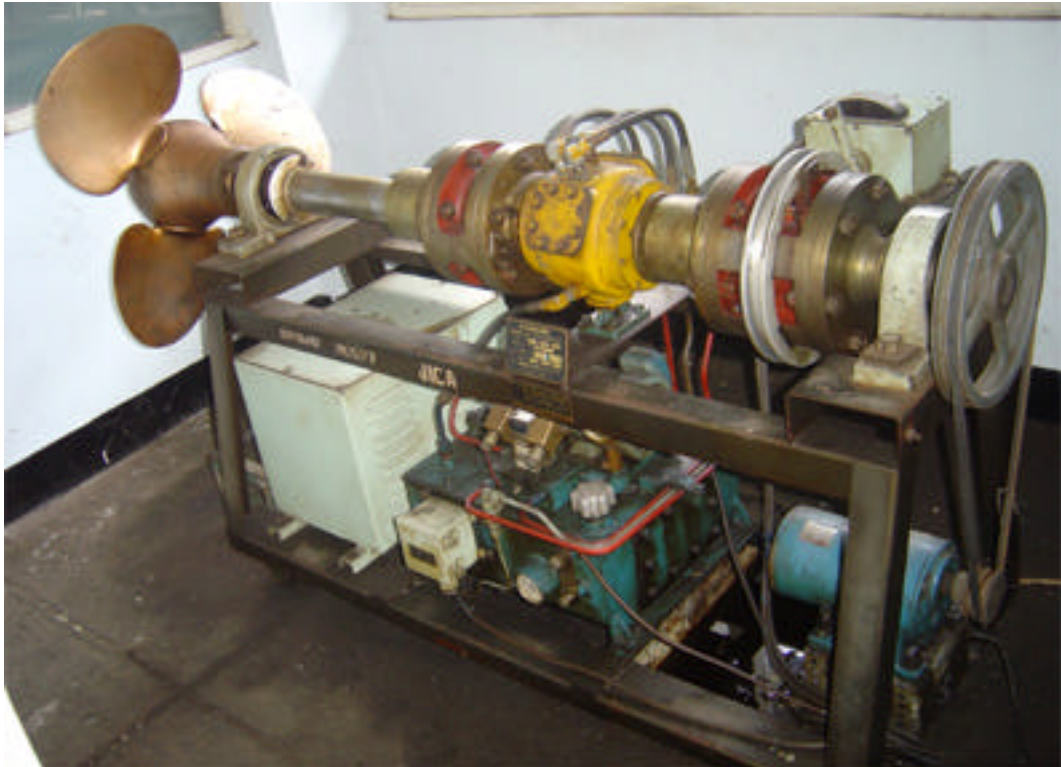


## INSTALASI TENAGA KAPAL

*Kompetensi : Mesin Penggerak Utama dan Bantu*

**TPL - Prod/Q.04**



---

**BAGIAN PROYEK PENGEMBANGAN KURIKULUM DIKMENJUR  
DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN  
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH  
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL**

**2003**

## **I. PENDAHULUAN**

### **A. Deskripsi Singkat**

Dalam profil kompetensi tamatan Sekolah Pelayaran Menengah bidang keahlian Teknika perikanan Laut, Progran diklat Mesin Penggerak Utama Kapal merupakan salah satu program diklat Sebagai syarat untuk mendapatkan sertifikat kompetensi keahlian Teknika Perikanan Laut tingkat II untuk menunjang pelaksanaan tugas sebagai Perwira di kapal perikanan. dalam melaksanakan kegiatan pengoperasian permesinan di atas kapal, kemungkinan terjadinya berbagai gangguan dalam pengoperasian dapat saja terjadi setiap saat. Gangguan yang terjadi dapat disebabkan oleh faktor teknis dan faktor non teknis. Faktor teknis seperti usia mesin yang sudah tua, kerusakan sebagai akibat pendayagunaan dan faktor kelelahan bahan atau matrial, sedang faktor non teknis meliputi kemampuan operator, mental dan cara kerja serta akibat kelelahan kerja atau faktor manusia, yang pada akhirnya dapat menyebabkan terhentinya kegiatan operasi atau bahkan dapat menimbulkan kecelakaan. Untuk mengantisipasi berbagai kemungkinan penyebab terjadinya gangguan dalam pengoperasian yang setiap saat dapat saja terjadi maka setiap personil bagian mesin atau perwira kapal ( Masinis dan Kepala Kamar mesin/ Chief Engineer) diharuskan untuk memiliki pengetahuan dan keterampilan tentang Cara mengatasi gangguan dan melakukan perawatan Instalasi tenaga kapal.

Modul kompetensi Instalasi Tenaga Kapal ini (TPL-P/Q 04) pada dasarnya merupakan materi kurikulum lanjutan modul( TPL-P/Q 03) yang berfungsi mengembangkan kemampuan, kebiasaan dan ketrampilan siswa SMK Bidang Keahlian Pelayaran untuk melakukan perawatan dan penanggulangan gangguan pengoperasian permesinan dan intalasinya dalam kegiatan sehari-hari diatas kapal. Modul ini di dalamnya membahas

beberapa materi yang disajikan dalam 2 tahapan kegiatan belajar sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi Komponen dan bagian instalasi tenaga penggerak kapal
2. Pengetahuan box transmisi daya pada instalasi tenaga penggerak kapal.

### **B. Prasyarat**

Untuk mempelajari modul instalasi tenaga kapal ini siswa dipersyaratkan memiliki pengetahuan atau keterampilan khusus tentang Pengetahuan Prinsip Kerja Mesin penggerak utama kapal dan mesin bantu dan modul Mengoperasikan, merawat dan menjaga kelancaran operasi Mesin penggerak utama kapal dan mesin bantu, mengatasi gangguan dan melakukan perbaikan. Hal ini disebabkan materi program diklat Mesin Penggerak Utama Kapal dirancang sebagai suatu paket kompetensi utuh, supaya siswa dapat dengan mudah memahami dan menerapkan prinsip-prinsip transmisi daya, cara kerja gear box, cara kerja kopling, sistem kendali dan cara pengoperasiannya yang menjadi salah satu kompetensi dalam pekerjaannya sebagai engineer di kapal perikanan.

### **C. Petunjuk Penggunaan Modul**

#### **1. Penjelasan Bagi Siswa**

Modul ini membahas tentang instalasi tenaga kapal, berupa materi ketrampilan lanjutan sebagai salah satu persyaratan yang harus dimiliki oleh awak kapal / calon awak kapal bagian mesin yang bekerja di atas kapal.

Setelah mempelajari modul ini Anda sebagai siswa SMK Bidang Keahlian Pelayaran diharapkan dapat memahami prinsip-prinsip yang berkenaan dengan cara kerja, prosedur pengoperasian dan perawatan serta menjaga kelancaran operasi instalasi tenaga kapal, yang secara khusus dapat dirinci dalam bentuk dua tahap kegiatan belajar sebagai berikut :

- a). Mengidentifikasi komponen dan fungsi bagian instalasi tenaga penggerak kapal.
- b). Pengetahuan box transmisi daya pada instalasi tenaga penggerak kapal.

**a. Langkah – langkah yang harus ditempuh**

Untuk memberikan kemudahan pada Anda mencapai tujuan-tujuan tersebut, pada masing-masing butir bagian, Anda akan selalu menjumpai uraian materi, bahan latihan, rangkuman/intisari dan tes formatif sebagai satu kesatuan utuh.

Oleh karena itu sebaiknya Anda mengetahui seluruh pembahasan itu. Sedangkan untuk memperkaya pemahaman dan memperluas wawasan Anda mengenai materi, disarankan untuk membaca buku rujukan yang sesuai dan dicantumkan dibagian akhir Buku Materi Pokok ini.

**b. Perlengkapan yang harus dipersiapkan :**

Untuk dapat melaksanakan kegiatan belajar dengan baik pada modul ini, maka perlengkapan di kelas maupun di workshop harus disediakan selengkap mungkin antara lain seperti pada matrik berikut:

Perlengkapan workshop	Perlengkapan ruang kelas	Bahan
? Model Unit Instalasi Tenaga Penggerak Kapal; motor penggerak, gear box, poros, baling-baling. Bantalan poros	? OHP ? LCD ? film tentang prinsip transmisi daya ? film cara kerja berbagai kopleng	? Kain lap (Waste cotton) ? Minyak pelumas ? Minyak hidroulik
? Sistem kendali otomatis	? film cara kerja model CPP	? Oil can
? Sistem kendali jarak jauh	? film cara kerja gear box	? Grease

gear ? Berbagai model Kopling ? Berbagai model daun baling-baling ? Contoh tabung stern tube ? Gland packing	? film dasar-dasar termodinamika ? film tentang konversi energi ? film tentang propulsi ? Poster, grafik, diagram	? Solar ? Bensin
---	--	---------------------

**c. Hasil Pelatihan**

Setelah siswa dapat menyelesaikan modul instalasi tenaga kapal, siswa dapat memahami komponen-komponen serta fungsinya masing-masing, sehingga kelainan – kelainan yang ada pada komponen maupun yang terjadi pada operasinya akan dapat diidentifikasi baik jenis maupun lokasi gangguannya. Apabila jenis dan lokasi gangguan ini sudah dapat teridentifikasi maka tindakan selanjutnya untuk melakukan perawatan dan perbaikan dapat dilakukan dengan benar, apakah dapat dilakukan dalam kegiatan operasi, mesin harus dihentikan sementara atau harus dikerjakan pada pihak lain . Hasil pelaksanaan dari pembelajaran pada modul instalasi tenaga kapal, diharapkan siswa mampu melakukan pengoperasian, perawatan dan mengatasi gangguan- gangguan yang terjadi selama kapal beroperasi seperti standar kemampuan yang dituntut sesuai dengan sertifikasinya sebagai engineer di kapal perikanan.

#### **d. Prosedur Sertifikasi**

Pada pembelajaran sub kompetensi instalasi tenaga kapal berarti saudara telah menyelesaikan 3 modul sub kompetensi sebelumnya yang harus tetap dikuasai. pengetahuan lanjutan dari modul 1, 2 dan 3 ini secara teknis anda sudah mempunyai kualifikasi skill untuk mengoperasikan, melakukan perawatan, dan mengatasi gangguan serta melakukan perbaikan jadi setelah selesai mengikuti modul 4 sub kompetensi instalasi tenaga kapal anda berhak untuk mengajukan uji kompetensi untuk mendapatkan sertifikat enginer. Sekolah merekomendasikan siswa untuk mengikuti uji kompetensi yang diselenggarakan oleh Panitia Uji Kompetensi dan sertifikasi (PUKS) yaitu suatu panitia yang mengatur pelaksanaan uji kompetensi dan sertifikasi yang ada di pusat dan di daerah.

#### **2. Peran Guru Antara Lain**

- a). Membantu siswa dalam merencanakan proses belajar
- b). Membimbing siswa melalui tugas-tugas pelatihan yang dijelaskan dalam tahap belajar
- c). Membantu siswa dalam memahami konsep dan praktik baru dan menjawab pertanyaan siswa mengenai proses belajar siswa.
- d). Membantu siswa untuk menentukan dan mengakses sumber tambahan lain yang diperlukan dalam belajar.
- e). Mengorganisasikan kegiatan belajar kelompok jika diperlukan
- f). Merencanakan seorang ahli/pendamping guru dari tempat kerja untuk membantu jika diperlukan.
- g). Merencanakan proses penilaian dan menyiapkan perangkatnya
- h). Melaksanakan penilaian

- i). Menjelaskan kepada siswa tentang sikap pengetahuan dan ketrampilan dari suatu kompetensi, yang perlu untuk dibenahi dan merundingkan rencana pembelajaran selanjutnya
- j). Mencatat pencapaian kemajuan siswa.

**D. Tujuan Pembelajaran**

Siswa memiliki kemampuan mengoperasikan, mengidentifikasi gangguan, mengatasi gangguan dan kemampuan melakukan perawatan serta perbaikan ringan pada instalasi tenaga penggerak kapal dan dapat mengidentifikasi komponen dan fungsinya pada instalasi tenaga penggerak kapal, dapat melakukan perawatan selama pengoperasian kapal

**E. Kompetensi**

Unit Kompetensi : Mesin Penggerak Utama

Kode Kompetensi : TPL – Prod/Q.04

Sub Kompetensi : Instalasi Tenaga Kapal

Kriteria Unjuk Kerja	Lingkup Belajar	Materi Pokok Pembelajaran		
		Sikap	Pengetahuan	Ketrampilan
? Mampu mengidentifikasi komponen dan fungsi instalasi tenaga kapal	? Mesin penggerak utama dan bantu	? Cermat dalam identifikasi tiap komponen dan fungsi instalasi tenaga kapal	? Mengoperasikan mesin penggerak utama dan bantu dengan benar sesuai urutan dan SOP	? Melakukan pembebanan pada instalasi tenaga kapal.
? Mampu mengatasi gangguan yang terjadi selama operasi	? Sistem hiroulik ? Sistem elektrik ? Sistem kontrol jarak jauh ? Sistem transmisi daya ? Sistem reduction gear	? Cermat dalam mengatasi gangguan operasi pada	? Melakukan perawatan instalasi tenaga kapal dengan benar	? Mengatasi kebocoran pada gland packing stern tube ? Membersihkan dan memperbaiki, mengganti: filter, saringan, dan

sesuai urutan dan SOP ? Mampu melakukan perawatan dan perbaikan ringan ? Mampu menjaga kelancaran operasi	? Sistem kopling ? Sistem kelistrikan ? Pesawat-pesawat bantu	instalasi tenaga kapal ? Cermat dalam melakukan perawatan instalasi tenaga kapal.	? Mengidentifikasi kasi gangguan yang terjadi pada instalasi tenaga kapal ? Melakukan perbaikan ringan selama kapal operasi	stariner pada sistem hydraulic ? Membersihkan dan memperbaiki, mengganti: saringan, zink anode pada oil cooler gear box Melakukan perawatan rutin pada instalasi tenaga kapal.
---	---	--	--	--

**F. Cek Kemampuan**

Berikut ini adalah daftar beberapa pertanyaan untuk digunakan mengecek kemampuan siswa dalam kegiatan belajar sebagai indikator penguasaan materi :

Sebelum siswa melanjutkan belajar pada modul 4.

- 1). Dalam posisi kopling apakah main engine boleh dihidupkan.
- 2). Persiapan apa saja yang harus dilakukan sebelum melakukan pengoperasian pada instalasi tenaga kapal.
- 3). Jelaskan bagaimana prosedur pengoperasian instalasi tenaga kapal
- 4). Perawatan apa saja yang dilakukan pada bagian instalasi tenaga penggerak kapal
- 5). Sebutkan komponen yang termasuk instalasi tenaga kapal
- 6). Sebutkan macam-macam tipe propeller
- 7). Sebutkan macam-macam kopling poros propeller
- 8). Jelaskan fungsi gear box
- 9). Apa yang dimaksud dengan reduction gear
- 10). Apa yang dimaksud dengan transmisi daya ?



## II. PEMBELAJARAN

### A. Rencana Belajar Siswa

Kompetensi : Mesin Penggerak Utama Kapal

Kode kompetensi : TPL – Prod/ Q.04

Sub Kompetensi : Instalasi Tenaga Penggerak Kapal

Jenis Kegiatan	Tanggal	Waktu	Tempat Belajar	Alasan Perubahan	Tanda Tangan Guru
Poros Trust/poros dorong					
Poros penghubung					
Poros propeller dan tabung stern (buritan)					
Propeller (Kipas)					
Bantalan Karet Dalam Air. (Under Water Under Bearing)					
Tabung Poros					
Poros Penghubung (Perantara)					
Sistem kemudi					
Sistem kendali/kontrol					
Sistem kopling					
Gera box/ box tranmisi					
Transmisi daya					

## **B. Kegiatan Belajar**

### **1. Identifikasi komponen dan bagian instalasi tenaga Penggerak kapal**

#### **a. Tujuan Pembelajaran**

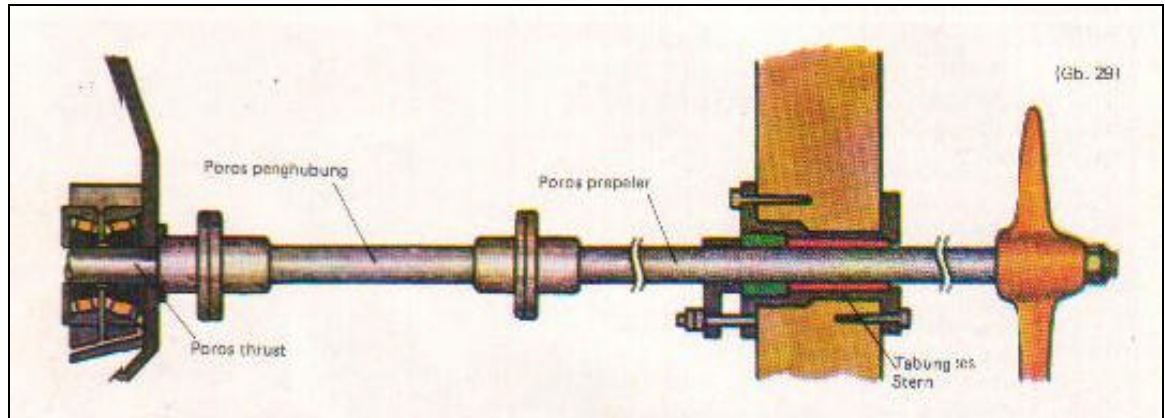
Siswa memiliki pengetahuan tentang komponen dan fungsinya masing-masing pada sistem instalasi tenaga penggerak kapal sehingga mampu untuk mengoperasikan, mengatasi gangguan dan kemampuan melakukan perbaikan serta merawat Instalasi tenaga penggerak kapal.

#### **b. Uraian Materi**

##### **(1). Sistem Penggerak**

##### **(a). Poros Trust (poros dorong)**

Sebuah mesin kapal harus diperlengkapi dengan poros trust (poros dorong) dan bantalan-bantalan untuk menopang dorongan yang dihasilkan kapal selama gerakan maju dan mundur. Pada mesin kecil, poros trust dan bantalan-bantalan ada di dalam tempat gigi transmisi yang dihubungkan langsung dengan mesin. Kini banyak bantalan ball (bola) dan bantalan rolltirus (taper roll bearing) yang dipakai. Besarnya daya dorong (trust) per daya kuda (horse power) adalah sekitar 10-13 kg. Untuk itu pada daya 50 HP, sekitar 600 kg. Daya dorong dihasilkan.



Gambar. 4-1. Instalasi Sistem Penggerak ( Sumber Yanmar Diesel, 1980 )

### (b). Poros penghubung

Poros penghubung ini terletak diantara poros dorong (trust shaf) dan poros propeller. Pada beberapa kapal poros ini ditiadakan, dan juga dikapal-kapal dimana mesin itu merupakan bagian penggerak, yaitu dengan menyambung poros propeller.

### (c). Poros propeller dan tabung stern (buritan)

Bantalan yang ada dimana saat poros propeller keluar dari buritan kapal dinamakan tabung stern (stern Tube), dan menopang poros tersebut pada permukaan bantalannya oleh lignumvitae (kayu pok) atau oleh semacam potongan bantalan yang dimasukkan ke dalamnya. Poros propeller keluar melalui tabung stern dan terhubung pada sebuah poros perantara atau poros dorong diujung posisi/ kedudukan maju, pada ujung conis (miring) adalah tempat duduknya propeller, poros propeller diklasifikasikan menjadi dua klas.

#### ? **Poros propeller klas 1.**

Umumnya banyak dipakai, poros ini dibuat dari baja tempa yang dilapisi dengan kuningan (brass) sepanjang poros tersebut. Ada juga poros yang dilapisi oleh dua atau lebih lapisan kuningan dengan karet terlapis

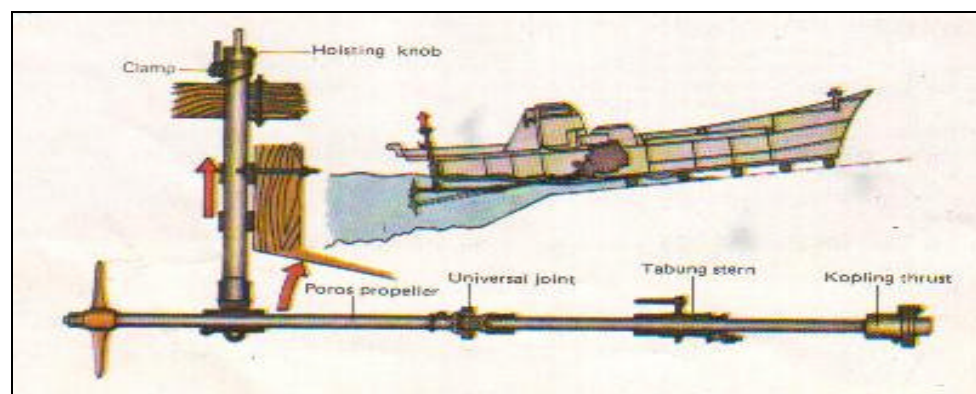
diantaranya. Poros-poros yang dibuat dengan kuningan yang dirol banyak dipakai untuk kapal-kapal kecil.

### ? **Poros Propeller Klas 2**

Poros yang tidak termasuk poros propeller klas 1, seperti poros propeller yang terbuat dari bahan stainless steel, dan sebagainya.

#### **(d). Poros Propeller dengan peralatan naik /turun.**

Beberapa kapal kecil mempunyai peralatan naik/turun yang terpasang pada poros propeller sedemikian rupa, maka bila kapal tersebut kandas atau melalui perairan yang dangkal, poros tersebut dapat diangkat naik



Gambar 4-2. Poros propeller dan Tabung Stern ( Sumber Yanmar Diesel, 1980 )

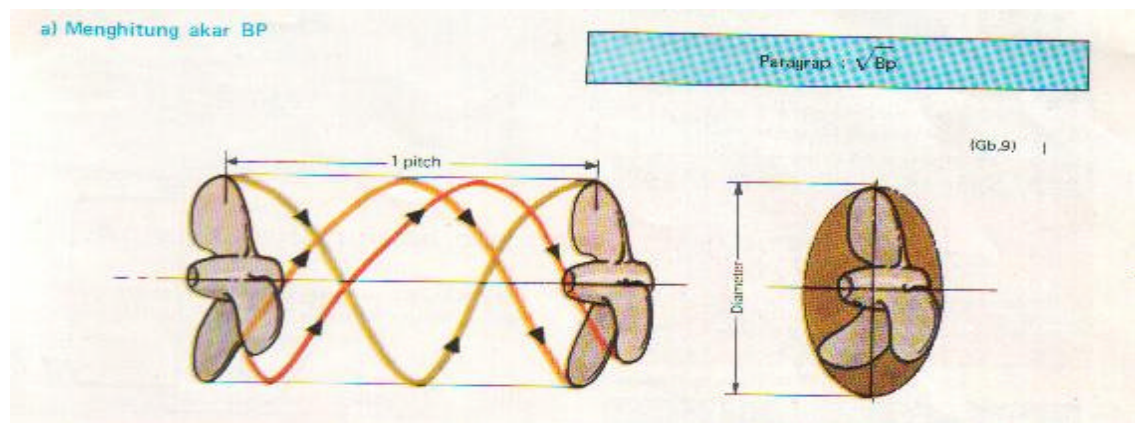
#### **(e). Propeller (Kipas)**

Untuk tujuan analitis, sebuah propeller dapat dibayangkan sebagai sebuah sekrup yang berulir besar. Bila berputar, propeller tersebut mengulir sendiri terhadap air, sedemikian rupa sehingga air membentuk seperti mur dan propeller membentuk seperti baut. Semua ini membuat kapal melaju.

Kuningan atau maangan bertegangan tinggi adalah bahan yang pada umumnya dipakai untuk kapal-kapal kecil. Sudu-sudu dan boss-nya dituang menjadi satu kesatuan dan jumlah sudu umumnya 4 atau 5 dipakai untuk

kapal-kapal kecepatan tinggi dan bila diameter propellernya terbatas besarnya

- 1). Diameter dari propeller didefinisikan sebagai diameter per putaran dari suatu lingkaran yang dimulai dari ujungnya.
- 2). Pitch propeller adalah suatu jarak yang telah ditempuh oleh suatu titik kedudukan pada sudu selama 1 X putaran.
- 3). Besaran Pitch ratio didefinisikan sebagai suatu koefisien dari pitch di bagi dengan diameter, besarnya umumnya berkisar 0,55 - 0,75.



Gambar 4-3. Propeller / kipas ( Sumber Yanmar Diesel, 1980 )

**(f). Bantalan Karet Dalam Air. (Under Water Under Bearing)**

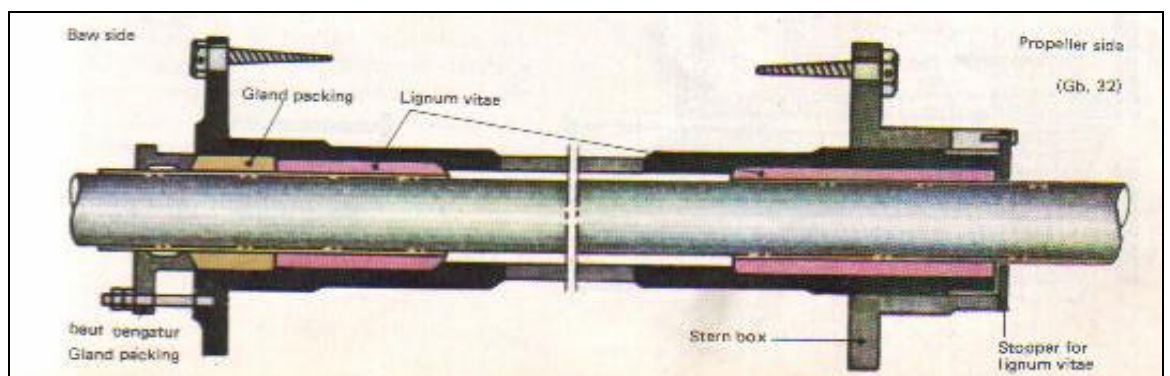
Bantalan cutles dan bantalan kimia :

Bahan yang alamiah, lignumvitae (salah satu bahan kayu) dulu banyak dipakai sebagai bantalan pada tabung-tabung stern (stern tubes), akan tetapi akhir-akhir ini bahan mentah kayu menjadi berkurang, lagi pula type ini menghasilkan keausan yang kurang wajar dari waktu ke waktu, dan kesulitan lain adalah dalam mutu dan ketahanan yang tak sama /seragam.

Sebab itu, pemakaian bantalan cutless akhir-akhir ini menjadi populer untuk mesin-mesin berputaran menengah dan tinggi. Bahan ini dibuat dengan peleburan dan memasukkan karet lunak kelubang dalam tabung metal. Beberapa alur dalam arah longitudinal dibentuk pada permukaan karet tersebut. Hal ini memberikan beberapa keuntungan-keuntungan sebagai berikut :

- 1). Tahan gesek antara metal dan karet dalam air kecil /ringan sekali
- 2). Gesekan yang kecil/ringan dan ketahanan yang tinggi.
- 3). Pasir, lumpur dan lain-lain bahan akan lumer melalui bagian dalam alur longitudinal.
- 4). Karet yang fleksibel menyerap partikel-partikel luar dan tidak membuat goresan pada metal poros tersebut.

Bantalan karet dalam karet ini digunakan pada kapal-kapal ikan yang kecil, bantalan tehnikal dikembangkan lebih lanjut. Bantalan ini identik dengan konstruksi bantalan cutless, akan tetapi bagian tabung luarnya terbuat dari karet semical atau bahan plastik disamping metal, keuntungannya adalah ongkos produksi yang rendah disamping keuntungan-keuntungan yang lainnnya.



Gambar 4-5. Bantalan Poros Propeller dalam air ( Sumber Yanmar Diesel, 1980 )

**c. Rangkuman.**

Komponen Instalasi tenaga penggerak kapal terdiri dari :Mesin Utama, Gear box, Poros tekan, Poros penghubung/antara, Tabung stern, Propeller dimana Fungsi masing-masing pada komponen instalasi adalah sebagai berikut:

- 1). Mesin Utama Fungsinya untuk menghasilkan tenaga putar
- 2). Gear box fungsinya untuk merubah kecepatan/jumlah putaran dari mesin utama yang akan di transmisikan pada poros propeller
- 3). Poros tekan fungsinya untuk menopang dorongan yang dihasilkan kapal selama gerakan maju dan mundur.
- 4). Poros penghubung/antara berfungsi untuk menghubungkan poros dorong (trust shaf) dan poros propeller.
- 5). Propeller. Untuk tujuan analitis, sebuah propeller dapat dibayangkan sebagai sebuah sekrup yang berulir besar. Bila berputar, propeller tersebut mengulir sendiri terhadap air, sedemikian rupa sehingga air membentuk seperti mur dan propeller membentuk seperti baut. Semua ini membuat kapal melaju.
- 6). Tabung stern Bantalan yang ada dimana saat poros propeller keluar dari buritan kapal dinamakan tabung stern (stern Tube), dan menopang poros tersebut pada permukaan bantalannya oleh *lignumvitae* (kayu pok) atau oleh semacam potongan bantalan yang dimasukkan ke dalamnya.

**d. Tugas.**

1. Gambarkan sistem instalasi tenaga kapal lengkap
2. gambarkan skema bantalan poros propeller bawah air
3. gambarkan skema propeller
4. Jelaskan masing-masing komponen instalasi beserta fungsinya
5. Jelaskan hal—hal yang harus mendapat perhatian pada perawatan instalasi tenaga kapal

**e. Test Formatif (Q.04.1)**

1. Sebutkan komponen yang termasuk instalasi tenaga kapal
2. Sebutkan macam dan jenis propeller yang anda ketahui
3. Apakah yang saudara ketahui tentang lignumvitae
4. Kerusakan apa saja yang mungkin terjadi pada propeller
5. Kerusakan yang sering terjadi pada poros propeller sebutkan
6. Jelaskan definisi dari diameter propeller
7. Apa yang dimaksud dengan Pitch propeller
8. Jelaskan definisi dari Besaran Pitch ratio
9. Apakah perbedaan bahan dari poros klas 1 dan poros klas 2.
10. Apa saja yang harus diperhatikan dalam pengoperasian poros propeller.

Cocokkanlah jawaban anda dengan kunci jawaban yang terdapat pada bagian akhir Buku Materi Pokok ini. Hitunglah jumlah jawaban anda yang benar, kemudian gunakanlah rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan anda terhadap materi Kegiatan Belajar ini.

Rumus :

$$\text{Tingkat Penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban Anda yang benar}}{10} \times 100 \%$$



Arti tingkat penguasaan yang anda capai :

90 % - 100 % : Baik sekali

80 % - 89 % : Baik

70 % - 79 % : Cukup

? 69 % : Kurang

Bila tingkat penguasaan anda mencapai 80 % ke atas, anda dapat meneruskan ke kegiatan belajar berikutnya, Bagus, tetapi apabila nilai yang anda capai di bawah 80 %, anda harus mengulangi kegiatan belajar ini, terutama pada bagian yang belum anda kuasai.

#### **f. Lembar kerja**

##### 1). Kegiatan

- ? Mengidentifikasi komponen dan fungsinya pada sistem kemudi/stering gear
- ? elakukan perawatan pada instalasi tenaga kapal
- ? Melakukan perawatan pada sistem kemudi
- ? Melakukan pembebanan pada transmisi tenaga kapal
- ? Menjaga intalasi tenaga kapal selama operasi

##### 2). Alat

- ? Unit instalasi tenaga kapal yang terdiri : Mesin penggerak, reduction gear, poros, bantalan poros, tabung stern, propeller,
- ? tool set
- ? Komponen sistem
- ? Mesin utama,
- ? sistem kendali,

3).Bahan

- ? Minyak lumas
- ? minyak hydroulic
- ? grease
- ? kain lap Gland packing

4). K3

- ? Savety shoes
- ? Sarung tangan

5). Langkah Kerja

- ? Menyiapkan alat tulis
- ? Mencatat komponen
- ? Mencatat fungsi komponen
- ? Menyiapkan Menyiapkan peralatan
- ? Menggunakan peralatan pengaman

## **2. Mengidentifikasi komponen dan bagian box tranmisi (Gear box) tenaga Penggerak kapal**

### **a. Tujuan Pembelajaran**

Siswa memiliki pengetahuan tentang komponen dan fungsinya masing-masing model gear box pada sistem instalasi tenaga penggerak kapal sehingga mampu untuk mengoperasikan, mengatasi gangguan dan kemampuan melakukan perbaikan serta merawat Instalasi tenaga penggerak kapal.

### **b. Uraian Materi**

Gigi reduksi ini dipergunakan untuk pertama kali pada pertengahan tahun 1920 di Jerman dan sejak saat itu kian bertambah populer. Pada pemakaiannya untuk mesin-mesin kecil agak mengalami hambatan, ini disebabkan karena biaya mula yang tinggi, akan tetapi lama kelamaan kian bertambah populer.

#### **(1). Gigi-gigi perubahan besar (reduksi/ perubahan arah putaran).**

Poros engkol dari mesin kecil dan menengah selalu berputar dalam arah yang sama, dan untuk mendapatkan gerak maju, stop dan mundur, maka perlu dilengkapi gigi-gigi perubah arah putaran. Dulunya “MEET ENDWISE TYPE” perubah arah terpakai untuk mesin-mesin berukuran kecil, putaran rendah, tapi sejak itu tak dipergunakan lagi, maka hal itu tak akan dibicarakan disini. Selain iitu “Union Reversing Gear”, yang mempergunakan roda gigi kerucut, akan dijelaskan karena sejak saat itu roda tsb, bertambah umum.

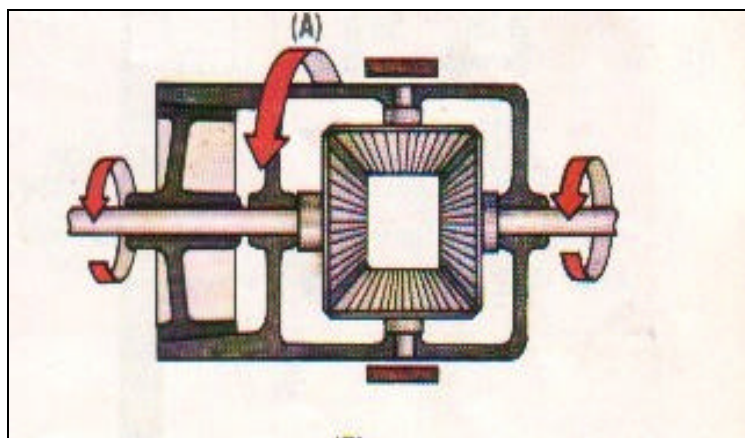
Seperti terlihat pada gambar 16, dua atau tiga roda kerucut pinion (6) terpasang pada rumah roda gigi yang terbuat dari besi tuang . Satu roda gigi

kerucut (4) terpasang diporos engkol dan yang lainnya (5) pada poros propeller (3).

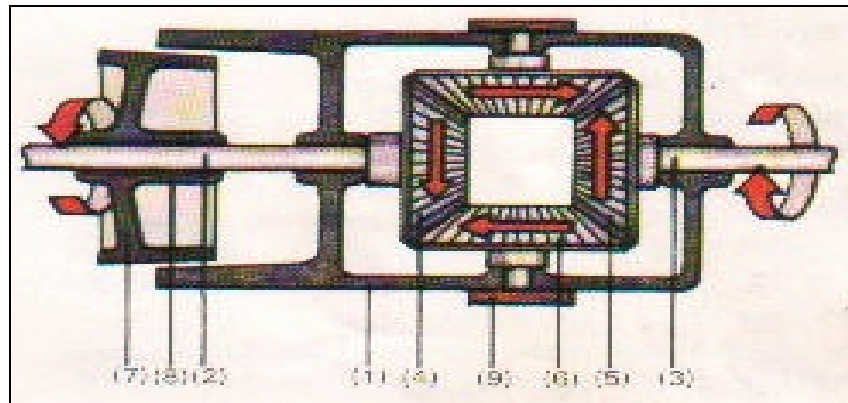
Semua ini terpasang, sehingga permukaan-permukaan satu dengan lainnya dapat berhubungan oleh gigi-gigi pinion (6). Ban rem terletak sekeliling rumah roda gigi, dan kopleng serta ban rem tersebut diatur sedemikian rupa mereka berfungsi bergantian.

Seperti terlihat pada Gb.4-6 (A), posisi maju, kopleng gesek dan rumah roda gigi akan bersatu dan kopleng, poros engkol dan poros propeller berputar searah. Pada keadaan posisi mundur Gb.4-6 (B) , rumah roda gigi kerucut pinion , poros propeller berputar, berlawanan arah dengan arah poros engkol. Bila box roda gigi dalam posisi “STOP” , gb.4-6 (C), kedua kopleng dan ban rem tak berhubungan satu sama lain. Akibatnya, bila roda gigi kerucut poros engkol (4) berputar, roda gigi kerucut pinion (6) berputar juga mengelilingi roda gigi kerucut poros propeller dan poros propeller tatap tak bergerak.

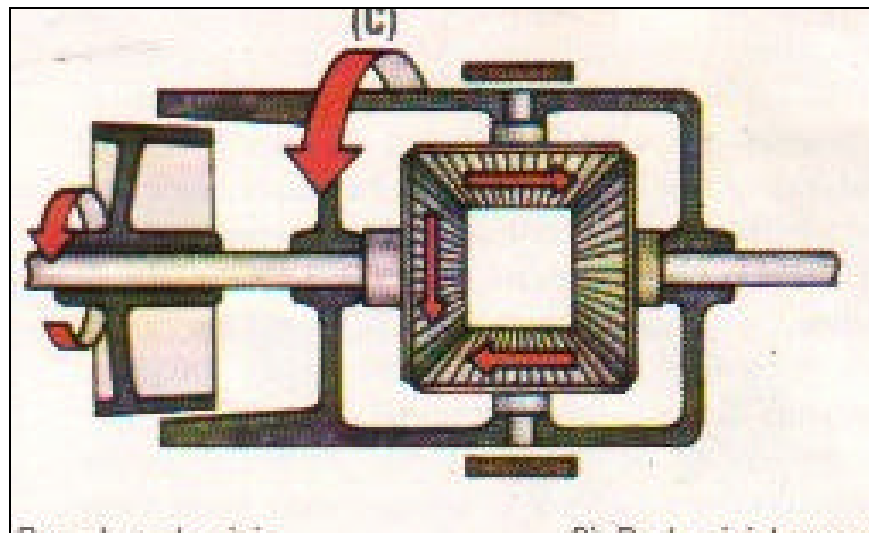
Gambar 4-7 adalah sebuah contoh tentang bagaimana plat-plat (Lempengan-lempengan) Dipergunakan dalam kopleng.



Gambar. 4-6. A Box Transmisi ( Sumber Yanmar Diesel, 1980 )



Gambar. 4-6. B. Box transmisi ( Sumber Yanmar Diesel, 1980 )



Gambar 4-6. C. Box Transmisi ( Sumber Yanmar Diesel, 1980 )

Keterangan :

- |                                      |                             |
|--------------------------------------|-----------------------------|
| 1) Rumah roda gigi                   | 6) Roda gigi kerucut pinion |
| 2) Poros engkol                      | 7) Kopling gesek            |
| 3) Poros propeller                   | 8) Spie (Key)               |
| 4) Roda gigi kerucut poros engkol    | 9) Ban rem                  |
| 5) Roda gigi kerucut poros propeller |                             |

## **(2). Gigi Perubah Arah dan Gigi Perubah Jumlah Putaran**

Sebuah gigi perubah arah dengan gigi perubah besar putaran baru-baru ini dipergunakan untuk mengurangi putaran mesin. Hal ini merupakan unit kombinasi dari kopling untuk gerak maju/ mundur, dan menurunkan putaran mesin sebanding dengan putaran propeller. Ini terdiri pula dari poros thrust, bantalan thrust, pendingin oli (Oil collar) dsb.

Bila putaran poros engkol dinaikkan untuk mendapatkan suatu mesin yang kecil dan ringan, dan untuk mengurangi besarnya ruangan karena volume mesin, maka apabila besarnya putaran propeller sama dengan putaran poros engkol, maka efisiensi propeller akan turun. Umumnya efisiensi propeller meningkat dengan turunya putaran propeller dan makin membesarnya diameter propeller. Demikian pula, kecepatan kapal membesar untuk mesin bertenaga sama. Sehubungan dengan itu, gigi reduksi sangat perlu untuk menurunkan putaran mesin yang tinggi keputaran propeller yang rendah, dan hal ini memungkinkan memilih putaran mesin yang tinggi keputaran propeller yang rendah, dan hal ini memungkinkan memilih putaran propeller untuk mendapatkan efisiensi dorongan yang besar yang sesuai dengan bentuk ukuran kapal.

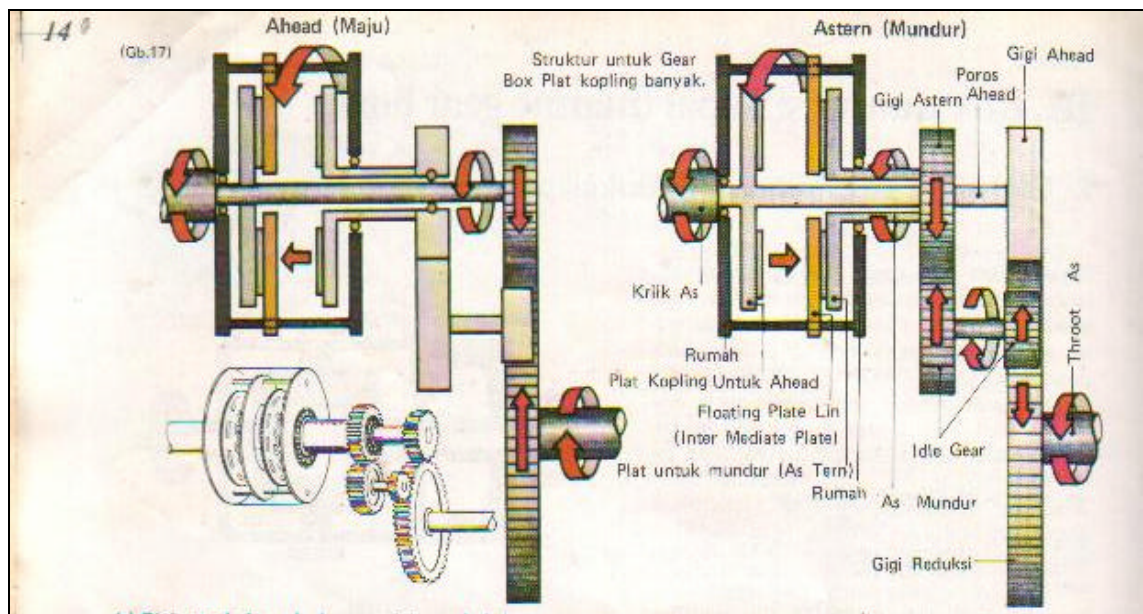
Dengan adanya gigi reduksi, mesin dapat berputar lebih dari 1900 RPM. Kini, terutama mesin berukuran kecil dan median (menengah) diperlengkapi dengan gigi reduksi dan dinamakan "Geared engines" (mesin bergigi).

## **(3). Type-Type Gigi Perubah Arah**

Macam-macam tipe dan klas dari gigi ini tercantum pada tabel 3.

**(a). Klasifikasi oleh tipe-tipe kopling (Clutch)**

Tipe mekanis adalah tipe union yang telah dibahas sebelumnya. Untuk gerakan maju pengencang dengan cara ban rem sering dipakai. Dalam unit-unit dimana ring yang dapat dikembangkan terpasang pada gerak maju dan koplingnya dikontrol oleh gaya sentrifugal, maka pada putaran mesin yang meninggi mengakibatkan timbulnya gerakan yang kasar pada koplingnya sedang pada tipe-tipe lain memakai plat-plat gesek untuk gerak maju dan mundur pada satu poros. Mereka ada yang berplat gesek tunggal dan banyak, dimana pada tipe mekanikal dipakai pegas dan lever (batang) dan pada type hidrolik dipergunakan tekanan olie yang tinggi untuk menggabungkan /menempelkan/menyatukan plat-plat gesek tersebut bersama-sama.



Gambar. 4-7. Plat-plat (lempengan-lempengan ) dalam kopling ( Sumber Yanmar Diesel, 1980 )

**(b). Klasifikasi tipe-tipe gigi.**

Tipe union dibagi menjadi 2 tipe, yang pertama memakai roda gigi kerucut untuk roda-roda gigi planetnya dan yang lain mempergunakan roda gigi lurus. Gambar 4-7 adalah sebuah contoh pemakaian tipe roda gigi lurus.

? **Type-tipe roda gigi reduksi/perubahan arah.**

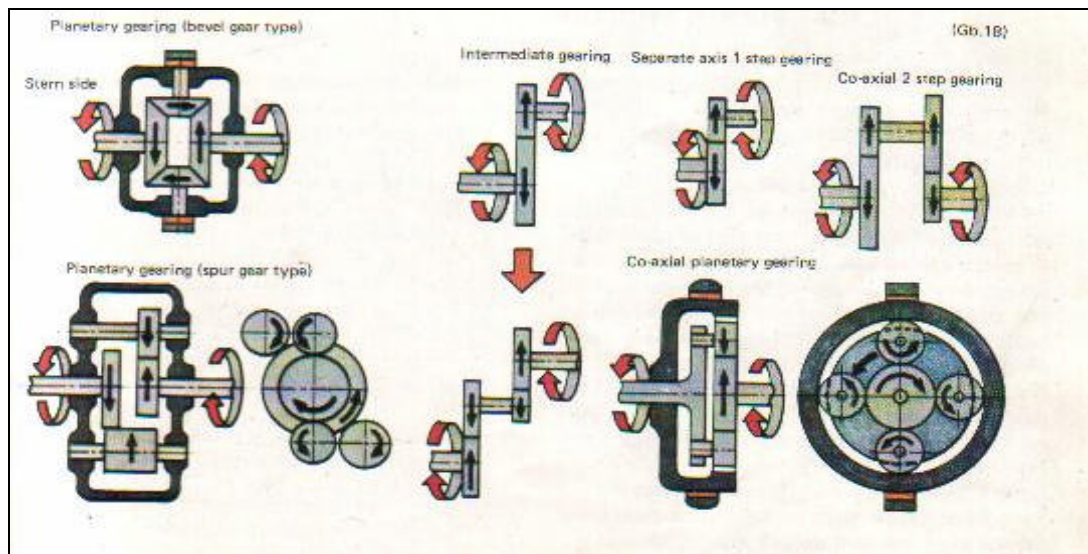
Klasifikasi tipe- tipe kopling (Clutches).

Klasifikasi	Tipe	Pemakaian
Mekanikal	? Tipe union, maju, ring pengembang ? Tipe union, maju, plat gesek ? Keduanya maju/mundur, plate gesek)	✍ Ukuran kecil, mesin putaran rendah menengah ✍ Ukuran kecil, mesin putaran tinggi. ✍ Ukuran sedang, mesin putaran tinggi
Hidrolik	? Plat gesek, Plat tunggal(single plat) ? Plat gesek, plat banyak (multi plate)	? Ukuran sedang, mesin berputaran sedang/tinggi ? Ukuran sedang/besar, mesin berputar sedang/tinggi



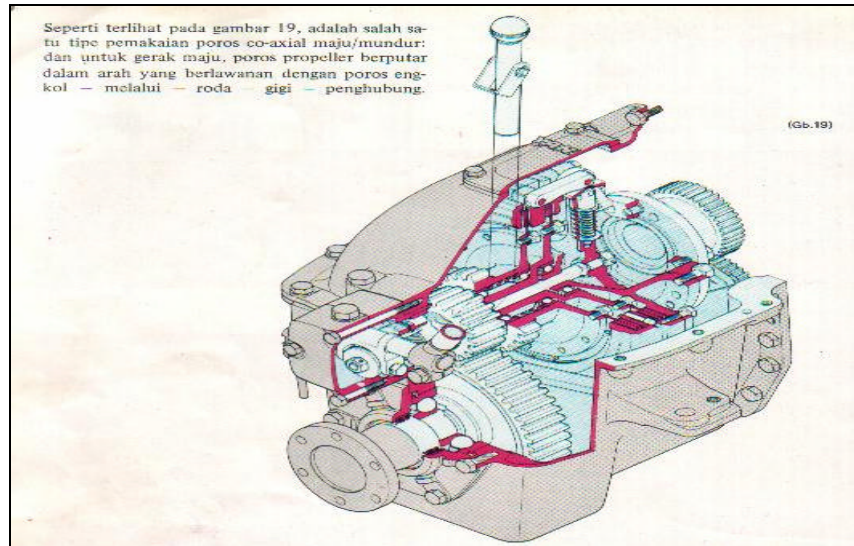
? **Klasifikasi tipe-tipe roda gigi.**

Klasifikasi	Tipe	Keterangan
Gigi perubah arah	Gigi - gigi planet Gigi-gigi Penghubung.	Roda gigi kerucut Roda gigi lurus.
Gigi reduksi	Terpisah axial 1 step gearing co-axial 2 step gearing co axial gigi planet	
Gigi reduksi 2 kecepatan		



Gambar. 4-8. Type- tipe gigi perubah arah ( Sumber Yanmar Diesel, 1980 )

Seperti terlihat pada gambar 4-9, adalah salah satu type pemakaian poros co-axial maju/mundur: dan untuk gerak maju, poros propeller berputar dalam arah yang berlawanan dengan poros engkol- melalui- roda- gigi- penghubung.



Gambar. 4-9. Salah satu type poros co-axial maju/mundur. ( Sumber Yanmar Diesel, 1980 )

#### **(4). Gigi perubahan besar (Reduksi) dan perubah arah putaran sistem hidroulik**

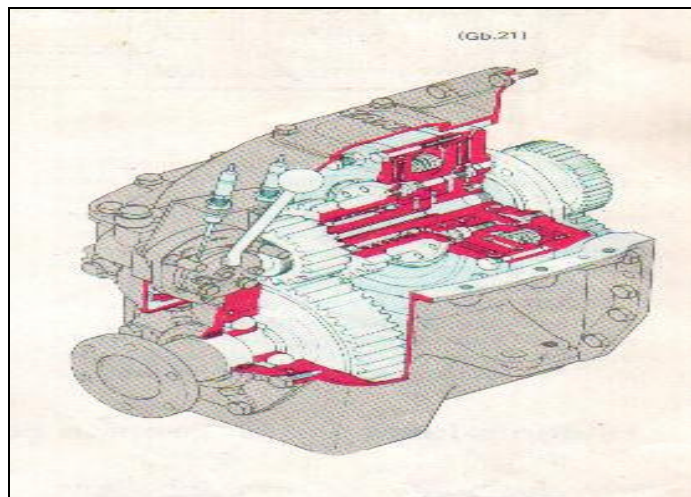
##### **(a). Gigi reduksi/perubahan arah putaran.**

Roda gigi perubahan arah putaran sistim hidrolik ini telah dipakai untuk kapal-kapal kecil dijepang sejak tahun 1941, akan tetapi pemakaian ini terbatas karena mereka lebih mahal dibandingkan dengan tipe mekanikal.

Pada gambar 4-10. meupakan contoh dari gigi reduksi/ perubahan arah sistem hidrolik dengan proses engkol dan poros propeller yang terpisah secara axial. Sebagai hasil dari perkembangan kopling hidrolik, operasi untuk gerak maju/mundur pada handelnya akan menjadi sangat mudah, dan sedemikian rupa hingga dinamakan “ FINGER CONTROL.” (Pengontrol dengan jari)

Operasi dari sebuah handel yang kecil hanya dengan menggunakan jari-jari dapat dilakukan. Sejak remote control (Pengontrolan jarak jauh) dari kopling dapat digunakan dengan pengertian dipakainya sistem kabel, maka jelas bahwa kemampuan manuver kapal dan kemampuan kontrol terhadap aktivitas penangkapan ikan mengalami kemajuan.

Dengan gigi sistem hidraulik ini , maka operasinya sangat ringan dan giginya dapat dipasang sangat mudah dimana saja dikapal, ini adalah sangat baik, dan bila diperlukan si-operator mampu untuk melakukannya beribu-ribu kali sehari tanpa mengalami kelelahan.

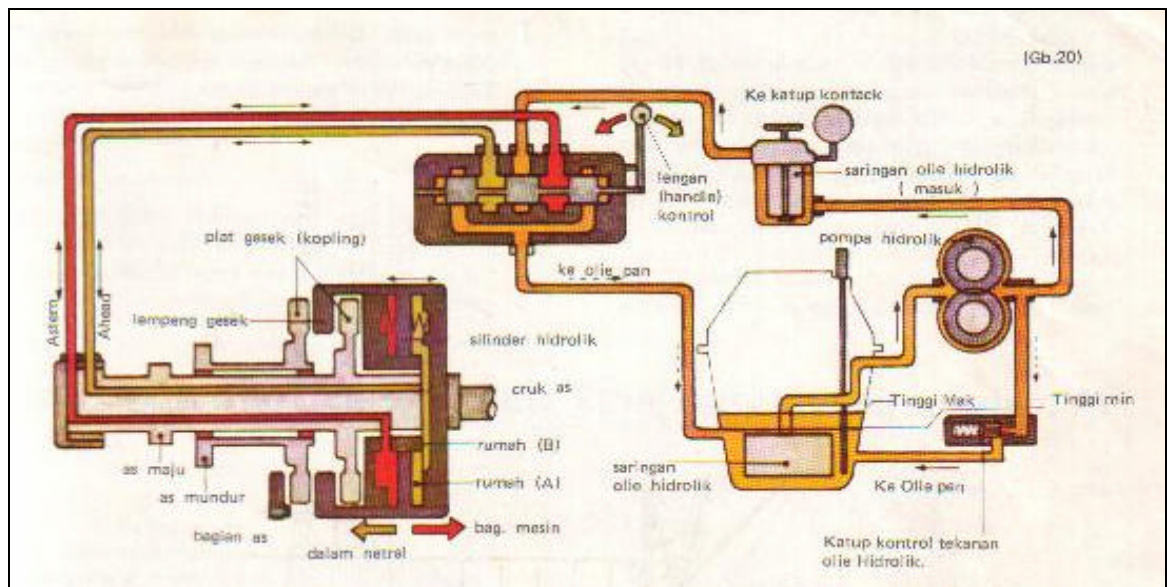


Gambar. 4-10. Gigi reduksi/perubah arah sistem hidrolik. ( Sumber Yanmar Diesel, 1980 )

Gambar 4-11. Menunjukkan cara kerjanya, olie bertekanan tinggi dialirkan ketempat aliran oleh pompa olie hidrolik yang akan menekan plat gesek, dan menyalurkan tenaga. Bila handle pemindahan aliran mulai dikerjakan, maka olie hidrolok bertekanan tinggi mengalir diantara rumah B dan silinder pendorong dan menggerakkannya kebagian mesin. Olie ini juga menggerakkan holder plat gesek dalam arah yang sama pada saat yang sama pula dan menekan plat gesek posisi maju. Poros maju berputar dalam arah sama dengan poros engkol dan menyalurkan gerak maju ke propeller.

Bila handle pemindah aliran diset pada gerak mundur, olie hidrolik bertekanan tinggi mengalir antara rumah A dan silinder pendorong dan menggerakkan silinder pendorong kebagian/daerah poros propeller. Demikian pula olie tersebut menggerakkan silinder plat gesek dalam arah sama pada saat yang sama dan menekannya keplat gesek posisi mundur, poros engkol memutar dalam arah mundur melalui gigi perantara dari gigi mundur. Mengisi kedudukan handle pemindah aliran ke posisi netral, olie hidrolik mengalir ,masuk kebagian posisi amju dan bagian f posisi mundur, pada saat yang sama dan menekan kedua bagian oleh silinder pendorong dengan tekanan yang sama sehingga tak bekerja dan berputar tanpa ada tekanan keplat gesek, dengan pengertian poros propeler tersebut tek berputar.

Sebuah alat pengaman diprlengkapi sehingga bila dalam keadaan bahaya , kopling tersebut dapat diganti kebentuk mekanik yang disebabkan oleh tekanan olie yang kurang besar.



Gambar 4-11. Cara kerja perubah arah putaran sistem hidrolik (Sumber Yanmar Diesel, 1980 )

**(b). Perlengkapan pada sistim hidrolik reduksi/perubahan arah.**

Dalam operasinya handle maju/mundur, alat ini secara otomatis menurunkan putaran mesin, meskipun pula bila handle tersebut tak bekerja. Ini melindungi mesin dan kopling dari tegangan yang tak diinginkan akibat perubahan gerak maju/mundur pada putaran-putaran tinggi.

Peredam ini melindungi gerakan mendadak dari posisi maju/mundur oleh handle pemindah aliran yang kasar melindungi pula sistem poros kopling/propeller. Peredam ini melengkapi pula keadaan yang menyenangkan dalam laju gerak kapal.

Untuk gerakan yang lamban yang dibutuhkan untuk menangkap ikan, alat ini mulai berfungsi, meskipun mesin berputar normal dengan mengadakan slip pada koplingnya.

**c. Rangkuman.**

Komponen yang terdapat pada gear box adalah; dua atau tiga roda kerucut pinion terpasang pada rumah roda gigi yang terbuat dari besi tuang . Satu roda gigi kerucut terpasang diporos engkol dan yang lainnya pada poros propeller. Semua ini terpasang, sehingga permukaan-permukaan satu dengan lainnya dapat berhubungan oleh gigi-gigi pinion. Ban rem terletak sekeliling rumah roda gigi, dan kopling serta ban rem tersebut diatur sedemikian rupa mereka berfungsi bergantian.

**d. Tugas.**

- 1). Jelaskan masing-masing komponen yang ada pada box transmisi.
- 2). Jelaskan apa kegunaan box gigi transmisi pada instalasi tenaga kapal.
- 3). Buat perincian pemeliharaan pada bagian box transmisi
- 4). gambarkan skema perpipaian pada sistem hidrolik perubah putaran

5). Jelaskan kegunaan dari plat kopling pada pada instalasi tenaga kapal

**e. Test Formatif (Q.04.2)**

- 1). Sebutkan komponen yang termasuk box transmisi
- 2). Sebutkan macam klasifikasi tipe roda gigi
- 3). Sebutkan klasifikasi tipe-tipe kopling
- 4). Jelaskan cara kerja dari kopling hidrolis
- 5). Apakah kegunaan dari trust bearing.
- 6). Apa yang dimaksud dengan reduction gear ?
- 7). Apa yang dimaksud dengan reversible gear ?
- 8). Apakah kegunaan gigi reduksi dalam instalasi tenaga kapal.
- 9). Apakah kelebihan sistem perubah putaran mekanik dibandingkan sistem hidroulik.
- 10). Apakah keuntungan menggunakan sistem hidroulik pada pengoperasian instalasi tenaga penggerak kapal perikanan.

Cocokkanlah jawaban anda dengan kunci jawaban yang terdapat pada bagian akhir Buku Materi Pokok ini. Hitunglah jumlah jawaban anda yang benar, kemudian gunakanlah rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan anda terhadap materi Kegiatan Belajar ini.

Rumus :

$$\text{Tingkat Penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban Anda yang benar}}{10} \times 100 \%$$

Arti tingkat penguasaan yang anda capai :

90 % - 100 % : Baik sekali

80 % - 89 % : Baik

70 % - 79 % : Cukup

? 69 % : Kurang

Bila tingkat penguasaan anda mencapai 80 % ke atas, anda dapat meneruskan ke kegiatan belajar berikutnya, Bagus, tetapi apabila nilai yang anda capai di bawah 80 %, anda harus mengulangi kegiatan belajar ini, terutama pada bagian yang belum anda kuasai.

#### **f. Lembar kerja**

##### 1). Kegiatan

- ? Mengidentifikasi komponen dan fungsinya pada sistem box transmisi
- ? Melakukan perawatan pada box transmisi instalasi tenaga

##### 2). alat

- ? Unit instalasi tenaga kapal yang terdiri :
- ? Mesin penggerak
- ? reduction gear
- ? poros
- ? bantalan poros,
- ? tabung stern,
- ? propeller
- ? Komponen box transmisi kapal, tool set

##### 3). Bahan

- ? Minyak lumas,
- ? minyak hydroulic,

? grease,

? kain lap

4). Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

? Sarung tangan,

? sepatu savety

5). Langkah kerja

? Menyiapkan peralatan

? Menggunakan peralatan pengaman



### III. EVALUASI

Kompetensi : Mesin Penggerak Utama Kapal

Kode kompetensi : TPL – Prod/ Q.04

Sub Kompetensi : Instalasi tenaga kapal

Nama siswa :

Nomor Induk siswa :

<b>Waktu Tgl</b>	<b>Nilai</b>	<b>Kognitif skill</b>	<b>Psikomotor skill</b>	<b>Attitude skill</b>	<b>Produk/benda kerja sesuai standart</b>
		Menjelaskan berbagai komponen yang ada pada instalasi tenaga kapal		Cermat dalam menjelaskan semua komponen yang ada pada instalasi tenaga kapal	
		Menjelaskan fungsi semua komponen instalasi tenaga kapal		Cermat dalam menjelaskan semua fungsi komponen instalasi tenaga kapal	

		Menjelaskan cara mengatasi gangguan operasi instalasi tenaga kapal yang meliputi: Jenis gangguan Lokasi gangguan	Memperagakan cara cara mengatasi gangguan yang meliputi; gangguan pada sistem transmisi daya, gangguan pada sistem kemudi, gangguan pada sistem listrik gangguan pada sistem hidraoulic.	Cermat dalam tahapan peragaan mengatsi gangguan yang meliputi cara menggunakan peralatan, menggunakan indra penglihatan, pendengaran dan penciuman	Mendemonstrasikan cara mengatasi gangguan pada sistem kemudi, gangguan pada sistem listrik gangguan pada sistem hidraoulic dan gangguan sistem mekanik
		Menjelaskan cara melakukan perawatan pada sistem instalasi tenaga kapal	Memperagakan cara melakukan perawatan pada instalasi tenaga kapal	Cermat dalam memperagakan perawatan instalasi tenaga kapal	Mendemonstrasikan Cara. Melakukan perawatan pada instalasi tenaga kapal yang meliputi : penambahan oli bantalan poros, melakukan penyetelan pendinginan stern tube, mengganti oli gear box, membersihkan saringan sistem hidroulic.

**Instruktur/guru**

(.....)

**KUNCI TES FORMATIF TPL-P/Q.04**

? **Kode Q.04.1**

1. Poros Trust (poros dorong), Poros penghubung, Poros propeller dan tabung stern (buritan), Propeller (Kipas), Bantalan
2. Propeller berdaun tetap( fix propeller) dan Berdaun tidak tetap (CPP/ Controlable pitch propeller), dan propeller in nozle.
3. lignumvitae (kayu pok) adalah bantalan yang ada dimana saat poros propeller keluar dari buritan kapal dinamakan tabung stern (stern Tube), dan menopang poros tersebut pada permukaan bantalannya.
4. Kerusakan yang sering terjadi adalah; bengkok/patah karena terbentur benda keras lain dan terjadi kavitasi karena pemakaian
5. Sering terjadi bengkok dan aus pada bagian bantalannya, sering dikarenakan olah gerak kapal pasir masuk dalam bantalan dalam air dan menyebabkan gesekan sehingga poros aus dan bantalan rusak.
6. Diameter dari propeller didefinisikan sebagai diameter per putaran dari suatu lingkaran yang dimulai dari ujungnya.
7. Pitch propeller adalah suatu jarak yang telah ditempuh oleh suatu titik kedudukan pada sudu selama 1 X putaran.
8. Besaran Pitch ratio didefinisikan sebagai suatu koefisien dari pitch di bagi dengan diameter, besarnya umumnya berkisar 0,55 - 0,75.
9. Poros klas 1 umumnya dibuat dari baja tempa yang dilapisi dengan kuningan (brass) sepanjang poros tersebut. Ada juga poros yang dilapisi oleh dua atau lebih lapisan kuningan dengan karet terlapis diantaranya. Poros klas 2 umumnya terbuat dari bahan stainless steel.
10. pada saat akan mengoperasikan sistem instalasi tenaga kapal yang harus diperhatikan adalah:
  - ? pelumasan bantalan pada poros penghubung diperiksa dan bila perlu ditambah

- ? baut pengencang rames packing sterntube diperiksa bila perlu dilonggarkan untuk memberikan pendinginan pada poros
  - ? Apabila propeller menggunakan model CPP, periksa posisi daun propeller apakah dalam posisi netral (0), bila belum atur pada posisi netral.
  - ? Periksa handel atau pengatur kopling apakah dalam posisi netral apa tidak. Bila belum atur pada kedudukan netral.
  - ? Periksa kontrol operasi pada posisi penunjukan Engine Room atau Wheel hause, pada pengoperasian awal pengatur operasi harus selalu di Engine Room.
  - ? Periksa volume dan kualitas oli Gear Box.
  - ? Periksa sistem pendinginan oli gear bok, apakah sudah terbuka sesuai dengan ketentuannya apa belum.
- ? **Kode Q.04.2**
1. Yang termasuk komponen dalam box transmisi adalah; rumah roda gigi, poros engkol, poros propeller, roda gigi kerucut poros engkol, roda gigi kerucut poros propeller, roda gigi kerucut pinion, spie (key), ban rem
  2. Klasifikasi tipe roda gigi adalah
    - a. Gigi perubah arah
    - b. Gigi reduksi
    - c. Gigi reduksi kecepatan
  3. Klasifikasi tipe-tipe kopling.
    - a. Mekanik
    - b. Hidrolik
  4. Cara kerja kopling hidrolik adalah:

Pada posisi maju; Oli bertekanan tinggi dialirkan oleh pompa oli, yang akan menekan plat gesek dan menyalurkan tenaga. Bila handle digerakkan maka oli bertekanan tinggi mengalir diantara rumah dan

silinder pendorong dan menggerakannya dibagian mesin. Oli ini juga menggerakkan holder plat gesek dalam arah yang sama pada saat yang sama pula dan menekan plat gesek pada posisi maju. Poros maju berputar dalam arah yang sama dengan poros engkol dan menyalurkan gerak maju ke propeller.

Pada posisi mundur; oli menggerakkan silinder plat gesek dalam arah sama pada saat yang sama dan menekannya ke plat gesek posisi mundur, poros engkol memutar dalam arah mundur melalui gigi perantara dari gigi mundur.

Pada posisi Netral; oli hidrolik mengalir masuk kebagian posisi maju dan posisi mundur pada saat yang sama dan menekan kedua bagian oleh silinder pendorong dengan tekanan yang sama sehingga tak bekerja dan berputar tanpa ada tekanan ke plat gesek , dengan pengertian poris propeller tersebut tak berputar.

5. Trust bearing (bantalan poros dorong) berfungsi untuk menopang dorongan yang dihasilkan kapal selama gerakan maju dan mundur.
6. Yang dimaksud dengan reduction gear adalah gigi pengurang kecepatan putaran yang ada pada gear box.
7. Yang dimaksud dengan reversible gear adal gigi perubah arah putaran pada poros propeller
8. Gigi reduksi sangat perlu untuk menurunkan putaran mesin yang tinggi keputaran propeller yang rendah, dan hal ini memungkinkan memilih putaran mesin yang tinggi keputaran propeller yang rendah, dan hal ni memungkinkan memilih putaran propeller untuk mendapatlan efisiensi dorongan yang besar yang sesuai dengan bentuk ukuran kapal.
9. Sistem mekanik mempunyai kelebihan dalam hal harga yang lebih murah dan perawatan yang mudah
10. kemampuan manuver kapal dan kemampuan kontrol terhadap aktivitas penangkapan ikan mengalami kemajuan dan kemudahan.

#### **IV. PENUTUP**

Modul instalasi tenaga kapal (TPL-P/Q.04) merupakan modul lanjutan mengatasi gangguan dan memperbaiki kerusakan mesin penggerak utama dan bantu,( TPL-P/Q.03) yang merupakan kesatuan dari modul-modul pada kompetensi mesin penggerak utama dan bantu (TPL-P/Q.02) pada pembelajaran modul ini siswa belajar pada cara-cara mengidentifikasi jenis gangguan dan lokasi gangguan serta tindakan – tindakan yang harus dilakukan pada pengoperasian mesin diesel apabila terjadi gangguan. Pada pembelajaran modul ini selain siswa sudah belajar dalam pengoperasian namun teori-teori dasar termodinamika dan fisika yang berhubungan dengan prinsip-prinsip dan cara kerja mesin diesel masih harus tetap dipelajari untuk mendukung kemampuan menganalisa cara kerja dan perawatan yang harus dilakukan. Juga dalam mengatasi gangguan diperlukan analisa-analisa sehingga dalam mengambil tindakan akan tepat pada permasalahan yang sebenarnya. Setelah siswa mengikuti pelatihan pada modul ini maka diperbolehkan untuk minta di uji pada sub kompetensi tersebut dan apabila modul-modul pada kompetensi yang lain sudah dapat diselesaikan maka dapat mengajukan untuk ikut ujian kompetensi untuk mendapatkan sertifikat ATKAPIN-II. Sekolah merekomendasikan siswa untuk mengikuti ujian pada Lembaga atau pada Panitia yang telah ditunjuk untuk menyelenggarakannya.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Arismunandar W; Koichi Tsuda, 1986, **Motor diesel putaran tinggi**, Pradnya Paramita, Jakarta
- Priambodo B, dalam V.L Maleev, 1995 **Operasi dan Pemeliharaan Mesin Diesel (Diesel Engine Operation and Maintenance)**. Erlangga, Jakarta.
- Suyanto, 2001. **Motor Bakar**, Sekolah Tinggi Perikanan, Jakarta
- Yanmar Diesel, 1980. **Buku Petunjuk Mesin Diesel Yanmar**, Pt Yanmar Indonesia, Jakarta.