

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 :

Agus Saputra

N I M : 988130040



JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
2003

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 5/2/24

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 :

Agus Saputra

NIM : 988130040

Menyetujui :
Komisi Pembimbing

Pembimbing I,

(Ir. Amru Siregar, MT)

Pembimbing II,

(Ir. Syafrian Lubis)

Mengetahui :

Ketua Jurusan

(Ir. Amirsyam Nst. MT)

Dekan

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

Tanggal Lulus :

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 5/2/24

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)5/2/24

DAFTAR ISI

SPESIFIKASI 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	I m p e l l e r.....	47
IV.4.	Perancangan Sudu.....	58
IV.5.	Perancangan Rumah Pompa.....	64
BAB V	GAYA-GAYA PADA POMPA DAN PERANCANGAN BANTALAN.....	70
V.1.	Gaya Aksial Akibat 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

1.1. 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 antarnegara.

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) 1 Unit Terminal Peti Kemas (UTPK) Gabion Belawan adalah salah satu perusahaan yang mampu melakukannya. Perusahaan ini adalah perusahaan UTPK 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 kemidial 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

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

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.

1.2. 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.

UTPK Gabion Belawan yang terletak ditepi laut bebas banyak menggunakan air bersih untuk kebutuhan sehari-hari. Untuk memenuhi kebutuhan ini, sumber air didapat dari air bawah tanah yang diangkat keatas oleh pompa sumur dalam. Air yang diangkat oleh pompa sumur dalam terlebih dahulu dijernihkan dalam bak penjernih (erase) dan diangkat oleh pompa yang lain ke bak penyaringan (filter). Air bersih dari

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 5/2/24

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)5/2/24

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 cibuang keparit 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.

1.3. 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 dibangku 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 kelokasi sumber air, instalasi pipa, dan rumah pompa di UTPK Gabion Belawan.
2. Membaca dan mempelajari buku-buku penunjang sebagai dasar teori dan dasar perhitungan dalam perancangan.
3. Bimbingan dan konsultasi dengan Dosen Pembimbing
4. Bimbingan dan konsultasi dengan teknisi bagian pompa.



BAB 11

DASAR-DASAR TEORI

11.1. Mesin-Mesin Fluida

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

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

11.1.1. 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, turbin air, kincir angin, dan lain-lain.

11.3. 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 5/2/24

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)5/2/24

- 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 diperlakukannya dan tergantung pada kondisi ruangan. Berdasarkan hal-hal di atas pompa diklasifikasikan menjadi 2 bagian utama yaitu :

II.4.1. Pompa Tekanan Statis

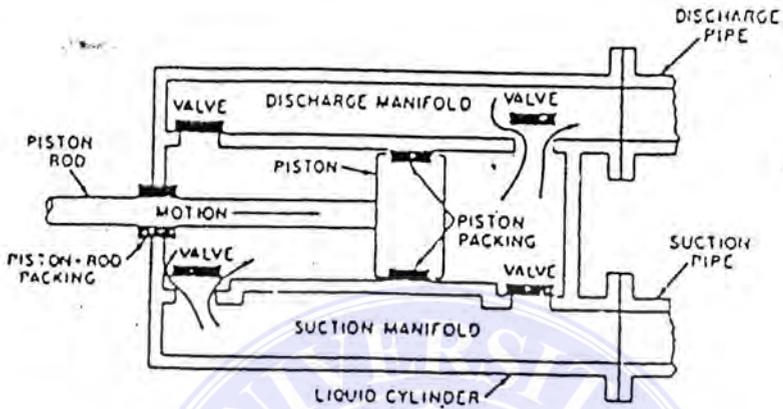
Pompa ini disebut juga dengan “ Positive Displacement Pump “ dimana head yang terjadi adalah akibat tekanan yang diberikan terhadap fluida, dengan cara energi mekanik yang diberikan kepada tekanan untuk menekan fluida secara langsung. Pompa ini tidak mempunyai kapasitas yang konstan sehingga mengakibatkan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

Adapun jenis pompa yang termasuk dalam golongan ini adalah :

II.4.1.1. Pompa Torak (Reciprocating Pump)

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

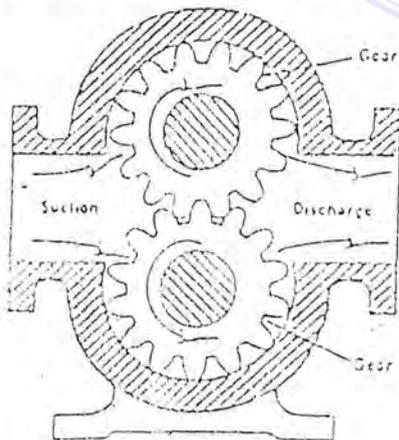
kontinue ke suatu arah. Fluida yang bertekanan rendah diisap melalui katup isap kedalam ruangan silinder dan kemudian ditekan oleh torak sehingga tekanannya naik dan sanggup mengeluarkan fluida keluar melalui katup tekan.



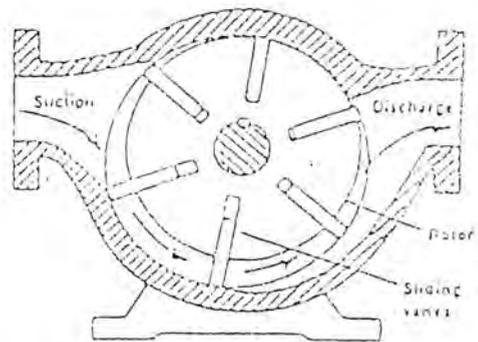
Gambar 2.1. Pompa Torak

II.4.1.2. Pompa Putar (Rotary Pump)

Konstruksi dari pompa ini adalah rotor yang berputar dalam rumah pompa. Rotor ini akan mengisap fluida melalui katup isap kemudian dikurung dalam ruangan anatar 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

II.4.2. Pompa Tekanan Dinamis (Dynamic Pump)

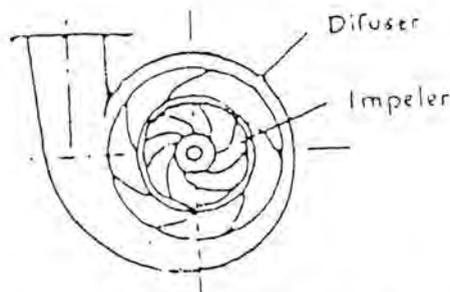
Pompa tekanan dinamis terdiri dari poros, sudu-sudu impeller, rumah spiral, (volute) dan alat pemercik (nosel). Energi mekanik diberikan pada poros untuk memutar impeller, maka fluida yang ada didalam impeller juga ikut berpetau. Karena timbulnya gaya sentrifugal maka fluida mengalir dari tengah impeller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

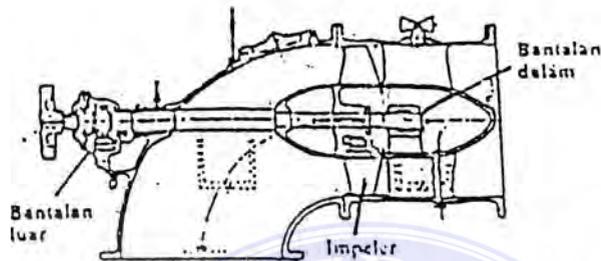
Pada pompa jenis ini, aliran fluida dalam sudu gerak terletak pada bidang yang tegak lurus pada sumbu poros dan head yang timbul diakibatkan oleh besarnya gaya sentrifugal.



Gambar 2.4. Pompa Radial

11.4.2.2. Pompa Aksial

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



Gambar 2.5. Pompa aliran aksial

11.4.3. 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 :

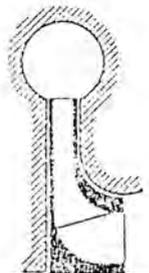
Bila ditinjau dari jenis impelernya, pompa tekanan dinamis terbagi atas :

a. Impeler Jenis Radial

Tinggi tekanan umumnya sebagian besar disebabkan oleh gaya sentrifugal.

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

500 sampai 300 rpm



Gambar 2.6. impeller jenis radial

b. Impeler Jenis Francis

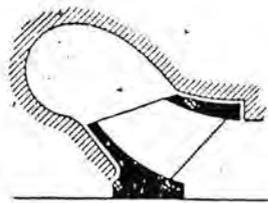
Impeler jenis francis digunakan unruk pompa dengan head yang dihasilkan lebih rendah dari jenis impeller radial, akan tetapi kapasitasnya lebih besar, sering memakai impeller pembuangan radial dan impeller isapan aksial. Daerah kecepatan spsifiknya $(n_s) = (1500 + 4500)$ rpm



Gambar 2.7. Impeller Jenis Francis

c. Impeler Jenis Mixed Flow (Aliran Campur)

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

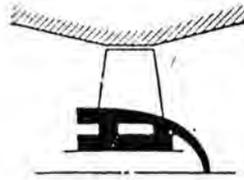


Gambar 2.8. Impeler jenis aliran campuran

d. Impeler Jenis Propelier

Impeler jenis ini tak ada gaya sentrifugal yang bekerja, semua head yang timbul akibat dorongan sudu (impeller). Aliran hampir semuanya aksial. Impeler ini

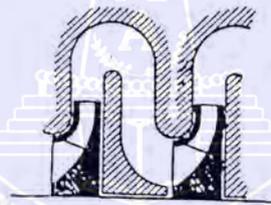
hanya digunakan untuk head yang rendah tetapi kapasitasnya besar. Daerah tinggi tekan (H) = (3 + 40) ft dan daerah kecepatan spesifik (n_s) = diatas 8000 rpm



Gambar 2. 9. Impeler Jenis Ploper

e. Tingkat Yang Banyak

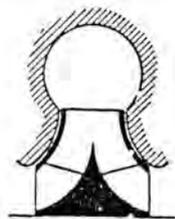
Bila tinggi tekan yang harus dihasilkan menjadi besar untuk impeller 1 tingkat beberapa impeller dipasangkan 1 poros secara seri. Impeler yang dipakai adalah jenis radial karena menghasilkan tinggi tekan yang besar dibandingkan jenis impeller lain.



Gambar 2.10. Pompa bertingkat banyak

f. Impeler Isap Ganda

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



Gambar 2.11. Impeler isapan ganda

Daerah tinggi takan 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.

11.4.4. 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

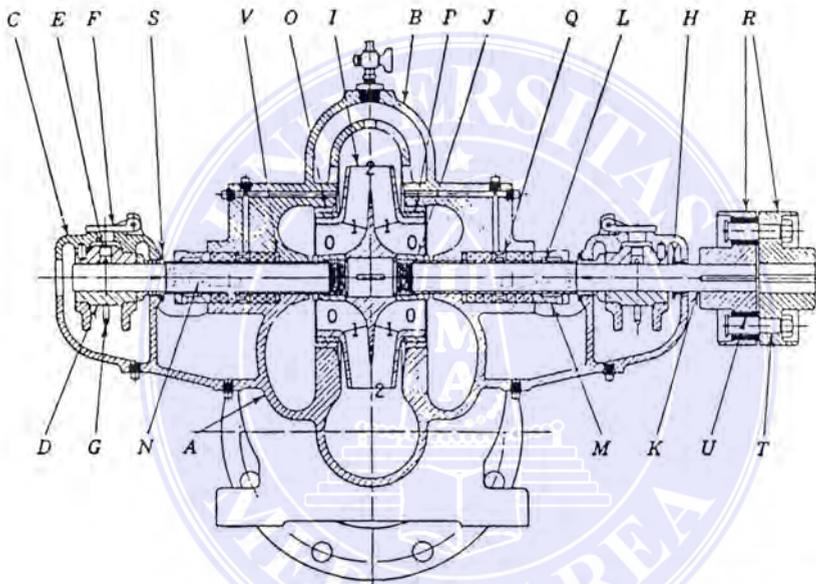
Pompa diffuser adalah sebuah pompa sentrifugal yang dilengkapi dengan sudu diffuser pada keliling luar impelernya. Karena sudu-sudu diffuser disamping memperbaiki efisiensi pompa juga menambak kokoh rumah. Konstruksi ini sering dipakai pada pompa besar dwenga head yang tinggi. Pompa ini juga sering dipakai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

c. Pompa Aliran Campur Jenis Volut

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

11.4.5. Pompa Sentrifugal

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



Courtesy Dayton-Dowd Co.

- | | |
|--------------------------|--|
| A Rumah bagian bawah | L Selongsong poros |
| B Rumah bagian atas | M Paruhan gland |
| C Tutup rumah bantalan | N Baut-baut gland |
| D Bantalan paruhan bawah | O Cincin penahan aus rumah pompa |
| E Bantalan paruhan atas | P Cincin penahan aus impeler |
| F Tutup lubang minyak | Q Cincin lantera |
| G Cincin minyak | R Paruhan kopling |
| H Pelindung minyak | S Kelepak (collar) dorong dan pelempar 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 zat menjadi lebih tinggi. Demikian head kecepatannya bertambah besar karena zat cair mengalami percepatan. Zat cair yang keluar dari impeller ditampung oleh saluran yang berbentuk spiral (volut) dikelilingi impeller dan disalurkan keluar pompa melalui nosel. Didalam nosel ini sebagian head kecepatan aliran diubah menjadi head tekanan. Sebagaimana kita ketahui pompa sentrifugal mengubah energi mekanik poros menjadi energi fluida. Energi fluida inilah yang mengakibatkan penambahan head tekanan, head kecepatan dan head potensial pada zat cair yang mengalir secara kontinu.

Dasar-dasar perbedaan antara pompa sentrifugal dengan pompa torak :

- Pompa Sentrifugal :
 - a. Aliran mengalir secara kontinu
 - 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 kontinu
 - b. Pada kapasitas yang sama membutuhkan ruangan yang lebih besar

- c. Biaya pemeliharaan yang lebih mahal
- d. Instalasi lebih rumit
- e. Beroperasi pada putaran rendah, dikopel dengan perantaraan sabuk atau roda gigi terhadap poros penggeraknya
- f. Getaran 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 banyaknya 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 kantor
- c. Kebutuhan air untuk gudang
- d. Kebutuhan air untuk kapal
- e. 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 kebutuhan 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 kantor 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 kapalnya antara 50 – 450 ton/kapal. Direncanakan kebutuhan air bersih untuk setiap

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

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

III.1.5. Kebutuhan Air Bersih Untuk Kebutuhan Rumah Makan

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

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

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 :

$$Q = V_1 \times A$$

$$= V_1 \times \frac{1}{4} \times \pi \times d_1^2$$

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

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

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

$$= \sqrt{\frac{4 \times 0.0077 \text{ m}^3/\text{det}}{3 \text{ m/det} \times 3.14}}$$

$$= 0.0572 \text{ m}$$

$$= 0.025 \text{ in}$$

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

Ukuran diameter pipa standart = 2.5 in.

Spesifikasi ukuran pipa standartd (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 mn = 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 :

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

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

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

Ukuran diameter pipa yang standartd 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 sebnarnya (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 total pompa (H_p) dihitung menurut persamaan :

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

dimana :

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

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

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

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_{jg})

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

dimana K_g = koefisien kerugian akibat gesekan
 L_s = panjang pipa isap
 d_s = diameter dalam pipa isap
 V_s = kecepatan rata-rata aliran masuk
 g = gaya grafitasi 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 25⁰ C

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

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 tempa dagangan (commercial steel) dengan kekasaran pipa (ϵ) = 0.046 mm (lampiran 4), sehingga diperoleh kekasaran relatif :

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

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

Maka :

$$\begin{aligned} h_{fg} &= 0.0185 \times \frac{3.5 \text{ m}}{0.0627 \text{ m}} \times \frac{(2.5 \text{ m/det})^2}{2 \times 9.81 \text{ m/det}^2} \\ &= 0.33 \text{ m} \end{aligned}$$

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

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

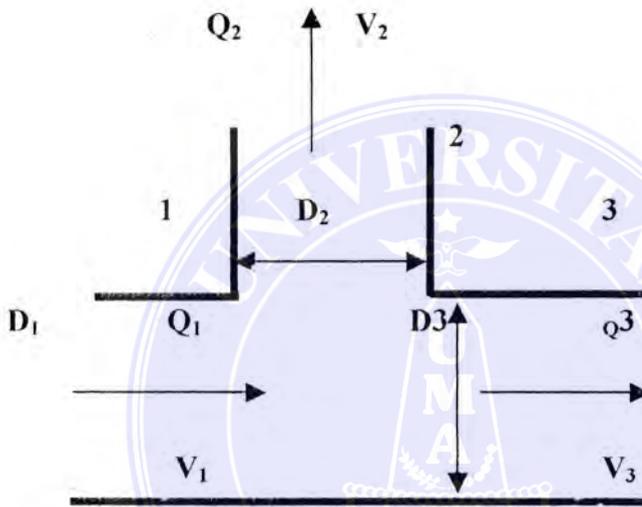
dimana : K_s = koefisien kerugian akibat saringan = 1.5 (lampiran 5)

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

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

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

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

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

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

f_1, f_2 = koefisien kerugian

$$f_1 = 0.3$$

$$f_2 = 0$$

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

Maka :

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

$$= 0.096$$

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

$$= 0$$

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

$$\begin{aligned} h_f &= h_{e\ 1-3} + h_{e\ 1-2} \\ &= (0.096 + 0) \text{ m} \\ &= 0.096 \text{ m} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} h_s &= h_{fg} + h_{fs} + h_{lev} + h_{le} + h_c \\ &= (0.33 + 0.48 + 0.89 + 0.61 + 0.096) \text{ m} \\ &= 2.41 \text{ m} \end{aligned}$$

III.3.2. Perhitungan Head Losses Pada Pipa Tekan

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

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

dimana: K_g = koefisien kerugian akibat gesekan fluida

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

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

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

Maka :

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

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

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

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

Maka :

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

$$= 0.064 \text{ m}$$

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

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

dimana:

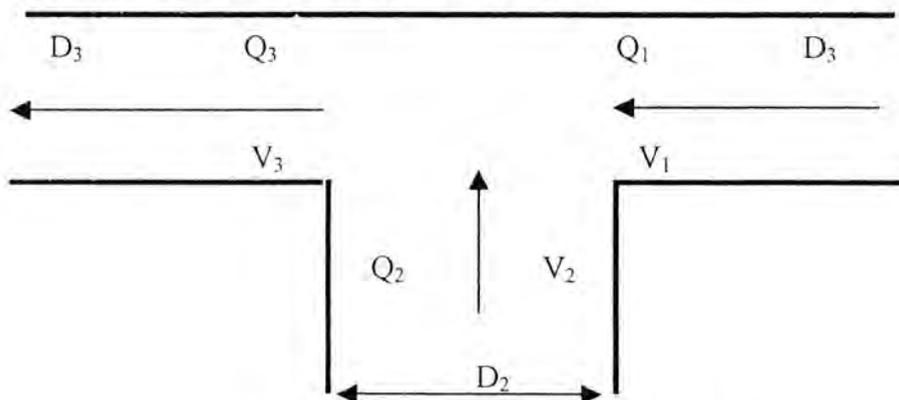
K_{fv} = Koefisien kerugian pada foot valve
 = 1 (lampiran 5)

Maka :

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

$$= 0.32 \text{ m}$$

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)

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

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

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

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 dikenakan keatas menjadi 13 m

III.4. Kavitasi

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

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

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

111.4.1. Pengaruh Kavitasi Pada Pompa

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

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

111.4.2. Pencegahan Kapitasi

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

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

- a. Ketinggian letak pompa terhadap permukaan zat cair yang dihisap harus serendah mungkin agar head hisap statis menjadi lebih rendah.
- b. Mengurangi head losses pada sisi isap seminimal mungkin, antara lain :
 - Memperbesar diameter pipa masuk dengan tujuan memperkecil aliran masuk
 - Mempendek 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

111.5. Putaran Pompa

Putaran pompa ditentukan berdasarkan putaran penggerakya antara lain :

- Turbin uap
- Motor bakar
- Motor listrik

Pada perancangan 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 suar bising
- Biaya perawatan mudah
- Putaran yang dihasilkan konstan
- Pemeliharaan dan pengaturan mudah

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

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

dimana : n_m = Putaran motor listrik (rpm)

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

p = jumlah kutub
= 2 . 4 . 6 . 8 (diambil 2)

Maka :

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

$$= 3000 \text{ rpm}$$

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

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

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

$$= 2940 \text{ rpm}$$

11.6. Putaran Spesifik

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

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

dimana :

n_s = Putaran spesifik (rpm)

n = Putaran pompa

= 2940 rpm

Q = Kapasitas pompa

= 0.0077 m³/det

Maka :

$$n_s = 51.655 \frac{2940 \cdot \sqrt{0.0077 \text{ m}^3/\text{det}}}{(13 \text{ m})^{3/4}}$$

$$= 1947 \text{ rpm}$$

Bentuk impeller tergantung dari harga putaran spesifik, dimana pada bab 11 telah diuraikan klasifikasi pompa berdasarkan jenis impeller menurut daerah putaran spesifiknya.

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

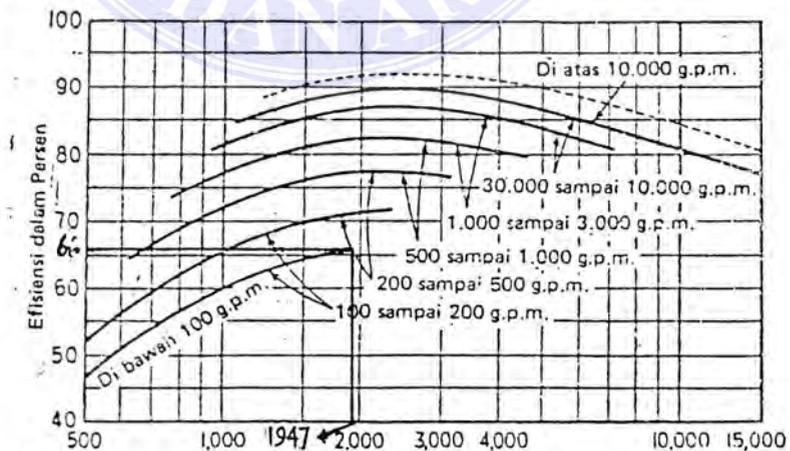
Untuk pompa sentrifugal yang digunakan untuk memompakan air bersih yang sedikit mengandung partikel padat biasanya digunakan tipe impeller tertutup (radial close vane impeller)

111.7. Efisiensi Pompa

Efisiensi pompa tergantung pada beberapa factor, 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 tekan dan kecepatan yang kesemuanya termasuk dalam putaran spesifik. Kapasitas pompa = $0.0077 \text{ m}^3/\text{det} = 122 \text{ galon/menute (gpm)}$.



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

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

111.8. Daya Pompa

Daya pompa adalah daya yang diterima poros untuk menggerakkan impeller.

Daya pompa dapat dihitung dengan persamaan :

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

dimana :

N_p = Daya pompa (Hp)

Γ = Berat jenis pompa air pada suhu 25⁰ C
 $= 996.3 \text{ kg/m}^3 \times 9.81 \text{ m/det}^3 = 97737.7 \text{ N/m}^3$

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

H^p = Head total pompa
 $= 13 \text{ m}$

n_p = Efisiensi pompa
 $= 66 \%$

Maka :

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

$$= 1482 \text{ W}$$

$$\begin{aligned} \text{daya pompa direncanakan} &= 1500 \text{ W} \\ &= \frac{1.5 \text{ kW}}{0.746} \\ &= 1.98 \text{ HP} \end{aligned}$$

III.9. Daya Motor penggerak

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

$$N_m = N_p \frac{(1 - \alpha)}{n_1} \quad \text{.....lit.2,hal. 58}$$

Dimana :

N_m = Daya penggerak motor (kW)

N_p = Daya pompa

α = Factor koreksi cadangan daya. Harganya 0.1 – 1.2

= diambil harganya 0.2

n_1 = Efisiensi transmisi

= 1 (untuk dikopel langsung)

Maka :

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

Daya motor yang tersedia dipasaran adalah 0.5 , 0.75 , 1.5 , 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) : $0.0077 \text{ m}^3/\text{det} = 27.77 \text{ m}^3/\text{jam} = 27720 \text{ lt/jam}$
- Head pompa (H_p) : 13 m
- Daya pompa (N_p) : 1.5 kW
- Jumlah tingkat : 1
- Putaran spesifik (n_s) : 1947 rpm
- Putaran pompa : 2940 rpm
- Jenis impeller : impeller radial tipe tertutup

Spesifikasi motor listrik :

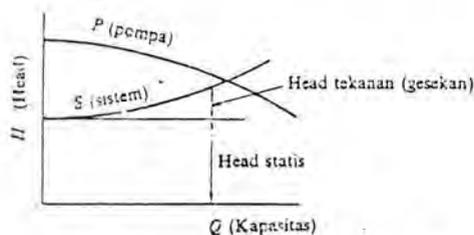
- Daya motor listrik : 3 HP
- Frekuensi motor listrik : 50 Hz
- Jumlah kutub : 2 buah

III.11. Kurva Head-Kapasitas Pompa dan Sistem

Kurva ini menyatakan kemampuan pompa 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)