



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

PERAWATAN DAN ANALISIS UMUR BANTALAN PADA MESIN HAMMER MILL

TUGAS AKHIR



**KOMARUDIN
05071004**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK UNIVERSITAS ANDALAS
2008**



No.Alumni Universitas	KOMARUDIN	No.Alumni Fakultas
-----------------------	-----------	--------------------

a). Tempat/Tgl Lahir : Karya Pelita, 13 Agustus 1986. b). Nama Orang Tua : Djuli Al Watrom dan Aswati c). Fakultas : Politeknik. d). Jurusan : Teknik Mesin/Specialis Perawatan dan Perbaikan. e). No BP : 05 071 004. f). Tgl. Lulus : 24 Juli 2008. g). Prediket Lulus :h). IPK : i).Lama Studi : 3 Tahun. k). Alamat Orang Tua: Ds. Karya Pelita Rt.05/Rw.01 Kec.Putri Hijau Kab. Bengkulu Utara, Bengkulu

Perawatan dan Analisa
Umur Bantalan Pada Mesin Hammer Mill

ABSTRAK

Bantalan berfungsi untuk menumpu poros berbeban sehingga putaran poros dapat berlangsung secara halus aman dan panjang umur. Jika bantalan bersih, dilumasi secara tepat, dioperasikan pada suhu yang wajar, pembebananya normal, maka kelelahan logam satu-satunya sebab dari kegagalan umur bantalan.

Dalam melakukan analisa umur bantalan, metodologi yang dilaksanakan adalah: pengambilan data dilapangan, studi literatur, pengolahan data dengan hasil studi literatur, membahas hasil analisa dengan keadaan lapangan dan menyimpulkan hasil pembahasan.

Hasil analisa yang diperoleh adalah 7176 jam atau 448,5 hari, data dilapangan pernah terjadi kerusakan bantalan di 200 jam kerja dan 9216 jam kerja bantalan masih memproduksi. Kerusakan lebih dini disebabkan karena kurangnya perhatian perawatan (terutama pelumasan) dan pembebanan yang berlebihan. Untuk mengatasi hal ini, penulis merekomendasikan peningkatan jadwal perawatan dan mempercepat penggantian pisau mesin hammer mill.

Keywords: Perawatan bantalan, Umur Bantalan, Analisa umur bantalan.

Tugas Akhir telah dipertahankan di depan sidang penguji dan dinyatakan lulus pada
Tanggal : 24 Juli 2008

Abstrak telah disetujui oleh penguji :

Penguji :

Tanda tangan	1	2	3	4
Nama Terang	Ir. M. Elfian Hadi	Hanif, ST. MT	Adriyanto, ST	Daddy Budiman, ST. M.Eng

Mengetahui :
Ketua Jurusan Ir. Maimuzar. MT
Nama

Alumnus telah mendaftar ke Fakultas/Universitas Andalas dan mendapat Nomor Alumnus



	Petugas Fakultas/Universitas	
No. Alumni Fakultas :	Nama	Tanda tangan :
No. Alumni Universitas :	Nama	Tanda tangan :

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBARAN PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iv
LEMBARAN ASISTENSI	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Alasan Pemilihan judul	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Pembatasan Masalah	3
1.5. Metode Pengumpulan Data	3
1.6. Sistematika Penulisan	4

BAB II LANDASAN TEORI

2.1. Pengertian bantalan	5
2.2. klasifikasi bantalan	6
2.2.1. atas dasar gerakan bantalan terhadap poros	7
2.2.1.1. bantalan luncur (bush)	7
2.2.1.2. bantalan gelinding (bearing)	9
2.2.2. atas dasar arah beban terhadap poros	18
2.3. perbandingan antara bantalan luncur dengan Bantalan gelinding	18
2.4. Bahan Bantalan	19

2.4.1. Bahan Bantalan Luncur	19
2.4.1.1. Beberapa Sifat Bahan Bush	21
2.4.2. Bahan Bantalan Gelinding	21
2.5. Gesekan Dan Aus	22
2.6. Umur Bantalan	25
2.7. Manajemen Perawatan	30
2.7.1. Konsep Umum Perawatan (<i>Maintenance</i>)	30
2.7.1.1. Perawatan Terencana	31
2.7.1.2. Perawatan Tidak Terencana	34
2.7.2. Tahap-tahap Perawatan	34
BAB III METODOLOGI	37
BAB IV PERAWATAN DAN ANALISA UMUR BANTALAN PADA MESIN HAMMER MILL	
4.1. Nomor Nominal Bantalan Gelinding	40
4.2. Pemasangan Bantalan Pada Mesin Hammer Mill	41
4.2.1. Persiapan Sebelum Pemasangan Bantalan	42
4.2.2. Pemasangan Bantalan	44
4.3. Pelumasan Bantalan	46
4.3.1. Sistem Pelumasan Pada Bantalan Luncur	47
4.3.2. Sistem Pelumasan Pada Bantalan Gelinding	49
4.3.3. Sekat Pelumas	50
4.3.4. Pelumasan Pada Bantalan Mesin Hammer Mill	54
4.4. Perawatan Bantalan	54
4.4.1. Perawatan terencana	55
4.4.2. Perawatan Tak Terencana	57
4.5. Perhitungan Beban dan Umur Bantalan Mesin Hammer Mill ...	59
4.5.1. Analisa Pembahasan	62

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan	66
5.2. Saran	68

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

- Lampiran 1. Katalog Bearing Seri 222 C dan 222
- Lampiran 2. Faktor-faktor x dan y untuk beban dinamik ekuivalen
- Lampiran 3. Gambar Mesin Hammer Mill
- Lampiran 4. Gambar pemegang pisau dan pisau mesin hammer mill/bagian yang ditumpu bantalan
- Lampiran 5. Gambar bearing mesin hammer mill



DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1 Klasifikasi bantalan
- Gambar 2.2 Bantalan luncur radial berbentuk belahan silinder
- Gambar 2.3 Bantalan luncur aksial telapak
- Gambar 2.4 Bantalan luncur aksial kerah
- Gambar 2.5 Deep groove ball bearing
- Gambar 2.6 Self aligning ball bearing
- Gambar 2.7 Angular contact ball bearing
- Gambar 2.8 Cilinder roller bearing
- Gambar 2.9 Needle roller bearing
- Gambar 2.10 Spherical roller bearing
- Gambar 2.11 Tapered roller bearing
- Gambar 2.12 Thrust ball bearing
- Gambar 2.13 Angular contact thrust ball bearing
- Gambar 2.14 Roller thrust bearing
- Gambar 2.15 Spherical roller thrust bearing
- Gambar 2.16 Tapered roller thrust bearing
- Gambar 2.17 Persinggungan antara dua benda
- Gambar 2.18 Patah diluar (tempat las)
- Gambar 2.19 Diagram manajemen perawatan
- Gambar 3.1 Diagram alir metode penulisan tugas akhir
- Gambar 4.1 Cara penyimpanan bantalan
- Gambar 4.2 Pelumasan sumbu
- Gambar 4.3 Pelumasan percik
- Gambar 4.4 Pelumasan cincin
- Gambar 4.5 Pelumasan gemuk
- Gambar 4.6 Pelumasan kabut minyak
- Gambar 4.7 Cincin O
- Gambar 4.8 Sil minyak
- Gambar 4.9 Cincin lakan

Gambar 4.10 Alur minyak

Gambar 4.11 Paking labirin

Gambar 4.12 Pelempar

Gambar 4.13 Pelumasan bantalan mesin hammer mill

Gambar 4.14 Langkah pembongkaran mesin hammer mill

Gambar 4.15 Langkah pembongkaran bantalan



DAFTAR TABEL

- Tabel 2.1 Karakteristik bantalan
- Tabel 2.2 Harga arahan umur nominal L_h untuk berbagai jenis mesin
- Tabel 2.3 Faktor-faktor koreksi daya yang akan di transmisikan f_c



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Istilah bantalan kontak berguling (rolling kontak bearing) bantalan anti gesekan (anti friction bearing) dan bantalan bergelinding (rolling bearing) semuanya dipakai untuk menjelaskan kelas bantalan dimana beban utama dialihkan melalui elemen yang menggelinding, jadi bukan pada persinggungan antara tap-poros dengan inner race. Gesekan awal pada bantalan gelinding kira-kira dua kali gesekan setelah berputar, walaupun gesekan ini masih dapat diabaikan dibandingkan dengan gesekan awal pada bantalan luncur. Beban, kecepatan dan viskositas kerja dari bahan pelumas mempengaruhi sifat gesekan dari bantalan gelinding.

Jika bantalan bersih dan dilumasi secara tepat dipasang dan disegel terhadap masuknya debu atau kotoran, dioperasikan pada suhu yang wajar, maka kelelahan logam merupakan satu-satunya sebab dari kegagalan umur bantalan. Umur suatu bantalan dinyatakan sebagai jumlah putaran total, atau jumlah jam pada suatu kecepatan putaran tertentu. (*Shigley, dkk, 1984*)

Pada dasarnya analisa umur bantalan tidaklah terlalu sulit, tetapi hal ini tidak bisa diabaikan begitu saja, apalagi pada industri-industri yang bersekala besar, kerusakan bantalan pada saat produksi sedang bekerja dapat mengakibatkan terhentinya aktifitas produksi. Untuk industri yang beroperasi mengejar target produksi hal ini sangat berpengaruh sekali, karena bagi mereka waktu yang sedikit begitu sangat berharga. Karena kerusakan bantalan proses produksi mereka harus terhenti.

Terhentinya proses produksi karena kerusakan bantalan dapat kita cegah dengan mempertimbangkan: aspek-aspek perawatan bantalan, perlakuan atau pemakaian bantalan, putaran dan beban yang diterima bantalan, jenis bantalan yang digunakan serta bahan yang digunakan dalam pembuatan bantalan. Perawatan bantalan yang sesuai menurut standar-standar

yang diijinkan yaitu pemberian minyak pelumas yang rutin, pemeliharaan dan pemasangan bantalan yang benar serta pemakaian bantalan yang sesuai dengan jenis beban, hal ini dapat mempengaruhi umur bantalan.

Dengan mempertimbangkan kelakuan terhadap bantalan seperti beban yang diterima bantalan, putaran poros, jenis bantalan, lamanya kerja bantalan per hari, maka dari sinilah umur bantalan dapat kita prediksi, dengan memprediksi umur bantalan kita bisa mencegah produksi agar tidak terhenti. Inilah yang akan dibahas secara rinci dan mendetail pada tugas akhir yang akan penulis lakukan.

1.2 Alasan Pemilihan Judul

Judul tugas akhir ini adalah "*Perawatan dan Analisa Umur Bantalan Pada Mesin Hammer Mill*".

Alasan penulis mengambil judul ini adalah :

1. Pentingnya penggunaan bantalan pada mesin hammer mill.
2. Salah satu penyebab terhentinya produksi crumb rubber di PT. Perindustrian & Perdagangan limbah karet Padang adalah rusaknya bearing disaat mesin sedang melakukan produksi
3. Untuk dapat mengenal lebih jauh klasifikasi bantalan, cara perawatan bantalan, dan kegunaan dari bantalan.
4. Untuk dapat melakukan analisa umur bantalan mesin hammer mill dengan baik sesuai dengan perlakuan dan pemakaian bantalan yang sesuai dengan kondisi keadaan dilapangan.

1.3 Tujuan

Dalam pembuatan tugas akhir ini tujuan yang hendak dicapai, yaitu:

1. Untuk memenuhi salah satu syarat lulus Program Diploma III (DIII) di Politeknik Universitas Andalas Padang.
2. Penerapan ilmu pengetahuan yang telah didapat selama mengikuti perkuliahan.

3. Menjelaskan pengertian bantalan, jenis-jenis bantalan, pemeliharaan bantalan dan cara pelumasan bantalan yang umum dipakai di dunia industri.
4. Menjelaskan klasifikasi penggunaan bantalan dan penyebab kerusakan pada bantalan
5. Menjelaskan cara menganalisa umur bantalan pada mesin hammer mill di PT. Perindustrian & Perdagangan Lembah Karet Padang sesuai dengan kondisi yang ada dilapangan.

1.4 Batasan Masalah

Dalam tugas akhir ini penulis akan membahas tentang: bagaimana cara menganalisa umur bantalan pada mesin hammer mill, jenis jenis bantalan gelinding, pemeliharaan bantalan gelinding, dan klasifikasi penggunaan bantalan gelinding.

1.5 Metode Pengumpulan Data.

Metode pengumpulan data merupakan faktor yang paling penting dalam penyusunan tugas akhir, dan metode pengumpulan data yang penulis gunakan adalah sebagai berikut :

1. Melakukan observasi ke lapangan.
2. Melakukan diskusi dengan teknisi atau mekanik yang berhubungan dengan judul laporan penulis ini.
3. Pengumpulan literature ataupun buku petunjuk yang berhubungan dengan judul penulis ini.

1.6 Sistematika Penulisan

Agar masalah-masalah dalam penyusunan tugas akhir ini dapat lebih jelas dan dimengerti, penulis mencoba untuk menguraikan masalah ini dengan beberapa bab:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang, tujuan penulisan, alasan pemilihan judul, batasan masalah, metode pengumpulan data, dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini membahas tentang pengertian bantalan, klasifikasi bantalan, bahan-bahan bantalan, gesekan dan keausan, umur bantalan dan manajemen perawatan.

BAB III METODOLOGI

Bab ini berisikan tentang langkah-langkah atau metodologi penyelesaian masalah materi tugas akhir.

BAB IV PERAWATAN DAN ANALISA UMUR BANTALAN PADA MESIN HAMMER MILL

Bab ini membahas secara rinci tentang nomor nominal bantalan gelinding, pemasangan bantalan pada mesin hammer mill, pelumasan bantalan, perawatan bantalan pada mesin hammer mill, dan menganalisa umur bantalan pada mesin hammer mill.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisikan tentang kesimpulan dan saran dari laporan tugas akhir yang penulis buat.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II LANDASAN TEORI

2.1. Pengertian Bantalan

Bantalan merupakan elemen mesin yang berfungsi untuk menumpu poros berbeban, sehingga putaran poros dapat berlangsung secara halus, aman, dan panjang umur. Bantalan terbuat dari logam atau non logam. Bantalan harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros berbeban serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Jika bantalan tidak berfungsi dengan baik maka kerja seluruh sistem akan menurun atau tidak bekerja secara semestinya.

Secara garis besar bantalan dikelompokkan menjadi dua kelompok besar yaitu: bantalan luncur dan bantalan gelinding. Pada bantalan luncur terjadi gesekan luncur. Pada bantalan gelinding terjadi gesekan gelinding, karena pada bantalan gelinding ini beban yang diterima oleh bantalan dialihkan melalui elemen yang menggelinding, bukan pada persinggungan antara tap-poros dengan inner race nya.

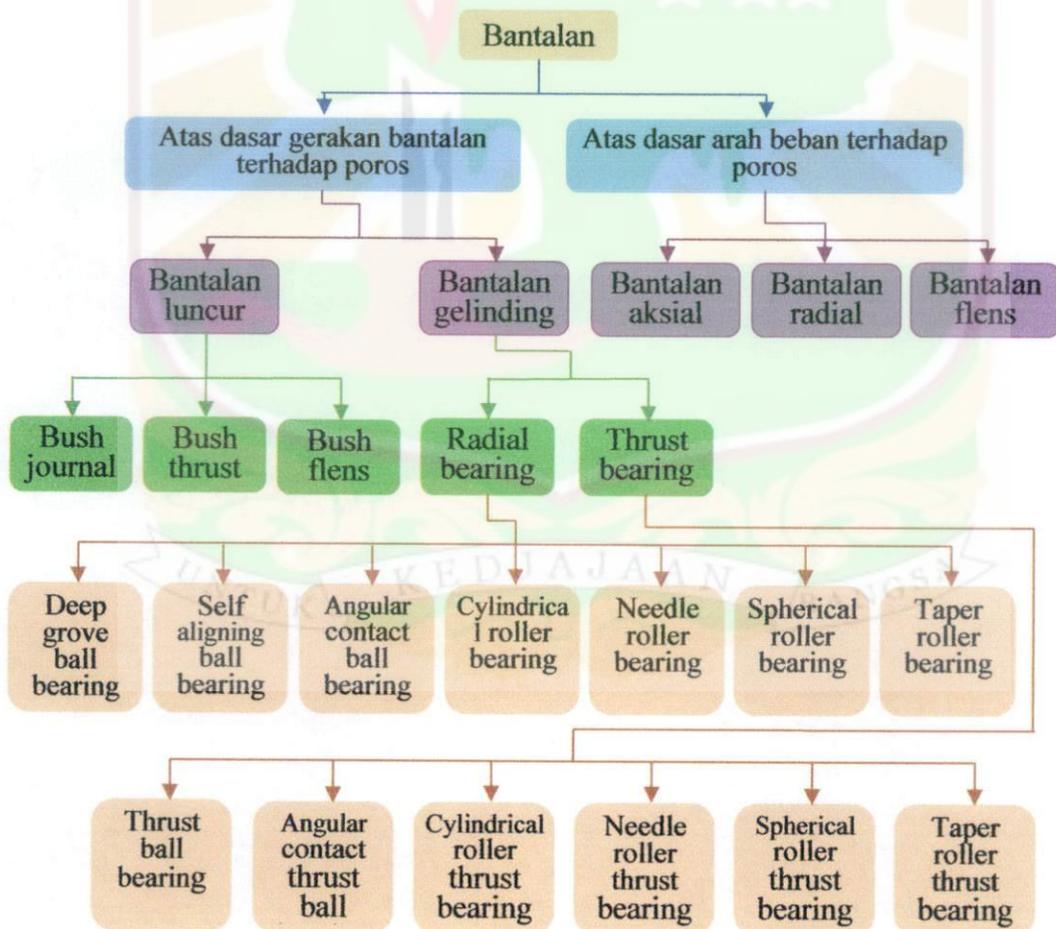
Pada bantalan baik bantalan luncur maupun bantalan gelinding tidak akan pernah lepas dari gesekan antara tap poros dengan bantalan. Gesekan yang terjadi pada bantalan berupa gesekan radial dan gesekan aksial. Gesekan pada bantalan merupakan hal yang harus diperhatikan pada semua bantalan. Gesekan ini tidak saja memberikan kerugian langsung dalam energi, tetapi gesekan pada bantalan diubah menjadi kalor yang mengakibatkan temperatur bantalan menjadi lebih tinggi dari temperatur sekelilingnya. Hal ini dapat menjadi sebab bantalan berjalan panas, sehingga bantalan mengalami kelelahan atau *breakdown*.

Pada bantalan umumnya bekerja gaya reaksi, apabila gaya reaksi ini jauh lebih banyak mengarah tegak lurus pada garis sumbu poros, bantalan dinamakan bantalan radial, tetapi jika gaya reaksi itu jauh lebih banyak mengarah atau sejajar sepanjang garis sumbu dinamakan bantalan aksial.

Bantalan-bantalan untuk kebutuhan ini direncanakan agar sedikit mungkin terjadi keausan, sehingga bantalan dapat dengan mudah dilakukan penggantian dan dapat menjamin keamanan pada bagian mesin yang mahal. Bantalan harus diganti dengan jenis yang sama atau menggunakan bantalan yang memiliki persamaan sifat. Bantalan yang kelihatannya sama, mungkin berbeda kemampuannya, berbeda bahannya, atau berbeda proses pembuatan dan pengerasannya. Bila tidak ada bantalan yang sama persis, dapat juga diatasi dengan mempertimbangkan data-data, misalnya sifat pembebanannya dan kemampuan putarannya.

2.2. Klasifikasi Bantalan

Secara garis besar bantalan dapat diklasifikasikan sebagai berikut:



Gambar 2.1, Klasifikasi Bantalan

2.2.1. Atas Dasar Gerakan Bantalan Terhadap Poros

Kita ketahui bahwa bantalan berfungsi untuk menumpu poros berbeban sehingga putaran poros berjalan dengan halus, aman dan dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama. Bantalan juga berfungsi untuk memperkecil gesekan. Hampir semua bagian mesin yang berputar ditumpu oleh bantalan. Masing-masing gerakan yang terjadi pada poros dan bantalan antara satu dengan yang lainnya itu berbeda. Apabila pada poros dengan bantalan terjadi gerakan luncur maka bantalan ini dinamakan bantalan luncur, tetapi jika pada gerakan tersebut terdapat elemen gelinding seperti ball dan roll, maka dinamakan bantalan gelinding

2.2.1.1. Bantalan Luncur (bush)

Pada bantalan ini terjadi gesekan luncur antara poros dan bantalan karena permukaan poros ditumpu oleh permukaan bantalan dengan perantara lapisan pelumas.

Keuntungan dari bantalan luncur ini adalah

- Sangat baik untuk beban berat, situasi kejutan dan situasi guncangan, karena pada bantalan ini memiliki bidang penopang dan bidang pelumasan yang besar.
- Bantalan luncur tidak terlalu peka terhadap debu atau kotoran, maka kurang membutuhkan perapat
- Tinggi angka putaran tidak terbatas, karena gesekan tidak terjadi langsung antara poros dengan bantalan, melainkan gesekan terjadi antara poros dengan minyak pelumas
- Konstruksi belahan memungkinkan pembongkaran dan pemasangan kembali dapat dilakukan dengan mudah
- Harga relative murah, umur cukup panjang, dan perawatannya sangat mudah
- Tidak berisik walaupun sudah aus

Kerugian dari bantalan luncur adalah

- Untuk memulai putaran awal dibutuhkan momen yang besar
- Membutuhkan banyak pelumas maka dari itu membutuhkan pengawasan dan perawatan yang terus menerus
- Rendamen lebih kecil dari rendamen bantalan gelinding

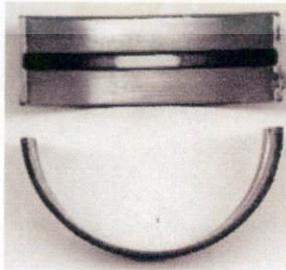
Dari segi pemakaian bantalan luncur diutamakan untuk:

- Angka putaran yang tinggi, beban berat, umur pakai yang panjang. Misal untuk turbin air/turbin uap, generator, poros kapal, *crank shaft*.
- Angka putaran rendah, harus menopong beban kejut dan guncangan yang berat, seperti: mesin pelubang tekan, mesin pres, mesin tempa.
- Bantalan dengan fungsi yang sederhana, mudah dalam pembuatan dan harga dapat ditekan, seperti peralatan rumah tangga, alat angkat.

1. Bantalan luncur radial (*bush journal*)

Bantalan ini digunakan untuk menahan beban radial. Bantalan dapat berbentuk silinder, belahan silinder, elips dll.

Sebagai contoh pada *crank shaft* dan *conekting rood engine* mobil (engine diesel maupun bensin) bantalan yang digunakan bantalan luncur radial berbentuk belahan silinder, untuk lebih jelas lihat gambar.

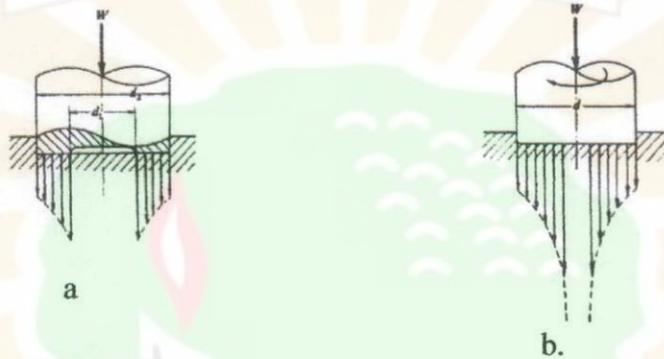


Gambar 2.2, Bantalan Luncur Radial Berbentuk Belahan Silinder

2. Bantalan luncur aksial (bush Thrust)

Bantalan luncur aksial digunakan untuk menahan gaya aksial. Bantalan luncur aksial terdiri dari feet steel bearing (bantalan telapak) dan collar bearing (bantalan kerah).

Pada bantalan telapak tekanan yang diberikan oleh bidang telapak poros pada bidang bantalan semakin besar untuk titik yang semakin dekat pada pusat. Lihat gambar (2.3,b)



- a. Bantalan telapak aksial
- b. Distribusi tekanan dalam bantalan telapak aksial

Gambar 2.3, Bantalan Aksial Telapak

bantalan kerah ditunjukkan pada gambar



Gambar 2.4, Bantalan Aksial Kerah

3. Bantalan khusus (bush Flens)

Yaitu gabungan antara bantalan luncur radial dan bantalan luncur aksial. Bantalan ini digunakan untuk menahan beban gabungan (beban aksial dan beban radial).

2.2.1.2. Bantalan gelinding (Bearing)

Bantalan gelinding merupakan elemen mesin berfungsi untuk penumpu poros dengan perantara elemen yang menggelinding antara

dua buah cincin. Elemen ini bisa berupa peluru (*ball*), *rol* (berbentuk silinder, berbentuk kerucut, dan berbentuk tong) atau jarum. Karena itu terdapat nama bantalan peluru, bantalan rol, bantalan jarum dan sebagainya.

Bantalan gelinding mempunyai keuntungan:

- Gesekan yang sangat kecil dibandingkan dengan bantalan luncur, Karena konstruksi dari bantalan gelinding ini memiliki elemen gelinding yang diapit oleh dua buah cincin yaitu cincin dalam (*inner race*) dan cincin luar (*outer race*)
- Momen awal dan momen kerja hampir sama besar
- Pemeliharaan mudah, serta dalam penggantian sangat mudah, jika rusak dapat diganti dengan mempertimbangkan jenis pembebanannya dan kemampuan putarannya.

Kerugian dari bantalan gelinding adalah:

- Sangat peka terhadap beban kejut terutama pada posisi diam dan berputar lambat
- Sangat peka terhadap debu dan kotoran jadi sangat membutuhkan perapat yang baik.

Dalam pemakaian bantalan gelinding diutamakan pada:

- Mesin dan bagian mesin yang memerlukan perawatan yang sedikit, seperti pada mesin perkakas, motor listrik, *gear book*, kendaraan
- Mesin dioperasikan dari posisi diam atau dioperasikan dengan angka putaran rendah dan membawa beban berat, tetapi dituntut supaya kerugian akibat gaya gesekan harus sekecil mungkin, seperti spindle atau engkol.

Dalam bantalan ini bekerja tekanan kontak yang tinggi. Karena itu kualitas bahan, kekerasan permukaan, ketelitian ukuran bentuk dan permukaan (kekasarannya) harus memenuhi syarat tinggi. Elemen-elemen bantalan dibuat dari baja khrom atau baja nikel khrom yang

dikeraskan atau diasah, peluru dan rol dibuat berjarak oleh sebuah sangkar (separator) yang dibuat dari baja lunak (perunggu atau nilon).

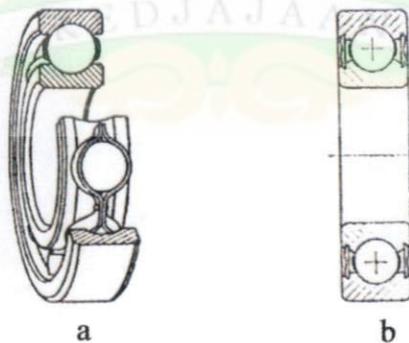
Disebabkan oleh normalisasi yang luas, fabrikasi seri dan fabrikasi massa, bantalan ini dapat diperoleh dengan harga rendah, karena itu tidak terdapat banyak pabarik khusus yang membuat bantalan gelinding, antara lain SKF (di swedia dengan cabang di Veenedal), FAG (Jerman), RIV (Italia).

1. Radial bearing (untuk menahan beban radial) terdiri dari;

1) Deep groove ball bearing (bantalan peluru alur)

Pada bantalan peluru alur, bidang jalannya dibengkokkan atau dibuat alur tempat berjalannya peluru dalam arah aksial, tetapi besarnya alur hanya sedikit lebih besar dari pada jari-jari peluru, sehingga terdapat tepi yang mencegah jatuhnya peluru. Bentuk ini memungkinkan bantalan mampu menerima gaya radial.

Gambar (2.5) a dan b, Memperlihatkan penampang bantalan peluru alur dengan sangkar peluru baja dan bantalan yang dilengkapi dengan plat pelindung atau dengan perapat karet. Pengaplikasian ball bearing sangat banyak sekali, seperti contoh pada poros roda depan dan rada belakang kendaraan bermotor roda dua (Yamaha, Honda, Suzuki), dan masih banyak lagi pengaplikasian yang lainnya.



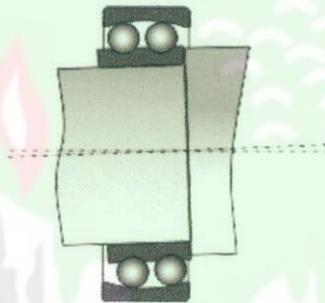
- a. Single row ball bearing
- b. Single row dengan perapat karet

Gambar 2.5, Deep Groove Ball Bearing

2) Self aligning ball bearing

Double row self aligning ball bearing memiliki alur dibagian outer race dan alur ganda dibagian inner racenya. Bagian ini memberikan dukungan agar bearing mampu menyesuaikan diri pada perubahan kesumbuan poros disaat poros menerima beban. Bearing ini biasanya dipakai pada poros yang menerima beban radial dan digunakan pada poros yang membutuhkan gerakan penyesuaian terhadap sumbu.

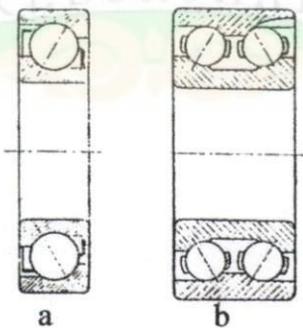
Self aligning ball bearing banyak digunakan pada poros motor listrik.



Gambar 2.6, Self Aligning Ball Bearing

3) Angular contact ball bearing (bantalan Peluru kontak sudut)

Angular contact ball bearing adalah bantalan peluru dimana arah gaya yang melalui peluru membuat sudut dengan bidang radial bantalan. Daya dukung bantalan bertambah besar dengan membesarnya sudut kontak. Biasanya sudut kontak tidak lebih dari 30° .

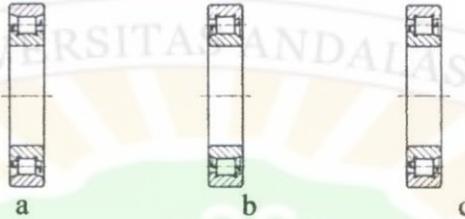


- a. Single row
- b. Double row

Gambar 2.7, Angular Contact Ball Bearing

4) Cylindrical roller bearing

Bantalan roll dapat memindahkan gaya radial yang lebih besar daripada bantalan peluru. Bantalan rol hanya bisa dipakai apabila ketelitian kesejajaran garis sumbu antara kedua cincin benar-benar sejajar dan poros tidak bisa melengkung. Karena itu bantalan roll diterapkan untuk beban radial yang tinggi.

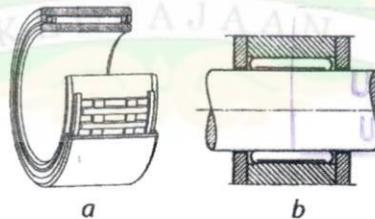


- a. Dengan cincin luar lepas
- b. Dengan cincin dalam lepas
- c. Untuk gaya radial yang kecil

gambar 2.8, Cilinder Roller Bearing

5) Needle roller bearing

Pada bantalan yang menggunakan rol (jarum) dengan diameter yang sangat kecil konstruksi bantalannya dilengkapi dengan bibir jejak dan lubang untuk pelumasan minyak antara bidang jalan cincin. Bantalan jarum juga dapat dipakai tanpa cincin jalan dalam. Needle roll bearing ini banyak sekali digunakan pada transmisi kendaraan, pompa, drive shaft dan pengaplikasian lainnya.



- a. Dengan cincin dalam (lengkap)
- b. Tanpa cincin dalam

Gambar 2.9, Needle Roller Bearing

- a. Dengan cincin dalam (lengkap)
- b. Tanpa cincin dalam

Gambar 2.9, Needle Roller Bearing

6) Spherical roller bearing

Bearing ini memiliki kemampuan penyesuaian kesumbuan yang baik disaat poros menerima beban. Karena pada bearing ini dibagian dalam atau inner race nya dilengkapi dengan lintasan jalan. Sedangkan untuk outer race nya dilengkapi lintasan jalan berbentuk 1/8 lingkaran bola. Bearing ini biasanya digunakan untuk poros berputaran tinggi dan beban yang berubah ubah. Spherically roller bearing digunakan untuk poros yang memungkinkan perubahan penyesuaian poros pada saat berputar, sebagai contoh pengaplikasian, pada suspensi kendaraan, drive shaft, mesin mesin berat seperti mesin hammer mill, dan pengaplikasian lainnya.

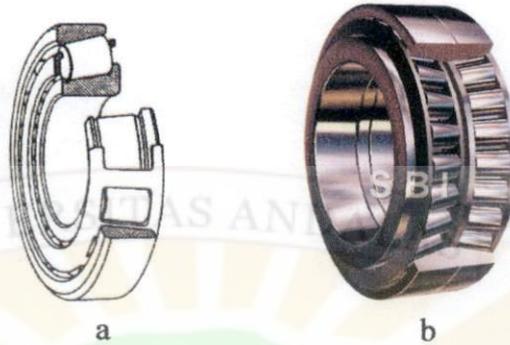


Gambar 2.10, Spherical Roller Bearing

7) Taper roller bearing

Taper roller bearing dapat membawa beban radial yang besar. Lintasan jalan Taper roller bearing berbentuk kerucut dan begitu juga dengan elemen yang menggelindingnya. Jadi permukaan kerucut lintasan jalan dan rollernya apabila dipertemukan maka akan bertemu pada satu titik sumbu utama bearing. Tapered roller bearing banyak digunakan pada bantalan roda kendaraan

(kendaraan roda 4 dan sejenisnya), bantalan pada *differential gear*, dan aplikasi lainnya.



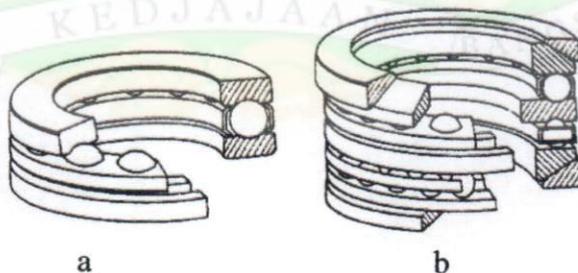
- a. Single Row
- b. Double Row

Gambar 2.11, Tapered Roller Bearing

2. Thrust bearing (untuk menahan beban aksial) terdiri dari;

1) Thrust ball bearing

Thrust ball bearing dikelompokkan menjadi: thrust ball bearing single direction dan thrust ball bearing double direction. Thrust ball bearing single direction hanya berfungsi untuk memindahkan gaya aksial dalam satu arah bantalan ini mempunyai satu baris peluru yang berputar. Sedangkan thrust ball bearing double direction untuk menahan beban aksial dua arah, bantalan ini mempunyai dua arah alur peluru yang berputar.

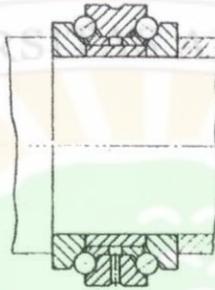


- a. Single direction
- b. Double direction

Gambar 2.12, Thrust ball bearing

2) Angular contact thrus ball bearing

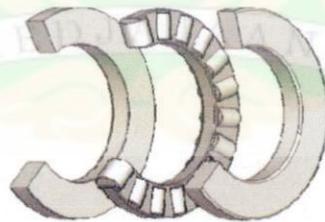
Angular contact thrus ball bearing biasa digunakan untuk gaya aksial pada pekerjaan-pekerjaan yang lebih presisi misalnya mesin perkakas. Angular contact thrust ball bearing terdiri dari single direction dan double direction.



Gambar 2.13, Angular contact thrust ball bearing

3) Cylindrical roller thrust bearing

Cylindrical roller thrust bearing cocok untuk bantalan yang membawa beban aksial yang berat. Cylindrical roller bearing terdiri dari single direction dan double direction. Single direction hanya dapat menahan beban aksial dalam satu arah, sedangkan double direction untuk menahan beban aksial bolak-balik. Cylindrical roller thrust bearing memiliki bentuk dan desain yang simpel, cylindrical roller bearing terdiri dari single row dan double row.



Gambar 2.14, Roller Thrust Bearing

4) Needle roller thrust bearing

Needle roller thrust bearing ini dapat membawa beban aksial yang berat, serta sangat *insensitive* terhadap beban penekanan. Needle

roller thrust bearing memiliki konstruksi single direction dan double direction.

5) Spherical roller thrust bearing

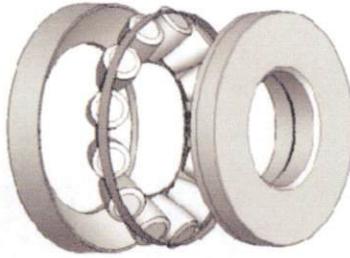
Dalam spherical roller thrust bearing tekanan di transmisikan dari satu jalur ke jalur yang lainnya dalam satu sudut poros bearing. Oleh karena itu bearing ini cocok untuk membawa beban radial dan secara terus menerus membawa beban aksial. Bagian penting lainnya dari spherical roller thrust bearing ini adalah memiliki kemampuan menyesuaikan diri disaat poros menerima beban. Hal ini membuat bearing insensitive terhadap depleksi poros dan misalignment poros. Spherical roller thrust bearing tersusun dari sejumlah besar roller-roller yang asimetris dan memiliki bentuk jalur yang khusus dengan kesesuaian yang baik. Oleh karena itu bearing ini sangat cocok membawa beban aksial yang sangat berat pada putaran tinggi.



Gambar 2.15, Spherical Roller Thrust Bearing

6) Taper roller thrust bearing

Taper roller thrust bearing dapat membawa beban berat dan putaran tinggi, dan sangat insensitive terhadap beban penekanan. Tapered roller thrust bearing terdiri dari single direction dan double direction, seperti contoh bearing screw down merupakan desain khusus dari single direction tapered roller thrust bearing yang memiliki roller penuh yang digunakan untuk susunan screw down rolling mill.



Gambar 2.16, Tapered Roller Thrust Bearing

2.2.2. Atas Dasar Arah Beban Terhadap Poros

1. Bantalan radial

Pada bantalan ini arah beban yang ditumpu oleh bantalan adalah tegak lurus terhadap sumbu poros

2. Bantalan aksial

Bantalan aksial ini merupakan bantalan yang menumpu poros berbeban dimana arah beban bantalan sejajar dengan sumbu poros

3. Bantalan flens

Bantalan ini dapat menumpu beban yang arahnya merupakan gabungan dari beban radial dan beban aksial.

2.3. Perbandingan Antara Bantalan Luncur Dengan Bantalan Gelinding

Bantalan luncur mampu menumpu poros berputaran tinggi dengan beban besar. Bantalan ini sederhana konstruksinya dan dapat dibuat serta dipasang dengan mudah. Karena gesekannya yang besar pada waktu mulai jalan, bantalan luncur memerlukan moment awal yang besar. Panas yang timbul dari gesekan yang besar, terutama pada beban besar, memerlukan pendinginan khusus. Tetapi karena adanya lapisan pelumas, bantalan ini dapat meredam tumbukan dan getaran sehingga hampir tidak bersuara. Tingkat ketelitian yang diperlukan tidak setinggi bantalan gelinding, sehingga harga bantalan luncur dapat lebih murah.

Bantalan gelinding pada umumnya lebih cocok untuk beban kecil dari pada bantalan luncur, tergantung pada bentuk elemen gelindingnya. Putaran pada bantalan ini dibatasi oleh gaya sentrifugal yang timbul pada elemen

gelinding tersebut. Keuntungan bantalan ini adalah pada gesekannya yang sangat rendah, pelumasannya pun sangat sederhana, cukup dengan gemuk, bahkan bantalan yang memakai sil sendiri tak perlu pelumasan lagi. Meskipun ketelitiannya sangat tinggi, namun karena adanya gerakan elemen gelinding dan sangkar, pada putaran tinggi bntalan ini agak gaduh dibandingkan dengan bntalan luncur.

Table 2.1, karakteristik bantalan

Bush (bantalan luncur)	Bearing (bantalan gelinding)
<ul style="list-style-type: none"> ○ Koefisien gesekan besar ○ Membutuhkan momen awal yang besar ○ Untuk menumpu poros putaran tinggi dengan beban besar ○ Harus menyediakan alur khusus untuk pelumasan ○ Tingkat ketelitian rendah ○ Harga murah ○ Tidak berisik 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Koefisien gesek rendah ○ Momen awal dan momen kerja hampir sama ○ Untuk menumpu poros putaran tinggi dengan beban lebih kecil dari bantalan luncur ○ Pelumasan mudah dijangkau ○ Tingkat ketelitian tinggi ○ Harga mahal ○ berisik

2.4. Bahan Bantalan

Ada dua kebutuhan mengenai bahan bantalan yaitu bahan harus mempunyai kekuatan tekan dan kekuatan lelah yang baik untuk menahan beban luar yang bekerja, bahan tersebut harus lembut, mempunyai titik lebur rendah dan modulus elastisitas yang rendah. Ketahanan terhadap keausan dan koefisien gesekan yang baik harus sangat diperhatikan, karena semua bantalan harus beroperasi, baik untuk pengoperasian yang terus menerus maupun pengoperasian sebagian.

2.4.1. Bahan Bantalan Luncur

Untuk mendapatkan fungsi bantalan dan daya dukung yang baik dari bush biasanya digunakan bahan-bahan bus sebagai berikut:

1. Babit

Bahan ini memiliki kemampuan menyesuaikan kesumbuan dan menyerap kotoran yang baik, tidak mampu menerima tekanan tinggi, tetapi tahan karat.

2. Kadmium

Memiliki kekuatan yang tinggi, tetapi kurang tahan korosi dan harganya mahal

3. Tembaga + Timah Hitam

Campuran bahan ini mudah di cor, mudah dikerjakan pada mesin dan memiliki tegangan yang baik. Tetapi memiliki koefisien gesekan dan kemampuan menyesuaikan kesumbuan kecil

4. Tembaga + Timah Putih

Campuran bahan ini memiliki sifat tahan tekanan dan suhu tinggi tetapi tegangan dan kemampuan menyesuaikan kesumbuan relative kecil

5. Tembaga + Alumunium

Campuran bahan ini memiliki ketahanan operasi hingga 260° dan mampu menahan beban kerja berat pada kecepatan rendah, tetapi harus dilumasi dengan baik.

6. Alumunium

Bahan ini tahan karat, memiliki kekuatan cukup, harga murah dan dapat membuang panas dengan cepat, tetapi tegangan dan kemampuan menyerap kotoran rendah.

7. Perak

Bahan ini memiliki ketahanan lelah yang sangat tinggi tetapi ia memiliki tegangan yang rendah.

8. Besi tuang

Digunakan untuk bantalan poros-poros yang dikeraskan dengan kekerasan yang tinggi, bantalan ini tidak tahan karat dan mudah kotor

9. Teflon dan Nylon

Bahan bantalan luncur bukan logam yang baik, daya tahan aus baik (keausan kecil) dan tidak perlu diberi minyak pelumas.

2.4.1.1. Beberapa sifat bahan bush

1. Tegangan bahan adalah

Kemampuan mencegah terjadinya pengelasan akibat gesekan.

Tegangan bahan rendah berarti bush akan mudah kritis oleh poros

2. Kapasitas beban adalah

Beban maksimum yang dapat ditahan oleh bush. Diukur dalam poun/inci atau psi

3. Kekuatan pakai atau lelah adalah

Kemampuan terhadap tekanan dan tegangan

4. Kemampuan menyesuaikan diri adalah

Kemampuan memperbaiki kesumbuan, tanda adanya kerusakan

5. Kemampuan menyerap kotoran

Bahan yang mempunyai sifat kemampuan menyesuaikan diri juga mempunyai sifat kemampuan menyerap kotoran, sedangkan bahan yang keras tidak mempunyai sifat keduanya.

6. Tahan karat atau korosi adalah

Kemampuan menghindari terjadinya oksidasi atau pengaruh bahan kimia.

7. Tahan panas adalah

Kemampuan bahan agar tidak berubah sifat-sifatnya sampai suhu tertentu.

2.4.2. Bahan Bantalan Gelinding

Cincin dan elemen gelinding pada bantalan umumnya dibuat dari baja khrom karbon tinggi. Baja khrom karbon tinggi dapat memberikan efek stabil pada perlakuan panas. Baja ini dapat memberaikan umur panjang dengan keausan yang sangat kecil.

Untuk bantalan yang memerlukan ketahanan khusus terhadap kejutan, bahan yang dipakai baja paduan karbon rendah yang kemudian diberi perlakuan panas semestinya. Selain itu agar bantalan dapat menahan tumbukan yang besarnya beberapa kali dari kemampuan bantalan dengan bahan baja khrom karbon tinggi bahan bantalan yang digunakan adalah baja semen yang kedalaman sementasinya dan kekerasan dari inti serta permukaannya sedang.

Untuk bantalan yang tahan panas dan tahan karat bantalan biasanya dibuat dari bahan baja kecepatan tinggi atau deretan martensit dari baja tahan karat.

Bahan untuk sangkar (separator), harus memiliki sifat tahan aus dan tidak mudah patah. Oleh sebab itu sangkar untuk bantalan kecil dibuat dengan mengepres pita baja yang difinis dari baja karbon rendah atau baja plat. Untuk bantalan pemakaian khusus biasanya bahan yang digunakan adalah plat kuningan atau plat baja tahan karat. Untuk bantalan berukuran besar bahan yang dipakai baja karbon rendah atau kuningan dengan kekuatan tinggi. Ada juga beberapa macam jenis bantalan untuk putaran tinggi yang menggunakan plastik sebagai bahan untuk pembuatan sparatornya. Paku keling yang digunakan untuk separator dibuat dari baja karbon rendah dengan mutu baik.

2.5. Gesekan Dan Aus

Apabila dua benda padat saling bergesekan, maka selalu ada gaya yang hendak mencegah gerakan kedua benda agar tidak bisa bergerak satu sama lainnya, gaya ini dinamakan gaya gesekan luncur. Apabila diantara kedua benda tidak terdapat zat ketiga (Zat antar) bisa minyak, gemuk, air, dan sebagainya maka gesekan ini ialah gesekan kering.

Kekasaran permukaan, temperatur dan kecepatan relative, pada batasan-batasan yang masih wajar pengaruh terhadap gesekan-gesekan kering sangat kecil. Jika perbedaan kecepatan antara kedua benda kecil, maka efek lekat

yang berulang kali menimbulkan gaya yang dikenal dengan nama efek slip setop yang berakibat gearakan tumbukan.

Apabila gaya normal disebut N dan gaya gesekan maksimum disebut W , maka :

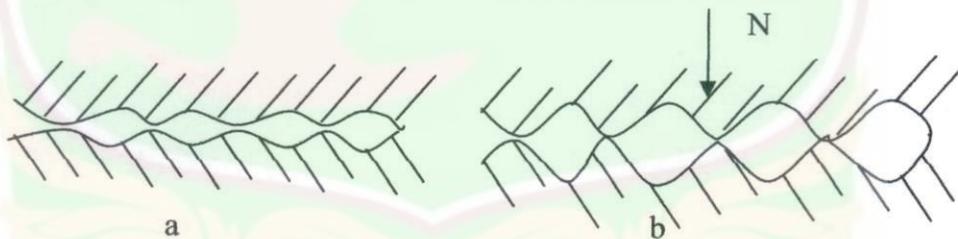
$$W = f \cdot N$$

f = koefisien gesekan

jadi ke dua koefisien gesekan harus konstan.

Yang harus dijadikan patokan ialah bahwa permukaan yang benar-benar licin itu tidak ada. Dengan pembesaran yang kuat ditemukan bahwa permukaan yang paling licin sekalipun memperlihatkan suatu kekasaran tertentu dan seolah-olah berbentuk ombak. Jika sekarang ada dua permukaan yang saling menekan, maka puncak ombaklah yang saling bersinggungan.

Disebabkan oleh gaya normal pada bagian yang bersinggungan, akan timbul tegangan sangat tinggi dalam bahan sehingga didekat titik singgung bahan akan merayap (bergerak). Rayapan ini akan berlangsung terus sampai luas singgung sedemikian tinggi hingga perubahan selanjutnya tidak terjadi lagi. Lihat gambar



- a. Keadaan awal
- b. Keadaan akhir

Gambar 2.17, Persinggungan Antara Dua Benda

Jadi luas singgung yang sebenarnya antara benda untuk suatu benda tertentu hanya tergantung pada N dan tidak tergantung pada luas kontak yang ada. Jika N menjadi lebih besar, rayapan berlangsung terus-menerus dan dengan demikian luas singgung menjadi besar.

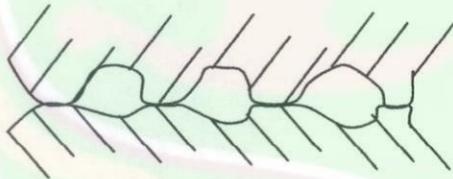
Disebabkan oleh tekanan kontak yang tinggi, jika bidang licin yang satu bergerak terhadap yang lain dapat terjadi perkembangan kalor yang kuat

dan karena itu terjadi temperature yang tinggi. Akibatnya ialah bahwa bahan akan saling mengelas (melekat)

Secara normal logam selalu tertutup oleh lapisan oksidasi yang hampir selalu lebih keras dari pada logam murni, hal inilah yang mencegah logam saling mengelas. Reaksi akibat tekanan kontak yang besar itu ialah kulit oksidasi menjadi hancur dan dengan demikian perlindungan ini hilang, hal ini bisa juga terjadi pada temperatur rendah.

Beberapa tambahan lain untuk jumlah koefisien gesek f , antara lain efek tajak atau efek gores. Efek tajak atau efek gores mengakibatkan ketidak rataan pada permukaan yang paling keras diantara keduanya atau menggores pada permukaan bahan yang paling lunak. Gejala ini diiringi oleh kerugian energi dan kerugian bahan (aus akibat goresan). Tetapi aus tidak hanya akibat goresan melainkan bisa jadi karena efek lekat (mengelas), sebab tempat las tidak selalu menjadi tempat yang paling lemah ketika bahan sobek dan terlepas, kemungkinan besar yang terjadi akan patah

Gambar (2.18) menunjukkan benda yang satu melekat pada benda yang lainnya, bentuk aus ini dinamakan eat (makan)



Gambar 2.18, Patah Diluar (tempat las)

Kecenderungan untuk makan lebih besar terjadi pada bahan homogen dari pada bahan heterogen. Seperti besi cor, kecenderungan makan lebih besar terjadi pada bahan sejenis ini dari pada bahan lain (seperti perunggu). Karena pada baja kuat makannya terjadi pada gesekan kering.

Apabila salah satu bahan lebih lunak dari bahan yang lain, maka permukaan yang saling bersinggungan menjadi lebih besar. Hal ini disebabkan karena tegangan yang disertai oleh perubahan bentuk terjadi lebih awal pada bahan yang lebih lunak. Tetapi Pada bahan yang tak sejenis

berbeda sifat kekuatan bahannya, saling lekat (mengelas) itu tidak akan mudah terjadi, tetapi permukaannya akan tetap licin. Dari sini dapat kita simpulkan bahan keras berjalan dengan lebih baik pada bahan lunak dibandingkan dengan bahan yang memiliki sifat yang sama. Dalam pemakaian jelas bahwa bagian yang sulit diganti (seperti poros) dibuat lebih keras.

Disamping karena aus mekanik, terjadi banyak kerugian karena kerusakan kimia (korosi). Sementara itu kita akan terus berusaha menekan keausan, karena kerja yang diperlukan untuk mengatasi gesekan akan diubah menjadi kalor. Akibatnya ialah temperatur pada permukaan akan naik lebih cepat sehingga peluang terjadinya proses pengelasan akan semakin besar. Untuk menekan akibat gesekan dan pemberantasan aus pada umumnya digunakan pelumasan antara benda yang bergerak tersebut.

2.6. Umur Bantalan

Umur pakai dari kelompok bantalan peluru atau rol hampir identik dinyatakan sebagai jumlah putaran atau jumlah jam kerja pada suatu kecepatan putaran konstan tertentu, dimana 90 % dari kelompok bantalan akan tahan atau dapat melampauinya sebelum kriteria kegagalan tersebut terjadi. Umur bantalan ini dapat didasarkan atas perubahan bentuk yang terjadi dalam bahan jika peluru atau rol ditekan dalam bidang jalan. Apabila poros selalu berputar maka lelah dari komponen-komponenya harus dipertimbangkan.

Pengertian umur bantalan gelinding didefinisikan sebagai jumlah perputaran L atau jumlah jam kerja L_h pada jumlah perputaran konstan yang dijalani oleh bantalan sebelum terjadi kelelahan bahan pada salah satu cincin atau benda gelinding.

Untuk umur nominal yang disyaratkan tergantung pada tipe mesin, lamanya bekerja dan sarat yang harus dipenuhi oleh sifat layak dipercaya selama bekerja, umur yang disyaratkan menurut SKF, lihat table (2.2)

Table 2.2, Harga arahan umur nominal L_h untuk berbagai jenis Mesin

Jenis Mesin	L_h jam kerja
Peranti rumah tangga, mesin pertanian, instrument peranti teknik untuk pemakaian medis	300 sampai 3000
Mesin untuk kerja singkat atau kerja selang-seling: perkakas tangan listrik, perkakas angkat dan bengkel, mesin bangunan.	3000 sampai 8000
Mesin untuk kerja singkat atau kerja selang-seling dengan sifat layak dipercaya besar: lift, keran untuk barang potongan	8000 sampai 12000
Mesin untuk pemakaian 8 jam yang tidak selalu dibebani penuh: lemari roda gigi untuk tujuan umum, motor listrik untuk pemakaian industri, mesin pemecah putar	12000 sampai 20000
Mesin untuk pemakaian 8 jam yang dibebani sepenuhnya: pesawat perkakas, mesin untuk perusahaan industri, sabuk konveyor	20000 sampai 30000
Mesin untuk kerja terus menerus, 24 jam tiap hari: <i>gear book</i> untuk pekerjaan gelas, mesin listrik sedang, kompresor, lift tambang.	30000 sampai 40000
Mesin untuk bangun-bangunan air, dapur putar, mesin lilit kabel, mesin untuk menggerakkan kapal laut.	40000 sampai 60000
Mesin untuk kerja 24 jam tiap hari dengan sifat layak dipercaya besar, instalasi tenaga, pompa tambang dan ventilaotor, blok poros terowongan untuk kapal laut	100000 sampai 200000

1. Putaran Poros (n_2)

$$n_2 = \frac{D_1}{D_2} \times n_1 \quad (\text{rpm}) \quad (\text{sularso dkk,1997})$$

Dimana :

n_1 = putaran motor atau putaran puli penggerak

n_2 = putaran puli yang digerakkan

D_1 = diameter puli penggerak

D_2 = diameter puli yang digerakkan

2. Menentukan daya rencana (P_d)

$$P_d = f_c \cdot P \quad (\text{Kw}) \quad (\text{sularso dkk, 1997})$$

Dimana :

P_d = daya rencana

f_c = faktor koreksi

Table 2.3, faktor-faktor koreksi daya yang akan ditransmisikan f_c

Daya yang akan di transmisikan	f_c
Daya rata-rata yang diperlukan	1,2 – 2,0
Daya maksimum yang diperlukan	0,8 – 1,2
Daya normal	1,0 – 1,5

3. Moment punter (T)

$$T = 9,74 \cdot 10^5 \frac{P_d}{n_2} \quad (\text{kg.mm})$$

Dimana :

P_d = daya rencana

n_2 = putaran puli yang digerakkan

4. Daya tangensial (F_t)

$$F_t = \frac{T}{d_s/2} \quad (\text{kg}) \quad (\text{sularso dkk, 1997})$$

Dimana :

F_t = gaya tangensial

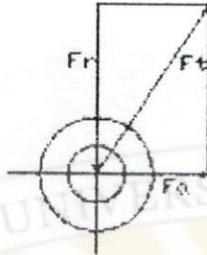
T = momen punter

d_s = diameter puli yang digerakkan

5. Gaya radial dan aksial

Data penelitian $F_r = 600 \text{ kg}$

Maka :



$$F_a = \sqrt{F_t^2 + F_r^2}$$

Dimana :

F_a = beban aksial

F_t = beban tangensial

F_r = beban radial

6. Beban dinamik ekuivalen (w_e)

$$w_e = (x_r \cdot v \cdot f_r + y_t \cdot f_a) \cdot k_s \quad (\text{Khurmi dkk, 1991})$$

Dimana :

x_r = faktor radial

y_t = faktor aksial

untuk harga x dan y terdapat pada lampiran II

f_r = beban radial

f_a = beban aksial

v = faktor rotasi

1 untuk semua tipe bearing dimana inner race berputar

1 untuk self aligning bearing dimana inner race tetap

1,2 untuk semua tipe bearing kecuali self aligning dimana inner race tetap

k_s = faktor serfis

1,0 untuk beban seragam dan tetap

- 1,5 untuk beban kejut dengan tumbukan ringan
- 2,0 untuk beban kejut dengan tumbukan sedang
- 2,5 untuk beban kejut dengan tumbukan berat

7. Perediksi umur bantalan (L)

$$L = \left(\frac{C}{w_e} \right)^k \cdot 10^6 \text{ putaran} \quad (\text{Khurmi dkk,1991})$$

Dimana :

L = umur bantalan

C = beban dinamik (harga beban dinamik lihat lampiran 1)

w_e = beban dinamik ekivalen

k = konstanta

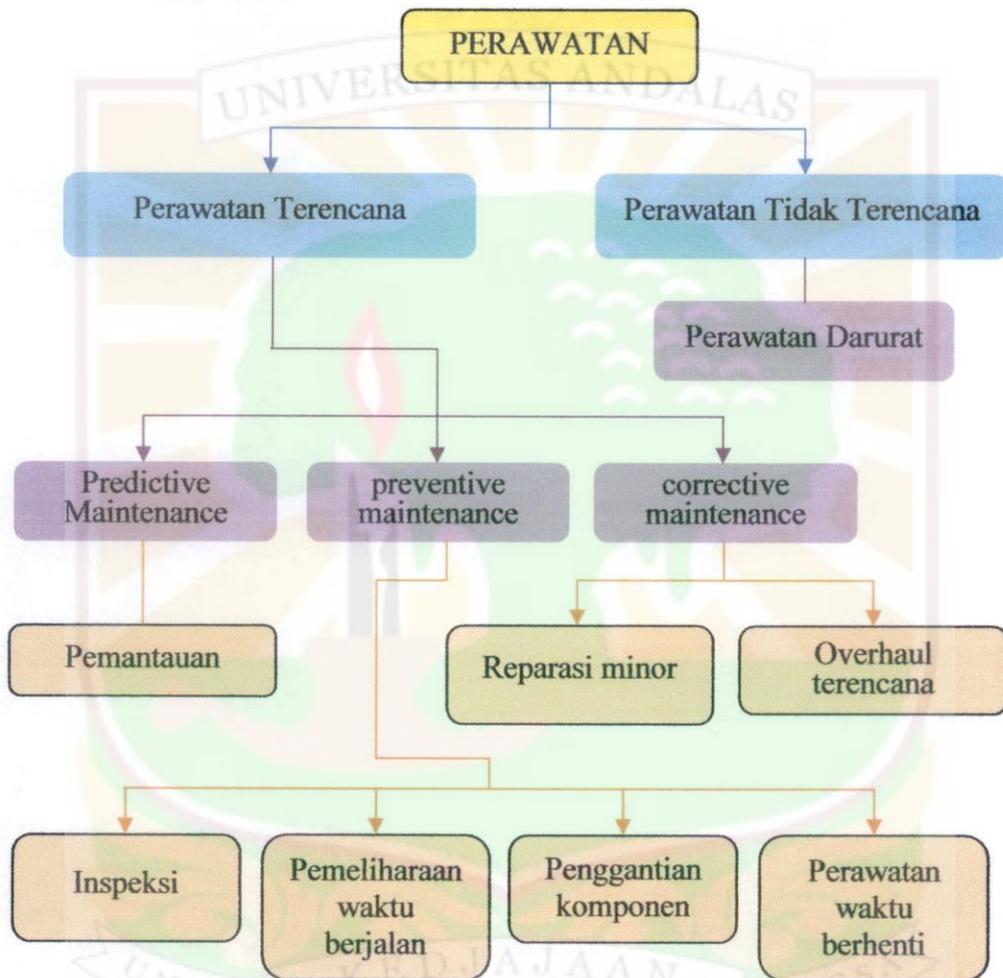
3 untuk ball bearing

10/3 untuk roll bearing



2.7. Manajemen Perawatan

Pada gambar (2.19) dijelaskan konsep perawatan secara mendasar, dimana awalnya terdiri dari perawatan terencana dan perawatan tak terencana. Kemudian dikelompokkan secara garis besar menurut keadaan dan fungsi masing-masing. Untuk lebih jelas lihat gambar.



Gambar 2.19, Diagram Perawatan

2.7.1. Konsep Umum Perawatan (*Maintenance*).

Maintenance adalah suatu aktifitas untuk melakukan pemeliharaan dengan cara membatasi dan menghilangkan terjadinya kerusakan pada fasilitas (mesin, peralatan, bangunan, serta instalasi) agar tetap berada pada kondisi semula.

Secara umum dapat kita perhatikan bahwa hal-hal yang harus dilakukan dalam pemeliharaan tersebut antara lain melakukan pemeriksaan pada bagian-bagian yang kritis, penyetelan, pembersihan, pemberian pelumas dan pengencangan baut-baut.

Langkah pertama adalah mengenal kerusakan dengan menemukan gejala-gejala kerusakan yang dilakukan melalui panca indra dengan cara mendengar, melihat dan merasakan, setelah diketahui terjadinya kerusakan masing-masing komponen, maka terlebih dahulu dianalisa penyebab terjadinya kerusakan, kemudian dilakukan tindakan pemeliharaan dan perbaikan.

Tujuan utama dari pemeliharaan

1. Menjaga agar seluruh fasilitas yang digunakan untuk menghasilkan produk (baik barang atau jasa) dapat beroperasi atau berfungsi sebagaimana mestinya
2. Dapat meningkatkan umur teknik dari mesin-mesin
3. Dapat meningkatkan unur ekonomi dari mesin-mesin
4. Menurunkan frekwensi dan biaya maintenance

2.7.1.1. Perawatan terencana (*planned maintenance*)

Adalah kegiatan pemeliharaan yang direncanakan dan dilaksanakan berdasarkan orientasi kemasa depan, dengan pengendalian yang mengacu pada rencana yang telah disusun sebelumnya. Perawatan terencana dikelompokkan atas :

1. Pemeliharaan ramalan (*Predictive Maintenance*).

Predictive maintenance juga merupakan pemeliharaan pencegahan, *predictive maintenance* ini dapat diartikan sebagai strategi pemeliharaan yang berdasarkan atas kondisi aktual mesin itu sendiri. Jika hasil pemantauan menunjukkan gejala kerusakan maka tindakan perbaikan dapat segera dilakukan untuk mencegah kerusakan lebih lanjut, hasil pemantauan dari

parameter secara rutin digunakan untuk menggambarkan pola kecenderungannya.

Berbasis pada pola kecenderungan tersebut dapat ditentukan saat terbaik untuk melakukan perbaikan. Pemeliharaan predictive ini disebut juga sebagai perawatan berdasarkan kondisi (*condition based maintenance*) dan juga sebagai pemantau kondisi mesin (*machinery condition monitoring*).

Pemantauan kondisi mesin dapat diartikan sebagai penentu kondisi mesin dengan cara memelihara mesin secara rutin. Pemeriksaan kondisi mesin secara rutin sangat berguna untuk menjamin keandalan mesin atau juga menjamin keselamatan kerja operator. Dilihat dari biaya pemeliharaan tingkat kesulitan dan waktu berhentinya mesin, pemeliharaan *predictive* atau metode pemantauan kondisi mesin adalah cara yang paling menguntungkan.

2. Pemeliharaan pencegahan (*preventive maintenance*):

Adalah kegiatan pemeliharaan yang dilakukan pada selang waktu yang telah ditentukan atau direncanakan sebelumnya, dan dimaksudkan untuk mencegah menurunnya fungsi fasilitas produksi secara keseluruhan.

Tujuan *Preventive Maintenance* adalah :

- Menjamin tersedianya peralatan produk atau jasa dalam kondisi mampu memberikan keuntungan.
- Menjamin kesiapan peralatan cadangan untuk menanggulangi situasi darurat.
- Menjamin keselamatan kerja manusia yang menggunakan peralatan.
- Memperpanjang masa pakai atau usia peralatan.

Kegiatan *preventive* ini dapat merupakan :

1) Inspeksi

Kegiatan periodik untuk memeriksa kondisi fasilitas (lihat, rasa, dengar).

2) Pemeliharaan berjalan (*running maintenance*)

Kegiatan pemeliharaan yang dilakukan tanpa menghentikan kerja atau operasi suatu fasilitas (penyetelan dan pelumasan).

3) Penggantian komponen minor

Kegiatan penggantian sebagian komponen kecil.

4) Pemeliharaan berhenti (*shutdown maintenance*)

Kegiatan pemeliharaan yang hanya dapat dilaksanakan pada saat fasilitas tidak bekerja.

3. Pemeliharaan korektif (*corrective maintenance*)

Adalah kegiatan pemeliharaan yang berupa penggantian bagian dari suatu fasilitas yang sudah tidak berfungsi. Yang termasuk dalam kategori pemeliharaan korektif ini adalah:

1) Reparasi minor

Merupakan aktifitas perbaikan kecil yang bukan ditemukan saat inspeksi (contoh: gedung bocor pada waktu hujan).

2) Overhaul terencana (*scheduled downtime*)

Suatu tindakan pemeriksaan dan perbaikan secara menyeluruh terhadap suatu peralatan sehingga mencapai setandar yang bisa diterima. Secara rinci yakni memeriksa semua kondisi fisik komponen, memperbaiki dan mengganti yang telah rusak, sehingga mesin dapat bekerja dengan kondisi yang semestinya.

Untuk dapat melakukan kegiatan pemeliharaan terencana yang baik diperlukan berbagai masukkan informasi yang meliputi :

parameter secara rutin digunakan untuk menggambarkan pola kecenderungannya.

Berbasis pada pola kecenderungan tersebut dapat ditentukan saat terbaik untuk melakukan perbaikan. Pemeliharaan predictive ini disebut juga sebagai perawatan berdasarkan kondisi (*condition based maintenance*) dan juga sebagai pemantau kondisi mesin (*machinery condition monitoring*).

Pemantauan kondisi mesin dapat diartikan sebagai penentu kondisi mesin dengan cara memelihara mesin secara rutin. Pemeriksaan kondisi mesin secara rutin sangat berguna untuk menjamin keandalan mesin atau juga menjamin keselamatan kerja operator. Dilihat dari biaya pemeliharaan tingkat kesulitan dan waktu berhentinya mesin, pemeliharaan *predictive* atau metode pemantauan kondisi mesin adalah cara yang paling menguntungkan.

2. Pemeliharaan pencegahan (*preventive maintenance*):

Adalah kegiatan pemeliharaan yang dilakukan pada selang waktu yang telah ditentukan atau direncanakan sebelumnya, dan dimaksudkan untuk mencegah menurunnya fungsi fasilitas produksi secara keseluruhan.

Tujuan *Preventive Maintenance* adalah :

- Menjamin tersedianya peralatan produk atau jasa dalam kondisi mampu memberikan keuntungan.
- Menjamin kesiapan peralatan cadangan untuk menanggulangi situasi darurat.
- Menjamin keselamatan kerja manusia yang menggunakan peralatan.
- Memperpanjang masa pakai atau usia peralatan.

Kegiatan *preventive* ini dapat merupakan :

1) Inspeksi

Kegiatan periodik untuk memeriksa kondisi fasilitas (lihat, rasa, dengar).

2) Pemeliharaan berjalan (*running maintenance*)

Kegiatan pemeliharaan yang dilakukan tanpa menghentikan kerja atau operasi suatu fasilitas (penyetelan dan pelumasan).

3) Penggantian komponen minor

Kegiatan penggantian sebagian komponen kecil.

4) Pemeliharaan berhenti (*shutdown maintenance*)

Kegiatan pemeliharaan yang hanya dapat dilaksanakan pada saat fasilitas tidak bekerja.

3. Pemeliharaan korektif (*corrective maintenance*)

Adalah kegiatan pemeliharaan yang berupa penggantian bagian dari suatu fasilitas yang sudah tidak berfungsi. Yang termasuk dalam kategori pemeliharaan korektif ini adalah:

1) Reparasi minor

Merupakan aktifitas perbaikan kecil yang bukan ditemukan saat inspeksi (contoh: gedung bocor pada waktu hujan).

2) Overhaul terencana (*scheduled downtime*)

Suatu tindakan pemeriksaan dan perbaikan secara menyeluruh terhadap suatu peralatan sehingga mencapai setandar yang bisa diterima. Secara rinci yakni memeriksa semua kondisi fisik komponen, memperbaiki dan mengganti yang telah rusak, sehingga mesin dapat bekerja dengan kondisi yang semestinya.

Untuk dapat melakukan kegiatan pemeliharaan terencana yang baik diperlukan berbagai masukan informasi yang meliputi :

- Data tentang seluruh fasilitas yang ada.
- Inventori suku cadang.
- Data tentang personil pemeliharaan.
- Data histories fasilitas.
- Data perbaikan fasilitas yang telah dilakukan.
- Analisa biaya pemeliharaan.
- Schedule (manusia, fasilitas, dan investasi)

2.7.1.2 Perawatan tidak terencana (*unplanned maintenance*).

Adalah kegiatan pemeliharaan yang tidak berdasarkan rencana yang telah disusun sebelumnya atau pemeliharaan darurat (*emergency/breakdown maintenance*), Pemeliharaan harus segera dilaksanakan untuk mencegah akibat yang fatal.

Perawatan darurat merupakan Suatu tindakan darurat yang harus dilakukan karena tuntutan keadaan. Untuk mengatasi kerusakan lebih parah yang tidak diduga sebelumnya.

2.7.2. Tahap-tahap Perawatan

1. Tahap Perencanaan

Agar *breakdown* dapat ditekan sekecil mungkin, diperlukan suatu sistem perencanaan yang efektif sekaligus efisien. Pemeliharaan *preventive* memiliki rencana yang tertulis dengan jelas pada program tahunan dan program mingguan.

Seluruh kegiatan pemeliharaan *preventive* dituangkan dalam bentuk rencana tahunan yang dikenal sebagai program pemeliharaan tahunan. Program pemeliharaan tahunan meliputi :

- 1) Tahun berlakunya program
- 2) Tempat pelaksanaan program
- 3) Jenis kegiatan yang akan dilaksanakan
- 4) Frekwensi pelaksanaan kegiatan
- 5) Kapan rencana dimulainya kegiatan

Penyusunan program tahunan meliputi strategi dalam menentukan saat libur, sibuk, pemeriksaan dari luar dan sebagainya. Pembagian pekerjaan pada setiap minggu harus merata, untuk menghindari kekurangan ataupun kelebihan personil.

Data yang dipakai dalam menyusun program tahunan adalah pengalaman sebelumnya, riwayat alat atau mesin, dan buku petunjuk pemeliharaan atau manual alat.

2. Tahap Pelaksanaan

Semua rencana kegiatan yang tertuang dalam program mingguan dimonitor pelaksanaannya, sehingga akan diperoleh data-data pelaksanaan yang merupakan masukan untuk pengendalian.

Teknisi sebagai ujung tombak pelaksanaan kegiatan, dan juga merupakan sebagai sumber data utama, maka saat melaksanakan pekerjaannya mereka dibekali dokumen berupa :

1) Spesifikasi kerja

Spesifikasi kerja berisi petunjuk urutan kegiatan yang harus dilakukan oleh teknisi pelaksana. Jadi dia tidak boleh melakukan penyimpangan dari apa yang tertulis pada spesifikasi kerja, karena dokumen ini berfungsi sebagai standar pemeliharaan.

2) Laporan inspeksi

Laporan inspeksi merupakan dokumen untuk menyampaikan laporan hasil pelaksanaan kegiatan yang umumnya memang berupa pekerjaan inspeksi. Laporan bisa berupa kelainan yang ditemui dan bisa ditanggulangi sendiri maupun gangguan yang tidak bisa diatasi sendiri.

3) Permintaan kerja pemeliharaan.

Permintaan kerja pemeliharaan merupakan dokumen untuk meminta pekerjaan pemeliharaan, jika teknisi pelaksanaan menemukan kerusakan namun tidak mungkin untuk diatasi sendiri. Permintaan kerja ini dapat juga diajukan oleh supervisor

pemeliharaan, supervisor produksi, personil yang diberi wewenang khusus.

3. Tahap Evaluasi dan Analisis

Pada tahap ini dilakukan evaluasi dan analisis data-data pelaksanaan yang diperoleh. Untuk itu diperlukan beberapa dokumen yaitu:

- 1) Analisis tenaga kerja
- 2) Analisis pemeliharaan darurat
- 3) Analisis kelompok alat
- 4) Analisis alat kritis

Analisis tenaga kerja digunakan untuk memperoleh masukkan jumlah jam yang telah dilaksanakan oleh masing-masing personil. Tujuannya adalah mengetahui apakah distribusi pekerjaan yang kita berikan sudah cukup efisien atau belum.

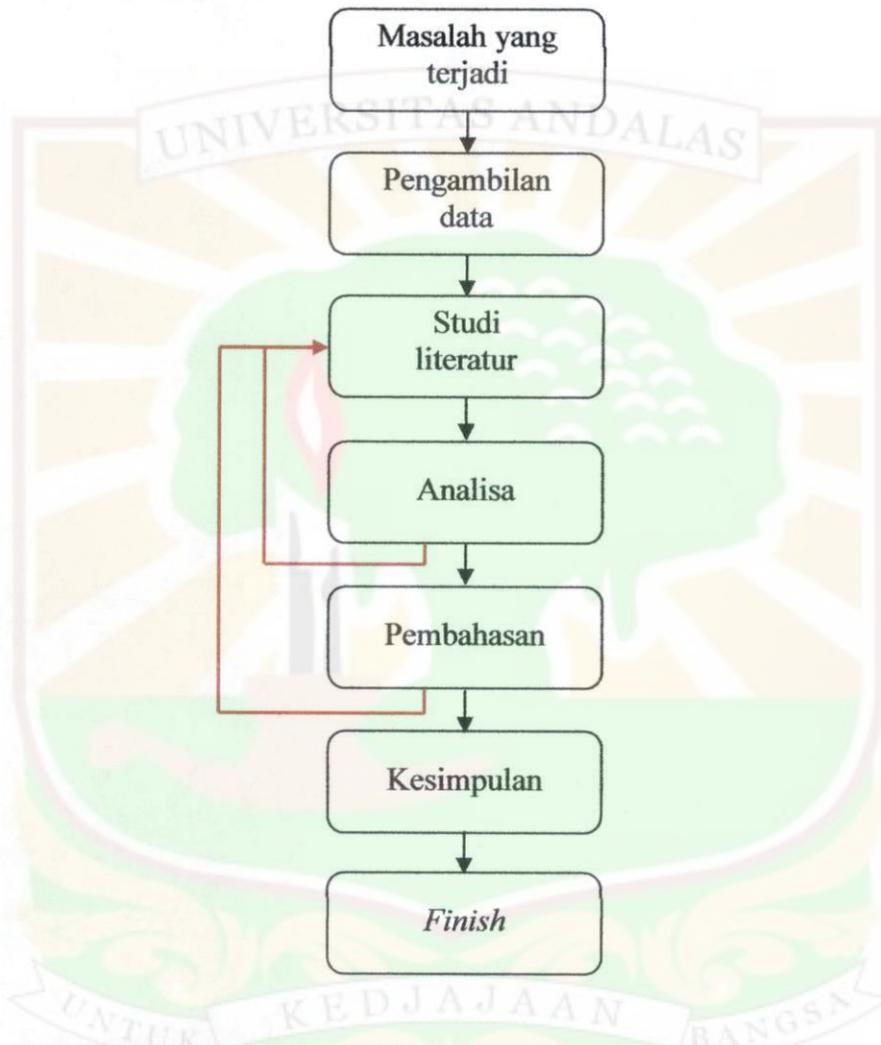
Analisis pemeliharaan darurat dimaksudkan untuk mengetahui jumlah jam yang dihabiskan untuk keperluan pemeliharaan darurat (*breakdown*). Bila jumlahnya senantiasa bertambah, hal ini menunjukkan program pemeliharaan preventif yang kita terapkan masih perlu perbaikan. Sebaiknya bila jam pemeliharaan darurat sangat sedikit, perlu dipertimbangkan kemungkinan pemeliharaan yang kita berikan terlalu '*manja*'.

Analisis kelompok alat digunakan untuk mengetahui apakah pemeliharaan yang kita terapkan pada sekumpulan mesin atau alat sudah memadai. Kelompok mesin atau alat bisa terkonsentrasi pada satu seksi produksi atau berdasarkan spesifikasi yang sama.

Analisis alat kritis untuk mengetahui mesin atau alat manakah yang paling rewel. Dengan peringkat kerewelan mesin atau alat yang kita punyai bisa dipertimbangkan '*nasib*' alat tersebut nantinya.

BAB III METODOLOGI

Adapun metodologi yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini adalah:



Gambar 3.1, Diagram alir metodologi penulisan tugas akhir

1. Masalah yang terjadi

Mesin hammer mill merupakan mesin yang digunakan untuk melakukan produksi secara continue. Mesin hammer mill merupakan mesin yang digunakan untuk memecah karet sebelum karet dilanjutkan ke proses pengolahan berikutnya. Disaat berproduksi mesin tidak bisa berhenti walau hanya sebentar.

Mesin pernah terlepas dari kerusakan yang terjadi, seperti halnya bantalan pada mesin hammer mill, kerusakan bantalan merupakan salah satu yang menyebabkan mesin berhenti berproduksi dan bantalan juga merupakan elemen mesin yang sering mengalami kerusakan diantara komponen-komponen mesin lainnya. Kerusakan bantalan mengakibatkan mesin harus mengalami over haul tak terencana. Untuk itulah penulis mengangkat judul tugas akhir ini “perawatan dan analisa umur bantalan pada mesin hammer mill” dengan mempertimbangkan dari segi perawatan dan memprediksi umur bantalan, kita bisa mencegah terjadinya overhaul tak terencana dengan mengetahui tanda-tanda kerusakan yang terjadi pada bantalan, dan dengan memprediksi umur pakai dari bantalan tersebut.

2. Pengambilan data

Akibat masalah yang terjadi, mesin hammer mill harus mengalami *overhaul*, disaat *overhaul* inilah pendataan terhadap komponen-komponen pada mesin hammer mill yang merasa diperlukan sebagai bahan untuk melakukan perawatan dan perhitungan serta analisa dari prediksi umur pakai bantalan. Fungsi pengambilan data disini ialah, disaat melakukan studi literature, agar pemahaman materi yang dilakukan dapat lebih terarah pada kasus yang penulis bicarakan.

3. Studi literatur

Studi literatur atau pemahaman materi yang bersangkutan dengan judul tugas akhir yang penulis lakukan terdiri dari beberapa cara:

- 1) Studi Pustaka, yaitu pencarian tentang buku-buku atau literatur yang membahas mengenai bantalan khususnya mengenai analisa umur bantalan, berupa buku-buku yang ada di perpustakaan politeknik universitas andalas padang dan mengakses dari media internet.
- 2) Tanya-Jawab, yaitu dengan inisiatif untuk mencari sumber dengan cara menanyakan pembahasan tentang perawatan dan analisa umur pakai pada bantalan mesin hammer mill kepada pembimbing PKL di PT. P&P Lembah Karet Padang dan kepada dosen pembimbing tugas akhir.

4. Analisa

Setelah data dari hasil pengamatan dilapangan terkumpul, kemudian kita perpadukan dengan studi literatur yang ada, maka kita dapat memprediksi umur pakai dari bantalan. Menerangkan hal-hal yang bisa mengakibatkan kerusakan pada bantalan selain dari umur pakai bantalan itu sendiri sudah habis.

5. Pembahasan

Pembahasan disini adalah menganalisa antara prediksi umur bantalan yang didapat dengan cara perhitungan yang disesuaikan melalui literatur yang ada dengan kondisi sesungguhnya umur bantalan dilapangan.

6. Kesimpulan

Menyimpulkan hasil pembahasan yang sudah penulis lakukan dari awal hingga akhir sumber masalah dan rekomendasi penyelesaian masalahnya.

7. *Finish*



BAB IV
PERAWATAN DAN ANALISA BANTALAN
PADA MESIN HAMMER MILL

4.1. Nomor Nominal Bantalan Gelinding

Didalam pemakaiannya sehari-hari, ukuran-ukuran bantalan gelinding dipilih dari katalog bantalan. Ukuran utama bantalan gelinding adalah diameter lubang (diameter dalam), diameter luar, lebar bantalan, dan lengkungan sudut. Pada umumnya diameter lubang diambil sebagai patokan, untuk diameter luar dan lebar bantalan disesuaikan dengan konstruksi bantalan.

Nomor nominal bantalan gelinding terdiri dari nomor dasar dan pelengkap. Nomor dasar yang terdapat merupakan lambang jenis, lambang ukuran (diameter luar dan lebar), nomor diameter lubang dan lambang sudut kontak. Lambang-lambang pelengkap mencakup lambang sangkar, lambang sekat (sil), pemasangan, kelonggaran dan kelas bantalan. Jika lambang-lambang pelengkap tidak diperinci maka lambang-lambang tersebut tidak dituliskan.

Lambang jenis menyatakan jenis bantalan. Baris tunggal alur dalam diberi tanda 6, rol silinder diberi tanda huruf seperti N, NF dan NU yang menyatakan macam kerahnya.

Lambang ukuran menyatakan lebar untuk bantalan radial dan tinggi untuk bantalan aksial, dapat juga menyatakan diameter luar dari bantalan-bantalan tersebut. Untuk bantalan bola radial tidak terdapat lambang lebar. Diameter membesar dalam urutan 7, 8, 9, 0, 1, 2, 3 dan 4. Lambang diameter luar 0, 2 dan 3 pada umumnya banyak dipakai. Untuk lambang lebar yang lazim dipergunakan 0, 1, 2 dan 3. Lambang diameter luar 0 dan 1 menyatakan bantalan untuk jenis beban sangat ringan, lambang 2 untuk bantalan jenis beban ringan, lambang 3 untuk bantalan jenis beban sedang, lambang 4 untuk bantalan jenis beban berat.

Nomor diameter lubang dinyatakan dengan dua angka terakhir dalam nomor bantalan. Untuk bantalan yang berdiameter 20 mm – 500 mm, kalikanlah dua angka tersebut dengan 5 untuk mendapatkan diameter lubang yang sebenarnya dalam mm.

Untuk diameter lubang dibawah 20 (mm), nomor 00 menyatakan 10 (mm), 01 menyatakan 12 (mm), 02 menyatakan 15 (mm), 03 menyatakan 17 (mm) diameter lubang. Untuk diameter lubang dibawah 10 (mm), nomor tanda adalah sama dengan diameter luar.

Dibawah ini contoh nomor nominal dan artinya.

1. 6312 ZZ C3 P6

- 6 menyatakan bantalan bola baris tunggal alur dalam
- 3 adalah singkatan dari lambang 03, dimana 3 menunjukkan diameter luar 130 (mm)
- 12 berarti $12 \times 5 = 60$ (mm) untuk diameter lubang
- C3 kelonggaran C3
- P6 kelas ketelitian 6

2. 22220 K C3

- 2 menyatakan bantalan rol mapan sendiri
- 22 menunjukkan diameter luar 200 (mm) dan lebar 53 (mm)
- 20 berarti $20 \times 5 = 100$ (mm) diameter lubang
- K berarti 1/12 tirus lubang, kelas ketelitian 0
- C3 kelonggaran C3

4.2. Pemasangan Bantalan Pada Mesin Hammer Mill

Memasang bantalan merupakan tuntutan yang sangat penting yang akan menjamin umur pakai dari bantalan. Kesalahan yang sangat kecil yang secara kasat mata tidak nampak akan sangat mempengaruhi umur dari bantalan. Seperti pemasangan bantalan yang tidak tegak lurus, penekanan yang salah disaat melakukan pemasangan, terdapatnya debu atau kotoran antara poros

atau bantalan. Dibawah kita jelaskan langkah-langkah pemasangan bantalan pada mesin hammer mill.

4.2.1. Persiapan Sebelum Pemasangan Bantalan

1. Menyimpan dan memperlakukan bantalan

Suatu bantalan dapat mudah rusak walaupun belum dipakai, karena kesalahan menyimpan atau memperlakukan bantalan. Untuk mencegah kerusakan tersebut maka ambilah langkah-langkah sebagai berikut:

- 1) Sebelum sampai saatnya waktu pemasangan bantalan, maka bantalan itu harus tetap tersimpan dalam keadaan terbungkus dengan kertas pembungkus dari pabrik. Kertas itu selain berfungsi sebagai pelindung dari debu dan kotoran, juga sebagai pencegah karat. Setiap bantalan yang akan keluar dari pabrik sebelum dibungkus terlebih dahulu dilapisi dengan gemuk atau minyak pencegah karat.



Gambar 4.1, Cara penyimpanan bantalan

- 2) Simpanlah bantalan pada tempat yang aman dalam keadaan terbungkus sehingga tidak bersentuhan dan rusak oleh benda lain
- 3) Simpanlah dengan hati-hati terutama bila telah membuka pembungkusnya. Letakkan perlahan lahan pada tempat yang bersih dan aman. Bila perlu kenakan sarung tangan yang baik untuk menghindari keringat tangan agar tidak berkarat sebelum bantalan dipasang.

2. Persiapan Pemasangan Bantalan

Sebelum kita memasang bantalan, mula-mula siapkan tempat yang nyaman dan aman untuk melakukan pemasangan bantalan, singkirkan semua peralatan disekitarnya yang dirasa tidak perlu dalam proses pemasangan bantalan. Kemudian barulah dimulai dengan persiapan poros serta rumah bantalan seperti langkah-langkah berikut:

1) Membersihkan

Bersihkan dengan sempurna kotoran atau karat yang ada pada tempat kedudukan bantalan, bila perlu gunakan cairan pembersih (solar atau campuran minyak tanah dengan solar), pasta atau kertas ampelas. Hati-hati dalam membersihkan menggunakan kertas ampelas, mungkin ukuran kedudukan bisa berkurang, setelah selesai pengampelasan cuci hingga bersih, karena butiran-butiran ampelas itu sangat berbahaya bila masih tertinggal. sebelum bantalan dipasang yakinkan sekali lagi bagian kedudukan yang masih tajam atau kotor itu tidak ada. Bila terdapat ulir bersihkan dengan sikat hingga sempurna ulirnya.

2) Pemeriksaan

Periksa kerusakan permukaan kedudukan bantalan pada poros atau rumahnya. Bila terdapat kerusakan, perbaiki terlebih dahulu dan harus dibersihkan kembali. Jika kerusakan tersebut berat, bila memungkinkan diatasi dengan dilapis logam tambahan. Jika tidak, lakukan pengelasan terlebih dahulu pada poros atau rumah bantalan kemudian diselesaikan dengan pekerjaan permesinan.

3) Pemeriksaan ukuran

Periksa ukuran atau toleransi diameter poros pada kedudukan bantalan tersebut dengan menggunakan mikrometer. Ambil dua posisi pengukuran yang masing-masing saling tegak lurus. Kemudian periksa pula bagian rumahnya dengan cara yang sama. Periksa kesentrisannya (kesejajaran) poros tersebut dengan menggunakan dial indikator.

4) Perlindungan

Setelah langkah-langkah diatas selesai dilakukan dan memenuhi syarat, maka lapisilah poros dan rumah bantalan dengan minyak pelumas encer sebelum dilanjutkan dengan pemasangan bantalan.

4.2.2.Pemasangan Bantalan

Baik pada bantalan peluru atau roll, bantalan mempunyai ring tetap (outer race) dan ring berputar (inner race). Suaian pemasangan tergantung pada tugas ring-ring bantalan tersebut. Biasanya ring berputar menggunakan suaian sesak, jadi harus dipasang lebih dahulu pada bagian mesinnya. Dan pada ring tetap mempunyai suaian sesak ringan terhadap bagian mesin yang diam atau housing bantalan.

Bantalan-bantalan ini biasanya dibuat dari logam yang keras dan tingkat kepresisian yang tinggi, maka pemasangan sesuaian sesak tersebut harus memperhatikan:

- Pastikan seluruh prosedur persiapan pemasangan bantalan telah terpenuhi
- Untuk memastikan periksa kembali poros dan rumah bantalan dari kotoran dan kerusakan yang terjadi, lumasi bagian yang akan dilakukan pemasangan bantalan dengan menggunakan pelumas cair
- Dalam pemasangan hanya memberikan tekanan pada bagian ring yang berhubungan langsung dengan rumah atau poros.
- Jagalah bantalan agar selalu dalam keadaan tegak lurus terhadap rumah atau poros pada waktu dipasang.

Pemasangan bantalan pada mesin hammer mill dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Pemasangan dengan menggunakan dongkrak hidrolik

Bila masih memungkinkan lakukanlah selalu pemasangan bantalan dengan menggunakan bantuan dongkrak hidroulik, karena kedudukan bantalan akan dapat tegak lurus terhadap rumah atau poros.

- Pemasangan bantalan pada poros, gunakan tabung atau pipa yang telah dirancang khusus, sehingga tekanan yang diberikan oleh dongkrak dapat terbagi rata. Hanya ring bagian dalam (inner race) yang boleh menerima tekanan.
- Pemasangan bantalan pada rumah bantalan. Gunakan juga tabung atau pipa yang dirancang khusus, agar tekanan yang diberikan oleh dongkrak dapat terbagi rata. Hanya ring bagian luar (outer race) yang boleh mendapat tekanan dari dongkrak.

2. Pemasangan dengan dipukul

Pemasangan ini dapat dilakukan bila tidak dapat dipasang dengan cara menekan atau bila pemasangan bantalan membutuhkan waktu yang singkat. Pemasangan dengan dipukul dapat dilakukan sebagai berikut:

- Dengan menggunakan bantuan tabung atau pipa yang tertutup. Cara ini adalah cara yang terbaik diantara cara lain dengan dipukul, karena kedudukan bantalan pada waktu dipasang ketegak lurusannya dapat dijamin. Pukulah tabung atau pipa secara perlahan-lahan dan beraturan.
- Menggunakan drip sebagai perantara.
Pukullah perlahan-lahan dan beraturan sekeliling bantalan dengan urutan silang. Jagalah agar kedudukan bantalan selalu tegak lurus.

Pemasangan-pemasangan bantalan yang lain yang sering digunakan dalam dunia industri antara lain

- Pemasangan dengan cara memanaskan rumah bantalan. Hal ini dilakukan bila bantalan sesuaikan sesak terhadap rumah bantalan, dan bantalan tidak boleh mendapat tekanan yang besar
- Pemasangan dengan memanaskan bantalan. Teknik ini dipakai bila bantalan bersesuaian sesak terhadap poros dan poros-poros yang besar serta ring bagian dalam dari bantalan tidak boleh menerima tekanan yang besar.

- Mendinginkan bantalan. Teknik pemasangan ini dilaksanakan bila dikehendaki sesuaian sesak antara ring luar (outer race) dengan rumah bantalan.
- Pemasangan dengan mur penekanan.
- Pemasangan dengan mur hidrolis.

4.3. Pelumasan Bantalan

Dalam pemilihan, cara pelumasan bantalan yang harus diperhatikan sebagai bahan pertimbangan yaitu, konstruksi bantalan, kondisi kerja bantalan dan letak bantalan. Tempat pelumasan, lokasi, bentuk serta kekasaran alur minyak juga merupakan faktor-faktor penting yang harus diperhatikan dalam sistim pelumasan bantalan. Jadi sistim pelumasan harus benar-benar direncanakan dengan baik.

Pelumasan secara teratur dan benar untuk setiap mesin dan elemen lainnya sangatlah penting sekali. Karena kelalaian dari pelumasan menyebabkan keausan yang sangat berarti, hal ini dapat menyebabkan kemacetan, gangguan pada mesin, pecahnya bantalan dan masih banyak lagi.

Setiap pabrik mesin, apabila mengeluarkan produk barunya, selalu disertai dengan petunjuk pelumasan, perawatan dan selalu direkomendasikan untuk menggunakan jenis minyak pelumas tertentu. Pelumasan yang terlalu banyak dapat mengurangi kinerja dari mesin, dan pelumasan yang terlalu sedikit akan dapat merusak elemen mesin tersebut. Minyak pelumas pada bantalan akan menyekat gesekan antara poros dengan bantalan, sepatu luncur dan jalur luncur, serta elemen yang menggelinding antara inner race dan out race pada bantalan gelinding.

4.3.1. Sistem Pelumasan Bantalan Luncur

Cara pelumasan pada bantalan luncur sebagai berikut:

1. Pelumasan Tangan

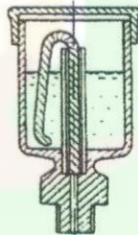
Cara ini sesuai untuk beban ringan, kecepatan rendah dan kerja yang tidak terus menerus. Kekurangannya adalah bahwa aliran pelumas tidak selalu tetap atau pelumasan tidak merata.

2. Pelumasan Tetes

Minyak pelumas dari sebuah wadah, kemudian minyak tersebut diteteskan dalam jumlah yang tetap dan teratur melalui sebuah katup jarum. Cara ini dilakukan untuk bantalan yang memiliki beban ringan dan sedang.

3. Pelumasan Sumbu

Cara ini menggunakan sebuah sumbu yang dicelupkan dalam mangkok minyak sehingga minyak terisap oleh sumbu tersebut. Cara pelumasan ini dipakai untuk bantalan yang memiliki beban ringan dan sedang.



Gambar 4.2, Pelumasan sumbu

4. Pelumasan percik

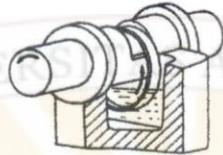
Pelumas yang berasal dari bak penampung, minyak dipercikan seperti dalam gambar (4.3) cara ini dipergunakan untuk melumasi torak dan silinder motor bakar yang berputaran tinggi.



Gambar 4.3, Pelumasan percik

5. Pelumasan cincin

Pelumasan ini menggunakan dindin yang digantung pada poros, dengan berputarnya poros maka cincin tersebut akan berputar sambil mengangkat minyak dari bawah. Cara ini dipakai untuk beban sedang.



Gambar 4.4, Pelumasan cincin

6. Pelumasan pompa

Dalam cara ini pompa digunakan untuk mengalirkan minyak dalam bantalan. Cara ini dipakai untuk melumasi bantalan yang sulit letaknya, seperti bantalan utama motor yang berputaran tinggi. Pelumasan pompa sangat sesuai untuk keadaan kerja dengan kecepatan tinggi dan beban besar.

7. Pelumasan grafitasi

Minyak pelumas yang berasal dari sebuah tangki yang diletakkan diatas bantalan, minyak dialirkan oleh gaya beratnya. Cara ini dipakai untuk kecepatan sedang dan tinggi pada kecepatan keliling sebesar 10 – 15 (m/s)

8. Pelumasan celup.

Dalam cara ini sebagian dari bantalan yang berputar dicelupkan kedalam minyak. Cara ini cocok untuk bantalan dengan poros tegak seperti pada turbin air. Pada pelumasan ini perlu diperhatikan besarnya daya gesekan karena tahanan minyak, kenaikan temperatur, dan kemungkinan masuknya kotoran dan benda asing.

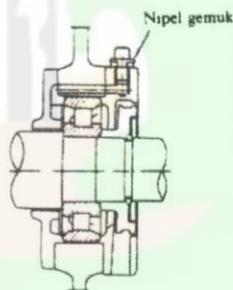
4.3.2. Sistem Pelumasan Pada Bantalan Gelinding

Pelumasan bantalan gelinding berfungsi untuk mengurangi gesekan dan keausan antara elemen gelinding dan sangkar, membawa keluar panas yang terjadi, mencegah korosi dan menghindari masuknya debu dan kotoran lainnya.

Cara pelumasan pada bantalan gelinding ada dua macam yaitu:

1. Pelumasan gemuk

Pelumasan gemuk merupakan pelumasan pada bantalan gelinding yang mana bahan pelumasnya adalah gemuk (grees). Pelumasan gemuk biasanya lebih disukai karena penyekatannya lebih sederhana, dan semua gemuk yang bermutu baik dapat memberikan umur panjang. Cara yang umum untuk penggemukan adalah dengan mengisi bagian dalam bantalan dengan gemuk sebanyak mungkin hingga ruangan dalam bantalan benar-benar tersi oleh gemuk

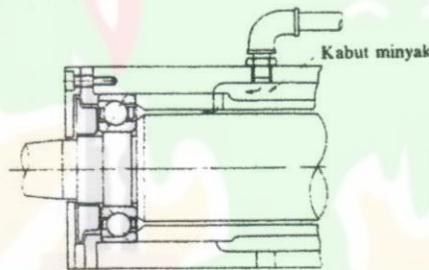


Gambar 4.5, Pelumasan gemuk

2. Pelumasan minyak

Pelumasan minyak ini merupakan cara yang berguna untuk bantalan yang memiliki kecepatan putaran tinggi atau temperatur yang tinggi. Yang paling populer dalam pelumasan minyak ini adalah pelumasan celup. Dalam pelumasan celup ini yang harus diperhatikan adalah temperatur dari minyak pelumas. Untuk menjaga agar temperaturnya tetap stabil dapat kita gunakan pipa pendingin atau sirkulasi air.

Untuk poros tegak, tinggi minyak pelumas harus sedemikian rupa hingga 30 – 50 (%) dari elemen gelinding tercelup dengan minyak pelumas. Untuk kecepatan tinggi dan beban ringan, seperti pada spindel mesin gerinda pelumasan tetes atau lembab sangat efektif. Untuk kecepatan sedang dan tinggi dapat dipakai jet pembasah dimana minyak dikabutkan dengan tekanan udara untuk membasahi permukaan yang perlu dilumasi. Lihat gambar (4.6) Untuk kecepatan yang sangat tinggi dan beban berat, seperti pada turbin gas, dipakai pelumasan pompa. Ukuran nozel, tekanan minyak dan jumlah aliran minyak tergantung pada jenis bantalan, nilai d.n dan kondisi kerja bantalan. Untuk aliran minyak yang besar, sistem pelumas harus dibuat sedemikian rupa hingga kelebihan minyak akan dikembalikan ke reservoir minyak.



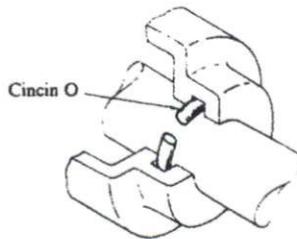
Gambar 4.6, Pelumasan kabut minyak

4.3.3. Sekat Pelumas

Untuk mencegah kebocoran pelumas serta masuknya benda asing. Terdapat bermacam-macam alat penyekat. Alat-alat tersebut dapat dipakai sendiri atau gabungan.

1. Sekat dengan gesekan
 - 1) Cincin O

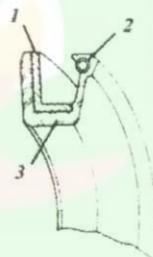
Cincin O merupakan cincin dengan penampang lingkaran. Cincin dipasang pada alur yang dibuat pada bidang yang akan dirapatkan, jika cincin diberikan tekanan dari sebelah dalam cincin akan memberikan deformasi yang akan mencegah kebocoran. Bahan yang sering dipakai adalah karet sintetis, karet alam dan plastik.



Gambar 4.7, Cincin O

2) Sil Minyak

Sil minyak merupakan komponen yang terdiri atas karet sintetis dengan bentuk penampang tertentu, cincin logam, dan cincin pegas. Sil minyak dapat menyekat lebih rapat dari pada cincin O serta dapat dipergunakan pada poros yang berputar maupun yang bergeak bolak balik. Sil minyak ini banyak menguntungkan bila dipakai pada kondisi kecepatan bantalan cukup tinggi, tekanan di sebelah bantalan cukup besar, dan lingkungan yang banyak berdebu.



Keterangan :

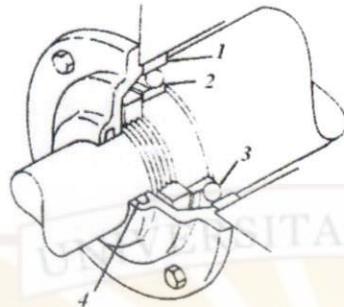
1. Cincin logam
2. Pegas
3. Karet sintetis

Gambar 4.8, Sil minyak

3) Cincin lakan

Cincin lakan digunakan bila tidak diperlukan sekat yang terlalu rapat, cincin lakan ini dapat dipakai sebagai sekat yang murah dan sederhana. Bila kerapatannya dianggap kurang mencukupi, sebagai pengganti lakan dapat dipakai karet atau kulit atau jumlah alur dapat diperbanyak. Kecepatan poros yang diijinkan untuk cincin ini adalah: lakan 4 (m/s) atau kurang, kulit 5 – 12 (m/s), karet sintetis

(karet nitril) 5 – 12 (m/s) dan karet sintetis (kater tahan panna) 10 – 25 (m/s)



Keterangan:

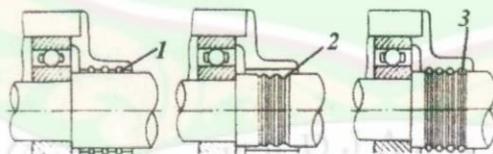
1. Cincin luar
2. Cincin dalam
3. Kabut minyak
4. Cincin lakan

Gambar 4.9, Cincin lakan

2. Sekat Tanpa Gesekan

1) Alur Minyak

Beberapa jajaran alur dengan lebar 1 - 5 (mm) dan dalam 4 – 5 (mm) dibuat pada poros atau pada rumah bantalan, bias juga dibuat pada keduanya. Cara ini dipakai untuk kecepatan rendah, pelumas yang dipakai dapat berupa minyak atau gemuk, diameter poros tidak lebih dari 50 (mm), besarnya kelonggaran harus 0,25 – 0,4 (mm), dan untuk diameter lebih dari 50 (mm) kelonggarannya 0,5 – 1,0 (mm).



Keterangan:

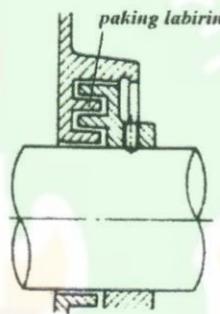
1. Alur pada rumah bantalan
2. Alur pada poros
3. Alur pada poros dan rumah bantalan

Gambar 4.10, Aluar minyak

2) Paking Labirin

Paking labirin dapat berfungsi sebagai penyekat yang baik dan cocok untuk mencegah kebocoran minyak atau gemuk dari poros berkecepatan tinggi. Banyaknya liku-liku pada labirin harus dibuat cukup agar minyak atau gemuk tidak bocor dan debu tidak masuk. Karena tidak bergesekan, maka paking labirin tidak mengalami banyak keausan dan kenaikan temperatur.

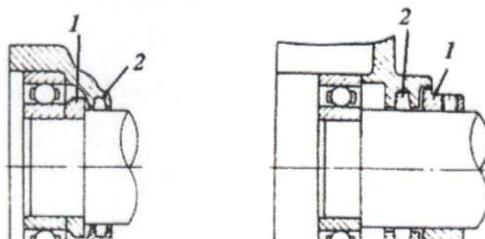
Untuk poros dengan diameter sampai 50 (mm), kelonggaran radial adalah 0,25 – 0,4 (mm) dan kelonggaran aksial adalah 1 – 2 (mm). Untuk diameter lebih dari 50 (mm) kelonggaran radial 0,5 – 1,0 (mm) dan kelonggaran aksial 3 – 5 (mm).



Gambar 4.11, Paking labirin

3) Pelempar

Pelempar yang berputar bersama poros dipergunakan untuk mengibaskan minyak dan debu dengan efek sentrifugal, sehingga hilangnya minyak dari bantalan dan masuknya debu dapat dicegah. Pelempar yang digabungkan dengan cincin lakan akan memberikan penyekatan yang lebih baik.



Keterangan:

1. Pelempar
2. Cincin lakan

Gambar 4.12, Pelempar

4.3.4. Pelumasan Pada Bantalan Mesin Hammer Mill

Pelumasan pada bantalan mesin hammer mill menggunakan pelumasan gemuk. Pelumasan dilakukan dalam dua tahapan yaitu: disaat mesin sedang beroperasi dan disaat mesin sedang istirahat. Disaat beroperasi pelumasan dilakukan setiap 2 jam sekali. Disaat mesin istirahat pelumasan dilakukan setelah mesin berhenti atau sebelum mesin akan beroperasi kembali.

Sekat pelumas yang digunakan adalah jenis sil minyak, untuk mengurangi terjadinya kenaikan temperatur yang tinggi pada saat pengoperasian mesin, bantalan mesin hammer mill juga dilengkapi sistem pendingin dengan pendinginan menggunakan air. Air dari pipa desemprotkan langsung ke housing bantalan seiring dengan beroperasinya mesin. Untuk menahan dinginnya air, dipermukaan hosing dilapisi dengan kain.



Keterangan gambar:

1. Pipa pendinginan
2. Housing & bantalan
3. Nipel gemuk

Gambar 4.13, Pelumasan bantalan mesin hammer mill

4.4. Perawatan Bantalan

Berisikan daftar masalah yang mungkin terjadi. Dalam rangka menyusun suatu langkah perbaikan dari masalah-masalah yang akan timbul pada bantalan, kita harus mengacu pada penyebab dan koreksi terhadap masalah

tersebut. Data yang ditampilkan memberikan informasi-informasi sebagai berikut:

- Permasalahan yang ditemukan.
- Pekerjaan perbaikan dalam rangka mengoreksi permasalahan yang ditemukan.

Adapun pelaksanaan perawatan terhadap bantalan pada mesin hammer mill ini diantaranya adalah perawatan terencana dan perawatan tak terencana.

4.4.1. Perawatan Terencana

Dalam sistem perawatan ini, ada pola atau sistem perawatan yang dilakukan secara berkala. Adapun prosedur-prosedur yang dilakukan dalam perawatan berkala ini adalah sebagai berikut:

1. Perawatan setiap hari pengoperasian

Pelaksanaan perawatan terhadap bantalan mesin hammer mill setiap hari pengoperasian yaitu:

1) Penambahan minyak pelumas

Penambahan minyak pelumas (gemuk) bantalan mesin hammer mill dilakukan setiap 2 jam 1 kali setiap hari disaat mesin sedang beroperasi

2) Pemeriksaan terhadap kerusakan-kerusakan minor

Pemeriksaan yang dilakukan disini ialah kebocoran minyak pelumas (kerusakan seal), perubahan warna dari minyak pelumas dan temperatur dari bantalan.

2. Perawatan mingguan atau mesin tidak beroperasi

Pelaksanaan perawatan mingguan pada bantalan mesin hammer mill yaitu:

1) Penambahan minyak pelumas setelah mesin berhenti dan sebelum mesin akan dioperasikan kembali

2) Pemeriksaan kerusakan atau aus dari permukaan sisi bantalan yang terlihat, seperti retak dan aus

- 3) Memeriksa keadaan pelumas yang terdapat pada bantalan, merasakan dengan jari ada atau tidaknya unsur logam pada pelumas bantalan

Mendengarkan suara pada mesin yang sedang beroperasi adalah salah satu cara untuk mengetahui keadaan suatu bantalan. Hal ini sangat penting untuk diketahui, karena suara berisik akan meningkat bila terdapat bantalan yang aus atau rusak.

Berikut ini adalah beberapa catatan dan petunjuk contoh kerusakan bantalan yang terjadi dan mungkin terlihat pada waktu dilakukan pemeriksaan dengan mata

- 1) Aus : aus ini disebabkan oleh kelelahan, berarti umur bantalan telah habis dan bantalan harus diganti
- 2) Luka “flaking” terdapat pada jalur putar yang berlawanan arah. Disebabkan suaian sesak antara ring luar dengan rumah tidak baik, lubang rumah elip atau beban terlalu besar pada satu arah. Rumah harus diperbaiki dan bantalan harus diganti yang baru
- 3) Retak disebabkan suaian antara ring bantalan dengan rumah sangat jelek
- 4) Luka “fretting” terjadi pada ring bagian luar yang disebabkan oleh poros yang bengkok yang mengakibatkan penyimpangan beban yang diterima oleh bantalan. Bila bantalan diganti yang baru poros harus diperiksa keseajarannya.
- 5) Kotoran yang terdapat diantara rumah dengan outer race juga dapat menyebabkan rusaknya permukaan luar ring, sehingga terjadi bercak-bercak
- 6) Luka “bercak” disebabkan karena kesalahan cara memasang bantalan. Yaitu menekan ring bagian luar untuk memasang suaian sesak antara ring bagian dalam dengan poros

- 7) Luka “goresan” disebabkan karena elemen putar tidak dapat berputar karena desakan beban aksial terlalu besar pada waktu pemasangan
- 8) Kekurangan pelumas, kerusakan disini akan berat sekali karena jalur putar dan elemen putar dapat terjadi bercak-bercak, goresan dan keausan yang sangat berat.

4.4.2. Perawatan Tak Terencana

Perawatan tidak terencana adalah perawatan darurat yang perlu dilaksanakan, untuk mencegah sesuatu yang serius missal: hilangnya jumlah produksi, kerusakan besar pada peralatan, atau untuk keselamatan kerja.

Sebagai contoh adalah jika pada saat mesin sedang beroperasi, terjadi kerusakan bantalan. Maka tindakan perawatan yang harus dilakukan segera menggantinya. Adapun langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Pembongkaran mesin

Langkah-langkah dalam pembongkaran mesin hammer mill

- Pastikan semua elemen pendukung mesin dalam keadaan mati (motor penggerak dan pompa air)
- Lepaskan baut bodi atas (1), kemudian dengan menggunakan forklift angkat bodi atas dan letakkan ke tempat yang aman
- Lepaskan baut bodi tengah (2), kemudian dengan menggunakan forklift angkat bodi atas dan letakkan ke tempat yang aman
- Lepaskan V-belt dari motor ke pully poros mesin
- Lepaskan baut pengikat mesin (3) dengan dudukan, kemudian dengan menggunakan forklift angkat bodi atas dan letakkan ke tempat yang aman
- Langkah pembongkaran untuk lebih jelas lihat gambar (4.13)



Keterangan:

1. Baut bodi atas
2. Baut bodi tengah
3. Baut pengikat mesin dengan dudukan

Gambar 4.14, Langkah pembongkaran mesin hammer mill

2. Pembongkaran Bantalan

- Buka baut pengikat housing (1) dengan dudukan sebanyak 2 buah, kiri dan kanan
- Lepaskan roll dari dudukan dengan menggunakan bantuan forklift, letakkan ditempat yang aman untuk melakukan pembongkaran selanjutnya
- Lepaskan baut penutup housing (2), tarik penutup hingga lepas
- Keluarkan roller bearing dengan menggunakan pahat, setelah roll terlepas keseluruhan tarik housing dari poros
- Untuk melepas outer race yang ada pada housing, bisa di toko dengan palu atau jika terlalu keras dibantu dengan dipanaskan.
- Untuk melepas inner race dapat dipotong dengan menggunakan brander las. Hati-hati pada waktu pemotongan dengan brander las, pada waktu memotong jangan sampai menembus poros. Cobalah dengan cara memanasi ring kemudian didinginkan secara mendadak agar retak
- Apabila peotongan menggunakan gerinda potong, pada waktu memotong ring bagian dalam lakukanlah sedekat mungkin dengan permukaan poros tetapi jangan sampai mengenai poros. Lanjutkan pemotongan ini dengan menggunakan pahat, pada waktu memahat lindungi dengan kain agar pecahan ring tidak membahayakan.

- Untuk lebih jelas langkah pembongkaran lihat gambar (4.14)



keterangan:

1. Baut pengikat housing
2. Baut penutup bantalan

Gambar 4.15, langkah pembongkaran bantalan

4.5. Perhitungan Beban dan Umur Bantalan Mesin Hammer Mill

Data lapangan diperoleh :

- Bantalan yang digunakan

Jenis spherical roller bearing dengan no 22217 CD

Diameter dalam (inner race) = 85 mm

Diameter luar (outer race) = 150 mm

Lebar bantalan = 36 mm

Dari table diperoleh:

Beban dinamik (C) (lampiran I) = 19100 kg

Beban static (Co) (lampiran I) = 17800 kg

- Motor penggerak

Daya motor = 160 KW

Putaran motor/puly penggerak = 1450 rpm

Diameter puly penggerak = 350 mm

Diameter puly yang digerakkan = 270 mm

Jenis sabuk C 113

Maka:

1. Putaran Poros (n_2)

$$\begin{aligned} N_2 &= \frac{D_1}{D_2} \times n_1 \\ &= \frac{350 \text{ mm}}{270 \text{ mm}} \times 1450 \text{ rpm} \\ &= 1879,63 \text{ rpm} \end{aligned}$$

2. Menentukan daya rencana (P_d)

$$\begin{aligned} P_d &= f_c \cdot P \\ &= 1,25 \cdot 160 \\ &= 200 \text{ KW} \end{aligned}$$

3. Moment punter (T)

$$\begin{aligned} T &= 9,74 \cdot 10^5 \frac{P_d}{n_2} \\ &= 9,74 \cdot 10^5 \frac{200 \text{ KW}}{1879,63 \text{ rpm}} \\ &= 103637,418 \text{ kg.mm} \end{aligned}$$

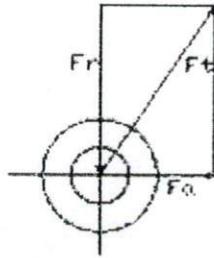
4. Daya tangensial (F_t)

$$\begin{aligned} F_t &= \frac{T}{d_s / 2} \\ &= \frac{103637,418 \text{ kg.mm}}{270 \text{ mm} / 2} \\ &= 767,685 \text{ kg} \end{aligned}$$

5. Gaya radial dan aksial

Data penelitian $F_r = 600 \text{ kg}$

Maka :



$$F_a = \sqrt{F_t^2 - F_r^2}$$

$$= \sqrt{767,685^2 - 600^2}$$

$$= \sqrt{589340,2592 - 360000}$$

$$= \sqrt{229340,2592}$$

$$= 478,895 \quad \text{kg}$$

6. Beban dinamik ekivalen (w_e)

$$w_e = (x_r \cdot v \cdot f_r + y_t \cdot f_a) \cdot k_s$$

$$\frac{F_a}{F_r} = \frac{478,895}{600}$$

$$= 0,79$$

Dari tabel lampiran II untuk jenis spherical roller bearing untuk diameter 85 mm didapat

$$e = 0,22$$

Maka :

$$\frac{F_a}{F_r} > e$$

Dari tabel lampiran II didapat harga x_r dan y_t sebagai berikut:

$$x_r = 0,67$$

$$y_t = 4,5$$

$v = 1$ untuk semua tipe bearing dimana inner race berputar

$k_s = 1,0$ untuk beban seragam dan tetap

$$\begin{aligned}
 w_e &= (x_r \cdot v \cdot f_r + y_t \cdot f_a) \cdot k_s \\
 &= (0,67 \cdot 1 \cdot 600 + 4,5 \cdot 478,895) \cdot 1 \\
 &= (402 + 2155,028) \cdot 1 \\
 &= 2557,028
 \end{aligned}$$

7. Perediksi umur bantalan (L)

$$\begin{aligned}
 L &= \left(\frac{C}{w_e} \right)^k \cdot 10^6 \text{ putaran} \\
 &= \left(\frac{19100 \text{ kg}}{2557,028 \text{ kg}} \right)^{10/3} \cdot 10^6 \text{ putaran} \\
 &= 809,2485917 \cdot 10^6 \text{ putaran} \\
 &= 809,2485917 \cdot 10^6 \text{ putaran} : 1879,63 \text{ putaran/menit} \\
 &= 430536,1118 \text{ menit} \\
 &= 7175,6 \text{ jam} \\
 &= 7176 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Penggunaan mesin hammer mill 16 jam/hari, 6 hari/minggu, 4 minggu/bulan, 12 bulan penuh selama 1 tahun.

Maka :

$$\begin{aligned}
 &= 7176 \text{ jam} : 16 \text{ jam/hari} \\
 &= 448,5 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

4.5.1. Analisa Pembahasan

Dari analisa umur bantalan pada mesin hammer mill ini maka penulis mencoba mengemukakan pembahasan dari hasil perhitungan dan analisa data dimana hasil perhirungan sebagai berikut :

1. Putaran poros (n_2) = 1879,63 rpm
2. Momen puntir (T) = 103637,418 kg.mm
3. Gaya tangensial (Ft) = 767,685 kg

- | | |
|-------------------------------------|---------------|
| 4. Beban radial (F_r) | = 600 kg |
| 5. Beban aksial (F_a) | = 478,895 kg |
| 6. Factor radial (X_r) | = 0,67 |
| 7. Factor aksial (Y_t) | = 4,5 |
| 8. Beban ekivalen dinamis (w_e) | = 2557,028 kg |
| 9. Umur nominal bantalan (L) | = 7176 jam |
| | = 448,5 hari |

Dari hasil perhitungan umur produktif bantalan ini tidak bisa kita jadikan standar bahwa bantalan mesin hammer mill tersebut setelah mencapai waktu kerja 7176 jam bantalan harus diganti. Tetapi dalam kondisi sesungguhnya bantalan bisa lebih cepat mengalami *break down* atau bantalan mampu bertahan lebih lama dari hasil perhitungan prediksi umur bantalan yang penulis capai.

Seperti data yang penulis peroleh disaat melakukan praktek kerja lapangan di PT. P&P Lembah Karet Padang bantalan pada mesin hammer mill I mengalami kerusakan pada 200 jam kerja dan pada bantalan mesin hammer mill II dengan jenis bantalan yang sama dan perlakuanny sama, bantalan masih layak pakai setelah lebih dua tahun pakai atau 9216 jam kerja.

Kerusakan bantalan lebih cepat atau lebih lama bias dipengaruhi dari beberapa hal diantaranya:

1. Disaat pemasangan bantalan pada mesin hammer mill kesejajaran bantalan atau *Aligning* tidak tepat. Karena pemasangan bantalan yang tidak *Aligning* akan mengakibatkan gaya yang diterima oleh roller tidak merata dan akibatnya pada bagian roll yang mengalami penekanan lebih besar lebih cepat mengalami keausan atau karena ketidak satu sumbu tersebut putaran bantalan sedikit tidak stabil.
2. Disaat melakukan pemasangan bantalan, adanya kesalahan penekanan pada bagian bantalan, atau penekanan yang diberikan

pada bantalan terlalu berlebihan, sehingga rooel akan sedikit bergeser dari jalur race yang ditentukan.

3. Karena kurangnya perawatan bantalan. Bantalan-bantalan pada mesin hammer mill bekerja pada putaran yang sangat tinggi, jika perawatan bantalan seperti pelumasan, kurangnya pendinginan pada *housing* bantalan ini akan sangat mempengaruhi kualitas umur produktifitas bantalan tersebut
4. Adanya kesalahan produksi bantalan atau kesalahan penyimpanan dan pembawaan bantalan. Terjadinya cacat pada bagian *roll* atau *race*, seperti retak atau sumbing pada salah satu roll bantalan, kesalahan dari kualitas bahan bantalan yang semuanya terlewat dari pengawasan pabrik disaat melakukan produksi, hal ini juga dapat menyebabkan kerusakan dini pada bantalan.
5. Disaat melakukan pemasangan bantalan, terdapatnya kotoran atau debu, seperti bram sisa pengerindaan disaat melakukan pembongkaran, pasir atau kotoran lainnya yang masuk kedalam jalur race bantalan atau terdapatnya kotoran antara poros dengan *inner race* bantalan hal ini juga dapat mempersingkat dari umur pakai bantalan.

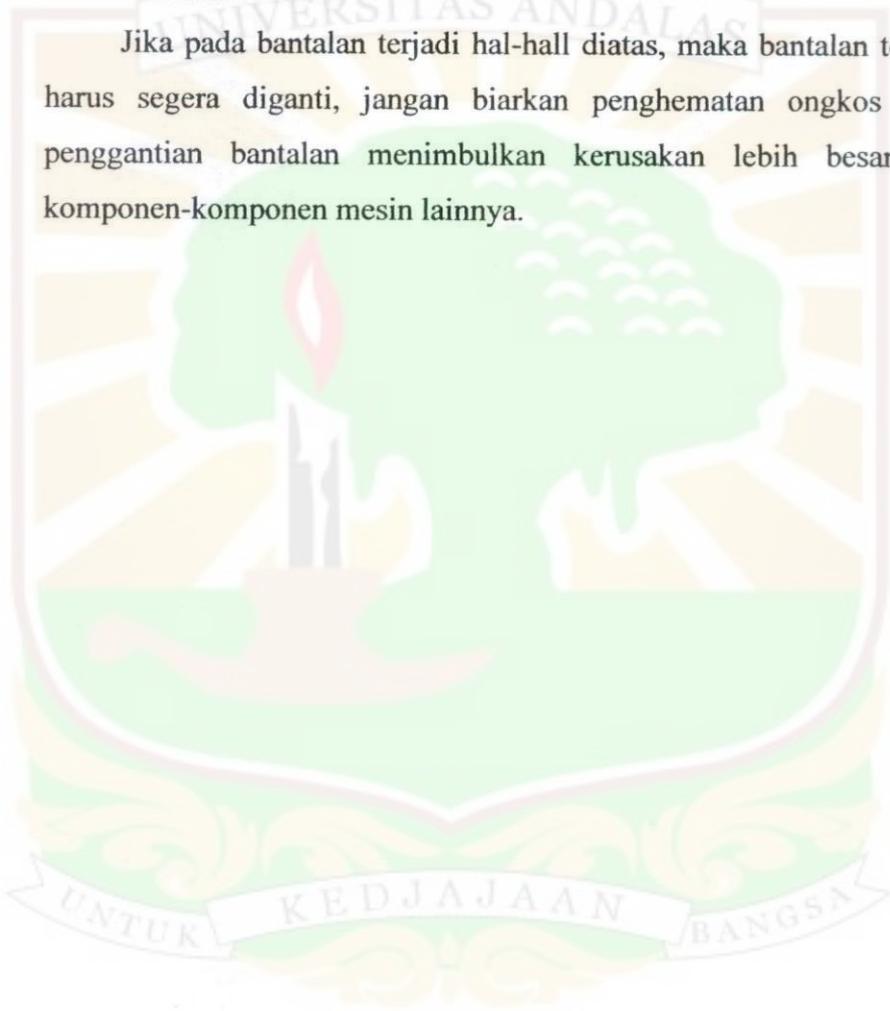
Prediksi umur bantalan disini hanya sebagai pedoman bagi para mekanik, jika perawatan dari bantalan cukup, cara pemasangan bantalan benar, perlakuan bantalan sesuai dengan anjuran yang direkomendasikan oleh pabrik pembuat bantalan, prediksi umur 7176 jam kerja bisa dijadikan sebagai alat deteksi kerusakan seperti terjadinya tanda-tanda kerusakan:

1. Adanya perubahan warna pada gemuk atau minyak pelumas yang terdapat pada bantalan. Jika warna gemuk itu berubah kekuning-kuningan dan bila kita rasakan terdapatnya bram pada gemuk tersebut maka bantalan harus segera diganti.
2. Jika terjadinya kebisingan suara yang abnormal dari aktifitas-aktifitas mesin sebelumnya, karena kerusakan bantalan akan

mengakibatkan kebisingan yang berlebihan pada mesin yang diakibatkan oleh kerusakan roll terhadap inner maupun outer race nya.

3. Akibat jalannya bantalan yang tidak normal, maka panas yang ditimbulkan akibat gesekan roller tersebut akan lebih meningkat akibat terjadi kerusakan pada bantalan, dibandingkan dengan keadaan normal.

Jika pada bantalan terjadi hal-hal diatas, maka bantalan tersebut harus segera diganti, jangan biarkan penghematan ongkos akibat penggantian bantalan menimbulkan kerusakan lebih besar pada komponen-komponen mesin lainnya.



BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penjelasan yang telah dibahas pada bab-bab sebelumnya, maka penulis dapat menyimpulkan sebagai berikut:

1. Bantalan adalah komponen terpenting yang digunakan dalam mesin hammer mill yang berfungsi untuk menumpu poros pemegang pisau agar putaran poros berlangsung dengan stabil disaat mesin dalam keadaan beroperasi.
2. Secara garis besar bantalan dikelompokkan atas: gerakan bantalan terhadap poros dan arah beban terhadap poros. Berdasarkan gerakan bantalan terhadap poros: bantalan luncur dan bantalan gelinding. Berdasarkan arah beban terhadap poros: bantalan aksial, bantalan radial, dan bantalan gabungan (*flens*). Bantalan luncur terdiri dari bantalan aksial, bantalan radial dan bantalan gabungan. Untuk bantalan gelinding dikelompokkan menjadi aksial bearing dan radial bearing. Radial bearing terdiri dari: *Deep groove ball bearing*, *Self aligning ball bearing*, *Angular contact ball bearing*, *Cylindrical roller bearing*, *Needle roller bearing*, *Spherical roller bearing*, *Taper roller bearing*. Aksial bearing terdiri dari: *Thrust ball bearing*, *Angular contact thrust ball*, *Cylindrical roller thrust bearing*, *Needle roller thrust bearing*, *Spherical roller thrust bearing*, *Taper roller thrust bearing*.
3. Didalam penggunaannya bantalan luncur digunakan untuk: Angka putaran yang tinggi, beban berat, menopong beban kejut dan goncangan yang berat umur pakai yang panjang. Misal untuk turbin air/turbin uap, generator, poros kapal, *crank shaft* pada *engine*, mesin pres, mesin tempa, dll. Untuk bantalan gelinding biasanya digunakan: Mesin dan bagian mesin yang memerlukan perawatan ringan, konstruksi yang dioperasikan dari posisi diam, mesin yang dioperasikan dengan angka putaran rendah dengan membawa beban berat tetapi dituntut supaya kerugian akibat gaya gesekan harus sekecil mungkin seperti pada mesin perkakas, mesin-mesin

industri, motor listrik, *gear book*, roda kendaraan, *differential gear*, pompa,dll.

4. Bantalan mesin hammer mill menggunakan jenis sphericall roll bearing dengan kode bantalan 22217 CD. Komponen pada bantalan antara lain : *inner race* (cincin dalam), *outer race* (cincin luar), *roller* (elemen gelinding) dan *sparator* (sangkar). Dimensi dari bantalan tersebut: cincin dalam (d) 85 mm, cincin luar (D) 150 mm, lebar bantalan (B) 36 mm, basic beban dinamik (C) 19100 kg, basic beban static (Co) 17800 kg, e = 0,22, factor aksial (Yt) 4,5, factor radial Xr 0,67, beban radial (Fr) 600 kg, factor aksial (Fa) 478,895 kg, beban ekivalen dinamis 2557,028 kg.
5. Analisa umur bantalan yang penulis lakukan adalah 7176 jam kerja atau 448,5 hari kerja. Analisa umur berguna sebagai referensi kerusakan yang terjadi di lapangan. Umur aktual yang pernah terjadi dilapangan adalah 200 jam kerja bantalan mengalami kerusakan dan hingga 7680 jam bantalan masih layak pakai.
6. Kerusakan bantalan lebih dini dari analisa umur yang terjadi dilapangan pada 200 jam kerja disebabkan karena kelalaian dalam perawatan bantalan, pembebanan bantalan yang berlebihan dan kurangnya perhatian terhadap ketajaman mata pisau mesin hammer mill.
7. Kerusakan bantalan bisa diketahui dengan tanda-tanda yang timbul pada bantalan tersebut seperti berubahnya warna minyak pelumas menjadi ke kuning-kuningan, bila kita rasakan minyak pelumas tersebut dengan tangan maka akan kita rasakan adanya bram atau butiran-butiran logam. Temperatur yang berlebihan dari temperature normal sebelumnya, kebisingan suara yang abnormal, kerusakan seal bantalan. Jika terjadi tanda-tanda tersebut bantalan harus segera diganti.

5.2. Saran

Dalam pembahasan tugas akhir ini penulis memberikan saran mengenai perawatan dan analisa umur bantalan pada mesin hammer mill

1. Lengkapi alat-alat keselamatan kerja dalam melakukan perawatan dan penggantian bantalan untuk menghindari kemungkinan terjadinya kerusakan dini pada bantalan dan hal-hal yang membahayakan bagi mekanik.
2. Perawatan yang harus dilakukan terhadap bantalan ialah:
 - * Disaat mesin sedang beroperasi pemberian minyak pelumas dilakukan setiap 2 jam sekali (running maintenance)
 - * Pemberian minyak pelumas disaat mesin berhenti atau disaat mesin akan mulai beroperasi kembali
 - * Memberikan pendinginan pada housing
3. Apabila bantalan pada mesin hammer mill tidak bisa berfungsi dengan semestinya, maka bantalan harus diganti.
4. Dalam memprediksi umur bantalan, sesuaikan literatur yang kita gunakan dengan literature pabrik yang memproduksi bantalan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Daryanto. 1986. *Ikhtisar Praktis Bagian-Bagian Mesin*. Tarsito. Bandung
2. Hadi, M. Elfian. 2007. *Modul Manajemen Perawatan*. Politeknik Universitas Andalas Padang
3. Hagendoorn. 1992. *Konstruksi Mesin*. PT. Rosda Jaya Putra. Jakarta
4. Khurmi., J.K.Gupta, 1991. *A Text Book Of Machine Design*. Eurasia Publishing Hous (Pvt) LTD Ram Nagor. New Delhi
5. Nieman. Anton Budiman dan Bambang Priambodo.1992. *Elemen Mesin* .Jilid I. Erlangga. Jakarta
6. Shigley, jhosep. L.D. Mitchell dan Ghandi Harahap.1984.*Perencanaan Teknik Mesin*. Jilid I. Erlangga.Jakarta
7. Sports. T.E.Shoup dan L.E. Hornberger. 2003. *Design Of Machine Elements*. Upper Saddle Rver.New Jesley
8. Stolk.C Kros. 1994. *Elemen Mesin Elemen Konstruksi Bangunan Mesin*. Erlangga. Jakarta
9. Suharto. 1991. *Manajemen Perawatan Mesin*. PT. Rineka Cipta. Jakarta
10. Sularso. Suga kiokatsu. 1997. *Dasar Perencanaan Dan Pemeliharaan Elemen Mesin*. PT. Pradnya Pratama. jakarta
11. Tim Penyusun Course note. 2007. *Teknik Perawatan Dasar*. Politeknik Universitas Andalas. Padang
12. Tim Penyusun Course Note.2008.*Pedoman Penulisan Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin*. Politeknik Universitas Andalas. Padang

UNTUK KEDJAJAAN BANGSA