

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 LATAR BELAKANG MASALAH

Penggunaan pompa sentrifugal untuk memindahkan fluida air dari satu wadah ke wadah yang lain, lazim kita temui dalam dunia industri maupun kehidupan sehari-hari. Pompa sentrifugal merupakan salah satu mesin rotodinamik yang menambahkan energi kepada fluida melalui sistem bilah (impeller atau rotor) yang berotasi.

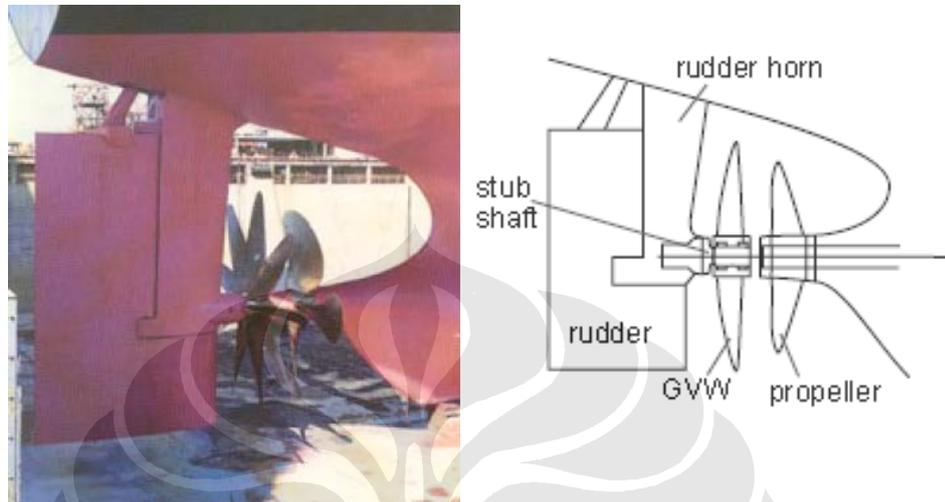
Energi yang dipindahkan oleh rotor tersebut menghasilkan kecepatan pada fluida, sehingga fluida meninggalkan rotor dengan kecepatan relatif terhadap rotor. Sifat fluida air yang incompressible menyebabkan fluida air secara kontinu mengalir melalui bagian masuk rotor. Karena bentuk rotor pompa sentrifugal yang tegak lurus terhadap aliran masuk fluida, fluida yang mengalir melaluinya memiliki komponen kecepatan antara lain :

1. komponen aksial atau sejajar dengan sumbu rotasi rotor
2. komponen radial atau meridional yang normal terhadap sumbu rotasi
3. komponen tangensial (*whirl component*) atau yang normal terhadap kedua komponen kecepatan aksial maupun radial

Fluida masuk melalui bagian tengah impeller dalam arah yang aksial, dengan sebuah komponen tangensial (pusaran atau prerotasi). Akibat adanya komponen kecepatan tangensial dan sifat-sifat fluida air yang viskos, fluida mengalir melalui celah celah atau bilah kipas dan piringan meninggalkan bagian perifer impeller pada tekanan tinggi dan kecepatan tinggi memasuki *casing* atau *volute*.

Kombinasi antara ketiga komponen kecepatan fluida yang mengalir melalui *casing* atau *volute*, ditambah lagi dengan sifat viskos air, sifat turbulen air pada kecepatan alir tertentu, dan efek gaya gesek pada lapisan batas penampang pipa keluaran akan membentuk gejalak fluida air dengan komponen kecepatan

yang arahnya menyilang terhadap aliran normal atau aliran primer. Aliran inilah yang disebut *secondary flow*.



Gambar 1.1 Sistem propeller grim vane wheel (sumber: cadet energy efficiency IEA)

Perkembangan dalam teknik perkapalan telah banyak di kembangkan konsep baru untuk sistem propulsi yang efisien. Salah satunya adalah grim vane wheel yang di kembangkan oleh DR Ing otto grim seorang ilmuwan dari jerman. Sistem ini dapat meningkatkan efisiensi gaya dorong propeller sebesar 5 persen.

Propeller utama dari sebuah kapal menghasilkan gaya dorong yang menyebabkan kapal meluncur ke depan. Propeller utama ini menghasilkan dua tipe aliran di belakangnya yaitu aliran yang diakselerasi dan aliran turbulen. Beberapa energi yang di dikeluarkan oleh mesin kapal akan hilang dalam aliran terakselerasi di belakang kapal. Namun jika tepat di belakang propeller utama vane propeller di letakkan, vane propeller akan menangkap gelombang fluida yang terakselerasi. Karena bentuknya yang lebih besar dari propeller utama maka ujung peropeller akan menambah gaya propulsi ekstra pada fluida di belakangnya dengan memanfaatkan akselerasi gelombang air yang di dihasilkan propeller utama tersebut.

Dengan pemahaman bahwa prinsip kerja grim vane propeller dapat menangkap gelombang air, dan pemahaman bahwa aliran keluaran yang di dihasilkan oleh pompa sentrifugal adalah jenis aliran terakselerasi dan turbulen. Maka

dengan meletakkan propeller pada bagian inlet dan outlet dari pompa dan membandingkannya kecepatan putaran propeller pada bagian inlet maupun outlet dapat di ketahui seberapa besar perbedaan kecepatan putar yang di dihasilkan oleh aliran primer, *secondary flow*, dan turbulensi walaupun dengan kecepatan alir yang sama. Tujuan dari studi ini adalah untuk memperjelas efek dari *secondary flow* yang di dihasilkan oleh impeller pada pompa sentrifugal terhadap putaran propeller yang di letakan pada inlet maupun outlet pompa.

Penggunaan difersifikasi penampang pipa yaitu penampang pipa bulat dan pipa persegi dengan besar diameter hidrolis ( $D_h$ ) yang sama akan lebih memperjelas efek *secondary flow* pada putaran propeller. Penampang pipa bulat memiliki karakteristik yang cenderung membiarkan keberadaan komponen kecepatan aliran pada arah yang angular terhadap penampang pipa bulat. Namun pipa berpenampang kotak akan menahan komponen kecepatan angular ini pada bagian sudut-sudut penampang pipa kotak sehingga membentuk vorteks.

## 1.2 TUJUAN PENELITIAN

Penelitian bertujuan untuk melihat efek dari *secondary flow* yang di dihasilkan oleh impeller pada pompa sentrifugal terhadap putaran propeller bebas yang di letakkan pada saluran inlet maupun outlet pompa.

## 1.3 PEMBATAAN MASALAH

Penelitian ini di lakukan dalam kondisi yang disesuaikan dengan metode eksperimen. Batasan-batasan yang berlaku dalam prosedur pelaksanaan penelitian adalah sebagai berikut :

1. Fluida yang di pakai selama percobaan adalah *fluida incompressible* air murni tanpa campuran aditif dengan temperatur tetap  $27^{\circ}$  Celcius. Temperatur air selama percobaan tidak berubah.
2. Variasi penampang aliran pipa di buat dua jenis yaitu penampang pipa bulat dengan diameter 36 mm dan penampang pipa persegi empat sama sisi dengan ukuran 36 mm x 36 mm.

3. Variasi putaran pompa sentrifugal di atur sedemikian rupa dengan range 200 rpm dari putaran terendah 1000 rpm sampai putaran 2930 rpm. Pengaturan variasi putaran di lakukan dengan menaikkan atau menurunkan voltase pada tegangan input pompa dengan menggunakan voltage regulator.
4. Dua buah propeller bebas yang di rancang dan di buat sedemikian rupa sehingga bentuk geometris, materi, berat, dan dimensi keduanya identik dan sama.
5. Pengukuran putaran propeller bebas menggunakan dua troboscope yang telah di kalibrasi.
6. Pengukuran tekanan dilakukan dengan menggunakan manometer air raksa. Pengukuran yang di ambil menggunakan skala milimeter yang terdapat pada milimeter blok.
7. Satuan yang di gunakan dalam penulisan skripsi ini adalah Standard internasional (SI).
8. Kavitasi tidak terjadi pada perifer al impeller pompa maupun propeller bebas.

#### **1.4 METODE PENELITIAN**

Selama pembuatan alat eksperimen dan penyusunan tugas akhir ini penulis menggunakan metode dan prosedur penelitian sebagai berikut :

1. Konsultasi dan studi literatur.

Konsultasi dengan dosen pembimbing menjadi sumber informasi yang mengarahkan penulis kepada pemahaman fenomena *secondary flow* dan proses pembuatan alat. Selain itu konsultasi dengan dosen pembimbing mengarahkan penulis pada literatur yang dapat di percaya kebenarannya mengenai fenomena *secondary flow* dan Teori dasar tentang mekanisme fluida. Study literatur yang terdapat di perpustakaan maupu sumber informasi internet yang dapat di percaya mendukung pembuatan alat eksperimen.

2. Perancangan dan pembuat alat uji di laboratorium

Alat uji yang akan di manufaktur terlebih dahulu di desain dan di kalkulasi sedemikian rupa untuk dapat mendukung pengambilan data yang seksama. Setelah melakukan perancangan alat uji , hasil rancangan di konsultasikan dengan dosen pembimbing. Alat uji di buat dari alat-alat yang ada di pasaran dan di proses dengan proses manufaktur yang sederhana tanpa mengesampingkan kepresisian bentuk dan dimensi alat. Alat uji yang telah jadi di uji coba selama beberapa waktu untuk mengetahui kekurangannya dan diperbaiki kembali.

### 3. Pengambilan data

Selama percobaan data-data di ambil dan di masukan ke dalam kolom tabel yang telah di persiapkan sebelumnya. Hasil pengambilan data di konsultasikan dengan dosen pembimbing. Kesalahan pengambilan data yang terjadi di tinjau kembali dan di lakukan pengambilan data ulang. Data-data pendukung lain yang di perlukan selama percobaan di ambil dari literatur yang terpercaya.

### 4. Pengolahan data

Data mentah yang telah di kumpulkan diolah ke dalam persamaan-persamaan yang menunjukkan fenomena yang di inginkan. Hasil dari data yang di olah di ubah dalam grafik-grafik sehingga mempermudah analisa terhadap fenomena yang terjadi selama percobaan

### 5. Analisa data

Data-data dari hasil pengolahan digunakan untuk menganalisis hubungan antara Kecepatan angular putaran propeller bebas, debit, kecepatan aliran, dan pengaruh secondary flow terhadap putaran propeller bebas. Data yang telah di plot dalam bentuk grafik digunakan untuk menganalisa karakteristik bentuk pipa kotak dan bulat untuk aliran fluida *Newtonian* terhadap *secondary flow* maupun vorteks yang terjadi selama fluida mengalir.

## 1.5 SISTEMATIKA PENULISAN

Penulisan tugas akhir ini meliputi beberapa bab yaitu:

## BAB I PENDAHULUAN

Bab membahas latar belakang penulisan tugas akhir, tujuan penelitian, pembatasan masalah, dan metode penelitian.

## BAB II DASAR TEORI

Bab ini menjelaskan tentang landasan teori, jenis-jenis fluida, jenis aliran dalam pipa, sifat-sifat fluida, persamaan umum mekanika fluida.

## BAB III PERALATAN DAN PROSEDUR PENGUJIAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai rancangan alat uji, peralatan-peralatan pendukung dalam pengujian, kondisi dalam pengujian serta prosedur pengujian dan pengambilan data

## BAB IV PENGOLAHAN DATA DAN ANALISA DATA

Bab ini menjelaskan mengenai pengolahan data, menampilkan data penelitian, data yang telah di peroleh diolah dengan program komputer dan di tampilkan dalam bentuk grafik, hasil dari pengujian serta analisa dari hasil penelitian

## BAB V KESIMPULAN

Bab ini merupakan bab penutup, pada bab ini akan memberikan kesimpulan selama penelitian serta saran agar penelitian ini dapat di lanjutkan ke tingkat yang lebih seksama.