

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Propeller merupakan komponen utama yang sangat penting pada pompa aksial propeller yang berfungsi untuk mengubah energi mekanis menjadi energi kecepatan pada fluida.

Energi kecepatan yang dihasilkan propeller didasarkan dari besaran putaran poros yang digerakan oleh motor listrik. Energi yang diberikan oleh propeller untuk memindahkan fluida adalah akibat adanya dorongan bilah - bilah pada propeller. Fluida yang keluar melalui bilah - bilah, dan meninggalkan propeller dengan kecepatan tinggi, lalu melewati saluran yang penampangnya semakin membesar sehingga terjadi perubahan head (tinggi tekan) kecepatan menjadi head tekanan.

Pompa aksial propeller yang mempunyai propeller untuk menaikkan fluida dari tempat yang rendah ketempat yang lebih tinggi dari akibat adanya kecepatan dan tekanan. Pada pompa kecepatan dan tekanan yang terjadi dapat dipengaruhi desain propeller termasuk di dalamnya pengaruh jumlah bilah propeller. Jumlah bilah pada propeller akan merubah kecepatan aliran, head, daya pompa dan efisiensi pompa.

Hal tersebut diatas dapat dikatakan sebagai kinerja sebuah pompa. Oleh sebab itu, perencanaan sebuah propeller sangat bergantung pada bagian utamanya

dimana salah satu bagian yang penting adalah jumlah bilah. Jumlah bilah dapat dianalisa berdasarkan diameter masuk dan keluar fluida, sehingga berpengaruh kepada kinerja fluida yang akan dipindahkan. Dalam menganalisa kinerja fluida pada pompa, perlu diperhatikan dimensi (ukuran-ukuran) propeller sesuai kapasitas air yang dibutuhkan. Semakin banyak jumlah bilah maka kapasitas dan efisiensi pompa semakin meningkat atau sebaliknya jika semakin sedikit jumlah bilah maka kapasitas dan efisiensi semakin rendah. Hal ini perlu dibuktikan dengan suatu eksperimen/pengujian terhadap propeller.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka dapat di rumusan masalah sebagai berikut

1. Bagaimana pengaruh jumlah bilah propeller terhadap kapasitas pompa ?
2. Bagaimana pengaruh jumlah bilah propeller terhadap kecepatan aliran pompa ?
3. Bagaimana pengaruh jumlah bilah propeller terhadap efisiensi pompa?
4. Bagaimana pengaruh jumlah bilah propeller terhadap daya poros pompa?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian tugas akhir ini batasan masalah meliputi sebagai berikut:

1. Analisa perhitungan terhadap head, kapasitas, daya dan efisiensi pompa.
2. Penelitian dilakukan menggunakan 3 buah propeller dengan jumlah bilah yang berbeda.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengetahui pengaruh variasi jumlah bilah terhadap debit, kecepatan aliran, daya poros, head dan efisiensi pompa.
2. Untuk menghitung jumlah bilah yang lebih bagus (efektif) untuk pompa.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari dilakukannya penelitian ini yaitu :

1. Dapat mengetahui kinerja terbaik setelah dilakukan variasi jumlah bilah terhadap axial water pump.
2. Dapat mengetahui perhitungan, kecepatan aliran, head dan efisiensi pompa setelah dilakukan pengujian jumlah bilah propeller.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini yaitu sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisikan tentang latar belakang masalah, manfaat dan tujuan penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, dan sistematika penulisan

BAB 2 LANDASAN TEORI

Bab ini menjelaskan tentang landasan teori tentang pompa baik pengertian, dan klasifikasi pompa. Berdasarkan dari teori-teori inilah penulis akan melakukan pengujian propeller yang telah di bentuk.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab ini berisikan tentang bagaimana penulis untuk mencapai tujuan dalam penelitian ini. Bagian ini berisikan tentang mulai dari langkah- langkah skema penelitian, penyiapan bahan bahan yang diperlukan dan prosedur penelitian.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi mengenai pengolahan data pengujian dan data yang diperoleh dari hasil penelitian dan juga grafik hasil dari perhitungan data.

BAB 5 PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil pengujian dan analisa yang telah dilakukan serta saran-saran yang diajukan oleh penulis.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Pompa

Pompa adalah suatu alat/pesawat yang digunakan untuk memindahkan fluida cair (liquid) dari suatu tempat yang rendah ke tempat lain yang lebih tinggi melalui suatu sistem perpipaan, atau dari suatu tempat yang bertekanan rendah ke tempat yang bertekanan tinggi, atau dari satu tempat ke tempat lain yang jauh serta untuk mengatasi tahanan hidrolisnya. Prinsip operasinya pompa adalah memberikan perbedaan tekanan antara bagian suction (hisap) dan bagian discharge (tekan) dengan mentransfer energi mekanis dari suatu sumber energi luar (motor listrik, motor bensin/diesel ataupun turbin dan lain-lain) untuk dipindahkan ke fluida kerja yang dilayani. Dengan demikian pompa menaikkan energi cairan yang dilayani sehingga cairan tersebut dapat mengalir dari suatu tempat yang bertekanan rendah ke tempat yang bertekanan tinggi.

2.2 Klasifikasi Pompa

Secara umum pompa diklasifikasikan sebagai berikut:

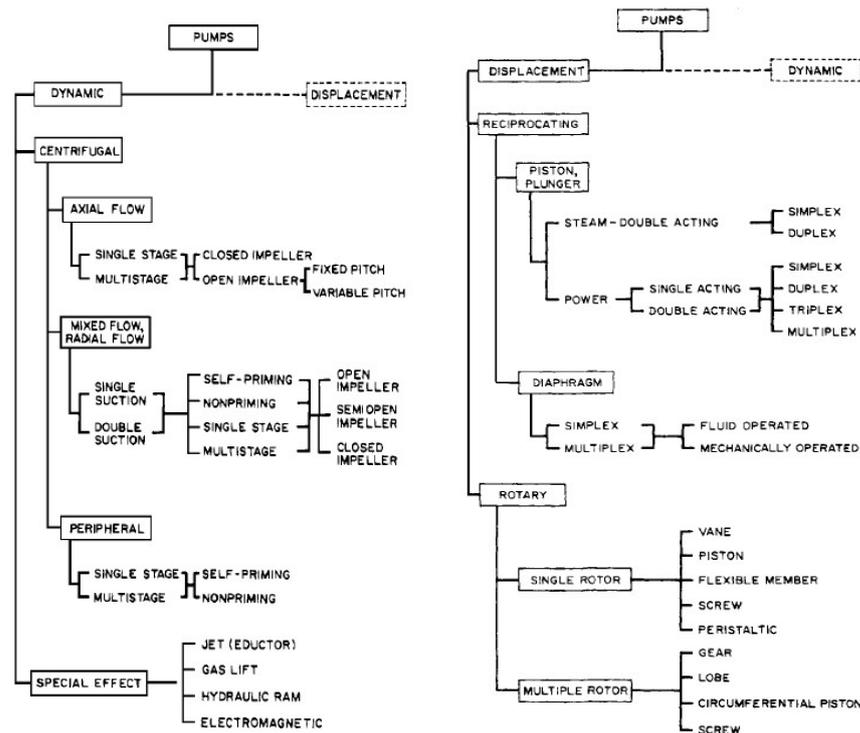
a. Berdasarkan cara pemindahan fluida dari sisi suction ke sisi discharge, pompa diklasifikasikan menjadi 2 macam yaitu :

1. *Positive Displacement Pump (Displacement Pump)*

Positive Displacement Pump adalah pompa yang memberikan energi secara periodik ke fluida dengan cara memberikan gaya ke fluida pada volume tertentu. Sehingga menghasilkan kenaikan tekanan untuk mengalirkan fluida.

2. Non Positive Displacement Pump (Dynamic Pump)

Pompa yang memberikan energi secara terus menerus ke fluida untuk menaikkan kecepatan fluida di sisi discharge, kemudian kecepatan fluida direduksi untuk menaikkan tekanan. Dari gambar 2.1 dapat dilihat klasifikasi pompa displacement dan pompa dynamic secara lengkap.

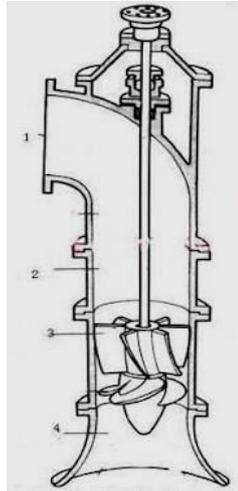


Gambar 2.1 Klasifikasi Pompa

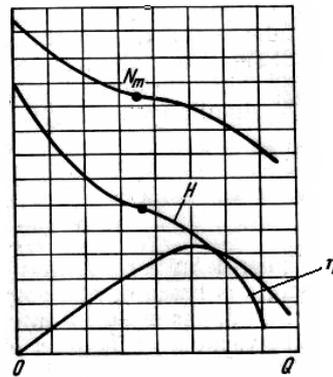
2.3 Pompa Aksial Propeller

Hal yang spesifik terjadi pada pompa propeller atau pompa aliran aksial adalah arah aliran cairan melalui pompa betul – betul aksial. Pompa- pompa jenis ini relatif berukuran kecil dibandingkan kapasitasnya yang besar. Kapasitasnya antara 0,1 – 30 m³ / detik dan headnya relatif rendah, sekitar 1 – 5 m. Dalam operasinya, propeller pompa selalu terbenam dalam cairan yang dipompa. Porosnya bisa horizontal, vertikal maupun miring. Pompa ini bisa mempunyai satu propeller atau mempunyai beberapa propeller yang digandeng atau dijejer

seperti halnya propeller – propeller pada multistage centrifugal pump. Pompa aksial propeller dengan banyak propeller ini bisa mencapai head sampai dengan 20 m. Gambar adalah bentuk dari pompa axial propeller



Gambar 2.2 Pompa Aksial Propeller



Gambar 2.3 Kurva Karakteristik Pompa Aksial Propeller

Dari kurva karakteristik pompa aksial propeller pada buku marine auxiliary machinery and system pada grafik, dapat disimpulkan : Kurva karakteristik daya penggerak N_m dan head H mempunyai titik-titik infleksi K1 1. Efisiensinya tinggi dan k. Kebutuhan daya penggerak sekitar 20% sampai 40% lebih tinggi dan head 50% sampai 100% lebih tinggi bila katup discharge ditutup dibandingkan dengan daya penggerak dan head pada efisiensi maksimum.

Dari kurva karakteristik terlihat bila dilakukan pengaturan kapasitas dengan sistem throttling pada katup discharge maka efisiensi akan turun secara drastis. Oleh karena itu, untuk pompa propeller yang besar, pengaturan kapasitas dilakukan dengan cara pengaturan pitch dari bilah-bilah. Artinya bilah-bilah terhadap bidang horizontal diatur (bilah dikuncupkan atau dikembangkan).

Kelemahan pompa aliran aksial adalah head yang dihasilkan rendah namun mempunyai keunggulan antara lain:

1. Efisiensinya tinggi
2. Putaran tinggi sehingga dapat langsung di sambungkan dengan motor penggerak
3. Ukuran Pompa keseluruhan kecil dibanding kapasitasnya
4. Pompa mampu mengalirkan cairan yang kotor
5. Mudah desain, maintenance dan operasinya.

2.4 Klasifikasi Pompa Aksial Propeller

Pompa aksial propeller adalah jenis pompa yang menggunakan prinsip aliran aksial untuk memindahkan fluida. Berikut adalah klasifikasi utama dari pompa aksial propeller:

a. Berdasarkan Jenis Propeller

- Fixed Pitch Propeller : Propeller dengan bilah tetap.
Keunggulannya adalah desain yang sederhana dan biaya pemeliharaan yang rendah.
- Variable Pitch Propeller : Propeller dengan bilah yang bisa diubah. Memungkinkan kontrol yang lebih baik terhadap aliran dan

tekanan, serta efisiensi yang lebih tinggi dalam berbagai kondisi operasi.

b. Berdasarkan Konfigurasi Konstruksi

- Horizontal Axial Pump : Pompa aksial dengan sumbu horizontal. Sering digunakan dalam aplikasi yang membutuhkan pemasangan yang mudah dan perawatan yang lebih sederhana.
- Vertical Axial Pump : Pompa aksial dengan sumbu vertikal. Umumnya digunakan dalam aplikasi dengan ruang terbatas atau untuk memanfaatkan gravitasi dalam pengoperasian.

c. Berdasarkan Cara Penggerak

- Direct Driven Pump : Pompa yang digerakkan langsung oleh motor atau mesin penggerak. Memiliki efisiensi tinggi karena minimnya komponen perantara.
- Belt Driven Pump : Pompa yang digerakkan melalui sabuk dari mesin penggerak. Fleksibilitas lebih tinggi dalam penempatan mesin penggerak, tetapi efisiensi sedikit lebih rendah.

d. Berdasarkan Aplikasi

- Industrial Axial Pump : Digunakan dalam industri untuk memindahkan berbagai jenis cairan seperti air, minyak, atau bahan kimia.

- Marine Axial Pump : Digunakan dalam aplikasi kelautan, seperti pada kapal untuk mengatur aliran air ballast atau pendinginan mesin.
- Irrigation Axial Pump : Digunakan dalam sistem irigasi untuk memindahkan air dari sumber ke area pertanian.

e. Berdasarkan Bahan Konstruksi :

- Metallic Axial Pump : Terbuat dari bahan logam seperti baja atau besi cor. Cocok untuk aplikasi dengan kondisi kerja berat dan fluida yang korosif.
- Non Metallic Axial Pump : Terbuat dari bahan non-logam seperti plastik atau komposit. Digunakan untuk aplikasi dengan fluida yang tidak terlalu korosif dan tekanan rendah.

2.5. Propeller

Propeller merupakan komponen utama yang berfungsi untuk memindahkan fluida dengan cara memberikan dorongan searah dengan sumbu atau poros putarnya. Propeller pada pompa aksial memiliki bilah-bilah yang mirip dengan baling-baling pada kipas angin, yang dirancang untuk menghasilkan aliran fluida dengan kecepatan tinggi dan tekanan yang lebih rendah.

Propeller dipasang pada satu ujung poros dan ujung lain dipasang kopling untuk meneruskan daya dari penggerak . Poros ditumpu oleh dua buah bantalan, sebuah paking atau perapat dipasang pada bagian rumah yang ditembus poros untuk mencegah air membocor atau udara masuk ke dalam pompa.

2.5.1. Jenis-jenis Propeller

- *Fixed pitch* Propeller

Bilah propeller memiliki sudut tetap dan tidak dapat diubah selama operasi. Jenis ini sederhana dan sering digunakan pada pesawat kecil atau kapal dengan kecepatan tetap.

- *Variable pitch* Propeller

Memiliki bilah yang sudutnya dapat diubah untuk mengoptimalkan efisiensi pada berbagai kondisi operasi. Umumnya digunakan pada pesawat terbang, kapal besar, dan aplikasi lain di mana perubahan kecepatan dan daya dorong diperlukan.

- *Controllable pitch* Propeller

Jenis propeller yang memungkinkan operator mengatur sudut bilah selama operasi, bahkan saat propeller sedang berputar. Ini berguna untuk mengontrol daya dorong dan kecepatan kapal atau pesawat dengan lebih baik

- *Axial flow* Propeller

Digunakan dalam pompa aksial atau kipas industri untuk menghasilkan aliran fluida searah dengan sumbu rotasi. Cocok untuk aplikasi dengan aliran besar dan peningkatan tekanan rendah

2.5.2. Arah aliran keluaran propeller

- Pompa aliran radial

Arah aliran dalam bilah gerak pada pompa aliran radial pada bidang yang tegak lurus terhadap poros dan head yang timbul akibat dari gaya sentrifugal itu sendiri. Pompa aliran radial

mempunyai head yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan pompa jenis yang lain.

- Pompa aliran aksial

Arah aliran dalam bilah gerak pada pompa aliran aksial terletak pada bidang yang sejajar dengan sumbu poros dan head yang timbul akibat dari besarnya gaya angkat dari bilah-bilah geraknya. Pompa aliran aksial head yang lebih rendah tetapi kapasitasnya lebih besar.

- Pompa aliran campuran

Pada pompa ini fluida yang masuk sejajar dengan sumbu poros dan keluar bilah dengan arah miring (merupakan perpaduan dari pompa aliran radial dan aliran aksial). Pompa ini mempunyai head yang lebih rendah namun mempunyai kapasitas lebih besar

2.6. Dasar Perhitungan Pompa

Dasar perhitungan pompa melibatkan berbagai parameter untuk menentukan ukuran, jenis, dan performa pompa yang sesuai dengan kebutuhan aplikasi. Berikut adalah beberapa dasar perhitungan yang umum digunakan dalam desain dan pemilihan pompa:

a. Kapasitas Pompa (Q)

Kapasitas pompa diukur sebagai volume fluida yang dipindahkan per unit waktu. Satuan yang umum digunakan adalah liter per detik (L/s), meter kubik per jam (m³/h), atau galon per menit (GPM).

$$\text{Debit Aliran dalam Liter per Detik (L/s)} \quad Q = A \times v$$

Dimana:

- Q = Debit aliran (L/s)
- A = Luas penampang pipa (m^2)
- v = Kecepatan fluida (m/s)

b. Perhitungan Tekanan (*Head*)

a. Head statis

Head statis adalah perbedaan ketinggian antara titik masuk dan titik keluar fluida. Ini mencakup ketinggian fluida di sisi hisap (suction) dan sisi tekan (discharge) pompa.

$$H \text{ statis} = h \text{ discharge} - h \text{ suction}$$

Dimana :

- $H \text{ statis}$ = Statis head (m)
- $h \text{ discharge}$ = Ketinggian fluida di sisi discharge (m)
- $h \text{ suction}$ = Ketinggian fluida di sisi suction (m)

b. Friction Head (Head Gesekan)

Friction head adalah kehilangan tekanan yang terjadi karena gesekan fluida dengan dinding pipa dan fitting sepanjang aliran fluida.

$$H_{\text{friction}} = f \times \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2g}$$

Dimana :

- H_{friction} = Friction head (m)
- f = Koefisien gesekan pipa

- L = Panjang Pipa
- D = Diameter pipa
- v = Kecepatan fluida (m/s)
- g = Percepatan Gravitasi (9.81 m/ s²)

c. Velocity Head (Head Kecepatan)

Velocity head adalah energi yang dibutuhkan untuk memberikan kecepatan tertentu pada fluida.

$$H \text{ velocity} = \frac{v^2}{2g}$$

Dimana :

- $H \text{ velocity}$ = Velocity head (m)
- v = Kecepatan fluida (m/s)
- g = Percepatan Gravitasi (9.81 m/ s²)

d. Total Head (Head Total)

Total head adalah jumlah dari semua head yang harus diatasi oleh pompa untuk memindahkan fluida. Ini adalah penjumlahan dari static head, friction head, dan velocity head.

$$H \text{ total} = H \text{ statis} + H \text{ friction} + H \text{ velocity}$$

Dimana :

- $H \text{ total}$ = Total Head (M)
- $H \text{ velocity}$ = Velocity head (m)
- $H \text{ friction}$ = Friction head (m)
- $H \text{ statis}$ = Statis head (m)

c. Efisiensi Pompa

Efisiensi pompa adalah ukuran seberapa efektif pompa mengubah daya yang diberikan menjadi energi hidrolik untuk mengalirkan fluida. Ini dihitung dengan membandingkan daya hidrolik yang dihasilkan oleh pompa dengan daya yang diinputkan ke pompa.

$$\eta = \frac{P \text{ hidrolik}}{P \text{ input}} \times 100 \%$$

Dimana :

- η = Efisiensi pompa (%)
- P hidrolik = Daya Hidrolik yang dihasilkan pompa (Kw)
- P input = Daya yang di input ke pompa (Kw)

f. Daya Pompa

Daya pompa adalah energi yang diperlukan oleh pompa untuk memindahkan fluida melalui sistem, dan ini biasanya diukur dalam satuan kilowatt (kW) atau horsepower (HP). Daya pompa dipengaruhi oleh debit aliran, total head, dan efisiensi pompa.

a. Daya Hidrolik

Daya hidrolik adalah daya yang dibutuhkan untuk mengatasi head total dengan debit tertentu.

$$P \text{ hidrolik} = \frac{\rho \times g \times Q \times H}{1000}$$

Dimana :

- P hidrolik = Daya hidrolik (Kw)
- Q = Debit Aliran (m^3/s)
- H = Head total (m)

- ρ = Densitas fluida (kg/m^3) (biasanya 1000 kg/m^3 untuk air)
- g = Percepatan Gravitasi (9.81 m/s^2)

b. Daya Poros Pompa

Daya pompa adalah daya input yang dibutuhkan untuk menjalankan pompa, memperhitungkan efisiensi pompa. Ini adalah daya hidrolis dibagi dengan efisiensi pompa.

$$P = \frac{P \text{ hidrolis}}{\eta}$$

Dimana :

- P = Daya pompa (kW)
- η = Efisiensi pompa (%)