

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pengumpulan Data

Pada penelitian ini variabel bebas, terikat, dan kontrol adalah sebagai berikut :

- **Variabel Bebas**

Variabel bebas adalah variabel yang nilainya ditentukan dan dimodifikasi oleh peneliti untuk mengamati pengaruhnya terhadap variabel terikat. Pada penelitian ini, variabel bebas meliputi perhitungan umur pemakaian *bearing* dan perbedaan jenis pelumasan. Penelitian mempertimbangkan jenis *ball bearing* serta variasi grease yang digunakan untuk melihat dampaknya terhadap umur pakai *bearing*.

- **Variabel Terikat**

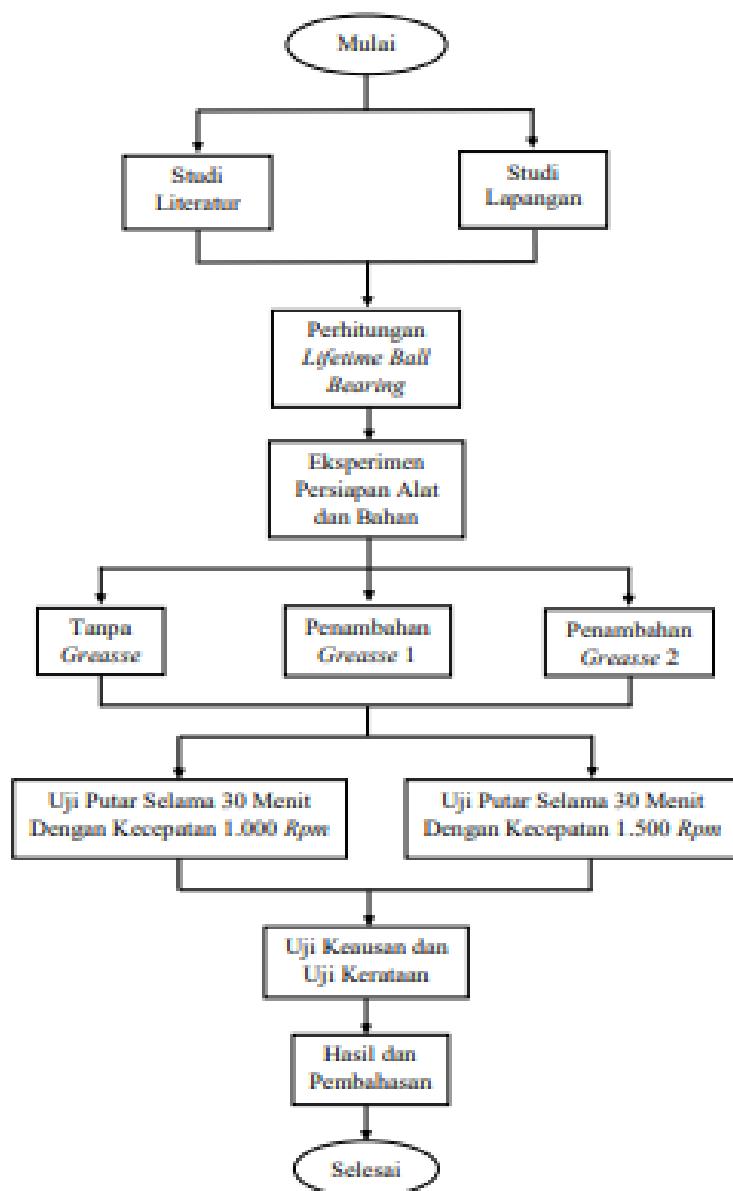
Variabel terikat adalah variabel yang nilainya bergantung pada perubahan variabel bebas dan diukur sebagai hasil penelitian. Dalam studi ini, variabel terikatnya adalah umur pemakaian *ball bearing* akibat variasi pelumasan yang diberikan.

- **Variable Kontrol**

Variabel kontrol adalah variabel yang dijaga tetap sama pada setiap perlakuan agar hasil penelitian valid. Pada penelitian ini, variabel kontrol mencakup penggunaan *ball bearing* tipe Koyo 6302 2RS, pengujian dengan mesin bubut MX-210V, serta metode pengujian yang seragam untuk semua variasi pelumasan.

3.2 Perancangan Penelitian

Perancangan penelitian yang akan dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut ini:



Gambar 3. 1 Perancangan penelitian

3.2.1 Studi Literatur

Pada penelitian ini, studi literatur dilakukan dengan mengkaji berbagai jurnal dan buku yang memuat teori terkait umur pemakaian *bearing*, mekanisme kegagalan pada *bearing*, sistem pelumasan, standar acuan untuk analisis kerusakan *bearing*, prosedur pengujian, toleransi geometri, serta mengamati hasil penelitian sebelumnya melalui studi lapangan.

3.2.2 Studi Lapangan

Studi lapangan dilakukan dengan mengamati langsung objek penelitian guna memperoleh data primer, sekaligus menyaksikan secara langsung proses eksperimen yang telah dilakukan pada penelitian terdahulu.

3.2.3 Untuk menghitung umur *bearing* dengan kecepatan 1.000 Rpm dan 1.500 Rpm dan beban radial 10kg.

Tabel 3. 1 Data dasar perhitungan (sumber : (Corporation, 2020)).

Parameter	Simbol	Nilai	Satuan
Tipe <i>bearing</i>	-	KOYO 6302-2RS	-
Kapasitas beban dinamis	C	1.014,7 kg = 9.949	N
Beban radial	Fr	10 kg = 98,1	N
Beban aksial	Fa	0 (tidak ada)	N
Faktor putar (<i>inner ring</i> berputar)	V	1	Juta putaran
Faktor beban radial	X	1	Juta putaran
Faktor beban aksial	Y	0	-
Eksponen <i>ball bearing</i>	p	3	-

1. Menghitung beban yang diterima oleh *bearing*.

Rumus untuk menghitung beban pada alat pengujian menggunakan konstanta pegas adalah : $\Delta l = l_2 - l_1$

Panjang per awal = 4,5cm

Panjang per setelah ditekan = 3,5cm

Gaya (F), Menghitung massa yang diterima *bearing* menggunakan timbangan tekan, dengan cara menekan per pada timbangan, dari posisi per awal sampai ke posisi yang sesuai dengan adjustable pada alat penguji (Dari panjang awal 4,5 cm ke 3,5cm) dari hal tersebut dapat mendapatkan beban yang diterima *bearing* tersebut 10kg/m.

Sehingga gaya yang diterima *bearing* :

Panjang per awal = 4,5cm

Panjang per setelah ditekan = 3,5cm

$$F = m \cdot g$$

2. Karena hanya ada beban radial, maka rumus beban ekuivalen *bearing*:

$$P = (X \cdot F_r + Y \cdot F_a) \cdot V$$

Diketahui :

$X = 1$ dan $Y = 0$ (untuk ball bearing beban radial murni)

$F_r = 98,1 \text{ N}$

$F_a = 0$

$V = 1$

3. Menghitung Umur *Bearing* dalam Juta Putaran (L10)

Umur nominal (*rating life*) pada tingkat keandalan 90% dihitung dengan:

$$L10 = \left(\frac{C}{P} \right)^p$$

Diketahui :

$$C = 9,949 \text{ N}$$

$$P = 98,1 \text{ N}$$

$$p = 3$$

4. Menghitung Umur *Bearing* dalam Jam (L10h)

Untuk memperoleh umur dalam jam pada kecepatan putar n :

$$L10h = \frac{L10 \times 10^6}{60 \times n}$$

3.2.4 Eksperimen Persiapan Alat dan Bahan

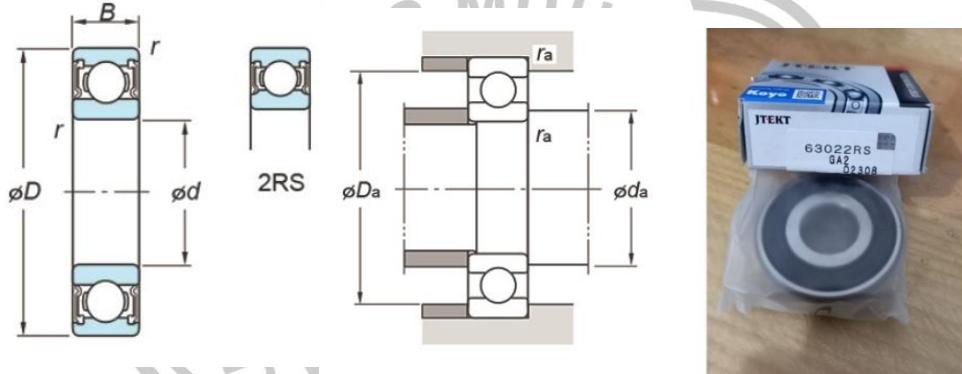
Dalam melakukan penelitian ini diperlukan alat dan bahan untuk mengetahui perhitungan umur *ball bearing* tipe 6302 2RS dengan variasi pelumasan:

1. *Ball bearing* tipe 6302 2RS

Bearing merupakan salah satu bagian dari elemen mesin yang memegang peranan cukup penting karena fungsi dari *bearing* yaitu untuk menunpu 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.

d	15 mm	Fatigue load limit : Cu	0.460 kN
D	42 mm		
B	13 mm		
r(min.)	1 mm	factor : f0	12.3
Basic load ratings : Cr	14.3 kN	Limiting speeds(Grease lub.)	12000 min-1
Basic load ratings : C0r	5.45 kN	Limiting speeds(Oil lub.)	min-1

Gambar 3. 2 Tabel spesifikasi *Ball bearing* 6302 2RS (Sumber: <https://koyo.jtekt.co.jp>)



Gambar 3. 3 *Ball bearing* tipe 6302 2RS.
(Sumber: <https://koyo.jtekt.co.jp>)

2. Greasse

Grease pada *bearing* adalah pelumas padat atau semi cair yang digunakan untuk melumasi *bearing* pada kendaraan bermotor, alat berat, dan industri. *Grease* berfungsi untuk:

- Mencegah masuknya kotoran ke *bearing*
- Meminimalisir suara keras yang timbul saat gesekan pada permukaan komponen
- Mencegah timbulnya karat pada *bearing*
- Membentuk lapisan lubrikasi pada bidang kontak

Dengan variasi Pelumas *Greasse* yang berbeda dari bagus sampai dengan baik akan mengentahui perbedaan tingkat kekentalan dan keawetan untuk diaplikasikan di *ball bearing* 6302 2RS.

Spesifikasi *Greasse* 1:

- Viskositas 15-25 cSt
- Minimal *dropping point* pada suhu 102 °C

Spesifikasi *Greasse* 2:

- Viskositas 220-235 cSt
- Minimal *dropping point* pada suhu 240 °C

3. Alat Uji Putar

Alat uji putar ini dengan menggunakan mesin bubut tipe MX-210V.



**Gambar 3. 4 Alat Uji Putar/
Mesin bubut MX-210V**

Spesifikasi alat uji putar:

- Tegangan listrik 220 V/ 1.100 Watt
- Kecepatan putar minimum 100 Rpm dan Maksimum 2.500 Rpm.

4. *Teflon Rod*

Teflon rod digunakan untuk penahan *bearing* ketika diuji putar dan diuji tingkat kerataannya.



Gambar 3. 5 *Teflon Rod*

Spesifikasi *Teflon Rod*

- Teflon rod dengan ukuran panjang 6cm dan diameter 25mm, ujung teflon dibubut dengan diameter 14,98mm dan panjang 1,5cm sebagai as penahan pengujian *bearing* ketika diuji putar dan diuji kerataannya.
- Teflon rod dengan ukuran panjang 4,5cm dan diameter 50mm, ujung teflon di bubut dengan diameter 42mm dan kedalaman 1,5cm kedalam untuk pengujian kerataan *outer bearing*.

5. Per, AS dan Timbangan

Per ditahan dengan as untuk mendorong *bearing* yang diuji putar dengan beban yang diberikan dengan panjang awal 4,5cm ditekan menjadi 3,5cm yaitu sebesar 10kg ketika dilakukan penekanan pada timbangan buah.



(a)

(b)



(c)

(d)

Gambar 3. 6 (a) per dan as dipisahkan, (b) per dan as di gabungkan, (c) timbangan sebelum diberi beban dan (d) timbangan diberikan beban 10kg.

Spesifikasi Per dan timbangan

- Per tekan baja kawat 2mm, diameter 14mm panjang 45mm
- As panjang menggunakan as roda sepeda ontel yang disesuaikan dengan menggerinda as tersebut
- As pendek menggunakan cop ban dalam motor yang disesuaikan
- Timbangan tekan menggunakan, timbangan buah

6. Jangka Sorong

Jangka sorong untuk menguji keausan pada *bearing* setelah dilakukan uji putar.



Gambar 3. 7 Jangka Sorong

Spesifikasi jangka sorong Insize bervariasi, tergantung dari jenis dan ukurannya. Berikut ini adalah beberapa spesifikasi jangka sorong Insize:

- *Range*: Ukuran maksimal yang dapat diukur jangka sorong
- *Accuracy*: Ketelitian jangka sorong
- *Resolution*: Resolusi jangka sorong
- *Material*: Bahan yang digunakan untuk membuat jangka sorong
- *Baterai*: Jenis baterai yang digunakan jangka sorong
- *Display*: Jenis layar yang digunakan jangka sorong

Berikut ini adalah contoh spesifikasi jangka sorong Insize:

- Jangka sorong digital Insize 12" (300mm) memiliki range 0-300mm, ketelitian +- 0.03mm, dan menggunakan baterai CR 2032
- Jangka sorong digital Insize 8" (200mm) memiliki range 0-200mm, ketelitian +- 0.03mm, resolusi 0.01mm/0.0005", dan menggunakan baterai CR 2032

- Jangka sorong digital Insize 6" (150mm) memiliki range 0-150mm, ketelitian +- 0.03mm, dan menggunakan baterai CR 2032

7. Dial Indicator

Dial indicator untuk menguji tingkat kerataan pada *bearing* 6302 2RS setelah dilakukan uji putar,



Gambar 3.8 Dial Indicator

Spesifikasi *dial indicator* Insize bervariasi tergantung modelnya, seperti:

- *Dial Indicator* Insize 2310-20FA memiliki akurasi 25 μm , gradasi 0,01 mm, dan range 20 mm.
- *Dial Indicator* Insize 2309-30 memiliki akurasi 35 μm , gradasi 0,01 mm, dan range 30 mm.
- *Dial Indicator* Insize 2301-10 memiliki akurasi 17 mikrometer, gradasi 0,01 mm, dan jangkauan 10 mm.

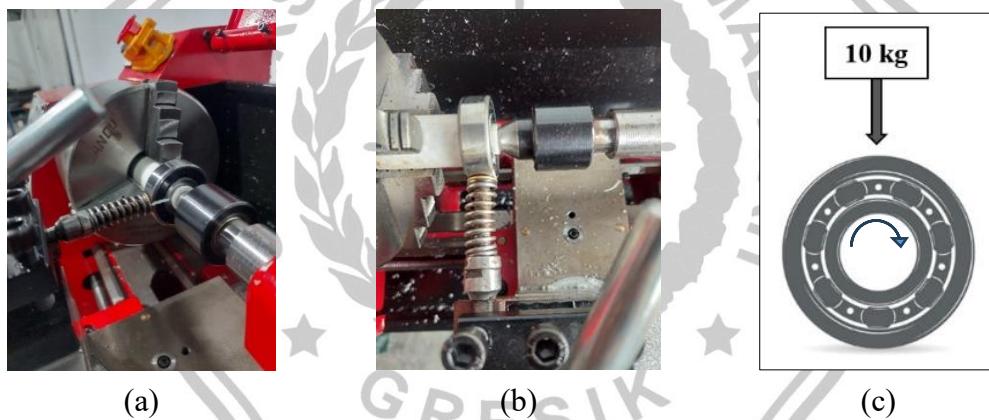
3.2.5 Variasi pengujian *ball bearing* tipe 6302 2RS

1. Variasi pertama yaitu tanpa penambahan pelumasan/ *greasse* untuk mengetahui umur pemakaian *ball bearing* tipe 6302 2RS.
2. Variasi kedua yaitu menambahkan pelumasan/ *greasse* biasa yaitu merk cobra yang banyak dijual atau bisa ditemui dipasaran dengan menambahkan *greasse* yang biasa adalah untuk mengetahui perbedaan tanpa penambahan dan penambahan *greasse* agar bisa tahu umur pemakainya juga.

3. Variasi ketiga yaitu menambahkan *greasse* yang bagus yaitu merk deltalube dengan menambahkan tidak menambahkan *greasse* dan menambahkan *greasse* yang bisa dan bagus akan mengetahui perbandingan serta umur pemakaian *ball bearing* tipe 6302 2RS.

3.2.6 Uji Putar

Uji Putar dilakukan setelah bahan – bahan sudah disiapkan semua yang paling utama yaitu *Ball bearing* tipe 6302 2RS tanpa perlakuan, penambahan *greasse* 1 dan penambahan *greasse* 2. setelah itu dilakukan uji putar menggunakan mesin bubut MX-210V yang sudah tersedia diatas atau bisa dilihat dibawah, dengan kecepatan putar 1000Rpm dan 1500Rpm dan pemberian beban 10kg dan waktu pengujian selama 30 menit.



Gambar 3. 9 proses uji putar (a) tampak samping, (b) tampak atas dan (c) ilustrasi pemberian beban 10kg.

3.2.7 Uji Keausan dan Uji Kerataan

Setelah *ball bearing* menjalani uji putar, dilakukan dua jenis pengujian lanjutan, yakni uji keausan dan uji kerataan.

1. Uji Keausan

Pengujian keausan bertujuan untuk mensimulasikan kondisi aus yang terjadi pada aplikasi nyata. Salah satu metode yang digunakan adalah metode Ogoshi, di mana spesimen dikenai beban gesek melalui cincin berputar (revolving disc), sehingga tercipta kontak berulang yang mengikis permukaan benda uji. Dalam penelitian ini, tingkat keausan *ball bearing* tipe 6302 2RS diukur sebelum dan sesudah pengujian menggunakan jangka sorong untuk melihat perubahan dimensi akibat keausan.

2. Uji Kerataan

Uji kerataan dilakukan menggunakan dial indicator (dial gauge), alat ukur presisi tinggi yang mampu mendeteksi deviasi permukaan hingga 0,0002 mm (Novi Eka Wulandari, 2016). Alat ini banyak digunakan di bidang pemesinan untuk memeriksa kerataan, kesejajaran, maupun kebulatan permukaan. Dalam penelitian ini, dial indicator diaplikasikan untuk mengevaluasi perubahan kerataan permukaan *ball bearing* tipe 6302 2RS setelah melalui uji putar.

3.2.8 Analisis Hasil

Setelah dilakukan uji putar, dilanjutkan dengan pengukuran keausan dan kerataan, dapat dianalisis umur pakai *bearing* tipe 6302 2RS pada tiga kondisi perlakuan pelumasan yang berbeda, yakni tanpa pelumasan (tanpa grease), dengan grease standar, dan dengan grease berkualitas tinggi. Dari hasil ini, perbedaan umur pakai *bearing* pada masing-masing kondisi dapat diidentifikasi secara jelas.