

## BAB II

### DASAR TEORI

#### II.1 Klasifikasi Mesin Diesel Dan Definisi-Definisi

Motor bakar diesel biasa disebut juga dengan Mesin diesel (atau mesin pemacu kompresi) adalah motor bakar pembakaran dalam yang menggunakan panas kompresi untuk menciptakan penyalaan dan membakar bahan bakar yang telah diinjeksikan ke dalam ruang bakar. Mesin ini tidak menggunakan busi seperti mesin bensin atau mesin gas. Mesin ini ditemukan pada tahun 1892 oleh Rudolf Diesel, yang menerima paten pada 23 Februari 1893. Diesel menginginkan sebuah mesin untuk dapat digunakan dengan berbagai macam bahan bakar termasuk debu batu bara. Dia mempertunjukkannya pada *Exposition Universelle* (Pameran Dunia) tahun 1900 dengan menggunakan minyak kacang. Mesin ini kemudian diperbaiki dan disempurnakan oleh Charles F. Kettering.

Mesin diesel memiliki efisiensi termal terbaik dibandingkan dengan mesin pembakaran dalam maupun pembakaran luar lainnya, karena memiliki rasio kompresi yang sangat tinggi. Mesin diesel kecepatan-rendah (seperti pada mesin kapal) dapat memiliki efisiensi termal lebih dari 50%.

Mesin diesel dikembangkan dalam versi dua-tak dan empat-tak. Mesin ini awalnya digunakan sebagai pengganti mesin uap. Sejak tahun 1910-an, mesin ini mulai digunakan untuk kapal dan kapal selam, kemudian diikuti lokomotif, truk, pembangkit listrik, dan peralatan berat lainnya. Pada tahun 1930-an, mesin diesel

mulai digunakan untuk mobil. Sejak saat itu, penggunaan mesin diesel terus meningkat dan menurut *British Society of Motor Manufacturing and Traders*, 50% dari mobil baru yang terjual di Uni Eropa adalah mobil bermesin diesel, bahkan di Perancis mencapai 70%.

Mesin diesel adalah termasuk pesawat kalor, yaitu pesawat yang merubah energi potensial berupa panas mejadi usaha mekanik .

Mesin diesel adalah pesawat pembakaran dalam ( *Internal Combustion Engine* ), karena didalam mendapatkan energi potensial ( berupa panas ) untuk kerja mekaniknya diperoleh dari pembakaran bahan bakar yang dilaksanakan didalam pesawat itu sendiri, yaitu didalam silindernya.

Mesin diesel adalah motor bakar, dimana proses pembakaran bahan bakar terjadi akibat proses kompresi / penekanan udara didalam silinder ( 30 s/d 40 Kg/cm<sup>2</sup> dengan suhu 600 s/d 800 °C ) untuk kemudian bahan bakar disemprotkan dalam bentuk kabut kepada udara yang bersuhu dan bertekanan tinggi tersebut

Sebagai mesin penggerak utama kapal, mesin diesel lebih menonjol dibandingkan jenis mesin penggerak utama Kapal lainnya, terutama :

- Untuk rute pelayaran antar pulau ( *Interinsulair*), rute pelayaran yang sempit ( sungai ) dan ramai, karena pada saat olah gerak mesin kapal, mesin mudah dimatikan dan mudah dijalankan kembali.
- Konsumsi bahan bakar lebih hemat .
- Lebih mudah dalam mengoperasikannya.

### II.1.1 Klasifikasi Mesin Diesel :

Mesin diesel diklasifikasikan sebagai berikut :

**a) Menurut jumlah silinder**

1. Silinder 1, tunggal.
2. Silinder lebih dari 1, banyak

**b) Menurut putaran**

1. Putaran Rendah ( *Low Speed* ) < 1000 rpm.
2. Putaran Menengah ( *Medium Speed* ) 1000 – 2500 rpm.
3. Putaran Tinggi ( *High Speed* ) 2500 rpm keatas.

Mekanisme kinerja berdasarkan pada proses kinerja *speed*/kecepatan pada mesin diesel dapat digolongkan atas:

1) *Low speed*/berkecepatan yang rendah:

- a) Mekanisme kinerja dari mesin diesel bertipekan golongan *low speed* dalam proses akselerasi kinerjanya mempunyai rpm sekitar 90-190 dan pada umumnya penggunaan mesin diesel yang bertipekan golongan *low speed* diesel ini didominasi oleh mesin diesel jenis/tipe silinder/piston/langkah
- b) Dalam mekanisme kinerjanya mesin diesel berkecepatan yang rendah/ *low speed* ini menggunakan bahan bakar HFO (*heavy fuel oil*), dan menggunakan akselerasi kinerja *propeller* dengan kecepatan ideal/ *propeller speed ideal* dan dilengkapi dukungan

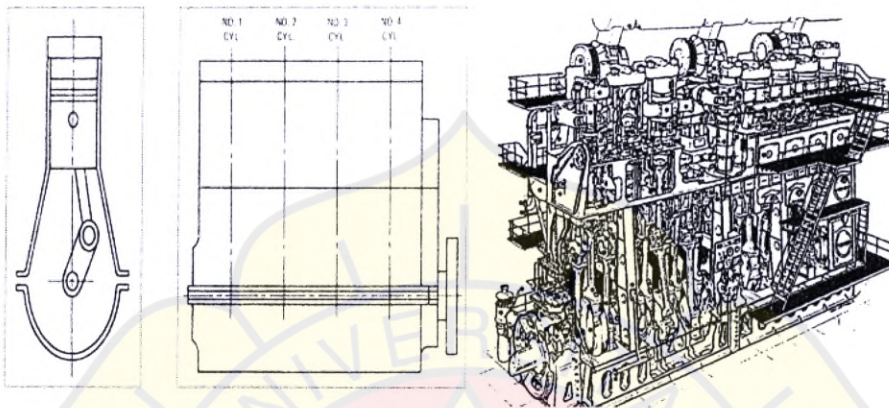
komponen putarannya sehingga tidak membutuhkan dukungan akselerasi kinerja komponen *gear box*, serta dimensi ukuran dan berat nya jauh lebih besardibandingkan dengan tipe golongan *medium speed diesel* dan *high speed diesel* serta mekanisme kinerja cara perawatannya juga jauh lebih rumit jika dibandingkan dengan tipe golongan *medium speed diesel* dan *high speed diesel*. Seperti halnya mekanisme kinerja dari mesin diesel yang digunakan pada sebuah kapal *catamaran crew boat 20,70*, untuk mengangkut pekerja dari daratan ke pengeboran lepas pantai. Dimana kapal ini menggunakan mesin diesel *medium speed* memiliki kekuatan output 412 KW (560 Hp) dengan tipe MAN D2876, 6 *cylinder*, 4- *stroke*, beroperasi dengan daya putaran maksimum 2100 rpm.

c) Menurut susunan posisi silinder

1. Tipe Berdiri – *In Line*

Silinder tipe berdiri biasanya digunakan kapal - kapal besar, seperti : kapal *cargo*, kapal *countainer* dan kapal tanker yang menggunakan kecepatan mesin rendah ( *low speed* ), tetapi kekuatan outputnya besar mencapai 85 MW ( 114000 Hp ) dengan rpm 60 – 200, dan tingginya mencapai 15 m, contohnya tipe MAN B&W 5S50MC.

Tetapi ada juga mesin dengan kecepatan menengah ( *medium speed* ) dengan putaran mesin 1000 – 2500 rpm seperti kapal *Catamran Crew Boat* yang menggunakan mesin silinder *in line*

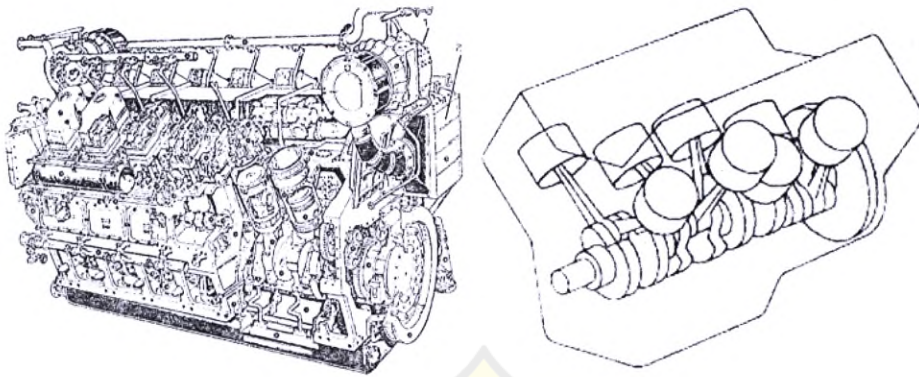


Gambar 2.1. Mesin diesel cylinder tipe berdiri ( *in line* )

(Sumber : Bambang Priambodo 1995)

## 2. Tipe V

Silinder tipe V biasa digunakan pada kapal – kapal dengan ukuran cukup kecil d bandingkan kapal yang menggunakan mesin diesel tipe *in line* seperti : kapal *tug boat*, dan patrolisampai putaran tinggi ( *high speed* ), dengan putaran mesin 2500 ke atas ukuran mesin cukup kecil karena *cylinder* tipe V terkenal dengan bentuknya minimalis tidak banyak makan tempat

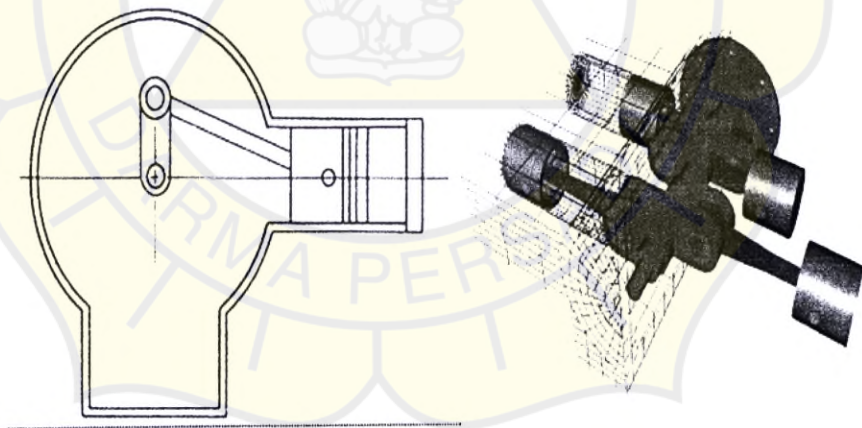


Gambar 2.2. *Cylinder tipe V*

(Sumber : Bambang Priambodo 1995)

### 3. Tipe *Horizontal*

Pengaturan jenis mesin diesel semacam ini digunakan untuk bus dan truk.

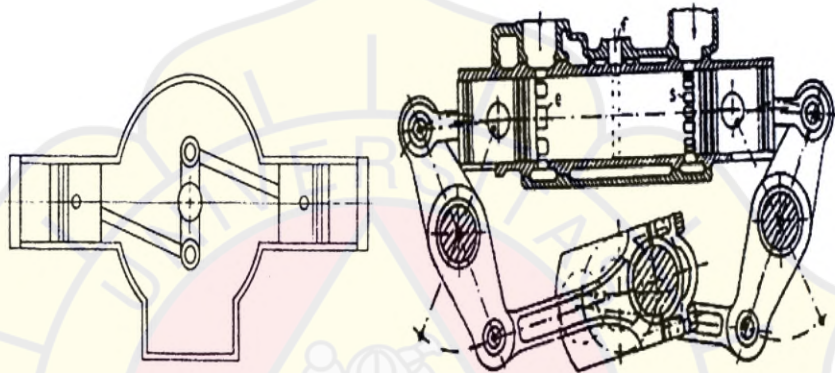


Gambar 2.3. *Cylinder tipe horizontal*

(Sumber : Bambang Priambodo 1995)

#### 4. Tipe Berlawanan – *Opposed Type*.

Mesin diesel dengan dua torak tiap silinder yang menggerakkan dua poros engkol digunakan dalam kapal dan kereta rel. Disainnya menunjukkan banyak keuntungan dari pembakaran bahan bakar, menyeimbangkan masa ulak-alik, pemeliharaan mesin dan mudah dicapai.

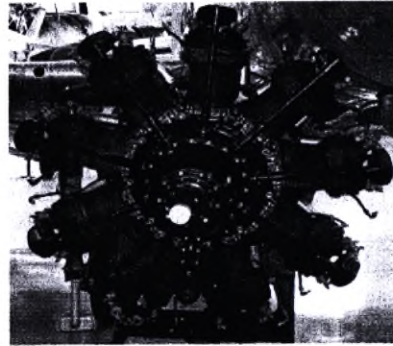
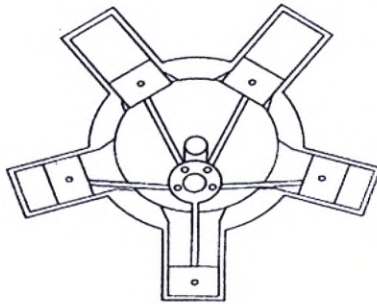


Gambar 2.4. *Cylinder* tipe Berlawanan – *Opposed Type*

(Sumber : Bambang Priambodo 1995)

#### 5. Tipe *Radial*.

Menis mesin diesel radial Mempunyai silinder yang semuanya terletak pada satu bidang dengan garis tengahnya berada pada sudut yang sama dan hanya ada satu engkol untuk tempat memasang semua batang engkol. Mesin jenis mesin diesel ini dibangun dengan lima, tujuh, sembilan dan sebelas silinder.



Gambar 2.5. *Cylinder Tipe Radial*

(Sumber : Bambang Priambodo 1995)

**d) Menurut jumlah langkah per siklus**

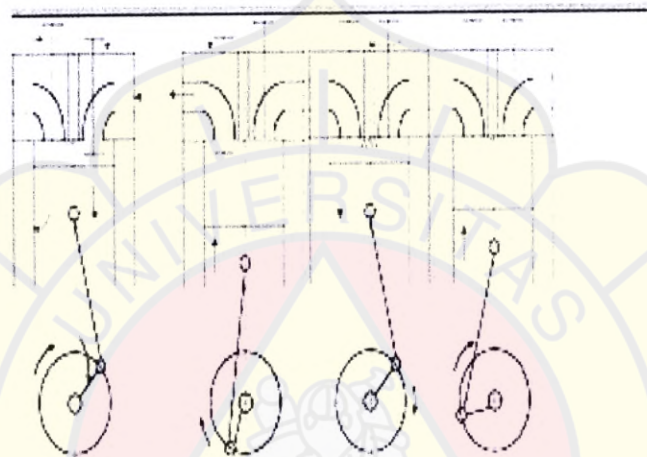
1. Mesin dua tak – *two-strokes*.

Urutan kejadian yang berulang secara teratur dan dalam urutan yang sama disebut sebuah daur (*Cycle*). Beberapa kejadian berikut, membentuk sebuah daur kerja mesin disel:

- Daur kerja mesin diesel yang pertama adalah mengisi silinder dengan udara segar.
- Daur kerja mesin diesel yang kedua adalah penekanan isi udara yang menaikkan suhu sehingga kalau bahan bakar diinjeksikan, akan segera menyala dan terbakar secara efisien
- Daurkerja mesin diesel yang ke tiga yaitu pembakaran bahan bakar dan pengembangan gas panas.
- Mengosongkan hasil pembakaran dari silinder.



Secara singkat prinsip kerja mesin diesel 4 langkah yaitu seperti penjelasan diatas Kalau keempat kejadian pada mesin diesel ini diselesaikan, maka daur diulangi. Kalau masing-masing dari keempat kejadian ini memerlukan langkah torak yang terpisah, maka daurnya disebut daur empat langkah maka disebut mesin diesel 4 langkah.



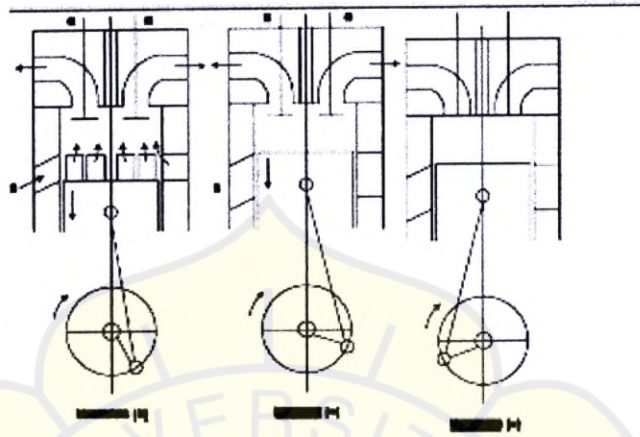
Gambar. 2.6. Kejadian dalam daur empat langkah.

(Sumber : Bambang Priambodo 1995)

## 2. Mesin empat tak – *fourstrokes*.

Sebuah daur dua langkah (kerja mesin diesek 2 tak) diselesaikan dalam dua langkah, atau satu putaran poros engkol mesin diesel, sedangkan daur empat langkah memerlukan dua putaran. Perbedaan utama antara mesin diesel 2 tak dan mesin diesel 4 tak adalah metode pengeluaran gas yang telah dibakar dan pengisian silinder dengan udara segar. Dalam mesin diesel 4 tak operasi ini dilakukan oleh torak mesin

selama langkag buang dan isap. Dalam mesin diesel 2 tak operasi ini dilakukan oleh pompa atau penghembus udara yang terpisah.



Gambar. 2.7. Pembilasan dari daur dua langkah

(Sumber : Bambang Priambodo 1995)

## II.2 INSTALASI MESIN INDUK

### II.2.1 Mesin Induk

Instalasi penggerak terdiri dari 1 (satu) buah mesin induk yang dilengkapi dengan *reversing reduction gear*, sistem poros baling-baling dan baling-baling. Pengoperasian setempat dari mesin-mesin induk dapat dilaksanakan bila terjadi kerusakan pada sistem pengendalian jarak jauh (*remote control*) dari rumah kemudi.

## II.2.2 Olah Gerak Kendali Mesin Induk

Olah gerak kendali mesin-mesin induk tersebut dilakukan melalui sistem jarak jauh dari ruang kemudi. Mesin induk juga dapat dioperasikan setempat di kamar mesin dalam keadaan darurat dan perintah-perintah untuk olah gerak diteruskan melalui *electronic engine telegraph*, tabung suara (*voice tube*) dan *intercom*, yang kesemuanya diletakkan dalam ruang kontrol. Mesin induk dan bantu di kamar mesin dilengkapi dengan instrumen pengontrol dan sistem alarm termasuk alat penunjuk putaran (*indicator rpm*). Instrumen-instrumen pengontrol dan indikator di kamar mesin dihubungkan dengan pusat kendali olah gerak di ruang kemudi. Untuk kapal *Catamaran Crew Boat* menggunakan type mesin MAN D2876, mesin induk ini termasuk mesin *medium speed* dengan kecepatan 412 kw ( 560 hp ), 2100 rpm, dan menggunakan 6 *cylinder*, adapun deskripsi mesin iduk ini tidak jauh beda dengan mesin – mesin biasa tetapi ada ke unggulan dari mesin induk ini yaitu, blok mesin berkekuatan tinggi, status *exhaust gas* IMO Tier RCD 94 / 25 / EC dan bahan bakar DMX Fuel to ISO 8217, DIN EN 590, dengan kusumsi bahan bakar 222 g/kWh.

## II.2.3 Gearbox

*Propeller* digerakkan dengan sistim roda gigi dengan perbandingan reduksi yang sesuai dengan karakteristik baling-baling. Sistem roda gigi adalah dari *reversing reduction gear type*. Setiap roda gigi dilengkapi dengan pompa minyak pelumas, termometer, dan *Thrust bearing* yang dipasang menyatu dengan

rumah roda gigi.dalam kapal *Catamaran Crew Boat* 20,70 M menggunakan tipe ZF360 A dimana perpindahan reduksi transmisinya menggunakan hidrolik multi dis kopling,roda gigi juga sangat mudah digunakan semua tipe mesin dan sistem penggerak.

#### **II.2.4 Propeller (baling-baling)**

Kapal memiliki satu buah baling-baling. Baling-baling direncanakan agar dapat menghasilkan gaya dorong yang efisien untuk mencapai kecepatan yang diinginkan. Penting untuk diingatkan peranan pemilihan mesin induk dan rasio roda gigi yang sangat vital bagi perancangan baling-baling, sehingga setiap perubahan pemilihan mesin induk dan rasio roda gigi akan mengakibatkan perubahan desain baling-baling. Dimana kapal *Catamaran Crew Boat* menggunakan tipe *propeller* seri ZF FP NACA dengan 6 *blade* dan *pitch ratio* 0.80 – 1.60, *propeller* ini di desain dengan sangat baik dan adapun pengujian *propeller* dengan standard kualitas DNV dengan ISO 9001

#### **II.2.5 Sistem Poros Baling-Baling**

Sistem poros baling-baling yang terdiri dari 1 poros baling-baling dan 1 poros antara untuk masing-masing mesin induk dari bahan *stainless steel* AISI 316, sedangkan pada bagian-bagian yang berada pada daerah bantalan seperti ; tabung poros, penyangga dan kopling dilapisi oleh *sleeve* dari bahan *bronze* yang memenuhi peraturan BKI (Biro klasifikasi Indonesia ). Poros antara dan poros

baling-baling dihubungkan dengan kopling dari tipe kopling *flens* yang dilengkapi dengan mur pengunci. Satu tabung poros baling-baling terdiri dari tabung poros yang terbuat dari baja tuang, pipa tabung poros yang terbuat dari *carbon steel*, bantalan yang terbuat dari karet dan rumah bantalan dari bahan *bronze* dipasang menembus lambung pada bagian buritan. Poros baling-baling berputar pada bantalan dengan pelumasan minyak dan sesuai dengan peraturan BKI ( Biro klasifikasi Indonesia ).

#### II.2.6 **SHAFT ( poros )**

*Shaft* (poros) adalah elemen mesin yang digunakan untuk mentransmisikan daya dari satu tempat ke tempat lainnya. Daya tersebut dihasilkan oleh gaya tangensial dan momen torsi yang hasil akhirnya adalah daya tersebut akan ditransmisikan kepada elemen lain yang berhubungan dengan poros tersebut. Poros juga merupakan suatu bagian stasioner yang berputar, biasanya berpenampang bulat dimana terpasang elemen-elemen seperti roda gigi (*gear*), *pulley*, *flywheel*, engkol, *sprocket* dan elemen pemindah lainnya. Poros bisa menerima beban lenturan, beban tarikan, beban tekan atau beban puntiran yang bekerja sendiri-sendiri atau berupa gabungan satu dengan lainnya. Poros yang digunakan dengan berbentuk tirus dimana taper bagian depan 1/10 dan bagian belakang 1/16 diameter poros 63.5 mm dengan bahan *stainless steel* AISI 360.

## Jenis-Jenis Poros

### A. Berdasarkan pembebanannya

- Poros transmisi (*transmission shafts*)

Poros transmisi lebih dikenal dengan sebutan *shaft*. *Shaft* akan mengalami beban puntir berulang, beban lentur secara bergantian ataupun keduanya. Pada *shaft*, daya dapat ditransmisikan melalui *gear*, *belt pulley*, *sprocket* rantai, dan lain – lain.

- **Poros Gandar**

Poros gandar merupakan poros yang dipasang diantara roda-roda kereta barang. Poros gandar tidak menerima beban puntir dan hanya mendapat beban lentur.

- **Poros *spindle***

Poros *spindle* merupakan poros transmisi yang relatif pendek, misalnya pada poros utama mesin perkakas dimana beban utamanya berupa beban puntiran. Selain beban puntiran, poros *spindle* juga menerima beban lentur (*axial load*). Poros *spindle* dapat digunakan secara efektif apabila deformasi yang terjadi pada poros tersebut kecil.

### **B. Berdasarkan bentuknya**

- Poros lurus.
- Poros engkol sebagai penggerak utama pada silinder mesin

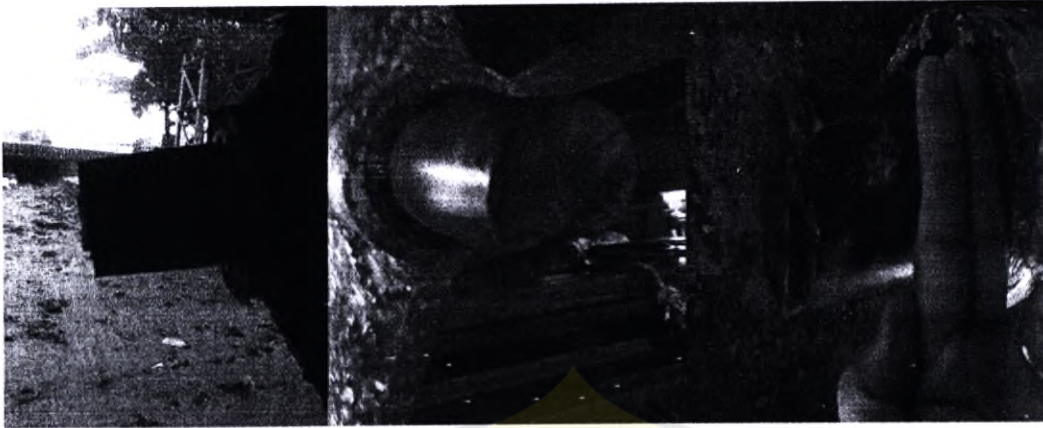
### **Sifat-Sifat Poros Yang Harus Diperhatikan**

- **Kekuatan poros**

Poros transmisi akan menerima beban puntir (*twisting moment*) ataupun gabungan antara beban puntir. Dalam perancangan poros perlu memperhatikan beberapa faktor, misalnya : kelelahan, tumbukan dan pengaruh konsentrasi tegangan bila menggunakan poros bertangga ataupun penggunaan alur pasak pada poros tersebut. Poros yang dirancang tersebut harus cukup aman untuk menahan beban-beban tersebut.

Seperti pada objek penelitian Tugas Akhir ini di kapal *Catamaran Crew Boat* ada permasalahan yaitu :

Patahnya poros dikarenakan adanya putaran poros dari putaran ke kiri dan secara tiba – tiba ke kanan karena sedang melakukan olah gerak karena dilakukan terus menerus maka poros mengalami kelelahan dan patah. Pada saat ke adaan kapal masih melakukan *sea trail*.



Gambar 2.8. Poros kapal kumawa jade yang patah

( sumber : TANJUNG KUMAWA *SHIPPING COMPANY* )

- **Kekakuan poros**

Meskipun sebuah poros mempunyai kekuatan yang cukup aman dalam menahan pembebanan tetapi adanya lenturan atau defleksi yang terlalu besar akan mengakibatkan ketidaktepatan (pada mesin perkakas), getaran mesin (*vibration*) dan suara (*noise*). Oleh karena itu disamping memperhatikan kekuatan poros, kekakuan poros juga harus diperhatikan dan disesuaikan dengan jenis mesin yang akan ditransmisikan dayanya dengan poros tersebut.

- **Putaran kritis**

Bila putaran mesin dinaikan maka akan menimbulkan getaran (*vibration*) pada mesin tersebut. Batas antara putaran mesin yang mempunyai jumlah putaran normal dengan putaran mesin yang menimbulkan getaran yang tinggi disebut putaran kritis. Hal ini dapat terjadi pada turbin, motor bakar, motor listrik, dan lain - lain. Selain itu, timbulnya getaran yang tinggi dapat mengakibatkan



kerusakan pada poros dan bagian-bagian lainnya. Jadi dalam perancangan poros perlu mempertimbangkan putaran kerja dari poros tersebut agar lebih rendah dari putaran kritisnya.

- **Korosi**

Apabila terjadi kontak langsung antara poros dengan fluida korosif maka dapat mengakibatkan korosi pada poros tersebut, misalnya *propeller shaft* pada pompa air. Oleh karena itu pemilihan bahan-bahan poros (plastik) dari bahan yang tahan korosi perlu mendapat prioritas utama.

