lain ke bak penyaringan (filter). Air bersih dari

bak penyaringan dialirkan ke bak penampung (reservoir) melalui pipa-pipa. Air dari bak penampung akan diangkat oleh pompa yang lain didistribusikan ke gedung-gedung perkantoran, rumah-rumah makan, untuk kebutuhan kapal, dan tempat-tempat lain yang memerlukan air.

Dalam rumah pompa di UTPK Gabion Belawan dari bak penjernih (erase) sampai reservoir terdapat 4 pompa, 2 pompa digunakan untuk mengangkat air dari bak erase ke filter dimana 1 sebagai cadangan. 2 pompa yang lain digunakan untuk memompakan air dari bak erase ke bak pencuci (backwash) yang ada di filter yang digunakan untuk mencuci bahan-bahan penyaring yang telah kotor yang telah selesai digunakan dimana 1 sebagai cadangan. Air sisa cucian dibuang ke parit melalui pipa.

Dalam Tugas Akhir ini pompa yang akan dirancang adalah pompa yang digunakan untuk mengangkat air dari bak erase ke filter dengan menggunakan pompa sentrifugal.

I.3. Tujuan Perancangan

Adapun tujuan perancangan ini adalah:

1. Untuk memenuhi kewajiban Tugas Akhir di Jurusan Mesin, Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
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 adalah:

1. Melakukan pengamatan dan penelitian (survey) langsung ke lokasi sumber air, instalasi pipa, dan rumah pompa di UPTK Gabion Belawan.
2. Membaca dan mempelajari buku-buku penunjang sebagai dasar teori dan dasar perhitungan dalam perancangan.
3. Bimbingan dan konsultasi dengan Dosen Pembimbing.



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 (stemp).

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

II.2. Klasifikasi Mesin-Mesin Fluida

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

1. Mesin Kerja

Mesin kerja adalah mesin fluida yang berfungsi untuk mengubah energi mekanik menjadi energi fluida berupa energi tekanan, potensial, kinetik dan lain-lain. Misalnya: pompa, bloer, fan dan lain-lain.

2. Mesin Tenaga

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

II.3. Pompa

Pompa adalah salah satu mesin fluida yang bersifat mesin kerja, dimana

pompa berfungsi untuk:

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 2/1/24

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)2/1/24

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

II.4. Klasifikasi Pompa

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

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

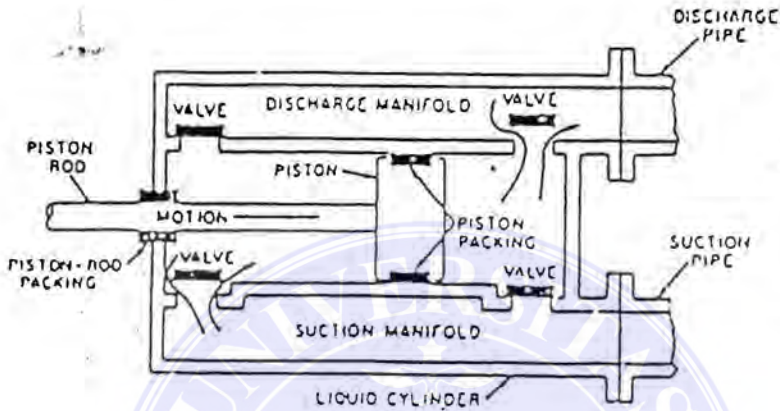
II.4.1. Pompa Tekanan Statis

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.

II.4.1.1. Pompa Torak (Reciprocating Pump)

Pompa ini mempunyai bagian utama berupa torak yang bergerak bolak-balik didalam silinder yang dilengkapi dengan katup untuk dapat mengalirkan fluida secara

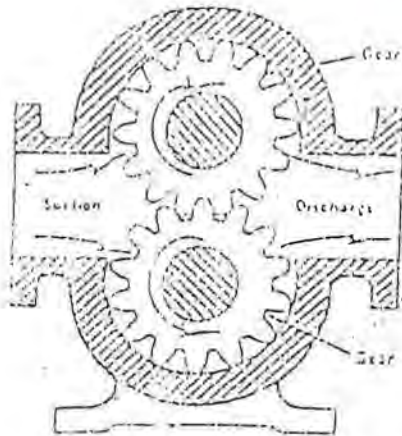
kontinue ke satu arah. Fluida yang bertekanan rendah diisap melalui katup isap kedalam ruangan silinder dan kemudian ditekan oleh torak sehingga tekanannya naik dan sanggup mengeluarkan fluida keluar melalui katup tekan.



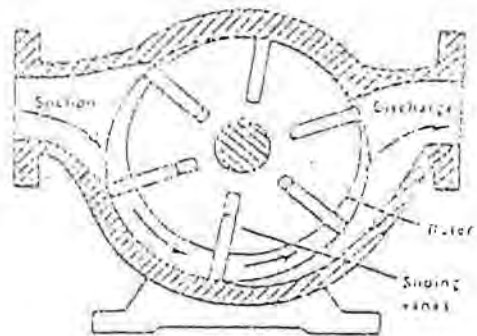
Gambar 2.1. Pompa Torak

II.4.2. Pompa Putar (Rotary Pump)

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



Gambar 2.2. Pompa roda gigi



Gambar 2.3. Pompa sudu

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 2/1/24

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)2/1/24

II.4.2. Pompa Tekanan Dinamis (Dynamic Pump)

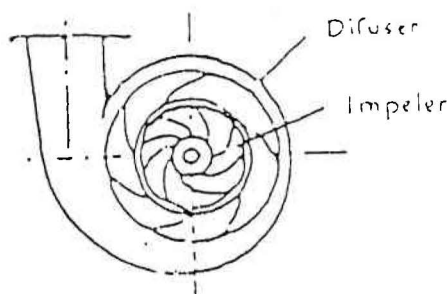
Pompa tekanan dinamis terdiri dari poros, sudu-sudu impeller, rumah spiral, (volute) dan alat pemercik (nosel). Energi mekanik diberikan pada poros untuk memutar impeller, maka fluida yang ada didalam impeller juga ikut berputar. Karena timbulnya gaya sentrifugal maka fluida mengalir dari tengah impeller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

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

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

II.4.2.1. Pompa Radial

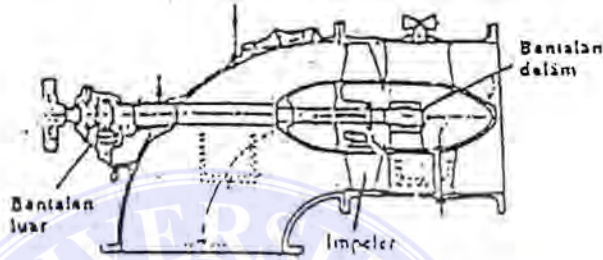
Pada pompa jenis ini, aliran fluida dalam sudu gerak terletak pada bidang yang tegak lurus pada sumbu poros dan head yang timbul diakibatkan oleh besarnya gaya sentrifugal



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 sudut geraknya.



Gambar 2.5. Pompa aliran Aksial

II.4.3. Klasifikasi Pompa Berdasarkan Daerah Kecepatan Spesifik

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

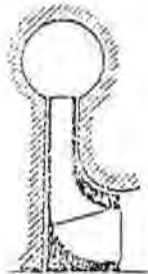
Bila ditinjau dari jenis impellernya, pompa tekanan dinamis terbagi atas:

a. Impeller Jenis Radial

Tinggi tekanan umumnya sebagian besar disebabkan oleh gaya sentrifugal.

Dipakai untuk tinggi tekanan (H) = lebih dari 150 ft dan kecepatan spesifik (n_s) =

500 sampai 300 rpm.



Gambar 2.6. Impeller jenis radial

b. Impeller Jenis Francis

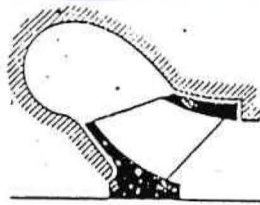
Impeller jenis francis digunakan untuk pompa dengan head yang dihasilkan lebih rendah dari jenis impeller radial, akan tetapi kapasitasnya lebih besar, sering memakai impeller pembuangan radial dan impeller isapan aksial. Daerah kecepatan spesifiknya $(n_s) = (1500 + 4500)$ rpm.



Gambar.2.7. Impeller jenis francis

c. Impeller Jenis Mixed Flow (Aliran Campuran)

Tinggi tekanan yang dihasilkan pada impeller jenis ini sebagian adalah disebabkan oleh gaya sentrifugal dan sebagian lagi oleh tekanan impeller (dorongan sudu). Aliran buangnya sebagian radial atau sebagiannya lagi aksial atau merupakan gabungan keduanya, inilah disebut impeller jenis campuran. Kecepatan spesifik $(n_s) = (4500 + 8000)$ rpm.



Gambar 2.8. Impeller jenis aliran campuran

d. Impeller Jenis Propeler

Impeller jenis ini tak ada gaya sentrifugal yang bekerja, semua head yang timbul

akibat dorongan sudu (impeller). Aliran hampir semuanya aksial. Impeller ini

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 2/1/24

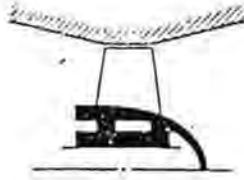
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

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)2/1/24

hanya digunakan untuk head yang rendah tetapi kapasitasnya besar. Daerah tinggi tekan (H) = (3 + 40) ft dan daerah kecepatan spesifik (n_s) = diatas 8000 rpm.



Gambar 2.9. Impeller jenis plopeler

e. Tingkat Yang Banyak

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



Gambar 2.10. Pompa bertingkat banyak

f. Impeller Isap Ganda

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



Gambar 2.11. Impeller isapan ganda

Daerah tinggi tekan dan kecepatan spesifik kira-kira sama dengan isapan tunggal.

Mempunyai keuntungan yaitu dalam hal keseimbangan hidraulisnya, yakni gaya-gaya aksial saling berlawanan dan saling menghilangkan.



II.4.4. Klasifikasi Pompa Menurut Bentuk Rumah

a. Pompa Volut

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

b. Pompa Difuser

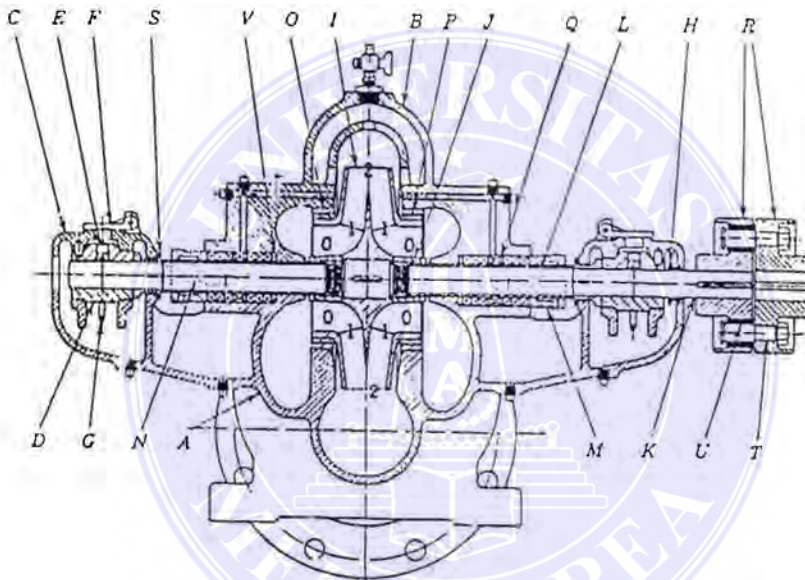
Pompa diffuser adalah sebuah pompa sentrifugal yang dilengkapi dengan sudu diffuser pada keliling luar impellernya. Karena sudu-sudu diffuser disamping memperbaiki efisiensi pompa juga menambah kokoh rumah. Konstruksi ini sering dipakai pada pompa besar dengan head yang tinggi. Pompa ini juga sering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

c. Pompa Aliran Campuran Jenis Volut

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

II.4.5. Pompa Sentrifugal

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



Courtesy: Hylton-David Co.

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

Gambar 2.12. Penampang pompa sentrifugal satu tingkat

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

Dasar-dasar perbedaan antara pompa sentrifugal dengan pompa torak

- Pompa Sentrifugal
 - a. Aliran mengalir secara kontiniu
 - b. Perawatan lebih mudah
 - c. Dapat beroperasi pada putaran tinggi dan dikopel dengan motor penggerak
 - d. Konstruksi ringan dan sederhana
 - e. Getaran lebih kecil
 - f. Dapat digunakan pada kapasitas kecil, sedang dan besar dengan head yang lebih kecil dan sedang

- Pompa Torak

- a. Aliran mengalir tidak kontiniu
- b. Pada kapasitas yang sama membutuhkan ruangan yang lebih besar

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 2/1/24

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)2/1/24

- c. Biaya pemeliharaan yang lebih mahal
- d. Instalasi lebih rumit
- e. Beroperasi pada putaran rendah, dikopel dengan perantara sabuk atau roda gigi terhadap poros penggeraknya
- f. Geteran lebih besar
- g. Konstruksi lebih berat dan rumit
- h. Digunakan pada kapasitas kecil dengan head yang tinggi





BAB III

PERANCANGAN SPESIFIKASI POMPA

III.1. Perhitungan Kapasitas Pompa

Dalam merancang suatu pompa, yang pertama sekali harus diketahui adalah kapasitas pompa yang akan dirancang. Kapasitas pompa ditentukan berdasarkan banyak air yang dapat ditampung oleh bak penampung (recervoir), dimana kapasitas daya tampung adalah 1000 ton. Maka dalam hal ini sesuai survey yang diperoleh dilapangan kebutuhan air yang digunakan untuk Pelabuhan Gabion Belawan berdasarkan pada:

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

III.1.1. Kebutuhan Air Untuk Kantor

Dari hasil survey, diperoleh jumlah Staf dan Karyawan yang berada dikantor sebanyak 75 orang. Diperlukan air untuk Staf dan Karyawan kantor sebanyak 75 liter/orang/hari. Maka kebutuhan air untuk Staf dan Karyawan kantor setiap harinya (Q_1) adalah :

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

III.1.2. Kebutuhan Air Untuk Bengkel

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

Maka kebutuhan air untuk bengkel setiap harinya (Q_2) adalah:

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

III.1.3. Kebutuhan Air Untuk Gudang

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

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

III.1.4. Kebutuhan Air Untuk Kapal

Dari hasil survey dilapangan, jumlah kapal yang masuk pada Pelabuhan Unit Terminal Peti Kemas Belawan tidak pasti. Rata-rata ada 2 kapal yang melakukan bongkar muat peti kemas setiap harinya. Permintaan air bersih yang diperlukan setiap kapal antara 50–450 ton/kapal. Direncanakan kebutuhan air bersih untuk setiap

kapal = 300 ton/jam. Maka kebutuhan air bersih yang diperlukan setiap harinya (Q_4) adalah:

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

III.1.5. Kebutuhan Air Bersih Untuk Kebutuhan Rumah Makan

Dari hasil survey dilapang terdapat 12 rumah makan. Dari setiap rumah makan terdapat 4 orang penghuni tetap sebagai penyedia makanan dan pelayan rumah makan. Rata-rata ada 500 karyawan dan tamu yang datang untuk makan dan minum disana setiap harinya. Kebutuhan air untuk penghuni tetap sebanyak 100 liter/orang/hari, sedangkan banyaknya air yang diperlukan karyawan dan tamu adalah sebanyak 15 liter/orang/hari. Maka banyaknya air yang dibutuhkan untuk 12 rumah makan setiap harinya (Q_5) adalah:

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

Maka kebutuhan air yang diperlukan di Pelabuhan UPTK Gabion Belawan keseluruhan (Q_6) adalah:

$$\begin{aligned} Q_6 &= Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 \\ &= (5,625 + 16 + 32,5 + 600 + 12,3) \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 666,425 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

III.2. Perancangan Ukuran Diameter Pompa

Instalasi pompa pada saluran induk ada 2 yaitu:

III.2.1. Instalasi pipa untuk saluran masuk (suction pipe line), yaitu

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

$$Q = V_1 \times A$$

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

dimana Q = kapasitas yang dihasilkan pompa

V_1 = kecepatan rata-rata aliran masuk

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

Harganya diambil sebesar = 3 m/det

d_1 = diameter pipa saluran masuk

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

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

$$= 0.0572 \text{ m}$$

$$= 0.025 \text{ in}$$

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

Ukuran diameter pipa standard = 2.5 in

III.2. Perancangan Ukuran Diameter Pompa

Instalasi pompa pada saluran induk ada 2 yaitu:

III.2.1. Instalasi pipa untuk saluran masuk (suction pipe line), yaitu

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

$$Q = V_1 \times A$$

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

dimana Q = kapasitas yang dihasilkan pompa

V_1 = kecepatan rata-rata aliran masuk

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

Harganya diambil sebesar = 3 m/det

d_1 = diameter pipa saluran masuk

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

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

$$= 0.0572 \text{ m}$$

$$= 0.025 \text{ in}$$

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

Ukuran diameter pipa standard = 2.5 in

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

- diameter nominal	= 25 in	= 2.5 x 25.4 mm	= 63.5 mm
- diameter luar	= 2.875 in	= 2875 x 25.4 mm	= 73.02 mm
- diameter dalam (ds)	= 2.469 in	= 2.469 x 25.4 mm	= 62.71 mm
- ketebalan pipa	= 0.203 in	= 0.203 x 25.4 mm	= 5.16 mm

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

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

III.2.2. Instalasi Pipa Untuk Saluran Keluar (Discharge Pipe Line)

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

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

dimana V_2 = kecepatan rata-rata keluar. Besarnya (2-3) m/det, diambil harga sebesar 3 m/det.

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

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 2/1/24

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)2/1/24

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

III.3. Perhitungan Head Pompa

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

Head pompa (H_p) dihitung menurut persamaan:

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

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

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

kecepatan aliran tekan

Δ = Head statis total yaitu perbedaan tinggi muka air disisi keluar dan diisap

h_j = Kerugian-kerugian tinggi tekanan yang terjadi disepanjang pipa

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

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

$$= 0$$

$$\Delta z = (4000 - 2300) \text{ mm} \quad (\text{sesuai dengan gambar 3.1})$$

$$= 1700 \text{ mm}$$

$$= 1.7 \text{ m}$$

h_l = (head losses) yang terjadi disepanjang instalasi pipa

III.3.1. Perhitungan Head Losses Pada Pipa Isap

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

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

dimana K_g = koefisien kerugian akibat gesekan

L_s = panjang pipa isap

d_s = diameter dalam pipa isap

V_s = kecepatan rata-rata aliran masuk

U = gaya gravitasi bumi

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

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

Dimana ν = Viskositas (kekentalan kinematis air pada suhu 25° C

$$\text{Besarnya} = 0.897 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{det}$$

UNIVERSITAS MEDAN AREA

Maka :

$$\begin{aligned} Re &= \frac{2.5 \text{ m/det} \times 0.0627 \text{ m}}{0.897 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{det}} \\ &= 173690 \\ &= 1.74 \times 10^5 \end{aligned}$$

berarti aliran dalam pipa adalah aliran turbulen, dimana:

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

Bahan pipa isap diambil dari baja tempat dagangan (comercial steel) dengan kekasaran pipa (ϵ) = 0.046 mm (lampiran 4), sehingga diperoleh kekasaran relatif:

$$\frac{\epsilon}{ds} = \frac{0.046 \text{ mm}}{62.7 \text{ mm}}$$

Dengan menggunakan diagram Moody, koefisien gesek diketahui harganya menurut diagram pada lampiran 4 sebesar 0.0185.

Maka :

$$\begin{aligned} h_{fg} &= 0.0185 \times \frac{3.5 \text{ m}}{0.0327 \text{ m}} \times \frac{(2.5 \text{ m/det})^2}{2 \times 9.81 \text{ m/det}^2} \\ &= 0.33 \text{ m} \end{aligned}$$

b. Head losses akibat adanya saringan (h_{fs})

$$h_{fs} = K_s \times \frac{Vs^2}{2 \times g}$$

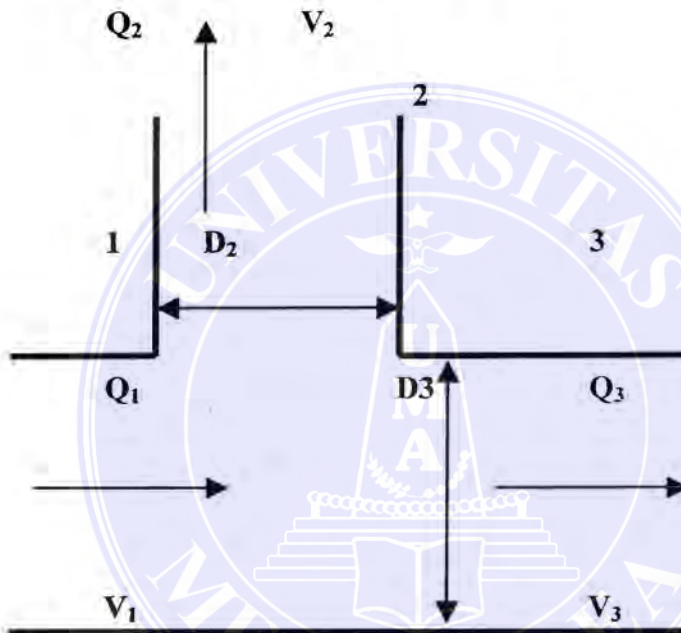
dimana K_s = Koefisien kerugian akibat saringan = 1.5 (lampiran 5)

Maka :

$$h_{je} = 1.9 \times \frac{(2.5 \text{ m/det})^2}{2 \times 9.81 \text{ m/det}^2}$$

$$= 0.61 \text{ m}$$

c. Head losses akibat percabangan aliran dalam pipa (h_f)



Gambar 3.2. Percabangan aliran dalam pipa

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

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

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

$h_{e\ 1-2}$ = kerugian head cabang 1 ke 2

$$= 2.5 \text{ m/det}$$

f_1, f_2 = koefisien kerugian

$$f_1 = 0.3$$

$$f_2 = 0$$

.... (lit.2, hal38)

Maka:

$$h_{e1-2} = 0.3 \times \frac{(2.5 \text{ m/det})^2}{2 \times 9.81 \text{ m/det}^2}$$

$$= 0.096$$

$$h_{e1-2} = 0 \times \frac{(2.5 \text{ m/det})^2}{2 \times 9.81 \text{ m/det}^2}$$

$$= 0$$

Maka head losses akibat percabangan aliran (h_e) adalah:

$$h_f = h_{e1-3} = h_{e1-2}$$

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

$$= 0.096 \text{ m}$$

kerugian tinggi tekanan (head losses) sepanjang pipa isap (h_s)

$$h_s = h_{tg} + h_{fs} + h_{lev} + h_{le} + h_e$$

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

$$= 2.41 \text{ m}$$

III.3.2. Perhitungan Head Losses Pada Pipa Tekan

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

$$h_{tg} = K_g \times \frac{L}{d} \times \frac{V_d^2}{2 \times g}$$

dimana: K_g = koefisien kerugian akibat gesekan fluida

Aliran yang mengalir pada pipa tekan adalah aliran turbulen seperti pada pipa isap. Bahan pipa tekan juga terbuat dari baja tempa dagangan (commercial steel) dengan kekasaran pipa (ϵ) = 0.046 mm, sehingga diperoleh kekerasan relatif.

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

Dengan menggunakan diagram Moody, koefisien kerugian gesekan (K_g) menurut lampiran 4 = 0.0185.

Maka :

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

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

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

dimana K_{gv} = koefisien kerugian pada gate valve
 $= 0.2$ (lampiran 5)

Maka:

$$h_{fg} = 0.2 \times \frac{(2.5 \text{ m/det})^2}{2 \times 9.81 \text{ m/det}^2}$$

$$= 0.064 \text{ m}$$

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

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

dimana :

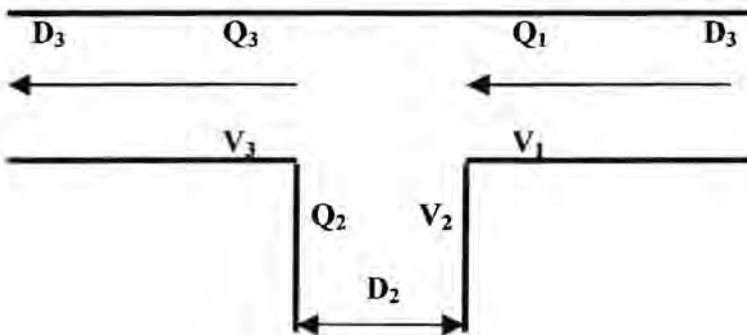
K_{fv} = koefisien kerugian pada foot valve
 $= 1$ (lampiran 5)

Maka :

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

$$= 0.32 \text{ m}$$

d. Head losses karena pertemuan aliran dalam pipa (h_m)



Gambar 3.3. Pertemuan aliran dalam pipa

Maka :

$$h_{m\ 1-3} = 1.5 \times \frac{(2.5 \text{ m/det})^2}{2 \times 9.81 \text{ m/det}^2}$$

$$= 0.48 \text{ m}$$

$$h_{m\ 1-2} = 7.3 \times \frac{(2.5 \text{ m/det})^2}{2 \times 9.81 \text{ m/det}^2}$$

$$= 2.33 \text{ m}$$

Maka kerugian head temu total (h_m) = $h_{m\ 1-3} + h_{m\ 1-2}$

$$= (0.48 + 2.33) \text{ m}$$

$$= 2.81 \text{ m}$$

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

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

dimana n = banyaknya elbow sepanjang pipa tekan

$$= 4$$

maka :

$$h_{le} = 4 \times 1.9 \times \frac{(2.5 \text{ m/det})^2}{2 \times 9.81 \text{ m/det}^2}$$

$$= 2.42 \text{ m}$$

total head losses sepanjang pipa tekan (h_d)

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

$$\begin{aligned} \text{head losses yang terjadi sepanjang instalasi pipa } (h_1) &= h_s + h_d \\ &= (2.41 + 6.84) \text{ m} \\ &= 9.25 \text{ m} \end{aligned}$$

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

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

Maka :

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

Harganya digenapkan keatas menjadi 13 m.

III.4. Kavitasasi

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

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

Kavitasasi terutama akan terjadi pada sisi masuk suatu impeller pompa, baik pada sudu-sudu maupun pada dinding samping. Tempat-tempat yang bertekanan rendah dan berkecepatan tinggi di dalam sangat rawan terhadap terjadinya kavitasasi.

III.4.1. Pengaruh Kavitasasi Pada Pompa

- a. Jika pompa dijalankan dalam keadaan kavitasasi secara terus menerus dalam jangka lama, maka permukaan dinding saluran akan mengalami keausan (erosi kavitasasi) akibat dari tumbukan uap yang pecah pada dinding.
- b. Terjadinya perubahan dari bentuk energi, yaitu dari energi kecepatan menjadi energi tekan oleh sudu akan menjadi kurang sempurna, sehingga efisiensi akan menjadi kurang sempurna.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 2/1/24

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)2/1/24

- c. Akibat timbulnya gelembung-gelembung uap dapat memperkecil kapasitas aliran dan sekaligus dapat memperkecil head pompa
- d. Akan timbul suara berisik dan getaran

III.4.2. Pencegahan Kapitasi

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

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

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

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 2/1/24

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.

III.5. Putaran Pompa

Putaran pompa ditentukan berdasarkan putaran penggerakya antara lain:

- Turbin uap
- Motor bakar
- Motor listrik

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

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

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

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

dinama : n_m = putaran motor listrik (rpm)

f = frekuensi arus listrik
= 50 Hz (untuk Indonesia)

P = jumlah kutup
= 2. 4. 6 .8 (diambil 2)

III.5. Putaran Pompa

Putaran pompa ditentukan berdasarkan putaran penggerakannya antara lain:

- Turbin uap
- Motor bakar
- Motor listrik

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

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

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

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

dinama : n_m = putaran motor listrik (rpm)

f = frekuensi arus listrik
= 50 Hz (untuk Indonesia)

P = jumlah kutup
= 2. 4. 6 .8 (diambil 2)

Maka:

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

$$= 3000 \text{ rpm}$$



Akibat factor slip pada elektro motor induksi, putaran berkurang (1 –2) % dari putaran sinkrom motor listrik. Berbagai putaran motor listrik yang ada dipasaran yang diperlihatkan pada tabel 3.1.

Tabel 3.1. Putaran motor listrik

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

Pada perencanaan ini diambil 2 %, maka putaran elektro motor sesuai dengan

jumlah kutubnya adalah:

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

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

$$= 2940 \text{ rpm}$$

III.6. Putaran Spesifik

Putaran spesifik adalah besarnya putaran untuk menghasilkan kapasitas pompa 1 m³/det dengan head 1 m pada efisiensi maksimum. Hatga n_s dapat dipakai sebagai parameter untuk menyatakan jenis pompa berdasarkan jenis impeller pompa yang digunakan. Putaran spesifik secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

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

dimana :

n_s = Putaran spesifik (rpm)

n = Putaran pompa

= 2940 rpm

Q = Kapasitas pompa

= 0.0077 m³/det

maka :

$$\begin{aligned} n_s &= 51.6555 \frac{\sqrt[3]{0.0077 \text{ m}^3/\text{det}}}{(13 \text{ m})^{3/4}} \\ &= 1947 \text{ rpm} \end{aligned}$$

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

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 2/1/24

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)2/1/24

Dari uraian tersebut harga n_s yang didapat dari hasil perhitungan = 1947 rpm, berada diantara n_s yang harganya (500 – 3000) rpm, maka jenis impelernya adalah radial.

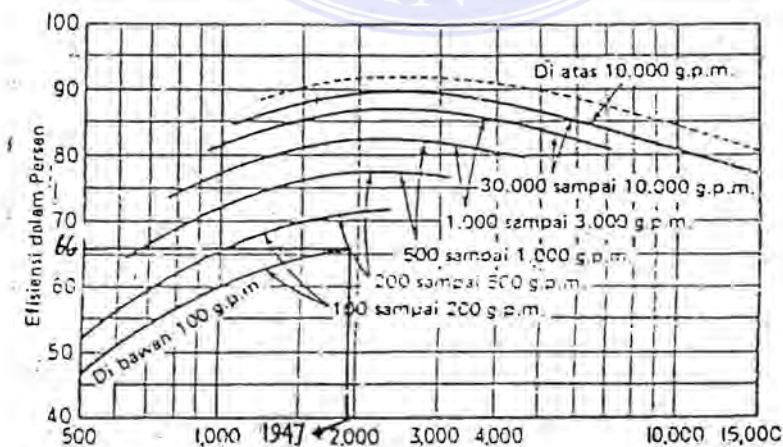
Untuk pompa sentrifugal yang digunakan untuk memompakan air bersih yang sedikit mengandung partikel padat biasanya digunakan tipe impeller tertutup (radial close vane impeller).

III.7. Efisiensi Pompa

Efisiensi pompa tergantung pada beberapa faktor, yaitu:

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

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



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

UNIVERSITAS MEDAN AREA

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

III.8. Daya Pompa

Daya pompa adalah daya yang diterima poros untuk menggerakkan impeller.

Daya pompa dapat dihitung dengan persamaan:

$$N_p = \frac{\gamma \times H_p \times Q}{n_p} \quad \dots \dots \text{Lit.2, hal 53.}$$

dimana :

$$N_p = \text{Daya pompa (H}_p\text{)}$$

$$\begin{aligned} \gamma &= \text{Berat jenis pompa air pada suhu } 25^\circ \text{ C} \\ &= 996.3 \text{ kg/m}^3 \times 9.81 \text{ m/det}^3 = 97737.7 \text{ N/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q &= \text{Kapasitas pompa} \\ &= 0.0077 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H_p &= \text{Head total pompa} \\ &= 13 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n_p &= \text{Efisiensi pompa} \\ &= 66 \% \end{aligned}$$

Maka :

$$N_p = \frac{996.3 \text{ kg/m}^3 \times 13 \text{ m} \times 0.0077 \text{ m}^3 / \text{det}}{0.66}$$

Daya pompa direncanakan = 1500 W

$$= \frac{1.5 \text{ kW}}{0.746}$$

$$= 1.98 \text{ HP}$$

III.9. Daya Motor Penggerak

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

$$N_m = N_p \frac{4 = \alpha}{n_1} \dots \text{Lit.2,hal. 58}$$

Dimana:

N_m = Daya penggerak motor (kW)

N_p = Daya pompa

α = Faktor koreksi cadangan daya. Harganya 0.1 –1.2

= diambil harganya 0.2

n_1 = Efisiensi transisi

= 1 (untuk dikopel langsung)

Maka :

$$\begin{aligned}
 N_m &= 1.5 \text{ kW} \times \frac{1+0.2}{1} \\
 &= 108 \text{ kW} \\
 &= \frac{1.8 \text{ kW}}{0.746} \\
 &= 2.4 \text{ HP}
 \end{aligned}$$

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

Maka dalam perancangan ini digunakan motor listrik dengan daya sebesar 3 HP.

III.10. Data Spesifikasi Hasil Perancangan Pompa

Dari hasil-hasil perhitungan perancangan ditetapkan spesifikasi sebagai berikut:

Spesifikasi Pompa

- Jenis pompa : Pompa sentrifugal
- Kapasitas pompa (Q) : $0.0077 \text{ m}^3/\text{det} = 27.77 \text{ m}^3/\text{jam} = 27720 \text{ liter/jam}$
- Head pompa (H_p) : 13 m
- Daya pompa (N_p) : 1.5 kW
- Jumlah tingkat : 1
- Jenis impeller : Impeller radial tipe tertutup

Spesifikasi motor listrik

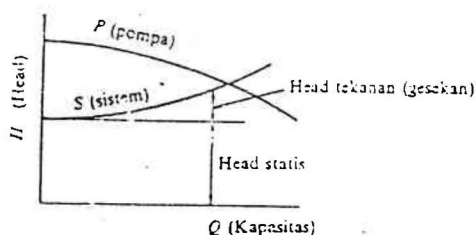
- Daya motor listrik : 3 HP
- Frekuensi motor listrik : 50 Hz
- Jumlah katup : 2 buah

III.11. Kurva Head-Kapasitas Pompa dan Sistem

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

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

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



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

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 2/1/24

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

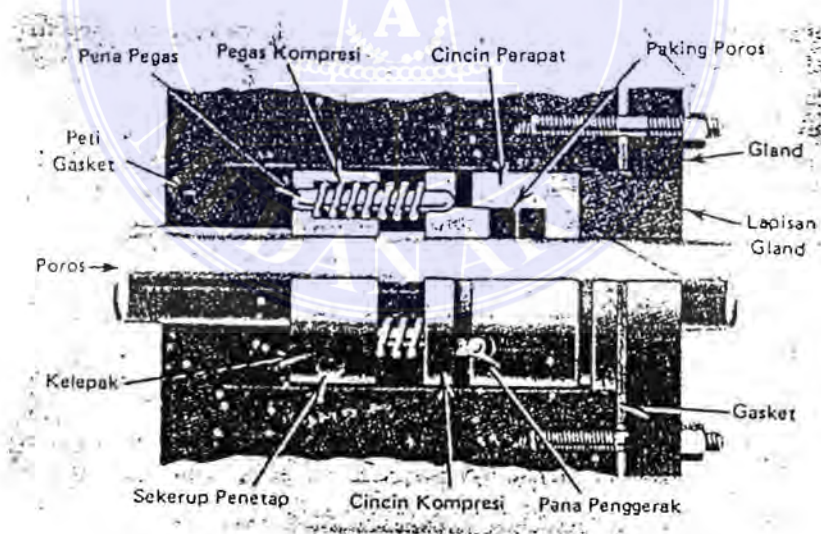
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area.
Access From (repository.uma.ac.id)2/1/24

BAB VI

WEARING RING DAN PAKING

VI.1. Wearing Ring

Untuk mencegah kontak langsung antara impeller dengan rumah pompa (casing) digunakan wearing ring (cincin penahan aus). Disebabkan adanya kemungkinan terjadinya pergesekan antara cincin akibat perubahan temperatur, getaran dan lain-lain, adalah lebih baik untuk menghindari terjadinya kemacetan pada keduanya. Cincin penahan aus impeller biasanya diulirkan pada impeller dengan ulir yang arahnya berlawanan dengan putaran impeller dan ditetapkan dengan pena penetap.

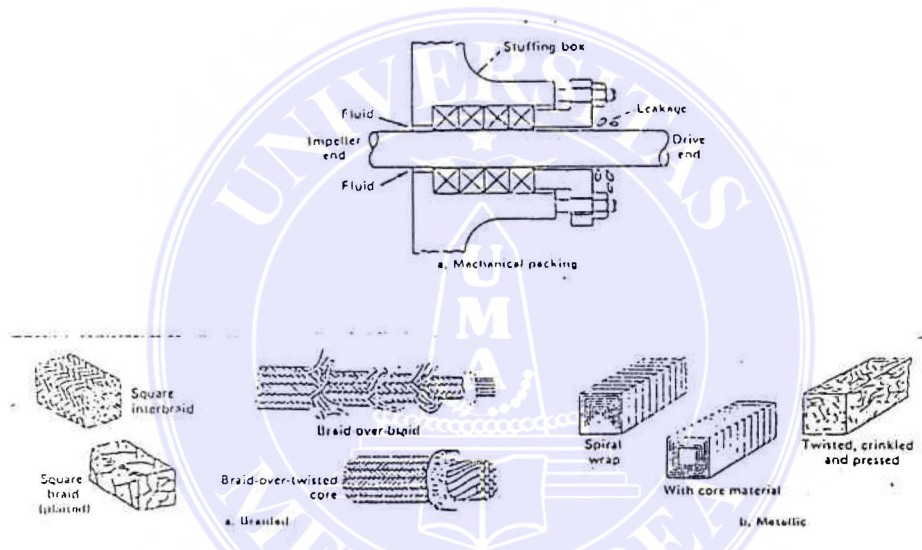


Gambar 6.1. Penampang cincin kompresi

Untuk menghindari terjadinya penggosokan/abrasive pada pompa-pompa yang memompakan bahan-bahan yang mengandung butiran yang keras, cincin penahan aus ini dapat dibersihkan dengan air bersih.

VI.2. PAKING

Ditempat mana poros masuk kedalam rumah pompa, kotak paking atau kotak gasket (stuffing box) haruslah disediakan untuk mencegah terjadinya kebocoran. Kotak –kotak ini diisi dengan paking yang lunak yang dikompres terhadap poros oleh gland. Gland ini di kencangkan agak longgar sehingga air dapat keluar sedikit untuk melumasi dan mendinginkan paking.



Gambar 6.2. Penampang kotak paking dan jenis-jenis paking

Paking mempunyai penampang bujur sangkar dan dipotong menjadi cincin yang terpisah dua, masing-masing mempunyai sambungan temu (butt joint). Sambungan ini haruslah diselang-selingi untuk menghindari terjadinya kebocoran yang besar. Untuk keperluan pemompaan air dingin, paking asbes yang diberi grafit adalah yang biasa digunakan. Untuk air hangat dipakai paking logam.

Karena paking dapat aus dengan cepat maka harus diganti lebih sering menandakan bahwa setiap pompa baru harus disertai dengan paking cadangan.

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 ke tempat yang lebih tinggi.
 - Atau sebaliknya memindahkan fluida dari tempat yang lebih tinggi dalam jarak pemindahan yang cukup jauh sebagai mengatasi ketahanan cairan.
 - Memindahkan fluida dari tempat rendah ke tempat yang lebih tinggi.
3. Pompa diklasifikasikan berdasarkan fungsinya, bagian-bagian pembentuknya, fluida yang dapat diperalakannya dan tergantung pada kondisi ruangan.
4. Keuntungan penggunaan pompa sentrifugal dibandingkan dengan pompa torak :
 - Aliran mengalir secara kontiniu
 - Perawatan lebih mudah
 - Dapat beroperasi pada putaran tinggi dan langsung dikopel dengan motor penggerak
 - Konstruksi ringan dan sederhana
 - Getaran lebih kecil
 - Dapat digunakan pada kapasitas kecil, sedang dan besar dengan head yang kecil dan sedang.

5. Kebutuhan air yang diperlukan PT.PELINDO 1 Unit Terminal Peti Kemas(UTPK) Gabion Belawan keseluruhan (Q_d) = $27.7 \text{ m}^3/\text{jam} = 0.0077 \text{ m}^3/\text{det}$
6. Ukuran diameter pipa saluran masuk (d_s) = diameter pipa saluran keluar (d_d)
= $2.5 \text{ in} = 63.5 \text{ mm}$
7. Kecepatan aliran masuk (V_s) = kecepatan aliran keluar (V_d) = 2.5 m/det
8. Kavitasi adalah gejala menguapnya zat cair yang sedang mengalir karena tekanannya berkurang sampai dengan uap jenuhnya.
9. Efisiensi pompa (n_p) = 66%
10. Data spesifikasi hasil perancangan

Spesifikasi pompa :

- Jenis pompa : Pompa sentrifugal
- Kapasitas pompa (Q) : $27.77 \text{ m}^3/\text{jam} = 27720 \text{ liter / jam}$
- Head pompa (H_p) : 13 m
- Daya pompa (N_p) : 1.5 kW
- Jumlah tingkat : satu tingkat
- Putaran spesifik : 1947 rpm
- Putaran Pompa : 2940 rpm
- Jumlah Kutub : dua kutub
- Jenis impeller : Impeler radial tipe tertutup

Spesifikasi motor listrik :

- Daya motor listrik : 3 Hp
- Frekuensi motor listrik : 50 Hz

UNIVERSITAS MEDAN AREA : 2 buah

12. Diameter poros (d_s) = 15 m
13. Pada ujung poros terdapat alur pasak tempat pemasangan pasak untuk mengikat poros pompa dengan poros motor listrik.
14. Sisi masuk impeller :
- Diameter hub (D_h) = 20 mm
 - Diameter mata impeller (D_o) = 73 mm
 - Lebar impeller pada sisi masuk (b_1) = 20 mm
 - Kecepatan sisi masuk tangensial (μ_1) = 8.64 m/det
 - Sudut relatif sisi masuk (β_1) = 18.01^0
 - Kecepatan relatif masuk impeller (W_1) = 8.9 m/det
15. Sisi keluar impeller :
- Diameter luar impeller = 112 mm
 - lebar impeller pada sisi keluar (b_2) = 14 mm
 - Kecepatan keliling sisi keluar (μ_2) = 17.2 m/det
 - Tinggi tekan semu ($H_{vir 00}$) = 21.67 m
 - Sudut tangensial keluar (β_2) = 23.35^0
 - Kecepatan tangensial teoritis keluar impeller (V_{u2}) = 11.87 m/det
 - kecepatan tangensial akibat aliran sirkulasi (V'_{u2}) = 8.31 m/det
 - Sudut aliran impeller teoritis (α_2) = 10.97^0
 - Sudut aliran keluar impeller absolut (α'_2) = 15.47^0
 - Kecepatan keluar absolut (V'_2) = 8.62 m/det
 - Kecepatan relatif (W_2) = 5.37 m/det
 - Tinggi tekan semu impeller (z) = 7

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.

Access From (repository.uma.ac.id)2/1/24

Document Accepted 2/1/24

17. Jarak tiap sudu pada sisi masuk impeller (S_1) = 25 mm
18. Jarak tiap sudu pada sisi keluar impeller (S_2) = 51 mm
19. ketinggian laluan tegak lurus terhadap aliran (K) = 7.73 mm
20. Metode yang digunakan untuk melukis bentuk sudu yaitu :
- Metode busur tangen
 - Metode kordinat polar
21. Rumah pompa yang akan dirancang adalah jenis rumah volute
22. Gaya-gaya yang terjadi pada pompa adalah sebagai berikut :
- Gaya aksial, gaya akibat tekanan aliran fluida
 - Gaya radial , gaya akibat dari impeller dan berat dari poros pompa
23. Bantalan adalah elemen mesin yang menumpu poros berbeban, sehingga putaran ataupun gerakan bolak baliknya dapat berlangsung secara halus aman dan berumur panjang
24. Untuk mencegah kontak langsung antara impeller dengan rumah pompa (casing) dibunakan Wearing ring (cincin penahan aus)
25. Ditempat mana poros masuk kedalam rumah pompa, kotak paking ataupun kotak gasket haruslah disediakan untuk mencegah kebocoran.
26. Apabila kecepatan putar syatu poros secara berlahan-lahan dinaikkan, pada suatu kecepatan tertentu poros akan bergetar kuat. Putaran yang mengakibatkan poros tersebut bergetar dengan kuat disebut sebagai putaran kritis
27. Agar aman, poros dirancang beroperasi diluar daerah sekitar (20 – 30) % diatas ataupun dibawah putaran kritis

12. Diameter poros (d_s) = 15 mm
13. Pada ujung poros terdapat alur pasak tempat pemasangan pasak untuk mengikat poros pompa dengan poros motor listrik.
14. Sisi masuk impeller :
- Diameter hub (D_h) = 20 mm
 - Diameter mata impeller (D_o) = 73 mm
 - Lebar impeller pada sisi masuk (b_1) = 20 mm
 - Kecepatan sisi masuk tangensial (μ_1) = 8.64 m/det
 - Sudut relatif sisi masuk (β_1) = 18.01°
 - Kecepatan relatif masuk impeller (W_1) = 8.9 m/det
15. Sisi keluar impeller :
- Diameter luar impeller = 112 mm
 - lebar impeller pada sisi keluar (b_2) = 14 mm
 - Kecepatan keliling sisi keluar (μ_2) = 17.2 m/det
 - Tinggi tekan semu ($H_{vir\ 00}$) = 21.67 m
 - Sudut tangensial keluar (β_2) = 23.35°
 - Kecepatan tangensial teoritis keluar impeller (V_{u2}) = 11.87 m/det
 - kecepatan tangensial akibat aliran sirkulasi (V'_{u2}) = 8.31 m/det
 - Sudut aliran impeller teoritis (α_2) = 10.97°
 - Sudut aliran keluar impeller absolut (α'_2) = 15.47°
 - Kecepatan keluar absolut (V'_2) = 8.62 m/det
 - Kecepatan relatif (W_2) = 5.37 m/det
 - Sudut aliran impeller absolut (α_2) = 7

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.

Access From (repository.uma.ac.id)2/1/24

Document Accepted 2/1/24

DAFTAR PUSTAKA

1. Bustaran, P. Bianchi, L.W.P. Ir, Pompa, Cetakan ketujuh, Penerbit PT. Pradnya Paramita, Jakarta 1983
2. Church Austin, H. Pompa dan Blower Sentrifugal, Cetakan ketiga, Penerbit Erlangga, Jakarta 1993
3. Karassik, Igor, J. dan Krutzsch William, C., Pimp and Hand Book, Second Edition Mc. Graw Hill Book Co, New York, 1976
4. Khetagurov, Merine Auxiliary Machinery and System Peace Publisher, Moscow 1972
5. Sularso dan Tahara Haruo, Pompa dan Kompresor, Cetakan keempat, PT. Pradnya Paramita, Jakarta 1991
6. Sularso dan Suga Kiyokatssu, Dasar Perencanaan Elemen Mesin, Cetakan kelima, Penerbit PT. Pradnya Paramita, Jakarta 1985
7. Streeter L. Victor, Mekanika Fluida, Cetakan kedelapan, Penerbit Erlangga, Jakarta 1990
8. Stepanoff, Alexey, J.Ph.d. Centrifugal and Axial Flow Pump, Second Edition, John Wiley & Son Inc. N.Y. 1975
9. Timoshenko, S., Krieger E. Robert, Strength of Material, Thirt Edition, Publishing Co, Huntingtion, N.Y. 11743
10. Turin, Fritz Diesel, Pompa dan Kompresor, Cetakan keempat, Penerbit Erlangga, Jakarta 1993