

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Daya kerja film oil dan system pelumasan**

#### **1. Sistem Pelumas**

Pelumas adalah zat kimia yang umumnya cairan dan diberikan di antara dua benda bergerak untuk mengurangi gaya gesek. Zat ini merupakan fraksi hasil destilasi minyak bumi yang memiliki suhu 105-135 derajat celcius. Umumnya pelumas terdiri dari 90% minyak dasar dan 10% zat tambahan. Salah satu penggunaan pelumas paling utama adalah oli mesin yang dipakai pada mesin pembakaran dalam (Wikipedia). Sistem pelumasan ini memiliki beberapa fungsi dan tujuan, Mengurangi gesekan serta mencegah keausan dan panas, dengan cara oli dapat membentuk suatu lapisan tipis (oil film) untuk mencegah kontak langsung permukaan logam dengan logam. Sebagai media pendingin, yaitu dengan menyerap panas dari bagian-bagian yang mendapat pelumasan dan kemudian membawa serta memindahkannya pada sistem pendingin. Sebagai bahan pembersih, yaitu dengan mengeluarkan kotoran pada bagian-bagian mesin. Mencegah karat pada bagian-bagian mesin. Mencegah terjadinya kebocoran gas hasil pembakaran.

Pada saat poros berputar, terjadi gesekan antara poros dengan bantalannya. Sebagian minyak pelumas yang melekat pada permukaan poros ikut berputar. Apabila sela antara poros dengan bantalan menjadi lebih kecil daripada sela tempat minyak jadi lebih kecil daripada sela tempat minyak pelumas yang terbawa berputar akan mengalami hambatan. Akibatnya sebagian akan mengalami kembalidan menimbulkan tekanan hidrodinamik didalam lapisan minyak pelumas. Tekanan itu cukup kuat, untuk mengangkat poros untuk tidak menyentuh permukaan bantalan, putaran poros pada kecepatan rendah akan bergesekan dengan dinding bantalan putarannya tidak simetris dengan bantalan. hingga pada kecepatan yang tinggi putaran poros akan stabil dan tepat berada di tengah bantalan.

2. Fungsi lain oli pelumasan adalah :

- a. Oli membentuk lapisan oil film mencegah kontak langsung permukaan logam dengan logam, mengurangi gesekan dan mencegah keausan dan panas.
- b. Oli mendinginkan pada bagian-bagian mesin.).  
Berfungsi sebagai seal antara torak dengan lubang dinding silinder..
- c. Mengeluarkan kotoran dari bagian-bagian mesin.
- d. Mencegah karat pada bagian-bagian mesin

3. Macam - macam sistem pelumasan

a. jenis percikan splash type

Pada jenis ini connecting rod dilengkapi dengan sendok yang berada pada ujungbagian bawah dari stang seher . Sehingga saat mesin berputar, maka sendokpemercik akan memercikan oli yang di bak oli ke dinding silinder dan bearing. Jenisini memiliki konstruksi yang sangat sederhana , namun sulit untuk melumasi bagian- bagian yang memiliki celah lebih sempit . karena itu sistem pelumasan tipe inisudah tidak lagi digunakan.

b. jenis tekanan pressure feed type

Pada jenis ini sistem pelumasan menggunakan pompa oli yang berguna untukmensirkulasikan minyak pelumas. jenis inilah yang sekarang digunakan pada mesin diesel

## 2.2 Perbandingan daya poros dengan beban bantalan

Bahan-bahan dari perpaduan Bantalan utama mesin induk. Pada beban bantalan yang lebih tinggi harus digunakan material bantalan yang lebih keras. Misalnya timah hitam-brons atau kuningan-timah hitam. Bahan trimetal modern terdiri dari sebuah piringan baja tipis yang dilapisi dengan kuningan timah atau timah hitam brons (P. Van Maanen, Motor Diesel Kapal jilid halaman 9.4).

1. Bahan-Bahan bantalan (Robert L. Mott, Elemen-Elemen Mesin dalam Perancangan Mekanis) adalah:

a. Perunggu coran

Nama perunggu mengacu pada beberapa campuran logam dari beberapa tembaga timah, timbale, seng atau aluminium, baik sendiri-sendiri atau dalam kombinasi.

Perunggu timbale mengandung 25%-35% timbal sehingga memiliki sifat mampu benam yang baik dan tahan terhadap himpitan dalam kondisi batas.

b. Babit

Babit (baja putih) berbahan dasar timbal atau berbahan dasar timah yang secara nominal memiliki 80% logam induk, berbagai komposisi paduan tembaga dan antimony dapat diolah sifat-sifatnya untuk memenuhi suatu aplikasi khusus. Bantalan utama terdiri atas bagian bawah dan atas yang terbuat dari besi tuang atau baja tuang yang dilapisi dengan babit (white metal).

c. Aluminium

Aluminium memiliki kekuatan tertinggi yang umumnya digunakan sebagai bahan bantalan. Aluminium digunakan dalam beberapa aplikasi dalam mesin, pompa, dan pesawat terbang. Kekerasan yang tinggi dari bahan aluminium menghasilkan sifat mampu benam buruk, sehingga memerlukan pelumas yang bersih.

#### d. Seng

Bantalan yang terbuat dari paduan seng memberikan perlindungan yang baik tanpa suplai minyak pelumas yang terus-menerus, meskipun akan beroperasi dengan sangat baik jika di lumasi. Ketika beroperasi pada tap-tap dari baja, lapisan tipis dari bahan seng yang lebih lunak akan berpindah ke baja sehingga melindunginya dari aus dan kerusakan.

#### 2. Bahan Crankshaft

Bahan crankshaft ( oleh S.H Frederik dan H. Capper ) dalam bukunya *Materials For Machinery* yaitu baja - karbon magnitude yang diperoleh dari hasil dapur tinggi dalam tungku pembakaran atau listrik pada suhu 1.500 c, dari hasil akhir yang diperoleh biasanya ditambahkan sedikit jumlah silikon dan aluminium atau titanium.

Dari campuran tersebut ditambahkan sabun ( busa ) pada temperatur yang rendah dimaksudkan agar halus, pengoperasian pada mesin dari material pada temperatur 550 c untuk baja karbon dan untuk campuran baja 600 c. Poros-poros (rank shaft ) yang dipakai untuk meneruskan putaran tinggi dan beban berat umumnya dibuat dari baja paduan dengan pengerasan kulit yang sangat tahan terhadap keausan, Baja krom nikel ( JIS G 4102 standar jepang), baja khrom nikel molibden ( JIS G 4103 ), baja khrom ( JIS G 4104 ), baja khrom molibden ( JIS G 4105 ) Sekalipun demikian pemakaian baja paduan khusus tidak selalu dianjurkan jika alasannya hanya karena putaran tinggi dan beban berat, dalam hal demikian perlu dipertimbangkan penggunaan baja karbon yang diberikan perlakuan panas secara tepat untuk memperoleh kekuatan yang diperlukan.

#### c. Persyaratan Bahan Bantalan

Persyaratan bahan untuk bantalan harus memenuhi :

- a. Mempunyai kekuatan cukup (tahan beban dan kelelahan)
- b. Dapat menyesuaikan diri terhadap lenturan poros yang tidak terlalu besar atau terhadap perubahan bentuk yang kecil
- c. Mempunyai sifat anti las (tidak dapat menempel) terhadap poros jika terjadi kontak antara logam dan logam.

- d. Sangat tahan karat
- e. Cukup tahan aus( wear ) .
- f. Dapat membenamkan kotoran atau debu kecil yang terkandung didalam bantalan
- g. Murah harganya
- h. Tidak terlalu terpengaruh oleh temperature  
(sumber,dasar perencanaan dan pemilihan elemen mesin,Sularso-Kiyokatsu Suga halaman 105).

#### d. SIFAT-SIFAT BAHAN BANTALAN

Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan ketika memilih bahan untuk bantalan dan menentukan detail perancangan meliputi hal-hal sebagai berikut:

- a. Koefesien gesek,baik kondisi statis ataupun dinamis perlu dipertimbangkan.
- b. Kapasitas beban ,beban radial dibagi dengan luas bantalan.
- c. Kecepatan operasi,kecepatan relative antara komponen-komponen yang bergerak dan yang diam,biasanya dalam ft/menit atau m/sekon.
- d. Suhu pada kondisi operasi.
- e. Batas- batas keausan.
- f. Mampu produksi,pengikatan,pemasangan dan pemakaian.

Faktor  $pV$ , selain pertimbangan tersendiri dari kapasitas beban, $p$ ,dan kecepatan operasi, $v$ ,hasil perkalian  $pV$  adalah parameter untuk kerja yang penting untuk perancangan bantalan ketika menggunakan pelumasan. Nilai  $pV$  adalah ukuran dari kemampuan bahan bantalan untuk menampung energy gesekan yang dihasilkan dalam bantalan.

Maka  $pV$  dapat dianggap sebagai angka input energy kebantalan per satuan luas,jika koefisien geseknya adalah 1,0tentu saja koefisien gesek sesungguhnya biasanya kurang dari satu, $pV$  dapat dianggap sebagai ukuran perbandingan dari kemampuan bantalan untuk menyerap energi tanpa pemanasan yang berlebihan.

e. Bantalan Lapisan Hidrodinamis

Bantalan lapisan hidrodinamis yaitu beban pada bantalan dipikul oleh lapisan pelumas yang terus-menerus diberikan, biasanya minyak, sehingga tidak ada kontak antara bantalan dan tap yang berputar. Tekanan harus dihasilkan dalam bentuk minyak agar mampu memikul beban. Dengan perancangan yang tepat, gerakan tap disebelah dalam bantalan akan menciptakan tekanan yang diperlukan.

Tanpa pasokan minyak yang tetap dan memadai, sistem tidak akan mampu menciptakan lapisan bertekanan untuk membawahi poros, dan akan terjadi pelumasan batas. Maka akan terjadi gaya-gaya gesek yang secara signifikan lebih tinggi, yang menyebabkan pemanasan antar muka dan bantalan dan tap secara cepat dan himpitan akan terjadi dengan sangat cepat.

f. Bantalan Lapisan Hidrostatik

Bantalan lapisan hidrostatik yaitu permukaan kedua bantalan memiliki kecepatan yang cukup tinggi yang berasal dari pembentukan lapisan minyak bertekanan cukup memadai untuk memikul beban bantalan, dimana lapisan tersebut dihasilkan oleh gerakan tap didalam tap. Perlu diperhatikan bahwa diperlukan gerakan yang mantap antara tap dan bantalan untuk menghasilkan dan mempertahankan lapisan.

**2.3 faktor – faktor mempengaruhi kerja bantalan adalah sebagai berikut :**

1. Gesekan

Gesekan adalah gaya yang berarah melawan gerak benda atau arah benda akan bergerak. Gaya gesek muncul apabila dua buah benda bersentuhan. gaya gesekan akan semakin berat jika permukaan benda yang saling bergesekan semakin kasar, semakin berat, dan luas permukaan benda tersebut, sumber: id.wikipedia.org & catatan penulis.

Menurut Maleev (1991), Mengemukakan bahwa bagaimanapun halusnyadan tepatnya permukaan logam dapat dilihat atau dirasakan, tetapi sebenarnya tidak rata melainkan terdiri atas titik yang tinggi dan rendah, kalau dilihat dengan pembesaran yang kuat maka penampang

melintangnya seperti terlihat pada gambar diatas. kalau suatu permukaan meluncur diatas suatu permukaan yang lain dan suatu gaya menekannya terhadap permukaan yang lain tersebut, maka titik yang tinggi pada kedua permukaan akan saling mengunci dan menghambat gerakan relatif . Dalam meluncur dan mengatasi hambatan ini, maka permukaan yang keras akan melepaskan sebagian dari titik yang tinggi dari permukaan yang lunak tetapi pada saat yang sama dapat kehilangan sebagian dari titik tingginya sendiri, hambatan untuk meluncur ini disebut gesekan ( friction).

## 2. Pelumas

Minyak lumas adalah zat cair atau benda cair yang digunakan sebagai bahan pelumasan dalam suatu mesin. Beberapa fungsi penting dari pelumasan adalah untuk mengurangi keausan akibat gesekan, sebagai pendingin, peredam suara, menghilangkan panas dari bantalan-bantalan dan elemen-elemen mesin lainnya dan untuk menyingkirkan kotoran.

Pengertian minyak lumas menurut V. Maleev, M.E. Dr. AM. Operasi pemeliharaan mesin diesel. Pelumasan adalah pemberian minyak lumas antara dua permukaan bantalan yaitu permukaan yang bersinggungan yang bertekanan dan saling bergerak terhadap yang lain.

Menurut P. Van Maanen ( Motor Diesel Kapal jilid 9.1) dapat dibedakan beberapa bentuk pelumasan sebagai berikut :

- a. Pelumasan lapis sempurna atau pelumasan hidrodinamis, yang memisahkan dua buah permukaan yang saling bergerak satu terhadap yang lain, secara sempurna melalui sebuah lapisan pelumas. Poros harus ditumpu oleh lapisan pelumas tersebut, tekanan yang diperlukan untuk tujuan tersebut dihasilkan oleh gerakan poros dalam bantalan. Poros dibeban dengan sebuah gaya dengan arah tegak lurus kebawah, sehingga lapisan pelumas antara poros dan bantalan terdesak keluar . Akibatnya terjadi hubungan antara poros dan material bantalan.
- b. Pelumasan hidrostatis, yang mengakibatkan adanya sebuah lapisan pelumas tak terputus diantara permukaan dengan tekanan dalam

lapisan pelumas yang dihasilkan dengan menekan bahan pelumas diantara kedua permukaannya.

- c. Pelumasan batas, pada kondisi yang tidak memungkinkan untuk tetap menyelenggarakan sebuah lapisan pelumas yang tak terputus. Oleh karena terjadi hubungan antara metal dan metal, maka gesekan dan pembentukan panas akan lebih besar dibandingkan dengan pelumasan hidrodinamis atau hidrostatis.

Sifat dari kerja minyak pelumas yang memuaskan menurut Robert L. Mott. Element-element dalam perancangan mekanis adalah:

1. Kemampuan melumas yang baik untuk meningkatkan gesekan rendah
2. Viskositas yang memadai sesuai penggunaan
3. Penguapan yang rendah dalam kondisi operasi
4. Karakteristik aliran yang memuaskan sesuai suhu-suhu yang dijumpai dalam pemakaiannya
5. Konduktivitas panas yang tepat dan panas spesifik untuk melaksanakan fungsi pemindahan panas
6. Stabilitas kimia dan panas yang baik dan kemampuan mempertahankan karakteristik yang diinginkan untuk periode pemakaian yang wajar
7. Kecocokan dengan bahan-bahan lain dalam system bantalan, perapat, dan komponen-komponen mesin, khususnya berkenaan dengan perlindungan karat.

Menurut Ir. Suharto, halaman 3. Manajemen Perawatan Mesin, Maksud dari pada pelumasan mesin sekaligus mencakup tujuannya adalah:

1. Menahan beban mesin, jadi disini untuk mengantisipasi goresan bearing karena kontaknya poros dengan bearing.
2. Mengendalikan terjadinya getaran, mempunyai aspek yaitu menjaga kelemahan bahan karena beban – beban extra yaitu dari beban mesin.

3. Mencegah terjadinya korosi, disini korosi oleh uap air, lepasnya elektron.
4. Mereduksi terjadinya noise/bunyi.
5. Mempertahankan koefisien gesek .
6. Mengendalikan terjadinya panas.
7. Mengendalikan terhadap keausan bagian-bagian.
8. Ramah lingkungan.

Rendahnya tekanan minyak lumas merupakan salah satu faktor penyebab tidak sempurnanya pelumasan pada mesin khususnya pada bantalan utama.

Faktor lain yang menyebabkan rendahnya tekanan pada minyak lumas adalah terganggunya saringan(filter) minyak lumas. Peranan utama saringan minyak lumas yaitu untuk membersihkan minyak lumas dengan cara menyaring kotoran-kotoran dan partikel lain yang terbawah minyak lumas.

Rendahnya tekanan minyak lumas disebabkan tidak berfungsinya saringan minyak dengan baik, karena banyaknya kotoran-kotoran yang melekat pada saringan kotoran-kotoran misalnya terjadinya pembentukan kokas atau karbon diakibatkan dari hasil pembakaran bahan bakar, debu yang masuk bersama udara, pencemaran minyak oleh air yang terbentuk oleh pengembunan uap air hasil pembakaran hydrogen dengan oksigen dari bahan bakar. Minyak yang sudah disaring dialirkan ke bagian-bagian mesin yang memerlukan pelumasan.

Menurut Robert L. Mott. Keausan merupakan pengikisan bahan permukaan secara bertahap dari permukaan geser. Beberapa jenis keausan yang terjadi antara lain:

1. Berlubang-lubang, lecet-lecet atau bintil-bintil yang secara khas berasal dari tahanan kontak yang tinggi dan kelelahan bahan selama kontak gelinding atau geser.

2. Keausan abrasi, kikisan mekanis, pemotongan atau goresan seperti oleh kontaminan yang keras antar muka diantara komponen-komponen yang berpasangan.
3. Garutan luncuran berulang dengan amplitude sangat kecil yang menghilangkan bahan permukaan. Operasi yang berkelanjutan akan menghasilkan penampilan permukaan yang sama dengan karat dan dapat menyebabkan retak kecil yang akhirnya menyebabkan kegagalan lelah, ini sering terjadi jika komponen-komponen yang dipasang sangat kencang dikenahi beban yang beresilasi atau getaran.
4. Keausan timpaan yang disebabkan oleh pengikisan bahan karena bahan keras yang memukul suatu permukaan,yang terbawah oleh udara atau fluida,