

# **TUGAS AKHIR**

## **ANALISA KETAHANAN DAN PERAWATAN BEARING UCFL206 PADA MESIN PENCACAH LIMBAH BOTOL PLASTIK DAN SOFTDRINK KAPASITAS 15 KG/JAM**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Disusun Oleh:**

**RENDI IRWANDA**  
**1407230232**



**UMSU**  
Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

**MEDAN**

**2019**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Rendi Irwanda  
NPM : 1407230232  
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul skripsi : Analisa Ketahanan Dan Perawatan Bearing UCFL 206 Pada  
Mesin Pencacah Limbah Botol Plastik Dan Softdrink Kapasitas  
15kg/jam  
Bidang ilmu : Kontruksi Dan Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 15 maret 2019

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen penguji I

M. Yani, S.T., M.T

Dosen penguji II

Sudirman Lubis, S.T., M.T

Dosen penguji III

Khairul Umurani, S.T., M.T

Dosen penguji IV

Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T



## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama lengkap : Rendi Irwanda  
Tempat tanggal lahir : Medan, 26 november 1996  
NPM : 1407230232  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya bahwa laporan tugas akhir saya yang berjudul:

**“ANALISA KETAHANAN DAN PERAWATAN BEARING UCFL206 PADA MESIN PENCACAH LIMBAH BOTOL PLASTIK DAN SOFTDRINK KAPASITAS 15 KG/JAM”**

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran saya sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik diprogram Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 15 maret 2019

Saya yang menyatakan



Rendi Irwanda

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi ketahanan dan perawatan *bearing* ucfl206 pada mesin pencacah limbah botol plastik dan softdrink, maka untuk mencapai tujuan itu perlu melakukan : pengujian *bearing* ucfl206 sesuai dengan spesifikasi mesin, menghitung umur pakai *bearing* ucfl206, dan memilih perawatan atau jenis pelumas sebagai perawatan pada *bearing* ucfl206. Berdasarkan pengujian, *bearing* mampu bertahan terhadap beban yang diterima selama proses pencacahan limbah botol plastik dan soft drink. Untuk perhitungan umur *bearing* pada kecepatan putaran 702,5 rpm *bearing* mampu bertahan hingga 7231,37 jam sedangkan pada kecepatan putaran 501,78 rpm *bearing* mampu bertahan hingga 10095,16 jam. Beban yang diterima bearing pada pencacahan botol plastik dan softdrink adalah 577,71 N dan 183,783 N pada kecepatan putaran 702.5 rpm. 734,867 N dan 184,05 N pada kecepatan putaran 501,78. Untuk pemilihan jenis perawatan *bearing*, hal yang mendasari pemilihan pelumas adalah kisaran suhu, kecepatan putaran, pengaruh lingkungan karena *bearing* pada mesin pencacah tidak digunakan dalam kecepatan putaran dan suhu yang tinggi maka pelumasan yang sesuai pada *bearing* adalah pelumasan menggunakan gemuk/*grace* dan perlu dilakukan pelumasan secara berkala sebagai perawatan untuk memperpanjang umur pakai *bearing*.

Kata kunci : *bearing*, pengujian ketahanan, umur *bearing*, pelumasan dan perawatan *bearing*.

## **ABSTRACT**

*This study aims to identify the durability and maintenance of UCFL206 bearings on plastic bottle and soft drink waste counting machines, so to achieve that goal it is necessary to do: testing UCFL206 bearings in accordance with engine specifications, calculating the life of UCFL206 bearings, and choosing the treatment or type of lubricant for maintenance UCFL206 bearing. Based on testing, bearings are able to withstand the loads received during the process of counting plastic bottles and soft drinks. For the calculation of bearing life at 702.5 rpm rotation speed the bearing can survive up to 7231,37 hours, while at 501.78 rpm rotation speed the bearing can survive up to 10095,16 hours. The load received by bearing on the counting of plastic bottles and soft drinks is 577.71 N and 183.783 N at rotational speeds of 702.5 rpm, 734.867 N and 184.05 N at rotational speeds of 501.78. For the selection of bearing types, the underlying reason for selecting lubricants is the temperature range, rotational speed, environmental influences because the enumerator bearings are not used in high rotation speeds and temperatures, so that the appropriate lubrication in the bearing is lubrication using grease and lubrication needs to be done periodically as a treatment to extend bearing life.*

*Keywords: bearings, durability testing, bearing life, lubrication and bearing maintenance.*

## **KATA PENGANTAR.**

Dengan naman allah yang maha pengasih lagi maha penyayang. Segala puji dan syukur kita kepada Allah SWT atas segala berkat dan rahmat yang telah diberikan sehingga selesainya penelitian dan penulisan laporan tugas akhir yang berjudul “Analisa Ketahanan dan perawatan pada bearing ucfl206 pada mesin pencacah limbah botol plastik dan soft drink kapasitas 15 kg/jam” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara(UMSU) Medan.

Banyak pihak yang telah membantu dalam penelitian dan penulisan laporan tugas akhir ini , maka diucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T.,M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik UMSU yang memberi dukungan dengan dilaksanakan penelitian penulisan laporan ini.
2. Bapak Affandi, S.T.,M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin UMSU yang memberi dukungan untuk dilaksanakan penelitian dan penulisan laporan.
3. Bapak Khairul Umurani, S.T.,M.T , selaku dosen pembimbing I yang memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan tugas akhir ini.
4. Bapak Ahmad Marabdi Siregar ,S.T.,M.T., selaku dosen pembimbing II yang memberikan bimbingan demi sempurnanya tugas akhir ini.
5. Untuk kedua orang tua saya yang tercinta Suprpto dan Rusni Saputri, terima kasih atas doa dan dorongan baik material maupun spritual sehingga tugas akhir ini dapat selesai dengan baik.
6. Terima kasih buat teman, sahabat, yang selalu membantu memberikan semangat untuk melanjutkan tugas akhir.
7. Terima kasih juga buat yang terspesial dan tersayang Susi Maslia, S.Pd selalu membantu memberikan semangat dan motivasi untuk melanjutkan tugas akhir.

8. Teman-Teman A3 night class dari fakultas teknik mesin yang telah mendukung dan memberi saran serta semangat dalam penyelesaian tugas akhir ini.
9. Dan semua pihak yang tidak disebutkan satu per satu, yang telah membantu dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.

Laporan tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari sempurna, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis dimasa depan. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi Teknik Mesin

Medan, 15 Maret 2019

Penulis



RENDI IRWANDA

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b>	<b>xii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Ruang lingkup	2
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.4.1 Tujuan umum	3
1.4.2. Tujuan Khusus	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Dasar Teori	4
2.2. Klasifikasi <i>Bearing</i>	4
2.3. Jenis-Jenis <i>Bearing</i>	12
2.4. Pemilihan jenis <i>Bearing</i>	14
2.5. Bahan-Bahan bantalan	16
2.6. Data Dari Pabrik Bantalan	17
2.7. Kapasitas Nonimal Bantalan Gelinding	22
2.8. Perhitungan Beban Dan Umur Bantalan Gelinding	24
2.9. Perawatan (Maintenance)	26
2.10 Pelumasan	28
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN</b>	
3.1. Tempat dan waktu	30
3.2. Alat dan bahan	31
3.3. Diagram alir	33
3.4. Metode penelitian	34
<b>BAB 4 ANALISA DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1. Perhitungan hasil	35

4.1.1.	Perhitungan <i>bearing</i> pada putaran 702,5 rpm	36
4.1.2.	Perhitungan <i>bearing</i> pada putaran 501,78 rpm	39
4.2.	Hasil pengamatan pengujian <i>bearing</i> saat mesin pencacah beroperasi	44
4.3.	Perawatan pada <i>bearing</i>	44
<b>BAB 5</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1.	Kesimpulan	46
5.2.	Saran	46
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>47</b>
	<b>LAMPIRAN</b>	
	<b>LEMBAR ASISTENSI</b>	
	<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Sifat-sifat bahan bantalan luncur	8
Tabel 2.2. Bantalan Bola	10
Tabel 2.3. Cylindrical roller <i>Bearing</i> DIN 5412	17
Tabel 2.4. Bantalan roll kerucut	18
Tabel 2.5. Bantalan bola sudut dalam keadaan terpasang	19
Tabel 2.6. Bantalan bola sudut dalam keadaan terpasang lanjutan	19
Tabel 2.7. Bantalan roll silindris seri 300	20
Tabel 2.8. Bantalan roll silindris	21
Tabel 2.9. Faktor-faktor $V$ , $X$ , $Y$ , dan $X_o$ , $Y_o$ .	24
Tabel 2.10. Harga faktor keandalan	25
Tabel 4.1. Hasil gaya yang diterima pada bearing	42
Tabel 4.2. Hasil umur pakai pada bearing	43

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Gambar <i>Bearing</i> UCFL	4
Gambar 2.2	Macam-macam bantalan gelinding	9
Gambar 2.3	<i>Bearing</i> gelinding	10
Gambar 2.4	Solid <i>Bearing</i>	12
Gambar 2.5	Bushing <i>Bearing</i>	13
Gambar 2.6	Split-half	13
Gambar 2.7	Ball <i>Bearing</i>	14
Gambar 2.8	Roller <i>Bearing</i>	14
Gambar 2.9	Bentuk-bentuk bantalan bercangkang	15
Gambar 2.10	Sketsa bantalan roll kerucut	17
Gambar 2.11	Sketsa bantalan bola sudut dalam keadaan terpasang	18
Gambar 2.12	Sketsa gambar bantalan roll silindris	20
Gambar 3.1	Tachometer	31
Gambar 3.2	Timbangan	31
Gambar 3.3	Poros dan mata pisau	32
Gambar 3.4	Bearing/bantalan	32
Gambar 3.5	Diagram alir penelitian ketahanan bearing	33
Gambar 4.1.	Menimbang komponen mesin	35
Gambar 4.2	Grafik gaya yang diterima bearing	43
Gambar 4.3	Grafik kenaikan umur pakai bearing	43
Gambar 4.4	Pengujian dan posisi <i>bearing</i> pada mesin	44
Gambar 4.5	Arus balik pelumas	45
Gambar 4.6	Nipel pada bearing	45

## DAFTAR NOTASI

$L_h$	= Umur bantalan ( sjam )
$C$	= Beban dinamis ( kg )
$C_o$	= Beban statis ( kg )
$P$	= Beban ekuivalen ( kg )
$b$	= Konstanta 3 untuk ball bearings, Konstanta 10/3 untuk ball bearings
$n$	= Putaran ( rpm )
$F_r$	= Beban radial ( kg )
$F_a$	= Beban aksial ( kg )
$X$	= Konstanta radial
$Y$	= Konstanta aksial
$V$	= Faktor putaran bearing :1.0 untuk ring dalam berputar 1.2 jika ring luar berputar
$P_0$	= Beban bantalan secara statis
$X_0$	= Faktor beban radial untuk bantalan
$Y_0$	= Faktor beban aksial untuk bantalan

# BAB 1 PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Berbagai persoalan yang menyangkut masalah kehidupan masyarakat akan selalu muncul seiring perkembangan jaman. Masalah-masalah dominan yang sering menjadi polemik dalam kehidupan masyarakat adalah masalah sampah yang erat kaitannya dengan lingkungan. karakteristik sampah sendiri dibagi menjadi dua yaitu sampah organik dan anorganik. Jenis sampah dengan persentase organik yang tinggi sangat cocok diolah menjadi kompos, sumber gasbio dan sejenisnya. Sedangkan komponen anorganik mempunyai potensi sebagai bahan daur ulang yang cukup potensial seperti plastik, kertas, logam/kaleng, kaca, karet.

Botol plastik bekas kemasan air minum yang terbuat dari bahan PET (*polyethylene-Terephthalate*), masih banyak mengandung bahan yang dapat dimanfaatkan kembali untuk daur ulang. Dengan adanya kandungan bahan-bahan yang masih bisa digunakan untuk proses daur ulang (*recycle*), maka botol bekas kemasan air minum yang selama ini dibuang begitu saja, perlu diupayakan pengumpulan dan sekaligus dihancurkan menjadi tatal-tatal (*chip*). Salah satu cara untuk membantu proses penghancuran botol-botol tersebut adalah membuat mesin penghancur botol sederhana, maka diharapkan dapat mampu meningkatkan efisiensi kerja.

Pada mesin penghancur botol juga terdapat *bearing* yang digunakan untuk membatasi gerak relatif antara dua atau lebih komponen mesin agar selalu bergerak pada arah yang diinginkan. *Bearing* dalam Bahasa Indonesia berarti bantalan. Ketahanan dapat didefinisikan sebagai kekuatan suatu material pada saat menahan beban atau menahan suatu gesekan. Pengertian dari analisa ketahanan yaitu merupakan suatu prosedur yang dilakukan untuk mencari dan mengungkapkan suatu alat atau komponen dapat bertahan atau tidak dengan mengacu kepada bagian atau komponen tersebut, khususnya pada bagian *Bearing*.

*Bearing* banyak sekali ditemukan pada mesin karena fungsi dari *Bearing* ini sangat vital untuk mengurangi gesekan yang terjadi pada mesin. Dalam pembuatan mesin pencacah botol plastik ini maka diperlukan penelitian lebih

terhadap sistem kerja *Bearing* untuk mengetahui ketahanan maupun perawatan *Bearing* UCFL yang akan digunakan sebagai salah satu komponen mesin pencacah botol plastik ini.

## 1.2 Rumusan masalah

Dalam penelitian ini akan dilakukan suatu pengujian untuk mengetahui berapa putaran pada *Bearing* ucfl206 berdasarkan spesifikasi mesin, sehingga dapat dihitung umur *Bearing* serta penyebabnya dan menghitung berapa beban yang diterima *bearing* dan mengetahui perawatan pada bearing.

## 1.3 Ruang lingkup

Dalam penelitian ini hanya akan membahas mengenai pengujian bearing Dan jenis-jenis perawatan yang sesuai pada bearing ucfl206, tidak meliputi pembuatan produk. Penelitian ini juga dilakukan untuk menghitung umur bearing dan faktor-faktor yang mempengaruhinya.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang ingin di capai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

### 1.4.1 Tujuan Umum

1. Untuk menganalisa ketahanan dan perawatan *bearing* ucfl206 pada mesin pencacah botol plastik dan softdrink kapasitas 15 kg/jam

### 1.4.2 Tujuan Khusus

1. Untuk menghitung umur *Bearing* dan faktor-faktor yang mempengaruhinya.
2. Untuk menguji ketahanan *Bearing* yang sesuai dengan kapasitas mesin.
3. Untuk memilih jenis perawatan yang sesuai *Bearing* ucfl206 pada mesin pencacah botol plastik dan softdrink.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang didapat yaitu :

1. Dapat menjelaskan ketahanan *Bearing* saat dilakukan pengujiannya
2. Dapat menjelaskan usia pemakaian dan jenis perawatan *Bearing* ucfl206 pada mesin pencacah limbah botol plastik.
3. Dapat dijadikan referensi untuk penelitian selanjutnya yang berkenaan dengan penelitian ini

## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Dasar Teori

*Bearing* adalah elemen mesin yang menumpu poros berbeban, sehingga putaran atau gerakan bolak-baliknya dapat berlangsung secara halus, aman, dan panjang umur. *Bearing* harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Jika *Bearing* tidak berfungsi dengan baik maka prestasi seluruh sistem akan menurun atau tidak dapat bekerja secara semestinya. Jadi *Bearing* dalam permesinan dapat disamakan peranannya dengan pondasi pada gedung (sularso & suga, 1978). Salah satu contoh *Bearing* seperti pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Gambar *Bearing* UCFL (<https://www.ebay.com/itm/30mm-New-UCFL-206-2-Bolt-Flange-Bearing-/121531651665>)

### 2.2 Klasifikasi *Bearing*

*Bearing* merupakan salah satu bagian dari elemen mesin yang memegang peranan cukup penting karena fungsi dari *Bearing* yaitu untuk menumpu sebuah poros agar poros dapat berputar tanpa mengalami gesekan. *Bearing* harus cukup kuat untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik.

Untuk klasifikasi *Bearing* atas dasar gerakan *Bearing* terhadap poros dapat dibedakan menjadi 2, yaitu :

## 1. *Bearing* luncur

Bantalan luncur adalah suatu elemen mesin yang berfungsi untuk menumpu poros berbeban, sehingga putaran atau gerakan bolak-baliknya dapat berlangsung dengan halus dan aman. Jenis bantalan ini mampu menumpu poros dengan beban besar.

Menurut bentuk dan letak bagian poros yang ditumpu bantalan yaitu bagian yang disebut jurnal, adapun macam-macamnya adalah sebagai berikut :

- Bantalan radial, yang dapat berbentuk silinder, belahan silinder, elips, dll.
- Bantalan aksial, yang dapat berbentuk engsel, kerah, michel, dll.
- Bantalan khusus, yang berbentuk bola, dll.

Menurut pemakaiannya terdapat bantalan untuk penggunaan umum, bantalan poros engkol, bantalan utama mesin perkakas, bantalan roda kereta api, dll.

Dalam teknik otomobil bantalan luncur dapat berupa bus, bantalan logam sinter, dan bantalan plastik.

### a. Bahan Untuk Bantalan Luncur

Bahan untuk bantalan luncur harus memenuhi persyaratan berikut :

- Mempunyai kekuatan cukup (tahan beban dan kelelahan).
- Dapat menyesuaikan diri terhadap lenturan poros yang tidak terlalu besar atau terhadap perubahan bentuk yang kecil.
- Mempunyai sifat anti las (tidak dapat menempel) terhadap poros jika terjadi kontak dan gesekan antara logam dan logam.
- Sangat tahan karat.
- Cukup tahan aus.
- Dapat membenamkan kotoran atau debu kecil yang terkandung di dalam bantalan.
- Murah harganya.
- Tidak terlalu terpengaruh oleh temperatur.

Dalam praktek, bahan yang mempunyai semua sifat diatas jarang terdapat.

b. Bahan bahan untuk bantalan umum

- Paduan tembaga

Termasuk dalam golongan ini adalah perunggu, perunggu fosfor, perunggu timah hitam, yang sangat baik dalam kekuatan, ketahanan terhadap karat, ketahanan terhadap kelelahan, dan dalam penerusan panas.

- Logam putih

Termasuk dalam golongan ini adalah logam putih terhadap Sn (yang biasa disebut babit), dan logam putih berdasar Pb. Keduanya dipakai sebagai lapisan pada logam pendukungnya.

c. Bahan Untuk Bantalan Tanpa Pelumasan

Bahan ini mengandung pelumas didalamnya sehingga dapat dipakai sebagai bantalan yang melumasi sendiri. Bantalan semacam ini dipakai bila tidak memungkinkan perawatan secara biasa, yaitu :

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

Bantalan tanpa minyak terdapat dalam bentuk bantalan plastik, bantalan yang mengandung minyak dan bantalan dengan pelumasan zat padat.

- Bantalan plastik. Plastik adalah suatu bahan yang mempunyai sifat dapat melumasi sendiri dengan baik. Sifatnya yang tahan korosi memungkinkan bahan ini berkerja di dalam air atau bahan kimia.
- Bantalan logam yang diresapi minyak. Contoh yang khas dai macam ini adalah bantalan besi cor dan logam sinter yang diresapi minyak.

Pelumas padat. Bahan pelumas macam ini dipakai untuk keadaan khusus (temperatur tinggi, terkena bahan kimia, beban besar) di luar batas pemakaian tertentu.

d. Bantalan luncur hidrostatik

Bantalan semacam ini dipakai sebagai bantalan utama pada mesin perkakas presisi tinggi, misalnya pada meja putar mesin bubut vertikal besar. Bahan bantalan dapat berupa minyak atau udara. Dalam hal ini, minyak atau udara dialirkan dengan tekanan kedalam celah bantalan untuk mengangkat beban dan menghindari keausan atau penempelan pada waktu mesin berputar dengan putaran yang sangat rendah atau waktu start dimana lapisan minyak yang ada tidak atau belum mempunyai tekanan yang cukup tinggi.

e. Bahan bantalan khusus.

- Bantalan kayu. Bahan yang khas untuk bantalan ini adalah lignum vitae. Persyaratan yang penting selain ketahanan, juga harus bebas dari zat-zat yang merusak serta anti las. Bantalan kayu dipakai dalam mesin pengolahan makanan dan perusahaan susu.
- Bantalan karet. Dengan air pelumas, bantalan karet mempunyai koefisien gesek yang rendah. Karet mempunyai ketahanan yang baik terhadap keausan. Selain itu juga dapat meredam bunyi dan getaran.
- Bantalan grafit karbon. Grafit arang adalah bahan yang sepenuhnya dapat melumasi sendiri dan dapat bekerja pada temperatur tinggi. Karena secara kimia sangat sukar bereaksi maka bahan ini mempunyai pemakaian yang sangat luas.
- Bantalan permata. Pada alat-alat ukur banyak dipakai bantalan dari batu akik seperti batu delima (ruby), dan batu nilam (sapphire). Batu nilam yang mengalami perlakuan panas dapat menjadi sekeras intan.

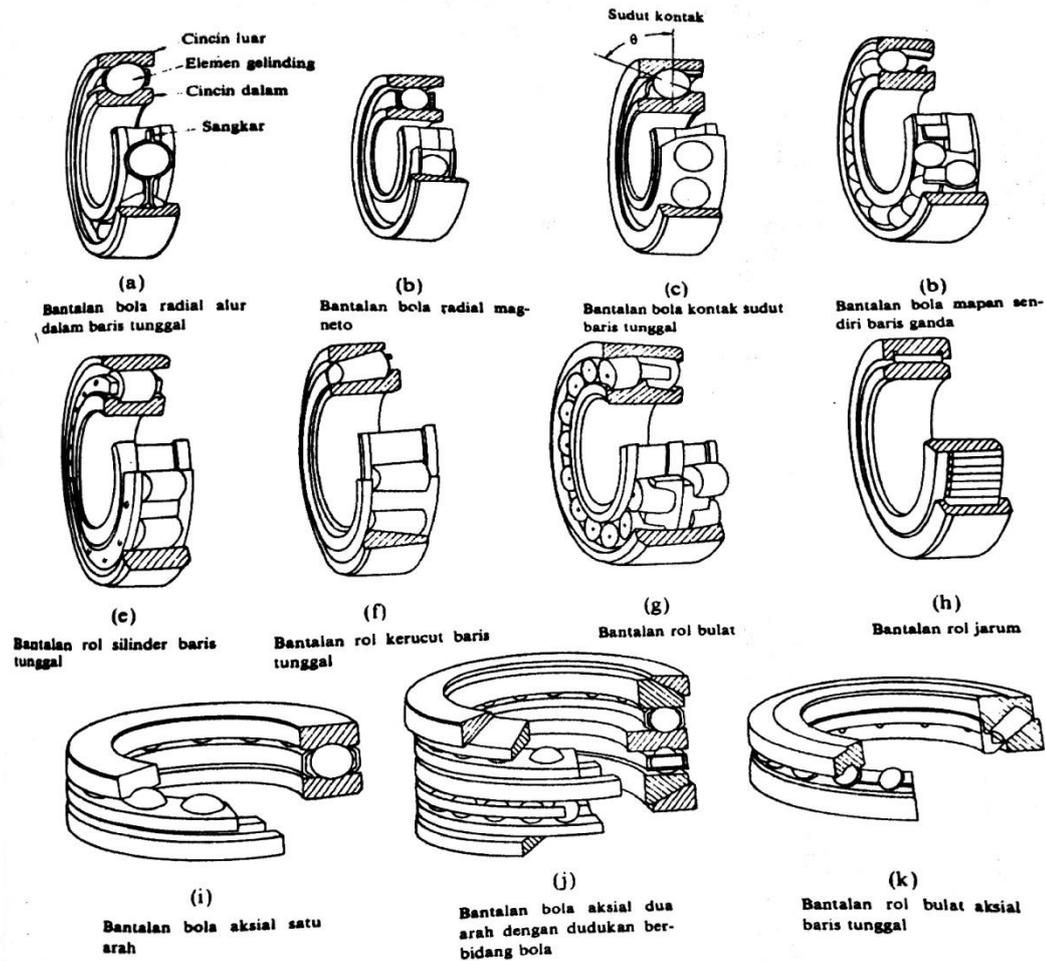
Tabel 2.1 Sifat-sifat bahan bantalan luncur (DasarPerencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin, Sularso dan Kiyokatsu Suga)

Bahan bantalan	Kekerasan H <sub>B</sub>	Tekanan maksimum yang diperbolehkan (kg/mm <sup>2</sup> )	Temperatur maks yang diperbolehkan (°C)
Besi cor	160-180	0,3-0,6	150
Perunggu	50-100	0,7-2,0	200
Kuningan	80-150	0,7-2,0	200
Perunggu fosfor	100-200	1,5-6,0	250
Logam putih berdasar Sn	20-30	0,6-1,0	150
Logam putih berdasar Pb	15-20	0,6-0,8	150
Paduan Cadmium	30-40	1,0-1,4	250
Kelmet	20-30	1,0-1,8	170
Paduan Aluminium	45-50	2,8	100-150
Perunggu timah hitam	40-80	2,0-3,2	220-250

## 2. *Bearing* gelinding

*Bearing* gelinding mempunyai keuntungan dari gesekan gelinding yang sangat kecil dibanding dengan bantalan luncur. Seperti diperlihatkan Gambar 2.2, elemen gelinding seperti bola atau rol, dipasang antara cincin liar dan cincin dalam. Dengan memutar salah satu cincin tersebut, bola atau rol akan membuat gerakan gelinding sehingga gesekan diantaranya akan jauh lebih kecil. Untuk bola atau rol, ketelitian tinggi dalam bentuk dan ukuran merupakan keharusan. Karena luas bidang kontak antara bola atau rol dengan cincin nya sangat kecil maka besarnya beban per satuan luas atau tekanannya menjadi sangat tinggi. Dengan demikian bahan yang dipakai harus mempunyai ketahanan dan kekerasan yang tinggi.

*Bearing* gelinding, seperti pada *Bearing* luncur, dapat diklarifikasi atas : bantalan radial, yang terutama membawa beban radial dan sedikit beban aksial dan bantalan aksial yang membawa beban yang sejajar sumbu poros. Menurut bentuk elemen gelindingnya, dapat pula dibagi atas bantalan bola dan bantalan rol. Demikian pula dapat dibedakan menurut banyaknya baris dan kontruksi dalamnya. Bantalan yang cincin dalam dan cincin luarnya dapat saling dipisahkan disebut macam pisah



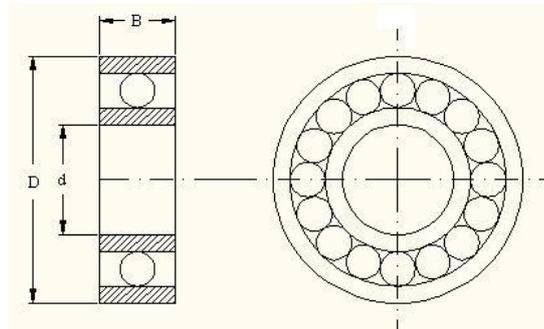
Gambar 2.2 macam-macam bantalan gelinding (Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin, Sularso dan Kiyokatsu Suga)

Menurut diameter luar atau diameter dalamnya, bantalan gelinding dapat dibagi atas :

Diameter luar lebih dari 800 (mm)	Ultra besar
Diameter luar 180-800 (mm)	Besar
Diameter luar 80-180 (mm)	Sedang
Diameter dalam 10 (mm) atau lebih, dan diameter luar sampai 80 (mm)	Kecil
Diameter dalam kurang dari 10 (mm), dan diameter luar 9 (mm) atau lebih	Diameter kecil
Diameter luar kurang dari 9 (mm)	Miniatur

Menurut pemakaiannya, dapat digolongkan atas bantalan otomobil, bantalan mesin, dan bantalan instrumen. Bantalan gelinding biasa terdapat dalam ukuran

metris dan inch, dan distandarkan menurut ISO dengan nomor kode internasional menurut ukurannya, bisa dilihat gambar *Bearing* gelinding pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 *Bearing* gelinding (DasarPerencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin, Sularso dan Kiyokatsu Suga)

Tabel 2.2. Bantalan Bola tunggal (DasarPerencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin, Sularso dan Kiyokatsu Suga)

Jenis terbuka	Nomor Bantalan		Ukuran luar (mm)				Kapasitas nominal dinamis spesifik $C$ (kg)	Kapasitas nominal statis spesifik $C_o$ (kg)
	Dua sekat	Dua sekat tanpa kontak	D	D	B	R		
6000			10	26	8	0,5	360	196
6001	6001ZZ	6001VV	12	28	8	0,5	400	229
6002	6002ZZ	6002VV	15	32	9	0,5	440	263
6003	6003ZZ	6003VV	17	35	10	0,5	470	296
6004	6004ZZ	6004VV	20	42	12	1	735	465
6005	6005ZZ	6005VV	25	47	12	1	790	530
6006	6006ZZ	6006VV	30	55	13	1,5	1030	740
6007	6007ZZ	6007VV	35	62	14	1,5	1250	915
6008	6008ZZ	6008VV	40	68	15	1,5	1310	1010
6009	6009ZZ	6009VV	45	75	16	1,5	1640	1320
6010	6010ZZ	6010VV	50	80	16	1,5	1710	1430

### 3. Perbandingan Antara *Bearing* Luncur Dengan *Bearing* Gelinding

*Bearing* luncur mampu menumpu poros berputaran tinggi dengan beban besar. *Bearing* ini sederhana konstruksinya dan dapat dibuat serta dipasang dengan mudah. Karena gesekannya yang besar pada waktu mulai jalan, *Bearing* luncur memerlukan momen awal yang besa. Pelumasan pada *Bearing* ini tidak begitu sederhana. Panas yang timbul dari gesekan yang besar, terutama pada beban besar, memerlukan pendingin khusus. Sekalipun demikian, karena ada lapisan pelumas, *Bearing* ini dapat meredam tumbukan dan getaran sehingga hampir tidak bersuara. Tingkat ketelitian yang diperlukan tidak setinggi *Bearing* gelinding sehingga dapat lebih murah (Sularso & suga, 1978).

*Bearing* gelinding pada umumnya lebih cocok untuk beban kecil dari pada *Bearing* luncur, tergantung pada bentuk elemen gelindingnya. Putaran pada *Bearing* ini dibatasi oleh gaya sentrifugal yang timbul pada elemen gelinding tersebut. Karena konstruksinya yang sukar dan ketelitiannya yang tinggi, maka *Bearing* gelinding hanya dapat dibuat oleh pabrik-pabrik tertentu saja. Adapun harganya pada umumnya lebih mahal dari pada *Bearing* luncur. Untuk menekan biaya pembuatan serta memudahkan pemakaian, *Bearing* gelinding diproduksi menurut standar dalam berbagai ukuran dan bentuk. Keunggulan *Bearing* ini adalah pada gesekannya yang sangat rendah. Pelumasannya pun sangat sederhana, cukup dengan minyak gemuk/grace, bahkan pada macam yang memakai seal sendiri tak perlu pelumasan lagi. Meskipun ketelitiannya sangat tinggi, namun karena adanya gerakan elemen gelinding, pada putaran tinggi *Bearing* ini agak gaduh dibanding dengan *Bearing* luncur. Pada waktu memilih *Bearing*, ciri masing-masing harus dipertimbangkan sesuai dengan pemakaian, lokasi, dan macam beban yang akan dialami (Sularso&suga, 1978).

#### 4. Atas Dasar Arah Beban Terhadap Poros

Untuk klarifikasi *Bearing* diatas dasar arah beban terhadap poros dapat dibedakan menjadi 3, yaitu :

- *Bearing* radial

Pada *Bearing* radial terjadi gesekan yang sangat besar sehingga dilakukan pelumasan yang tidak begitu sederhana dan memerlukan pendinginan khusus. Pelumasan pada *Bearing* ini menggunakan arah dan arah pelumasan pada *Bearing* ini yaitu tegak lurus dengan sumbu poros. Arah beban yang ditumpu *Bearing* ini jauh lebih banyak mengarah tegak lurus pada garis sumbu poros (Sularso&suga, 1978).

- *Bearing* aksial

*Bearing* ini juga hampir sama seperti *Bearing* radial dan juga menggunakan pelumasan yang tidak begitu sederhana. Arah pelumasan pada *Bearing* ini yaitu sejajar dengan sumbu poros. Arah beban *Bearing* ini jauh lebih banyak mengarah sepanjang garis sumbu poros atau sejajar dengan sumbu poros (Sularso&suga, 1978).

- *Bearing* gelinding khusus

*Bearing* ini dapat menumpu beban yang arahnya sejajar dan tegak lurus sumbu poros (Sularso & suga, 1978). Meskipun *Bearing* gelinding khusus ini menguntungkan, banyak konsumen memilih bantalan luncur dalam hal tertentu, contohnya bila kebisingan bantalan mengganggu dan kejutan yang kuat dalam putaran bebas.

### 2.3 Jenis-jenis *Bearing*

*Bearing* juga mempunyai berbagai jenis berdasarkan kegunaan dan jenis gesekan yang dialami *Bearing* tersebut. *Bearing* dibagi menjadi 2 bagian, yaitu :

#### a) Solid *Bearing*

Shaft berputar pada permukaan *Bearing*. Antara shaft dan *Bearing* dipisahkan oleh lapisan tipis oli pelumas. Ketika berputar pada kecepatan operasional shaft ditahan oleh lapisan tipis oli bukan oleh *Bearing*. Solid *Bearing* juga mempunyai keuntungan yaitu biaya penggantian lebih murah dan dapat menahan berat beban radial. Yang termasuk solid *Bearing* bisa dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 solid *Bearing* (<http://www.miether.com/products/mmw-series.html>)

#### b) Sleeve/Bushing *Bearing*

Bentuk yang sangat sederhana dari solid *Bearing* adalah Sleeve *Bearing* atau juga disebut bushings. Sleeve *Bearing* umumnya dipakai pada shaft nya roda yang bergerak dari awal. Camshaft ditahan pada posisinya oleh sleeve *Bearing* pada engine block. Shaft yang ditahan oleh *Bearing* disebut Journal, dan penahanan ke bagian luarnya oleh sleeve. Bila Journal dan Sleeve terbuat dari logam, dengan pelumasan yang bagus memungkinkan sangat sedikit kontak yang terjadi antara dua permukaan.

Sleeve *Bearing* umumnya menggunakan pelumasan bertekanan yang melewati lubang pada *Journal*. Contoh bushing *Bearing* bisa dilihat pada gambar 2.5 .



Gambar 2.5 Bushing *Bearing* (<http://www.nationalbronze.com/News/product-spotlight-hammer-case-bushing/>)

c) *Bearing Split-half*

*Bearing* lebih banyak dipakai pada automotive engine yaitu pada Crankshaft dan connecting rod. Crankshaft rod *Bearing caps* menggunakan splithalf *Bearing* yang menempel pada rod piston. Contoh *Bearing* split-half bisa dilihat pada gambar 2.6 .



Gambar 2.6. Split-half *Bearing* (<http://www.tbc-ltd.com/bearings/split-roller-bearings.html>)

d) Anti Friction *Bearing*

Anti Friction *Bearing* digunakan pada benda-benda yang berputar, untuk mengurangi gesekan dan memperkecil gesekan awal pada permukaan *Bearing* yang rata/datar Anti Friction *Bearing* dapat dilihat pada gambar 2.7 gambar 2.8



Gambar 2.7 Ball *Bearing* (<https://www.igus.com/info/ball-bearings-materials-guide-ca>)



Gambar 2.8 Roller *Bearing* (<https://www.indiamart.com/proddetail/needle-roller-bearing-11740438748.html>)

#### 2.4 Pemilihan jenis *Bearing*

Dalam banyak jenis mesin berat dan mesin-mesin khusus yang diproduksi dalam jumlah kecil, lebih dipilih bantalan-bantalan bercangkang memberikan sarana pengikatan bantalan secara langsung ke rangka mesin dengan menggunakan baut, bukan dengan menyisipkannya ke dalam ceruk yang dibuat dalam rumah mesin, seperti pada bantalan-bantalan diluar cangkang.

Gambar 2.9 menunjukkan konfigurasi yang paling umum untuk bantalan bercangkang: blok bantalan (*pillow block*). Rumah bantalan ini dibuat dari baja bentukan, besi cor, atau baja cor, dengan lubang-lubang melingkar atau lubang-lubang memanjang yang tersedia untuk pemasangannya selama perakitan mesin, yakni pada saat penyetulan bantalan dilakukan. Bantalan-bantalannya sendiri sebenarnya adalah jenis-jenis bantalan yang telah dibahas dalam bagian-bagian terdahulu; bola, rol kerucut, atau rol bundar.



Gambar 2.9 Bentuk-bentuk bantalan bercangkang (Mott, Robert L., Alih bahasa oleh Ir. Rines M.T., DKK (2007). *ELEMEN – ELEMEN MESIN DALAM PERANCANGAN MEKANIS* (Jilid 1).)

Karena bantalan ini sama dengan bantalan yang telah dibahas, proses pemilihannya juga sama. Kebanyakan katalog memberikan diagram data yang secara luas memuat kapasitas pengangkutan beban pada nilai umur yang dinilai secara tertentu.

Ada beberapa jenis dan ukuran bantalan. Unit bantalan geser (*take-up Bearing unit*) adalah bantalan yang dipasang dalam sebuah rumah yang selanjutnya dimasukkan dalam sebuah rangka yang memungkinkan bantalan bersama porosnya bergeser pada tempatnya, seperti yang digunakan pada konveyor, transmisi rantai, transmisi sabuk, dan sebagainya, unit bantalan geser ini memberi kemungkinan penyetelan jarak pusat komponen-komponen penggerak pada saat pemasangan dan selama operasi untuk mengantisipasi terjadinya keausan dan keregangan pada bagian-bagian yang terakut (Robert L Mott).

## 2.5 Bahan-bahan bantalan

Beban pada bantalan gelinding bekerja pada suatu area kecil. Tegangan kontak yang dihasilkan cukup tinggi, apapun jenis bantalannya. Tegangan kontak sekitar 300000 psi bukanlah hal yang luar biasa terjadi pada bantalan-bantalan yang tersedia secara komersial. Untuk menahan tegangan-tegangan semacam itu, bola, roll, dan cincin dibuat dari baja keramik berkekuatan sangat tinggi dan sangat keras.

Bahan bantalan yang paling banyak digunakan adalah baja AISI 52100, yang memiliki kadar karbon yang sangat tinggi yaitu 0,95% hingga 1,10% ditambah 1,30% hingga 1,60% chromium, 0,25% hingga 0,45% mangan, 0,20% hingga 0,30% silikon, dan unsur-unsur logam paduan lainnya dengan jumlah yang rendah namun terkendali. Kandungan kotoran dihilangkan secara hati-hati untuk memperoleh baja yang bersih. Bahan ini diperkeras hingga berkisar 58-65 pada skala Rockwell C sehingga berkemampuan menahan tegangan kontak yang tinggi. Beberapa baja perkakas, khususnya MI dan M50, juga digunakan. Pengerasan kulit dengan karburisasi diberikan untuk baja seperti AISI 3310, 4620, dan 8620 agar diperoleh kekerasan permukaan yang tinggi sebagaimana yang dibutuhkan, tetapi tetap mempertahankan baguan inti yang tangguh. Dibutuhkan kendali kedalaman kulit yang saksama karena tegangan kritis terjadi pada daerah sedikit dibagian dalam permukaan. Beberapa bantalan yang berbeban lebih ringan dan yang terpapar pada lingkungan yang korosif menggunakan unsur-unsur baja tahan karat AISI 440C.

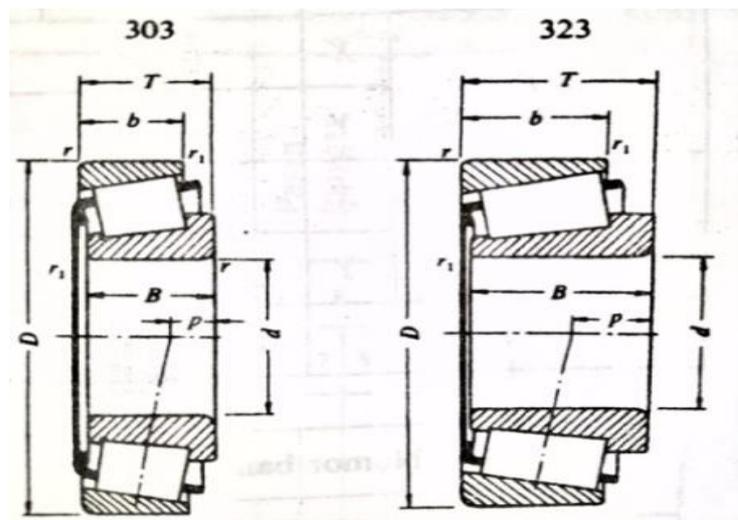
Elemen-elemen gelinding dan komponen-komponen lainnya dapat dibuat dari bahan-bahan keramik, seperti silikon nitrida ( $Si_3N_4$ ). Meskipun biayanya lebih mahal bila dibandingkan dengan baja, keramik menawarkan kekuatan yang signifikan dan kemampuan terhadap suhu yang tinggi sehingga membuatnya lebih disukai untuk aplikasi luar angkasa, mesin tenaga, militer, dan aplikasi lainnya (Robert L Mott).

## 2.6 Data dari pabrikan bantalan

Pemilihan sebuah bantalan gelinding dari katalog pabrikan meliputi pertimbangan-pertimbangan kapasitas beban dan geometri bantalan tersebut. Ada beberapa tabel ukuran bantalan sebagai berikut:

Tabel 2.3 cylindrical roller *Bearing* DIN 5412

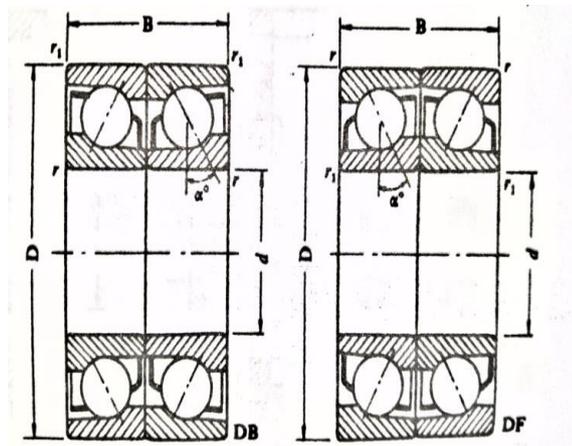
Cylindrical Roller <i>Bearing</i> DIN 5412 T1 (6.82) mm						
Nomor <i>Bearing</i>	D		B	R	$r_1$	
	204	20	47	14	1,5	1
205	25	52	15	1,5	1	
206	30	62	16	1,5	1	
207	35	72	17	2	1	
NU 208	40	80	18	2	2	
209	45	85	19	2	2	
NJ 210	50	90	20	2	2	
Oder 211	55	100	21	2,5	2	
NUP 212	60	110	22	2,5	2	
Oder 213	65	120	23	2,5	2,5	
N 214	70	125	24	2,5	2,5	
215	75	130	25	2,5	2,5	
216	80	140	26	3	3	



Gambar 2.10 sketsa bantalan roll kerucut (DasarPerencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin, Sularso dan Kiyokatsu Suga)

Tabel. 2.4 bantalan roll kerucut (DasarPerencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin, Sularso dan Kiyokatsu Suga)

Nomor Bantalan	Ukuran luar (mm)								Faktor beban aksial		Konstanta	Kapasitas nominal dinamis spesifik (kg)	Kapasitas nominal statis spesifik (kg)
	d	D	T	B	B	R	r <sub>1</sub>	P	Y <sub>1</sub>	Y <sub>0</sub>	E	C	C <sub>0</sub>
30302	15	42	14,25	13	11	1,5	0,5	3,3	2,1	1,2	0,28	1640	1000
30303	17	47	15,25	14	12	1,5	0,5	4,6	2,1	1,2	0,28	2030	1280
30304	20	52	16,25	15	13	2	0,8	4,4	2,0	1,1	0,30	2490	1670
30305	25	62	18,25	17	15	2	0,8	5,0	2,0	1,1	0,30	3300	2250
30306	30	72	20,75	19	16	2	0,8	5,2	1,9	1,0	0,32	4200	2970
30307	35	80	22,75	21	18	2,5	0,8	6,0	1,9	1,0	0,32	5350	3950
30308	40	90	25,25	23	20	2,5	0,8	5,0	1,7	0,95	0,35	6100	4750
30309	45	100	27,25	25	22	2,5	0,8	5,9	1,7	0,95	0,35	7600	6050
30310	50	110	29,25	27	23	3	1	6,1	1,7	0,95	0,35	8900	7150
30312	60	130	33,5	31	26	3,5	1,2	7,1	1,7	0,95	0,35	11900	9950
32304	20	52	22,25	21	18	2	0,8	8,2	2,0	1,1	0,30	3200	2350
32305	25	62	25,25	24	20	2	0,8	9,5	2,0	1,1	0,30	4400	3300
32306	30	72	28,75	27	23	2	0,8	9,7	1,9	1,0	0,32	5650	4500
32307	35	80	32,75	31	25	2,5	0,8	12,1	1,9	1,0	0,32	7000	5700
32308	40	90	35,25	33	27	2,5	0,8	12,3	1,7	0,95	0,35	8150	7000
32309	45	100	38,25	36	30	2,5	0,8	12,5	1,7	0,95	0,35	9850	8600
32310	50	110	42,25	40	33	3	1	13,7	1,7	0,95	0,35	12000	10800



Gambar 2.11 sketsa bantalan bola sudut dalam keadaan terpasang (DasarPerencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin, Sularso dan Kiyokatsu Suga)

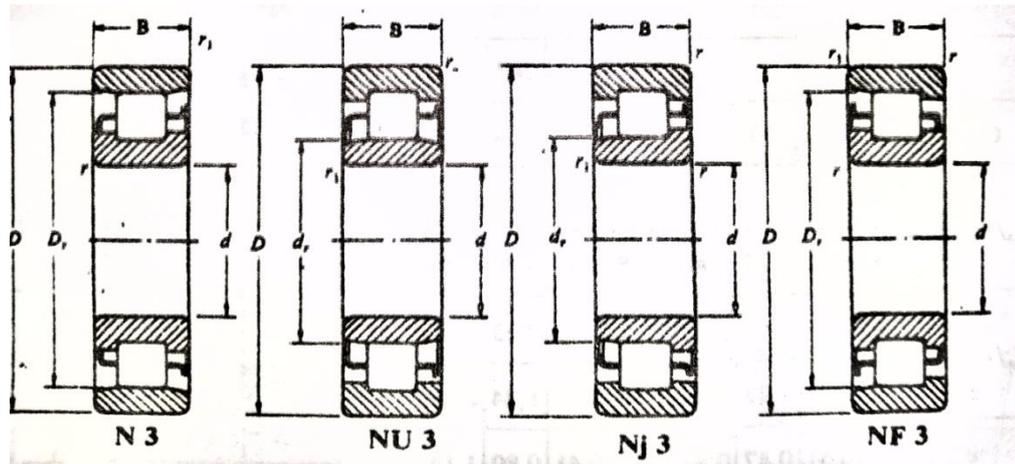
Tabel 2.5 Bantalan bola sudut dalam keadaan terpasang (Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin, Sularso dan Kiyokatsu Suga)

Nomor Bantalan		Ukuran Luar (mm)				
		D	D	B	R	r <sub>1</sub>
7303 A DB	7303 B DB	17	47	28	1,5	0,8
7304 A DB	04 B DB	20	52	30	2	1
7305 A DB	05 B DB	25	62	34	2	1
7306 A DB	7306 B DB	30	72	38	2	1
7307 A DB	07 B DB	35	80	42	2,5	1,2
7308 A DB	08 B DB	40	90	46	2,5	1,2
7309 A DB	7309 B DB	45	100	50	2,5	1,2
7310 A DB	10 B DB	50	110	54	3	1,5
7311 A DB	11 B DB	55	120	58	3	1,5

No nominal A menyatakan  $\alpha = 30^\circ$ , B menyatakan  $\alpha = 40^\circ$ , dan C (ditiadakan dari tabel) menyatakan  $\alpha = 15^\circ$

Tabel 2.6 Bantalan bola sudut dalam keadaan terpasang lanjutan (Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin, Sularso dan Kiyokatsu Suga)

Nomor bantalan	Kapasitas nominal dinamis spesifik C (kg)	Kapasitas nominal statis spesifik C <sub>0</sub> (kg)	Nomor bantalan	Kapasitas nominal dinamis spesifik C (kg)	Kapasitas nominal statis spesifik C <sub>0</sub> (kg)
7303 A DB	2030	1660	7303 A DB	1890	1500
7304 A DB	2390	1990	7304 A DB	2230	1790
7305 A DB	3350	3000	7305 A DB	3100	2680
7306 A DB	4250	3900	7306 A DB	3900	3600
7307 A DB	5100	4900	7307 A DB	4700	4400
7308 A DB	6200	6100	7308 A DB	5700	5450
7309 A DB	8050	8200	7309 A DB	7500	7000
7310 A DB	9400	9700	7310 A DB	8700	8700
7311 A DB	11000	11400	7311 A DB	10100	10300



Gambar 2.12 Sketsa gambar bantalan roll silindris (DasarPerencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin, Sularso dan Kiyokatsu Suga)

Tabel 2.7 bantalan roll silindris seri 300 (DasarPerencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin, Sularso dan Kiyokatsu Suga)

Nomor Bantalan	Ukuran Luar (mm)								Kapasitas nominal dinamis spesifik C (kg)	Kapasitas nominal statis spesifik C <sub>0</sub> (kg)
		D	D <sub>r</sub>	B	D <sub>γ</sub>	d <sub>γ</sub>	R	r <sub>1</sub>		
N 304	NU 304	20	52	15	44,5	20,5	2	1	1630	880
N 305	NU 305	25	62	17	53	35	2	2	2240	1290
N 306	NU 306	30	72	19	62	42	2	2	2990	1820
N 307	NU 307	35	80	21	68,2	46,2	2,5	2	3850	2460
N 308	NU 308	40	90	23	77,5	53,5	2,5	2,5	4600	3000
N 309	NU 309	45	100	25	86,5	58,5	2,5	2,5	6200	4200
N 310	NU 310	50	110	27	95	65	3	3	6750	4900
N 311	NU 311	55	120	29	104,5	70,5	3	3	8650	6400
N 312	NU 312	60	130	31	113	77	3,5	3,5	9700	7250

Tabel 2.8 bantalan roll silindris (www.prema.com.pl/assets/katalog/Lozyska/SKF\_-ozyska\_walcowe\_ENG.pdf)

Principal dimensions						Basic load ratings		Fatigue load limit	Speed ratings		Mass	Designations		
d	D	B	d	D	B	dynamic C	static C <sub>0</sub>	P <sub>u</sub>	Reference speed	Limiting speed	Beating with standard cage	Beating with standard cage	Alternative standard cage designs <sup>1)</sup>	
mm			in			kN		kN	r/min		kg	–		
25 cont.	62	24		2.441	0.945	64	55	6.95	12 000	15 000	0.38	*NU 2305 ECP	J. ML	
	62	24		2.441	0.945	64	55	6.95	12 000	15 000	0.39	*NJ 2305 ECP	ML	
	62	24		2.441	0.945	64	55	6.95	12 000	15 000	0.38	*NUP 2305 ECP	ML	
30	55	13	1.181	2.165	0.512	17.9	17.3	1.86	14 000	15 000	0.12	NU 1006	–	
	62	16		2.441	0.630	44	36.5	4.55	13 000	14 000	0.23	*NU 206 ECP	J. ML	
	62	16		2.441	0.630	44	36.5	4.55	13 000	14 000	0.24	*NJ 206 ECP	J. ML	
	62	16		2.441	0.630	44	36.5	4.55	13 000	14 000	0.22	*NUP 206 ECP	ML	
	62	16		2.441	0.630	44	36.5	4.55	13 000	14 000	0.2	*N 206 ECP	–	
	62	20		2.441	0.787	55	49	6.1	13 000	14 000	0.26	*NU 2206 ECP	J. ML	
	62	20		2.441	0.787	55	49	6.1	13 000	14 000	0.27	*NJ 2206 ECP	J. ML	
	62	20		2.441	0.787	55	49	6.1	13 000	14 000	0.27	*NUP 2206 ECP	ML	
	72	19		2.835	0.748	58.5	48	6.2	11 000	12 000	0.4	*NU 306 ECP	J. M. ML	
	72	19		2.835	0.748	58.5	48	6.2	11 000	12 000	0.41	*NJ 306 ECP	J. M. ML	
	72	19		2.835	0.748	58.5	48	6.2	11 000	12 000	0.38	*NUP 306 ECP	J. M. ML	
	72	19		2.835	0.748	58.5	48	6.2	11 000	12 000	0.36	*N 306 ECP	–	
	72	27		2.835	1.063	83	75	9.65	11 000	12 000	0.53	*NU 2306 ECP	ML	
72	27		2.835	1.063	83	75	9.65	11 000	12 000	0.54	*NJ 2306 ECP	ML		
72	27		2.835	1.063	83	75	9.65	11 000	12 000	0.55	*NUP 2306 ECP	ML		
90	23		3.543	0.906	60.5	53	6.8	9 000	11 000	0.75	NU 406	–		
90	23		3.543	0.906	60.5	53	6.8	9 000	11 000	0.77	NJ 406	–		

Nomor yang mendahului dua digit terakhir menunjukkan kelas. Misalnya : beberapa pabrikan menggunakan seri 100 yang menunjukkan kelas ekstra ringan, 200 untuk kelas ringan, 300 untuk sedang, dan 400 untuk kelas berat. Tiga digit dapat dimulai dengan digit lain yang menunjukkan suatu kode rancangan khusus dari pabrik pembuatan.

Bantalan-bantalan jenis berukuran relatif dari kelas-kelas bantalan inci tersedia dengan lubang berkisar dari 0,125 hingga 15,000 in. Dengan terlebih dahulu mempertimbangkan kapasitas pembawaan beban, data yang dilaporkan untuk masing-masing rancangan bantalan meliputi tingkat beban dinamis dasar, C, dan tingkat beban statis dasar, C<sub>0</sub>.

Tingkat beban statis dasar adalah beban yang dapat ditahan oleh bantalan tanpa menimbulkan deformasi permanen pada suatu komponen. Jika beban ini terlampaui, hasil yang paling mungkin terjadi adalah lengkungan pada salah satu cincin bantalan akibat elemen-elemen yang menggelinding. Deformasi yang terjadi akan sama dengan yang dihasilkan dalam uji kekerasan Brinell, dan kerusakan ini kadang di sebut sebagai *brinelling*. Operasi bantalan setelah

mengalami *brinelling* akan menjadi sangat berisik, dan beban tumbukan pada daerah yang berlekuk akan menyebabkan bantalan cepat aus dan kerusakan yang semakin parah.

Untuk memahami tingkat beban dinamis dasar, pertama-tama perlu membahas konsep tingkat umur (*rated life*) sebuah bantalan. Kelelahan terjadi dalam jumlah siklus pembebanan yang besar, untuk bantalan. Ini terjadi dalam sejumlah besar putaran. Kelelahan juga merupakan fenomena statistik sebaran umur yang nyata dalam kelompok bantalan dengan rancangan tertentu. Tingkat umur merupakan cara baku untuk melaporkan hasil dari banyak pengujian bantalan dengan rancangan tertentu. Ini menunjukkan umur yang akan berhasil dicapai tingkat 90% bantalan dengan tingkat beban tertentu. Sebagai catatan, bahwa tingkat umur ini juga menunjukkan umur yang tidak akan dicapai 10% bantalan. Tingkat umur secara khas menunjukkan umur  $L_{10}$  pada tingkat beban tertentu.

Sekarang tingkat beban dinamis dasar (*basic dynamic load*) dapat didefinisikan sebagai beban yang dapat diberikan pada bantalan sehingga mampu mencapai tingkat umur ( $L_{10}$ ) sebanyak satu juta putaran. Untuk itu, pabrik wajib menyediakan seperangkat data yang berkaitan dengan beban dan umur.

Anda perlu menyadari bahwa pabrikan-pabrikan menggunakan dasar yang berbeda-beda untuk tingkat umur. Misalnya beberapa pabrikan menggunakan 90 juta siklus sebagai tingkat umur dan menentukan tingkat beban untuk mencapai umur tersebut. Juga, beberapa pabrikan akan melaporkan *umur rata-rata (average life)*, dimana 50% dari sejumlah bantalan tidak akan mampu bertahan.

## 2.7. Kapasitas Nominal Bantalan Gelinding

Ada dua macam kapasitas nominal, yaitu kapasitas nominal dinamis spesifik dan kapasitas nominal statis spesifik.

Misalkan sejumlah bantalan membawa beban tanpa variasi dalam arah yang tetap. Jika bantalan tersebut adalah bantalan radial, maka bebannya adalah radial murni, cincin luar diam dan cincin dalam berputar. Jika bantalan tersebut adalah bantalan aksial, maka kondisi bebannya adalah aksial murni, satu cincin diam dan cincin yang lain berputar. Jumlah putaran adalah 1.000.000 (atau 33,3 rpm selama 500 jam). Setelah menjalani putaran tersebut, jika 90(%) dari jumlah bantalan

tersebut tidak menunjukkan kerusakan karena kelelahan oleh beban gelinding pada cincin atau elemen gelindingnya, maka besarnya beban tersebut dinamakan kapasitas nominal dinamis spesifik, dan umur yang bersangkutan disebut umur nominal.

Jika bantalan membawa beban dalam keadaan diam (atau berayun-ayun), dan pada titik kontak yang menerima tegangan maksimum besarnya deformasi permanen pada elemen gelinding ditambah besarnya deformasi cincin menjadi 0,0001 kali diameter elemen gelinding, maka beban tersebut dinamakan kapasitas nominal statis spesifik.

Kedua macam beban di atas merupakan faktor dasar yang pertama dalam pemilihan bantalan. Rumus-rumus perhitungan beban dinamis spesifik dulu belum diseragamkan di seluruh dunia. Hal ini dapat dilihat pada perbedaan besarnya harga beban dinamis spesifik C dari bantalan yang sama ukurannya tetapi dibuat oleh pabrik yang berbeda.

Dalam tahun 1959, persamaan teoritis dari Lundberg dan Palmgrens diterima oleh ISO, dan dimasukkan dalam JIS B 1518. Pada saat ini, semua produsen bantalan menggunakan standar perhitungan tersebut sehingga harga C yang terdapat dalam katalog bantalan dari berbagai pabrik sama besarnya untuk bantalan yang sama ukuran-nya.

## 2.8. Perhitungan Beban Dan Umur Bantalan Gelinding

### 1. Perhitungan Beban Ekuivalen

Suatu beban yang besarnya sedemikian rupa hingga memberikan umur yang sama dengan umur yang diberikan oleh beban dan kondisi putaran sebenarnya disebut beban ekuivalen dinamis.

Jika suatu deformasi permanen, ekuivalen dengan deformasi permanen maksimum yang terjadi karena kondisi beban statis yang sebenarnya pada bagian dimana elemen gelinding membuat kontak dengan cincin pada tegangan maksimum, maka beban yang menimbulkan deformasi tersebut dinamakan beban ekuivalen statis.

Faktor  $V$  sama dengan 1 untuk pembebanan pada cincin dalam yang berputar, dan 1,2 untuk pembebanan pada cincin luar yang berputar. Harga-harga  $X$  dan  $Y$  terdapat dalam Tabel 2.9.



## 2. Perhitumngan Umur Nominal

Umur nominal  $L$  (90% dari jumlah sampel, setelah berputar 1 juta putaran, untuk bantalan bola, tidak memperlihatkan kerusakan karena kelelahan gelinding) dapat ditentukan sebagai berikut.

Jika  $C$  (kg) menyatakan beban nominal dinamis spesifik dan  $P$  (kg) beban ekivalen dinamis, maka faktor kecepatan  $f_n$  adalah:

$$\text{Untuk bantalan bola, } f_n = \left(\frac{33,3}{n}\right)^{1/3} \quad (2.1)$$

$$\text{Untuk bantalan rol, } f_n = \left(\frac{33,3}{n}\right)^{3/10} \quad (2.2)$$

Faktor umur adalah :

$$\text{Untuk kedua bantalan, } f_h = f_n \frac{C}{P} \quad (2.3)$$

Umur nominal  $L_h$  adalah :

$$\text{Untuk bantalan bola, } L_h = 500f_h^3 \quad (2.4)$$

$$\text{Untuk bantalan rol, } L_h = 500f_h^{10/3} \quad (2.5)$$

Dengan bertambah panjangnya umur karena adanya perbaikan besar dalam mutu bahan dan karena tuntutan keandalan yang lebih tinggi, maka bantalan modern di rencanakan dengan  $L$  yang dikalikan dengan faktor koreksi. Jika  $L$  menyatakan keandalan umur  $(100-n)(\%)$ , maka

$$L_n = a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \cdot L_h \quad (2.6)$$

Tabel 2.11 Harga faktor keandalan. (DasarPerencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin, Sularso dan Kiyokatsu Suga)

Faktor keandalan (%)	$L_n$	$a_1$
90	$L_{10}$	1
95	$L_5$	0,62
96	$L_4$	0,53
97	$L_3$	0,44
98	$L_2$	0,33
99	$L_1$	0,21

### 3. Faktor beban dan beban rata-rata

Jenis dan gabungan bantalan pada prinsipnya harus dipilih sedemikian hingga satu beban radial dapat dipikul oleh dua bantalan, dan beban aksialnya ditahan oleh salah satu dari kedua bantalan tersebut.

Jika terdapat getaran atau tumbukan, perhitungan beban harus dikalikan dengan faktor beban  $f_w$ ; bila putaran bervariasi atau beban berfluktuasi terhadap waktu, maka beban rata-rata harus dihitung.

#### 2.9 Perawatan (Maintenance)

Dalam istilah perawatan, disebutkan ada dua pekerjaan yang dapat dilakukan, yaitu istilah perawatan dan istilah perbaikan, dimana perawatan yang dimaksud adalah sebagai aktifitas untuk mencegah terjadinya kerusakan, sedangkan perbaikan adalah tindakan yang dilakukan untuk memperbaiki kerusakan. Manajemen perawatan mesin merupakan hal sangat penting dalam sebuah industri. Buruknya sebuah manajemen perawatan dapat mengakibatkan kerugian di berbagai aspek di dalam perusahaan. Salah satu metode yang unggul digunakan untuk mendeteksi kerusakan komponen mesin seperti bantalan (bearing), adalah Condition-Based Maintenance (CBM). Dengan salah satu metodenya yang handal dan umum digunakan oleh peneliti yaitu analisis berbasis getaran, sehingga dapat mempermudah upaya menemukan kerusakan pada komponen bantalan

CBM merupakan salah satu metode handal baru yang digunakan oleh peneliti sebagai perkembangan metode perawatan pernah ada. Metode perawatan yang sebelumnya menjadi acuan peneliti agar dapat mengetahui kekurangan dari metode-metode sebelum CBM. Metode-metode perawatan tersebut adalah : Preventive Maintenance, Breakdown Maintenance dan Predictive Maintenance. Berikut adalah sedikit penjelasan tentang metode-metode perawatan.

##### a. Perawatan Preventif (Preventive Maintenance)

Preventive Maintenance atau run time based maintenance adalah menjadwalkan aktivitas perawatan pada interval waktu yang sudah ditentukan, berdasarkan jam kerja (running hours) mesin atau kalender. Perbaikan atau penggantian komponen mesin dilakukan sebelum masalah sebenarnya terjadi. Filosofi ini baik untuk mesin atau peralatan yang tidak bekerja secara

kontinu, dan jika personil mempunyai cukup ketrampilan (skill) dan waktu untuk melakukan pekerjaan perawatan. Kerugiannya, bahwa aktivitas perawatan mungkin saja dilakukan terlalu cepat atau terlalu lambat. Hal ini sangat mungkin terjadi, meskipun suatu komponen mesin atau peralatan dapat diganti sekalipun masih memiliki sisa umur pemakaian.

b. Perawatan Setelah Terjadi Kerusakan (Breakdown Maintenance)

Breakdown Maintenance adalah perawatan yang dilakukan ketika sudah terjadi kerusakan pada mesin atau peralatan kerja sehingga mesin tersebut tidak dapat beroperasi secara normal atau terhentinya operasional secara total dalam kondisi mendadak. Breakdown Maintenance ini harus dihindari karena akan terjadi kerugian akibat berhentinya mesin produksi yang menyebabkan tidak tercapai kualitas ataupun output produksi.

c. Perawatan Prediktif (Predictive Maintenance)

Filosofi Prediktif atau Condition Based Maintenance adalah bahwa aktivitas perawatan yang dilakukan hanya bila dideteksi ada indikasi kerusakan (kegagalan fungsi). Kondisi operasional dan fungsional suatu mesin dipantau / dimonitor secara periodik, jika ditemukan adanya indikasi ke arah yang tidak sehat, maka dilakukan indentifikasi pada komponen-komponen mesin yang mengalami kelainan dan dilakukan penjadwalan untuk perawatan. Pada waktu yang paling memungkinkan mesin tersebut akan dimatikan untuk dilakukan penggantian komponen yang rusak.

## 2.10. Pelumasan

### 1. Sistem Pelumasan

Sistem pelumasan antara dua permukaan yang bergerak relatif melibatkan behavior partikel pelumas antara kedua permukaan, tipe pelumas, jenis pelumasan, dan metoda aplikasi pelumas. Pelumas memiliki beberapa fungsi utama yaitu menurunkan gesekan, mengurangi keausan, melindungi permukaan dari korosi atau oksidasi, meredam beban kejut, menghindari kontaminasi, dan mendinginkan permukaan kontak. Untuk mengetahui perilaku pelumas dalam mengurangi efek gesekan diperlukan teori pelumasan yang melibatkan persamaan matematik yang sangat kompleks. Sampai saat ini solusi persamaan differensial

yang mengatur mekanisme pelumasan didasarkan oleh berbagai idealisasi dan penyederhanaan sehingga solusi yang ada adalah masih pendekatan. Tipe pelumas dapat berbentuk gas, cair, maupun padat. Sedangkan jenis pelumasan dibedakan menjadi boundary, mixed boundary, dan full film lubrication. Hal ini didasarkan pada karakteristik gesekan dan lapisan pelumas antara permukaan yang bergesekan. Aplikasi pelumas pada suatu peralatan dapat dilakukan secara manual maupun otomatis dengan menggunakan pompa.

## 2. Jenis Pelumas

Pelumas adalah substansi atau material yang dapat menurunkan gesekan dan keausan serta memberikan “smooth running” dan umur yang memuaskan untuk suatu elemen mesin. Pelumas dapat berwujud gas, cair maupun padat. Semua jenis pelumas ini dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu pelumas alam dan pelumas buatan (sintetic). Dalam aplikasinya, pelumas cair adalah jenis pelumas yang paling banyak digunakan. Pelumas cair memiliki kelebihan yaitu kekuatan geser yang rendah dan kekuatan tekan yang tinggi. Pelumas padat biasanya digunakan pada kondisi dimana pelumas cair tidak dapat bertahan pada permukaan atau pada situasi khusus seperti pada temperatur yang sangat rendah atau sangat tinggi. Sedangkan pelumas berwujud gas atau udara 11-8 digunakan pada kondisi yang sangat khusus dimana dibutuhkan koefisien gesekan yang sangat rendah.

Pelumas cair (liquid lubricants) umumnya adalah minyak oli mineral (alam), minyak oli dari tumbuhan atau binatang, dan oli sintetis. Kadang-kadang air juga digunakan pada peralatan dalam lingkungan air. Pelumas memerlukan “additive” untuk meningkatkan kualitas pelumasan untuk keperluan tertentu. Misalnya additive untuk “extreme pressure” diperlukan pada pelumas untuk roda gigi di mana pelumas akan mengalami beban tekanan yang tinggi. Aditif anti oksidasi dan tahan temperatur tinggi diperlukan untuk oli pelumas engine. Oli pelumas diklasifikasikan berdasarkan viskositas dan kandungan aditifnya.

Pelumas lapisan padat (solid-film lubricants) ada dua jenis yaitu :

- a) Material yang memiliki kekuatan geser yang sangat rendah seperti graphite dan molybdenum disulfida ( $\text{MoS}_2$ ) yang dapat ditambahkan pada permukaan,

- b) Coating seperti misalnya fosfat, oksida, atau sulfida yang dapat terbentuk pada suatu permukaan. Grafit dan MoS<sub>2</sub> biasanya tersedia dalam bentuk bubuk dan dapat dibawa ke permukaan dengan “binder” seperti misalnya grease atau material lain.

Pelumas padat ini memiliki kelebihan dalam hal koefisien gesek yang rendah dan tahan temperatur tinggi. Pelumas padat 11-9 dalam bentuk coating dapat dibentuk pada permukaan dengan reaksi kimia atau elektrokimia. Coating ini biasanya sangat tipis dan akan mengalami keausan dalam jangka waktu tertentu. Beberapa aditif pada oli dapat membentuk coating sulfida pada permukaan secara terus menerus melalui reaksi kimia.

## BAB 3 METODE PENELITIAN

### 3.1. Tempat Dan Waktu

#### 3.1.1 Tempat

Tempat pelaksanaan penelitian ketahanan bearing dan perancangan mesin pencacah limbah botol plastik dan softdrink kapasitas 15 kg/jam. Di gang swadaya, mabar, medan deli

#### 3.1.2 Waktu

Waktu analisis dan penyusunan tugas sarjana ini dilaksanakan pada 02 nopember 2018 dan masih dikerjakan sampai dinyatakan selesai oleh pembimbing.

Tabel 3.1. Jadwal proses kegiatan analisa ketahan bearing dan perancangan mesin pencacah limbah botol plastik

NO	Uraian Kegiatan	Waktu					
		Nov	Des	Jan	Feb	Mar	Apr
1	Pengajuan judul						
2	Studi literature						
3	Pengujian bearing						
4	Penyusunan skripsi						
5	Sidang sarjana						

### 3.2. Alat dan Bahan

Dalam melakukan penelitian ini diperlukan alat dan bahan yang terdapat pada mesin pencacah limbah botol plastik. Alat dan bahan yang digunakan adalah sebagai berikut :

#### 1. Tachometer

Tachometer berfungsi sebagai pengukur kecepatan putaran pada poros atau mesin .



Gambar 3.1 Tachometer

#### 2. Timbangan

timbangan ini berfungsi untuk menimbang suatu beban pada bagian mesin yang mempengaruhi bantalan seperti poros dan pisau, roda gigi, pulley.



Gambar 3.2 Timbangan

### 3. Poros dan pisau pencacah

Poros berfungsi untuk meneruskan tenaga bersama-sama dengan putaran pisau agar dapat mencacah dengan baik.



Gambar 3.3 poros dan mata pisau

### 4. *Bearing*/bantalan

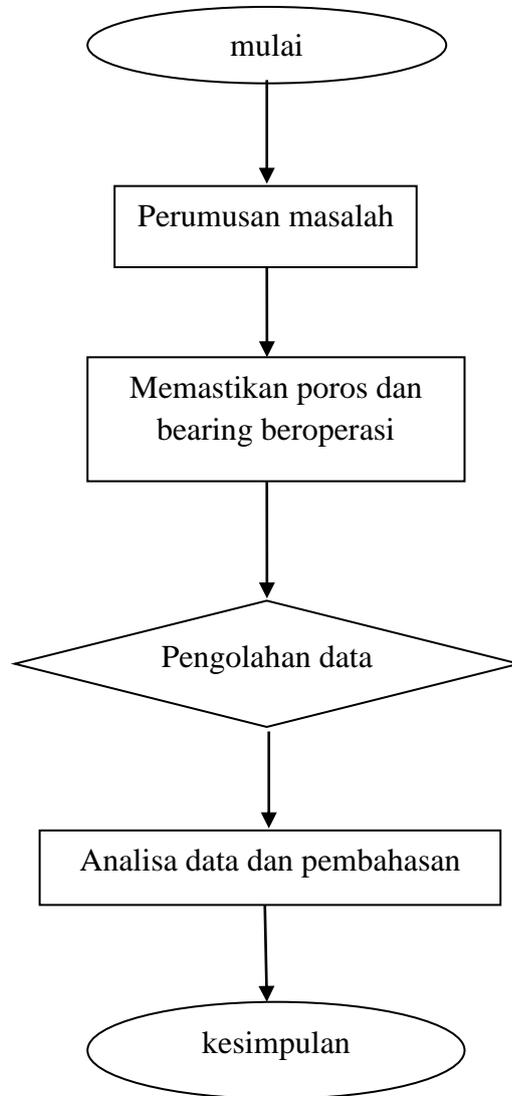
*Bearing* merupakan salah satu bagian dari elemen mesin yang memegang peranan cukup penting karena fungsi dari bearing yaitu untuk menumpu sebuah poros agar poros dapat berputar tanpa mengalami gesekan yang berlebihan. *Bearing* harus cukup kuat untuk memungkinkan poros serta pelumas agar performa dari bearing tersebut selalu baik.



Gambar 3.4 bearing/bantalan

### 3.3. Diagram Alir

Dalam studi kasus yang dilakukan mengikuti langkah – langkah prosedur sebagai berikut:



Gambar 3.5 Diagram alir penelitian ketahanan bearing

### 3.3.1 Penjelasan Diagram Alir

#### 1. Perumusan masalah

Rumusan masalah adalah usaha untuk menyatakan secara tersurat pertanyaan penelitian apa saja yang perlu dijawab atau dicarikan jalan pemecahan masalahnya. Rumusan masalah juga merupakan suatu penjabaran dari indentifikasi masalah dan pembatasan masalah.

#### 2. Memastikan poros dan bearing dapat beroperasi

Memastikan poros dan bearing pada mesin pencacah limbah botol plastik dan softdrink yang kami buat dapat beroperasi.

#### 3. Pengolahan data

Pengolahan data merupakan manipulasi data ke bentuk yang lebih informative atau berupa informasi.

#### 4. Analisa data dan pembahasan

Analisa data dan pembahasan adalah upaya atau cara untuk mengolah data menjadi informasi sehingga karakteristik data tersebut bisa dipahami dan bermanfaat untuk solusi permasalahan, terutama masalah yang berkaitan dengan penelitian.

### 3.4 Metode penelitian

- Menimbang beberapa komponen pada mesin untuk mendapatkan berat yang memberikan beban pada bearing seperti poros, mata pisau, roda gigi, dan sebagainya.
- Menghitung kecepatan pada poros dengan perhitungan perbandingan pulley untuk mendapatkan data kecepatan pada poros.
- Melakukan pengujian *bearing* untuk memastikan *bearing* dapat beroperasi dengan baik dan mencari jurnal untuk mendapatkan data beban tarik limbah botol plastik dan softdrink yang juga memberikan beban pada *bearing* pada saat pencacahan.
- Melakukan pengolahan data serta menganalisa data untuk mendapatkan nilai beban yang diterima pada bearing serta menghitung umur pakai bearing
- Mencari tahu hal-hal yang mendasari dalam pemilihan jenis pelumasan sebagai suatu perawatan.
- Kesimpulan dan saran

## BAB 4

### ANALISA DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Perhitungan Hasil

Sebelum melakukan perhitungan analitis perlu dilakukan pengambilan data kecepatan putaran dan beban pada suatu komponen yang mempengaruhi kinerja *bearing*, seperti poros, mata pisau, roda gigi, dan pulley. Pengambilan data beban dilakukan dengan cara menimbang komponen-komponen tersebut dan pengambilan data kecepatan dilakukan dengan menghitung putaran pada perbandingan pulley, seperti yang terlihat pada gambar.



Gambar 4.1. menimbang komponen mesin

Perhitungan secara analitis dilakukan untuk mendapatkan nilai dan mengetahui usia penggunaan bearing terhadap kinerja poros dan pisau pencacah yang digunakan pada mesin pencacah limbah botol plastik dan softdrink kapasitas 15kg/jam .

- Menghitung putaran poros pada pulley 3,5 inchi

$$\begin{aligned}n &= \frac{\text{pulley pada motor}}{\text{pulley pada poros}} \times \text{putaran motor} \\ &= \frac{3,5 \text{ inchi}}{7 \text{ inchi}} \times 1405 \text{ rpm} \\ &= 702,5 \text{ rpm}\end{aligned}$$

- Menghitung putaran poros pada pulley 2,5 inchi

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{\text{pulley pada motor}}{\text{pulley pada poros}} \times \text{putaran motor} \\
 &= \frac{2,5 \text{ inchi}}{7 \text{ inchi}} \times 1405 \text{ rpm} \\
 &= 501,78 \text{ rpm}
 \end{aligned}$$

Berikut data lapangan yang diambil dari mesin pencacah limbah botol plastik dan soft drink di mabar, bengkelswadaya.

Jenis mesin	: mesin pencacah limbah botol plastik dan softdrink
Kapasitas pencacah	: 15 kg/jam
Jenis bearing	: bearing UCFL 206
Berat poros dan mata pisau	: 13,8 kg
Berat roda gigi	: 1,55 kg
Berat pulley	: 3,38 kg
Diameter pulley pada motor	: 2,5 inchi dan 3,5 inchi
Diamater pulley pada poros	: 7 inchi
Putaran motor	: 1405 rpm
Putaran pisau pencacah	: 702,5 rpm dan 501,78 rpm
Kecepatan potong pisau	: 2,64 m/s dan 1,89 m/s
Tegangan tarik botol plastik	: 6,371186 kg/m
Tegangan tarik <i>soft drink</i>	: 0,003711 kg/m
Jenis material	: plastik dan alumunium

Dari data yang diambil dari lapangan maka langkah awal yaitu menghitung umur *bearing*, menghitung beban yang diterima *bearing*, dan menentukan perawatan pada bearing.

#### 4.2.1 perhitungan umur bearing pada putaran 702,5 rpm

1. Perhitungan umur bearing dengan keandalan 90%

Dalam menghitung umur bearing dengan keandalan 90% hal yang perlu dilakukan adalah menghitung beban yang diterima oleh bearing. Rumus untuk menghitung beban saat mencacah material yang dicacah adalah :

- pencacahan botol plastik

$$\frac{Q}{0,06 \cdot V} (kg/m)$$

Sehingga :

$$= \frac{6,3711}{0,06 \cdot 2,64} (kg/m)$$

$$= 40,22 kg/m$$

- pencacahan *soft drink*

$$\frac{Q}{0,06 \cdot V} (kg/m)$$

Sehingga :

$$= \frac{0,003711}{0,06 \cdot 2,64} (kg/m)$$

$$= 0,0234 kg/m$$

poros dan mata piasu mempunyai berat senilai 13.8 kg, berat roda gigi senilai 1.55 dan berat pulley 3.38 kg jadi beban total yang diterima oleh *bearing* adalah :

- pencacahan botol plastik

$$40,22 + 13,8 + 1,55 + 3,38 = 58,95 kg/m$$

- pencacahan *soft drink*

$$0,0234 + 13,8 + 1,55 + 3,38 = 18,75 kg/m$$

Sehingga gaya yang diterima bearing :

- pencacahan botol plastik

$$F = m \cdot g$$

$$F = 58,95 kg/m \times 9,8 m/s$$

$$F = 577,71 kg m/s$$

$$F = 577,71 N$$

$$F = 0,57771 KN$$

- pencacahan *soft drink*

$$F = m \cdot g$$

$$F = 18,75 \text{ kg/m} \times 9,8 \text{ m/s}$$

$$F = 183,783 \text{ kg m/s}$$

$$F = 183,783 \text{ N}$$

$$F = 0,183783 \text{ KN}$$

Jenis bearing yang digunakan adalah N 206 ecp, *single row cylindrical roller bearings*.

Kapasitas nominal dinamis (C) = 44 kN = 4489,79 kg

Kapasitas nominal Statis (Co) = 36,55 kN = 3729,59 kg

Putaran Motor Penggerak = 1405 rpm

Putaran poros pada *bearing* = 702,5 rpm dan 501,78 rpm

Beban aksial =  $Fa = C_o \cdot 0,056$

$$= 3729 \cdot 0,056 = 208,824$$

Beban radial =  $Fr = \frac{Fa}{V \cdot e}$

$$= \frac{208,824}{1 \cdot 0,26} = 803,169 \text{ kg}$$

## 2. Besar Beban Ekuivalen

Beban ekuivalen dinamis yaitu suatu beban yang besarnya sedemikian rupa sehingga memberikan umur yang sama dengan umur yang diberikan oleh beban dan kondisi putaran sebenarnya.

Besar beban ekuivalen dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$P = X \cdot Fr + Y \cdot Fa$$

Sebelum menghitung besar beban ekuivalen, terlebih dahulu mencari faktor beban radial dan faktor beban aksial dengan cara menghitung perbandingan antara beban aksial dengan *Basic Load Static* (Co) dan didapat :

$$\frac{Fa}{Co} = \frac{208,824}{3729,59} = 0,056$$

Besar faktor perbandingan e dengan  $FaCo = 0,056$  terdapat pada tabel 2.9, sehingga untuk mendapatkan X (faktor beban radial) dan Y (faktor beban aksial) dapat dilihat pada tabel.

$$Y = 2,30$$

Faktor beban radial ( X ) untuk semua perbandingan pada tabel 2.9 adalah 0,56 sehingga beban ekuivalen adalah :

$$P = X \cdot Fr + Y \cdot Fa$$

$$P = (0,56 \cdot 803,169) + (1,71 \cdot 208,824)$$

$$P = 449,77 + 357,089$$

$$P = 806,85 \text{ kg}$$

Umur nominal L (90% dari jumlah sampel, setelah berputar 1 juta putaran

$$f_n = \left( \frac{33,3}{n} \right)^{3/10}$$

$$f_n = \left( \frac{33,3}{702,5} \right)^{3/10}$$

$$f_n = (0,0474)^{0,3}$$

$$f_n = 0,4006$$

Faktor umur adalah :

$$f_h = f_n \frac{c}{p}$$

$$f_h = 0,4006 \frac{4489,79}{806,85}$$

$$f_h = 2,229$$

Umur nominal  $L_h$  adalah :

$$L_h = 500 f_h^{10/3}$$

$$L_h = 500 \cdot 2,229^{3,33}$$

$$L_h = 7231,37 \text{ jam}$$

#### 4.2.2 Perhitungan umur bearing pada putaran 501.78 rpm

##### 1. Perhitungan umur bearing dengan keandalan 90%

Dalam menghitung umur bearing dengan keandalan 90% hal yang perlu dilakukan adalah menghitung beban yang diterima oleh bearing. Rumus untuk menghitung beban saat mencacah material yang dicacah adalah :

- pencacahan botol plastik

$$\frac{Q}{0,06 \cdot V} (\text{kg} / \text{m})$$

Sehingga :

$$= \frac{6,3711}{0,06 \cdot 1,89} (kg/m)$$

$$= 56,18 kg/m$$

- pencacahan *soft drink*

$$\frac{Q}{0,06 \cdot V} (kg/m)$$

Sehingga :

$$= \frac{0,003711}{0,06 \cdot 1,89} (kg/m)$$

$$= 0,032 kg/m$$

poros dan mata piasu mempunyai berat senilai 13.8 kg, berat roda gigi senilai 1.55 dan berat pulley 3.38 kg jadi beban total yang diterima oleh bearing adalah :

- pencacahan botol plastik

$$56,18 + 13,8 + 1,55 + 3,38 = 74,91 kg/m$$

- pencacahan *soft drink*

$$0,032 + 13,8 + 1,55 + 3,38 = 18,762 kg/m$$

Sehingga gaya yang diterima bearing :

- pencacahan botol plastik

$$F = m \cdot g$$

$$F = 74,91 kg/m \times 9,8 m/s$$

$$F = 734,867 kg m/s$$

$$F = 734,867 N$$

$$F = 0,734867 KN$$

- pencacahan *soft drink*

$$F = m \cdot g$$

$$F = 18,762 kg/m \times 9,8 m/s$$

$$F = 184,05 kg m/s$$

$$F = 184,05 N$$

$$F = 0,18405 KN$$

Jenis bearing yang digunakan adalah N 206 ecp, *single row cylindrical roller bearings*.

Kapasitas nominal dinamis (C)= 44 kN = 4489,79 kg

Kapasitas nominal Statis (Co)= 36,55 kN = 3729,59 kg

Putaran Motor Penggerak = 1405 rpm

Putaran poros pada *bearing* = 702,5 rpm dan 501,78 rpm

$$\begin{aligned} \text{Beban aksial} &= Fa = C_o \cdot 0,056 \\ &= 3729 \cdot 0,056 = 208,824 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban radial} &= Fr = \frac{Fa}{V \cdot e} \\ &= \frac{208,824}{1 \cdot 0,26} = 803,169 \text{ kg} \end{aligned}$$

#### 1. Besar Beban Ekuivalen

Beban ekuivalendinamis yaitu suatu beban yang besarnya sedemikian rupa sehingga memberikan umur yang sama dengan umur yang diberikan oleh beban dan kondisi putaran sebenarnya.

Besarbeban ekuivalen dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$P = X \cdot Fr + Y \cdot Fa$$

Sebelum menghitung besar beban ekuivalen, terlebih dahulu mencari faktor beban radial dan faktor beban aksial dengan cara menghitung perbandingan antara beban aksial dengan *Basic Load Static* (Co) dan didapat :

$$\frac{Fa}{Co} = \frac{208,824}{3729,59} = 0,056$$

Besar faktor pembanding e dengan  $FaCo = 0,056$  terdapat pada tabel 2.9, sehingga untuk mendapatkan X (faktor beban radial) dan Y (faktor beban aksial) dapat dilihat pada tabel.

$$Y = 2,30$$

Faktor beban radial ( X ) untuk semua perbandingan pada tabel 2.9 adalah 0,56 sehingga beban ekuivalen adalah :

$$P = X \cdot Fr + Y \cdot Fa$$

$$P = (0,56 \cdot 803,169) + (1,71 \cdot 208,824)$$

$$P = 449,77 + 357,089$$

$$P = 806,85 \text{ kg}$$

Umur nominal L (90% dari jumlah sampel, setelah berputar 1 juta putaran

$$f_n = \left( \frac{33,3}{n} \right)^{3/10}$$

$$f_n = \left( \frac{33,3}{501,78} \right)^{3/10}$$

$$f_n = (0,0474)^{0,3}$$

$$f_n = 0,4431$$

Faktor umur adalah :

$$f_h = f_n \frac{c}{p}$$

$$f_h = 0,4431 \frac{4489,79}{806,85}$$

$$f_h = 2,4656$$

Umur nominal  $L_h$  adalah :

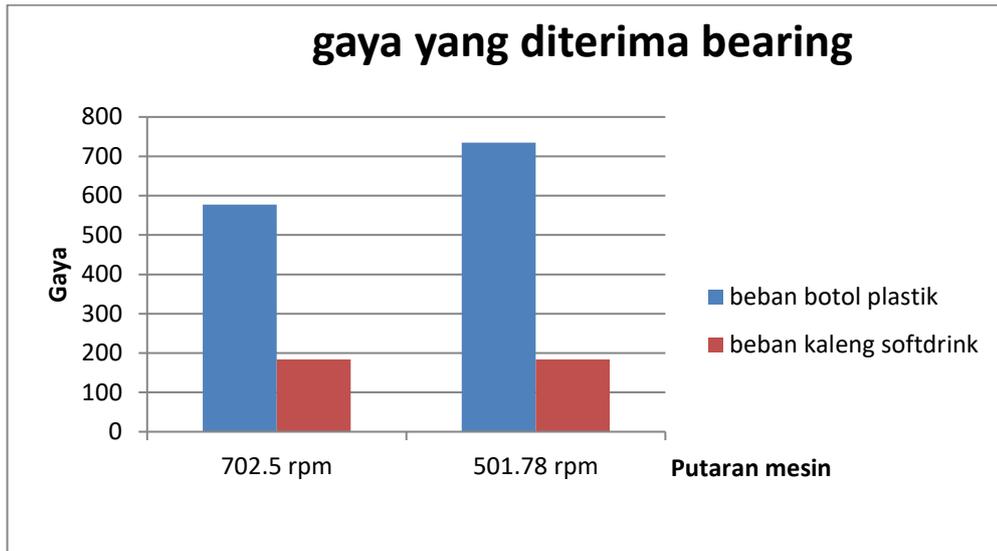
$$L_h = 500 f_h^{10/3}$$

$$L_h = 500 \cdot 2,4656^{3,33}$$

$$L_h = 10095,16 \text{ jam}$$

Tabel 4.1 hasil gaya yang diterima *bearing*

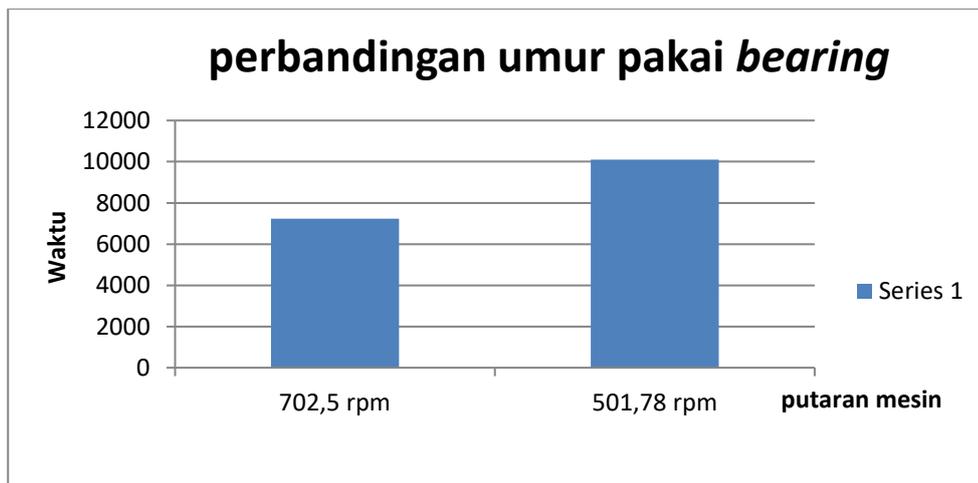
Putaran mesin	Botol plastik	Kaleng softdrink
702,5 rpm	577,71 N	183,783 N
501,78 rpm	734,867 N	184,05 N



Gambar 4.2 grafik gaya yang diterima bearing

Tabel 4.1 hasil umur pakai *bearing*

No	Putaran mesin	Umur pakai pada <i>bearing</i>
1	702,5 rpm	7231,37jam
2	501,78 rpm	10095,16jam



Gambar 4.3 grafik kenaikan umur pakai *bearing*

#### 4.2 Hasil pengamatan pengujian *bearing* saat mesin pencacah beroperasi

Berdasarkan pengamatan, *bearing* ini mampu beroperasi dengan baik saat pencacahan botol plastik dan softdrink tanpa adanya kendala. Dengan kata lain *bearing* dapat menahan beban dan putaran pada saat pencacahan, pada putaran 702,5 rpm ataupun pada putaran 501,78 dan pada beban 183,568 N ataupun pada beban 207,78257 N. Pengujian dan posisi *bearing* pada mesin dapat dilihat pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 pengujian dan posisi *bearing* pada mesin

#### 4.3 Perawatan pada *bearing*

##### 1. Pelumasan pada *bearing*

Pelumasan pada bearing terutama dimaksud untuk mengurangi gesekan dan keausan antara elemen gelinding dan sangkar, membawa keluar panas yang terjadi, mencegah korosi, dan menghindari masuknya debu. Cara pelumasan ada dua macam yaitu pelumasan gemuk dan pelumasan minyak.

Pelumasan gemuk lebih disukai karena penyekatnya 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, pengisian gemuk yang agak berlebihan tidak menjadi keberatan.

Pelumasan minyak merupakan cara yang berguna untuk kecepatan tinggi atau temperatur tinggi, yang paling populer diantaranya adalah pelumasan celup.

##### 2. Pemilihan jenis pelumasan sebagai perawatan bearing ucfl 206

Hal yang mendasari pemilihan pelumas adalah kisaran suhu, kecepatan atau putaran, pengaruh lingkungan. Pelumasan yang akan diberikan pada *bearing*

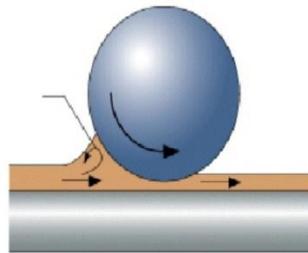
inisebagai perawatan untuk memberikan umur panjang adalah pelumasan gemuk, karena *bearing* ini tidak digunakan pada kecepatan tinggi ataupun temperatur tinggi.

- Pentingnya pelumasan

Pelumasan tidak hanya untuk memperpanjang usia pada *bearing*, tapi pelumasan juga dapat memperoleh keandalan pada roll bearing, menghambat keausan dan melindungi permukaan bantalan terhadap korosi, penghambat suhu atau penghapusan panas.

### 3. arus balik dan pengurangan pada pelumas

Tidak semua pelumas dapat bekerja melindungi kontak bantalan. Hanya sejumlah kecil dari pelumas yang digunakan untuk melumasi kontak bantalan. Karena efek ini sebagian dari minyak di dekat inlet kontak bantalan akan ditolak dan akan menghasilkan arus balik. contoh arus balik pada pelumasan dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.5. arus balik pelumas

Karena kecepatan bantalan saat berputar atau dalam kondisi viskositas yang tinggi dari pelumas tepi kontak, menyebabkan penurunan ketebalan permukaan minyak pelumas saat gesekan terjadi, sehingga dianjurkan pengisian pelumas secara berkala.

Pemberian pelumasan melalui nipel gemuk yang ada pada *bearing*, lubang nipel pada bearing dapat dilihat pada gambar 4.6.



Gambar 4.6 Nipel pada bearing

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### 5.1 Kesimpulan

1. Hal-hal yang mempengaruhi ketahanan bearing adalah kecepatan putaran dan juga pelumasan pada *bearing*.
2. Umur bearing yang digunakan pada mesin pencacah limbah botol plastik dan softdrink adalah 7231,37 jam pada kecepatan putaran 702,5rpm dan 10095,16 jam pada kecepatan putaran 501,78 rpm.
3. Semakin cepat putaran mesin maka beban pencacahan yang diterima *bearing* akan semakin ringan, semakin lambat putaran mesin maka akan semakin berat beban pencacahan yang diterima *bearing*.
4. hal yang mendasari pemilihan pelumas adalah kisaran suhu, kecepatan putaran, dan pengaruh lingkungan.

#### 5.2 Saran

1. Berdasarkan kesimpulan yang didapat penulis dapat menyimpulkan bahwa kecepatan putaran, suhu, dan pelumasan bearing mempengaruhi ketahanan bearing sehingga perlu dilakukan pengecekan bearing pada mesin pencacah dan pemberian pelumasan secara berkala agar perawatan bearing dapat dilakukan dengan baik sehingga bearing mempunyai masa kerja yang cukup lama .
2. Perlu dilakukan analisa lebih lanjut terhadap ketahanan pada bearing serta kapasitas mesin dengan usia pemakaian bearing sehingga bearing tidak mudah rusak dan waktu penggunaan bearing bisa lebih lama

## DAFTAR PUSTAKA

[e-journal.upp.ac.id/index.php/aptk/article/view/90/\\_58.pdf](http://e-journal.upp.ac.id/index.php/aptk/article/view/90/_58.pdf)

[eprint.dinus.ac.id/5204/1/P30-TI46-Semantik-Jamari-Undip.pdf](http://eprint.dinus.ac.id/5204/1/P30-TI46-Semantik-Jamari-Undip.pdf)

<https://masmukti.files.wordpress.com/2011/10/bab-11-bantalan-dan-sistem-pelumasan1.pdf>

<http://repository.umy.ac.id/bitstream/handle/123456789/17501/BAB%202.pdf?sequence=6&isAllowed=y>

Mott, Robert L., Alih bahasa oleh Ir. Rines M.T., DKK (2007). *ELEMEN – ELEMEN MESIN DALAM PERANCANGAN MEKANIS* (Jilid 1). Yogyakarta: penerbit ANDI

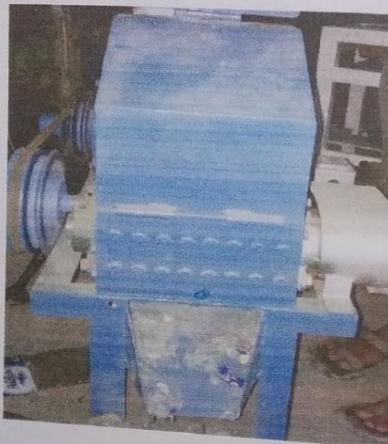
Sri Mulyadi, Fenima Halaya. 2011. *Karakteristik sifat mekanis kaleng minuman*.3(2):70-73

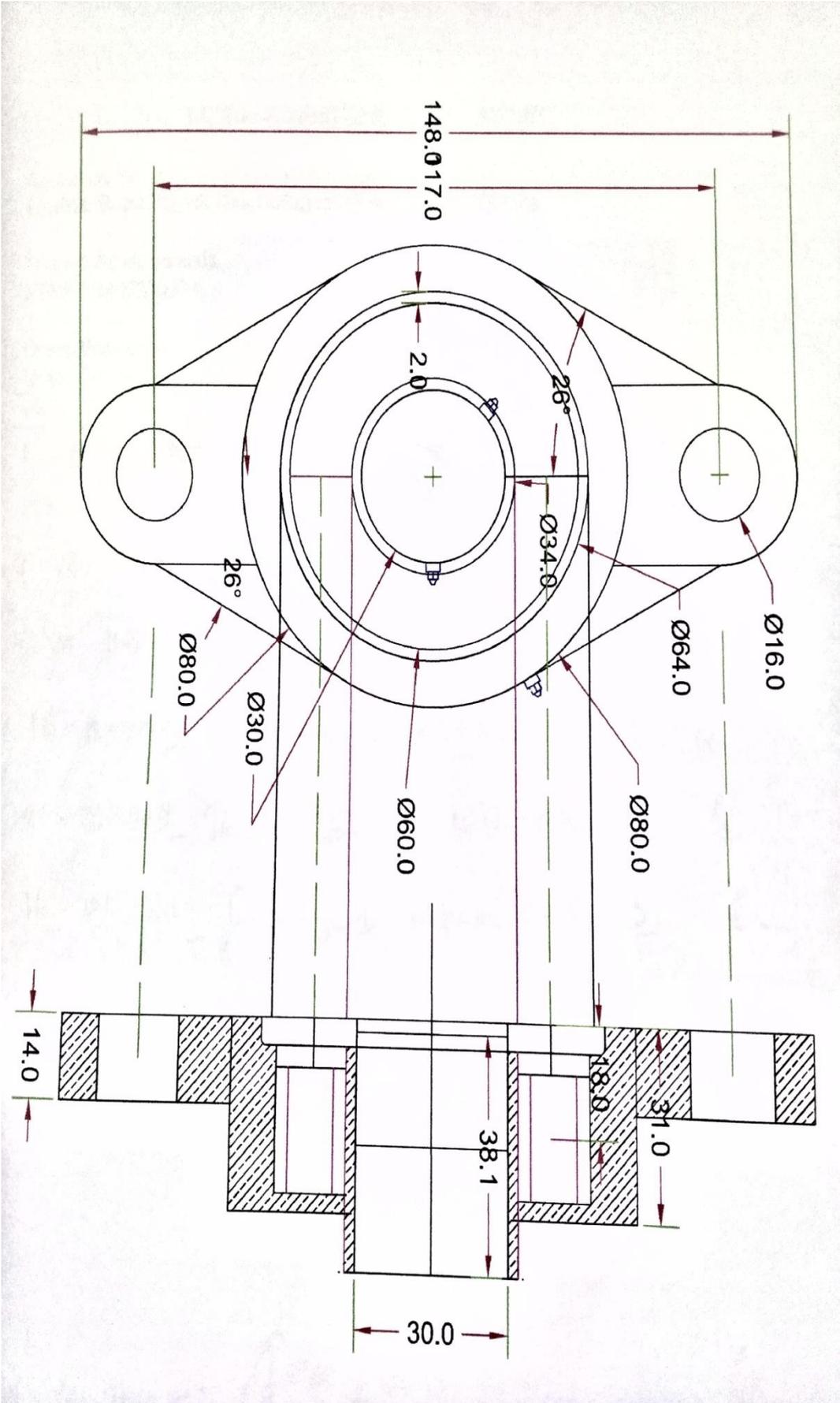
Sularso, & Suga, K. (1978). *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.

Suyadi.2010. *kaji eksperimen kekuatan tarik produk-produk berbahan plastik daur ulang*.D(18):107-110

[www.prema.com.pl/assets/katalog/Lozyska/SKF\\_-\\_ozyska\\_walcowe\\_ENG.pdf](http://www.prema.com.pl/assets/katalog/Lozyska/SKF_-_ozyska_walcowe_ENG.pdf)

## LAMPIRAN





### LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Analisa Ketahanan Dan Perawatan Bearing UCFL206 Pada Mesin Pencacah Limbah Botol Plastik Dan Softdrink Kapasitas 15 Kg/Jam

Nama : Rendi Irwanda  
NPM : 1407230232

Dosen Pembimbing 1 : Khairul Umurani, S.T., M.T.

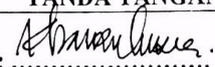
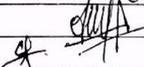
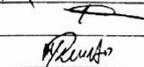
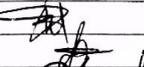
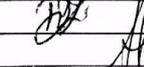
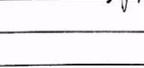
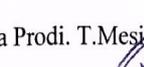
Dosen Pembimbing 2 : Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T.

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1	9-11-2018	Pemberian orientasi tugas.	h
2	12-11-2018	Revisi: pendahuluan	h
3	25-11-2018	Revisi: tinjauan pustaka.	h
4	17-12-2018	Revisi: Metode	h
5	21-12-2018	Revisi: analisis data	h
6	16-01-2019	Izin kependaftaran 2	h

28-2-2019 - Revisi kesimpulan h.

**DAFTAR HADIR SEMINAR  
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK – UMSU  
TAHUN AKADEMIK 2018 – 2019**

Peserta Seminar  
 Nama : Rendi Irwanda  
 NPM : 1407230232  
 Judul Tugas Akhir : Analisa Ketahanan Dan Perawatan Bearing UCFC 206 –  
 Pada Mesin Pencacah Limbah Bpbol Plastik Dan Soft -  
 Drink kapasitas 15 Kg /Jam.

DAFTAR HADIR			TANDA TANGAN
Pembimbing – I	:	Khairul Umurani.S.T.M.T	
Pembimbing – II	:	Ahmad Marabdi Srg.S.T.M.T	
Pembanding – I	:	M.Yani.S.T.M.T	
Pembanding – II	:	Sudirman Lubis.S.T.M.T	
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1407230200	M. FACHRULLOZI DAMANIK	
2	1407230040	M. Suhairi	
3	1407220065	M. Robby Kurniawan	
4	1407230047	AZHAR	
5	1407230114	ZWIKIFII	
6	1407230183	KEVIN GUFARI	
7	1407230085	DOPi HARI SANDI	
8	1407230190	Abdullah Afif Al Karim	
9			
10			

Medan, 04 Rajab 1440 H  
 11 Maret 2019 M

Ketua Prodi. T.Mesin

Affandi.S.T.M



**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

---

NAMA : Rendi Irwanda  
NPM : 1407230232  
Judul T.Akhir : Analisa Ketahanan Dan Perawatan Bearing UCFC 206 Pada Me-  
Sin Pencacah Limbah Bobol Plastik Dan Soft Drink Kapasitas –  
15 Kg /Jam

Dosen Pembimbing – I : Khairul Umurani.S.T.M.T  
Dosen Pembimbing – II : Ahmad Marabdi Srg.S.T.M.T  
Dosen Pembanding - I : M.Yani.S.T.M.T  
Dosen Pembanding - II : Sudirman Lubis.S.T.M.T

**KEPUTUSAN**

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

*titik pd draft skripsi bagian yg kurang  
diperbaiki.*

3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :

.....  
.....  
.....  
.....

Medan 04 Rajab 1440H  
11 Maret 2019 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T.Mesin



Dosen Pembanding- I

*M. Yani*  
M. Yani S.T.M.T

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

---

NAMA : Rendi Irwanda  
NPM : 1407230232  
Judul T.Akhir : Analisa Ketahanan Dan Perawatan Bearing UCFC 206 Pada Me-  
Sin Pencacah Limbah Bobol Plastik Dan Soft Drink Kapasitas –  
15 Kg /Jam

Dosen Pembimbing – I : Khairul Umurani.S.T.M.T  
Dosen Pembimbing – II : Ahmad Marabdi Srg.S.T.M.T  
Dosen Pemanding - I : M.Yani.S.T.M.T  
Dosen Pemanding - II : Sudirman Lubis.S.T.M.T

**KEPUTUSAN**

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

*Keputusan*  
*S.P.*  
*- Data hasil ujian*  
*Best paper*

3. Harus mengikuti seminar kembali
- Perbaikan :
- .....
- .....
- .....
- .....

Medan 04 Rajab 1440H  
11 Maret 2019 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T.Mesin

*Affandi*  
Affandi S.T.M.T



Dosen Pemanding- II

*Sudirman*  
Sudirman Lubis.S.T.M.T



Nama : Rendi Irwanda  
Npm : 1407230232  
Tempat/Tanggal Lahir : Medan, 26 November 1996  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Agama : Islam  
Status : Belum Menikah  
Alamat : Jl. Kawat 3 Lingkungan 13 Gg. Damai  
    Kel/Desa : Tanjung Mulia Hilir  
    Kecamatan : Medan Deli  
    Provinsi : Sumatera Utara  
Nomor Hp : 082370617551  
Nama Orang Tua  
    Ayah : Suprpto  
    Ibu : Rusni Saputri

#### PENDIDIKAN FORMAL

2002-2008 : SD BAKTI 2  
2008-2011 : SMP ASUHAN JAYA  
2011-2014 : SMK PAB 1 Helvetia  
2014-2018 : Mengikuti Pendidikan S1 Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara