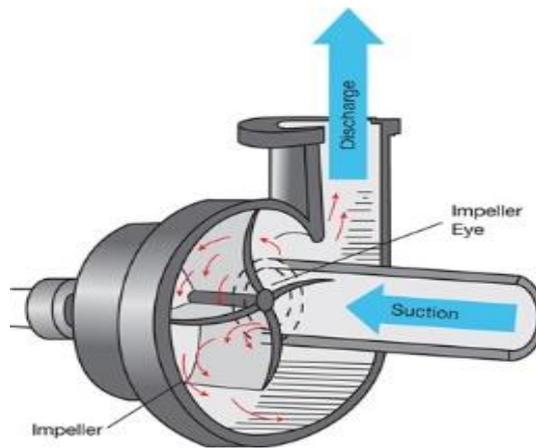


BAB II

TINJAUN PUSTAKA

2.1. Pompa Sentrifugal

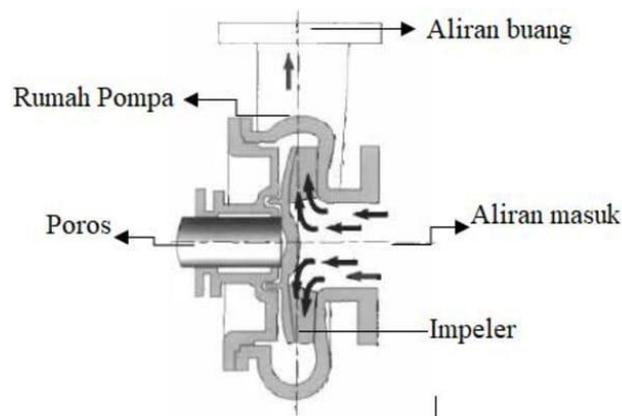
Menurut Rangatama & Pranoto, (2020). Pompa adalah salah satu jenis mesin fluida yang termasuk dalam golongan mesin kerja. Pompa sentrifugal, juga dikenal sebagai pompa sentrifugal, memiliki komponen utama berupa motor penggerak dengan impeller yang berputar dengan kecepatan tinggi yang mengubah energi mekanis menjadi energi kinetis, dan kemudian tekanan (energi kinetis sebagian dari fluida) diarahkan ke saluran buang. Casing tersebut terhubung ke saluran hisap, atau suction, dan saluran tekan (*dischearg*).



Gambar 2. 1 Pompa sentrifugal

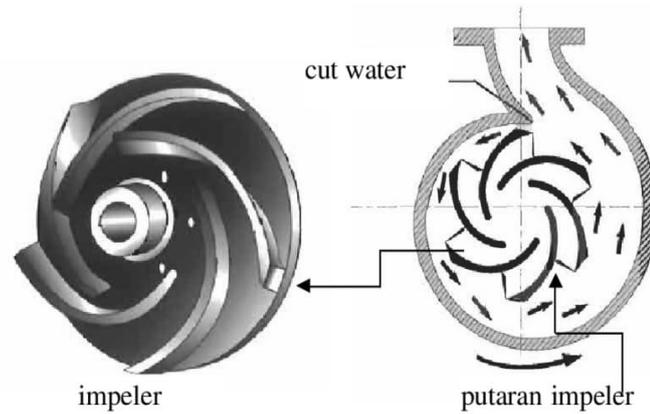
2.2. Prinsip Kerja Pompa

Menurut Siregar & Damanik, (2020). Pada pompa terdapat sudu-sudu impeler yang digunakan untuk mengubah energi mekanik putaran menjadi energi fluida head. Motor penggerak, biasanya motor listrik atau motor bakar, menghubungkan impeler ke poros pompa. Jika penggeraknya berputar, poros pompa akan berputar karena impelernya berputar, zat cair di dalamnya juga berputar. Akibatnya, tekanan dan kecepatan zat cair naik dan terlempar dari tengah pompa ke saluran yang berbentuk volut atau spiral, kemudian ke luar melalui nosel.



Gambar 2. 2 Proses pemompaan

Jadi fungsi impeller pompa adalah mengubah energi mekanik yaitu putaran impeller menjadi energi fluida (zat cair). Dengan kata lain, zat cair yang masuk pompa akan mengalami penambahan energi. Pertambahan energi Pada zat cair, head tekan, kecepatan, dan potensial meningkat. Head total adalah jumlah dari ketiga kepala ini.



Gambar 2. 3 Perubahan energi pada zat cair

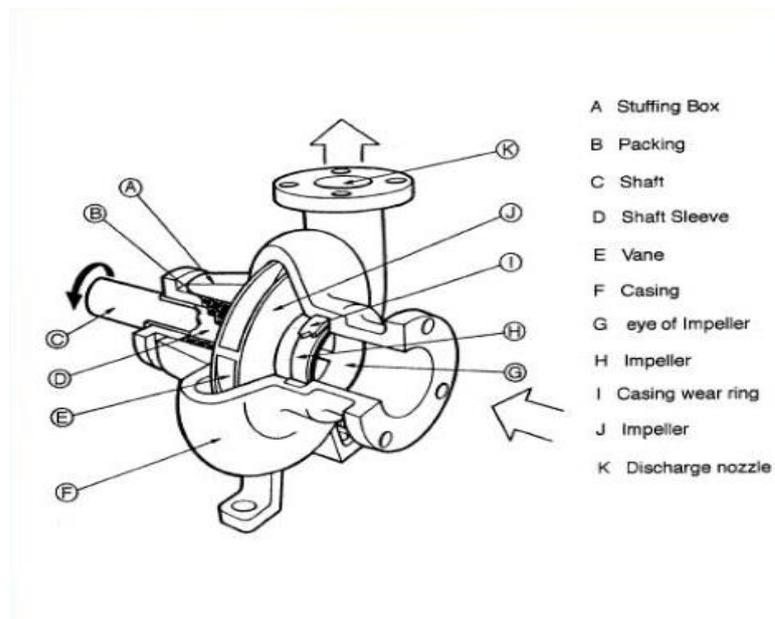
2.3. Karakteristik Pompa Sentrifugal

Menurut Hariady, (2014). Untuk memahami cara kerja pompa, Anda harus memahami beberapa karakteristiknya. Karakteristik ini termasuk

1. Kapasitas, yang menunjukkan jumlah fluida yang dialirkan oleh pompa.
2. Tekanan (*head*), yang menunjukkan tingkat tekanan yang dialami oleh fluida.
3. Daya (daya/BHP): energi yang diperlukan untuk operasi pompa.
4. Efisiensi: energi yang diperoleh fluida dari pompa dibandingkan dengan energi yang diberikan kepadanya.
5. Kecepatan: kecepatan putar dari pompa.

2.4. Bagian-Bagian Utama Pompa Sentrifugal

Menurut Hariady, (2014). Gambar berikut menunjukkan komponen utama pompa centrifugal:



Gambar 2. 4 Bagian-bagian pompa sentrifugal

Keterangan gambar dan fungsi masingmasing bagian adalah sebagai berikut:

A. Stuffing Box

Stuffing Box memiliki peran penting dalam mencegah terjadinya kebocoran pada area casing. Fungsi ini sangat krusial untuk menjaga integritas sistem dan mencegah kerugian yang disebabkan oleh kebocoran.

B. Packing

Packing digunakan untuk mencegah serta mengurangi kebocoran cairan yang mungkin terjadi dari casing pompa melalui poros. Material yang

umum digunakan untuk packing ini adalah asbes atau teflon, yang memiliki sifat tahan terhadap tekanan dan suhu tinggi

C. Shaft (poros)

Poros berfungsi untuk meneruskan momen puntir dari penggerak selama beroperasi dan tempat kedudukan impeller dan bagian-bagian berputar lainnya.

D. Shaft sleeve

Shaft sleeve memiliki peran penting dalam melindungi poros dari berbagai bentuk kerusakan, termasuk erosi, korosi, dan keausan yang dapat terjadi pada stuffing box. Dalam konteks pompa multi-stage, shaft sleeve juga berfungsi sebagai sambungan kebocoran, bantalan internal, serta sleever antar tahap atau jarak.

E. Vane

Vane, atau sudu impeller, berfungsi sebagai saluran bagi aliran cairan yang melewati impeller.

F. Casing

Casing merupakan komponen terluar dari pompa yang berfungsi melindungi elemen yang berputar. Selain itu, casing juga menjadi tempat untuk diffusor (guide vane), inlet, dan outlet nozzle. Casing memiliki peran penting dalam mengarahkan aliran dari impeller serta mengkonversi energi kecepatan cairan menjadi energi dinamis, khususnya pada pompa tipe single stage.

G. Eye of Impeller

Bagian ini merujuk pada sisi masuk yang mengarah ke isap impeller.

H. Impeller

Impeller memiliki peran penting dalam proses pemompaan, yaitu mengubah energi mekanis yang dihasilkan oleh pompa menjadi energi kecepatan pada cairan yang dipindahkan. Proses ini berlangsung secara kontinu, di mana cairan pada sisi isap akan secara berkelanjutan mengalir masuk untuk mengisi kekosongan yang ditimbulkan oleh perpindahan cairan sebelumnya. Dengan demikian, impeller memastikan kelancaran aliran cairan dalam sistem pemompaan.

I. Wearing Ring

Wearing ring berfungsi untuk memperkecil kebocoran cairan yang melewati bagian depan impeller maupun bagian belakang impeller, dengan cara memperkecil celah antara casing dengan impeller.

J. Bearing (bantalan)

Bearing, atau bantalan, memiliki peran penting dalam mendukung dan menahan beban yang diterima oleh poros, sehingga memungkinkan poros tersebut untuk berputar. Beban yang ditanggung oleh bearing dapat berupa beban radial maupun beban axial. Selain itu, bantalan juga berfungsi untuk memastikan bahwa poros dapat berputar dengan lancar dan tetap berada pada posisinya. Dengan demikian, penggunaan bearing dapat mengurangi kerugian akibat gesekan.

K. Discharge Nozzle

Discharge nozzle adalah saluran yang berfungsi sebagai keluaran fluida dari dalam pompa, atau lebih dikenal sebagai outlet pompa.

2.5. Jenis-Jenis Impeler Pompa Sentrifugal

Impeller merupakan komponen utama dalam pompa sentrifugal yang bertanggung jawab atas peningkatan energi fluida. Berdasarkan desain dan karakteristiknya. Menurut (Adisasmita & P, 2018). Impeller dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis:

2.5.1. Impeller Tertutup

Impeller yang dimaksud adalah komponen yang dilengkapi dengan baling-baling yang terbungkus oleh mantel (penutup) di kedua sisinya. Komponen ini umumnya digunakan dalam sistem pompa air, di mana baling-baling sepenuhnya mengelilingi aliran air. Penutupan ini berfungsi untuk mencegah perpindahan air dari sisi pengiriman menuju sisi penghisapan, yang dapat berdampak negatif terhadap efisiensi operasional pompa. Untuk memisahkan ruang pembuangan dari ruang penghisapan, diperlukan sebuah sambungan yang dapat bergerak antara impeller dan wadah pompa. Impeller ini dirancang khusus untuk mengalirkan fluida cair dengan viskositas rendah, sehingga dapat mencapai tingkat efisiensi yang tinggi.

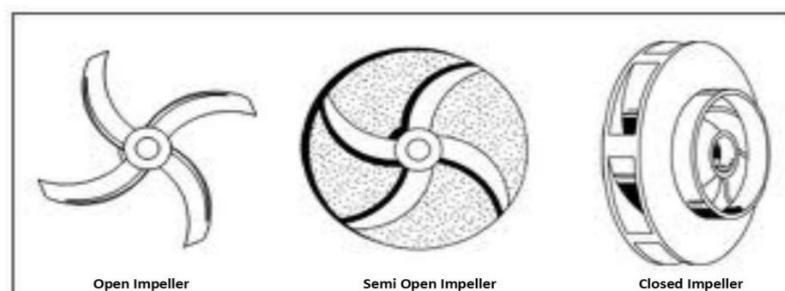
2.5.2. Impeller Terbuka

Impeller yang dimaksud adalah jenis impeller terbuka, yang ditandai dengan baling-baling yang tidak dilindungi oleh mantel (cover plate)

di kedua sisinya. Desain impeller terbuka ini mengurangi kemungkinan terjadinya penyumbatan. Namun, untuk mencegah terjadinya penyumbatan akibat resirkulasi internal, penting untuk mengatur volute atau back-plate pompa secara manual. Pengaturan ini bertujuan untuk mencapai setelan impeller yang optimal. Impeller ini umumnya digunakan untuk mengalirkan fluida cair dengan viskositas tinggi.

2.5.3. Impeller Semi-terbuka

Impeller merupakan komponen yang dirancang dengan pelat bundar (web) yang terpasang pada satu sisi pisau (blade). Dalam konstruksinya, impeller ini telah dipasang pada pelat melingkar di kedua sisi pisau. Salah satu keunggulan dari impeller ini adalah risiko penyumbatan yang relatif rendah, serta kemampuan untuk menghasilkan efisiensi yang cukup baik, meskipun tidak sebanding dengan efisiensi impeller tertutup. Selain itu, impeller jenis ini juga ditawarkan dengan harga yang lebih terjangkau jika dibandingkan dengan impeller tertutup (Adisasmita & P, 2018).



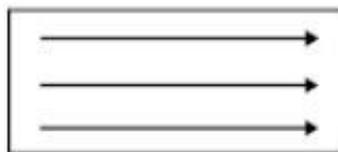
Gambar 2. 5 Open impeller, Semi-open impeller, Closed impeller

2.6. Aliran Fluida

Aliran dalam fluida memiliki karakteristik yang berbeda dibandingkan dengan zat padat, terutama disebabkan oleh kemampuan fluida untuk mengalir. Fluida cenderung lebih mudah mengalir karena ikatan antar molekulnya lebih lemah dibandingkan dengan ikatan pada zat padat. Hal ini mengakibatkan fluida mengalami hambatan yang relatif kecil terhadap perubahan bentuk akibat gesekan. Selain itu, beberapa jenis aliran sangat dipengaruhi oleh bilangan Reynolds. Bilangan Reynolds merupakan bilangan tak berdimensi yang memiliki peranan penting dalam penelitian aliran fluida, khususnya dalam konteks aliran melalui pipa (Çengel, Y. A., & Cimbala, 2014).

1. Aliran Laminar

Aliran laminar dapat didefinisikan sebagai jenis aliran di mana fluida bergerak dalam lapisan-lapisan atau lamina-lamina. Dalam kondisi ini, setiap lapisan fluida bergerak secara halus dan teratur. Selain itu, aliran laminar ditandai dengan nilai bilangan Reynolds yang kurang dari 2300 ($Re < 2300$).

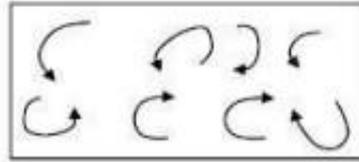


Gambar 2. 6 Aliran laminar

2. Aliran Turbulen

Aliran dimana pergerakan dari partikel-partikel fluida sangat tidak menentu karena mengalami pencampuran serta putaran partikel antar lapisan,

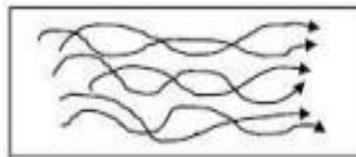
yang mengakibatkan saling tukar momentum dari satu bagian fluida ke bagian fluida yang lain dalam skala yang besar. Dimana nilai bilangan Reynoldsnya lebih besar dari 4000 ($Re > 4000$).



Gambar 2. 7 Aliran turbulen

3. Aliran Transisi

Transisi aliran merujuk pada perubahan dari aliran laminar menjadi aliran turbulen. Rentang nilai bilangan Reynolds yang menunjukkan transisi ini berkisar antara 2300 hingga 4000, dengan kriteria matematis dinyatakan sebagai $2300 < Re < 4000$.



Gambar 2. 8 Aliran transisi

2.7. Jenis Aliran Dalam Pompa Sentrifugal

Menurut Siregar & Damanik, (2020). Aliran dalam pompa sentrifugal dapat diklasifikasikan menjadi tiga jenis utama:

2.7.2. Pompa Aliran Aksial

Arah aliran dalam sudu gerak pada pompa aliran aksial berada pada bidang yang sejajar dengan sumbu poros. Head yang dihasilkan dalam sistem ini disebabkan oleh besarnya gaya angkat yang dihasilkan oleh sudu-sudu gerak. Pompa aliran aksial memiliki karakteristik yang unik dalam hal pengaturan aliran dan efisiensi operasionalnya pada gambar mempunyai head yang lebih rendah tetapi kapasitasnya lebih rendah.

2.7.1. Pompa Aliran Radial

Arah aliran dalam sudu gerak pada pompa aliran radial terjadi pada bidang yang tegak lurus terhadap poros. Selain itu, head yang dihasilkan disebabkan oleh gaya sentrifugal yang bekerja pada sistem. Pompa aliran radial memiliki kemampuan untuk menghasilkan head yang lebih tinggi dibandingkan dengan jenis pompa lainnya.

2.7.3. Pompa Aliran Campuran

Cara kerja pompa ini dimulai dengan masuknya fluida cair ke dalam sistem. Pada tahap ini, pompa diaktifkan oleh motor yang berfungsi sebagai penggerak utama. Motor tersebut memutar poros, yang selanjutnya menyebabkan sudu-sudu pompa (impeler) berputar. Proses ini mengakibatkan fluida dihisap oleh sudu-sudu pompa dan ditekan ke sisi tekan dalam arah aksial. Pompa aksial umumnya dirancang untuk memenuhi kebutuhan head yang rendah, sambil tetap mampu menghasilkan kapasitas aliran yang besar.

2.8. Rumus perhitungan

Adapun rumus perhitungannya sebagai berikut :

2.8.1. Debit

$$Q = \frac{v}{t} \dots\dots\dots(\text{Lit.2})\text{Hal 3}$$

Dimana:

Q : Debit (m^3/s)

t : waktu (s)

v : Volume air (m^3)

2.8.2. Daya Hidrolik Pompa

$$P_h = \rho \times g \times Q \times H \dots\dots\dots(\text{Lit.5})\text{Hal 2}$$

Dimana:

ρ = Massa Jenis (kg/m^3)

g = Gravitasi (m/s^2)

Q = Debit (m^3/s)

H = Head Pompa (m)

2.8.3. Kecepatan Aliran Fluida

$$v = \frac{Q}{A} \dots\dots\dots(\text{Lit.5})\text{Hal 2}$$

Dimana:

v = Kecepatan aliran (m/s)

Q = Debit (m^3/s)

s Penampang (m²)

2.8.4. Reynold Number

$$R = \frac{\rho \times v \times D}{\mu} \dots\dots\dots(\text{Lit.2})\text{Hal 8}$$

Dimana:

ρ = Massa Jenis/density (kg/m³)

v = Kecepatan aliran (m/s)

D =Diameter pipa (m)

μ = Viskositas (Pa·s)

2.8.6. Efisiensi

$$\eta = \frac{\text{Daya}_{hidrolik}}{\text{Daya}_{motor}} \times 100 \% \dots\dots\dots(\text{Lit.5})\text{Hal 3}$$

Dimana:

Daya Hidrolik (W)

Daya Motor (W)

