

## **BAB 2**

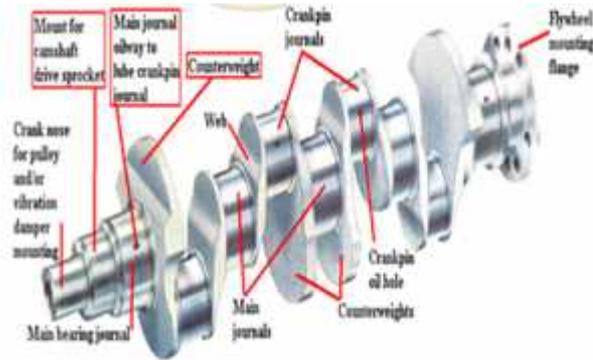
### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 *CONNECTING ROD BEARING***

Menurut Sularso (2004:103), *bearing* yaitu bagian mesin yang bisa menahan poros berbeban, agar gesekannya bolak-balik bisa berlangsung secara halus, aman dan panjang umurnya. *Bearing* dalam suatu mesin mempunyai peran yang sangat penting agar putaran didalam mesin lancar dan juga dapat mengurangi gesekan. *Bearing* juga mempunyai tipe tergantung dari penggunaannya. Untuk *journal bearing* merupakan jenis bearing yang mempunyai gesekan yang besar tentunya juga mudah aus. Agar mengurangi keausan tersebut pelumasan harus lancar. Pada *connecting rod bearing* terdapat komponen yang berfungsi untuk mengubah gerak putar menjadi gerak naik turun yaitu:

##### *1. Crankshaft.*

Menurut E.Karyanto (2001), crankshaft adalah sebuah bagian pada mesin yang mengubah gerak *vertikal/horizontal* dari piston menjadi gerak rotasi (putaran). Untuk mengubahnya, dengan proses sebuah crankshaft membutuhkan pena engkol (*crankpin*), sebuah *bearing* tambahan yang diletakkan di bagian ujung batang penggerak pada setiap *cylinder*. *Crankshaft* berfungsi untuk merubah gerak naik turun *piston* (torak) menjadi gerak putar yang akhirnya dapat menggerakkan roda gila (*fly wheel*).



(sumber: otomotif.co.id)

Gambar 2.1 bagian-bagian *crankshaft thrust bearing*.

Bagian-bagian dari *crankshaft thrust bearing* antara lain :

a) *Main bearing*

*Bearing* yang terletak pada blok mesin sehingga merupakan tumpuan utama bagi *crankshaft* saat berputar. Disebut *main bearing* karena *bearing* ini tidak kemana-mana hanya duduk diam di blok mesin.



(sumber:otomotif.co.id)

Gambar 2.2 *main bearing*.

b) *Crankshaft thrust Bearing*

Adalah *bearing* yang didesain untuk menahan beban *horizontal* yang paralel dengan sumbu poros *horizontal*.



(sumber:otomotif.co.id)

Gambar 2.3 *crankshaft thrust bearing*

c) *Main journal*

Bagian poros engkol yang dihubungkan dengan blok silinder, *main journal* merupakan *crank journal* yang terletak di tengah.

Pada *main journal* terdapat bantalan yang disebut dengan bantalan duduk (*main bearing*), sementara pada *main journal oil* pada bagian samping juga terdapat bantalan yang disebut dengan metal jalan.

d) *Crank pin journal* (pena engkol)

Bagian poros engkol yang akan dihubungkan dengan *big end* pada *connecting rod*, *crank* pin akan dipasang bantalan yang biasa disebut dengan metal jalan. Jarak antara *bearing* dengan *crank pin* 0.006 mm - 0.031 mm.

2. *Connecting rod*

Batang torak atau *connecting rod* adalah suatu komponen utama mesin yang berfungsi untuk menghubungkan piston ke poros engkol dan selanjutnya menerima tenaga dari piston yang diperoleh dari pembakaran dan meneruskannya ke poros engkol.

Bagian ujung *connecting rod* yang berhubungan dengan *pin piston* disebut *small end*. Sedangkan yang berhubungan dengan poros engkol disebut *big end*. Poros engkol berputar pada kecepatan tinggi di dalam *big end*, dan mengakibatkan temperatur menjadi naik.



(sumber:skyaktiv.co.id)

Gambar 2.4 *Connecting rod*

3. *Connecting rod Bearing* (metal jalan)

Fungsi utama *bearing* adalah untuk melapisi atau menjadi bantalan untuk stang piston. Disebut metal jalan karena bergerak naik turun.



(sumber:www.ebay.com)  
Gamabar 2.5 bearing.

## 2.2 PERSYARATAN BAHAN METAL JALAN

Mengacu pada tingkat operasional dengan memperhatikan *operational material* dari gaya gesek yang timbul antara *bearing* dengan *shaft* dan *bearing* dengan *connecting rod* maka material penyusun dari *bearing* merupakan perangkat yang sangat penting dalam menentukan kualitas *bearing*, menurut ISO 4378/1 mendefinisikan bahwa kecocokan material dan faktor pendukung lain di syaratkan untuk mendukung kinerja dari *plain bearing* yaitu :

Persyaratan bahan untuk bantalan harus memenuhi :

1. Mempunyai kekuatan cukup (tahan beban).
2. Dapat menyesuaikan diri terhadap lenturan poros yang tidak terlalu besar atau terhadap perubahan bentuk yang kecil.
3. Mempunyai sifat anti las (tidak dapat menempel) terhadap poros jika terjadi kontak antara logam dan logam.
4. Sangat tahan karat.
5. Cukup tahan aus (*wear*).
6. Dapat membenamkan kotoran atau debu kecil yang terkurung didalam bantalan.
7. Murah harganya.
8. Tidak terlalu terpengaruh oleh *temperature*.

(Sumber,dasar perencanaan dan pemilihan elemen mesin,Sularso-Kiyokatsu Suga halaman 105 (2014:2015)).

### 2.3 SIFAT-SIFAT BAHAN METAL JALAN

#### 1. Faktor-faktor pemilihan bahan metal jalan

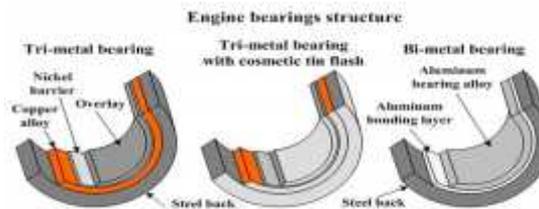
Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan ketika memilih bahan untuk bantalan dan menentukan detail perancangan meliputi hal-hal sebagai berikut:

- a. Koefisien gesek, baik kondisi statis ataupun dinamis perlu dipertimbangkan.
- b. Kapasitas beban, beban radial dibagi dengan luas bantalan.
- c. Kecepatan operasi, kecepatan relatif 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 energi gesekan yang dihasilkan dalam bantalan.

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

## 2. Lapisan-lapisan bantalan.



(sumber:mc-c.com)

Gambar 2.6 struktur *bearing*

### a. Aluminium

Aluminium timah dikembangkan untuk menyediakan bantalan yang membawa beban tinggi. Sebagai bahan bantalan, aluminium yang tidak dilapisi memiliki kecenderungan untuk menempel pada permukaan baja. Ditemukan bahwa 20% timah yang ditambahkan ke aluminium meningkatkan ketahanan kejang dan pengerjaan dingin serta anil membantu mencegah kerapuhan. Fitur khusus adalah ketahanannya yang baik terhadap korosi, kerja yang sama.

### b. *Overlay*

*Overlayer* adalah lapisan yang lembut dan ulet, tujuan utamanya adalah untuk memastikan penyematan dan kesesuaian yang baik antara permukaan geser bantalan dan geometri permukaan pin. Faktor-faktor yang mempengaruhi kerja metal jalan.

### c. Bantalan Tri-Metal

Bantalan dinding tipis multi lapis digunakan pada mesin diesel modern. Logam Babbitt tidak memiliki kekuatan kelelahan. Itu rusak di bawah beban. Daya tahan babbitt sangat meningkat

seiring dengan penurunan ketebalan material. Solusi umum adalah mengoleskan selapis tipis babbitt di atas lapisan pendukung tembaga / timbal yang berfungsi sebagai lapisan bantalan dan memungkinkan sedikit ketidaksejajaran. Bantalan trimetal modern memiliki lima lapisan: Pelat penghalang nikel mencegah atau membatasi difusi komponen logam dari lapisan anti gesekan babbitt ke dalam tembaga / timah. lapisan pendukung dan sebaliknya. Lapisan tin flash, seperti yang disebutkan sebelumnya untuk melindungi dan memberikan pelumas kering.

Faktor – faktor yang mempengaruhi kerja bantalan adalah sebagai berikut:

a. 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.

Menurut Maleev (1991), mengemukakan bahwa bagaimanapun halusny dan 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 sebangian dari titik tingginya sendiri, hambatan untuk meluncur ini disebut gesekan (friction).

b. 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 (1991). Pelumasan adalah pemberian minyak lumas antara dua permukaan bantalan yaitu permukaan yang bersinggungan yang bertekanan dan saling bergerak terhadap yang lain.

3. Bentuk pelumasan

Pelumasan dapat dibedakan menjadi beberapa bentuk 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 hidrostatik, 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 hidrostatik.

#### 4. Sifat kerja minyak pelumas

Sifat dari kerja minyak pelumas yang memuaskan menurut Robert L. Mott. Element-element dalam perancangan mekanis (2015.20090) adalah:

- a. Kemampuan melumas yang baik untuk meningkatkan gesekan rendah.
- b. Viskositas yang memadai sesuai penggunaan.
- c. Penguapan yang rendah dalam kondisi operasi.
- d. Karakteristik aliran yang memuaskan sesuai suhu-suhu yang dijumpai dalam pemakaiannya.
- e. Konduktivitas panas yang tepat dan panas spesifik untuk melaksanakan fungsi pemindahan panas.
- f. Stabilitas kimia dan panas yang baik dan kemampuan mempertahankan karakteristik yang diinginkan untuk periode pemakaian yang wajar.
- g. Kecocokan dengan bahan-bahan lain dalam system bantalan, perapat, dan komponen-komponen mesin, khususnya berkenaan dengan perlindungan karat.

#### 5. Tujuan Pelumasan

Menurut Ir. Suharto, halaman 3. Manajemen Perawatan Mesin (2010), Maksud dari pada pelumasan mesin sekaligus mencakup tujuannya adalah:

- a. Menahan beban mesin, jadi disini untuk mengantisipasi goresan bearing karena kontaknya poros dengan *bearing*.

- b. Mengendalikan terjadinya getaran, mempunyai aspek yaitu menjaga kelemahan bahan karena beban – beban *extra* yaitu dari beban mesin.
- c. Mencegah terjadinya korosi, disini korosi oleh uap air, lepasnya elektron.
- d. Mereduksi terjadinya *noise*/bunyi.
- e. Mempertahankan koefisien gesek .
- f. Mengendalikan terjadinya panas.
- g. Mengendalikan terhadap keausan bagian-bagian.
- h. Ramah lingkungan.

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

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.

## 6. Jenis keausan

Menurut Robert L.Mott.(2015.20090) Keausan merupakan pengikisan bahan permukaan secara bertahap dari permukaan geser. Beberapa jenis keausan yang terjadi antara lain :

- a. *Oval* Kerusakan yang paling sering terjadi pada poros engkol adalah *oval*-nya leher-leher poros engkol, hal yang pertama kali kita lakukan adalah memeriksa leher poros engkol dengan mata telanjang kemudian dilakukan pengecekan diameter pada bantalan dengan cara mengukur diameter dalamnya dengan *inside micrometer* minimal pada empat titik, meskipun cuma satu titik yang lebih besar maka harus di *undersize*, apabila melebihi ukuran yang diizinkan *manual book* dan *metal bearing* yang ada di pasaran maka dilakukan *undersize* (memperkecil ukuran) dengan cara di sekrap. Keausan abrasi, kikisan mekanis, pemotongan atau goresan seperti oleh kontaminan yang keras antar muka diantara komponen-komponen yang berpasangan.
- b. 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.
- c. Tergores hal ini tidak diizinkan karena permukaan poros engkol diharuskan bersih , licin sempurna dan halus, begitupun juga dengan bantalannya juga harus bersih, licin, sempurna dan halus. Apabila terdapat butiran-butiran platatau tergores atau cacat maka harus di *undersize* karena akan mempengaruhi kerja poros engkol.

## 2.4 FUNGSI METAL JALAN

Berikut beberapa tugas / fungsi dari metal jalan :

1. Untuk menahan agar tidak terjadi kelonggaran
2. Mencegah friksi antara logam dengan logam, sehingga diperlukan adanya pelumas agar tidak terjadi gesekan yang terlalu besar.

Kalau terlalu rapat maka *bearing* bisa tidak berfungsi karena hal ini berhubungan dengan terjadinya friksi (tidak berputar). Kalau terlalu longgar bisa juga tidak berfungsi karena berhubungan dengan fungsi bantalan. Jadi harus ada celah yang pas. Jika terjadi *Failure* dalam penggunaannya misalnya oli kering atau kualitas oli mesin yang kurang baik maka sewaktu-waktu metal dan kruk as akan mengalami keausan sehingga harus di *undersize*. Dalam melakukan *undersize* batang kruk as akan di kecilkan sampai permukaan menjadi halus kembali sedangkan metal akan di tebalkan menyesuaikan bagian kruk as yang di buang. Semakin besar *undersize*-nya maka metal akan semakin Tebal dan batang kruk as akan semakin kecil. Poros engkol sebenarnya melayang atau tidak bertumpu pada Metal melainkan ditumpu oleh *fluida* (dalam hal ini yang menjadi *fluidanya* adalah oli).

Oli dapat menumpu poros pada putaran tertentu karena salah satu sifat dari *fluida* yaitu sifat hidrodinamis. Ketebalan dari oli yg menumpu ini bisa sampai 0,1 mm. Oleh karena itu dalam mengencangkan poros engkol harus sesuai dengan spesifikasinya (biasanya menggunakan kunci *moment/torsi*). Jika mesin dalam keadaan diam maka poros tidak ditumpu oleh oli. Fenomena terjadinya hidrodinamis ini memerlukan waktu jadi tidak serta merta mesin hidup poros langsung ditumpu oleh oli. Jadi pada awal menyalakan mesin jangan dibuat langsung berputaran tinggi, tetapi harus di buat rendah (*stasioner*) untuk memberikan waktu pada oli melakukan tugasnya. Jika pada awal mesin dihidupkan langsung berputaran tinggi dan poros

masih bertumpu pada metal, maka poros akan bergesekan langsung dengan metal atau porosnya langsung.



(Sumber: otomotif.co.id)  
Gambar 2.7 metal jalan mesin induk.