

POMPA SENTRIFUGAL
POMPA AIR BAKU UNTUK KEPERLUAN
PABRIK KELAPA SAWIT KAPASITAS
PENGOLAHAN 30 TON TBS/JAM

HEAD : 15 M
KAPASITAS : 40 M/JAM

SKRIPSI

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

OLEH :

TEGUH SISWORO
99 813 0015



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2003

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 28/12/23

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)28/12/23

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

TUGAS SARJANA

**POMPA SENTRIFUGAL
POMPA AIR BAKU UNTUK KEPERLUAN
PABRIK KELAPA SAWIT KAPASITAS
PENGOLAHAN 30 TON TBS / JAM**

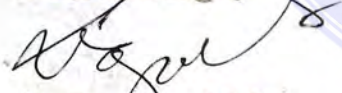
**HEAD : 15 M
KAPASITAS : 40 M/JAM**

OLEH :

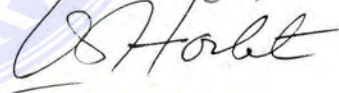
**TEGUH SISWORO
99 813 0015**

Komisi pembimbing :

Pembimbing I,

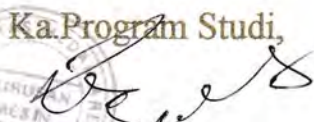

(Ir. Darianto, M.Sc)

Pembimbing II,


(Ir. Ishak Ubit)

Mengetahui :

Ka. Program Studi,


(Ir. Darianto, M.Sc)

Dekan,


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

Tanggal lulus : 28 Agustus 2003

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 28/12/23

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)28/12/23

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
SPESIFIKASI TUGAS.....	vi
DAFTAR ISTILAH.....	viii
LAMBANG YUNANI.....	ix
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
I.1. Latar Belakang Masalah.....	1
I.2. Pembatasan masalah.....	2
BAB II. METODELOGI.....	3
II.1. Tujuan Perancangan.....	3
II.2. Metodologi Penulisan.....	3
II.3. Sistematika penulisan.....	4
BAB III. DASAR-DASAR TEORI.....	6
III.1. Mesin-mesin Fluida.....	6
III.2. Klasifikasi pompa	7
III.3. Klasifikasi pompa berdasarkan daerah kecepatan spesifik	10
III.4. Klasifikasi pompa menurut bentuk rumah	13
III.5. Dasar pemilihan jenis pompa	14
III.6. Pompa Sentrifugal	14
III.7. Dasar-dasar perbedaan antara pompa sentrifugal Dengan pompa toruk	15
III.8. Motor penggerak	16
BAB IV. SPESIFIKASI POMPA	18
IV.1. Kapasitas Pompa	18
IV.2. Perhitungan diameter pipa hisap dan pipa tekan	22

IV.3. Perhitungan Head Pompa	23
IV.3.1. Head Losses Pada Bagian Hisap	23
IV.3.2. Head Losses Pada Pipa Tekan	26
IV.4. Jenis Impeller	28
IV.5. Daya Pompa	30
IV.6. Daya Motor Penggerak	31
IV.7. Head Suction Positive (NPSH).....	31
IV.7.1. NPSH yang tersedia	32
IV.7.2. NPSH yang diperlukan	33
IV.8. Kavitasi	34
BAB V. UKURAN-UKURAN UTAMA POMPA	36
V.1. Diameter Poros	36
V.2. Ukuran Pasak	39
V.3. Ukuran Impeller	43
V.4. Segitiga Kecepatan	46
V.5. Perhitungan Sudu-sudu	52
V.6. Tebal Sudu Impeller	53
V.7. Rumah Pompa Dan Baut Pengikat	54
V.7.1. Rumah Pompa	57
V.7.2. Baut Pompa	58
BAB VI. PERHITUNGAN BAGIAN-BAGIAN UTAMA	61
VI.1. Gaya Aksial	61
VI.2. Mengatasi Gaya Aksial	64
VI.3. Berat Poros	65
VI.4. Depleksi pada Poros Dan Putaran Kritis	67
VI.5. Pemilihan Jenis Bantalan	70
BAB VII. KESIMPULAN DAN SARAN	

BAB I

I.1 Latar Belakang Masalah

Pada perkembangan era teknologi yang semakin maju pada saat ini, maka sejalan dengan itu pompa mempunyai peranan yang penting dalam membantu usaha-usaha pekerjaan manusia. Dengan adanya pompa pekerjaan manusia menjadi lebih meningkat. Hal ini dapat di lihat pada kegiatan manusia sehari-hari yang berhubungan dengan pemakaian pompa, misalnya:

- Pompa untuk instalasi air minum
- Pompa untuk kebutuhan rumah tangga
- Pompa untuk irigasi dan penanggulangan banjir
- Pompa untuk mensuplai/pengadaan air dalam pabrik
- Pompa untuk pengadaan air bersih
- Pompa untuk sirkulasi kolam renang
- Dan lain-lain

Pada prinsipnya pompa berfungsi sebagai alat untuk memindahkan fluida dari suatu tempat/daerah yang bertekanan lebih rendah ke daerah yang bertekanan yang lebih tinggi, atau untuk memindahkan fluida dari daerah yang lebih rendah ke daerah yang lebih tinggi.

Terjadinya gerakan fluida ini di sebabkan karena terjadinya perbedaan tekanan antara sisi masuk dan sisi keluar fluida. Pompa bekerja bila di beri daya, atau pompa menerima daya dari luar, di mana daya itu berhubungan dengan Impeller, atau dengan perantaraan poros (As).

Dengan demikian pompa dapat bekerja bila di beri daya dari luar dan sesuai dengan daya kapasitas pompa yang di butuhkan.

I.2 Pembatasan Masalah

Air tidak dapat dipisahkan dari satu pabrik terutama pabrik pengolahan kelapa sawit yang sangat membutuhkan air untuk ,e,perlancar proses produksi. Sumber air yang digunakan adalah air sungai, dimana harus dilakukan beberapa tahapan pengolahan air sebelum air tersebut dapat di pergunakan sebagai mana mestinya.

Pada pabrik kelapa sawit, air di pergunakan pada bagian-bagian :

- ❖ Oil Extraction
- ❖ Stasiun pengolahan inti (kernel)
- ❖ Stasiun Klarifikasi
- ❖ Stasiun pembangkit steam (boiler)
- ❖ Kebersihan
- ❖ Dll

Sumber air dapat berasal dari mata air, danau, air sungai, sumur bor, dll.

Kriteria yang harus diperhatikan dalam pemilihan sumber air adalah :

- ❖ Sumber air terletak tidak terlalu jauh dari areal pabrik
- ❖ Dapat diperoleh secara terus menerus
- ❖ Kapsitas air dapat memenuhi kebutuhan maksimum pabrik
- ❖ Biaya pengolahn air tidak terlalu mahal
- ❖ Dll

Dari berbagai alternatif di atas yang sangat menguntungkan adalah sumber air yang berasal dari sungai sebagai air baku untuk digunakan di pabrik kelapa sawit

BAB II

METODELOGI

II.1. 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 di peroleh secara teoritis maupun praktek selama belajar di bangku perkuliahan.
3. Dapat ikut berpartisipasi dalam pengembangan teknologi melalui perancangan maupun modefikasi.

II.2. Metodologi Punilisan

Adapun metodologi penulisan skripsi ini terdiri dari berbagai tahapan:

a. Studi Literatur :

- Turbin, Pompa dan Kompresor, karangan Fritz dietzel, cetakan kedua Penerbit Erlangga Tahun 1990.
- Dasar-dasar Perhitungan Kekuatan Bahan, karangan S.Timoshenko, bagian satu, Penerbit Restu Agung Jakarta.
- Dasar-dasar Perencanaan dan Pemilihan Bahan Elemen Mesin, karangan Sularso, Kiyokatsu Suga, Penerbit PT. Pradanya Paramita, Jakarta 1993.

b. Survey Lapangan terdiri dari:

- Melakukan pengamatan dan penelitian (survey) langsung ke lokasi.
- Membaca dan mempelajari buku-buku penunjang sebagai dasar perhitungan dalam perancangan.
- Tanya jawab dengan operator lapangan
- Pengambilan spesifikasi pompa.

c. Asistensi

Asistensi yang di maksud ialah terlebih dahulu penulis meminta kepada pembimbing I dalam hal :

- Meminta spesifikasi tugas.
- Menyerahkan penulisan kepada pembimbing II dalam hal membuat tugas akhir.
- Asistensi daftar isi
- Asistensi Bab per Bab hingga selesai penulisan tugas akhir ini.

II.3. Sistematika Pembahasan

Adapun sistematika penulisan tugas akhir ini terdiri dari:

Bab I. Menurut uraian tentang latar belakang penulisan tugas akhir, latar belakang masalah, batas masalah.

Bab II. Metodologi dan Sistematika Pembahasan.

Bab III. Berupa tinjauan pustaka.

Bab IV. Berupa analisa mengenai pompa.

Bab V. Perencanaan Pompa.

Bab VI. Berupa kesimpulan dan saran-saran.



BAB III

DASAR-DASAR TEORI

III.1. Mesin-mesin Fluida

Mesin-mesin fluida adalah mesin yang berfungsi untuk mengubah energi mekanis pada poros menjadi energi potensial, fluida kerja atau sebaliknya mengubah energi fluida (Energi potensial dan energi kinetik menjadi mekanis pada poros). Dalam hal ini fluida yang di maksud adalah berupa zat cair (Liquid, uap, atau gas). Secara umum mesin-mesin fluida dapat di golongkan atas dua golongan yaitu :

1. Mesin tenaga

Yaitu mesin fluida yang berfungsi mengubah energi-energi fluida menjadi energi mekanis pada poros.

- Misalnya : - Turbin air
- Kincir air
 - Motor hydrolic Turbin

2. Mesin kerja

Yaitu mesin fluida yang berfungsi mengubah energi mekanis pada poros menjadi energi fluida.

- Misalnya : - Blower
- Pompa
 - Compresor

Mengingat tugas yang di berikan dalam perancangan adalah pompa, maka selanjutnya penulis akan membicarakan masalah pompa.

III.2. Klasifikasi Pompa

Dalam memilih sebuah pompa untuk maksud tertentu, terlebih dahulu harus di ketahui aliran dan daya angkat (Head) yang di perlukan untuk mengangkat atau mengalirkan fluida.

Pompa dapat di klasifikasikan berdasarkan fungsinya, bagian-bagian pembentukannya, fluida yang dapat di perlukannya dan tergantung dengan kondisi ruangan. Berdasarkan hal-hal di atas pompa di klsifikasikan menjadi dua bagian utama, yaitu :

1. Pompa Tekanan Statis
2. Pompa Tekanan Dinamis

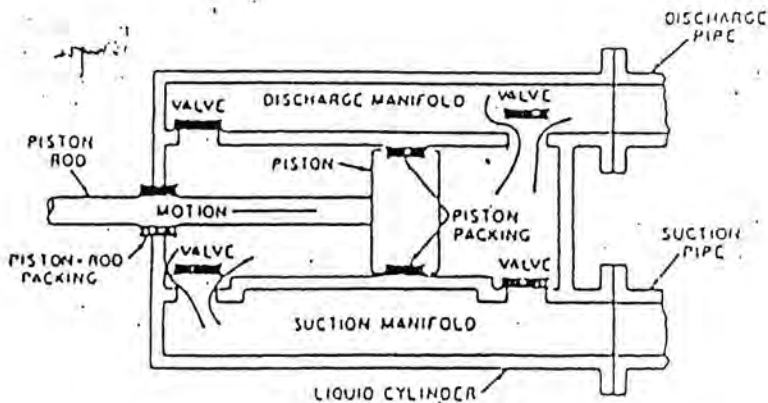
Ad.1. Pompa Tekanan Statis

Pompa ini di sebut juga dengan “Positive Displacement Pump” di mana head yang terjadi adalah akibat tekanan yang di berikan terhadap fluida, dengan cara energi mekanik yang di berikan kepada tekanan untuk menekan fluida secara langsung. Pompa ini tidak mempunyai kapasitas yang konstan sehingga mengakibatkan getaran yang relatif besar dan biasanya di pakai untuk kapasitas kecil, dan headnya yang tinggi.

Adapun jenis pompa yang termasuk dalam golongan ini adalah :

1. Pompa Torak (*Reciprocating Pump*)

Pompa ini mempunyai bagian utama berupa torak yang bergerak bolak balik di dalam silinder yang di lengkapi dengan katup untuk dapat mengalir fluida secara kontiniu kesuatu arah. Fluida yang bertekanan rendah di isap melalui katup iasp ke dalam ruang silinder dan kemudian di tekan oleh torak sehingga tekanannya naik dan sanggup mengeluarkan fluida keluar melalui katup.



Gambar : Pompa Torak

2. Pompa Putar (Rotari Pump)

Konstruksi dari pompa ini adalah rotor yang berputar dalam rumah pompa. Rotor ini akan mengisap fluida melalui katup isap, kemudian di kurung dalam ruang antara rotor dan rumah, sehingga fluida tersebut tertekan kesisi tekan dengan gerakan rotary yang menyebabkan fluida mengalir keluar melalui sisi tekan. Contoh dari pompa ini adalah pompa roda gigi, pompa sudu dan lain-lain.

Ad.2. Pompa Tekanan Dinamis (Dynamic Pump)

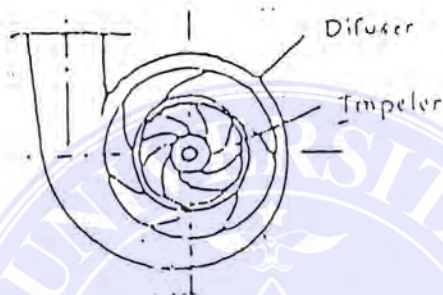
Pompa tekanan dinamis terdiri dari poros, sudu-sudu impeller, rumah spiral (Valute) dan pemercik (Nosel). Energi mekanik di berikan pada poros untuk memutar impeller, maka fluida yang ada di dalam impeller juga ikut berputar. Karena timbulnya gaya sentrifugal, maka fluida mengalir dari tengah impeller saluran di antara sudu-sudu, di sini head kecepatannya bertambah tinggi karena mengalami percepatan.

Fluida yang keluar dari impeller di tampung oleh saluran yang berbentuk spiral (Valute) di sekeliling impeller dan di salurkan keluar pompa melalui nosel. Di dalam nosel sebagian head kecepatan aliran di ubah menjadi head tekanan. Jadi impeller pompa berfungsi untuk memberikan kerja pada fluida, sehingga energi yang di kandunginya bertambah besar.

Bila di tinjau dari arah aliran fluida yang mengalir melalui sudu-sudu gerak, maka pompa tekanan dinamis dapat di golongankan atas dua bagian utama, yaitu :

a. *Pompa Radial*

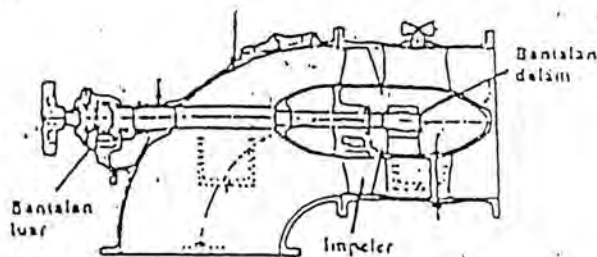
Pada pompa jenis ini, aliran fluida dalam sudu gerak terletak pada bidang yang tegak lurus pada sumbu poros dan head yang timbul di akibatkan oleh besarnya gaya sentrifugal.



Gambar : Pompa Radial

b. *Pompa Aksial*

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



Gambar : Pompa Aliran Aksial

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 28/12/23

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

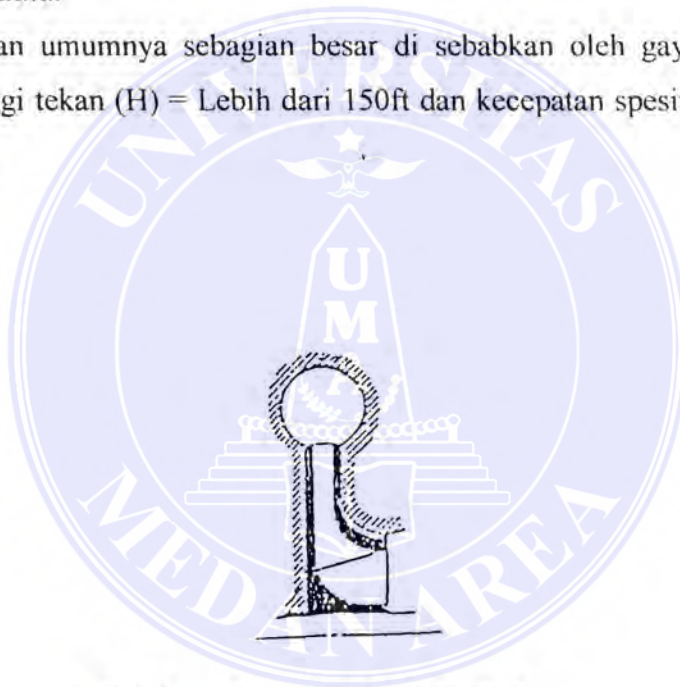
III.3. Kalsifikasi Pompa Berdasrkan Daerah Kecepatan Spesifik

Pemakaian kecepatan spesifik adalah untuk mengklasifikasikan berbagai jenis impeller pompa. Masing-masing impeller mempunyai suatu daerah kecepatan di mana impeller dapat dioperasikan dengan baik.

Bila di tinjau dari segi jenis impellernya, pompa tekanan dinamis di bedakan menjadi:

a. Impeller Jenis Radial

Tinggi tekan umumnya sebagian besar di sebabkan oleh gaya sentrifugal. Dipakai untuk tinggi tekan (H) = Lebih dari 150ft dan kecepatan spesifik (ns) = 500 sampai 3000 rpm



Gambar: Impeller Jenis Radial

b. Impeller Jenis Francis

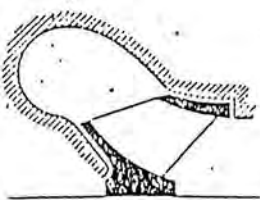
Impeller jenis francis di gunakan untuk pompa dengan head yang di dihasilkan lebih rendah dari jenis impeller jenis radial. Akan tetapi kapasitasnya lebih besar, sering memakai impeller jenis isapan aksial (Aksial inlet radial discharge impeller). Daerah kecepatan spesifiknya (ns) = (1500 ÷ 4500) rpm.



Gambar: Impeller Jenis Francis

c. Impeller Jenis Mixed Flow (Aliran Campuran)

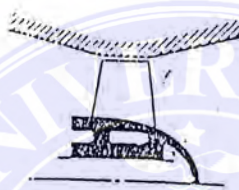
Tinggi tekan yang di hasilkan pada impeller jenis ini sabagian di sebabkan oleh gaya sentrifugal dan sebagian lagi tekanan impeller (dorongan sudu). Aliran buangnya sebagiannya lagi aksial atau merupakan gabungan keduanya, inilah makanya di sebut impeller jenis campuran. Kecepatan spesifiknya $(ns) = (4500 \div 8000)$ rpm.



Gambar: Impeller Jenis Aliran Campuran

d. *Impeller Jenis Propeller*

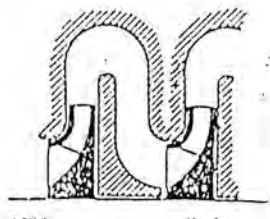
Impeller jenis ini tak ada gaya sentrifugal yang bekerja, semua head yang timbul akibat dorongan sudu (Impeller). Aliran hampir semuanya aksial. Impeller ini hanya digunakan untuk head yang rendah tetapi kapasitasnya besar. Daerah tinggi tekan (H) = (3 ÷ 40) ft dan daerah kecepatan spesifik (ns) = diatas 8000 rpm.



Gambar: Impeller Jenis Propeller

e. *Tingkat Yang Banyak*

Bila tinggi tekan yang harus di hasilkan menjadi terlalu besar untuk impeller satu tingkat beberapa impeller di pasangkan satu poros secara seri. Impeller yang di pakai adalah impeller jenis radial karena dapat menghasilkan tinggi tekan yang lebih besar di bandingkan jenis impeller yang lain.



Gambar: Pompa Bertingkat Banyak

f. *Impeller Isap Ganda*

Bila jumlah yang lebih besar harus di pompakan, impeller isapan ganda dapat dipakai:



Gambar: Impeller Isapan Banyak

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.

III.4. Klasifikasi Pompa Menurut Bentuk Rumah

a. Pompa Volut

Pompa volut adalah sebuah pompa sentrifugal, di mana fluida dari impeller secara langsung di bawa ke rumah volut.

b. Pompa Difuser

Pompa difuser adalah sebuah pompa sentrifugal yang di lengkapi dengan sudu-sudu difuser pada keliling luar impellernya. Karena sudu-sudu difuser di samping memperbaiki efesien pompa juga menambah kokoh pompa. Kontruksi ini sering di pakai pada pompa yang besar dengan head yang tinggi. Pompa ini juga sering di pakai sebagai pompa bertingkat banyak. Karena aliran satu tingkat ketingkat lainnya dapat di lakukan tanpa menggunakan rumah volut.

c. Pompa Aliran Campuran Jenis Volut

Pompa ini mempunyai impeller jenis aliran campuran dan sebuah rumah volut. Disini tidak di gunakan sudu-sudu difuser melainkan di pakai saluran yang lebar untuk mengalirkan fluida. Pompa ini tidak mudah tersumbat sehingga cocok untuk mengalirkan air limbah.

III.5. Dasar Pemilihan Jenis Pompa

Dalam memilih jenis pompa akan di pergunakan, di dasarkan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut:

- Pompa harus sanggup untuk melayani kebutuhan yang di inginkan seperti Kapasitas Dan Head
- Mempunyai efesiensi yang tinggi
- Kontruksi yang sederhana
- Cocok untuk di mana pompa itu dapat di pergunakan
- Fluida yang mengalir secara kontinue
- Harga awal yang murah dan biaya perawatannya yang murah
- Pelayanan yang mudah dan ekonomis

Pada umumnya pompa yang biasa di pergunakan untuk air minum dan kubutuhan lainnya, dapat di golongan atas dua golongan yaitu:

- Pompa torak yitu pompa bergerak maju mundur.
- Pompa sentrifugal (Centrifugal Pump) yaitu pompa berputar sejalan dengan poros (gerak pusingan).

III.6. Pompa Sentrifugal

Pompa sentrifugal mempunyai impeller (sudu-sudu) untuk mengangkut fluida dari tempat yang lebih rendah ketempat yang lebih tinggi. Daya dari luar di berikan kepada poros pompa untuk memutar impeller di dalam fluida, maka fluida yang ada di dalam impeller oleh dorongan sudu-sudu ikut berputar.

Karena timbul gaya sentrifugal maka fluida mengalir dari tengah impeller keluar melalui saluran di antara sudu-sudu. Disini head tekanan fluida menjadi lebih

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)28/12/23

tinggi. Demikian head kecepatannya bertambah besar karena fluida mengalami percepatan. Fluida yang keluar dari impeller di tampung oleh saluran yang berbentuk spiral (Volut) dikelilingi impeller dan disalurkan keluar pompa melalui nosel. Didalam nosel ini sebagian head kecepatan aliran di ubah menjadi haed tekanan. Sebagaimana kita ketahui pompa sentrifugal mengubah energi mekanik poros menjadi energi fluida. Energi fluida inilah yang mengakibatkan pertambahan head tekanan yang mengalirkan secara kontiniu.

III.7. Dasar-dasar Perbedaan Antara Pompa Senrtifugal Dengan Pompa Torak

Adalah:

a. Pompa Sentrifugal

- Tidak menimbulkan kebisingan karena dapat di kopleingkan langsung dengan elektro motor sebagai penggerak
- Kontruksinya lebih sederhana dan relatif lebih kecil
- Dapat beroperasi pada putaran yang lebih tinggi sehingga dapat di kopel langsung dengan motor penggerak
- Bobotnya ringan dan tidak memerlukan pondasi yang terlalu kuat
- Dapat dipakai untuk memompakan kotor dan Lumpur
- Perawatan lebih sederhana, mudah dan murah

b. Pompa Torak

- Kontruksi lebih rumit dan lebih besar
- Perawatan lebih rumit dan sukar
- Kontinuitas tidak merata
- Bobotnya lebih besar sehingga memerlukan pondasi yang lebih kuat
- Tidak dapat beroperasi pada putara yang cukup tinggi sehingga memerlukan system tranmisi untuk perlengkapannya.

III.8. Motor Penggerak

Untuk menggerakkan pompa di pergunakan sumber tenaga penggerak yang paling efisien dan ekonomis yaitu:

1. Motor Bakar (Diesel/Otto)
2. Motor Listrik (Elekrto motor)

Ad.1. Motor bakar

Masalah yang timbul pada penggunaan motor diesel atau motor bensin adalah biaya operasinya yang tinggi karena harga bahan bakar dan perawatannya yang sangat mahal.

- a. Keuntungan Motor Bakar
 - Pengoperasiannya tidak tergantung pada tenaga listrik
 - Tidak tergantung pada jaringan listrik
- b. Kerugian Motor Bakar
 - Motor bakar lebih besar jika di bandingkan dengan motor listrik
 - Memerlukan air pendingin
 - Getatran dan suara mesin kasar

Ad.2. Motor Listrik

Motor listrik merupakan pesawat penggerak yang banyak di gunakan untuk menggerakkan peralatan mekanis.

- a. Keuntungan Motor Listrik
 - Jika tenaga listrik dari PLN atau sumber lain tersedia dengan tegangan yang sesuai disekitar tempat tersebut, maka penggunaan motor listrik dapat memberikan ongkos yang murah.
 - Pengoperasiannya lebih mudah
 - Ringan sehingga tidak memerlukan dudukan yang kuat
 - Tidak menimbulkan getaran yang berlebihan
 - Pemeliharaan dan perawatan yang mudah

b. Kerugiannya

- Jika listrik padam, pompa tidak bisa hidup sama sekali
- Jika pompa di pabrik menggunakan motor listrik maka motor listrik harus mempunyai cadangan untuk menjamin kontinuitas produksi.

Dengan membandingkan keuntungan dan kerugian dari tenaga penggerak di atas maka penulis merencanakan penggerak pompa di pergunakan motor listrik (Elektromotor), karena listrik dapat di peroleh dari operasional turbin uap yang ada di pabrik kelapa sawit.



BAB IV

SPEKIFIKASI POMPA

IV.1 Kapasitas Pompa.

Kapasitas pompa yang direncanakan adalah sesuai dengan jumlah konsumsi air yang diperlukan pada pabrik pengolahan kelapa sawit secara keseluruhan yang meliputi :

- Pemakaian air untuk diolah ketel (boiler) menjadi uap yang dipergunakan sebagai penggerak turbin , perebusan buah , pemanasan minyak dll.
- Pemakaian air untuk pengolahan kelapa sawit menjadi CPO
- Pemakaian air untuk pengolahan inti.
- Pemakaian air untuk kebersihan.

IV.1.1 Pemakaian air untuk boiler.

Untuk pengolahan tandan segar (TBS) dibutuhkan uap sebesar $= 0,6 \times \text{Ton TBS}$ olah / jam . Maka untuk mengolah TBS dipabrik kelapa sawit dengan kapasitas olah 30 ton / jam dibutuhkan uap sebesar :

$$\begin{aligned} Q &= 0,6 \times 30 \text{ Ton / Jam} \\ &= 18 \text{ Ton uap / Jam} \end{aligned}$$

Berdasarkan jenis pemakaian tenaga , maka kapasitas air yang harus diberikan :

a. Untuk " Small Power Point "

$$Q = (1,20 - 1.25) \times \text{Kap.Boiler.}$$

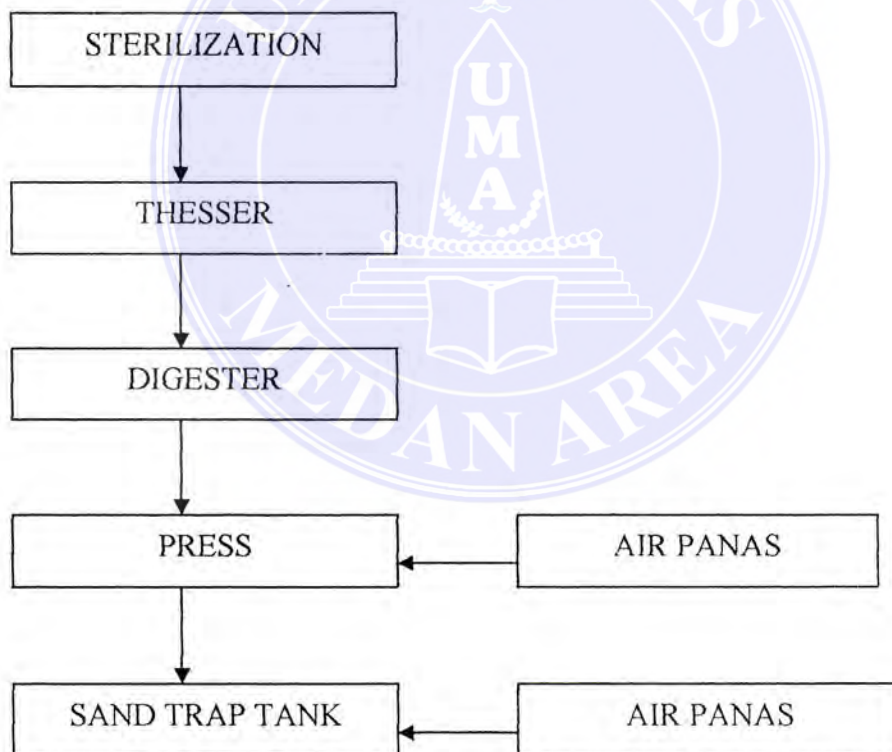
b. Untuk : Large Central station "

$$Q = (1,03 \times 1.1) \times \text{Kap.Boiler.}$$

Sedangkan ketel dengan turbin uap pada KPS termasuk “ Small Power Plant “ sehingga kapasitas diperlukan oleh boiler adalah sebesar :

$$\begin{aligned}
 Q_1 &= 1,25 \times \text{Kap.Boiler} \\
 &= 1,25 \times 18 \text{ Ton / Jam} \\
 &= 22,5 \text{ Ton air / Jam} \\
 &= 22,5 \text{ M}^3 \text{ / Jam.}
 \end{aligned}$$

IV.1.2 Pemakaian air untuk pengolahan sawit.



Konsumsi air pada :

- Digester :

$$= 7.94 \% \times \text{Ton TBS} / \text{Jam}$$

$$= 7.94 \% \times 30 \text{ Ton} / \text{Jam}$$

$$= 2.38 \text{ M}^3 / \text{Jam}$$

- Press :

$$= 1.79 \% \times \text{Ton TBS} / \text{Jam}$$

$$= 1.79 \% \times 30 \text{ Ton} / \text{Jam}$$

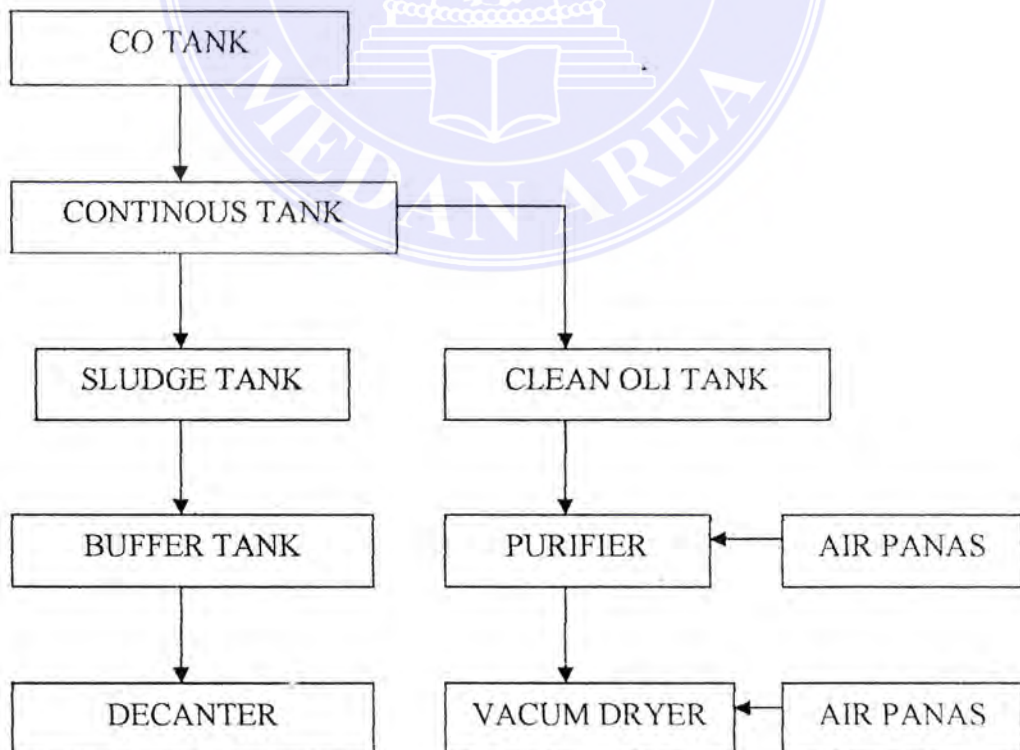
$$= 0.54 \text{ M}^3 / \text{Jam}$$

Jumlah air yang diperlukan :

$$Q_2 = 2,38 + 0,54$$

$$= 3.92 \text{ M}^3 / \text{Jam}$$

IV.1.3 Pemakaian air untuk stasiun klarifikasi.



UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 28/12/23

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

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

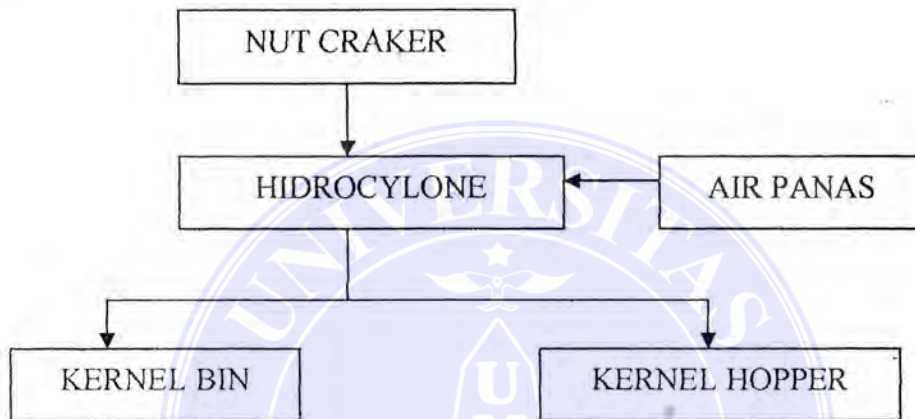
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)28/12/23

Pemakaian air untuk decenter , Purifier dan Vacuum dryer adalah :

$$\begin{aligned} Q_3 &= 10.64 \times \text{Ton Tbs} / \text{Jam} \\ &= 10.64 \% \times 30 \text{ Ton} / \text{Jam} \\ &= 3.92 \text{ M}^3 / \text{Jam} \end{aligned}$$

IV.1.4 Pemakaian air pada stasiun pengolahan inti.



Konsumsi air pada Hydrocyclone :

$$\begin{aligned} Q_4 &= 11.63 \% \times \text{Ton Tbs} / \text{Jam} \\ &= 11.63 \% \times 30 \text{ Ton} / \text{Jam} \\ &= 3.45 \text{ M}^3 / \text{Jam} \end{aligned}$$

IV.1.5 Pemakaian air untuk kebersihan .

Dari survey dan pengalaman diperoleh :

$$\begin{aligned} Q_5 &= Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 \\ &= 22.5 + 3.92 + 3.92 + 3.45 + 2 \\ &= 35.79 \text{ M}^3 / \text{Jam}. \end{aligned}$$

Sedangkan untuk mengimbangi kebocoran pipa dan kerugian lainnya maka kapasitas air yang di isap pompa adalah :

$$Q_{\text{isap}} = Q_{\text{tot}} \times (1.1 - 1.5)$$

Disini direncanakan faktor pengali = 1.12

Maka ;

$$\begin{aligned} Q_{\text{isap}} &= 35.79 \text{ M}^3 / \text{Jam} \times 1.12 \\ &= 40 \text{ M}^3 / \text{Jam} \end{aligned}$$

Sehingga kapasitas pompa yang diabil dalam perencanaan ini adalah ; 40 M³ / Jam

IV2 Perhitungan Diameter pipa isap dan pipa tekan.

Pada perencanaan ini diameter pipa isap dengan diameter pipa tekan adalah sama ($D_{\text{in}} = D_{\text{out}}$). Dari persamaan kontinuitas diperoleh ;

$$\begin{aligned} Q &= V \cdot A \\ &= V \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D_s^2 \\ D_s^2 &= \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} \end{aligned}$$

Dimana :

$$\begin{aligned} Q &= \text{Kapasitas pompa} = 40 \text{ M}^3 / \text{Jam} \\ &= 0.011 \text{ M}^3 / \text{Jam} \end{aligned}$$

$$V = \text{Kecepatan aliran fluida (1.5 - 4) m/detik ... Lit .1 Hal 57} \\ \text{Dimabil 3 m/detik}$$

$$D_s = \text{Diameter dalam pipa.}$$

Maka :

$$\begin{aligned} D_s &= \sqrt{\frac{4 \times 0.011}{3,14 \times 3}} \\ &= 0.07 \text{ M} \\ &= 70 \text{ mm} \\ &= 3 \text{ inchi.} \end{aligned}$$

Dimater pipa yang direncanakan adalah 3 inchi yang merupakan pipa standart yang ada dipasaran . Diameter dalam pipa diambil (76.2 mm = 0.0762 m) maka kecepatan aliran yang sebenarnya adalah :

$$\begin{aligned}
 V_s &= \frac{4Q}{\pi \cdot D_s^2} \\
 &= \frac{4 \times 0.011}{3,14 \times (0.0762)^2} \\
 &= \frac{0.044}{0.0182} \\
 &= 2.42 \text{ m /dt}
 \end{aligned}$$

IV.3 Perhitungan Head Pompa.

Head pompa adalah kemampuan pompa untuk memindahkan fluida dari suatu tempat ketempat yang lain yang lebih tinggi atau dari tempat yang bertekanan rendah ketempat yang bertekanan tinggi.

Pada proses pemompaan akan terjadi kerugian – kerugian tinggi tekanan (Head Losses) antara lain :

- Head Losses pada bagian isap.
- Head Losses pada bagian tekan.
- Head statis.

IV.3.1 Head losses pada bagian isap.

a. Kerugian gesek pada pipa.

$$H_{fs} = f \cdot \frac{L_s}{D_s} \cdot \frac{V_s^2}{2 \cdot g}$$

Dimana :

- F = Koefisien gesek pada pipa.
- Ls = Panjang pipa isap = 4 m (direncanakan)
- Ds = Diameter dalam pipa isap = 76.2 mm
- Vs = Kecepatan aliran dalam pipa = 2.42 m / dt

Untuk memperoleh harga koefisien gesek (f) dipakai persamaan Reynold (Re) yaitu ;

$$Re = \frac{Vs \times Ds}{\nu}$$

Dimana ;

$$\nu = \text{Viskositas kinetik zat cair pada } 20^{\circ}\text{C} = 8.41 \times 10^{-7} \text{ kg/m}^3$$

Maka :

$$\begin{aligned} Re &= \frac{2.42 \times 0.0762}{8.45 \times 10^{-7}} \\ &= 2.19 \times 10^9 \end{aligned}$$

Aliran yang terjadi adalah aliran Turbulensi dengan $Re > 4000$. Dalam rancangan ini bahan pipa yang dipakai adalah besi tuang dengan harga kekasaran (Σ) = 0.244 mm

Maka :

$$\begin{aligned} \frac{\Sigma}{D} &= \frac{0.244}{76.2} \\ &= 0.003 \end{aligned}$$

Dengan memakai diagram Mody diketahui harga koefisien gesek (f) = 0.043

Harga ini kita substitusikan ke persamaan sehingga menjadi :

$$\begin{aligned} Hfs &= f \cdot \frac{Ls}{Ds} \cdot \frac{Vs^2}{2 \cdot g} \\ &= 0.043 \cdot \frac{4}{0.0762} \cdot \frac{2.42}{2 \times 9.81} \\ &= 0.043 \times 52.5 \times 0.123 \\ &= 0.28 \text{ m} \end{aligned}$$

b. Kerugian pada belokan

$$H_b = K_b \cdot \frac{V_s^2}{2 \times g}$$

Dimana :

K_b = Koefisien kerugian pada belokan – 0.26 (lampiran)

Maka :

$$\begin{aligned} H_b &= 0.26 \times \frac{(2.42)^2}{2 \times 9.81} \\ &= 0.26 \times 0.298 \\ &= 0.08 \text{ m} \end{aligned}$$

c. Rugian pada Gate valve (Hgv)

$$H_{gv} = K_{gv} \frac{V_s}{2 \times 9.81}$$

Dimana ;

K_{gv} = Koefisien kerugian pada gate valve = 0.17 (lampiran)

Maka :

$$\begin{aligned} H_{gv} &= 0.17 \times \frac{(2.42)^2}{2 \times 9.81} \\ &= 0.17 \times 0.298 \\ &= 0.05 \text{ m} \end{aligned}$$

d. Kerugian pada saat masuk pipa isap.

$$H_e = K_e \times \frac{V_s^2}{2 \times g}$$

Dimana ;

K_e = Koefisien kerugian pada saat masuk pipa isap = 0.05 .. Lit 3 hal 937

Maka :

$$\begin{aligned} H_e &= 0.05 \times \frac{(2.42)^2}{2 \times 9.81} \\ &= 0.05 \times 0.298 \\ &= 0.015 \text{ m} \end{aligned}$$

e. Kerugian Kecepatan.

$$\begin{aligned} H_v &= \frac{V_s^2}{2 \times g} \\ &= \frac{(2.42)^2}{2 \times 9.81} \\ &= 0.298 \text{ m} \end{aligned}$$

Total kerugian pada pipa isap (h_s) adalah

$$\begin{aligned} H_s &= H_{fs} + H_b + H_{gv} + H_e + H_v \\ &= 0.28 + 0.08 + 0.05 + 0.015 + 0.298 \\ &= 0.723 \text{ m} \end{aligned}$$

IV3.2 Head Losses pada pipa tekan

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

a. Head losses sepanjang pipa tekan (H_{dp})

$$H_{dp} = f_g \times \frac{L_d}{D_p} \times \frac{V_d^2}{2 \times g}$$

Dimana :

- F_g = Faktor gesekan = 0.25
- L_d = Panjang pipa tekan yang direncanakan = 15 m
- D_d = Diameter pipa tekan = 0.0762 m = 76.2 mm
- V_d = Kecepatan aliran dalam pipa tekan = 2.42 m/ dt

Maka :

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 28/12/23

$$\begin{aligned} H_{dp} &= 0.025 \times \frac{15}{0.0762} \cdot \frac{(2.42)^2}{2 \times 9.81} \\ &= 0.025 \times 196.85 \times 0.298 \\ &= 1.47 \text{ m} \end{aligned}$$

b. Kerugian pada gate valve (H_{gv})

$$\begin{aligned} H_{gv} &= K_{gv} \cdot \frac{Vd^2}{2 \times g} \\ &= 0.17 \cdot \frac{(2.42)^2}{2 \times 9.81} \\ &= 0.05 \text{ m} \end{aligned}$$

c. Kerugian pada elbow (H_e)

$$H_e = K_{le} \cdot \frac{Vd^2}{2 \times g}$$

Dimana :

$$K_{le} = \text{Koefisien kerugian pada elbow} = 0.28 \text{ (lampiran)}$$

Maka :

$$\begin{aligned} H_e &= 0.28 \times \frac{(2.42)^2}{2 \times 9.81} \\ &= 0.28 \times 0.298 \\ &= 0.083 \text{ m} \end{aligned}$$

d. Kerugian pada kecepatan (H_v)

$$\begin{aligned} H_v &= \frac{Vd^2}{2 \times g} \\ &= \frac{(2.42)^2}{2 \times 9.81} \\ &= 0.298 \text{ m} \end{aligned}$$

Total head losses pada pipa tekan (H_d) adalah :

$$\begin{aligned} H_d &= H_{dp} + H_{gv} + H_e + H_v \\ &= 1.47 + 0.05 + 0.083 + 0.298 \\ &= 1.9 \text{ m} \end{aligned}$$

Total Head Losses pada pipa isap dan pipa tekan (HI) adalah :

$$\begin{aligned} HI &= H_s + H_d \\ &= 0.723 + 1.9 \\ &= 2.62 \text{ m} \end{aligned}$$

Maka Head Pompa (Hp) adalah :

$$H_p = H_e + HI$$

Dimana :

$$H_e = \text{Perbedaan tinggi ujung pipa isap dan pipa tekan} = 11 \text{ m}$$

Maka :

$$\begin{aligned} H_p &= 11 \text{ m} + 2.62 \text{ m} \\ &= 13.62 \text{ m} \end{aligned}$$

Untuk keamanan perencanaan , Head pompa diambil 15 meter.

IV.1. Jenis Impeller

Jenis impeller dari sebuah pompa dapat di tentukan berdasarkan besarnya putaran spesifik pompa yang dapat di hitung dengan persamaan:

$$N_s = \frac{n\sqrt{q}}{H^{3/4}}$$

Dimana:

N_s = Putaran spesifik pompa

N = Putaran motor listrik

Q = Kapasitas pompa = 40 m³/j = 0.012 m³/j = 156,4 gpm

H = Head pompa = 15 m = 49,2 ft

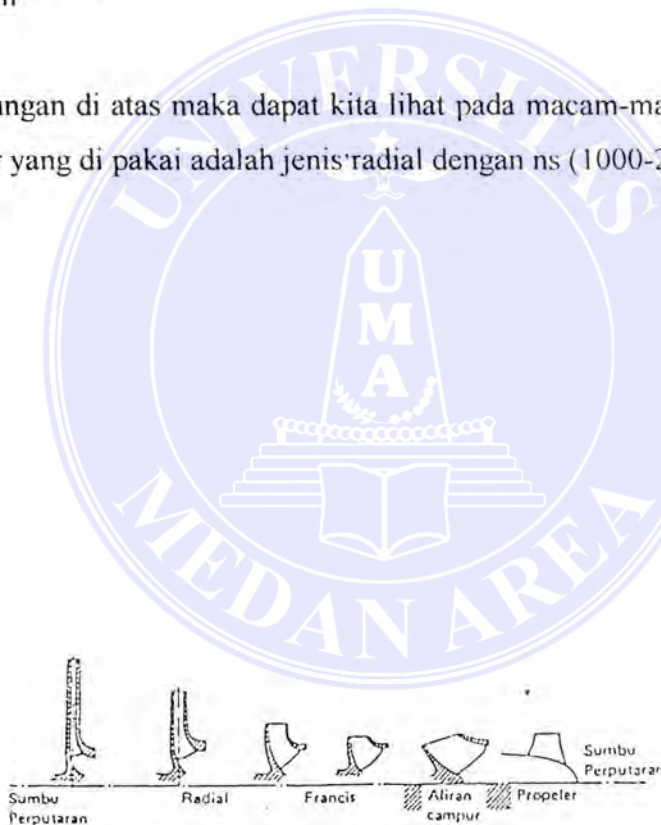
Maka:

$$N_s = \frac{1500 \cdot \sqrt{156,4}}{49,2^{3/4}}$$

$$= \frac{18746,9}{18,5}$$

$$= 1013 \text{ rpm}$$

Berdasarkan perhitungan di atas maka dapat kita lihat pada macam-macam impeller, bahwa type impeller yang di pakai adalah jenis radial dengan ns (1000-2000) rpm.



Gambar bentuk impeller

IV.2. Daya Pompa

Daya pompa adalah daya yang di berikan pada zat cair. Daya pompa bergantung kepada Head dan Kapasitas pompa dan dapat di hitung dengan persamaan :

$$N_p = \frac{\rho \cdot q \cdot H}{\eta \rho \cdot 75}$$

Dimana :

N_p = Daya pompa (HP)

ρ = Berat jenis air pada 25 C = 997.1 kg/m³

Q = Kapasitas pompa = 0.012 m³/s

H = Head total pompa = 15 m

$\eta \rho$ = Efisiensi pompa di ambil 78%

Maka :

$$N_p = \frac{997.1 \times 0.012 \times 15}{0.78 \times 75}$$

$$= \frac{179.5}{58.5}$$

$$= 3.06 \text{ HP}$$

$$= 2.3 \text{ KW}$$

IV.3. Daya Motor Penggerak

Daya motor penggerak dapat di hitung dengan menggunakan persamaan :

$$N_m = \frac{C \cdot N_p}{T}$$

Dimana :

C= Excess power (1.1-1.2) diambil 1.15 literatur 6

N_p= Daya motor penggerak = 23 KW

T= Efisiensi transmisi = 1 karena dikopel langsung

Maka:

$$N_m = \frac{1.15 \times 2.3}{1}$$

$$= 2.65 \text{ KW}$$

IV.4. Head Suction Positive (NPSH)

Telah di uraikan sebelumnya bahwa kavitasi akan terjadi bila tekanan statis pada suatu aliran zat cair turun sampai di bawah tekanan uap jenuh. Jadi untuk menghindari kavitasi harus di usahakan agar tidak ada satu bagian pun dari aliran di dalam pompa yang mempunyai tekanan statis dari tekanan uap jenuhnya pada temperatur yang bersangkutan.

Net positive head di bedakan atas dua macam yaitu :

1. NPSH yang tersedia
2. NPSH yang di perlukan

Agar mengurangi kemungkinan terjadinya kavitasi maka dalam perencanaan yang harus di usahakan NPSH yang tersedia lebih besar dari NPSH yang di perlukan.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 28/12/23

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)28/12/23

IV.4.1. NPSH yang Tersedia

NPSH yang tersedia adalah head yang di miliki oleh zat cair pada sisi isap pompa ekivalent dengan tekanan mutlak pada sisi isap pompa di kurangi dengan takanan uap jenuh zat cair di tempat tersebut. Secara matematis dapat di tulis sbb :

$$H_{sv} = \frac{P_a}{\rho} - \frac{P_v}{\rho} - h_s - h_{ls}$$

Dimana :

H_{sv} = NPSH yang tersedia

P_a = Tekanan atmosfer

$$= 10.332 \text{ kg/m}^2$$

P_v = Tekanan uap jenuh air

$$= (5.3-6.7) \text{ kpa}$$

$$= 600 \text{ kg/m}^2$$

ρ = Berat jenis za cair

$$= 99.8 \text{ kg/m}^3$$

h_s = Kerugiab isap statis = -5 m

h_{ls} = Kerugian head pada sisi isap

$$= 0.723 \text{ m}$$

Maka :

$$H_{sv} = \frac{10332}{99.8} - \frac{600}{99.8} + 5 - 0.723$$

$$= 10.35 - 0.6 + 5 - 0.723$$

$$= 14.027 \text{ m}$$

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



IV. 4.2.NPSH yang Diperlukan

NPSH yang di perlukan adalah tekanan dalam pipa yang biasanya terletak pada suatu titik terdekat setelah sisi masuk sudu impeller. Ditempat tersebut tekanan lebih rendah dari tekanan di lubang isap pompa. Hal ini di sebabkan karena kerugian head di nozel isap.

Besarnya NPSH yang di perlukan dapat di hitung dengan rumus :

$$H_{sv} = \left(\frac{n}{s} \right)^{4/3} \times q^{2/3}$$

Dimana :

H_{sv} = NPSH yang diperlukan

N = Putaran pompa (1500 rpm)

S = Kecepatan spesifik isap (1200 rpm)

Q = Kapasitas pompa = 0.67 m /menit

Maka :

$$H_{sv} = \left(\frac{1500}{1200} \right)^{4/3} \times 0.67^{2/3}$$

$$= 1.25^{4/3} \times 0.67^{2/3}$$

$$= 1.35 \times 0.54$$

$$= 0.74 \text{ m}$$

Dari perhitungan di atas dapat kita lihat bahwa NPSH yang tersedia > NPSH yang di perlukan maka terhindar dari kavitasi.

IV.5. Kavitasasi

Terjadinya kavitasasi

Kavitasasi adalah suatu gejala terbentuknya gelembung-gelembung uap dalam aliran fluida yang bekerja.

Proses terjadinya kavitasasi di terangkan pada persamaan Bernaulli menurut rumus (13)

:

$$\frac{P}{\gamma} + \frac{V}{2.g} + Z = C$$

Bila terjadi kecepatan head ($V/2g$) pada suatu ketinggian tertentu, maka akan terjadi penurunan tekanan statis (P/γ) dan jika penurunan ini sampai pada tekanan absolutnya maka terjadi penguapan.

Sehingga timbul gelembung-gelembung pada daerah bertekanan tinggi tersebut, gelembung-gelembung uap tersebut akan pecah dan pertikel-pertikel yang pecah itu akan menumbuk rumah pompa yang mengakibatkan dinding pompa akan rusak.

Faktor-faktor penyebab kavitasasi :

- Temperatur pada sisi hisap telampau tinggi
- Adanya pengecilan pada papa hisap
- Tekanan uap lebih besar dari tekanan statis
- Permukaan impeller tidak halus
- Kecepatan fluida pada pipa hisap tidak tinggi

Akibat-akibat kavitasasi :

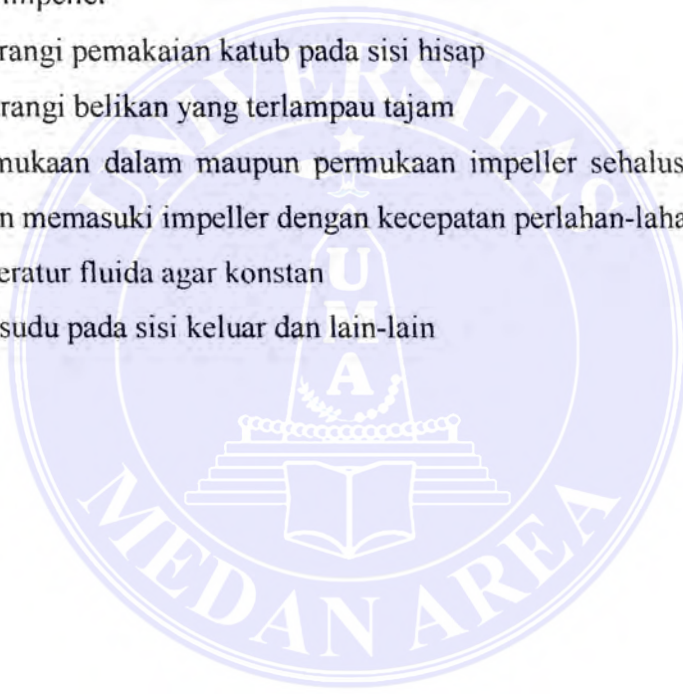
- Terjadinya erosi pada bagian kelengkapan pompa.
- Terjadinya kebisingan dan getara-getaran pada saat pompa beroperasi.
- Kapasitas pompa berkurang, yang berarti mengganggu pengoperasian pompa.
- Terjadinya gelembung-gelembung yang melalui suatu penampang tertentu dan sekaligus memperkecil head pompa.

Mengatasi kavitasi :

Karena kavitasi sangat merugikan maka gejala kavitasi harus di cegah, maka dalam perencanaan instalasi pompa dan pengoperasiannya sangat di perlukan dan di perhatikan.

Langkah-langkah yang harus di perhatikan sebagai berikut :

1. Mengurangi kerugian head pada pipa hisap, dengan cara :
 - Memperpendek pipa hisap
 - Memperbesar diameter pipa hisap dengantujuan memperkecil aliran masuk impeller
 - Mengurangi pemakaian katub pada sisi hisap
 - Mengurangi belikan yang terlampau tajam
2. Membuat permukaan dalam maupun permukaan impeller sehalus mungkin, sehingga cairan memasuki impeller dengan kecepatan perlahan-lahan
3. Menjaga temperatur fluida agar konstan
4. Memperbesar sudu pada sisi keluar dan lain-lain



BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil perhitungan pada perencanaan pompa untuk keperluan pabrik kelapa sawit dengan kapasitas pengolahan 30 TON TBS/JAM. Sehingga pompa yang di perlukan yaitu mempunyai Head 15 m dan Kapasitas 40 m/jam.

Maka data-data yang di peroleh sebagai berikut :

1. Pompa :

- Kapasitas pompa = 40m/jam
- Head pompa = 15 m
- Jenis pompa = Satu tingkat
- Putaran spesifik = 1013 rpm
- Daya pompa = 3.06 hp
- Tipe impeller = Radial

2. Spesifikasi motor penggerak :

- Jenis motor = Elekrto motor
- Daya motor = 2.65 kw
- Putaran = 1500 rpm

3. Jumlah pompa :

- Pompa yang beroperasi = 1 Buah
- Pompa cadangan = 1 Buah

4. Ukuran-ukuran pipa :

- Diameter pipa hisap = 76.2 mm
- Panjang pipa hisap = 4 m
- Kecepatan aliran di dalam pipa = 2.42 m/dt
- Bahan pipa = Besi tuang

5. Ukuran –ukuran utama pompa :

- Diameter poros = 25.48 mm
- Diameter sisi = 75.32 mm
- Diameter sisi masuk = 0.753 m
- Diameter sisi keluar = 0.15 m
- Jumlah sudu = 18 Buah
- Tipe rumah pompa = Rumah pomnpa Volut
- Tebal rumah pompa = 34.3 mm
- Bahan rumah pompa = Besi tuang (FC 20)

6. Bantalan :

- Jenis bantalan = Bantalan bola
- Kapasitas spesifik = 360 kg

DAFTAR PUSTAKA

1. Haito, Dr. Sachio, **Design Criterion for Water Work Facilities** Japan.
2. Ronald, V. Giler, **Mekanika Fluida dan Hidrolika**.
3. Stefanof, A.J, **Centrifugal and axial flow Pump**, John Willy and son inc.
4. Igor, J. Karasick, **Pump and Hand Book**, Mc Graw Hill Book, New York, 1976.
5. Church, Austin H, **Pompa dan Flower Sentrifugal**, Jakarta, Erlangga, 1984.
6. Diesel, Friz, Dakso sriyono, **Turbin, Pompa dan Kompresor**, Jakarta, Erlangga, 1990.
7. Sularso, Kiyu Katsu Suga, **Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin**, Jakarta, Pradnya Paramita, 1993.
8. Hendarij, Ir. LWP, Bianchi, P.Bustaraan, **Pompa**, Jakarta, Pradnya Paramita.
9. Bovoy, Ir. Hc. **Hand Book of Material System for Building**, Moscow, ME Graw Hill Book.
10. Transkolanki, SL. Kweize and Adam, **Impeller Pump**, Wersauna, Peragmon Press, 1965.
11. S. Timoshenko, **Dasar-dasar Perhitungan Kekutan Bahan**, Restu Agung Jakarta.
12. Fritz dietzel, **Turbin, Pompa dan Kompresor**, Erlangga, 1990