

## BAB II

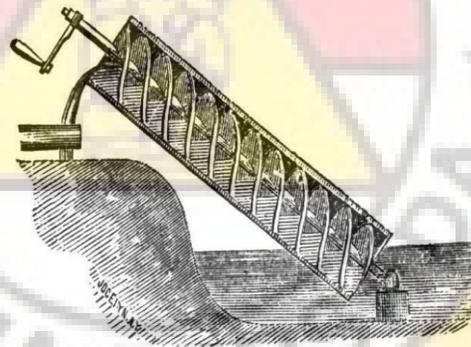
### LANDASAN TEORI

#### 2.1. *Marine Propeller*

Marine propeller adalah komponen yang berfungsi untuk menjalankan kapal. Komponen ini memindahkan tenaga dengan mengkonversi gerakan rotasi sebagai gaya dorong untuk menggerakkan sebuah kapal. (MAN, 2018)

##### 2.1.1. Sejarah *Marine Propeller*

Awal sejarah perkembangan tentang alat gerak kapal mungkin dapat di tarik jauh hingga kisaran 212-287 Sebelum Masehi yang mana seorang *Archimedes* menemukan piranti untuk memindahkan air dari danau ke saluran irigasi pertanian *Syracuse* di *Sicily*. Alat ini kemudian dikenal dengan sebutan “*Archimedean Screw Pumps*”.



**Gambar 2.1.** *Archimedes Screw Pump*

(Rorres, 2000)

Kemudian abad ke-15an, seseorang bernama Leonardo da Vinci (1452-1519) telah membuat sketsa teknis tentang prinsip-prinsip ulir (*screw principle*) seperti yang digunakan *helicopter rotor*. Beberapa tahun kemudian di tahun 1661, Toogood dan

Hayes dari Britain telah mematenkan (*claimed patent*) temuannya yang mana prinsip *screw* menggunakan *helical surfaces* (*Archimedean Screw*) sebagai *Propeller* (Rorres, 2000).

### 2.1.2. Jenis-jenis *Propeller*

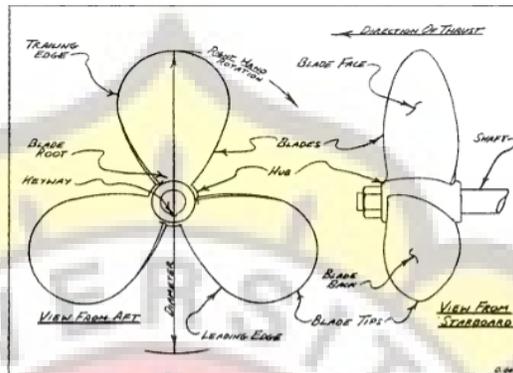
Berikut adalah jenis jenis propeller diantaranya ialah :

- *Fixed Pitch Propeller* (FPP) atau yang disebut tipe *propeller* dengan *pitch* tetap. Tipe *propeller* ini biasa digunakan untuk kapal besar dengan rpm relatif rendah dan torsi yang dihasilkan tinggi, pemakaian bahan bakar lebih ekonomis, *noise* atau getaran minimal, dan kavitasi minimal.
- *Controlable Pitch Propeller* (CPP) atau tipe *propeller* dengan *pitch* yang diubah-ubah kapal dengan langkah daun *propeller* yang dapat diubah-ubah. *Propeller* merupakan baling-baling kapal dengan langkah daun *propeller* yang dapat diubah-ubah sesuai dengan kebutuhan misalnya untuk rpm rendah biasa digunakan *pitch* yang besar dan rpm tinggi digunakan dengan *pitch* yang rendah.
- *Integrited Propeller and Rudder* (IPR) merupakan tipe *propeller* yang hubnya sudah terintegrasi dan berpadu dengan *rudder* (kemudi). Ini adalah pengembangan terbaru dari propulsi kapal. Kondisi ini menyebabkan arus air dari *propeller* yang melewati *rudder* akan memberikan peningkatan pengendalian dan pengaturan *rudder* sehingga diperoleh penurunan pemakaian bahan bakar.
- *Adjustable Bolted Propeller* (ABP) merupakan pengembangan FPP, dimana daun *propellernya* dapat dibuat terpisah kemudian dipasang pada *boss propeller* dengan baut, sehingga dapat distel *pitchnya* pada nilai optimum yang akan dicapai (*allows the most efficient blade matching for optimum yang akan dicapai efficiency while simplifying the instalation process*).

- *Azimuth Thruster* digunakan untuk mempermudah kapal dalam bermanuver, namun pemakaian alat penggerak dengan posisi berbeda dibagian atas sehingga memberi tempat yang lebih untuk besar untuk menempatkan penggerak utamanya, baik berupa motor listrik atau motor diesel. *Propeller* tipe ini sering disebut sebagai baling-baling dengan poros penggerak *vertikal*. Hal ini memungkinkan untuk memutar *propeller* dapat menghasilkan daya dorong dengan arah yang diperlukan.
- *Electrical Poods* penggunaan propulsi motor listrik mulai dari 5 sampai 25 Mwatt menggantikan penggunaan *propeller* dengan poros dan *rudder* konvensional. Teknologi *Pod* memungkinkan untuk menerapkan *propeller* pada aliran yang optimal (*hydro-dynamically optimised*). *Pod propeller* diadopsi dari *Azimuth Propeller*, dengan menempatkan *electro motor* di dalam *pod* diluar badan kapal.
- *Waterjet* propulsi jenis ini adalah memanfaatkan *fluida* air untuk mendapatkan gaya dorong kapal. Propulsi jenis ini banyak digunakan untuk kapal berkecepatan tinggi, air yang melewati *impeler* dipercepat dengan menggunakan pompa melewati bagian bawah lambung kapal, selanjutnya meninggalkan kapal dari bagian buritan kapal.
- *Contra Rotating* atau dua *propeller* yang dipasang secara berlawanan pada satu poros pendorong. Dengan menempatkan *propeller* kedua (belakang) satu poros dengan *propeller* pertama (depan) hal tersebut mendapatkan sejumlah keuntungan tambahan diantaranya adalah baling-baling kedua (belakang) dapat memulihkan rotasi slip stream yang disebabkan oleh baling-baling pertama (depan).
- *Voith Scneider propeller* merupakan bentuk propulsi kapal dengan menggunakan daun vertikal yang diputar seperti *disk*, dimana setiap daun dapat menghasilkan daya dorong pada kapal. Sistem ini bekerja mirip

pengendali langkah baling-baling helicopter (*collective pitch control*) (Rorres, 2000).

### 2.1.3. Bagian-bagian *Propeller*



**Gambar 2.2.** Gambar bagian *propeller*  
(Sumber: *The Propeller Handbook*. Hal 19)

- *Hub* atau *bos* dari *propeller* di cakram tengah padat, bos-an untuk poros *propeller*, di mana *propeller* terpasang. Karena *hub* tidak menghasilkan *drive*, yang ideal adalah menghilangkannya. Sebagai masalah praktis, meskipun, *hub* jarang bisa kurang dari 14 persen dari diameter agar memiliki kekuatan yang cukup.
- *Keyway* atau alur pasak (*spi*) poros baling-baling paling mengirimkan torsi dari poros ke *propeller* melalui kunci. itu adalah, persegi panjang logam ramping panjang di sepanjang poros yang cocok dengan slot atau alur pasak yang digiling (*dipotong*) ke interior di *hub*.
- *Blades* atau bilah *propeller* adalah sirip atau *foil* bengkok yang keluar dari *hub*. itu adalah tindakan dari bilah yang menggerakkan perahu melalui air.
- *Blade Face and Back Blade* atau muka bilah adalah sisi bertekanan tinggi, atau permukaan bertekanan, dari *blade*. itu adalah sisi yang mendorong air

ketika perahu bergerak maju. bagian belakang bilah adalah sisi bertekanan rendah atau muka suntikan dari bilah, sisi yang menghadap ke depan.

- *Blade Root and Blade Tip* adalah titik di mana *blade* terpasang ke *hub*. ujung bilah adalah ujung bilah terluar yang ekstrem, sejauh mungkin dari pusat poros *propeller*.
- *Leading and Trailing Edges* adalah ujung pisau yang membelah air. tepi belakang adalah tepi dari mana air mengalir. (*The Propeller Handbook*, 1989,2001)

## 2.2 Kavitasasi

Menurut beberapa buku dan jurnal rujukan. Menurut buku *The Propeller Handbook*, kavitasasi adalah gelembung *hight forced* yang diakibatkan oleh kecepatan putaran yang berlebihan atau *over power*. Tekanan negatif pada bagian hisap *propeller* harus kurang dari tekanan air sekitar pada *propeller*. Tekanan sekitar sama dengan tekanan *atmosfere* di permukaan laut sekitar 14,7 lb/inch<sup>2</sup> atau sekitar 101324 N/m. Ditambah tekanan yang dihasilkan oleh kepala air diatas *propeller* dan minus tekanan uap dari air. Rata-rata tekanan yang terjadi pada area *propeller* sekitar 13,9 psi. Jadi, jika tekanan pada bagian area daun *propeller* lebih dari 14 psi. Maka, kavitasasi sangat mungkin terjadi (*The Propeller Handbook*, 1989,2001). Menurut buku *Design and Analysis of Propeller Blade Geometry using PDE Method*, kavitasasi adalah pembentukan akatifitas gelembung atau rongga dalam cairan. Gelembung yang terperangkap dalam permukaan dinding hisap. Dalam aliran *fluida* yang berada disekitar *propeller*. Pada kecepatan tertinggi, maka tekanan menjadi rendah atau dan menyebabkan gelembung uap terbuka. Kecepatan *fluida* melebihi nilai awal tertentu. (Dekanski, 1993)

### 2.1.1 Sejarah Pengetesan Kavitasasi

Pada akhir abad ke-19 kapal penghancur dari inggris "*Daring*" tidak dapat dipacu sampai dengan kecepatan maksimal. Ini terjadi karena adanya penurunan daya yang dihasilkan oleh putaran *propeller* yang disebabkan oleh rongga-rongga kosong

pada bagian hisap daun *propeller*. Menurut pandangan Barnaby tentang batas kecepatan *propeller* , atau kekuatan tarik maksimum dari air, dimana terjadi kerusakan aliran masuk *propeller*. Fenomena yang terjadi ini disebut “kavitasi” yang berasal dari kata latin “*Cavus, - a, -um*”.

Pengujian kavitasi pertama kali dimulai pada tahun 1894. Setelah menguji 7 jenis, dan hasilnya mengecewakan. Setelah banyak melakukan banyak pertimbangan pada fenomena ini, cikal bakal terowongan kavitasi pertama kali dibuat pada tahun 1897. Kecepatan maksimumpun tercapai. Setelah Parsons pertama kali berfokus pada efek kavitasi dalam bentuk lain, ialah erosi dan pitting dari bilah daun *propeller*. (Weitendorf, 2001)

#### 2.1.2. Proses Terjadinya Kavitasi

Menurut beberapa buku rujukan, kavitasi akan terjadi melalui proses seperti : Menurut buku *Marine Propeller and Propulsion* ialah kavitasi disebabkan oleh titik hisap teratas yang menyebabkan terjadinya rongga-rongga kosong pada daun *propeller* (CARTOL, 2007), pada buku yang lain seperti yang ditulis di buku *The Propeller Handbook*, Kavitasi terjadi karena putaran/RPM yang berlebihan. Karena kecepatan putaran/RPM yang berlebihan mengakibatkan penambahan tekanan pada permukaan hisap daun *propeller*. Jika rata-rata tekanan pada permukaan hisap daun *propeller* mencapai 13,90 psi. Maka kavitasi sudah pasti akan terjadi (*The Propeller Handbook*, 1989,2001).

Kavitasi *propeller* terjadi karena naiknya RPM/putaran *propeller* yang berlebihan dan menyebabkan penurunan tekanan pada daun *propeller*. Kavitasi merupakan fenomena yang dapat terjadi bila *propeller* bekerja dengan beban yang *relative* tinggi. Letak kavitasi dapat di terangkan sebagai berikut :

##### 1. Ujung Daun

Kavitasi Ujung (*tip cavitation*), yaitu kavitasi yang terjadi pada permukaan didekat ujung daun *propeller*.

Kavitasi Pusaran (*vortex cavitation*), yaitu kavitasi yang terjadi dalam inti tekanan rendah pusaran ujung propeller.

2. Pangkal Daun (*root fillet*)

Kavitasi Pangkal Daun (*root cavitation*), yaitu kavitasi yang terjadi dalam daerah tekanan rendah di pangkal daun *propeller*.

3. Celah antara daun dan tabung *propeller*.

4. *Hub atau Konis* (Santoso, 2018)

2.1.3. Efek Kavitasi

Efek yang terjadi akibat gelembung yang bertekanan atau *high forces* (kavitasi) menyebabkan getaran yang terjadi karena adanya pengikisan pada daun *propeller*. Akibat dari fenomena ini, efisiensi *propeller* menjadi menurun dan *torque* yang di keluarkan dari putaran *propeller* menjadi tidak optimal. Efeknya pun berpengaruh pada konsumsi bahan bakar menjadi lebih boros akibat terjadinya fenomena ini. (Santoso, 2018)