

**ANALISIS PENYEBAB TERJADINYA KEAUSAN PADA
BANTALAN UTAMA MESIN INDUK DI
KM. TONASA LINE XVIII**



**SIGAOL SOJUAON BUTARBUTAR
NIT. 21.42.022
TEKNIKA**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV PELAYARAN
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR
TAHUN 2025**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Nama : SIGAOL SOJUAON BUTARBUTAR

Nomor Induk Taruna : 21.42.022

Jurusan : TEKNIKA

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul

***Analisis Penyebab Terjadinya Keausan Bantalan
Utama Mesin Induk Di Kapal KM. Tonasa Line
XVIII***

Semua ide dalam skripsi ini adalah karya asli saya, kecuali tema dan ide- ide yang saya nyatakan sebagai kutipan. Seluruh konsep lain yang terdapat dalam skripsi ini merupakan hasil pemikiran saya sendiri.

Jika pernyataan tersebut terbukti tidak benar, saya siap menerima sanksi yang diberikan oleh Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Makassar, 06 Mei 2025



SIGAOL SOJUAON BUTARBUTAR

NIT. 21.42.022

**ANALISIS PENYEBAB TERJADINYA KEAUSAN PADA BANTALAN
UTAMA MESIN INDUK DI KAPAL
KM. TONASA LINE XVIII**

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Program Pendidikan
Diploma IV Pelayaran

Program Studi Teknika

Disusun dan diajukan oleh

SIGAOL SOJUAON BUTARBUTAR

NIT : 21.42.022

**PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV PELAYARAN
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR
TAHUN 2025**

SKRIPSI

**ANALISIS PENYEBAB TERJADINYA KEAUSAN PADA BANTALAN UTAMA
MESIN INDUK DI KM. TONASA LINE XVIII**

Disusun dan Diajukan Oleh:

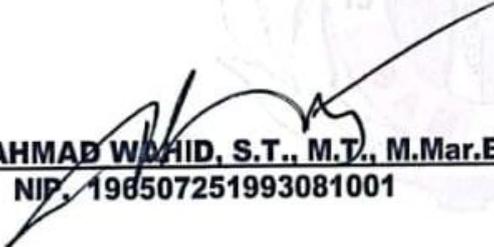
**SIGAOL SOJUAON BUTAR BUTAR
NIT. 21.42.022**

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Skripsi
Pada Tanggal 06 Mei 2025

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

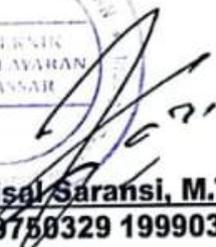

Dr. Ir. AHMAD WAHID, S.T., M.T., M.Mar.E. 
NIP. 196507251993081001 **NIP.**

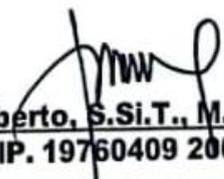
Mengetahui:

**a. n. Direktur
Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
Pembantu Direktur I**

Ketua Program Studi TEKNIKA




Capt. Faisal Saransi, M.T, M.Mar
NIP. 19750329 199903 1 002


Ir. Alberto, S.Si.T., M.Mar.E., M.A.P
NIP. 19760409 200604 1 001

PRAKATA

Segala puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan limpahan rahmat, kenikmatan dan petunjuk sehingga diberi kemudahan dan kelancaran untuk mengerjakan skripsi ini dengan judul “Analisis Penyebab Terjadinya Keausan Bantalan Utama Mesin Induk Di Kapal KM. TONASA LINE XVIII”.

Penulisan skripsi ini merupakan salah satu persyaratan bagi setiap Taruna dan Taruni jurusan Teknik program Diploma IV Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, baik dari segi bahasa, susunan kalimat maupun cara penulisannya serta pembahasan materinya mengingat keterbatasan ilmu pengetahuan yang penulis miliki. Untuk itu penulis senantiasa terbuka menerima kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini.

Ucapan terima kasih penulis berikan dengan penuh rasa hormat dan ketulusan hati kepada :

1. Capt. Rudi Susanto, M.Pd. selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
2. Capt. Faisal Saransi, M.T., M.Mar. selaku Pembantu Direktur satu Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
3. Capt. Hadi Setiawan, M.T., M.Mar selaku Pembantu Direktur dua Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
4. Bapak Dr. Ir. Ahmad Wahid, S.T., M T,M.Mar. E. selaku pembimbing I dalam seminar tutup yang selalu meluangkan waktunya dan selalu memberikan nasihat serta motivasi sehingga skripsi ini terselesaikan.

5. Bapak Ir. Mathius Lantang, S.T., M.Mar.E., selaku pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk memberi saran dan perbaikan sehingga skripsi ini terselesaikan.
6. Seluruh Staf Pengajar Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar atas bimbingan yang diberikan kepada penulis selama mengikuti proses Pendidikan di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
7. Ayahanda M.Butarbutar, Ibunda E. Siregar, serta keluarga tercinta yang selalu memberikan do'a, nasihat dan dukungan baik moral maupun materi, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.
8. Capt. M.Rizal, C/E Sultan Saleh, Bas Ambo Sakka, Bas Akbar, Bas Aziz, Pak Elek, Pak Ben, Pak Zul, Pak Dody, Pak Hamka, kadet deck, kadet mesin, perwira deck dan seluruh ABK dari KM. Tonasa Line XVIII.
9. Seluruh Civitas Akademika politeknik ilmu pelayaran makassar.
10. Seluruh Taruna dan Taruni politeknik ilmu pelayaran makassar yang telah membantu dalam memberikan semangat dalam penyelesaian tugas akhir ini, terkhusus angkatan XLII.

Akhir kata dengan segala ketulusan hati penulis memohon maaf bila terdapat kalimat yang kurang berkenan di hati pembaca, semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan dapat menambah pengetahuan bagi pembaca khususnya bagi penulis.

Makassar, 06 Mei 2025



SIGAOL SOJUAON BUTARBUTAR

NIT. 21.42.022

ABSTRAK

Sigaol Sojuaon Butarbutar, Analisis Penyebab Terjadinya Keausan Bantalan Utama Mesin Induk Di Kapal KM. TONASA LINE XVIII, (Dibimbing oleh Dr. Ir. Ahmad Wahid, S.T., M.T,M.Mar.E. dan Ir. Mathius Lantang, S.T., M.Mar.E).

Keausan Bantalan Utama Mesin Induk merupakan keausan sebagai hilangnya material dari permukaan yang mengalami kontak mekanis dan gesekan berulang. Menurutnya, keausan adalah hasil interaksi kompleks antara beban mekanis, kecepatan relatif, dan sifat material yang dapat mempengaruhi umur pakai komponen. Keausan adalah proses degradasi atau hilangnya material dari permukaan suatu benda yang disebabkan oleh interaksi mekanis seperti gesekan, abrasi, erosi, atau kelelahan material. Proses ini terjadi ketika dua permukaan yang bersentuhan mengalami gerakan relatif satu sama lain, yang menyebabkan material pada salah satu atau kedua permukaan tersebut terkikis atau terlepas.

Penelitian ini dilaksanakan di atas kapal KM. TONASA LINE XVIII milik perusahaan PT. Pelayaran Tonasa Lines selama kurang lebih 12 bulan. Sumber data merupakan data primer hasil penelitian di atas kapal dan wawancara dengan perwira mesin serta mengumpulkan dokumen yang mendukung materi skripsi.

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini menunjukkan bahwa pentingnya perawatan Bantalan Utama Mesin Induk di atas kapal karena jika terjadi permasalahan ataupun kerusakan pada komponen bantalan tidak berjalan dengan baik, maka dapat mengakibatkan kerusakan pada mesin induk di atas kapal.

Kata kunci : *Mesin Induk, Keausan, Bantalan Utama.*

ABSTRACT

Sigaol Sojuaon Butarbutar, Analysis of the Cause of Wear of the Main Bearing of the Main Engine on the KM Ship. TONASA LINE XVIII, (Guided by Dr. Ir. Ahmad Wahid, S.T., M.T,M.Mar.E. and Mathius Lantang, S.T., M.Mar.E).

Main Bearing Wear of the Main Engine is wear as the loss of material from a surface that is subjected to mechanical contact and repeated friction. According to him, wear is the result of a complex interaction between mechanical loads, relative speed, and material properties that can affect the life of components. Wear is the process of degradation or loss of material from the surface of an object caused by mechanical interactions such as friction, abrasion, erosion, or material fatigue. This process occurs when two surfaces in contact experience motion relative to each other, causing the material on one or both surfaces to erode or detach.

This research was carried out on board the KM ship. TONASA LINE XVIII owned by PT. Tonasa Lines cruises for approximately 12 months. The data source is primary data from research results on board and interviews with engine officers and collecting documents that support the thesis material.

The results obtained from this study show that it is important to maintain the Main Bearing of the Main Engine on board the ship because if there is a problem or damage to the bearing components does not run properly, it can result in damage to the main engine on the ship.

Keywords: Main Machine, Wear, Main Bearing.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
PRAKATA.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Batasan Masalah (JIKA PERLU).....	5
D. Tujuan Penelitian	5
E. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
A. Landasan Teori Mengenai Defenisi Keausan Bantalan.....	7
B. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kerja Bantalan	10
C. Kualifikasi Jenis Bantalan	18
D. Sifat-Sifat Bahan Bantalan	21
E. Kerangka Pikir Penelitian	22
F. Hipotesis Penelitian.....	23
BAB III METODE PENELITIAN.....	23
A. Jenis Penelitian	23
B. Definisi Konsep	24
C. Unit Analisis	24
D. Teknik Pengumpulan Data	25
E. Prosedur Pengolahan dan Analisis Data.....	26

F. Langkah Analisis Perencanaan	28
BAB IV HASIL PENELITIAN	29
A. Gambaran Umum Tempat Penelitian	29
B. Gambaran Umum Operasi	31
C. Data Penelitian.....	33
D. Pembahasan Hasil Penelitian	38
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	57
A. Kesimpulan	57
B. Saran	58
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN.....	61
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Keausan adhesive.....	11
Gambar 2. 2 Keausan abrasif	12
Gambar 2. 3 Surface fatigue wear	12
Gambar 2. 4 Corrosive wear	13
Gambar 2. 5 Metal Bearing	19
Gambar 2. 6 Roller Bearing	19
Gambar 2. 7 Crankshaft.....	20
Gambar 4. 1 Name Plate Mesin Utama.....	29
Gambar 4. 2 Operating Instruction.....	31
Gambar 4. 3 Indikator Pressure L.O	41
Gambar 4. 4 Hasil Deflection cylinder nomor 1 Pada Posisi Bottom Port Side 0 mm.....	43
Gambar 4. 5 Hasil Deflection cylinder nomor 1 Pada Posisi Portside (Kiri) 0.01 mm.....	43
Gambar 4. 6 Hasil Deflection cylinder nomor 1 Pada Top (Atas) 0.13 mm	44
Gambar 4. 7 Hasil Deflection cylinder nomor 1 Pada staboard Kanan -0.01 mm.....	44
Gambar 4. 8 Hasil Deflection cylinder nomor 1 Pada Bottom Staboard (Bawah Kanan) -0.03 mm	45
Gambar 4. 9 Hasil Deflection cylinder nomor 1 Pada Posisi Bottom Portside (Bawah Kiri) 0 mm	45
Gambar 4.10 Hasil Deflection cylinder nomor 1 Pada Posisi.....	46
Gambar 4. 11 Hasil Deflection cylinder nomor 1 Pada Top (Atas) 0.13 mm	46
Gambar 4. 12 Hasil Deflection cylinder nomor 1 Pada starboard (Kanan) 0.1 mm.....	47
Gambar 4. 13 Hasil Deflection cylinder nomor 1 Pada Bottom Starboard (Bawah Kanan) - 0.02 mm	47

Gambar 4. 14 Grafik Garis Engkol Defleksi terhadap setiap silinder dari 1 hingga 6	48
Gambar 4. 15 Jack Pump dan Pemasangan tools	49
Gambar 4. 16 Proses pengangkatan cap <i>main bearing</i>	50
Gambar 4. 17 Proses cleaning bearing dan pengukuran	51

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Sifat-sifat Bahan Bantalan	21
Tabel 2. 2 Diagram Alir Kerangka Pikir	23
Tabel 3. 1 Analisis Perencanaan	28
Tabel 4. 1 Perawatan Bantalan Utama Bulan Februari 2024	33
Tabel 4. 2 Perawatan Bantalan Utama Bulan Maret 2024	34
Tabel 4. 3 Jam Kerja Minyak Pelumas Mesin Induk.....	35
Tabel 4. 4 Suhu dan Tekanan Minyak Pelumas	36
Tabel 4. 5 Perbandingan Deflection Crankshaft.....	48

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Transportasi adalah elemen krusial dalam tatanan kehidupan, pemerintahan, dan masyarakat. Pada dasarnya, transportasi merujuk pada kegiatan perpindahan individu, fauna, atau benda dari satu tempat ke tempat lain menggunakan wahana yang ditenagai oleh manusia atau mesin. Keberadaan transportasi menghasilkan dan menaikkan derajat keterjangkauan terhadap potensi sumber daya alam dan jangkauan pasar. Sumber daya alam yang tadinya belum dimanfaatkan menjadi bisa diakses dan dikelola.

Jaringan transportasi memegang peranan sentral dalam pembangunan suatu negara, sebab dengan adanya jaringan transportasi yang efektif dan terorganisir, hal tersebut dapat memajukan, mendirikan, serta membentuk kondisi ekonomi bangsa. Selain berperan sebagai fasilitas sosial, jaringan transportasi juga memiliki fungsi sebagai fasilitas ekonomi dan politik yang dapat mencegah suatu daerah dari kondisi terpencil dan tertinggal. Keterkaitan antara daerah dan jaringan transportasi merupakan sebuah relasi yang tidak terpisahkan, salah satu contohnya adalah jaringan transportasi perairan (Pelayaran). Sehubungan dengan itu, jaringan transportasi yang berada di bawah naungan Kementerian Perhubungan senantiasa memastikan ketersediaan akses agar berbagai kegiatan dapat terlaksana sesuai rencana dan terus mengalami kemajuan.

Pelayaran mempunyai pengertian sebagaimana diatur dalam ketentuan Pasal 1 angka 1 Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2018 tentang Pelayaran yaitu, "Pelayaran adalah satu kesatuan sistem yang terdiri atas angkutan di perairan, kepelabuhanan, keselamatan dan keamanan, serta perlindungan lingkungan maritim. Sektor pelayaran

memiliki peranan signifikan sebagai sarana untuk menjaga keamanan pelayaran berbagai macam kapal. Secara ekonomis, pelayaran belum beranjak dari statusnya sebagai industri pelengkap. Untuk menunjang pelayaran yang lancar diperlukan sebuah kapal laut yang dapat beroperasi dengan benar dan tanpa kekurangan satu apapun.

Menurut (Undang- Undang pelayaran Departemen perhubungan RI, 2008) Kapal adalah kendaraan air dengan bentuk dan jenis tertentu, yang digerakkan dengan tenaga angin, tenaga mekanik, energi lainnya, ditarik atau ditunda, termasuk kendaraan yang berdaya dukung dinamis, kendaraan di bawah permukaan air, serta alat apung dan bangunan terapung yang tidak berpindah-pindah. Seiring perkembangan teknologi, kapal semakin canggih dan efisien dalam menggunakan sumber daya, salah satunya kapal yang digerakkan oleh mesin diesel (*diesel engine*). Mesin penggerak utama pada kapal memegang peran sangat penting dalam menjalankan kapal. Untuk memastikan dan meningkatkan keandalan mesin utama kapal, sangat penting untuk memilih mesin kapal yang berkualitas dan terjamin.

Menurut (Dwiana, 2023) Mesin penggerak utama pada kapal merupakan motor primer yang berfungsi mengkonversi energi mekanis menjadi daya propulsi untuk baling-baling, sehingga memungkinkan kapal untuk melaju, bermanuver, dan bergerak ke berbagai tujuan guna melaksanakan kegiatan operasionalnya secara kontinu. Keadaan ini tentunya akan memberikan dampak terhadap kondisi bantalan utama (main bearing), mengingat fungsinya sebagai penopang poros engkol (crankshaft) serta penahan beban gesekan pada bantalan utama dan poros engkol; oleh sebab itu, untuk mencegah persinggungan langsung yang dapat mengakibatkan keausan pada kedua permukaan tersebut dan berpotensi memengaruhi performa mesin utama, dibutuhkan tindakan pemeliharaan mesin secara periodik dan tepat waktu. Dalam *Modern Innovations in Marine Bearings* (Quaranta & Davies, 2022) menyoroti pentingnya pengelolaan data dan analisis dalam mendukung

sistem permesinan kapal. Data yang dikumpulkan dan dianalisis memungkinkan identifikasi masalah potensial dan perencanaan pemeliharaan yang lebih baik, yang berkontribusi pada operasi kapal yang lebih lancar. Oleh sebab itu dalam mendukung aspek tersebut perlu didukung dengan adanya perawatan pada sistem permesinan secara rutin.

Berdasarkan (Saman et al., 2020) Bantalan utama (*main bearing*) adalah komponen kritis yang menuntut pemeliharaan integritas sistem pelumasannya secara kontinu, terutama ketika mesin induk (*main engine*) sedang dalam siklus operasi. (Edirisinghe & Jin, 2018) menekankan bahwa komunikasi yang efektif antara kru kapal sangat penting untuk koordinasi yang baik selama operasi. Sistem komunikasi yang jelas dan efisien memastikan bahwa informasi mengenai tugas, perintah, dan situasi darurat dapat disampaikan dengan cepat dan akurat, meningkatkan efisiensi operasional kapal. Perawatan tersebut tidak terlaksana, Masinis 2 penanggung jawab mesin induk di KM. TONASALINE XVIII lalai dalam tugas. Oleh karena itu, sangatlah penting untuk kru kapal memahami pengoperasian serta seberapa besar pentingnya perawatan *main engine* sesuai dengan instruksi manual book.

Beberapa penelitian terdahulu terkait dengan analisis penyebab keausan *main bearing* dikapal, (Saman et al., 2020) dalam penelitiannya yang berjudul 'Studi Eksperimen Pengaruh Kandungan Minyak Lumas terhadap Kerataan *Main Bearing Main Engine* MV. BNI CASTOR', penulis mengemukakan bahwa keausan *main bearing* utamanya disebabkan oleh beberapa faktor krusial. Pertama, minimnya penanganan atau perawatan pada bantalan utama secara langsung berdampak pada inefisiensi kerja bantalan dalam menjaga keseimbangan putaran poros. Kedua, kurangnya perhatian terhadap jam operasional komponen, khususnya bantalan utama, mempercepat

timbulnya kerusakan yang tak terhindarkan. Hal ini dapat memicu kerusakan sekunder pada komponen terkait yang seharusnya sudah diganti. Terakhir, inkonsistensi dalam pemantauan viskositas minyak lumas mengakibatkan pelumasan yang tidak optimal, yang pada gilirannya memicu gesekan berlebih dan goresan pada *main bearing*.

Sebuah studi oleh Mesin et al. (2023) dalam Jurnal Patria Bahari menyimpulkan bahwa pelumasan yang tidak optimal meningkatkan suhu gas buang. Ini terjadi karena penurunan performa pelumasan mengakibatkan keausan pada piston, yang kemudian menaikkan suhu *main engine*. Selain itu, kelelahan material atau penggunaan melebihi batas jam kerja pada komponen bergerak juga menjadi faktor pemicu.

Sebuah studi oleh Atas & Kt (n.d.) tentang penyebab keausan *main bearing* pada *main engine* Mark Akasaka Diesel Type K28bfd di Kapal MT. Petro Ocean XX menyimpulkan bahwa keausan *main bearing* utamanya disebabkan oleh beberapa faktor. Ini termasuk tekanan minyak pelumas yang tidak cukup sehingga pelumasan tidak maksimal, kebocoran gas pembakaran akibat kerusakan *ring piston*, kontaminasi minyak lumas oleh air atau serbuk logam dari gesekan komponen, serta pendingin minyak lumas yang tidak optimal yang mengakibatkan mesin panas. Kondisi ini secara berkala menyebabkan komponen mesin yang bergesekan mengalami keausan atau kerusakan.

Dari beberapa kutipan yang telah saya telaah serta di dorong dengan adanya permasalahan pada saat saya melaksanakan praktek laut selama 1 tahun, dimana banyaknya terjadi keausan bantalan utama mesin induk diakapal oleh tidak optimalnya kinerja minyak pelumas serta kurangnya kesadaran kru kapal dalam perawatan bantalan utama mesin induk, maka penulis merasa tertarik untuk melakukan penelitian dan mengangkat sebuah judul “Analisis Penyebab Terjadinya Keausan Bantalan Utama Mesin Induk Diatas Kapal KM. TONASA LINE XVIII.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka permasalahan yang diangkat pada penulisan ini adalah apa penyebab terjadinya keausan terhadap main bearing mesin induk diatas kapal KM.TONASA LINE XVIII.

C. Batasan Masalah (JIKA PERLU)

Dalam menghadapi kompleksitas permasalahan yang dapat diangkat dalam penulisan skripsi ini, penulis memutuskan untuk mempersempit fokus hanya pada factor penyebab keausan main bearing di atas kapal dapat dilaksanakan secara optimal.

D. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk menjawab permasalahan yang terdapat pada rumusan masalah yaitu untuk mengetahui faktor apa penyebab keausan main bearing di atas kapal KM. TONASA LINE XVIII.

E. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan dan pengetahuan mengenai pengoperasian dan perawatan main bearing diatas kapal, serta diharapkan penelitian ini juga dapat berperan sebagai wadah untuk pengembangan pemahaman teoritis dilingkungan akademis.

2. Manfaat Praktis

a. Sebagai gambaran penulis sebagai calon perwira (masinis) yang nantinya akan bekerja diatas kapal jika menghadapi permasalahan seperti ini

- b. Memberikan pengetahuan kepada pembaca tentang cara mengatasi masalah yang mungkin timbul dalam pengoperasian dan perawatan main bearing pada main engine melalui solusi yang disediakan
- c. Menyediakan informasi penting tentang penyebab factor terjadinya keausan main bearing untuk rekan-rekan mahasiswa/i, terutama bagi mereka yang akan melaksanakan praktek laut.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori Mengenai Defenisi Keausan Bantalan

Dalam publikasi (Elgazzar et al., 2023) dalam jurnal "*Advances in Tribology*" mendefinisikan keausan sebagai hilangnya material dari permukaan yang mengalami kontak mekanis dan gesekan berulang. Menurutnya, keausan adalah hasil interaksi kompleks antara beban mekanis, kecepatan relatif, dan sifat material yang dapat mempengaruhi umur pakai komponen. Keausan adalah proses degradasi atau hilangnya material dari permukaan suatu benda yang disebabkan oleh interaksi mekanis seperti gesekan, abrasi, erosi, atau kelelahan material. Keausan terjadi saat dua permukaan yang saling bersentuhan bergerak relatif, mengakibatkan pengikisan atau pelepasan material dari salah satu atau kedua permukaan.

Menurut (Ramezani et al., 2023) dalam studi "*Wear and Surface Engineering*" keausan adalah pengurangan material dari permukaan karena interaksi mekanis antara permukaan yang bersentuhan. Menurutnya, keausan adalah hasil dari kombinasi antara tekanan kontak, gerakan relatif, dan sifat material, serta dapat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan pelumasan.

Dalam artikel (*ScienceDirect_articles_21Nov2024_06-30-03, n.d.*) *Journal of Engineering Materials and Technology* keausan sebagai fenomena dimana material hilang dari permukaan karena gesekan berulang dan interaksi mekanis. Dia juga menyebutkan bahwa keausan dapat dipengaruhi oleh lingkungan operasional, seperti suhu dan kelembapan.

1. Bahan-Bahan Bantalan adalah:

a. Perunggu coran

Perunggu adalah nama kolektif untuk paduan logam yang mengandung tembaga, dicampur dengan timah, timbal, seng, atau aluminium, baik tunggal maupun kombinasi. Secara spesifik, perunggu timbal yang memiliki kandungan timbal sebesar 25% hingga 35%, mempunyai daya benam optimal dan juga kapabilitas untuk menahan tekanan tinggi pada kondisi-kondisi yang sangat berat.

b. Babbit

Babbit, yang juga dikenal sebagai baja putih, merupakan paduan logam berbasis timbal atau timah. Komposisi dari paduan ini dapat dimodifikasi dengan menambahkan unsur-unsur lain, seperti tembaga dan antimon, guna menyesuaikan sifat material terhadap kebutuhan aplikasi tertentu. Babbit umumnya digunakan sebagai lapisan pelindung pada bantalan utama yang terbuat dari besi tuang atau baja tuang, karena memiliki karakteristik gesekan rendah dan ketahanan aus yang baik, sehingga sangat efektif dalam mendukung kinerja komponen mesin yang bergerak secara berulang.

c. Aluminium

Aluminium sering digunakan sebagai bahan bantalan karena memiliki kekuatan tertinggi. Pengaplikasiannya mencakup beragam sektor seperti mesin, pompa, dan pesawat terbang. Namun, karena kekerasannya yang tinggi, aluminium memiliki kemampuan benam yang buruk, sehingga membutuhkan pelumas yang sangat bersih.

d. Seng

Bantalan yang terbuat dari paduan seng memiliki kemampuan protektif yang efektif terhadap keausan pada komponen baja yang menjadi pasangannya. Kemampuan ini

berasal dari sifat lapisan seng yang lebih lunak, sehingga memungkinkan terjadinya perpindahan material ke permukaan baja, membentuk lapisan pelindung secara alami meskipun tanpa adanya suplai pelumas secara terus-menerus. Kendati demikian, performa bantalan secara keseluruhan akan mencapai tingkat optimal apabila sistem dilengkapi dengan pelumasan yang memadai.

2. Bahan Crankshaft

Menurut Asiri (2022) dalam bukunya *Modeling and Analysis of Automotive Engine Crankshaft Made of Composite and Functionally Graded Materials*, material *crankshaft* utamanya adalah baja karbon. Baja ini diperoleh dari hasil dapur tinggi, baik dalam tungku pembakaran maupun listrik, pada suhu 1.500C. Setelah proses tersebut, biasanya ditambahkan sejumlah kecil silikon dan aluminium atau titanium.

Campuran tersebut kemudian diolah bersama sabun (busa) pada suhu rendah guna memperoleh tekstur yang lebih halus. Material hasil proses ini mampu digunakan dalam mesin yang beroperasi pada suhu hingga 550°C untuk baja karbon dan 600°C untuk baja paduan. Poros engkol (*crankshaft*) yang dirancang untuk bekerja pada putaran tinggi dan beban berat umumnya diproduksi dari baja paduan yang telah mengalami pengerasan permukaan guna meningkatkan ketahanan terhadap keausan. Jenis baja yang sering digunakan antara lain baja krom nikel (mengacu pada standar JIS G 4102 dari Jepang), baja krom nikel molibden (JIS G 4103), baja krom (JIS G 4104), serta baja krom molibden (JIS G 4105). Meskipun demikian, pemanfaatan baja paduan khusus tidak selalu menjadi pilihan utama semata-mata karena faktor putaran tinggi dan beban berat; dalam kondisi tertentu, baja karbon yang telah melalui perlakuan panas yang

sesuai tetap dapat dipertimbangkan sebagai alternatif untuk mencapai kekuatan yang dibutuhkan

Analisis harmonik dan spektrum respons akan dilakukan pada poros untuk menyelidiki perilaku poros di bawah aksi pemuatan, yang menghasilkan frekuensi yang unik untuk setiap material. Frekuensi tersebut dikenal sebagai frekuensi dasar atau alami getaran, dan ketika bertepatan dengan respons frekuensi getaran, akan ada resonansi, yang jika tercapai, dapat menyebabkan penyebab perkembangan fraktur di dalam permukaan.

B. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kerja Bantalan

1. Pembakaran yang tidak sempurna

Ketika bahan bakar disemprotkan, sudut engkol berada di kisaran 35°-40°. Ketika performa injektor tidak berada dalam kondisi optimal, volume bahan bakar yang diinjeksikan selama fase *ignition delay* cenderung meningkat. Hal ini mengakibatkan tekanan awal pada proses pembakaran menjadi lebih tinggi, sehingga terjadi kenaikan tekanan yang signifikan pada piston dalam waktu singkat. Konsekuensinya, sistem pemindah tenaga mengalami vibrasi, yang secara akustik teridentifikasi sebagai suara knocking atau dentuman dari luar saat mesin beroperasi. Jika karena suatu sebab kelambatan penyalaan menjadi terlalu besar, hal ini dapat menyebabkan kerusakan pada *ring* piston dan bantalan (*bearing*) penggerak mesin, menurut Ahmad Puji Nugroho et al. (2018).

Hal lain yang menyebabkan pembakaran yang tidak sempurna berdasarkan tempat praktek laut saya yakni tidak berfungsi dan rusaknya *Purifier* di atas kapal yang mengakibatkan bahan bakar masih tercampur dengan air dan kotoran-kotoran.

2. Keausan

Bearing adalah bagian mekanis yang berperan sebagai pelapis antar permukaan yang bergesekan untuk mengurangi gesekan

langsung. Menurut Septiyanto et al. (2022), bantalan terdiri dari beberapa komponen seperti cincin dalam (*inner ring*), elemen gelinding (*roll bearing*), dan penyangga. Keausan adalah proses alami berupa pergeseran material antar dua permukaan yang mengalami gesekan terus-menerus :

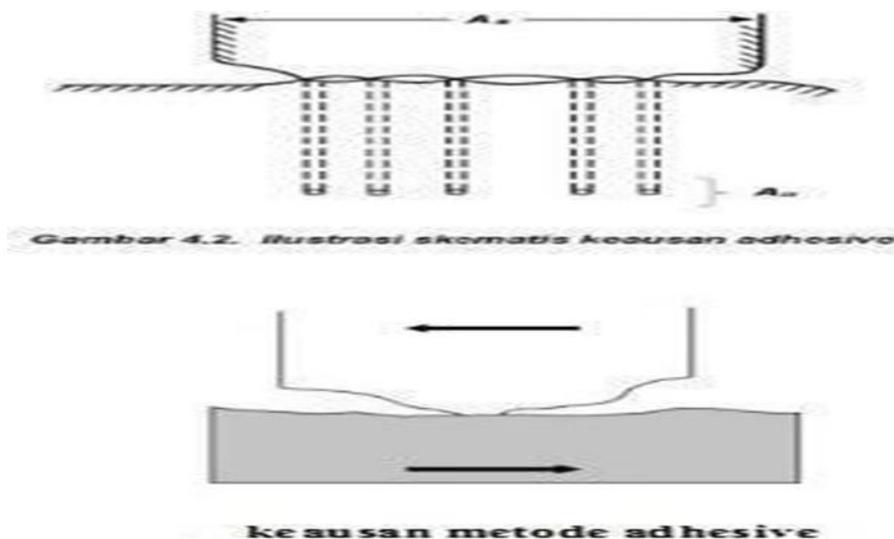
a. Keausan adhesif (*adhesive wear*)

Keausan adhesif timbul akibat permukaan dari dua atau lebih material bersentuhan satu sama lain, menyebabkan perlekatan atau adhesif, dan akhirnya permukaan salah satu material terlepas atau terkikis.

Faktor yang menyebabkan adhesif wear yaitu:

- (1) Kecenderungan material membentuk larutan padat.
- (2) Kemurnian permukaan.

Gambar 2. 1 Keausan adhesif



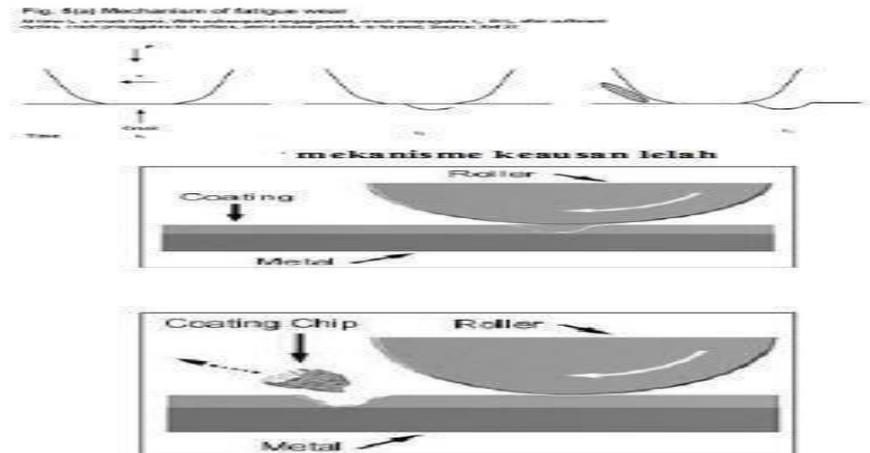
Sumber: <https://images.app.goo.gl/KjNjx9e7zR12iNdW8>

b. Keausan abrasif (*abrasive wear*)

Berdasarkan ilustrasi, proses ini terjadi ketika partikel keras (*asperity*) dari suatu material bergerak di atas permukaan material lain yang lebih lunak, lalu menembus atau mengikis material lunak

tersebut. Tingkat keausan yang ditimbulkan oleh proses ini sangat dipengaruhi oleh tingkat kebebasan partikel keras yang terlibat.

Gambar 2. 2 Keausan abrasif



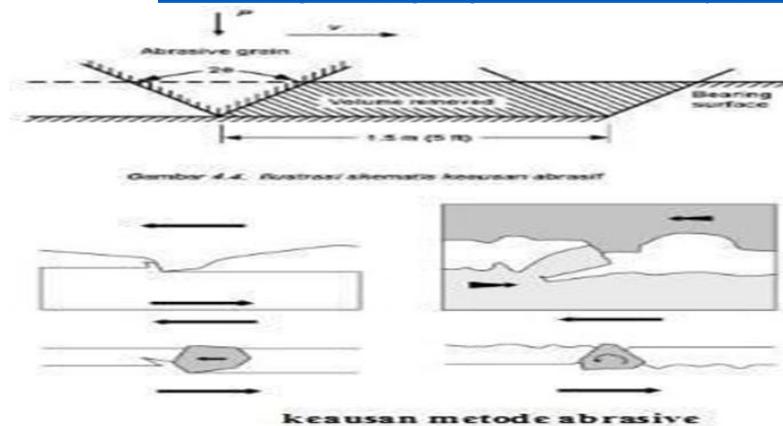
Sumber : <https://images.app.goo.gl/Ycray2Vh69TsbkD59>

c. Keausan lelah atau *Fatigue* (*surface fatigue wear*)

Hal ini dapat disebabkan oleh mekanisme abrasi atau adhesi. Namun, keausan tersebut juga dapat timbul dari interaksi permukaan di mana tekanan berulang pada permukaan menyebabkan retakan mikro yang saling tumpang tindih. Proses ini pada akhirnya perubahan bentuk material dan menyebabkan gesekan berlebih.

Gambar 2. 3 *Surface fatigue wear*

Sumber: <https://images.app.goo.gl/GuSadZaRvntHy6pu8>



d. Keausan oksidasi atau korosif (*Corrosive wear*)

Transformasi secara kimia yang terjadi akibat pengaruh kondisi serta unsur lingkungan terhadap permukaan bahan memicu tahapan degradasi. Ini membentuk lapisan baru dengan sifat yang berbeda dari lapisan semula. Ketika telah sampai pada batas antarmuka dengan bahan dasar, lapisan baru ini berpotensi menyebabkan kerusakan atau melepaskan seluruh lapisan tersebut..

Gambar 2. 4 *Corrosive wear*

Sumber : <https://images.app.goo.gl/WzxqU5uvcpbyvA128>



3. Pelumas

Pada riset mereka mengenai Analisis Kekuatan Bantalan pada Prototipe Konveyor Sabuk, Lubis et al. (2021) menjelaskan bahwa fungsi utama bantalan adalah menyangga poros agar dapat berputar dengan gesekan minimal. Karena peran vitalnya, perawatan yang tepat sangat diperlukan untuk memperpanjang usia pakainya, dan pelumasan yang adekuat menjadi kunci dalam hal ini.

Menurut (Siskayanti & Kosim, 2018) dalam *Analisis Pengaruh Bahan Dasar Terhadap Indeks Viskositas Pelumas Berbagai Kekentalan*, pelumas merupakan zat cair kimiawi yang berfungsi mengurangi gaya gesek antara dua benda yang bergerak. Zat ini,

yang merupakan fraksi hasil minyak bumi, memiliki rentang suhu 105°C hingga 135°C. Komposisi umum pelumas terdiri dari 90% minyak dasar dan 10% zat aditif.

Fungsi utama pelumas yang bekerja pada area gesek bantalan mencakup pengendalian gaya gesek dan keausan, perlindungan permukaan terhadap kerusakan akibat korosi dan proses oksidasi, penyerapan beban, pencegahan masuknya zat asing, serta membantu menurunkan suhu permukaan yang bersentuhan. Efektivitasnya terjadi karena karakteristik gaya gesek dan lapisan pelumas yang terbentuk di antara permukaan yang bergesekan. Viskositas sendiri merupakan ukuran kemampuan fluida dalam mengalir, atau tingkat kelancarannya. Daya kerja pelumas dalam meminimalkan keausan sangat dipengaruhi oleh tingkat kekentalan pelumas; semakin tinggi viskositas, semakin kecil keausan dan gesekan yang terjadi. Karena viskositas sangat dipengaruhi oleh suhu, penting untuk memilih jenis serta tipe pelumas yang sesuai.

Menurut (Di et al., 2019), tujuan pelumasan antara lain:

- a. Meningkatkan efisiensi mekanis melalui pengurangan gesekan.
- b. Mencegah keausan permukaan gesekan sehingga tidak terjadi adhesi antar material.
- c. Mengurangi panas akibat gesekan maupun panas yang berpindah dari komponen lain guna menghindari terjadinya suhu berlebih.
- d. Menghilangkan sisa hidrokarbon maupun partikel logam agar area gesekan tetap terjaga kebersihannya.
- e. Menjamin kedekatan komponen, misalnya pada celah antara silinder dan ring torak.
- f. Menyalurkan beban kerja secara merata pada area yang mengalami gesekan.
- g. Menghindari oksidasi dan karat pada permukaan gesekan.
- h. Mencegah adanya debu.

Syarat-syarat minyak pelumas:

- a) Viskositas yang Sesuai: Tingkat kekentalan pelumas harus selaras dengan kebutuhan operasional mesin, yang diindikasikan oleh angka SAE (misalnya, SAE 30, SAE 40, SAE 70). Semakin tinggi angka SAE, semakin besar pula viskositas pelumas tersebut.
- b) Daya Rekat Unggul: Pelumas harus memiliki daya rekat yang kuat agar dapat menempel secara maksimal pada permukaan logam, memastikan lapisan pelindung yang efektif.
- c) Resistansi Penguapan: Pelumas tidak boleh mudah menguap pada suhu operasional mesin, sehingga mencegah kehilangan volume dan kebocoran.
- d) Titik Beku Rendah: Untuk menjaga fluiditas pada kondisi dingin, titik beku pelumas harus cukup rendah agar tidak membeku pada suhu ekstrem.
- e) Kemampuan Penyerapan Panas: Pelumas perlu bekerja secara efektif dalam menyerap energi panas akibat gesekan maupun perpindahan panas dari komponen lain, untuk menghindari terjadinya suhu berlebih.
- f) Anti-Karat dan Non-Pembentuk Busa: Pelumas harus mampu mencegah korosi dan tidak boleh menghasilkan gelembung (busa) yang dapat mengurangi efisiensi pelumasan.
- g) Titik Nyala Tinggi: Memiliki titik nyala yang tinggi sangat krusial untuk mencegah pelumas terbakar akibat peningkatan suhu yang diakibatkan oleh gesekan.
- h) Stabilitas Terhadap Kontaminasi: Pelumas perlu memiliki ketahanan terhadap terbentuknya partikel yang berasal dari air, udara, bahan bakar, maupun gas hasil pembakaran yang berpotensi menurunkan mutunya.
- i) Kekuatan Geser Tinggi: Pelumas harus memiliki kekuatan geser yang memadai untuk membentuk lapisan pelindung yang kuat, sehingga mampu mencegah kontak langsung antar logam.

Kekuatan dan ketebalan oil film dapat dihitung dengan penggunaan rumus yaitu :

$$P = \mu \cdot V$$

Dimana :

μ = Viskositas bahan pelumas

V = Kecepatan bantalan (rpm)

P = Tekanan bantalan (psi)

Tekanan pelumas yang rendah menjadi salah satu faktor utama terganggunya proses pelumasan mesin, terutama pada bantalan utama. Kondisi ini secara otomatis mengurangi atau bahkan menghilangkan lapisan pelumas pada permukaan yang mengalami kontak gesekan secara langsung. Akibatnya, timbul masalah serius berupa ausnya komponen, khususnya *bearing*, akibat gesekan yang terjadi secara terus-menerus. Di samping itu, lapisan oli tipis juga berfungsi dalam meredam panas; jika akumulasi panas yang berlebihan tidak dikendalikan, maka akan timbul permasalahan baru yang disertai kerusakan akibat gesekan.

Tekanan minyak pelumas dapat ditentukan melalui persamaan berikut :

$$P = F / L \cdot D$$

Dimana:

P = Tekanan minyak (psi)

F = Gaya (N)

L = Langkah torak (mm)

D = Diameter (mm).

Terdapat beberapa faktor yang menentukan ketebalan minyak pelumas (oil film), bergantung pada keadaan yang relevan. Faktor tersebut diantaranya:

- a) Kekasaran permukaan logam.
- b) Tekanan bantalan.
- c) Viskositas minyak pelumas.
- d) Kecepatan relative dari permukaan logam yang bergerak.

4. Oil filter

Oil filter memegang peran krusial dalam mesin, bertanggung jawab menjaga kualitas oli dengan menyaring kotoran sebelum masuk ke sistem. Jika tidak rutin diganti atau dirawat, komponen ini dapat menyebabkan tekanan oli menurun, sehingga pelumasan menjadi tidak sempurna atau bahkan terhenti. Hal ini berpotensi fatal, menyebabkan kerusakan serius pada komponen mesin, terutama bantalan (*bearing*), yang akan mempercepat keausan parah dan risiko kegagalan. Selain itu, dapat terjadi peningkatan suhu berlebih, getaran tidak normal, dan suara bising yang mengganggu. Oleh karena itu, maintenance terhadap komponen ini sangat penting mengingat pentingnya bagi kinerja mesin.

5. Gesekan

Gesekan merupakan gaya yang menghambat pergerakan relatif antara dua permukaan padat, lapisan fluida, maupun elemen material yang saling berinteraksi. Jenis gesekan ini berpotensi menimbulkan keausan, yang pada akhirnya dapat menurunkan performa sistem dan menyebabkan kerusakan komponen. Faktor-faktor utama yang memicu terjadinya gesekan antara lain adalah adanya efek elastis seperti gerakan mengguling (*rolling*), respons viskoelastik, serta hambatan dari aliran fluida atau hidrodinamik. Adhesi merupakan ikatan antar benda, dengan kekuatan ikatan yang bergantung pada struktur, komposisi kimia material yang terikat, serta permukaan akhir. Hambatan terhadap gelinding disebabkan oleh deformasi lambat pada benda atau area yang bergerak. Deformasi sendiri adalah perubahan bentuk suatu objek akibat perubahan suhu atau gaya. Efek viskositas merupakan gaya yang muncul akibat terjadinya deformasi pada material yang bersifat lentur ketika mengalami kontak dengan hambatan hidrodinamik. Hambatan ini terjadi karena adanya pergerakan relatif antar molekul fluida pelumas yang berada di antara komponen-komponen yang saling bergerak. Fenomena ini termasuk salah satu bentuk hambatan yang terjadi pada bantalan dengan pelumasan penuh yang bekerja berdasarkan prinsip hidrodinamis.

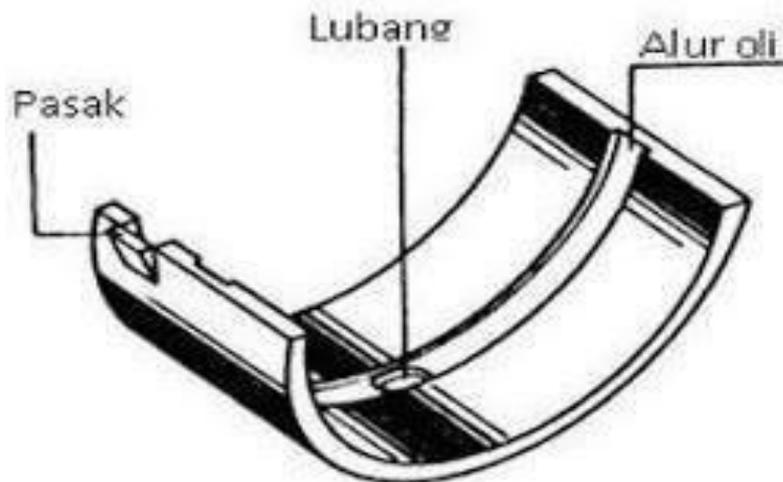
C. Kualifikasi Jenis Bantalan

Berdasarkan gerak terhadap bantalan poros, maka :

a. Bantalan luncur (*slider bearing*)

Pada bantalan ini, gesekan terjadi antara permukaan poros dan permukaan bantalan. Untuk mengurangi gesekan dan melumasi kedua permukaan tersebut, minyak pelumas digunakan sebagai lapisan pemisah.

Gambar 2. 5 *Metal Bearing*



Sumber : <https://images.app.goo.gl/vqDPcD4e4fPuPQMW9>

b. Bantalan gelinding (*roller bearing*)

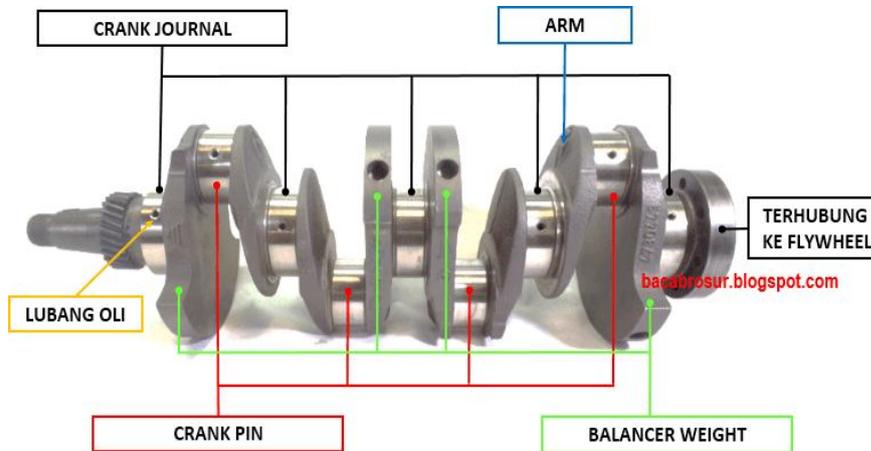
Ketika beroperasi, bearing yang berada di antara poros dan rumah bearing terdiri dari komponen yang berputar dan diam. Gesekan antara kedua bagian ini ditimbulkan oleh elemen gelinding selama bearing bekerja.

Gambar 2. 6 *Roller Bearing*



Sumber : <https://www.iecltd.co.uk/Uploads/Image/bearings.jpg>

Gambar 2. 7 Crankshaft



Sumber : <https://bacabrosur.blogspot.com/2018/08/fungsi-poros-engkol.html>

Komponen yang ada pada poros engkol atau crankshaft yaitu:

a. *Crankpin bearing*

Pada poros engkol terdapat suatu elemen yang berfungsi sebagai tumpuan bagi batang penghubung. Untuk mendukung pergerakan naik-turun batang piston, bantalan jurnal yang berupa lapisan logam dipasang pada poros engkol sebagai penyangga.

b. *Crank journal*

Jurnal engkol merupakan bagian dari poros engkol yang berfungsi sebagai titik tumpu utama pada blok mesin. Komponen ini umumnya dilengkapi dengan bantalan logam serta penyangga utama yang dikenal sebagai dudukan baja. Dudukan baja tersebut dipasang pada blok mesin dan berperan sebagai penopang utama bagi poros engkol saat berputar.

c. *Crankpin hole*

Bagian ini terletak antara jurnal utama dan pin engkol terdapat sebuah lubang yang berfungsi sebagai jalur aliran oli ke seluruh bagian poros engkol.

d. *Counter weight*

Komponen ini berperan dalam menjaga keseimbangan putaran poros engkol. Untuk mencapai hal tersebut, sengaja dibuat lubang-lubang yang berfungsi sebagai tempat penyesuaian bobot pada setiap penyeimbang, sehingga menghasilkan poros engkol yang seimbang.

e. *Crank arm*

Bagian pada poros engkol ini berfungsi sebagai penghubung antara jurnal engkol dengan pin engkol. Keberadaannya sangat penting agar seluruh bagian *crankshaft* dapat tersambung secara optimal.

D. Sifat-Sifat Bahan Bantalan

Tabel 2. 1 Sifat-sifat Bahan Bantalan

Bahan bantalan	Kekerasan Hb	Tekanan maksimum yang diperbolehkan (kg/mm^2)	Temperaturmaks. yang diperoleh ($^{\circ}\text{C}$)
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	0,6-1,8	150
Paduan Kadmium	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

Sumber : (Maleev & Priambodo)

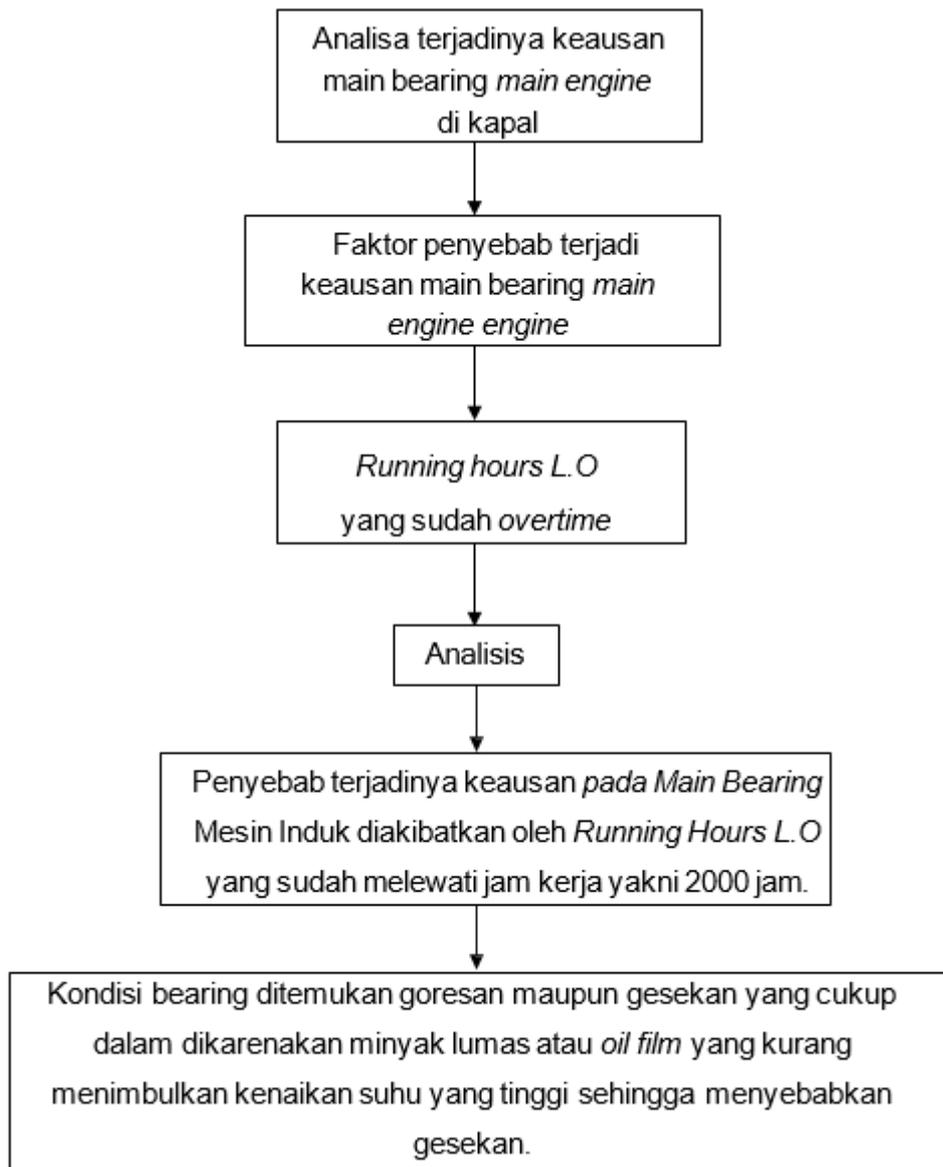
Penentuan material bantalan dan perincian desainnya memerlukan pertimbangan terhadap berbagai faktor:

- a. Koefisien gesekan, baik dalam kondisi diam (statis) maupun saat bergerak (dinamis), perlu diperhitungkan secara cermat.
- b. Kapasitas beban ditentukan dari hasil pembagian antara beban radial terhadap luas permukaan bantalan.
- c. Kecepatan operasi merujuk pada kecepatan relatif antara komponen yang bergerak dan yang diam, biasanya dinyatakan dalam satuan kaki per menit (ft/menit) atau meter per detik (m/s).
- d. Suhu selama kondisi operasi.
- e. Batas-batas keausan.
- f. Mampu produksi, pengikatan, pemasangan dan pemakaian.

E. Kerangka Pikir Penelitian

Bagan kerangka pikir penelitian di bagian pertama membahas tentang judul Analisa Terjadinya Keausan *Main Bearing Main Engine* Di Kapal. Pada bagian ke 2 membahas tentang faktor penyebab tingginya konsumsi L.O di atas kapal yang disebabkan karena kurangnya pengecekan jam kerja berlebih terhadap *replace* minyak pelumas, masalah pada kurangnya pengecekan terhadap jam kerja *main bearing* mesin induk di kapal, dan pada bagian ke 3, penulis menguraikan prosedur untuk menganalisis hal tersebut guna menghasilkan pembahasan dan kesimpulan. Susunan kerangka pikir yang digunakan adalah sebagai berikut.

Tabel 2. 2 Diagram Alir Kerangka Pikir



F. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka pikir yang diuraikan di atas, maka penulis memberikan dugaan permasalahan sebagai berikut :

1. Tidak sempurnanya pembakaran mesin utama
2. Kurangnya pengecekan terhadap *main bearing* secara berkala
3. Jam kerja minyak pelumas yang *overtime*

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Studi ini menggunakan pendekatan deskriptif yang bertujuan untuk memberikan gambaran mengenai penyebab keausan bantalan utama (*main bearing*) diatas kapal KM. TONASA LINE XVIII. Masalah ini sering muncul di kapal dan dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti kurangnya pengecekan terhadap main bearing secara berkala, adanya masalah pada konsumsi minyak pelumas mesin induk yang berlebih disebabkan jam kerja minyak pelumas yang overtime dan tidak dilakukannya pergantiaan secara tepat waktu.

Data penelitian ini dikumpulkan melalui observasi langsung di kapal dan wawancara dengan kru yang bertanggung jawab atas mesin induk. Melalui metode ini, diharapkan dapat diperoleh informasi rinci mengenai Apa penyebab terjadinya keausan bantalan utama mesin induk, serta upaya yang telah dilakukan untuk menangani masalah keausan tersebut. Hal ini dilakukan untuk menghindari kerusakan atau menangani permasalahan pada sistem mesin induk sesuai dengan masalah yang dialami oleh peneliti diatas kapal.

Studi ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang mendalam mengenai pentingnya perawatan rutin dan menyeluruh pada mesin utama (*main engine*) guna mencegah keausan dan kerusakan pada bantalan utama. Dengan mengetahui faktor- faktor penyebab keausan pada bantalan utama, diharapkan manajemen kapal dapat mengambil upaya preventif yang lebih efektif. Selain itu, studi ini juga diharapkan dapat menjadi acuan bagi kapal-kapal lain dalam menerapkan prosedur perawatan dan penanganan keausan bantalan utama mesin utama yang optimal demi kelancaran operasional kapal dan kenyamanan kru dalam menggunakan fasilitas toilet.

B. Definisi Konsep

Menurut Rahardjo (2018), Konsep merupakan istilah dan definisi yang secara abstrak menggambarkan peristiwa, kondisi, kelompok, atau individu yang menjadi objek kajian dalam ilmu sosial. Kehadiran konsep bertujuan untuk membantu peneliti dalam merumuskan dan menyederhanakan kerangka berpikir mereka, di mana satu istilah dapat mewakili beberapa peristiwa (events) yang saling berkaitan, sekaligus merepresentasikan realitas yang kompleks..

Pada studi ini, diperlukan definisi operasional yang jelas untuk setiap variabel yang diteliti agar hasil penelitian dapat diukur secara objektif dan akurat. Definisi operasional variabel membantu menguraikan setiap konsep yang digunakan dalam studi ini menjadi ukuran yang lebih konkret, sehingga memudahkan proses pengumpulan data dan analisis. Fokus penelitian ini adalah pada faktor-faktor yang berperan penting dalam proses penelitian apa penyebab keausan bantalan utama mesin utama di atas kapal.

C. Unit Analisis

Bagian ini merupakan objek utama yang akan dikaji dalam sebuah penelitian, seperti individu, kelompok, organisasi, atau fenomena tertentu. Unit analisis menentukan fokus kajian penelitian dan menunjukkan tingkat di mana data akan dikumpulkan dan dianalisis. Unit analisis dalam studi ini adalah penyebab keausan bantalan utama mesin utama pada kapal KM. TONASA LINE XVIII. Unit ini dianalisis untuk memahami apa penyebab serta cara mengatasi kondisi komponen, dan efektivitasnya dalam mencegah gangguan pada sistem mesin induk.

Selain mesin utama, kru kapal yang bertanggung jawab atas perawatan mesin utama (*main engine*) juga menjadi unit analisis sekunder dalam penelitian ini. Pengetahuan dan keterampilan kru dalam menjalankan prosedur perawatan rutin dan menghadapi kendala teknis akan dianalisis untuk memahami faktor-faktor yang mempengaruhi

efektivitas perawatan. Dengan melakukan wawancara dan observasi langsung terhadap kru, penelitian ini dapat menggali lebih dalam mengenai upaya perawatan serta tantangan-tantangan yang.

Unit analisis lainnya meliputi prosedur perawatan dan kualitas komponen bantalan utama mesin induk. Kualitas perawatan dinilai dari ketepatan dan keteraturan dalam mengikuti standar perawatan, serta kondisi fisik komponen seperti pompa dan pipa yang penting untuk fungsi vakum. Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi apakah prosedur yang dilakukan sesuai standar sudah cukup memadai untuk mengetahui kinerja main engine dan apakah kualitas komponen masih layak untuk digunakan atau perlu diganti. Dengan mengkaji unit-unit ini, penelitian diharapkan dapat menemukan solusi dalam mengatasi keausan bantalan utama mesin induk sehingga masalah dapat diatasi dengan lebih optimal.

D. Teknik Pengumpulan Data

Pada studi ini pengumpulan data dilakukan melalui beberapa metode yang mendukung pendekatan deskriptif, yaitu observasi, wawancara, dan dokumentasi. Teknik observasi digunakan untuk mengamati langsung kondisi *main engine* di kapal KM. TONASA LINE XVIII serta proses perawatan yang dilakukan oleh kru. Observasi ini bertujuan untuk mendapatkan gambaran nyata mengenai kondisi bantalan utama mesin induk, prosedur perawatan yang diterapkan, serta kendala-kendala teknis yang dihadapi kru kapal. Melalui observasi langsung, peneliti dapat memahami aspek praktis dari penyebab keausan bantalan utama mesin induk dikapal.

Wawancara mendalam dengan kru kapal yang bertanggung jawab atas perawatan mesin utama menjadi teknik pengumpulan data berikutnya. Kru kapal merupakan sumber informasi utama dalam penelitian ini karena mereka yang menjalankan prosedur perawatan harian dan memiliki pemahaman langsung tentang kendala-kendala

teknis yang dihadapi. Wawancara dilakukan secara semi-terstruktur, sehingga peneliti dapat memperoleh informasi detail sekaligus memungkinkan fleksibilitas dalam menggali pengalaman dan pandangan kru mengenai keausan bantalan utama.

Untuk menunjang data yang dihasilkan dari observasi dan wawancara, peneliti juga menerapkan teknik dokumentasi. Dokumentasi mencakup pengumpulan data-data tertulis seperti catatan perbaikan, dan panduan perawatan bantalan mesin utama yang diterapkan di kapal KM. TONASA LINE XVIII. Melalui dokumen-dokumen ini, peneliti dapat melihat apakah prosedur perawatan telah sesuai dengan standar atau masih terdapat kekurangan yang mungkin memengaruhi kinerja mesin utama.

Dengan menggabungkan ketiga teknik pengumpulan data ini, penelitian dapat memperoleh informasi yang menyeluruh mengenai penyebab keausan bantalan utama mesin utama di kapal. Setiap teknik memberikan perspektif yang berbeda namun saling melengkapi, memungkinkan peneliti untuk mengidentifikasi masalah, pola, dan peluang perbaikan dalam penyebab keausan bantalan utama mesin utama di kapal.

E. Prosedur Pengolahan dan Analisis Data

Agar informasi yang didapatkan valid dan reliabel, prosedur pengolahan data dilakukan secara sistematis. Setelah data dikumpulkan melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi. Langkah pertama adalah melakukan penyaringan dan pengorganisasian data. Data yang dikumpulkan akan diurutkan berdasarkan kategori variabel yang telah ditentukan, seperti kendala perawatan dan apa penyebab keausan bantalan utama mesin utama. Dengan melakukan pengorganisasian ini, peneliti dapat lebih mudah menganalisis data yang relevan dan mengeliminasi informasi yang tidak diperlukan.

Setelah pengorganisasian data, tahap selanjutnya adalah analisis deskriptif. Data yang diperoleh dari observasi akan dianalisis untuk mendeskripsikan kondisi fisik mesin utama, serta prosedur perawatan yang diterapkan yang dilakukan oleh kru kapal. Selanjutnya, hasil wawancara akan dianalisis menggunakan metode analisis tematik. Peneliti akan mengidentifikasi tema-tema kunci yang muncul dari jawaban narasumber, termasuk pengalaman mereka dalam melakukan perawatan, kendala yang dihadapi, dan solusi yang diusulkan. Dengan menganalisis data kualitatif ini, peneliti dapat menggali lebih dalam mengenai persepsi dan pemahaman kru tentang penyebab keausan bantalan utama mesin utama serta dampaknya. Hasil analisis tematik ini akan disajikan dalam narasi yang menggambarkan pandangan kru secara menyeluruh. Terakhir, data yang diperoleh dari dokumentasi akan dianalisis untuk mendukung temuan dari observasi dan wawancara.

Dengan cara ini, peneliti dapat mengidentifikasi apakah prosedur perawatan yang diikuti sudah sesuai dengan standar yang ditetapkan, serta mengevaluasi riwayat kerusakan dan perbaikan yang terjadi pada bantalan utama mesin utama. Prosedur analisis yang komprehensif ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang jelas dan mendalam mengenai penyebab keausan bantalan utama mesin induk di kapal KM. TONASA LINE XVIII, serta memberikan rekomendasi untuk perbaikan di masa depan.

F. Langkah Analisis Perencanaan

Tabel 3. 1 Analisis Perencanaan

No	Kegiatan	Tahun 2023											
		Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Pengumpulan Data Buku Referesi	■											
2	Pembahasan Judul		■										
3	Pemilihan Judul Dan Bimbingan Penetapan Judul		■										
4	Seminar Judul			■									
5	Penyusunan / Judul Penelitian							■					
		Tahun 2023 - 2024											
6	Pengambilan Data Prala	Praktek Laut											
		Tahun 2024											
7	Penetapan judul untuk hasil penelitian									■			
8	Penyusunan Hasil Penelitian										■		
9	Seminar Hasil												■