

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian *Screw Press*

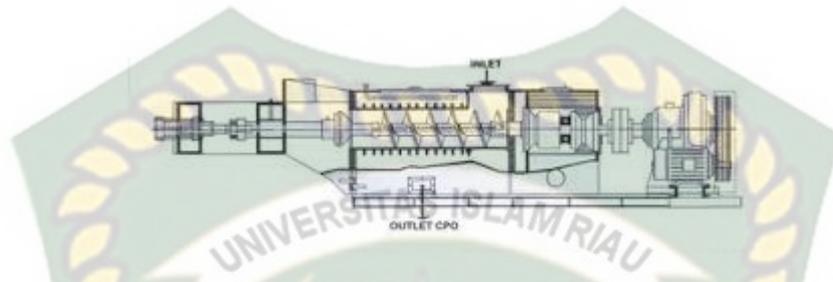
Mesin *Screw press* Kelapa Sawit merupakan alat yang biasa digunakan dalam proses pemisahan minyak di mesin digester. *Worm Screw* (*Kempa Ulir*) di mesin *Screw Press* adalah salah satu komponen utama pada mesin pengekstraksi CPO (*Crude Palm Oil*) / minyak mentah sawit dari *Tandan Buah Segar*. Pabrik Minyak Kelapa Sawit memproses bahan baku berupa Buah Sawit atau sering disebut *Tandan Buah Segar* (*TBS*) menjadi minyak kelapa sawit CPO (*Crude Palm Oil*) dan inti sawit (*Palm Kernel*).

Screw press Pabrik Kelapa Sawit berfungsi untuk mempress buah sawit. Kapasitas *Screw Press* ada : P10 , P15, P20 , bahkan ada merk tertentu sampai P30. Supaya hasil press baik, maka harus dijaga kondisi banyak sparepart di dalam mesin *screw press* atau *Kempa Ulir Sawit*.

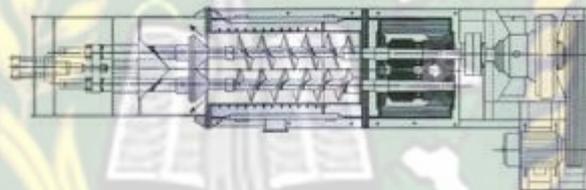
2.2 Tipe *Screw Press*

Terdapat 3 (tiga) tipe *screw press* yang umum digunakan dalam PKS, yaitu *Speichim*, *Usine de Wecker* dan *Stork*. Ketiga jenis alat ini mempunyai pengaruh yang berbeda-beda terhadap efisiensi pengempaan. Alat *kempa Speichim* memiliki *feed screw*, sehingga kontinuitas dan jumlah bahan yang masuk konstan dibanding dengan adonan yang masuk berdasarkan gravitasi. Kontinuitas adonan yang masuk kedalam *screw press* mempengaruhi volume *worm* yang paralel dengan penekanan ampas, jika kosong maka tekanan akan kurang dan *oil losses* dalam ampas akan tinggi. Kondisi ini nampak di beberapa pabrik pembuat *screw*

press menggunakan feed screw, karena disamping pengisian yang efektif juga melakukan pengempaan pendahuluan dengan tekanan rendah, sehingga minyak keluar.



a Gambar *one screw*



b Gambar *double screw*

2.1 Gambar mekanisme *type Screw Press*

Hal ini akan membantu daya kerja dari *screw press*, karena kandungan minyak telah berkurang, yang sering mengganggu dalam pengepresan, yaitu membuat kenaikan bahan padatan bukan minyak didalam cairan. Penggunaan *feed screw* akan menimbulkan tambahan investasi dan biaya perawatan yang lebih besar. Oleh sebab itu dalam pengoperasiannya perlu dilakukan perhatian yang lebih intensif. Tipe *Stork* memproduksi alat press yang terdiri dari alat yang menggunakan *feed screw* dan tanpa *feed screw*. Sedangkan *Usine de Wecker* tidak dilengkapi dengan *feed screw*. *Screw press* terdiri dari *single shaft* dan *double*

shaft yang memiliki kemampuan *press* yang berbeda-beda, dimana alat *press* yang *double shaft* umumnya mempunyai kapasitas lebih tinggi dari *single shaft*.

2.3 Bagian-bagian *Screw Press*

Bagian-bagian utama *Screw Press* diantaranya adalah :

1. *Doble screw*
2. *Press slinder*
3. *Casing/body*
4. *Gear box*
5. *Hydraulic doble cone*.
6. Bantalan/*Bearing*

Double screw terbuat dari bahan baja tuang dengan ukuran yang berbeda tergantung kapasitas olah yang dilayani. Satuan kapasitas screw press adalah Ton TBS/Jam. Umumnya dalam membeli *spare part screw* dipasaran ditentukan jam kerja yang mampu dicapai alat tersebut hingga penggantian berikutnya (kecuali jika *screw* patah).

Press Silinder atau disebut juga *press cage* yang terbuat dari plat baja yang diperkuat dengan tulangan plat mild steel setebal 8 mm. Pres silinder berbentuk kaca mata yang bagian tengahnya terhubung. *Press* silinder dapat juga disebut saringan, dimana fibre/serabut daging buah sawit tidak terikut ke cairan minyak yang telah dipress.

Casing/Body screw press terbuat dari plat mild steel minimal 10 mm berbentuk kotak dengan dilengkapi pintu sebelah kanan, kiri dan atas. Dibagian

atas ada 2 pintu yaitu 1 pintu untuk melihat kondisi press silinder & satu pintu/lubang untuk menghubungkan screw press dengan corong umpan dari digester.

Gear box terdapat dibagian belakang *body screw press* yang didalamnya terdapat *primary* dan *secondary screw* yang dihungkan dengan gear agar putaran double screw saling berlawanan arah. permasalahan yang sering terjadi di *gear box* yaitu sering patahnya bearing as akibat over pressure, minyak pelumas kurang bahkan mungkin juga akibat kualitas bearing yang tidak sesuai. Disisi *gearbox* umumnya dilengkapi dengan selang sight glass untuk melihat level pelumas dari luar dan dilengkapi dengan lubang intip dibagian atas untuk melihat kondisi bearing.

Bantalan/Bearing terletak dibagian ujung dari poros *screw* yang berfungsi untuk menahan poros *screw*.

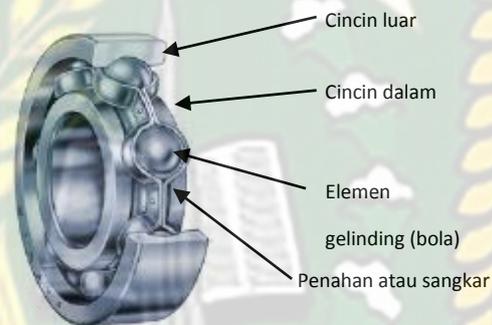
2.4 Pengertian Bantalan

Bantalan adalah elemen mesin yang mampu menumpu poros berbeban, sehingga gesekan bolak-baliknya dapat berlangsung secara halus, aman dan panjang usia pemakianya. Bantalan harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros suatu mesin bekerja dengan baik.

2.5 Bagian bagian bantalan

Komponen-komponen sebuah bantalan gelinding yang lazim adalah cincin dalam, cincin luar dan elemen-elemen gelinding seperti pada Gambar 2.2 menunjukkan bantalan bola alur dalam, baris tunggal. Biasanya cincin luar tidak

bergerak dan ditahan oleh rumah mesin. Cincin dalam dipasang ketat ke poros yang berputar sehingga berputar bersama poros. Kemudian bola-bola berputar diantara cincin luar dan cincin dalam. Beban diteruskan dari poros ke cincin dalam, ke bola-bola, kemudian ke cincin luar, dan akhirnya sampai ke rumah mesin. Bola-bola memungkinkan putaran poros yang halus dengan gaya gesek yang kecil atau rendah.



(Sumber : Dasar Perencanaan dan Pemeliharaan Elemen Mesin. Ir.Sularso, MSME)

Gambar 2.2 Bagian-bagian bantalan gelinding

Umumnya koefisien gesek untuk bantalan gelinding kira-kira 0,001 hingga 0,005. Nilai-nilai ini hanya berlaku untuk elemen-elemen gelinding itu sendiri dan penahannya dalam bantalan. Perapat, pelumas yang berlebihan, atau pembebanan yang berlebihan mempengaruhi nilai tersebut.

2.6 Klasifikasi Bantalan

Bantalan dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

2.6.1 Berdasarkan gerakan bantalan terhadap poros

Bantalan yang bergerak terhadap poros dibagi menjadi 4 macam yaitu :

A. Bantalan luncur

Pada bantalan ini terjadi gesekan luncur antara poros dan bantalan karena permukaan poros ditumpu oleh permukaan bantalan dengan perantara lapisan pelumas. Bantalan luncur mampu menumpu poros berputaran tinggi dengan beban yang besar. Dengan konstruksi yang sederhana maka bantalan ini mudah untuk dibongkar pasang. Akibat adanya gesekan pada bantalan dengan poros maka akan memerlukan momen awal yang besar untuk memutar poros. Pada bantalan luncur terdapat pelumas yang berfungsi sebagai peredam tumbukan dan getaran sehingga meminimalisasi suara yang ditimbulkannya.



(Sumber : Elemen-Elemen Mesin Dalam Perancangan Mekanis- Robert L.Mott)

Gambar 2.3 Bantalan Luncur

Secara umum bantalan luncur dapat dibagi atas :

- a. Bantalan radial, yang dapat berbentuk silinder, belahan, elips dan lain-lain.
- b. Bantalan aksial, yang berbentuk engsel, kerah dan lain-lain.
- c. Bantalan khusus yang berbentuk bola.

B. Bantalan gelinding

Pada bantalan gelinding terjadi gesekan gelinding antara bagian yang berputar dengan yang diam melalui elemen gelinding seperti bola (peluru), rol atau rol jarum atau rol bulat. Bantalan gelinding lebih cocok untuk beban kecil. Putaran pada bantalan gelinding dibatasi oleh gaya sentrifugal yang timbul pada elemen gelinding tersebut. Apabila ditinjau dari segi biaya, bantalan gelinding lebih mahal dari bantalan luncur.



(Sumber : Dasar Perencanaan dan Pemeliharaan Elemen Mesin. Ir.Sularso, MSME)

Gambar 2.4 Bantalan Gelinding

C. Bantalan Aksial

Bantalan yang dibahas pada bagian sebelumnya berfungsi untuk menahan beban radial dan kombinasi beban radial dan aksial, banyak proyek perancangan mesin membutuhkan suatu bantalan yang hanya menahan beban aksial, dan beberapa jenis bantalan aksial standar tersedia secara komersial.

Bantalan ini menggunakan jenis-jenis elemen gelinding yang sama yakni bola bundar, rol silinder, dan rol kerucut



(Sumber : Elemen-Elemen Mesin Dalam Perancangan Mekanis- Robert L.Mott)

Gambar 2.5 Bantalan Aksial

Sebagian besar bantalan aksial dapat menerima sedikit beban radial atau tidak sama sekali, karena itulah rancangan dan pemilihan bantalan semacam itu hanya bergantung pada besarnya beban aksial dan umur rancangan.

D. Bantalan Bercangkang

Dalam banyak jenis mesin berat dan mesin-mesin khusus yang diproduksi dalam jumlah kecil, lebih dipilih bantalan bercangkang daripada bantalan jenis lainnya. Bantalan bercangkang memberikan sarana pengikatan bantalan secara langsung kerangka mesin dengan menggunakan baut, bukan dengan menyisipkannya kedalam ceruk yang dibuat dalam ruang mesian, seperti pada bantalan-bantalan diluar bantalan bercangkang.

Gambar 2.6 menunjukkan konfigurasi yang paling umum untuk bantalan bercangkang: *blok bantalan (pillow block)*. Rumah dari bantalan ini terbuat dari baja bentukan, besi cor, atau baja cor, dengan lubang-lubang

mengikat atau lubang lubang memanjang yang tersedia untuk pemasangannya selama perakitan mesin, yakni pada saat penyetelan bantalan dilakukan. Bantalan-bantalannya sendiri sebenarnya adalah jenis-jenis bantalan yang sudah dibahas dalam bagian bagian terdahulu: bola, rol kerucut, atau rol bundar yang lebih disukai. Kemampuan ketidaklurusan untuk bantalan ini menjadi pertimbangan aplikasi yang utamamengingat kondisinya. Kemampuan ini diberikan oleh kontruksi bantalan itu sendiri atau rumah bantalan.



(Sumber : Elemen-Elemen Mesin Dalam Perancangan Mekanis- Robert L.Mott)

Gambar 2.6 Bantalan Bercangkang

2.6.2 Jenis –jenis bantalan gelinding

Dalam dunia permesianan ada beberapa jenis bantalan gelinding yang sering digunakan yang masing-masing digunakan secara khusus sebagai berikut :

1. Bantalan Bola Alur Dalam, Baris Tunggal

Bantalan bola alur dalam baris tunggal, yang kadang disebut juga dengan *Conrad bearing* seperti pada dibawah ini.



(Sumber : Elemen-Elemen Mesin Dalam Perancangan Mekanis- Robert L.Mott)

Gambar 2.7 bantalan bola alur dalam, baris tunggal

yang muncul dalam pikiran banyak orang ketika istilah bantalan bola digunakan. Cincin dalam biasanya terpadang ketat pada bagian poros yang berada pada dudukan bantalan dengan sedikit suaian sesak untuk memastikan ia berputar bersama poros. Elemen-elemen gelinding yang berbentuk bulat, atau bola, menggelinding didalam sebuah alur yang dalam, baik terhadap cincing luar maupun terhadap cincin dalam. Jarak antara bola dipertahankan oleh penahan atau “sangkar”. Walaupun walaupun pada dasarnya dirancang pada agar mampu memikul beban radial, tetapi alur dalam ini juga memperbolehkan memikul beban aksial dalam ukuran sedang. Beban aksial diteruskan oleh baru poros kesalah satu cincin dalam bantalan. Beban ini menjalar kesisi alur, melalui bola, menuju kesisi yang berhadapan yaitu sisi cincin luar, dan selanjutnya menuju ke rumah mesin. Jari-jari bola sedikit lebih

kecil daripada jari-jari alur agar bola tersebut dapat berputar bebas. Kontak atau sebuah persinggungan antara sebuah bola dan cincin secara teori berupa sebuah titik tetapi kontak tersebut sebenarnya terjadi dalam sebuah area kecil akibat deformasi elemen. Karena beban diberikan pada area kecil, maka terjadi tegangan kontak lokal yang sangat tinggi. Untuk menaikkan kemampuan bantalan baris tunggal, maka perlu digunakan sebuah bantalan dengan jumlah bola yang lebih banyak atau bola yang berukuran lebih besar yang beroperasi dalam cincin-cincin berdiameter besar.

2. Bantalan Bola Alur Dalam, Baris Ganda

Dengan menambah satu baris bola kedua seperti pada gambar dibawah ini.



(Sumber : Elemen-Elemen Mesin Dalam Perancangan Mekanis- Robert L.Mott)

Gambar 2.8 Bantalan bola alur dalam, baris ganda

Dengan ditambahkan baris bola alur dapat meningkatkan kemampuan pemikulan beban radial bantalan jenis alur dalam dibandingkan dengan jenis baris tunggal, karena lebih banyak bola untuk berbagi beban. Jadi beban yang lebih besar dapat dipikul dalam jarak ruang yang sama, atau suatu beban tertentu dapat dipikul dalam

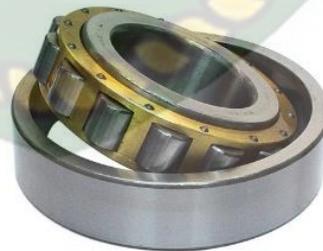
jarak dan ruang yang lebih kecil. Lebar yang lebih besar dari bantalan bola alur dalam baris ganda sering berpengaruh negatif terhadap kemampuan ketidak lurusan.

3. Bantalan Bola Kontak Sudut

Salah satu sisi dari tiap cincin dalam bantalan kontak sudut dibuat lebih tinggi, agar dapat menerima beban aksial yang lebih besar dibandingkan dengan bantalan alur dalam baris tunggal standar. Sketsa dalam. menunjukkan sudut gaya resultan yang dipilih (gabungan beban radial dan aksial) dengan bantalan bantalan yang tersedia secara komersial yang memiliki sudut 15° hingga 40°

4. Bantalan Roll Slinder

Dengan mengganti bola bola bundar denga rol-rol slinder (Gambar 2.9) dan perubahan dalam rancangan cincin, akan memberikan kapasitas beban radial yang lebih besar seperti pada gambar dibawah ini.



(Sumber : Elemen-Elemen Mesin Dalam Perancangan Mekanis- Robert L.Mott)

Gambar 2.9 Bantalan rol slinder

Pola persinggungan antara rol dan cincinnya secara teori berbebtuk garis. Dan akan berubah menjadi empat persegi panjang ketika rol mengalami deformasi akibat beban. Tingkat tengangan kontak yang

dihasilkan lebih rendah daripada bantalan bola dengan ukuran yang sama, karena itulah bantalan-bantalan yang lebih kecil dapat memikul beban yang sama atau ukuran yang sama dapat memikul beban yang lebih tinggi. Kapasitas beban aksialnya cukup buruk karena sebarang beban aksial akan bekerja pada sisi ro-rol yang menyebabkan gesekan, bukan murni gerakan menggelinding. Untuk itu dianjurkan agar tidak ada beban aksial yang bekerja.. banlana rol sering kali memiliki ukuran yang cukup lebar, karena itu kemampuannya menerima ketidak lurusan berada dalam taraf sedang.

5. Bantalan Jarum

Bantalan jarum (gambar 2.10) sebenarnya dalah bantalan rol, tetapi diameter rolnya jauh lebih kecil, seperti yang dapat kita lihat pada gambar dibawah ini.



(Sumber : Elemen-Element Mesin Dalam Perancangan Mekanis- Robert L.Mott)

Gambar 2.10 Bantlan Jarum

dengan membandingkan. bantalan-bantalan jarum lajimmya membutuhkan jarak radial yang lebih kecil sehingga lebih mampu untuk memikul suatu beban tertentu. Hal ini mempermudah jenis

perancangannya pada jenis peralatan dan komponen seperti pompa, sambungan universal, instrumen-instrumen presisi, dan peralatan rumah tangga. Lengan penerus nok (*cam follower*) yang digunakan contoh lain dimana operasi anti gesek bantalan jarum dapat ditempatkan dengan sedikit membutuhkan jarak radial. Sebagaimana halnya dengan bantalan-bantalan rol lainnya, kemampuan bantalan jarum dapat menahan aksial dan ketidak lurusannya dinilai buruk.

6. Bantalan Rol Bundar

Bantalan rol bundar adalah salah satu jenis bantalan yang dapat mapan sendiri, disebut demikian karena ada purtaran relatif yang nyata dari cincin luar relatif terhadap rol-rol dan cincin dalam ketika terjadi ketidak lurusan. Hal ini memberikan tingakat yang sangat baik dalam kemampuan ketidaklurusan, tetapi tetap mempertahankan tingkat kemampuannya dalam menahan beban radial seperti pada gambar dibawah ini.



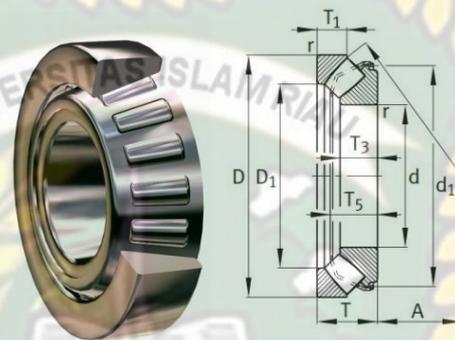
(Sumber : Elemen-Elemen Mesin Dalam Perancangan Mekanis- Robert L.Mott)

Gambar 2.11 Bantalan rol bundar

7. Bantalan Rol Kerucut

Bantalan rol kerucut pada dasarnya dirancang untuk menerima beban aksial yang disertai dengan beban radial yang beasar, dengan tingkat

yang sangat baik untuk keduanya. Bantalan ini sering digunakan sebagai bantalan roda untuk kendaraan-kendaraan dan peralatan dorong dan dalam mesin-mesin beban berat yang biasanya memikul beban aksial yang besar. seperti pada gambar dibawah ini.



(Sumber : Elemen-Elemen Mesin Dalam Perancangan Mekanis- Robert L.Mott)

Gambar 2.12 Bantalan rol kerucut

Berdasarkan diameter luar dan diameter dalamnya, bantalan gelinding dapat dilihat pada tabel 2.1 dibawah ini :

Tabel 2.1 Kategori diameter bantalan

No	Ukuran	Kategori
1	Diameter luar lebih dari 800 mm	Ultra besar
2	Diameter luar 180-800	Besar
3	Diameter dalam 80-180	Sedang
4	Diameter dalam 10 mm atau Diameter luar 80 mm	Kecil
5	Diameter dalam kurang dari 10 mm,	Kecil
6	Diameter luar kurang dari 9 mm	Miniatur

(Sumber : Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin Ir. Sularso, MSME)

2.6.3 kelakuan bantalan gelinding

1. Kemampuan membawa beban aksial

Bantalan radial yang mempunyai sudut kontak yang besar antara elemen gelinding dan cincinnya, dapat menerima sedikit beban aksial. Jenis-jenis bantalan seperti bantalan bola macam alur dalam, bantalan bola kontak sudut, dan bantalan rol kerucut merupakan jenis bantalan yang dibebani gaya aksial yang kecil. Bantalan mapan dapat menyesuaikan diri dengan defleksi poros. Namun kemampuan dalam menahan gaya aksial adalah kecil. Bantalan rol silinder pada umumnya hanya dapat menahan beban radial. Walaupun demikian diantaranya terdapat pula yang mempunyai konstruksi khusus untuk menerima gaya aksial.

2. Kelakuan terhadap putaran

Diameter poros d (mm) dikalikan dengan putaran per menit n (rpm) disebut harga $d.n$. Harga ini untuk suatu bantalan mempunyai batas empiris yang besarnya tergantung pada macam dan cara pelumasannya. Tabel 2.1 merupakan suatu pedoman dalam perencanaan bantalan. Bantalan bola alur dalam dan bantalan bola sudut serta bantalan rol silinder pada umumnya dipakai untuk putaran tinggi; bantalan rol kerucut dan bantalan mapan sendiri untuk putaran sedang; bantalan aksial untuk putaran rendah. Harga-harga diberikan dalam table diatas merupakan batas untuk kondisi kerja terus-menerus dalam keadaan biasa. Untuk bantalan yang diameter dalamnya dibawah 10 mm atau lebih dari 200 mm, terdapat harga-harga yang lebih rendah. Dalam hal pelumasan dngan gemuk, harga-harga batas tersebut adalah untuk umur gemuk 1000 jam. Untuk pelumasan celup 2-2,5

kali harga di dalam tabel dapat diterima; untuk pelumasan dengan pompa 3-5 kali harga dalam Tabel dapat diterima.

Tabel 2.2 Harga batas *d.n*

Macam bantalan	Pelumasan gemuk	Pelumasan minyak
Bantalan bola alur dalam	200.000	350.000
Bantalan bola sudut : $\alpha \leq 22^\circ$	200.000	350.000
$\alpha \geq 22^\circ$	150.000	300.000
Bantalan rol silinder	200.000	350.000
Bantalan rol kerucut	120.000	200.000
Bantalan rol mapan sendiri	100.000	150.000
Bantalan aksial	60.000	90.000

(Sumber : Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin Ir. Sularso, MSME)

3. Kelakuan gesekan

Bantalan bola dan bantalan rol silinder mempunyai gesekan yang relatif kecil dibandingkan dengan bantalan macam lain. Alat-alat ukur, gesekan bantalan merupakan hal yang menentukan ketelitiannya.

4. Kelakuan Dalam bunyi dan getaran

Hal ini dipengaruhi oleh kebulatan bola dan rol, kebulatan cincin, kekasaran elemen-elemen tersebut, keadaan sangkarnya, dan kelas mutunya. Faktor lain yang mempengaruhi adalah ketelitian pemasangan, konstruksi mesinnya (yang memakai bantalan tersebut), dan kelonggaran dalam bantalan. Bunyi atau getaran adalah pengaruh gabungan dari pelbagai factor. Sampai saat ini belum ada pemecahan yang sempurna dan memuaskan.

2.6.4 pembacaan nomor nominal pada bantalan gelinding

Dalam praktek, bantalan gelinding standart dipilih dari katalog bantalan.

Ukuran utama bantalan adalah:

- a. Diameter lubang (mm)
- b. Diameter luar (mm)
- c. Lebar (mm)
- d. Lengkungan sudut

Nomor nominal bantalan gelinding terdiri dari nomor dasar dan nomor pelengkap. Nomor dasar yang ada merupakan lambang jenis, lambang ukuran (lambang lebar, diameter luar). Nomor diameter lubang dan lambang sudut kontak penulisannya bervariasi tergantung produsen bearing yang ada.

Bagian Nomor nominal

A C B D

A menyatakan jenis dari bantalan yang ada.

Jika A berharga

0 maka hal tersebut menunjukkan jenis Angular contact ball bearings, double row.

1 maka hal tersebut menunjukkan jenis Self-aligning ball bearing.

2 maka hal tersebut menunjukkan jenis spherical roller bearings and spherical roller thrust bearings.

3 maka hal tersebut menunjukkan jenis taper roller bearings.

4 maka hal tersebut menunjukkan jenis Deep groove ball bearings, double row.

5 maka hal tersebut menunjukkan jenis thrust ball bearings.

6 maka hal tersebut menunjukkan jenis Deep groove ball bearings, single row.

7 maka hal tersebut menunjukkan jenis Angular contact ball bearings, single row.

8 maka hal tersebut menunjukkan jenis cylindrical roller thrust bearings.

B menyatakan lambang diameter luar.

Jika B berharga 0 dan 1 menyatakan penggunaan untuk beban yang sangat ringan.

Jika B berharga 2 menyatakan penggunaan untuk beban yang ringan.

Jika B berharga 3 menyatakan penggunaan untuk beban yang sedang.

Jika B berharga 4 menyatakan penggunaan untuk beban yang berat.

C D menyatakan lambang diameter dalam

Untuk bearing yang berdiameter 20 - 500 mm, kalikanlah 2 angka lambang tersebut untuk mendapatkan diameter lubang sesungguhnya dalam mm. Nomor tersebut biasanya bertingkat dengan kenaikan 5 mm tiap tingkatnya.

2.7 Bahan-bahan untuk bantalan umum

- a. Paduan tembaga termasuk dalam golongan ini adalah perunggu, perunggu fosfor, dan perunggu timah hitam, yang sangat baik dalam kekuatan, ketahanan terhadap karat, ketahanan terhadap kelelahan dan dalam penerusan panas. Kekakuannya membuat bahan ini sangat baik untuk bantalan mesin perkakas. Kandungan timah yang tinggi dapat mempertinggi sifat anti las.
- b. Logam putih termasuk dalam golongan ini adalah logam putih berdasar Sn (yang biasa disebut logam babit), dan logam putih berdasar Pb. keduanya dipakai sebagai lapisan logam pendukungnya.

Bahan bantalan yang konvensional ini telah mengalami perbaikan dengan memakai berbagai tambahan sekalipun ketanahannya terhadap temperatur dan kelelahan serta kekuatannya menjadi berkurang, sebagai contoh, Sb dan Cu ditambahkan untuk menaikkan ketahanannya terhadap korosi, atau ditambahkan Pb untuk menyesuaikan diri terhadap perubahan bentuk. Aneka ragam bahan ini mempunyai pemakaian yang sangat luas.

2.8 Bahan Untuk Bantalan Tanpa Pelumasan

Bahan ini mengandung pelumas di dalamnya sehingga dapat dipakai sebagai bantalan yang melumasi sendiri. Bantalan jenis ini dipakai jika tidak memungkinkan perawatan yang biasa, yaitu :

- a. Jika letak bantalan tidak memungkinkan pemberian pelumasan dari luar, atau jika pemakaian minyak tidak dikehendaki
- b. Jika bantalan gerakannya bolak-balik sehingga kemungkinan terbentuknya lapisan minyak sangat kecil.
- c. Untuk alat alat kimia atau pengolahan air.
- d. Untuk kondisi khusus seperti beban besar, temperatur tinggi, temperatur rendah atau keadaan hampa

Bantalan tanpa minyak terdapat pada bantalan berbentuk plastik, bantalan yang mengandung minyak dan bantalan dengan pelumasan zat padat.

1. *Bantalan plastik*, plastik adalah suatu bahan yang mempunyai sifat dapat melumasi sendiri dengan baik. Sifatnya yang tahan korosi

memungkinkan bahan ini bekerja didalam air atau bahan kimia. Bahan semacam ini mempunyai koefisien gesaek yang sangat rendah, mudah membenamkan kotoran, dan anti las. Plastik, jika diisi dengan pelumas padat, serat gelas, atau serbuk logam, akan menjadi sangat kuat atau tahan aussehingga dapat dipakai untuk kondisi-kondisi yang cukup berat.

Keburukannya adalah bahwa dalam kondisi pelumasan batas (lapisan pelumas terlalu tipis) akan terjadi panas yang mengakibatkan pembesaran koefisien muainya. Hal ini harus diperhitungkan dalam menentukan besar celah antra poros dan bantalan.

2. *Bantalan logam yang diserapi minyak.* Contoh yang khas dari bantalan ini adalah bantalan besi cor dan logam sinter yang diserapi minyak. Dalam hal besi cor yang diserapi minyak dipakai besi cor yang berpori dengan perlakuan panas berulang kali. Bahan ini mempunyai bentuk yang mantap karena kekakuannya yang tinggi dan ketahanannya terhadap keausan.

Logam sinter dibuat dari serbuk logam yang dipres, dan minyak yang diserapkan dapat tinggal didalamnya, namun demikian, bantalan dengan bahan ini lebih cepat kehabisan minyak, dan pada kondisi yang berat akan cepat aus.

3. *Pelumasan padat.* Bahasa pelumasan semacam ini dipakai untuk keadaan khusus (temperatur tinggi, kena bahan kimia, beban besar) diluar batas pemakaian tertentu.

Bahan bantalan yang dapat dipakai sebagai bahan dasar dimana pelumasa dapat dibenamkan adalah : untuk temperatur tinggi, besi cor dan tembaga; untuk bekerja didalam bahan kimia; baja tahan karat; beban besar, paduan kuningan, kekuatan tinggi.

Pelumasan padat berbeda yang satu dari yang lain dalam hal unsur utama dan tambahan-tambahannya, tergantung pada penggunaannya, pelumas padat pada temperatur tinggi dapat menahan suhu sampai diatas 200°C; sebagai unsur utama terdapat grafit dan molibden disulfida.

Pilihan lain untuk bantalan bertemperatur tinggi adalah bantalan keramik, yang terdiri atas baja tahan panas dilapisi keramik yang terutama berupa oksida timah hitam. Bantalan ini dapat tahan temperatur 500°C sampai 800°C.

2.9 Grease Lubrication

Grease adalah zat *lubricant* yang berstruktur semi-solid. *Grease* dibuat dari minyak mineral atau juga nabati yang dicampur dengan zat pengental sejenis sabun. Terkadang ditambahkan pula dengan zat aditive seperti PTFE, grafit, dan molibdenum desulfid, untuk memperbaiki sifat-sifat pelumasnya. *Grease* digunakan pada mekanisme *bearing* yang hanya membutuhkan sedikit lubrikasi, dimana tidak perlu menggunakan oli sebagai *lubricant*. Ia juga berfungsi untuk mencegah masuknya kotoran-kotoran masuk ke *bearing*.

Sisi negatif dari penggunaan *grease* adalah gesekan pada bearing yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan penggunaan oli, hal ini disebabkan karena nilai viskositasnya yang tinggi.



Gambar 2.13 Grease

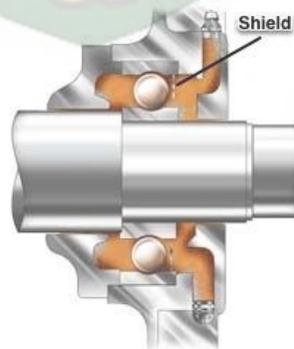
Berikut adalah beberapa jenis *grease bearing* yang diklasifikasikan berdasarkan jenis bahan dasar serta fungsinya:

1. **Mineral Grease.** Jenis ini menggunakan bahan dasar utama dari mineral minyak bumi, yang dikentalkan oleh bahan sabun. Tipe ini biasa digunakan pada *bearing-bearing* mesin industri. Dapat bekerja pada temperatur tinggi, terutama yang berbahan dasar sintetis.
2. **Silicone Grease.** Tipe ini menggunakan bahan pengental silika yang tidak akan membentuk struktur kristal di dalamnya. *Grease* tipe ini tidak akan merusak *seal* yang terbuat dari karet karena bahan dasarnya yang tidak menggunakan minyak bumi.

3. **Food-Grade Grease.** *Grease* jenis ini menggunakan bahan dasar minyak nabati. Ia digunakan sebagai pelumas pada *bearing-bearing* mesin yang melakukan kontak langsung dengan makanan. Industri manufaktur yang memproduksi makanan pasti menggunakan pelumas jenis ini pada mesinnya.

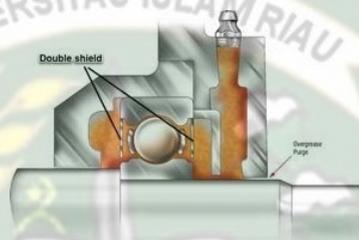
Salah satu jenis *bearing* yang paling banyak digunakan di dunia industri adalah tipe *ball bearing*. 90% dari *ball bearing* menggunakan pelumas *grease*. Penggunaan *grease* pada *ball bearing* dapat diklasifikasikan berdasarkan desain *bearing* tersebut menjadi tiga, yaitu:

1. **Single-Shield Bearing.** Tipe ini menggunakan sebuah *bearing* yang memiliki desain khusus dimana pada salah satu sisinya dibuat sebuah dinding tipis (*shield*). Dinding ini berfungsi untuk menjaga agar kotoran yang tercampur dengan *grease* di luar dinding tidak masuk ke sisi *roller*. Desain ini akan lebih memperpanjang usia *bearing* karena kotoran tidak akan secara mudsh masuk ke sisi *roller*.



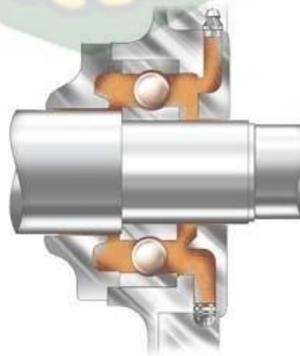
Gambar 2.14 *Single-Shield Bearing*

2. **Double-Shield Bearing.** Sama dengan tipe sebelumnya, hanya saja kali ini terdapat dua dinding tipis di kedua sisi *roller*. Dengan desain ini akan didapatkan perlindungan yang lebih maksimal terhadap *roller*. Sirkulasi *grease* terjadi dengan perlahan pada saat mesin berputar dan menciptakan gaya sentrifugal pada *bearing* tersebut.



Gambar 2.15 Double-Shield Bearing

3. **Open Bearing.** Berbeda dengan dua tipe sebelumnya, tipe ini tidak menggunakan dinding (*shield*) untuk melindungi *roller*. Namun jenis ini adalah yang paling cocok digunakan untuk mesin dengan beban kerja yang tinggi, sehingga membutuhkan sirkulasi *grease* lebih besar untuk kebutuhan pendinginan.



Gambar 2.16 Open Bearing

2.10 Momen Gesek Pada Bantalan

Gesekan pada roll bearing merupakan faktor penentu dimana panas yang dihasilkan sebagai akibat dari sebuah temperatur operasi. Jumlah gesekan tergantung pada beban dan beberapa faktor lain, yang paling penting adalah jenis bantalan dan ukuran, kecepatan operasi, sifat-sifat pelumas dan kuantitas pelumas.

Perhitungan Momen Gesek Pada Saat Bantalan Berputar :

$$M_{RR} = G_{rr} (v n)^{0,6} \dots \dots \dots \text{pers (2.2)}$$

Dimana :

M_{RR} = momen gesekan bergulir (Nmm)

G_{rr} = variabel yang tergantung pada

- Jenis bantalan

- diameter rata-rata bantalan $d_m = 0,5(d + D)$ (mm)

- Beban radial F_r (N)

- Beban aksial F_a (N)

n : kecepatan rotasi (r/min)

v : viskositas kinematik pelumas pada temperatur operasi (mm^2/s)

2.11 Jenis –jenis Kerusakan Bantalan

Dalam masalah kerusakan yang terjadi pada bantalan biasanya disebabkan oleh beberapa faktor yang mana diantaranya sebagai berikut

- a) Karena kesalahan bahan (penggerusa, pengaluran, pelapisan dengan plat), karena kesalahan pembuatan (peretakan berat dan halus, kesalahan toleransi atau kesalahan celah bantalan, panas dan bising);
- b) Karena kesalahan pemasangan: pasan terlalu longgar (cincin-cincin terputar, keausan pasan); psan terlalu erat (vebtilasi, suhu meningkat, penegangan lebih); pembenjolan (keausan jalur jalan rol atau pencekungan, pada satu pihak saja); montsai salah (penekanan yang tinggi, pematahan).
- c) Karena kesalahan operasi: bahan pelumas yang tidak sesuai (korosi, pelarutan); pengotoran (keausan , berjalan bising,penekanan dalam jalur rol dan badan gelinding, peremukan); guncangan pada putaranbebas dan pelintasan arus (berbagai jenis dari pembentukan lekukan-lekukan).

Setiap bearing memiliki batas usia optimal yang bisa di kalkulasikan. Namun pada kenyataanya, tidak semua bearing mampu mencapai usia pakai optimal. Sebagian besar mengalami kerusakan dalam waktu yang relatif singkat Secara umun cacat pada bantalan dikelompokkan dalam dua kategori, yaitu :

1. Cacat lokal pada lintasan luar (*Out Race*)

Frekuensi eksitasi implus akibata danya cacat lokal pada lintasan luar bantalan disebut *Ball Pass Frequency Out Race (BPF_O)* atau *Defecton Out Race*. Jenis cacat yang termasuk dalam cacat lokal adalah adanya goresan ataupun lubang pada lintasan dalam, lintasan luar dan bola.

Sinyal yang dibangkitkan akibat cacat lokal ini berupa implus, yaitu pada saat elemen rotasi bersentuhan dengan cacat lokal tersebut.

2. Cacat terdistribusi

Bila pada bantalan bola terdapat cacat terdistribusi, maka gaya kontakannya akan berubah secara periodik. Jenis cacat yang termasuk dalam kategori cacat terdistribusi ini adalah ketidakbulatan lintasan luar dan lintasan dalam, ketidak samaan sumbu (*misalignment*) antara sumbu lintas luar dan lintas dalam, serta ketidak samaan dimensi bola. Karena pada bantalan ini getaran yang dibangkitkan hubungan erat dengan kecepatan putar bola dan *cage* (pemisah) maka terlebih dahulu perlu ditentukan kecepatan putar bola dan pemisah tadi.

Dari gambar di bawah tampak persentase tertinggi yaitu sebesar 36 % untuk penyebab kerusakan pada bearing adalah pada pelumasan yang kurang tepat.

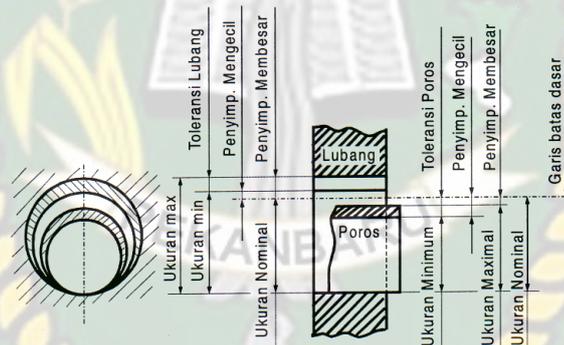


(Sumber : <http://kogelaha.com/index.php/industry-solution>)

Gambar 2.18 Persentase penyebab terjadinya kerusakan dini pada bearing

2.12. Toleransi Bantalan dengan Poros

Toleransi adalah suatu penyimpangan ukuran yang diperbolehkan atau diizinkan. Kadang-kadang seorang pekerja hanya mengerjakan bagian mesin yang tertentu saja, sedangkan pekerja yang lain mengerjakan bagian lainnya. Tetapi antara satu bagian dengan bagian lain dari bagian yang dikerjakan itu harus bisa dipasang dengan mudah. Oleh karena itu, harus ada standar ketepatan ukuran yang harus dipatuhi dan dipakai sebagai pedoman dalam mengerjakan sesuatu benda agar bagian-bagian mesin itu dapat dipasang, bahkan ditukar dengan bagian lain yang sejenis.



Gambar 2.19 Batasan Ukuran dan Toleransi Poros dan Lubang

Pada prinsipnya pembatasan-pembatasan ukuran dalam toleransi poros dan lubang ditunjukkan seperti pada Gambar 2.18

a. Tingkatan Suaian

Dalam penggunaannya, suaian-suaian longgar, transisi, maupun sesak masih harus dibagi dalam tingkatan-tingkatan yang lebih terperinci. Dengan demikian dapat ditentukan jenis suaian yang tepat

untuk suatu komponen menurut penggunaan dari kom - ponen yang akan dibuat. Dan tingkatan suaian dari masing-masing keadaan suaian untuk basis lubang dapat dilihat pada Tabel 2.4.

1. Suaian Longgar
 - a. Suaian sangat luas
 - b. Suaian luas
 - c. Suaian geser
2. Suaian Transisi
 - a. Suaian Puntir
 - b. Suaian Paksa
3. Suaian Sesak
 - a. Suaian Kempa Ringan
 - b. Suaian Kempa Berat

Tabel dibawah ini menunjukkan suaian basis lubang

Tabel 2.3 Suaian Basis Lubang

Tingkat suaian	Lubang	Poros	Keadaan suaian
Suaian sangat luas	h11	C11	Suaian longgar
	h9	D10	
		E9	
Suaian luas	h7	F8	
	h6	G8	
		H7	
Suaian geser		K7	Suaian transisi
Suaian puntir		N7	
Suaian paksa		P7	Suaian sesak
Suaian kempa ringan		S7	
Suaian kempa berat			

Sumber : Warren J. Luzadder. Menggambar Teknik. Erlangga. Jakarta. 1998

Tabel 2.4 diatas menunjukkan harga batas suaian lubang, sedangkan untuk batasan basis poros. Dapat kita lihat pada Tabel 2.5 dibawah ini.

Tabel 2.4 Suaian Basis Poros

Tingkat suaian	Lubang	Poros	Keadaan suaian
Suaian sangat luas	H11	c11	Suaian longgar
	H9	d10	
Suaian luas	H8	f7	
		H7	
	Suaian geser	h6	
Suaian puntir	k6	Suaian transisi	
Suaian paksa	n6		
Suaian kempa ringan	p6	Suaian sesak	
Suaian kempa berat	s6		

Sumber : Warren J. Luzadder. Menggambar Teknik. Erlangga. Jakarta. 1998

2.13 *Maintenance* bantalan

Pelumasan bantalan secara sistem terbagi menjadi 2 bagian yaitu bantalan yang dilumasi oleh grease semisal bantalan roda serta bantalan yang dilumasi langsung secara *continue* oleh oli semisal bantalan as-kruk pada mesin. Bantalan yang digunakan pada mesin screw press adalah bantalan yang menggunakan pelumasan grease karena berada dibagian luar mesin, adapun hal-hal yang harus diperhatikan dalam perawatan bantalan ini adalah :

2.13.1 Jika Bearing tidak dirawat dengan baik

1. Keseimbangan laju pada roda akan kacau serta dapat menyebabkan kecelakaan.

2. Rusaknya komponen rel cakram yang disebabkan karena putaran roda tidak stabil.
3. Getaran yang berlebihan pada roda akan di teruskan kesemua elemen mesin, sehingga komponen pada seluruh mesin berisiko rusak.

2.13.2 Cara merawat bantalan agar tetap awet

1. Sewaktu memasang bantalan baru, maka usahakanlah untuk jangan mengelap grease yang terdapat pada bantalan, sebab grease yang terdapat pada bantalan baru telah diformulasikan khusus untuk bantalan.
2. Tidak menambah grease secara berlebihan sebab penambahan grease secara berlebihan akan menyebabkan penumpukan grease serta lama kelamaan grease akan mengundang kotoran untuk masuk ke dalam bantalan.
3. Tidak membuka kedua penutup pada bantalan, jika hendak menambahkan grease maka harus membuka penutup bantalan pada satu bagian saja. Pasang bantalan yang sudah terbuka penutupnya menghadap ke dalam serta yang asing lengkap penutupnya menghadap keluar, supaya apabila terjadi hujan, maka air hujan yang mengandung asam tersebut tidak bisa masuk ke dalam bantalan.
4. Jika pada salah satu bantalan mengalami kerusakan maka gantilah bantalan secara bersamaan pada kedua sisinya.

Secara umum, pelumasan batas lebih disukai untuk operasi berkecepatan lambat dengan kecepatan permukaan kurang dari 10 ft/menit (0,5 m/detik) gerakan bolak balik atau bersilasi, atau kombinasi pelumas ringan dan tekanan tinggi juga akan menghasilkan pelumasan batas.

persamaan untuk menghitung umur bantalan adalah :

$$L_h = \frac{L_{10}}{60 \cdot n} (h) \dots \dots \dots \text{pers. (2.3)}$$

Dimana :

n = jumlah putaran (rpm)

L_{10} = faktor umur

Sedangkan untuk mencari faktor umur (L_{10}) kita bisa menggunakan rumus yang ada pada buku elemen mesin karangan sularso pada hal 136 :

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P} \right)^{10/3} \dots \dots \dots \text{pers. (2.4)}$$

Dimana :

L_{10} : Faktor umur

C : Beban nominal spesifik (kg)

P : Beban ekivalen dinamis (kg)

Kemudian untuk mendapatkan nilai f_n (faktor kecepatan) kita menggunakan rumus dibawah ini :

$$f_n = \left(\frac{33,3}{n} \right)^{10/3} \dots \text{pers. (2.5)}$$

Dimana :

f_n : Faktor kecepatan

n : jumlah putaran (rpm)

untuk menghitung umur dari *grease* dapat dipakai persamaan berikut ini :

$$\frac{\text{batas } h \text{ arg } a \text{ d } n}{H \text{ arg } a \text{ d } n \text{ sesungguhnya } ya} \times 100 \text{ (h)} \dots \text{pers. (2.6)}$$

untuk menghitung beban equivalent dari bantalan dapat kita hitung dengan persamaan berikut ini :

$$P = .X .Fr + Y Fa \dots \text{pers (2.7)}$$

Dimana :

P : beban equivalent

Fr : beban radial (kg)

Fa : beban aksial (kg)

X : konstanta radial

Y : konstanta aksial

Untuk mendapatkan nilai pada faktor-faktor V , X , Y , dan X_o, Y_o dapat kita lihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 2.5 Faktor-faktor V, X, Y dan X_o, Y_o

Jenis bantalan		Beban putar pada cincin dalam	Beban putar pada cincin luar	Baris tunggal		Baris ganda				e	Baris tunggal		Baris ganda			
				X	Y	$F_d/VF_r \leq e$					X_o	Y_o	X_o	Y_o		
						$F_d/VF_r < e$		$F_d/VF_r > e$								
		V	X	Y	X	Y	X	Y								
Bantalan bola alur dalam	$F_d/C_o = 0,014$	1	1,2		2,30				2,30	0,19						
	$= 0,028$				1,99				1,99	0,22						
	$= 0,056$				1,71				1,71	0,26						
	$= 0,084$				1,55				1,55	0,28						
	$= 0,11$				1,45				1,45	0,30						
	$= 0,17$				1,31				1,31	0,34						
	$= 0,28$			0,56	1,15	1	0	0,56	1,15	0,38	0,6	0,5	0,6	0,5		
Bantalan bola sudut	$\alpha = 20^\circ$	1	1,2		0,43	1,00			1,09	0,70	1,63	0,57		0,42		0,84
	$= 25^\circ$				0,41	0,87			0,92	0,67	1,41	0,68		0,38		0,76
	$= 30^\circ$				0,39	0,76			0,78	0,63	1,24	0,80		0,33		0,66
	$= 40^\circ$				0,37	0,66	1	0,66	0,60	1,07	0,95	0,5	0,29	1	0,58	

(Sumber : Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin Ir. Sularso, MSME)

Untuk menghitung dalam jangka waktu bulan dan tahun maka kita bisa cari dari persamaan sebagai berikut :

$$\text{Jam operasi aktual} = \frac{L_h}{\text{jam operasi}} \dots\dots\dots \text{pers (2.8)}$$

Dimana :

L_h : umur bantalan (h)

Waktu pelumasan pada bantalan (T)

$$T = k \cdot \left[\left(\frac{2.500.000}{n \cdot (d^{0,5})} \right) - 4 \cdot d \right] \dots\dots\dots \text{pers (2.9)}$$

Dimana :

T : waktu pelumasan kembali (h)

k : *produc of al correction faktor 0,21*

n : *speed (rpm)*

d : diameter dalam (mm)

Untuk mengetahui apakah bantalan yang kita gunakan sudah sesuai dengan standar jam operasinya kita bisa melihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 2.6 Bantalan untuk permesinan serta umurnya

Umur L_h		2000-4000 (jam)	5000-15000 (jam)	7000-30000 (jam)	40000-60000 (jam)
		Pemakaian jarang	Pemakaian sebentar-sebentar (tidak terus menerus)	Pemakaian terus-menerus	Pemakaian terus menerus dengan keandalan tinggi
1-1,1	Kerja halus tanpa tumbukan	Alat listrik rumah tangga, sepeda	Konveyor, mesin pengangkat, lift, tangga jalan	Pompa, poros transmisi, separator, pengayak, mesin perkakas, pers putar, separator sentrifugal, sentrifugal pemurni gula, motor listrik	Poros transmisi utama yang memegang peranan penting, motor motor listrik yang tinggi
1,1-1,3	Kerja biasa	Mesin pertanian ,gerinda tangan	Otomobil, mesin jahit	Motor kecil, roda meja, pemegang pinion, roda gigi reduksi, kereta rel	Pompa penguras, mesin pabrik kertas, rol kalender, kipas angin, kran, penggiling bola, motor utama kertas rel listrik
1,2-1,5	Kerja dengan getaran atau tumbukan		Alat-alat besar, unit roda gigi dengan getaran besar, rolling mill	Penggetar, penghancur	

(Sumber : Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin Ir. Sularso, MSME)