

ISSN (ONLINE) 2598-9936



INDONESIAN JOURNAL OF INNOVATION STUDIES
PUBLISHED BY
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SIDOARJO

Table Of Contents

Journal Cover	1
Author[s] Statement	3
Editorial Team	4
Article information	5
Check this article update (crossmark)	5
Check this article impact	5
Cite this article	5
Title page	6
Article Title	6
Author information	6
Abstract	6
Article content	7

Originality Statement

The author[s] declare that this article is their own work and to the best of their knowledge it contains no materials previously published or written by another person, or substantial proportions of material which have been accepted for the published of any other published materials, except where due acknowledgement is made in the article. Any contribution made to the research by others, with whom author[s] have work, is explicitly acknowledged in the article.

Conflict of Interest Statement

The author[s] declare that this article was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Copyright Statement

Copyright © Author(s). This article is published under the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0) licence. Anyone may reproduce, distribute, translate and create derivative works of this article (for both commercial and non-commercial purposes), subject to full attribution to the original publication and authors. The full terms of this licence may be seen at <http://creativecommons.org/licences/by/4.0/legalcode>

Indonesian Journal of Innovation Studies

Vol. 26 No. 4 (2025): October
DOI: 10.21070/ijins.v26i4.2037

EDITORIAL TEAM

Editor in Chief

Dr. Hindarto, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Managing Editor

Mochammad Tanzil Multazam, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Editors

Fika Megawati, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Mahardika Darmawan Kusuma Wardana, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Wiwit Wahyu Wijayanti, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Farkhod Abdurakhmonov, Silk Road International Tourism University, Uzbekistan

Bobur Sobirov, Samarkand Institute of Economics and Service, Uzbekistan

Evi Rinata, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

M Faisal Amir, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Dr. Hana Catur Wahyuni, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Complete list of editorial team ([link](#))

Complete list of indexing services for this journal ([link](#))

How to submit to this journal ([link](#))

Article information

Check this article update (crossmark)



Check this article impact ^(*)



Save this article to Mendeley



^(*) Time for indexing process is various, depends on indexing database platform

Bearing Life Evaluation in Between Bearing Centrifugal Pumps: Evaluasi Umur Bantalan pada Pompa Sentrifugal dengan Bantalan

Dodik Hari Dewanto, arasyfahruddin@umsida.ac.id (*)

Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

A'razy Fahruddin, arasyfahruddin@umsida.ac.id

Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

(*) Corresponding author

Abstract

General Background: Centrifugal pumps are widely applied in industrial cooling systems where bearing reliability determines operational continuity. **Specific Background:** At PT Java Pacific, a between bearing centrifugal pump using type 6311 deep groove ball bearing operates for gearbox cooling and frequently experiences premature failure. **Knowledge Gap:** A discrepancy exists between theoretical bearing life estimation and actual service life in field operation, yet quantitative comparison in this specific configuration remains limited. **Aims:** This study aims to calculate the theoretical L10h bearing life, compare it with actual operational data, and formulate an appropriate preventive maintenance strategy. **Results:** Based on a basic dynamic load rating of 74.1 kN, equivalent load of 5.45 kN, and shaft speed of 5000 rpm, the calculated bearing life is 8,378.07 hours (0.96 years). However, field data show replacement intervals of only 5–8 months, indicating earlier degradation primarily associated with lubrication and operational factors. **Novelty:** This study provides a direct quantitative comparison between theoretical bearing life and real industrial data for a 6311 bearing in a between bearing centrifugal pump configuration. **Implications:** The findings support structured lubrication scheduling and condition monitoring to reduce premature bearing failure and optimize maintenance planning in industrial pump systems.

Keywords: Centrifugal Pump, Bearing Life, Preventive Maintenance, Equivalent Load, Industrial Reliability

Key Findings Highlights

Theoretical L10h calculation produced 8,378.07 operating hours under specified load and speed conditions.

Field replacement records indicate shorter service intervals of 5–8 months.

Lubrication management and operational load control are critical factors in reducing premature failure.

Published date: 2026-02-20

Pendahuluan

Pompa sentrifugal banyak digunakan dalam berbagai aplikasi industri dan bidang lain. Pompa ini bekerja dengan mengubah energi mekanik menjadi tekanan atau energi kinetik.[1] Perusahaan ini menggunakan pompa sentrifugal untuk sirkulasi pendinginan pada gearbox mesin. Alat yang digunakan untuk mempermudah pekerjaan manusia, terutama untuk memindahkan benda yang berupa fluida cair, dikenal sebagai pompa.[2]

Pompa sentrifugal adalah pompa yang memanfaatkan gaya sentrifugal di hasilkan dari impeller untuk memindahkan cairan dari tempat yang rendah ke tempat yang lebih tinggi atau dari tekanan yang rendah ke tekanan yang lebih tinggi.[3] Ada beberapa jenis pompa sentrifugal, perusahaan ini menggunakan jenis pompa sentrifugal between bearing

Penelitian ini berfokus pada masalah yang sering terjadi pada pompa sentrifugal dan cara menentukan strategi perawatan pompa sentrifugal karena melakukan kegiatan perawatan pada pompa sentrifugal sebelum terjadi kerusakan sangat penting bagi industri.[4] Pada pompa sentrifugal salah satu komponen yang penting adalah bearing, karena bearing sebagai penumpu poros untuk menggerakkan impeller pada pompa sentrifugal.[5]

Bearing adalah komponen mesin yang berfungsi untuk mengurangi gesekan yang terjadi di antara bagian mesin yang berputar dan yang diam. Bearing dirancang untuk mengurangi keausan, dapat diganti, dan mencegah kerusakan pada bagian mesin yang mahal.[6] Salah satu kerusakan pompa yang paling penting adalah kerusakan bearing.

Ini karena kerusakan pada bearing pompa akan menyebabkan perputaran poros pompa, yang berdampak pada debit air yang dapat dialirkan pompa.[7]

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi ketahanan dan perawatan bearing pompa sentrifugal between bearing, maka dari itu Untuk mencapai tujuan kita harus melakukan hal-hal berikut, menghitung umur pakai bearing pada pompa sentrifugal, memperbandingkan data actual dilapangan, dan memilih perawatan yang paling sesuai.[8]

Metode

Metode Penelitian

Metode pengumpulan data yang dipakai dalam penelitian adalah metode observasi, Metode observasi adalah salah satu metode pengumpulan data yang dilakukan melalui pengamatan dan berbagai catatan tentang keadaan atau perilaku objek sasaran. Metode observasi juga dapat didefinisikan sebagai aktivitas terhadap proses atau objek yang dimaksud dengan merasakan dan memahami pengetahuan tentang fenomena. Ini dilakukan untuk meningkatkan pengetahuan dan konsep yang sudah diketahui untuk mendapatkan lebih banyak informasi yang diperlukan untuk penelitian yang lebih lanjut.



Figure 1. Gambar 1. Pompa Sentrifugal

Diagram Alir

Dalam penelitian ini, langkah-langkah proses penelitian akan dijelaskan dalam diagram alir (flow chart), Diagram alir (flow chart) dapat dilihat gambar tersebut.

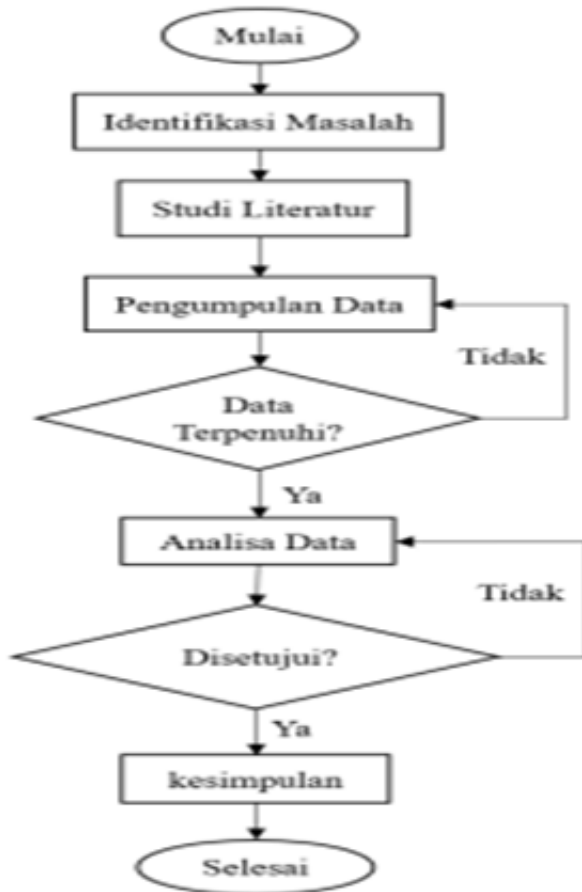


Figure 2. Gambar 2. Diagram alir (Flow chart)

Waktu Dan Lokasi Penelitian

Penelitian atau Java Pacific yang beralamatkan di Jl Raya Surabaya-Krian KM 24-25, Desa Keboharan, Krian, Sidoarjo, Jawa Timur, pada bagian pompa sentrifugal between bearing pada bulan Februari 2022. Observasi ini dilakukan di PT.

Obyek Penelitian

Obyek penelitian ini untuk dapat mengidentifikasi faktor kerusakan dan melakukan perencanaan preventive maintenance pada bearing dengan menghitung umur bearing dan membandingkan dengan data aktual di lapangan.

Bearing

Dalam penelitian ini, kami menggunakan jenis bantalan (bearing) yang biasa digunakan pada pompa sentrifugal between bearing dan biasanya memiliki ukuran utama standar sebagai acuan. Jenis bearing yang digunakan pada pompa sentrifugal between bearing yaitu single row deep groove ball bearings dengan kode 6311.[9]



Figure 3. **Gambar 3.** Beiariong 6311

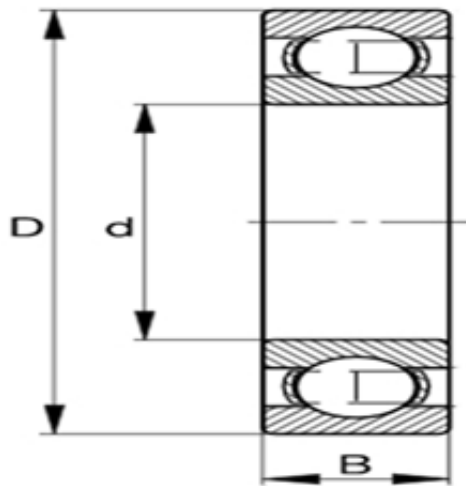


Figure 4. **Gambar 4.** Sketsa Bearing 6311

Bore diameter: 55 mm

Outside diameter: 120 mm

Width: 29 mm

Basic dynamic load: 74,1 kN

Basic static load: 45 kN

Reference speed: 12.000 r/min

Limiting speed: 5.000 r/min. [10]

Motor Listrik Pada Pompa

Mesin yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik adalah motor listrik. M
penggerak untuk menggerakkan poros menuju pompa sentrifugal.[11]

Spesifikasi
Power Phases
Speed
Voltage

T Pompa Sentrifugal Between Bearing Listrik

Pompa tersebut porosnya beirada diantara dua peinahan yang disebut deingan bantalan (bearing)

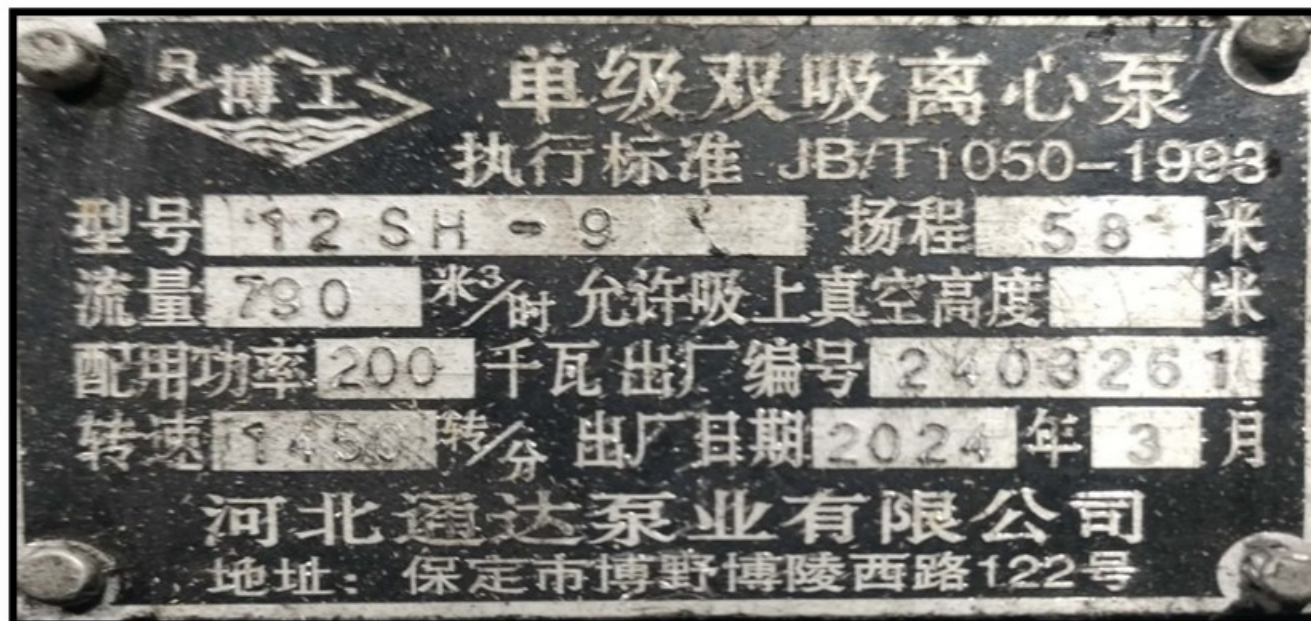


Figure 5. Gambar 5. Name Plate Pompa Sentrifugal Between Bearing

E. Teknik Analisa Data

Perhitungan Umur Bearing

Untuk memilih bantalan, Anda harus mengetahui berapa umur bantalan saat menerima gaya. Untuk menghitung rating usia ball bearing dapat dilakukan dengan persamaan:

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^b \cdot \frac{10^6}{n \cdot 60} \text{ jam}$$

Figure 6.

Diimana:

C = gaya yang bekerja pada poros

P = beban ekivalein

n = putaran poros

b = 3 untuk ball bearing dan 3,33 untuk cylindrical roller bearing.

P = $x \cdot Fr + y \cdot Fa(2)$

Fr = gaya radial

Fa = gaya aksial

v = factor ring1 jika ring dalam berputar,dan 1,2 jika ring luar berputar

y = gaya aksial (y)

x = gaya radial (x), atau

$$L = \left(\frac{C}{W}\right)^k \times 10^6$$

Figure 7.

Di mana:

L = Rating life

C = Basic dynamic load rating

W = Equivalent dynamic load

k = 3, for ball bearings

k = 10/3 for roller bearings [12]

$\frac{f_0 \cdot F_a}{C_0 r}$	e	$\frac{F_a}{F_r} \leq e$		$\frac{F_a}{F_r} > e$	
		X	Y	X	Y
0.172	0.19				2.30
0.345	0.22				1.90
0.689	0.26				1.71
1.03	0.28				1.55
1.38	0.30	1	0	0.56	1.45
2.07	0.34				1.31
3.45	0.38				1.15
5.17	0.42				1.04
6.89	0.44				1.00

Figure 8. Gambar 6. Tabel faktor x,y [13]

Menghitung Nilai Keandalan Bearing

Merupakan nilai yang dapat menunjukkan seberapa besar komponen mesin dapat beroperasi dengan baik. Menentukan nilai keandalan dapat dimulai sebagai berikut:

Menghitung laju kegagalan: $MTBF = 1/\lambda$. Selanjutnya menghitung waktu gagal berfungsi bearing:

Waktu gagal berfungsi (t) = $MTBF - (L_{10}h)$

Terakhir melakukan penghitungan nilai keandalannya yaitu: $R(t) = 1/(1 + \lambda t)$

Jika sudah mengetahui tingkat keandalan, bisa dilakukan perhitungan nilai probabilitas kegagalannya: $F(t) = 1 - R(t)$

Berikut adalah kisaran nilai yang menunjukkan keandalan suatu komponen mesin:

Besar Nilai R (%)	Interpretasi
0 - 20	Sangat Rendah
20 - 40	Rendah
40 - 60	Sedikit Rendah
60 - 80	Cukup
80 - 100	Tinggi

Table 2. Tabel 2. Nilai Tingkat Keandalan

Perawatan Bearing

Berikut cara melakukan perawatan bearing :

- Pemilihan bearing yang tepat

- Pelumasan secara berkala
- Monitoring suhu operasional
- Membersihkan dan melindungi bearing
- Menghindari beban berlebihan
- Memeriksa dan mengganti bearing yang rusak.

Hasil dan Pembahasan

A. Basic Dynamic Load Rating

Basic Dynamic Load Rating atau C adalah salah satu parameter penting dalam perhitungan umur bearing. Nilai ini menunjukkan beban konstan yang dapat diterima oleh bearing selama satu juta putaran dengan keandalan tertentu (biasanya 90%). Nilai C untuk bearing 6311 berdasarkan katalog NTN adalah 74.1 kN.

Rumus untuk menghitung umur bearing (L_{10}) adalah sebagai berikut:

dimana:

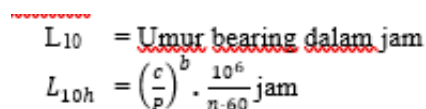

$$L_{10} = \text{Umur bearing dalam jam}$$
$$L_{10h} = \left(\frac{C}{P}\right)^{\frac{10^6}{n \cdot 60}} \text{ jam}$$

Figure 9.

dimana:

C = Basic dynamic load rating (74.1 kN) P = Beban ekuivalen (kN) B = Eksponen umur, yaitu 3 untuk ball bearing

Nilai C digunakan sebagai dasar dalam menghitung berapa lama bearing dapat beroperasi sebelum mengalami kerusakan yang signifikan. Dengan mengetahui C, kita dapat memprediksi kapan bearing harus diganti untuk mencegah kerusakan lebih lanjut pada mesin.

B. Menghitung Beban Radial dan Aksial

Dalam perhitungan beban pada bearing, dua jenis beban utama yang perlu diperhitungkan adalah beban radial (F_r) dan beban aksial (F_a). Beban radial adalah beban yang bekerja tegak lurus terhadap poros bearing, sedangkan beban aksial adalah beban yang bekerja sejajar dengan poros bearing.

Untuk menghitung beban ekuivalen (P) pada bearing, digunakan rumus:

$$P = X \cdot F_r + Y \cdot F_a$$

dimana:

P = Beban ekuivalen

F_r = Beban radial

F_a = Beban aksial

X dan Y = Faktor-faktor yang tergantung pada jenis bearing dan kondisi operasional. Untuk bearing 6311 (single row deep groove ball bearing), nilai X biasanya adalah 1 dan nilai Y tergantung pada rasio F_a/F_r .

1. Menghitung Beban Radial (F_r) dan Beban Aksial (F_a)

Untuk menghitung F_r dan F_a , kita membutuhkan data operasional dari mesin, seperti beban total yang bekerja pada bearing dan arah beban tersebut. Misalkan data operasional yang kita miliki adalah sebagai berikut:

Total beban yang bekerja pada bearing: 5 kN Sudut beban: 45°

Dari data ini, kita bisa menghitung F_r dan F_a dengan menggunakan trigonometri dasar:

$$F_r = \text{Total beban} \times \sin(\theta) \quad F_a = \text{Total beban} \times \cos(\theta)$$

2. Menghitung nilai Fr dan Fa:

$$\begin{aligned}Fr &= 5 \text{ kN} \times \sin (45^\circ) \\&= 5 \text{ kN} \times 0.7071 = 3.5355 \text{ kN} \\Fa &= 5 \text{ kN} \times \cos (45^\circ) \\&= 5 \text{ kN} \times 0.7071 = 3.5355 \text{ kN}\end{aligned}$$

C. Menghitung Beban Ekuivalen

Beban ekuivalen (P) pada bearing dihitung untuk menentukan beban total yang diterima oleh bearing selama operasi. Rumus untuk menghitung beban ekuivalen adalah:

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

dimana:

P = Beban ekuivalen (kN)

Fr = Beban radial (kN)

Fa = Beban aksial (kN)

X dan Y = Faktor-faktor yang tergantung pada jenis bearing dan kondisi operasional.

Untuk bearing 6311 (single row deep groove ball bearing), nilai X adalah 1 dan nilai Y tergantung pada rasio Fa/Fr. Untuk bearing 6311, X = 0.06 dan Y = 1.71, Fr = 3.5355 kN, dan Fa = 3.5355 kN.

Menghitung beban ekuivalen (P):

$$P = X \cdot Fr + Y \cdot Fa = 0.06 \cdot 3.5355 + 1.71 \cdot 3.5355 = 0.20 + 5.25 = 5.45 \text{ kN}$$

D. Menentukan Umur Bearing

Umur bearing (L10) dapat ditentukan menggunakan rumus berikut:

$$L_{10h} = \left(\frac{C}{P}\right)^b \cdot \frac{10^6}{n \cdot 60} \text{ jam}$$

Figure 10.

Dimana:

L10h = Umur bearing dalam jam

C = Basic dynamic load rating (74,1 kN)

Po = Beban ekuivalen (5,45 kN)

b = Eksponen umur, yaitu 3 untuk ball bearing

n = Putaran poros (5.000 r/min) [15]

Menghitung umur bearing (L10):

$$L_{10h} = (74,1/5,45)^3 \cdot 10^6/(5000 \cdot 60)$$

$$L_{10h} = 13,603 \cdot 3,33$$

$$L_{10h} = 2.513,42 \cdot 3,33$$

$$L_{10h} = 8.378,07 \text{ jam}$$

Hasil ini menunjukkan bahwa umur bearing adalah 8.378,07 jam atau 0,96 tahun. Namun, perlu diperhatikan bahwa umur ini adalah perkiraan berdasarkan perhitungan teoritis, dan kondisi operasional sebenarnya seperti keausan, pelumasan, dan

beban dinamis yang berubah-ubah dapat mempengaruhi umur bearing tersebut.

E. Analisis Ketahanan dan Perawatan Bearing

Analisis Ketahanan

1. Perkiraan Umur Bearing:

Berdasarkan perhitungan teoritis, umur bearing (L10h) untuk bearing tipe 6311 adalah 8.378,07 jam atau 0,96 tahun. Ini adalah estimasi umur berdasarkan beban ekuivalen dan putaran poros yang konsisten. Namun, ini hanya estimasi teoritis yang tidak memperhitungkan faktor-faktor eksternal lainnya.

2. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Umur Bearing:

Beban Operasional: Beban aktual yang diterima oleh bearing selama operasi bisa berbeda dari beban ekuivalen yang dihitung. Variasi beban radial dan aksial serta fluktuasi beban dinamis dapat memperpendek umur bearing.

Kearifan dan Kerusakan: Kearifan mekanis, korosi, dan kerusakan akibat kontaminasi (debu, kotoran) dapat mempengaruhi umur bearing.

Pelumasan: Pelumasan yang tepat sangat penting untuk mengurangi gesekan dan keausan. Kurangnya pelumasan atau penggunaan pelumas yang tidak sesuai dapat menyebabkan bearing cepat rusak.

Kondisi Lingkungan: Suhu, kelembaban, dan kondisi lingkungan lainnya juga dapat mempengaruhi ketahanan bearing. Suhu tinggi dapat mengurangi viskositas pelumas, sedangkan kelembaban dapat menyebabkan korosi.

Perawatan Bearing

1. Pelumasan:

a. **Pelumasan Berkala:** Pastikan bearing dilumasi secara berkala sesuai dengan rekomendasi pabrik. Pelumasan yang tepat membantu mengurangi gesekan dan mencegah keausan.

b. **Jenis Pelumas:** Gunakan pelumas yang sesuai dengan spesifikasi bearing dan kondisi operasional. Pelumas yang tidak sesuai dapat menyebabkan pelumasan yang tidak efektif.

2. Pemeriksaan Berkala:

a. **Inspeksi Visual:** Lakukan inspeksi visual secara berkala untuk mendeteksi tanda-tanda keausan, kerusakan, atau kebocoran pelumas.

b. **Pemantauan Suara:** Periksa suara operasi bearing. Suara yang tidak biasa bisa menjadi indikasi masalah seperti keausan atau kerusakan.

c. **Vibrasi:** Gunakan alat pemantau vibrasi untuk mendeteksi ketidakseimbangan atau kerusakan pada bearing.

3. Penggantian dan Perbaikan:

a. **Penggantian Bearing:** Jika ditemukan tanda-tanda kerusakan atau keausan yang signifikan, gantilah bearing secepatnya untuk menghindari kerusakan lebih lanjut pada mesin.

b. **Perbaikan Mesin:** Lakukan perbaikan pada komponen mesin lainnya yang mungkin mempengaruhi kinerja bearing, seperti poros atau housing.

4. Kondisi Operasional:

a. **Pengendalian Beban:** Usahakan untuk mengendalikan beban operasional agar tidak melebihi kapasitas bearing. Beban yang berlebihan dapat menyebabkan kerusakan prematur.

b. **Pengendalian Suhu:** Pastikan suhu operasional mesin dalam batas yang aman untuk menghindari penurunan performa pelumas dan keausan bearing.

Dengan melakukan perawatan yang tepat dan memantau kondisi bearing secara berkala, Anda dapat memperpanjang umur bearing dan mengoptimalkan kinerjanya. Selain itu, penting untuk selalu mengikuti panduan dan rekomendasi dari pabrik bearing untuk memastikan perawatan yang optimal.

F. Hasil Perhitungan dan Analisa

Hasil data perhitungan

Berikut hasil dari perhitungan umur bearing

Parameter	Nilai
Bore diameter	55 mm
Outside diameter	120 mm
Width	29 mm
Basic dynamic load	74,1 kN
Basic static load	45 kN
Reference speed	12.000 r/min
Limiting speed	5000 r/min
Radial load	5,5355 kN
Axial load	5,5355 kN
Equivalent load	5,45 kN
Life	8.378,07 jam

Table 3. Tabel 3. Hasil data perhitungan

Pada perhitungan umur bearing 6311 pada pompa sentrifugal between bearing yaitu 8.378,07 jam = 0,96 Tahun

G. Analisa Data Pemakaian Bearing Dilapangan

Pompa	Tanggal Pemakaian Bearing			
No 1	23 Maret 2022	01 September 2022	30 Januari 2023	-
No 2	01 Juni 2022	26 November 2022	12 Mei 2023	07 Juni 2024