

PERANAN BALING BALING PADA GERAKAN KAPAL

Budi Utomo *

Abstract

Propellers is part movement propulsion system of the ships wich duty for pushing of the ship at forward movement and towing the body of ship at backward movement. As a part mechanical drive propeller consist of some blade attached to the boss and mounted on the propeller shaft of the axis relationships from the main engine of the ships. Propeller can drive of the ships both forward and backward with by rotating on its axis. To produce forward and backward movement of the ships can be done in two ways namely with use controllible pitch propellers and with use fixed pitch propellers.

Key words : Controllable Pitch Propeller, Fixed Pitch Propeller

Pendahuluan

Kapal yang sedang berlayar merupakan suatu benda terapung yang bergerak di media air dan udara. Pada saat bergerak benda tersebut akan menerima gaya lawan dari media yang dilaluinya. Gaya lawan tersebut dikenal sebagai tahanan, dan harus diatasi dengan gaya dorong kedepan yang diberikan oleh alat propulsi dengan sumber tenaga dari mesin penggerak kapal. Dari sini dapat dimengerti bahwa mesin penggerak, alat propulsi mekanis dan badan kapal merupakan satu kesatuan sistem yang tidak dapat dipisahkan dalam perencanaan propulsi kapal. Alat propulsi mekanis dapat dibedakan menjadi 4 macam yaitu :

1. Roda pedal atau *paddle wheel*, gaya dorong dihasilkan dari sudu-sudu roda pedal yang berputar dalam air.
2. Jet air, gaya dorong dihasilkan karena adanya impuls akibat kecepatan air yang disemburkan keluar oleh mesin Jet air.
3. Roda baling-baling atau *propeller wheel* yang berputar pada sumbu vertikal.
4. Baling-baling ulir atau *screw propeller*.

Dari beberapa model alat penggerak mekanis tersebut diatas, untuk selanjutnya hanya akan dibahas mengenai baling-baling ulir saja yaitu Peranan baling-baling pada gerakan kapal.

Tinjauan pustaka

Baling-baling pertama kali dikenal setelah ditemukan mesin uap torak sebagai sumber tenaga penggerak kapal yang dibuat secara lengkap oleh Dr. John Allen ilmuwan dari Inggris pada tahun 1729. Setelah ditemukan mesin uap torak sebagai penggerak kapal selanjutnya muncul penemuan-penemuan lainnya yaitu sistem penggerak dengan turbin uap, sistem penggerak dengan turbin gas dan sistem penggerak dengan mesin diesel, sehingga saat ini sudah jarang dipakai lagi pemakaian mesin uap torak, karena getaran yang ditimbulkan terlalu tinggi, sistem instalasi mesin sangat berat dan efisiensi pemakaian tenaga uap lebih kecil jika dipakai di kapal.

Sejak penggunaan pertama sampai sekarang baling-baling kapal berkembang secara perlahan, walaupun begitu sampai saat ini baling-baling masih merupakan satu-satunya alat propulsi mekanis yang dominan dan terbanyak dipakai untuk kapal-kapal segala ukuran (Teguh Sastrodiwongso, 1982).

Baling-baling bentuknya mirip dengan kipas angin, yang terdiri dari beberapa buah daun (*blade*) yang menempel pada bos yang dipasang pada sumbu terakhir dari sambungan poros yang berasal dari mesin induk kapal.

Gaya dorong baling-baling sebenarnya dihasilkan oleh gaya mengangkat yang bekerja pada daun baling-baling waktu berputar di air. Baling-baling dikonstruksi sebagai sekrup pendorong dan sehubungan dengan bentuk badan kapal alat tersebut harus dipasang serendah mungkin diburitan kapal. Untuk kapal-kapal samudra maupun kapal-kapal pantai, baling-baling harus mempunyai diameter sedemikian rupa sehingga pada keadaan muatan penuh ia seluruhnya didalam air sedalam mungkin, dengan demikian tidak terjadi kemungkinan terhisapnya udara masuk kedalam air.

Sebagai patokan kasar diameter baling-baling diambil $\pm 0,70$ dari dalam nya sarat air kapal (*draft*) dan banyaknya daun baling-baling kapal tergantung dari berbagai faktor :

- Tenaga yang dibutuhkan
- Ukuran dan tipe mesin penggerak
- Besarnya sarat air kapal.

Untuk pengoperasian mesin penggerak ini perlu juga diketahui oleh para teknisi perkapalan bahwa persyaratan sistem permesinan kapal harus memenuhi syarat dari biro klasifikasi, contoh mudah untuk pemakaiannya dalam hal olah gerak kapal, seperti : maju, mundur, cepat atau perlahan dan pada sistem pengereman kapal, misalnya pada waktu akan terjadi tabrakan dengan kapal lain, kapal harus dapat dengan cepat membalikkan arah putaran baling-balingnya.

*) Staf Pengajar Jurusan D3 Teknik Perkapalan
Fakultas Teknik universitas Diponegoro

Geometri baling-baling

- Diameter baling-baling adalah jarak dari lingkaran yang melalui ujung baling-baling. Dari segi efisiensi dapat dikatakan bahwa dengan menggunakan diameter besar akan menguntungkan tetapi akan terbatas pada syarat-syarat yang harus diperhatikan.
- Muka daun baling-baling (*fase*) yaitu permukaan daun baling-baling kalau kita melihat kapal dimana baling-baling tersebut dipasang dari belakang kapal kearah haluan.
- Punggung daun baling-baling (*back*) yaitu permukaan daun baling-baling disebelah sebaliknya dari muka daun diatas dan pada waktu bekerja akan bertekanan rendah.
- Ujung potongan daun (*leading edge*), yaitu tepi daun baling-baling dimuka, jadi pada saat baling-baling berputar akan bergerak kedepan.
- Ekor potongan daun (*trailing edge*) yaitu tepi daun baling-baling dibelakang dan merupakan ekornya dari daun baling-baling pada saat berputar.

Pada waktu kapal berjalan yaitu waktu baling-baling berputar, permukaan daun baling-baling yang bertekanan tinggi atau muka daun akan membentuk suatu permukaan yang dinamakan permukaan *helicoidal*. Permukaan *helicoidal* yaitu permukaan yang dibentuk oleh sebuah garis lurus, dimana garis lurus tersebut bergerak akibat diputar dengan kecepatan konstan pada sebuah sumbu yang melalui salah satu ujung dari garis tadi, dan pada waktu yang sama garis tadi digerakkan sepanjang sumbu tersebut dengan kecepatan yang tetap dan teratur (*Uniform Speed*).

Pitch yaitu jarak aksial yang dicapai untuk satu kali putaran, *pitch* dari daun baling-baling dapat dibedakan sebagai berikut:

- *Actual Pitch* = *Virtual pitch* yaitu *pitch* rata-rata dari muka daun dan punggung daun.
- *Nominal pitch* = *pitch* dari muka daun yaitu permukaan bertekanan tinggi / *face pitch*.

Pemakaian nominal *pitch* lebih praktis karena tidak bergantung pada bentuk potongan seksi-seksi daun baling-baling, yaitu tebal dan bentuk setiap potongan daun baling-baling. Lagi pula dengan menggunakan nominal *pitch* ini, sebagai *pitch* dari baling-baling, maka pengukuran baling-baling dan membuatnya rancangan gambar baling-baling dapat lebih mudah dikerjakan.

Propulsive Coefficient (P.C)

P.C dipakai sebagai ukuran untuk menilai dari propulsi kapal dan didefinisikan sebagai rasio atau perbandingan antara *towing power* terhadap *Propelling Power*

$$P.C = \frac{EHP}{SHP}$$

EHP = tenaga kuda *effective* kapal atau *effective horse power*, atau dapat juga disebut sebagai *towing*

power yaitu tenaga yang dibutuhkan untuk menarik kapal yang mempunyai tahanan sebesar *R* kg pada kecepatan kapal V_s m/detik.

$$EHP = \frac{R.V_s}{75}$$

SHP = *shaft horse power* atau *propelling power*, yaitu tenaga yang diberikan kepada baling-baling melalui porosnya, ditempat dimana baling-baling dipasang untuk menggerakkan kapal pada kecepatan V_s m/detik. Jadi tenaga ini merupakan tenaga kuda yang diukur pada poros baling-baling dimana ia berada dan besarnya sama dengan tenaga kuda mesin induk kapal yang memutar baling-baling itu dikurangi kerugian-kerugian tenaga pada *shafting arrangementnya*

$$SHP = \frac{2.\pi.Q.n}{75}$$

Q = Torsi pada poros dimana baling-baling berada (kg.m)

n = Putaran poros baling-baling per detik (*r.p.s*)

Dengan demikian *P.C* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$P.C = \frac{EHP}{SHP} = \frac{R.V_s}{2.Q.n}$$

Akibat kerugian-kerugian pada sistim poros, yaitu *friction losses* pada *bearings*, *thrust block*, *stuffing box* dan *transmission gear*, maka jelas *SHP* yang diberikan ditempat dimana baling-baling berada akan lebih kecil dari pada tenaga kuda atau *SHP* dari mesin induk yang bersangkutan. Kalau mesin penggeraknya motor diesel maka tenaga kuda mesin induk diukur dengan *BHP* = *Brake Horse Power*

Peranan baling-baling pada gerakan kapal

Sistem propulsi yang terdiri dari propulsor, mesin penggerak dan badan kapal harus dirancang yang paling efisien yaitu jumlah energi yang diperlukan untuk propulsi atau pendorongan kapal harus sekecil mungkin namun dapat mencapai kecepatan yang direncanakan. Propulsor tersebut adalah baling-baling dan mesin penggeraknya dapat berupa ketel uap dan turbin, turbin gas, mesin diesel atau bahkan mesin yang bertenaga nuklir.

Baling-baling adalah alat yang berperan untuk menggerakkan kapal berlayar dari satu tempat ke tempat lain dengan waktu tempuh yang dapat direncanakan.

Agar sebuah kapal dapat bergerak maju dan mundur, maka arah tolak dari baling-baling harus dapat diubah, hal ini dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

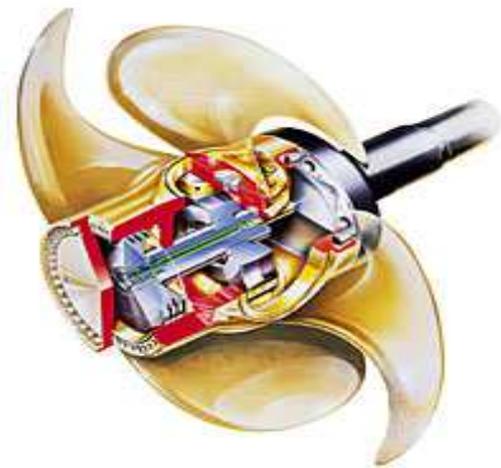
1. Menggunakan baling-baling yang daun-daunnya dapat diatur.

Baling-baling kendali daun atau *Controllable Pitch Propeller* yaitu baling-baling yang langkahnya dapat diatur atau dikendalikan dengan memutar daun-daunnya pada kedudukan yang dikehendaki. Dengan demikian pada putaran baling-baling yang konstan dapat dihasilkan gaya dorong yang besarnya berbeda-beda. Dengan memakai baling-baling jenis ini maka seluruh daya mesin akan selalu dapat diserap, sekalipun dalam kondisi beban baling-baling yang berbeda-beda, misalnya untuk *rpm* rendah biasa digunakan *pitch* yang besar dan *rpm* tinggi digunakan *pitch* yang pendek. Dengan demikian baling-baling jenis ini dapat digunakan untuk mendorong kapal maju kedepan dan menarik kapal mundur ke belakang tanpa merubah arah putaran baling-balingnya, sehingga dapat menghemat pemakaian bahan bakar.

Prinsip kerjanya menggunakan sistem hidrolis yaitu dengan mengalirkan fluida minyak menuju suatu rongga yang terletak pada bos baling-baling, pada rongga tersebut terdapat rotor yang dihubungkan dengan daun baling-baling, jika dialirkan fluida dalam arah maju maka minyak akan mendorong sirip pemisah pada rotor sehingga memutar daun baling-baling dengan sudut tertentu, jika arah aliran dibalik maka daun baling-baling akan berputar kearah sebaliknya.

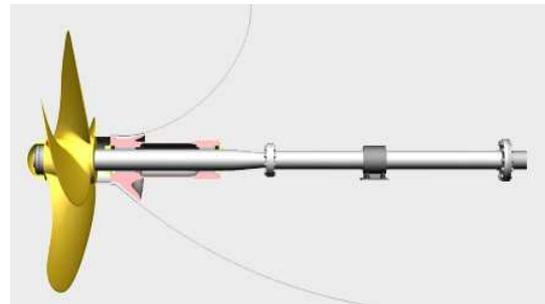
Pengoperasiannya dapat dilakukan dengan dua cara, pertama sistem *pull-push rod* dengan menggunakan batang panjang yang dihubungkan dari poros kapal menuju hub baling-baling, kedua hub piston sistem yaitu dengan meletakkan batang piston pada hub baling-baling.

CPP sering digunakan pada kapal-kapal *sailing vessels*, *motor boat*, *power boat* atau kapal pelayaran jarak jauh, kapal *ferry*, *trawler*, *tug boat*, *supply vessels*, kapal ikan dan lain-lain.



Gambar 1. Baling-baling Kendali Daun
2. Menggunakan baling-baling yang mempunyai *pitch* tetap dengan cara merubah arah putaran baling-baling.

Pemakaian baling-baling dengan *pitch* tetap (*Fixed Pitch Propeller*) lebih efisien dibanding dengan *CPP* jika kapal dalam kondisi *rpm* dan beban yang tetap. *FPP* dapat menyerap semua *power* yang dihasilkan oleh mesin penggerak. Namun pada tingkat *rpm* dan beban yang berbeda, *FPP* tidak lagi dapat menyerap semua *power* yang dihasilkan oleh mesin. Ini dikarenakan pengaturan *pitch* pada *FPP* tidak dapat fleksibel, yang artinya *FPP* tidak dapat diatur *pitch*nya untuk menyesuaikan beban yang ada, karena *FPP* mempunyai nilai *pitch* yang tetap. *FPP* biasa digunakan untuk kapal-kapal besar dengan *rpm* relatif rendah, pemakaian bahan bakar ekonomis, getaran kecil dan mempunyai efisiensi yang optimum.



Gambar 2. Baling-baling dengan *Pitch* Tetap

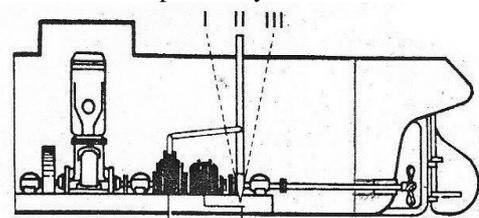
Pada penggunaan baling-baling *FPP*, untuk pengaturan gerakan maju dan mundur kapal dapat dilakukan dengan dua cara yaitu sebagai berikut:

a. Dengan kopling pembalik

Kopling pembalik ini pada umumnya dipakai untuk motor-motor yang mempunyai daya usaha tidak lebih dari 300 pk. Dengan menggunakan kopling pembalik ini arah putaran motor tetap tidak berubah, tetapi arah putaran baling-baling dapat dirubah.

Kopling pembalik tersebut dipasang diantara motor penggerak dengan sumbu poros baling-baling dan mempunyai tiga fungsi :

- Bila kapal bergerak maju, maka poros motor dan poros baling-baling harus di koppel, hingga ke dua poros tersebut mempunyai arah putaran yang sama.
- Poros baling-baling harus dapat dilepas, supaya tidak berputar dan poros motor tetap berputar.
- Bila kapal bergerak mundur, maka poros motor dan poros baling-baling harus berlawanan arah putarannya.



Gambar 3. Menunjukkan bagan

dari kopling pembalik.

Pada gambar 3.a. kita lihat poros engkol A dan poros baling-baling H, pada masing-masing ujungnya terdapat sebuah roda gigi yang tirus terpancung.

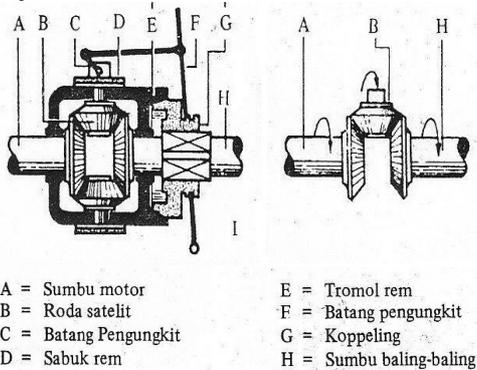
Roda-roda gigi ini bekerja sama dengan roda-roda satelit B yang dapat berputar dalam trommel rem E. Trommel ini bilamana perlu juga dapat berputar pula.

Pada keliling luar trommel rem terdapat sabuk rem D, bilamana sabuk ini dijirat kencang, maka trommel rem akan melekat menjadi satu dengan fondasi hingga tidak dapat berputar karenanya.

Sebagian pada samping trommel rem E dibuat sebagai rumah kopling gesek, sedangkan kopling geseknya sendiri dapat digeser maju atau mundur, tetapi tidak dapat berputar mengelilingi poros baling-baling kecuali kalau bersama-sama dengannya. Bila kopling bekerja maka poros baling-baling menjadi satu dengan trommel rem hingga sama-sama putarannya.

Bekerjanya kopling pembalik adalah sebagai berikut:

Maju :



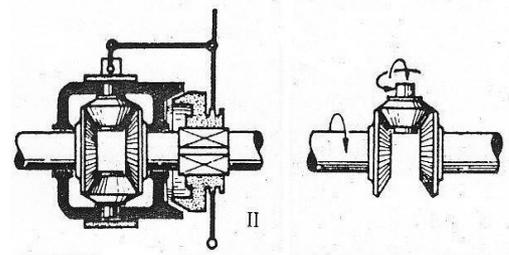
- | | |
|-----------------------|-------------------------|
| A = Sumbu motor | E = Trommel rem |
| B = Roda satelit | F = Batang pengungkit |
| C = Batang Pengungkit | G = Koppeling |
| D = Sabuk rem | H = Sumbu baling-baling |

Gambar 3a.

Handle pada I, sabuk rem lepas dan kopling bekerja dan melekat pada rumahnya.

Karena trommel rem dan poros baling-baling menjadi satu, maka roda gigi yang satu tidak dapat berputar terhadap yang lain, hingga poros-poros A dan H di Koppel. Dengan demikian poros baling-baling akan berputar dalam arah yang sama dengan poros motor.

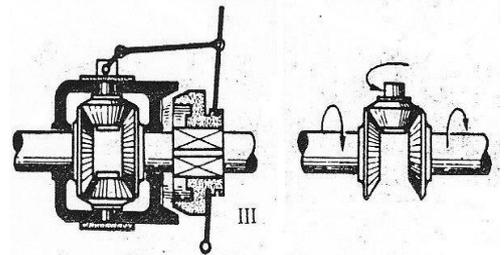
Berhenti :



Gambar 3b.

Jika handle pada II, maka sabuk rem dan kopling kedua-duanya terlepas. Hubungan antara poros baling-baling dan trommel rem menjadi terputus. Poros motor tidak dapat memindahkan tenaga pada roda-roda gigi karena trommel rem ikut berputar. Poros baling-baling tetap berhenti. Roda-roda satelit kecuali berputar mengelilingi porosnya sendiri, juga berputar secara radial antara roda gigi yang tak bergerak pada poros baling-baling dan roda gigi yang berputar pada poros motor (gambar 3.b.)

Mundur :



Gambar 3c.

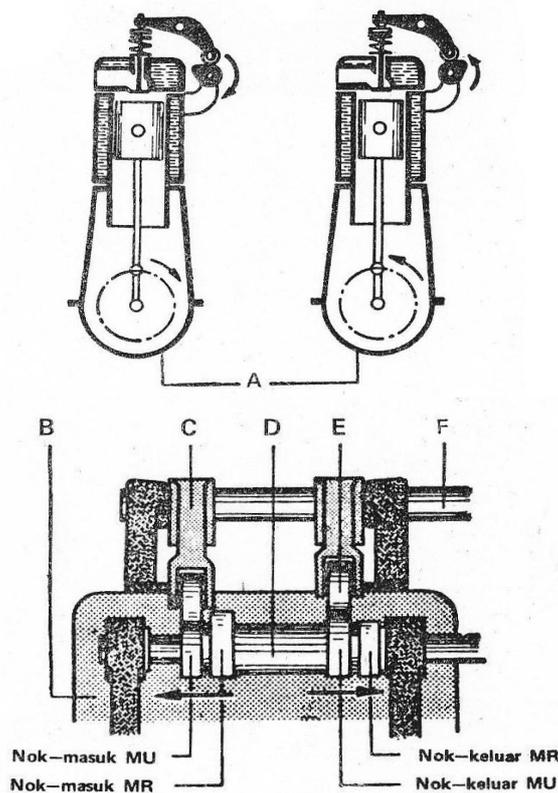
Jika handle pada III, maka kopling dilepaskan, sedangkan sabuk rem menjirat hingga trommel rem berhenti tidak bergerak. Dengan demikian bekerjalah semua roda gigi dalam trommel rem. Roda-roda satelit sekarang hanya berputar mengelilingi porosnya sendiri dan bertindak sebagai roda perantara, hingga poros baling-baling berputar dengan kecepatan yang sama tetapi berlawanan arah dengan putaran poros motor (gambar 3.c.)

Seperti telah disebutkan diatas kopling pembalik hanya dapat dipakai untuk motor-motor yang daya usahanya 300 pk kebawah. Untuk daya usaha yang lebih besar kopling semacam ini akan menjadi ter-lampau besar dan berat. Biasanya kopling pembalik itu merupakan sebuah unit tersendiri yang dipasang di belakang motor. Poros-poros A dan H adalah sangat pendek yang dihubungkan dengan poros baling-baling dan poros motor memakai flens.

- b. Dengan membalik arah putaran mesin secara langsung.

Bila daya usaha sebuah motor sedemikian besarnya hingga tidak mungkin lagi dipakai kopling pembalik, maka motor tersebut harus dibuat sedemikian rupa, sehingga arah putarannya dapat dibalik secara langsung. Dengan kata lain motor tersebut harus dapat bekerja untuk dua arah putaran, misalnya putaran kanan untuk gerakan maju mendorong kapal dan putaran kiri untuk gerakan mundur menarik badan kapal.

Jika pada motor 4 tak arah putarannya diubah, maka tidak hanya arah putaran sumbu engkol saja yang harus diubah, tetapi juga putaran poros nok (*cam shaft*) nya. Karena nok-nok itu mempunyai kedudukan yang tertentu terhadap poros engkol, hingga katup-katup membuka sebelum dan menutup sesudah piston mencapai titik mati. Oleh karena itu kedudukan nok-nok harus disetel bila mana arah putaran motor perlu diubah. Bila tidak dirubah maka nok-nok yang menggerakkan katup-katup tidak dapat bekerja sebagaimana mestinya.



Gambar 80
 A = Skema Motor
 B = Kepala Motor
 C = Tuas
 D = Sumbu-nok
 E = Rol
 F = Sumbu-tumpuan

Gambar 4. Kedudukan Piston pada TMA dan Kedudukan Nok Berganda.

Pada gambar 4. memperlihatkan cara bagaimana arah putaran sebuah motor dapat dibalik secara langsung, dan menunjukkan bahwa piston pada kedudukan TMA, arah putaran dan kedudukan nok memperlihatkan bahwa katup isap akan

dibuka, segera setelah piston bergerak kebawah, maka katup akan tertekan dan terbuka. Jadi jika sekarang arah putaran motor dibalik atau berlawanan maka arah putaran nok harus dibalik juga. Sebab jika tidak dibalik katup tak akan terbuka olehnya bila torak bergerak kebawah. Dengan demikian jelaslah bahwa untuk tiap arah putaran motor terdapat putaran dan kedudukan non-nok yang tertentu pula.

Karena mengubah kedudukan nok-nok itu tidak mudah dilakukan, maka dipakailah "pasangan nok berganda" yang artinya terdapat nok pemasuk untuk gerakan maju dan nok pemasuk untuk gerakan mundur serta nok berganda untuk katup pengeluaran.

Jika motornya bekerja dengan pengabutan udara, maka untuk pengangkatan jarum bahan bakar juga dua buah nok. Jika penyemprotan bahan bakar dilakukan dengan pompa bahan bakar, maka poros nok dari pompa tersebut harus mempunyai nok berganda juga.

Pada gambar 4 diperlihatkan nok-nok untuk katup pemasuk dan katup pengeluaran. Jika motor sedang berputar maju dan hendak dibalik arah putarannya, maka cukup menggeser poros nok sepanjang garis hatinya sendiri demikian jauhnya, hingga nok-nok untuk putaran mundur berpindah dan berhenti dibawah rol-rol tuas katup. Untuk menjamin bahwa nok tidak akan menyentuh rol bila sumbu nok digeser, maka tuas katup harus diangkat lebih dulu sebelum penggeseran dimulai. Perlu diketahui bahwa motor harus dihentikan atau dimatikan lebih dulu sebelum arah putarannya dibalik.

Motor-motor 4 tak yang arah putarannya dapat langsung dibalik mempunyai 6 buah silinder atau lebih.

Banyaknya pk untuk tiap silinder tidak lebih dari 60 pk, sebab bila melebihi harus diperlukan pendinginan piston.

Pada motor bersilinder 6 engkol yang satu berselisih 120 derajat terhadap engkol yang lain, motor seperti ini dapat di start pada setiap saat dan kedudukan.

Motor-motor 2 tak yang arah putarannya dapat dibalik secara langsung, dan yang di start dengan udara atau *compressor*, mempunyai 3 buah silinder atau lebih dan juga mempunyai sebuah poros nok dengan pasangan nok berganda untuk *aanzet klepnya*.

Kesimpulan

Baling-baling adalah alat penggerak dari sistem propulsi kapal yang berperan untuk mendorong kapal

pada gerakan maju dan menarik badan kapal pada gerakan mundur dengan berputar pada sumbunya.

Untuk gerakan kapal maju dan mundur dapat dilakukan dengan menggunakan baling-baling kendali daun dengan tidak merubah arah putaran baling-baling.

Dapat juga dilakukan dengan membalik arah putaran baling-baling dalam hal ini dipakai baling-baling yang mempunyai pitch tetap dan ditambah komponen kopling pembalik sehingga arah putaran mesin tidak berubah tetapi putaran baling-balingnya berubah, umumnya diterapkan pada kapal dengan mesin penggerak tidak lebih dari 300 pk. Sedangkan untuk kapal dengan mesin penggerak dengan daya usaha motor yang besar dapat dilakukan dengan membalik arah putaran mesin secara langsung yaitu putaran mesin penggerak selalu sama dengan putaran baling-baling. Dengan kata lain motornya harus dapat bekerja untuk dua arah putaran, misalnya putaran kanan untuk gerakan maju mendorong kapal dan putaran kiri untuk gerakan mundur menarik badan kapal.

Daftar Pustaka :

1. Harsanto, 1975, Motor Bakar , Jambatan Jakarta
2. Ikatan *Marine Engineer, Stern Tube Bearing*, Edisi 38, Juli 2008
3. Murtejo, 2002, Tahanan Dan Propulsi, FTK ITS, Surabaya
4. Suryanto Martowiguno, MSc, 1981, Statika Dan Dinamika Kapal, Fakultas Teknik Perkapalan ITS Surabaya
5. Sv. Aa *Harvald*, 1978, Tahanan dan Propulsi Kapal, *Department Of Ocean Engineering The Technical University Of Denmark, Lyngby*
6. Teguh Sastrodiwongso, Mahardjo W, 1982, Propulsi Kapal, ITS Surabaya
7. Yarsyna, Harky, 1996, *Design Of Marine Propellers, Palska Akademi Nauk Instytut Maszyn Przeplywowych, Poland.*