

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pertimbangan Dalam Pemeliharaan Bantalan**

1. Dalam pemeliharaan bantalan banyak hal yang harus dipertimbangkan seperti :
2. Jenis pembebanan yang diterima oleh bantalan
3. Kecocokan antara dimensi poros yang dengan bantalan sekaligus dengan keseluruhan sistem yang telah direncanakan.
4. Keakuratan pada kecepatan tinggi
5. Kemampuan terhadap gesekan
6. Umur bantalan
7. Harga
8. Mudah tidaknya dalam pemasangan
9. Perawatan

#### **2.2 Bahan - Bahan 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

Bahan-bahan khusus :

1. Bantalan Kayu, dipakai dalam seal propeller supaya tidak terjadi kebocoran pada propeller.
2. Bantalan Karet, Bantalan karet mempunyai koefisien gesek yang rendah, Bantalan karet juga dapat meredam bunyi dan getaran.

3. Bantalan Grafit Karbon, merupakan bahan yang sepenuhnya dapat melumasi sendiri dan bekerja pada temperatur tinggi, penambahan serbuk babit, perak, atau tembaga dapat memperbaiki sifatnya yang susah bereaksi sebagai bantalan.
4. Bantalan Permata, kehalusannya membantu menjaga agar gesekan gesekan tidak menghalangi produksi energy sebuah mesin.

1. Bahan-bahan bantalan (Robert L.Mott,. Elemen-Elemen Mesin (2015.20090) dalam Perancangan Mekanis) adalah:

a. Perunggu coran

Nama perunggu mengacu pada beberapa campuran logam dari beberapa tembaga timah, timbale, seng atau almunium, baik sendiri-sendiri atau dalam kombinasi. Perunggu timbale mengandung timbal sehingga memiliki sifat mampu benam yang baik dan tahan terhadap himpitan dalam kondisi batas. Dengan presentase 25% untuk bahan bantalan.



sumber : [www.google.com/search?q=timbal&safe=strict&sxsrf](http://www.google.com/search?q=timbal&safe=strict&sxsrf)

*Gambar 1 timbale mentah*

b. Babit

Babit (baja putih) berbahan dasar timbal atau berbahan dasar timah dengan campuran 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. Langkah usaha terjadi diakhir langkah kompresi (saat piston mencapai TMA) pada titik ini, volume



ruang bakar tuang yang dilapisi dengan babit (*whitemetal*) dengan presentase 30% untuk bahan bantalan.

sumber : [www.google.com/search?q=mLaEhhCh8zVuDya7oxedxA-1200-80&tbm](http://www.google.com/search?q=mLaEhhCh8zVuDya7oxedxA-1200-80&tbm)

*Gambar 2 baja putih mentah*

### c. Almunium

Almunium memiliki kekuatan tertinggi yang umumnya digunakan sebagai bahan bantalan. Almunium digunakan dalam beberapa aplikasi dalam mesin, pompa. Kekerasan yang tinggi dari bahan almunium menghasilkan sifat mampu benam buruk, sehingga memerlukan pelumas yang bersih. dengan presentase 25% untuk bahan bantalan.

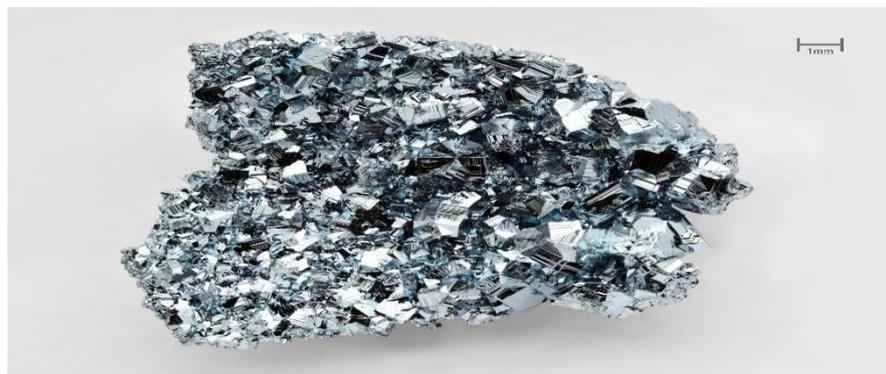


*Sumber : [www.google.com/search?q=IPC-Rare-Raw-Terahertz-Stone-Origin-Crystal-THz-Stones-Irregular-Rough-Quartz-MineralsHealthy-Reiki-Healing.jpg](http://www.google.com/search?q=IPC-Rare-Raw-Terahertz-Stone-Origin-Crystal-THz-Stones-Irregular-Rough-Quartz-MineralsHealthy-Reiki-Healing.jpg)*

*Gambar 3 alumunium mentah*

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 dilumasi. 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. dengan presentase 20%



untuk bahan bantalan.

*Sumber : <https://www.google.com/search?q=Osmium+Crystals>*  
*Gambar 4 seng mentah*

### 1. Bahan *Crankshaft*

Bahan *crankshaft* (oleh S.H Frederik dan H. Capper) dalam bukunya *Materials For Machinery* (2009) yaitu baja - karbon magnitude yang diperoleh dari hasil dapur tinggi dalam tungku pembakaran atau listrik pada suhu  $1.500^{\circ}\text{C}$ , 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  $550^{\circ}\text{C}$  untuk baja karbon dan untuk campuran baja  $600^{\circ}\text{C}$ .

Poros-poros (*Crank 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.

### 2.3 Persyaratan Bahan Bantalan

Persyaratan bahan untuk bantalan harus memenuhi :

1. Mempunyai kekuatan cukup (tahan beban dan kelelahan)
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 terkandung 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)).

## 2.4 Sifat-Sifat Bahan Bantalan

### 1. Faktor-faktor pemilihan bahan bantalan

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 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 1,0 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**

### **a. 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.

### **b. 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.

## **3. Faktor-faktor yang mempengaruhi kerja bantalan**

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 halusness 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 sebagian 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.

#### **4. 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 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.

#### **5. Sifat kerja minyak lumas**

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.

## **6. 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.

- i. Rendahnya tekanan minyak lumas merupakan salah satu faktor penyebab tidak sempurnanya pelumasan pada mesin khususnya pada bantalan utama.
- j. 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 terbawa minyak lumas.
- k. 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.

## 7. 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. Berlubang-lubang, lecet-lecet atau bintil-bintil yang secara khas berasal dari tahanan kontak yang tinggi dan kelelahan bahan selama kontak gelinding atau geser.
- b. Keausan abrasi, kikisan mekanis, pemotongan atau goresan seperti oleh kontaminan yang keras antar muka diantara komponen-komponen yang berpasangan.
- c. 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 berosilasi atau getaran.

- d. Keausan timpaan yang disebabkan oleh pengikisan bahan karena bahan keras yang memukul suatu permukaan, yang terbawah oleh udara atau fluida,

## 2.5 Fungsi Bantalan Utama

Berikut beberapa tugas / fungsi dari Bantalan Utama :

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 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 terkena dengan metal.



*Sumber : [www.google.com/search?q=main+bearing+of+main+engine&tbm](http://www.google.com/search?q=main+bearing+of+main+engine&tbm)  
Gambar 5 bantalan utama mesin induk.*