

BAB II

TEORI PERENCANAAN *PROPELLER*

II.1 Umum

Propeller adalah suatu alat penggerak kapal yang dapat menghasilkan daya dorong melalui putaran daunnya untuk melawan hambatan total kapal, sehingga kapal dapat bergerak dengan kecepatan yang diinginkan.

Sebagai suatu alat penggerak kapal, maka kondisi kerja *propeller* sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti hubungan kerjanya terhadap kavitasi, bentuk ukuran serta kekuatannya.

Effisiensi dari suatu system propulsi secara keseluruhan pada kapal ikut ditentukan oleh efisiensi *propeller* yang merupakan suatu komponen dari system propulsi tersebut.

Pada umumnya *propeller* dirancang untuk dapat menghasilkan kecepatan kapal yang optimal pada saat mesin induk bekerja dengan daya penuh.

Dalam perencanaan *propeller* kapal tanker ini, digunakan tipe *B – Screw series*. Dewasa ini di Eropa dan juga di Indonesia kapal- kapal sudah banyak memakai *propeller* tipe ini dikarenakan memiliki efisiensi *propeller* yang baik sekali, sedangkan sifat kavitasiyapun tidak buruk. Secara garis besar tipe ini ditandai dengan daun yang memiliki ujung lebar dan berpenampang daun *circular back* diujung dan *aerofoil* dibagian bawahnya.

Bilamana kita merencanakan *propeller series* tersebut maka ukuran- ukuran karakteristiknya pun akan disesuaikan dengan tipe yang dipilih, sehingga dapatlah diharapkan karakteristik dari *propellernya* nanti akan mirip dengan *propeller* yang dijadikan acuan dan telah diujii kebaikannya.

Dalam Merancang *propeller* maka hal- hal yang harus diperhatikan dalam *propeller* rancangan adalah :

- Bentuk daun dan irisan daun *propeller*
- Diameter *Propeller*

- Jumlah Daun *Propeller*
- Pitch *Propeller*
- Faktor Kavitasi
- Pemilihan Material *Propeller*
- Kekuatan Daun *Propeller*

II.2 Bentuk Daun dan Irisan Daun *Propeller*

II.2.1 Bentuk Daun *Propeller*

Ada tiga macam bentuk garis luar dari daun *propeller* yaitu :

1. Daun berujung lebar
2. Daun berujung sempit
3. Bentuk elips

Pengaruh efisiensi dari bentuk garis luar *propeller* adalah sebagai berikut :

1. Pada umumnya efisiensi akan turun kalau ujung daun dibuat lebar.
2. Daun ujung sempit akan meningkatkan efisiensi terutama untuk pemakaian dilaut yang tenang atau untuk kapal-kapal dimana daya dorongnya yang diperlukan tidak besar. Hal ini disebabkan karena beban yang berkerja pada daun *propeller* sebagian besar menimpa pada bagian ujung daun sehingga ada kemungkinan kerusakan-kerusakan atau patah.

Jadi persoalannya adalah mendapatkan daun yang sempit tanpa menimbulkan kemungkinan rusak setempat atau patah pada waktu kapal berlayar pada cuaca yang buruk.

3. Bentuk garis luar ellips dewasa ini sudah jarang digunakan, hanya dipakai pada jaman dahulu.

II.2.2 Bentuk Irisan Daun

Ada dua macam tipe irisan daun *propeller*, yaitu tipe segmen dan tipe *aerofoil*.



Tipe SEGMENT



Tipe AEROFOIL

- a) Tipe segmen memiliki bentuk belakang lingkaran besar dan memiliki bagian tebal ditengah-tengah lebarnya, kemudian mengecil ke arah ujungnya. Bentuk daun semacam ini banyak dipakai pada zaman dahulu, tetapi sebenarnya mempunyai keunggulan terhadap beban-beban besar sehingga pada saat ini masih digunakan, kadang-kadang pada bagian ujungnya saja sedangkan pangkal daun memiliki irisan tipe kedua.
- b) Irisan bentuk *aerofoil* adalah hasil penyelidikan pada “ terowongan angin” dari laboratorium ilmu penerbangan, yaitu mencari bentuk terbaik untuk sayap pesawat terbang yang kemudian dipakai untuk bentuk irisan daun *propeller* setelah menunjukkan hasil yang memuaskan.

Perbedaan utama terhadap tipe pertama adalah tebal maksimum terletak lebih dekat ke ujung muka irisan dan lagi pula bentuk ujung mukanya lebih bulat dan lebih kuat.

Prinsip kerja propeller menurut teori elemen daun adalah menentukan gaya-gaya yang dihasilkan oleh setiap potongan daun atau elemen daun dari *propeller*, untuk kemudian dengan cara mengintegalkan

gaya- gaya dorong dari setiap elemen daun akan menghasilkan gaya dorong total.

II.3 Diameter Propeller

Diameter *propeller* adalah jarak garis tengah lingkaran dari ujung propeller ketika propeller berputar.



Gambar 2-1
Diameter Propeller

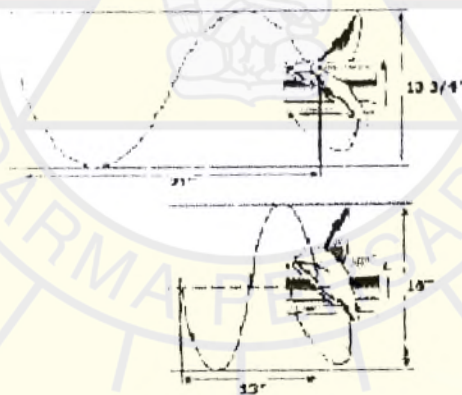
Diameter *propeller* ditentukan oleh jumlah putaran mesin dimana ketika ketika *propeller* berputar dan sejumlah tenaga disalurkan melewati poros dan *gear box*. Dimensi kapal dan kecepatan kapal juga mempengaruhi diameter *propeller*. Umumnya diameter *propeller* kapal tidak boleh melewati diameter *tentative* ($0.7 \times$ sarat air), karena dapat menimbulkan getaran dan kebisingan terutama dibagian buritan kapal. Biasanya untuk kapal dengan kecepatan rendah menggunakan diameter *propeller* yang besar, dan untuk kecepatan rendah biasanya menggunakan diameter *propeller* yang besar. Jika semua variable dianggap konstan maka kenaikan diameter *propeller* sama dengan bertambahnya *effective horse power*, dan meningkatnya diameter *propeller* berbanding terbalik dengan meningkatnya putaran propeller, dan luasan daun *propeller*.

II.4 Jumlah Daun *Propeller*

Jumlah daun *Propeller* berkaitan erat dengan efisiensi *propeller* dan getaran yang ditimbulkan. Semakin sedikit jumlah daun propeller semakin besar efisiensinya, namun berbading terbalik dengan getaran yang ditimbulkan. Sebagai contoh *propeller* berdaun tunggal akan sangat baik efisiensinya, namun getarannya yang ditimbulkan pun sangat besar akibat tidak stabilnya tenaga yang didistribusikan oleh daun propeller. agar getaran yang ditimbulkan seminim mungkin (dapat ditolerir), efisiensi sebesar mungkin dan biaya pembuatan propeller dseminim mungkin pula makla untuk kapal yang tidak terlalu besar dapat menggunakan propeller berdaun tiga, sedangkan untuk kapal yang berukuran sedang sampai besar umumnya menggunakan *propeller* berdaun 4 sampai 5. sedangkan untuk kapal-kapal tertentu (*supertanker*) menggunakan *propeller* berdaun 6 sampai 7.

II.5 *Pitch Propeller*

Pitch adalah jarak axial yang ditempuh dalam satu putaran.



Gambar 2-2
Pitch Propeller

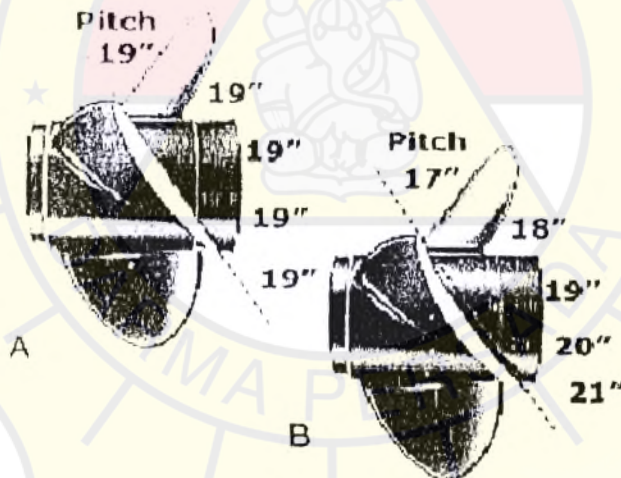
Sebagai contoh, pada gambar diatas dapat dilihat bahwa untuk *propeller* dengan diameter 13 3/4 " (35 cm) dapat menempuh jarak axial secara teoritis 21" (53 cm).



Gambar 2-3
 A. Garis Pitch Propeller
 B. Garis Rake Propeller

Ditinjau dari segi *pitch* maka propeller dapat dibedakan menjadi :

1. *Constant Pitch (circumferential constant)*
2. *Radially Variable pitch (circumferential constant)*
3. *Circumferential variable pitch*



Gambar 2-4
 A. Constant Pitch
 B. Radially Variable Pitch

Dari gambar diatas dapat dilihat perbedaan antara *constant pitch* dengan *radially variable pitch*, pada *constant pitch* ukuran daun propeller sama disetiap titik mulai

dari *leading edge* sampai *trailing edge*, sedangkan untuk *radially variable pitch* ukuran daun propeller disetiap titik berbeda, mulai dari *leading edge* dan bertambah secara bertahap sampai *trailing edge*.

Penggunaan *radially variable pitch* biasanya digunakan untuk kapal dengan tenaga sedang sampai besar.

Muka daun *propeller* jika bergerak akan membentuk permukaan *helocidal*. *Helocidal* adalah permukaan yang di bentuk oleh sebuah garis lurus, dimana garis lurus tersebut bergerak akibat diputar dengan kecepatan konstan pada sebuah sumbu yang melalui salah satu ujung jari dari garis tadi, dan pada waktu yang sama pula garis tadi digerakan sepanjang sumbu tersebut dengan kecepatan yang tetap dan teratur.

Permukaan punggung daun *propeller* bilamana bergerak sebenarnya tidak merupakan permukaan *helocidal*. *Pitch* dari punggung itu akan merupakan *circumferential variable pitch*. Sedangkan pengertian *pitch* daun *propeller* dapat dibedakan sebagai berikut :

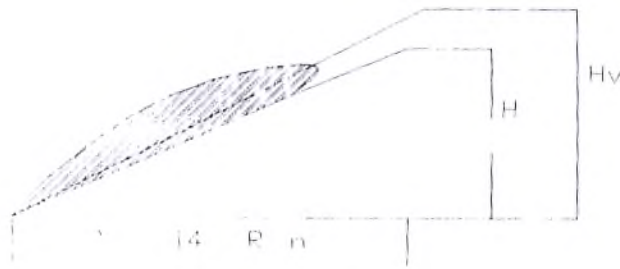
1. *Actual pitch / Virtual pitch* (H_v)

Adalah *pitch* rata-rata dari muka daun / *face* dan punggung / *back*.

2. *Nominal Pitch / Face pitch* (H)

Adalah *pitch* dari muka daun / *face* yakni permukaan bertekanan tinggi.

Pemakaian *nominal pitch* lebih praktis karena tidak bergantung pada *ptotnganseksi*-*seksi* daun *propeller*, maka pengukuran *propeller* dan pembuatan rancangan gambar *propeller* dapat lebih mudah direncanakan.



II.6 Kavitasasi

Kavitasasi merupakan suatu fenomena yang dihadapi oleh seorang perancang *propeller*, karena itu pada perencanaan suatu *propeller* haruslah diperkirakan akan terjadinya kavitasasi. Dalam penelitian diketahui bahwa kavitasasi akan menimbulkan akibat buruk pada *propeller* yaitu terjadinya erosi pada permukaan daun *propeller* dan akan mengganggu produktivitas *propeller* tersebut. Kavitasasi juga dapat menyebabkan getaran badan kapal (*Hull Vibration*) dan menimbulkan kebisingan (*Noise*) di buritan kapal.

Pada umumnya kavitasasi terjadi diselubung sebuah benda dalam fluida dimana tekanan lokal fluida itu menurun drastis sampai suatu harga yang mendekati sama dengan menguap. Kavitasasi adalah fenomena perubahan dari aliran fluida yang sifat-sifatnya ditentukan oleh kenyataan bahwa di beberapa tempat tertentu di daerah aliran tersebut tekanan turun sampai pada tekanan menguap pada temperatur setempat.

Ditempat itulah fluida tadi ada yang berubah menjadi butir-butir gelembung sangat kecil dari penguapan pada temperatur rendah fluida tadi, akibatnya homogenitas aliran fluida akan terganggu.

Untuk mengadakan penelitian perihal kavitasasi dipakai suatu unit peralatan percobaan dengan model *propeller* yang dinamakan terowongan kavitasasi (*Kavitation tunnel*) yang dapat dipergunakan untuk menyelidiki terjadinya kavitasasi, sifat-sifat *propeller* dalam keadaan kavitasasi, sejauh mana kavitasasi dapat ditolerir.

Secara garis besar kavitasasi dapat dibedakan menurut rupa alamiah yang ditampilkan dan dapat diamati, menjadi empat jenis yaitu :

a. **Kavitasasi *tip vortex* (*Tip Vortex Cavitation*)**

Butir-butir gelembung kecil kavitasasi terbentuk berderet beriringan di sumbu-sumbu spiral melingkar menyelubungi masing-masing daun *propeller*. Kavitasasi *tip vortex* menyebabkan erosi yang cukup serius pada permukaan dalam dari *nozzle* atau *duct* untuk kapal dengan alat penggerak *Nozzle*.

b. **Kavitasasi selapis (*Sheet Cavitation*)**

Kavitasasi ini terjadi bilamana sudut pukul dari datangnya partikel-partikel fluida pada permukaan punggung (*back*) dari daun *propeller* besarnya melebihi harga sudut pukul normal untuk penampang daun *propeller* sangat besar., sehingga kemerosotan tekanan dipermukaan punggung daun *propeller* tersebut sangat cepat sekali, akibatnya di tempat dimana terjadinya kemerosotan tekanan yang drastic itu sejumlah partikel fluida akan berpisah. Jenis kavitasasi ini tidak banyak menurunkan besarnya efisiensi *propeller* dan erosi yang diakibatkan pun kecil sekali.

c. **Kavitasasi gelembung (*Bubble Cavitation*)**

Bila sudut pukul dari aliran fluida pada permukaan daun tidak begitu besar sehingga aliran tersebut tidak terlepas dari permukaan daun dengan sendirinya maka tekanan disitu akan berangsur-angsur turun harganya dari titik stagnansi sampai melewati tekanan penguapan disitu. Di tempat itulah terbentuk sejumlah butir-butir gelembung sangat kecil kemudian di tempat berikut dibelakangnya dimana tekanan lebih turun lagi ,ukuran butiran gelembung bertambah besar dan kemudian akan pecah setelah pecah kemudian akan disusul terbentuknya gelembung-gelembung baru baru dan akan pecah, demikian seterusnya proses kavitasasi itu terus terjadi berulang-ulang. Akibat dari kavitasasi ini efisiensi *propeller* dapat turun banyak dan erosi yang ditimbulkan lebih merusak permukaan daun.

d. **Kavitasi awan (Cloud Cavitation)**

Kavitasi ini terjadi karena adanya variasi lokal dari pembagian kecepatan fluida yang masuk lewat pirngan *propeller* pada suatu sudut pukul yang besar sehingga rongga tipis yang merupakan *sheet capacity* yang menyeliduti sebagian permukaan daun *propeller* menghilang menjadi tidak ada tetapi berubah bertahap menjadi awan kavitasi. Jenis kavitasi ini merupakan kavitasi yang paling berbahaya dan paling merusak penimbul erosi kavitasi permukaan daun. Akibat dari kavitasi ini biasanya bersamaan dengan timbulnya deformasi daun yaitu *trailing edge* dari daun *propeller* bengkok.

