

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pompa merupakan salah satu komponen penting dalam berbagai industri. Termasuk industri air minum, pengolahan limbah, dan lain-lain. Pompa aqua 401 merupakan salah satu jenis pompa yang digunakan untuk mengalirkan fluida dengan kapasitas yang relatif besar. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kinerja pompa, yaitu desain impeller, rumah pompa, kecepatan sudut dan laju aliran. Pompa merupakan salah satu jenis mesin fluida dinamis (*fluid machinery*) yang dirancang untuk memindahkan fluida dari titik bertekanan rendah ke titik bertekanan lebih tinggi, dengan cara meningkatkan energi fluida melalui konversi energi mekanik dari poros penggerak menjadi energi kinetik dan tekanan pada fluida tersebut. Pompa digunakan secara luas dalam berbagai sektor, termasuk penyediaan air bersih, irigasi pertanian, pemrosesan industri, serta sistem pengendalian limbah dan drainase, karena kemampuannya mengatasi perbedaan tekanan, perbedaan ketinggian, dan hambatan gesekan dalam sistem perpipaan (Saputra,2020).

Pompa sentrifugal termasuk dalam kelompok pompa kinetik yang banyak diaplikasikan pada berbagai sistem perpindahan fluida di bidang teknik mesin dan industri proses. Mekanisme kerja pompa ini memanfaatkan gaya sentrifugal yang timbul akibat rotasi impeller. Fluida masuk melalui bagian pusat impeller (*eye*), kemudian terdorong ke arah radial oleh putaran impeller sehingga mengalami peningkatan kecepatan aliran dan energi kinetik. Selanjutnya, fluida yang keluar dari impeller diarahkan menuju casing yang dirancang dalam bentuk *volute* atau *diffuser*, di mana energi kinetik aliran secara bertahap dikonversi menjadi energi tekanan. Proses konversi energi ini memungkinkan fluida dialirkan ke sistem dengan kebutuhan tekanan operasi yang lebih tinggi dibandingkan tekanan pada sisi masuk pompa (Gulich.dkk, 2021). Ditinjau dari karakteristik prinsip kerja dan aspek konstruksinya, pompa sentrifugal umumnya memiliki konfigurasi mekanis yang sederhana sehingga memudahkan proses perawatan dan pengoperasian. Selain itu, kinerja pompa ini dapat mencapai tingkat efisiensi yang baik

apabila desain impeller serta kondisi operasionalnya dirancang dan dikendalikan secara tepat. Atas dasar pertimbangan tersebut, pompa sentrifugal banyak dijadikan objek kajian dalam penelitian optimasi performa di bidang teknik mesin, khususnya penelitian yang berfokus pada pengembangan dan modifikasi komponen impeller guna meningkatkan nilai efisiensi serta kemampuan head pompa (Karassik et al., 2021).

Impeller merupakan komponen yang berputar di dalam mesin pompa, berbentuk roda atau baling-baling dan dipasang pada poros pusat. Komponen ini berfungsi menghisap atau mengalirkan fluida dan mengubah energi mekanik menjadi energi kinetik atau energi tekanan pada fluida. Desain dan performa impeller penting untuk dipertimbangkan supaya dapat memenuhi persyaratan dan efisiensi yang diinginkan (Sulistiyorini et al., 2023). Berbagai penelitian eksperimental dan numerik menunjukkan bahwa modifikasi geometri impeller memiliki potensi signifikan dalam meningkatkan efisiensi pompa sentrifugal. Desain sudu impeller yang optimal terbukti mampu menurunkan intensitas turbulensi aliran dan mengurangi kerugian energi internal, sehingga meningkatkan performa pompa secara keseluruhan, baik dari sisi efisiensi maupun head kerja (Patel & Lakhera, 2020).

Efisiensi pompa sentrifugal menggambarkan tingkat kemampuan pompa dalam mengonversi energi mekanik yang disuplai oleh poros penggerak menjadi energi hidraulik pada fluida yang dipindahkan. Secara kuantitatif, nilai efisiensi dinyatakan sebagai rasio antara daya hidraulik fluida pada sisi keluar pompa terhadap daya mekanik yang diberikan pada poros pompa. Semakin tinggi nilai efisiensi ini, semakin kecil energi yang hilang akibat gesekan, turbulensi aliran, maupun ketidaksempurnaan desain pada komponen utama pompa seperti impeller dan *casing* (Karassik et al., 2021).

Nilai efisiensi pompa sentrifugal tidak bersifat konstan, melainkan sangat dipengaruhi oleh kondisi operasi dan karakteristik desain pompa. Parameter seperti debit aliran, head operasi, serta konfigurasi geometris impeller memiliki pengaruh signifikan terhadap efisiensi kerja pompa. Pada umumnya, pompa sentrifugal menunjukkan efisiensi maksimum ketika beroperasi pada *Best Efficiency Point* (BEP), yaitu titik kerja optimal yang merepresentasikan kombinasi paling efisien antara debit dan *head* dengan konsumsi energi minimum (Gulich, 2020).

Berbagai penelitian eksperimental dan numerik menunjukkan bahwa modifikasi

geometri impeller memiliki potensi signifikan dalam meningkatkan efisiensi pompa sentrifugal. Desain sudu impeller yang optimal terbukti mampu menurunkan intensitas turbulensi aliran dan mengurangi kerugian energi internal, sehingga meningkatkan performa pompa secara keseluruhan, baik dari sisi efisiensi maupun *head* pompa saat bekerja (Patel & Lakhera, 2020).

Dalam penelitian ini, pemahaman mengenai efisiensi pompa dan peran impeller menjadi aspek fundamental, fokus penelitian ini diarahkan pada upaya peningkatan performa pompa melalui modifikasi impeller. Pendekatan kuantitatif berbasis *Design of Experiment* (DOE) digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisis pengaruh parameter desain impeller terhadap efisiensi pompa Aqua 401 secara sistematis. Metode ini memungkinkan evaluasi statistik yang objektif terhadap data performa pompa, sehingga hasil penelitian dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah dan memberikan kontribusi nyata terhadap pengembangan desain pompa sentrifugal (Montgomery, 2020).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan diatas, maka dapat dirumuskan beberapa rumusan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh modifikasi desain impeller terhadap pompa aqua 401 dengan menggunakan metode *Design Of Experiment* (DOE)?
2. Bagaimana pengaruh penambahan jumlah sudu pada impeller juga terhadap kinerja pompa?

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan pada tugas akhir ini dilakukan bertujuan sebagai berikut.

1. Mengetahui modifikasi desain impeller pompa aqua 401 dengan menggunakan metode *Design of Experiment* (DOE).
2. Menganalisis pengaruh penambahan jumlah sudu pada impeller terhadap kinerja pompa.

1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini, diantaranya:

A. Bagi Akademis

Hasil penelitian ini merupakan pengembangan dari teori-teori yang ada dihubungkan dengan kenyataanya di lapangan. Dari hasil ini dapat ditarik suatu kesimpulan baru yang pada waktu akan datang dapat dikembangkan lebih lanjut.

B. Bagi Masyarakat

Penelitian ini bermanfaat bagi masyarakat melalui peningkatan efisiensi energi dan kinerja pompa air yang banyak digunakan di sektor rumah tangga maupun industri. Desain impeller yang lebih efisien dapat menurunkan konsumsi listrik, memperpanjang umur peralatan, serta mendukung penggunaan energi yang ramah lingkungan. Dengan demikian, penelitian ini berkontribusi terhadap upaya efisiensi energi nasional dan pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan.

C. Bagi Peneliti

Penelitian ini bermanfaat bagi peneliti untuk menambah pengetahuan dan keterampilan dalam menganalisis kinerja pompa dengan metode *Design of Experiment (DOE)*. Selain itu, penelitian ini melatih untuk berpikir kritis, sistematis, serta memahami hubungan antara desain impeller dan efisiensi kerja pompa sebagai dasar pengembangan penelitian selanjutnya.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah meliputi sebagai berikut.

1. Penelitian ini menggunakan pompa sentrifugal tipe Aqua 401 sebagai instrumen uji utama.
2. Modifikasi difokuskan pada parameter geometri impeller, yaitu jumlah sudu 3-5-7, sudut luaran impeller 25 dan 30 derajat.
3. Analisis dilakukan untuk mengukur dan membandingkan perubahan performa hidrolis dan head pompa akibat variasi desain impeller.

4. Data diperoleh melalui pengukuran langsung real time dari alat ukur terhadap debit, tekanan, daya input motor pompa saat operasional, dan head pompa pada berbagai variasi desain.
5. Pengujian dilakukan menggunakan media air bersih, tanpa mempertimbangkan faktor eksternal seperti suhu, kavitasi, atau variasi daya motor penggerak.