

**ANALISIS PERAWATAN KEBOCORAN *EXHAUST*
VALVE CYLINDER HEAD PADA MESIN INDUK TYPE
HANSHIN 6LU35 RG DENGAN METODE *FISHBONE***



Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Pendidikan
Diploma IV Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

RANGGA PUTRA AJI

NIT. 08.20.020.1.02

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA PERMESINAN
KAPAL**

**PROGRAM SARJANA TERAPAN
POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
TAHUN 2025**

**ANALISIS PERAWATAN KEBOCORAN *EXHAUST*
VALVE CYLINDER HEAD PADA MESIN INDUK TYPE
HANSHIN 6LU35 RG DENGAN METODE *FISHBONE***



Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Pendidikan
Diploma IV Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

RANGGA PUTRA AJI

NIT. 08.20.020.1.02

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA PERMESINAN
KAPAL**

**PROGRAM SARJANA TERAPAN
POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
TAHUN 2025**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : RANGGA PUTRA AJI

Nomor Induk Taruna : 08.20.020.1.02

Program Studi : Diploma IV Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal.

Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul:

**“ANALISIS PERAWATAN KEBOCORAN *EXHAUST VALVE CYLINDER*
HEAD PADA MESIN INDUK TYPE HANSHIN 6LU35 RG DENGAN METODE
FISHBONE”**

Merupakan suatu karya asli seluruh ide yang ada dalam Karya Ilmiah Terapan (KIT) tersebut, kecuali tema yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan suatu ide saya sendiri. Jika ada pertanyaan diatas terbukti tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah dibuat maupun telah di tetapkan oleh Politeknik Pelayaran Surabaya.

SURABAYA, 21 Des... 2024


RANGGA PUTRA AJI
NIT. 08.20.020.1.02

LEMBAR PERSETUJUAN SEMINAR HASIL

Judul : ANALISIS PENGARUH PERAWATAN KEBOCORAN
EXHAUST VALVE CYLINDER HEAD PADA MESIN
INDUK TYPE HANSHIN 6LU35RG DENGAN METODE
FISHBONE

Nama Taruna : Rangga Putra Aji

Nomor Induk Taruna : 08.20.020.1.02

Program Studi : Diploma IV Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

Dengan ini dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diseminarkan.

Surabaya, 19 Desember 2024

Menyetujui,

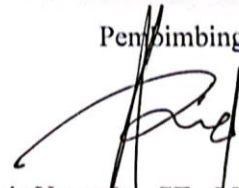
Pembimbing I



(Rama.S Simatupang S.S.T.Pel.,M.T)

Penata Muda Tk. I (III/b)
NIP.198803292019021002

Pembimbing II



(Azis Nugroho, SE., M.Pd.,M.Mar.E)

Pembina (IV/a)
NIP. 197503221998081001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknika

Politeknik Pelayaran Surabaya



(Monika Retno Gunarti, M.Pd.,M.Mar.E)

Penata Tk. I (III/d)
NIP.197605282009122002

LEMBAR PENGESAHAN KARYA ILMIAH TERAPAN

ANALISIS PERAWATAN KEBOCORAN EXHAUST VALVE CYLINDER HEAD PADA MESIN INDUK TYPE HANSHIN 6LU35 RG DENGAN METODE FISHBONE

Disusun dan Diajukan Oleh:

RANGGA PUTRA AJI

NIT. 08.20.020.1.02

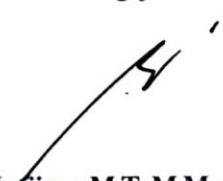
Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Karya Ilmiah Terapan

Pada tanggal 23. Desember 2024

Menyetujui

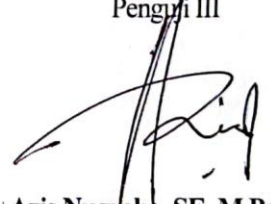
Penguji I


Moejiono, M.T., M.Mar.E.
Pembina (IV/a)
NIP. 197212142002121001

Penguji II


Rama.S Simatupang S.S.T.Pel., M.T.
Penata Muda Tk.I (III/b)
NIP. 198803292019021002

Penguji III


Azis Nugroho, SE. M.Pd., Mar.E.
Pembina (IV/a)
NIP. 197503221998081001

Mengetahui

Ketua Program Studi
Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal


Monika Retno Gunarti, M.Pd. M. Mar.E.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 197605282009122002

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan rasa syukur kami kehadirat ALLAH SWT atas karunia dan nikmat yang telah dilimpahkan-Nya kepada kami sehingga penelitian ini dapat disusun dan diselesaikan. Salah satu prasyarat untuk menyelesaikan program Diploma IV di Politeknik Persalinan Surabaya adalah penajakan ini.

Penelitian ini didukung dengan pemberitahuan - pemberitahuan dari dosen dan pembimbing. Hal itu berdasarkan data yang penulis kumpulkan selama setahun melakukan praktek kelautan dan observasi terhadap beberapa peristiwa yang terjadi di atas kapal KM. PERMATA PUTRA. Penulis sangat berharap penelitian ini dapat memberikan kontribusi bagi perkembangan ilmu pengetahuan. dimana-mana, tidak hanya dalam konteks pendidikan di Politeknik Perkapalan.

Adapun judul penelitian yang penulis pilih adalah :

ANALISIS PERAWATAN KEBOCORAN EXHAUST VALVE *CYLINDER HEAD* PADA MESIN INDUK TYPE HANSHIN 6LU35 RG DENGAN METODE *FISHBONE*.

Penulis menyadari bahwa penyusunan penelitian ini masih memiliki beberapa kekurangan, baik dari segi cara penyajian tulisan, cara penyajian materi, dan cara bahasa yang digunakan, mengingat keterbatasan kemampuan penulis. Namun berdasarkan informasi yang mereka dapatkan, pencipta berusaha untuk mengoordinasikan penelitian ini seproduktif mungkin.

Dalam penulisan penelitian ini penulis mendapatkan bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan serta menyusun penelitian ini, antara lain:

1. Yth. Bapak selaku Moejiono, M.T., M.Mar.E Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya yang telah memberi fasilitas dan pelayanan, sehingga penulis dapat menyelesaikan Karya Ilmiah Terapan.
2. Yth. Ibu Monika Retno Gunarti, M.Pd., M.Mar.E selaku Kepala Jurusan Prodi TRPK, yang telah memberikan dukungan dan motivasi yang sangat besar bagi penulis dalam menyelesaikan Karya Ilmiah Terapan.
3. Yth. Bapak Rama. S Simatupang, S.S.T.Pel., M.T selaku dosen pembimbing I yang senantiasa meluangkan waktunya untuk membimbing saya sampai selesai.
4. Yth. Bapak Aziz Nugroho, SE, M.Pd., M.Mar.E. selaku dosen pembimbing II

yang senantiasa meluangkan waktunya untuk membimbing saya sampai selesai.

5. Yth. Seluruh dosen dan staf pengajar di Politeknik Pelayaran Surabaya yang telah membimbing dan memberikan ilmu yang bermanfaat bagi penulis.
6. Orang tua saya yang telah memberi doa restu sehingga saya dapat menyelesaikan Karya Ilmiah Terapan ini.
7. Seluruh *crew* KM. PERMATA PUTRA yang telah memberikan ilmu dan bimbingan selama penulis melaksanakan Praktek Laut.
8. PT. Sarana Samudera Pasifik yang sudah memberikan kesempatan penulis untuk melaksanakan Praktek Laut sehingga penulis dapat menyusun karya tulis ini.
9. Seluruh Taruna-Taruni Politeknik Pelayaran Surabaya yang telah membantu dalam memberi dukungan dan semangat dalam penyelesaian Proposal Karya Ilmiah Terapan ini, khususnya angkatan XI Diploma III dan Diploma IV.

Akhir kata semoga penyusunan penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan parapembaca umumnya dan bagi perwira - perwira kapal khususnya, dalam peningkatan kualitas bekerjadi atas kapal.

Surabaya, 7 Januari 2025

RANGGA PUTRA AJI

ABSTRAK

RANGGA PUTRA AJI, NIT 08.20.020.1.02 “Analisis perawatan kebocoraan *exhaust valve cylinder head* pada mesin induk type HANSHIN 6LU35 RG dengan metode *Fishbone*” Dibimbing oleh Bapak Rama.S Simatupang S.S.T.Pel.,M.T dan Aziz Nugroho,SE.,M.Pd.,M.Mar.E *Exhaust valve* atau katup gas buang pada mesin induk memiliki peran penting sebagai saluran keluarnya gas hasil pembakaran. Pada penelitian ini, kebocoran *exhaust valve* ditemukan saat kapal KM. Permata Putra berlayar dari Barru (Sulawesi Selatan) menuju Lembar (Lombok) di Selat Makassar. Kebocoran tersebut menyebabkan kenaikan suhu gas buang dan munculnya asap yang memicu alarm mesin induk.

Rumusan masalah dalam penelitian ini meliputi analisis faktor yang menyebabkan kebocoran *exhaust valve* pada *cylinder head* dan upaya untuk mengatasinya. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif dengan teknik analisis *Fishbone* untuk menemukan penyebab kebocoran *exhaust valve*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kebocoran disebabkan oleh beberapa faktor, di antaranya kurangnya pendinginan akibat kotornya *cooler heat exchanger* dan tersumbatnya *sea chest filter*. Selain itu, kelelahan bahan pada *valve housing* akibat panas berlebih (*overheat*) turut memperparah kondisi tersebut. Kebocoran menyebabkan penurunan kompresi dan kenaikan signifikan suhu gas buang pada *exhaust manifold*. Upaya perbaikan yang dilakukan meliputi penggantian *valve housing* yang retak, penyekiran *valve* untuk meratakan dudukan, serta pembersihan *cooler heat exchanger* dan *sea chest*. Optimalisasi *Plan Maintenance System* (PMS) juga diperlukan untuk mencegah kerusakan berulang. Dengan penerapan perawatan berkala dan *monitoring* suhu pendinginan yang konsisten, diharapkan kinerja mesin induk dapat kembali optimal serta meminimalisir gangguan operasional di masa depan.

Kata Kunci: *Cylinder Head*, Kebocoran, *Exhaust Valve*, Analisis *Fishbone*.

ABSTRACT

RANGGA PUTRA AJI, NIT 08.20.020.1.02 “*Analysis of exhaust valve cylinder head leak maintenance on HANSHIN 6LU35 RG main engine using Fishbone method*” Supervised by Mr. Rama.S Simatupang S.S.T.Pel.,M.T and Aziz Nugroho,SE,M.Pd.,M.Mar.E The exhaust valve on the main engine has an important role as an outlet for combustion gas. In this study, an exhaust valve leak was found when the KM. Permata Putra ship sailed from Barru (South Sulawesi) to Lembar (Lombok) in the Makassar Strait. The leak caused an increase in exhaust gas temperature and the appearance of smoke that triggered the main engine alarm.

The formulation of the problem in this study includes an analysis of factors that cause exhaust valve leaks on the cylinder head and efforts to overcome them. This study uses a qualitative descriptive method with the Fishbone analysis technique to find the cause of exhaust valve leaks.

The results of the study showed that the leak was caused by several factors, including lack of cooling due to dirty cooler heat exchangers and clogged sea chest filters. In addition, fatigue of the valve housing material due to overheating also worsened the condition. Leaks caused a decrease in compression and a significant increase in exhaust gas temperature in the exhaust manifold. Repair efforts carried out included replacing cracked valve housings, grinding the valves to level the seats, and cleaning the cooler heat exchanger and sea chest. Optimization of the Plan Maintenance System (PMS) is also needed to prevent repeated damage. With the implementation of periodic maintenance and consistent monitoring of cooling temperatures, it is hoped that the performance of the main engine can return to optimal and minimize operational disruptions in the future.

Keywords: *Cylinder Head, Leak, Exhaust Valve, Fishbone Analysis.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN SEMINAR HASIL.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN KARYA ILMIAH TERAPAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Penelitian.....	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Batasan Masalah	6
D. Tujuan Penelitian	6
E. Manfaat Hasil Penelitian	6
BAB II KAJIAN TEORI	9
A. Review Penelitian	9
B. Landasan Teori.....	10
1. Pengertian Perawatan / <i>Maintenance</i>	10
2. Pengertian Mesin Diesel Penggerak Utama	13
3. Pengertian Cylinder Head	14
4. Komponen-Komponen Cylinder Head.....	16
5. Katup Gas Buang.	23

6. Prinsip Kerja Katup Gas Buang	26
7. Sistem Pendingin.....	26
C. Kerangka Pikir Penelitian.....	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	30
A. Jenis Penelitian.....	30
B. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	30
1. Lokasi Penelitian.....	30
2. Waktu Penelitian	31
C. Sumber Data.....	31
1. Data Primer	31
2. Data Sekunder	32
D. Teknik Pengumpulan Data	33
E. Teknik Analisis Data	34
1. Pengertian <i>Fishbone</i>	34
2. Manfaat <i>Fishbone</i>	35
3. Kelebihan dan Kekurangan Fishbone.....	35
4. Langkah-langkah pembuatan Fishbone diagram.....	36
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	38
A. GAMBARAN UMUM SUBJEK PENELITIAN.....	38
1. Perusahaan.....	38
2. Tempat Penelitian.....	38
B. HASIL PENELITIAN	40
1. Penyajian Data.....	40
2. Analisis Data	53
C. PEMBAHASAN	56
BAB V PENUTUP	68

A. KESIMPULAN	68
B. SARAN.....	69
DAFTAR PUSTAKA.....	71
LAMPIRAN.....	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Adjusting Shim	16
Gambar 2. 2 Valve Guide	17
Gambar 2. 3 Gasket.....	17
Gambar 2. 4 Water Jacket	18
Gambar 2. 5 Cylinder Block	19
Gambar 2. 6 Valve Lifter.....	19
Gambar 2. 7 Exhaust Valve	20
Gambar 2. 8 Exhaust Valve	21
Gambar 2. 9 Valve Seat	21
Gambar 2. 10 Oil Seal.....	22
Gambar 2. 11 Valve Keepers	22
Gambar 2. 12 Exhaust Manifold	23
Gambar 2. 13 Intake Manifold	23
Gambar 2. 14 Katup Gas Buang	24
Gambar 2. 15 Kerangka Pikir Penelitian.....	29
Gambar 4. 1 Logo Perusahaan	38
Gambar 4. 2: Kapal Km.Permata Putra.....	39
Gambar 4. 3 Gambar Ship Particular	39
Gambar 4. 4 Mesin Induk Km.Permata Putra	41
Gambar 4. 5 Munculnya Asap Pada Exhaust Valve	42
Gambar 4. 6 Retaknya Valve Housing	44
Gambar 4. 7 Cooler Heat Exchanger	46
Gambar 4. 8 Gambar Filter Seachest Kotor	47

Gambar 4. 9 Filter Sea Chest Bersih.....	47
Gambar 4. 10 Seat Valve Dan Spindle Valve	48
Gambar 4. 11 Proses Mencabut Komponen Exhaust Valve.....	49
Gambar 4. 12 Pelaksanaan Penyekiran Klep	50
Gambar 4. 13 Penulis Melaksanakan Monitoring Pada Saat Dinas Jaga.....	50
Gambar 4. 14 Gambar Wawancara Dengan Kkm	52
Gambar 4. 15 Gambar Wawancara Dengan Masinis 1	53
Gambar 4. 16 Diagram Fishbone	54
Gambar 4. 17 Lalainya Crew Dalam Melaksanakan Dinas Jaga.....	57
Gambar 4. 18 Tahun Buat Mesin	58
Gambar 4. 19 Gambar Pms Exhaust Valve	58
Gambar 4. 20 Gambar Pms Cooler	59
Gambar 4. 21 Foto Retaknya Housing Valve Cylinder Head	60
Gambar 4. 22 Melaksanakan Perawatan Dengan Pendampingan Perwira Snior..	61
Gambar 4. 23 Crew Melaksanakan Dinas Jaga Dengan Baik.....	62
Gambar 4. 24 Crew Melakukan Perawatan Komponen Sesuai Jadwal Pms	63
Gambar 4. 25 Melaksanakan Pendataan Sparepart.	64
Gambar 4. 26 Setelah Dilakukan Penyekiran	65
Gambar 4. 27 Melakukan Perawatan Pembersihan Cooler Heat Exchanger	66
Gambar 4. 28 Sparepart Yang Diganti	67

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Review Penelitian Sebelumnya	9
Tabel 4. 1 Exhaust Gas Before	43
Tabel 4. 2 Exhaust Gas After.....	43
Tabel 4. 3 Tabel Faktor.....	54

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Penelitian

Indonesia adalah negara kepulauan yang membutuhkan kapal sebagai alat transportasi laut. Transportasi laut memainkan peran penting dalam mempermudah masyarakat berpindah dari satu lokasi ke lokasi lain. Beragam jenis kapal, seperti kapal feri, kapal pesiar, dan kapal barang, tersedia di Indonesia dengan fungsi masing-masing (Soemarmi & Diamantina, 2019). Para penyedia jasa transportasi laut terus bersaing untuk memberikan pelayanan dan fasilitas terbaik bagi pengguna. Namun, memastikan kapal dalam kondisi optimal juga menjadi prioritas utama demi kelancaran berbagai aktivitas, termasuk proses bongkar muat barang (Siahaan, 2019).

Kapal menjadi moda transportasi yang sangat penting bagi masyarakat, khususnya dalam bidang logistik, karena penggunaannya lebih dominan dibandingkan moda transportasi lainnya untuk keperluan pengangkutan barang.

Oleh sebab itu, menjaga armada dengan melakukan pemeliharaan rutin menjadi hal yang sangat penting untuk menghindari kerusakan yang dapat mengakibatkan keterlambatan pengiriman di kemudian hari. Agar mesin dapat beroperasi secara optimal dan mencapai target yang telah ditentukan, proses bongkar muat kapal harus berjalan tanpa hambatan. Jika mesin mengalami masalah atau tidak berfungsi dengan baik, hal ini dapat mengganggu proses transportasi dan memberikan dampak yang merugikan pada perekonomian wilayah atau negara. Oleh karenanya, perawatan dan perbaikan mesin harus dilakukan sesuai jadwal operasional yang telah ditetapkan.

Mesin penggerak utama di kapal berfungsi sebagai perangkat utama untuk menggerakkan poros (*shaft*) dan memutar baling-baling (*propeller*). Mesin diesel sering menjadi pilihan utama dibandingkan jenis mesin penggerak lainnya. Ditemukan oleh Rudolf Diesel pada tahun 1892 dan dipatenkan pada 23 Februari 1893, mesin diesel merupakan salah satu jenis mesin kalor yang mengubah energi panas menjadi energi mekanik. Mesin ini termasuk dalam kategori pembakaran dalam karena proses pembakaran bahan bakar, yang menghasilkan energi panas, berlangsung di dalam mesin, tepatnya dalam silinder. Dalam prosesnya, bahan bakar disuntikkan ke udara bertekanan tinggi di dalam silinder.

Silinder menjadi bagian yang sangat penting karena berperan sebagai inti dari mesin. Bagian atas silinder, atau *cylinder head*, bertugas sebagai penutup silinder dan dilengkapi dengan berbagai komponen, seperti injektor, *exhaust valve*, *starting valve*, *intake valve*, dan sistem pendingin, yang bekerja bersama untuk mendukung fungsi mesin secara optimal.

Cylinder head merupakan komponen yang berperan sebagai penutup blok silinder, yang berfungsi untuk menutup ruang silinder tempat terjadinya pembakaran. Dengan adanya penutup ini, proses pembakaran dapat berlangsung dengan optimal. Jika blok silinder berfungsi sebagai dasar utama mesin, maka *cylinder head* dapat disebut sebagai dasar kedua karena menjadi tempat penopang berbagai komponen penting lainnya pada mesin.

Beberapa fungsi dari blok silinder antara lain sebagai penutup blok silinder, tempat terjadinya proses pembakaran karena ruang bakar berada di dalam komponen ini, serta sebagai tempat untuk meletakkan komponen-komponen mesin lain seperti mekanisme katup dan manifold/injektor pada kepala silinder. Pada awalnya, blok silinder dibuat dari baja tuang yang diproses menggunakan teknik pengecoran, mirip dengan cara pembuatan blok silinder itu sendiri. Namun, kekurangannya adalah bobotnya yang terlalu besar, yang dapat memberikan beban lebih pada kinerja mesin secara keseluruhan.

Mesin pembakaran dalam (*internal combustion engine*) mengubah energi panas menjadi energi gerak melalui proses pembakaran yang terjadi di dalam mesin, tepatnya di atas piston, sementara piston bergerak di dalam blok silinder. Namun, pembakaran tersebut sebenarnya tidak terjadi langsung di dalam blok silinder, karena komponen blok silinder hanya memiliki rongga berbentuk silinder.

Rongga di dalam silinder digunakan sebagai jalur bagi piston untuk bergerak naik dan turun. Namun, untuk memungkinkan terjadinya pembakaran, bagian atas blok silinder perlu ditutup, dan penutup tersebut adalah kepala silinder.

Katup merupakan komponen penting dalam mesin. Katup terletak di kepala silinder pada setiap kendaraan dan memiliki bentuk seperti payung. Katup atau katup mesin terbagi menjadi dua jenis berdasarkan fungsinya. Pertama, katup isap yang berfungsi membuka saluran udara untuk masuk ke ruang bakar. Katup isap ini beroperasi atau membuka dari akhir langkah buang hingga awal langkah kompresi. Kedua, katup buang yang berfungsi membuka

saluran untuk mengeluarkan gas sisa pembakaran. Katup buang ini bekerja atau membuka dari akhir langkah kerja hingga awal langkah isap (Hetheria, 2012).

Mekanisme katup adalah sistem yang mengatur proses pembukaan dan penutupan katup pada saluran masuk dan keluar mesin pembakaran. Fungsi dari mekanisme ini adalah untuk membuka dan menutup katup isap dan katup buang, sesuai dengan urutan pembakaran dalam silinder dan proses kerjanya, yang memungkinkan udara masuk dan gas buang keluar (Usman, 2016).

Katup gas buang harus memiliki ketahanan terhadap suhu tinggi, oleh karena itu bahan yang digunakan untuk katup gas buang (*exhaust valve*) harus lebih kuat dibandingkan dengan bahan katup masuk (*inlet valve*). Diameter katup masuk dibuat lebih besar untuk memaksimalkan aliran gas bersih. Sementara itu, katup gas buang dibuat lebih kecil agar kinerja mesin dapat lebih optimal dan disesuaikan dengan proses perpindahan panas yang terjadi di kepala silinder.

Pada mesin dengan tekanan kompresi yang tinggi, suhu katup akan menjadi sangat tinggi. Oleh karena itu, mesin tersebut biasanya dilengkapi dengan katup yang menggunakan bahan pendingin untuk mencegah terjadinya suhu berlebih pada katup (Prabu, 2013).

Penelitian yang dilakukan oleh M. Luthfi Hakim (2023) sebelumnya membahas kerusakan pada *packing head* dan penyebab kerusakan tersebut. Sementara itu, penelitian yang saya lakukan lebih fokus pada penyebab meningkatnya suhu mesin pada komponen *exhaust valve* di *cylinder head* mesin induk serta cara perawatan untuk menghindari kerusakan yang dapat menghambat operasional selama pelayaran.

Pada saat kapal KM. Permata Putra berlayar dari Barru, Sulawesi Selatan (Indonesia) menuju Lembar, Lombok (Indonesia) pada tanggal 16 Agustus 2023, di Selat Makassar, penulis bersama Masinis I sedang bertugas jaga laut pada pukul 07.30 WIB. Ketika itu, mesin induk mengalami gangguan akibat peningkatan suhu yang signifikan, di mana suhu gas buang naik dari 320°C menjadi 400°C, dan suhu pendinginan *cylinder head* meningkat dari 75°C menjadi 100°C. Kenaikan suhu yang cukup besar tersebut menyebabkan keluarnya asap yang memicu alarm berbunyi. Gangguan ini juga berdampak pada kinerja mesin induk dan mesin bantu lainnya, terutama pada proses pembakaran di dalam *cylinder head*. Berdasarkan kejadian tersebut, penulis merumuskan permasalahan yang terjadi pada kapal KM. Permata Putra dengan judul "Analisis kebocoran Exhaust valve Cylinder Head Pada Mesin Induk Type HANSHIN 6LU35 RG Dengan Metode *Fishbone*."

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, serta pengalaman peneliti di atas kapal dan kejadian-kejadian yang pernah dialami di kapal KM Permata Putra, peneliti dapat mengungkapkan permasalahan dalam skripsi ini, yaitu mengenai identifikasi penyebab terjadinya peningkatan suhu gas buang pada mesin induk Tipe HANSHIN 6LU35 RG.

Berikut adalah rumusan masalah yang tercakup dalam penelitian ini:

1. Faktor-faktor apa saja yang menyebabkan kerusakan pada katup gas buang di kepala silinder kapal KM Permata Putra?
2. Bagaimana cara yang dilakukan untuk mengatasi dampak yang ditimbulkan oleh kerusakan katup gas buang pada kepala silinder di kapal

KM Permata Putra?

C. Batasan Masalah

Agar penulisan lebih jelas dan mudah dipahami serta tidak membingungkan pembaca, penulis memutuskan untuk menjelaskan komponen-komponen terkait dan membahas kerusakan katup gas buang pada kepala silinder mesin tipe Hanshin 6LU35RG hanya pada kejadian pelayaran dari Barru, Sulawesi Selatan (Indonesia) menuju Lembar, Lombok (Indonesia) pada tanggal 16 Agustus 2023. Penjelasan yang terlalu rinci dan berlebihan dapat membuat pembaca bingung.

D. Tujuan Penelitian

Tujuan penyusunan skripsi ini adalah untuk mengembangkan ide, pengalaman, serta berbagai hal yang berkaitan dengan peristiwa yang terjadi di kapal, khususnya yang berhubungan dengan penelitian di kapal dan kejadian yang pernah dialami peneliti di kapal KM Permata Putra.

Berikut adalah beberapa manfaat dari penelitian yang dilakukan:

1. Untuk mengidentifikasi penyebab terjadinya kenaikan suhu gas buang pada *cylinder head*.
2. Untuk memahami tindakan yang diambil dalam menangani dampak yang disebabkan oleh kerusakan pada *exhaust valve* mesin induk di KM. Permata Putra.

E. Manfaat Hasil Penelitian

Manfaat dari penelitian ini mencakup aspek teoretis dan akademis, yang diharapkan dapat memberikan kontribusi kepada pihak-pihak yang berkepentingan dalam bidang pelayaran, ilmu pengetahuan, dan penelitian,

serta bagi individu, dengan manfaat yang dapat diperoleh sebagai berikut:

1. Manfaat Secara Teoritis

Penelitian ini bertujuan untuk memperluas pengetahuan, keterampilan, dan wawasan pembaca, serta dapat dijadikan sumber informasi mengenai salah satu sistem permesinan yang menjadi referensi tentang pengetahuan dalam mendukung operasional kapal, terutama terkait pentingnya perawatan berkala pada *exhaust valve cylinder head* dan solusi terhadap masalah yang terjadi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan mengenai *exhaust valve cylinder head*.

2. Manfaat Secara Akademis

a. Bagi Crew Engine di Kapal

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi sebagai masukan bagi para kru kapal dalam melakukan perawatan *exhaust valve cylinder head*.

b. Bagi Siswa di Lembaga Pendidikan

Penelitian ini dapat dijadikan sebagai jurnal pembelajaran untuk meningkatkan kualitas dan pengetahuan siswa.

c. Bagi Perusahaan

Hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai landasan bagi perusahaan pelayaran untuk menentukan kebijakan baru dalam manajemen perawatan, serta untuk mengimplementasikan sistem atau prosedur serupa dalam mengatasi masalah yang sama di kapal di masa mendatang.

d. Bagi Lembaga Pendidikan

Hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu taruna dan siswa yang sedang melanjutkan pendidikan di Politeknik Pelayaran Surabaya dengan memberikan referensi dan sumber bacaan yang berguna untuk memperluas pengetahuan mereka di masa depan.

BAB II KAJIAN TEORI

A. Review Penelitian

Tinjauan penelitian sebelumnya merupakan referensi yang digunakan oleh peneliti untuk mengkaji karya ilmiah yang telah ada. Peneliti merujuk pada berbagai pendapat yang relevan untuk mendukung penelitian yang sedang dilakukan, dengan mengacu pada hasil penelitian yang memiliki topik dan pembahasan serupa (Salim, 2020). Tentunya, hasil penelitian sebelumnya yang memiliki topik dan pembahasan yang sejenis akan dijadikan referensi dalam tinjauan ini.

Tabel 2. 1 Review Penelitian Sebelumnya

No.	Peneliti	Judul	Kesimpulan	Perbedaan
1.	M.Luthfi Hakim (2023)	Identifikasi Penyebab Terjadinya Kebocoran <i>Cylinder Head</i> di Kapal LPG/C Gas Ambalat	Terjadi kebocoran pada <i>cylinder head</i> yang disebabkan oleh <i>packing head</i> yang rusak dikarenakan kesalahan dalam pemasangan yang miring dan keluar dari jalur rumah gasket sehingga membuat celah pada <i>connection jacket cooling</i>	Pada penelitian sebelumnya membahas mengenai kerusakan pada <i>packing head</i> dan penyebab akibat kerusakan tersebut sedangkan penelitian yang penulis lakukan menitik beratkan terkait penyebab naiknya suhu mesin pada komponen <i>exhaust valve</i> pada <i>cylinder head</i> pada mesin induk serta bagaimana cara melakukan perawatan agar tidak terjadi kerusakan yang dapat mengganggu kegiatan selama pelayaran.

No.	Peneliti	Judul	Kesimpulan	Perbedaan
2.	Oktavian Adi Wicaksana (2021)	Analisis Terjadinya keretakan <i>Cylinder head</i> nomor 4 pada Mesin Induk di KM. Kelud	Terjadinya keretakan <i>cylinder head</i> nomor 4 yang disebabkan 4 faktor yang tidak harus saling berhubungan antara satu dengan yang lainnya. Pertama kurangnya <i>plant maintenance system</i> , kedua kelelahan bahan, ketiga kurangnya pendinginan <i>cylinder head</i> , terjadinya pembakaran susulan (detonasi)	Pada penelitian sebelumnya dapat disimpulkan bahwa keretakan pada <i>cylinder head</i> terjadi karena 4 faktor. Yang pertama kelelahan bahan, kurangnya <i>plant maintenance system</i> , kurangnya pendinginan dan terjadinya pembakaran susulan (Detonasi) sedangkan pada penelitian yang penulis lakukan diakibatkan terjadinya kebocoran pada <i>exhaust valve cylinder head</i> pada mesin induk yang menyebabkan terganggunya suhu mesin serta terganggunya kegiatan pelayaran.

B. Landasan Teori

1. Pengertian Perawatan / *Maintenance*

Perawatan adalah rangkaian kegiatan yang dilakukan untuk menjaga agar mesin kapal tetap berfungsi dengan baik, serta memperbaikinya hingga mencapai kondisi yang layak dan siap digunakan secara optimal. Dalam konteks perawatan, ada dua istilah yang mencakup pekerjaan yang dilakukan, yaitu "perawatan" dan "perbaikan." Perawatan bertujuan untuk mencegah kerusakan, sedangkan perbaikan ditujukan untuk memperbaiki kerusakan yang terjadi. Secara umum, perawatan dapat dibagi menjadi dua jenis, yang berbeda berdasarkan waktu pelaksanaannya:

- a. Pemeliharaan yang telah dijadwalkan (*Planned Maintenance*).
- b. Pemeliharaan yang tidak terjadwal (*Unplanned Maintenance*)

Perawatan mesin adalah elemen penting untuk mendukung kinerja mesin kapal agar berfungsi secara optimal. Mesin kapal harus memiliki

ciri-ciri berikut:

- a. Kinerja baik
- b. Efisien
- c. Siap beroperasi setiap saat

Karena itu, mesin kapal perlu dilengkapi dengan komponen-komponen yang selalu siap beroperasi dan dapat diandalkan. Untuk memastikan hal ini, peralatan yang mendukung proses produksi tersebut harus menjalani perawatan secara teratur dan terencana.

Jenis-jenis perawatan antara lain:

- a. Perawatan Preventif (*Preventive Maintenance*)
- b. Perawatan Korektif
- c. Perawatan Berjalan
- d. Perawatan Prediktif
- e. Perawatan setelah terjadi kerusakan (*Breakdown Maintenance*)
- f. Perawatan Darurat (*Emergency Maintenance*)

Berikut adalah penjelasan terkait masing-masing jenis perawatan yang telah disebutkan:

- a. Perawatan Preventif (*Preventive Maintenance*)

Perawatan preventif adalah tindakan yang dilakukan untuk mencegah terjadinya kerusakan, atau perawatan yang direncanakan untuk tujuan pencegahan. Pekerjaan dalam perawatan preventif meliputi inspeksi, perbaikan kecil, pelumasan, dan penyetelan, sehingga sistem dan mesin kapal dapat berjalan dengan lancar tanpa mengalami kerusakan.

b. Perawatan Korektif

Perawatan korektif merupakan tindakan perbaikan yang bertujuan untuk memperbaiki dan meningkatkan kondisi mesin atau fasilitas kapal agar sesuai dengan standar yang dapat diterima. Selama perbaikan, dapat dilakukan peningkatan, perubahan, atau modifikasi untuk menjadikan mesin dan peralatan lebih optimal.

c. Perawatan Berjalan (*running*)

Perawatan berjalan dilakukan saat peralatan atau mesin masih dalam keadaan beroperasi. Jenis perawatan ini diterapkan pada perangkat yang harus tetap bekerja untuk mendukung kelancaran proses produksi.

d. Perawatan Prediktif

Perawatan prediktif dilakukan untuk mendeteksi adanya perubahan atau kelainan pada kondisi fisik maupun fungsi sistem peralatan dan mesin. Biasanya, perawatan ini dilakukan dengan bantuan indera manusia atau alat *monitoring* canggih.

e. Perawatan setelah terjadi kerusakan (*breakdown maintenance*)

Perawatan dilakukan setelah terjadinya kerusakan pada peralatan, dan untuk memperbaikinya, diperlukan persiapan suku cadang, bahan, peralatan, dan tenaga kerja yang memadai.

f. Perawatan Darurat (*Emergency Maintenance*)

Merupakan pekerjaan perbaikan yang harus dilakukan dengan segera akibat terjadinya kerusakan atau gangguan yang tidak dapat diprediksi.

2. Pengertian Mesin Diesel Penggerak Utama

Menurut Lloyd Van Horn Armstrong dan Charles Lafayette Proctor dalam *Encyclopedia Britannica*, mesin diesel merupakan mesin pembakaran internal yang bekerja dengan mengompresi udara hingga mencapai suhu tinggi, yang cukup untuk menyalakan bahan bakar diesel yang disuntikkan ke dalam silinder. Proses pembakaran tersebut menghasilkan tekanan yang mendorong piston, yang mengubah energi kimia dalam bahan bakar menjadi energi mekanik. Energi ini kemudian digunakan untuk menggerakkan truk pengangkut barang, traktor besar, lokomotif, serta kapal laut. Selain itu, beberapa kendaraan dan pembangkit listrik juga menggunakan mesin diesel.

Mesin diesel, yang termasuk dalam jenis mesin pembakaran internal (*Internal Combustion Engine*), berfungsi untuk mengubah energi mekanik menjadi energi gerak, yang kemudian digunakan untuk menggerakkan kapal. Sistem kerja mesin utama ini memanfaatkan gerakan piston yang bergerak dari Titik Mati Atas (TMA) ke Titik Mati Bawah (TMB) secara berulang. Setiap siklus, bahan bakar disemprotkan dari *nozzle* ke dalam kepala silinder, yang kemudian memicu terjadinya pembakaran. Energi yang dihasilkan dari proses pembakaran tersebut selanjutnya dikonversi menjadi energi gerak yang digunakan untuk menggerakkan alat transportasi.

Motor diesel adalah mesin pembakaran dalam, di mana proses pembakaran terjadi di dalam silinder, juga dikenal sebagai *Internal Combustion Engine (ICE)*. Proses utama yang terjadi adalah

penyemprotan bahan bakar dalam bentuk kabut yang dilakukan pada akhir langkah kompresi. Pada saat itu, bahan bakar terbakar akibat peningkatan tekanan udara dan suhu pada akhir kompresi, yang kemudian menyalakan bahan bakar tersebut. Mesin diesel generator dibagi menjadi dua jenis, yaitu mesin diesel empat tak dan dua tak.

a. Mesin Diesel 4 Tak

Mesin empat tak adalah mesin yang bekerja dengan melalui empat langkah naik dan turun piston untuk menghasilkan tenaga. Disebut empat tak karena mesin ini memerlukan empat langkah kerja untuk menyelesaikan satu siklus proses. Langkah-langkah tersebut meliputi hisap, kompresi, tenaga, dan pembuangan. Secara keseluruhan, mesin diesel ini membutuhkan dua putaran poros engkol dalam satu siklusnya (Pangeisti, 2021).

b. Mesin Diesel 2 Tak

Mesin dua tak adalah jenis mesin yang menyelesaikan siklus pembakaran dalam dua langkah piston, berbeda dengan mesin empat tak yang membutuhkan empat langkah piston untuk satu siklus pembakaran. Meskipun demikian, mesin dua tak juga menjalani proses *intake*, kompresi, tenaga, dan pembuangan. Mesin diesel juga menggunakan mesin dua tak (Sumardiyanto & Susilowati, 2017).

3. Pengertian Cylinder Head

Menurut Sapkal, V. Ukey, K.(2017) *cylinder head* adalah komponen penting dari mesin . Kepala silinder yang berguna menutup

ujung kerja cylinder dan mengakomodasi ruang pembakaran di rongga, percikan pasang dan katup Menurut Karyanto (2000) *cylinder head* adalah bagian penutup pada blok silinder yang mempunyai tugas menutup rongga *cylinder*, dimana ruang yang telah tertutup *cylinder head* tersebut adalah ruang pembakaran. Oleh karena itu, adanya penutupan ini maka terjadilah pembakaran. Bagian-bagian dari *cylinder head* diantaranya yaitu :

- a. Terdapat lubang-lubang sebagai saluran untuk aliran air pendingin mesin.
- b. Mempunyai ruang rongga yang digunakan sebagai ruang pembakaran.
- c. Terdapat lubang-lubang yang digunakan sebagai tempat untuk *nozzle* penyemprot.
- d. Terdapat lubang-lubang sebagai tempat katup masuk dan katup buang beserta mekanisme katupnya, serta lubang-lubang untuk baut pengikat mesin dan tempat untuk koneksi pengangkut mesin.

Menurut Nagrik, K.S (2017), kepala silinder adalah salah satu bagian yang paling rumit dalam mesin pembakaran internal karena harus menghadapi tekanan dan suhu tinggi. Selain itu, kepala silinder juga harus menampung berbagai komponen seperti *port intake* dan *exhaust valve*, injektor bahan bakar, dan saluran pendingin yang cukup kompleks. Proses pembuatan kepala silinder mempertimbangkan beberapa faktor, seperti faktor berat, bentuk, permukaan, dan kemudahan penanganan. Kepala silinder umumnya memiliki bentuk

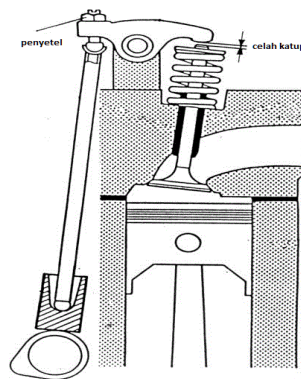
persegi atau bulat, dilengkapi dengan baut sebagai pengikat serta lubang-lubang untuk katup dan saluran pipa. Baut ini berfungsi sebagai pengikat kepala silinder pada mesin.

4. Komponen-Komponen Cylinder Head

Berikut adalah komponen yang terdapat dalam kepala silinder:

a. *Adjusting shim*

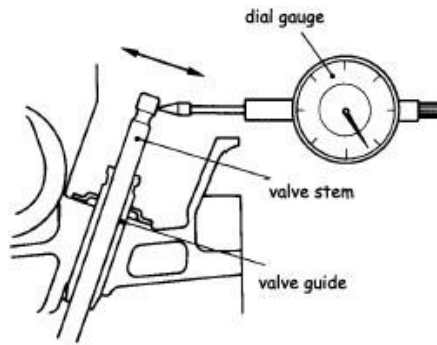
Celah katup berfungsi untuk mengatur waktu pembukaan atau penutupan katup agar sesuai dengan kondisi mesin, di mana pabrikan telah menetapkan ukuran standar. Selain itu, waktu pembukaan dan penutupan katup tetap konsisten meskipun suhu mesin berubah, sehingga dikenal dengan istilah celah katup saat mesin dingin dan celah katup pada mesin yang panas.



Gambar 2. 1 *Adjusting Shim*
Sumber: <https://niagakita.id>

b. *Valve Guide*

Penghantar katup adalah komponen vital dalam konstruksi *cylinder head* yang berperan untuk memastikan katup berfungsi dengan baik pada posisi dudukannya, sehingga mencegah terjadinya kebocoran antara katup dan dudukannya.



Gambar 2. 2 *Valve Guide*
sumber: <https://niagakita.id>

c. *Gasket*

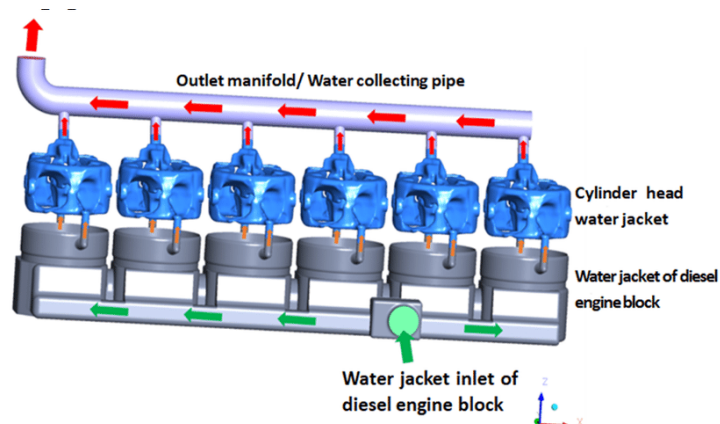
Gasket merupakan sebuah lapisan yang digunakan sebagai penghubung antara komponen-komponen mesin, yang biasanya mengandung *fluida* di dalamnya. Sebagai komponen penting dalam mesin, *gasket* memiliki fungsi yang sangat vital. Tanpa adanya *gasket*, sambungan antara bagian-bagian mesin dapat mengalami kebocoran oli atau cairan lainnya.



Gambar 2. 3 Gasket
Sumber: <https://niagakita.id>

d. *Water Jacket*.

Fungsi *water jacket* pada sistem pendingin adalah untuk menyediakan saluran tempat aliran air pendingin mesin. Air tersebut mengalir dalam *water jacket* dan menyerap panas dari komponen-komponen mesin yang terlibat dalam pembakaran. Meskipun terlihat sederhana, peran ini sangat krusial. Setelah air pendingin menyerap panas, ia akan disalurkan ke dalam *water jacket* untuk ditampung. Selanjutnya, air panas ini dialirkan menuju *cooler* setelah katup thermostat terbuka, agar dapat menjalani proses pendinginan di *cooler*. Setelah proses pendinginan, air tersebut kemudian dipompa kembali ke *water jacket* untuk digunakan lagi dalam menyerap panas mesin.



Gambar 2. 4 *Water Jacket*
Sumber: <https://niagakita.id>

e. *Cylinder Block*

Cylinder block adalah struktur yang terintegrasi, yang mencakup silinder pada mesin pembakaran dalam serta beberapa komponen terkait seperti bagian pendinginan, bukaan untuk masuk dan keluarnya udara, sambungan, dan *crankcase*. Secara umum,

blok silinder berfungsi sebagai bagian dasar atau inti dari mesin yang mendukung komponen utama lainnya, seperti piston, kepala silinder, oil pan, dan poros engkol.



Gambar 2. 5 *Cylinder Block*

Sumber: <https://niagakita.id>

f. *Valve Lifter*

Komponen ini berperan dalam menerima tekanan dari *camshaft* (juga disebut poros nok). Tekanan yang diterima kemudian akan diteruskan ke *push rod* tersebut



Gambar 2. 6 *Valve Lifter*

Sumber: <https://niagakita.id>

g. *Exhaust Valve*

Katup ini berfungsi untuk mengendalikan keluarnya gas buang, yang merupakan hasil sisa pembakaran di ruang bakar. Diameter dari *exhaust valve* lebih kecil dibandingkan *intake valve*, dan ukuran yang lebih kecil ini memudahkan gas buang untuk keluar dari ruang bakar. Gas buang memiliki tekanan tinggi karena dorongan dari piston, yang mempermudah gas buang keluar meskipun katupnya memiliki diameter yang lebih kecil.



Gambar 2. 7 *Exhaust Valve*
Sumber: <https://niagakita.id>

h. *Intake Valve*

Intake valve berfungsi untuk mengatur aliran udara dan bahan bakar yang masuk ke ruang bakar. Katup ini memastikan kadar udara dan bahan bakar yang ada di dalam ruang bakar tepat untuk mendukung proses pembakaran. Diameter *intake valve* lebih besar dibandingkan dengan *exhaust valve*, yang memungkinkan aliran bahan bakar ke ruang bakar menjadi lebih maksimal.

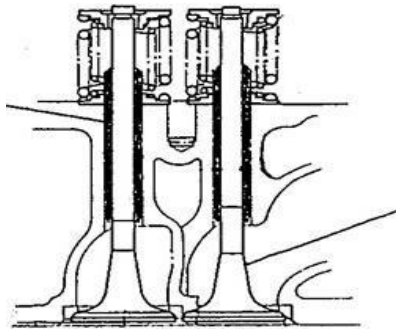


Gambar 2. 8 *Exhaust Valve*

Sumber: <https://niagakita.id>

i. *Valve Seat*

Valve seat merupakan bagian dari kepala silinder yang berfungsi sebagai tempat dudukan katup. Fungsi komponen ini sangat penting untuk mencegah terjadinya kerusakan pada katup.



Gambar 2. 9 *Valve Seat*

Sumber: <https://niagakita.id>

j. *Oil Seal*

Oil seal berfungsi untuk melindungi celah dalam mesin, mencegah oli keluar atau masuk, serta mencegah kebocoran cairan dan udara. Selain itu, oil seal juga berperan dalam menjaga tekanan di dalam mesin.



Gambar 2. 10 *Oil Seal*
 Sumber: <https://niagakita.id>

k. *Valve Keepers*

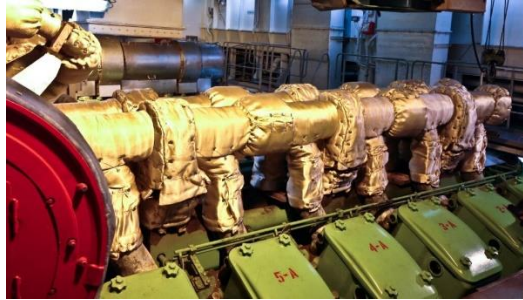
Valve keepers berfungsi untuk mengamankan atau mengunci katup bersama pegas katup. Sedangkan, saluran *intake manifold* digunakan untuk menghubungkan bagian mesin dengan *exhaust manifold*, dan *exhaust manifold* digunakan untuk menghubungkan bagian mesin dengan *intake manifold*.



Gambar 2. 11 *Valve Keepers*
 Sumber: <https://niagakita.id>

l. *Exhaust Manifold*

Exhaust manifold adalah komponen pada mesin yang berfungsi sebagai saluran untuk mengalirkan gas buang. Komponen ini terletak di bawah *intake manifold* dan memiliki bentuk seperti selang.



Gambar 2. 12 *Exhaust Manifold*
Sumber: <https://niagakita.id>

m. *Intake Manifold*

Intake manifold adalah komponen yang memiliki peran penting. Fungsinya adalah untuk mengalirkan udara menuju silinder atau ruang bakar. Posisi dan sudut saluran pada runner mempengaruhi kualitas pencampuran bahan bakar di dalam silinder atau ruang bakar.



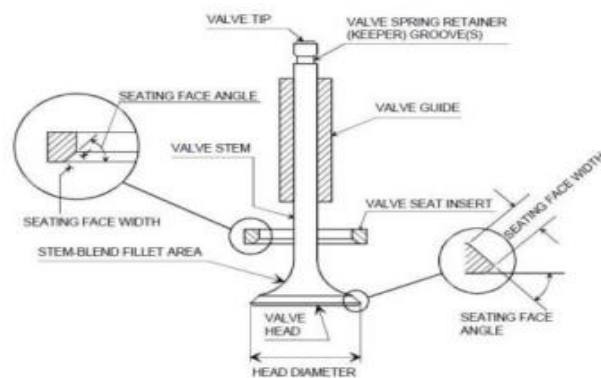
Gambar 2. 13 *Intake Manifold*
Sumber: <https://niagakita.id>

5. **Katup Gas Buang.**

Menurut Lewis dan Dwyer (2002: 1), katup berfungsi untuk mengatur aliran gas dari dalam silinder, serupa dengan proses pembakaran dalam otomotif. Katup gas buang adalah katup yang terdapat pada mesin diesel, baik mesin diesel dua langkah maupun empat langkah. Fungsi utama katup ini adalah sebagai saluran untuk mengeluarkan gas hasil pembakaran dari dalam silinder dan memastikan

proses pembuangannya berlangsung dengan optimal. Katup ini dirancang secara mekanis agar tahan terhadap suhu gas buang yang tinggi dan benturan logam. Katup terdiri dari piringan kepala dengan batang panjang yang terhubung di tengah piringan kepala pada satu sisi. Sisi pinggir kepala katup yang dekat dengan batang katup akan tergerinda dengan celah biasanya pada sudut 45 derajat, meskipun kadang menggunakan 30 derajat, untuk membentuk permukaan dudukan (Ibid, 2002: 1).

Pada manual instruksi mesin utama Hanshin 6LU35 RG (1991) milik kapal KM. Permata Putra, dijelaskan bahwa katup gas buang terdiri dari berbagai komponen yang dapat dibagi menjadi beberapa bagian, seperti yang terlihat pada gambar berikut:



Gambar 2. 14 Katup Gas Buang
<https://www.bing.com/images/search?>

a. Batang Katup (*Valve Spindle*)

Batang katup (*valve spindle*) memiliki bagian atas yang disebut celah pengunci (*valve locks*). Bagian ini berfungsi sebagai tempat dudukan pegas, pengunci pegas, serta menerima tekanan untuk membuka katup (Ibid, 1994: 1, 2).

b. Penghantar Katup (*Valve Guide*)

Lubang pada kepala silinder ini berfungsi untuk mendukung pergerakan katup saat naik dan turun. Bantalan tersebut juga berperan sebagai saluran untuk mentransfer panas dari katup (Ibid, 1994: 3).

c. Pegas Katup (*Valve Spring*)

Batang katup berfungsi untuk mengembalikan katup ke posisi tertutup (Ibid, 1994: 1, 2).

d. Pengunci Katup (*Valve Locks*)

Pengunci katup ini memiliki bentuk mirip silinder, tetapi terbagi menjadi dua bagian. Istilah lain untuk pengunci katup ini adalah cincin berbentuk kerucut (*conical ring*). Fungsi pengunci katup adalah untuk mengunci dan menahan pegas katup (*valve retainer*) (Ibid, 1994: 1, 2).

e. Penahan Pegas Katup (*Valve Retainer*)

Penahan pegas katup memiliki bentuk seperti piringan, dengan lubang di tengahnya yang digunakan untuk menempatkan bagian atas katup dan pengunci katup (Ibid, 1994: 1, 2).

f. Rumah Katup (*Valve Housing*)

Di dalam rumah katup terdapat lubang untuk batang katup, yang disertai dengan tempat untuk menyalurkan batang katup yang dapat diganti (Ibid, 1994: 3).

g. Dudukan Katup (*Valve Seat*)

Dudukan katup berfungsi sebagai tempat untuk posisi kepala katup, yang terbuat dari baja dan memiliki bentuk kerucut pada bagian dudukannya di kepala silinder (Ibid, 1994: 3).

h. Penggerak Transmisi Katup (*Valve Operating Gear*)

Bagian ini berfungsi untuk menggerakkan katup, dengan gerakan diteruskan dari poros nok dan diterima oleh *roller guides*, kemudian diteruskan melalui batang penggerak (*push rod*) ke *rocker arm*, dan akhirnya ke batang katup (Ibid, 1994: 1, 2).

6. Prinsip Kerja Katup Gas Buang

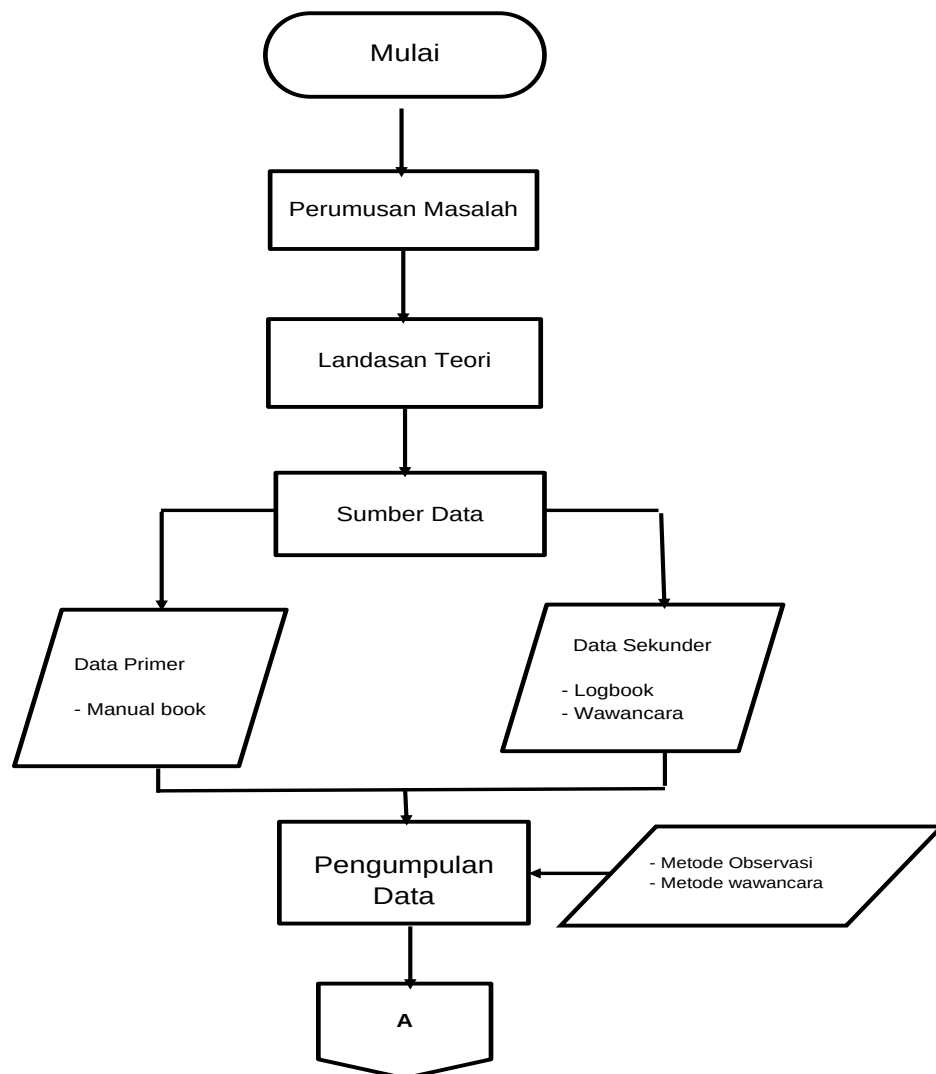
Menurut Arismunandar (1981: 67), "Katup dibuka oleh tuas yang menekan katup, yang digerakkan oleh poros dengan perantara tappet dan batang penggerak. Tuas ini berfungsi untuk mengubah arah gerakan dan dapat berayun pada batangnya. Poros utama digerakkan oleh poros engkol melalui sistem transmisi roda gigi atau rantai." Kecepatan putar poros utama adalah setengah dari kecepatan putar poros engkol. Katup buang digerakkan melalui batang tekan dan batang tuas. Batang tuas biasanya terpasang pada pemegang rol yang mengatur rol mengikuti lintasan lurus. Batang tekan dan batang tuas digerakkan oleh nok.

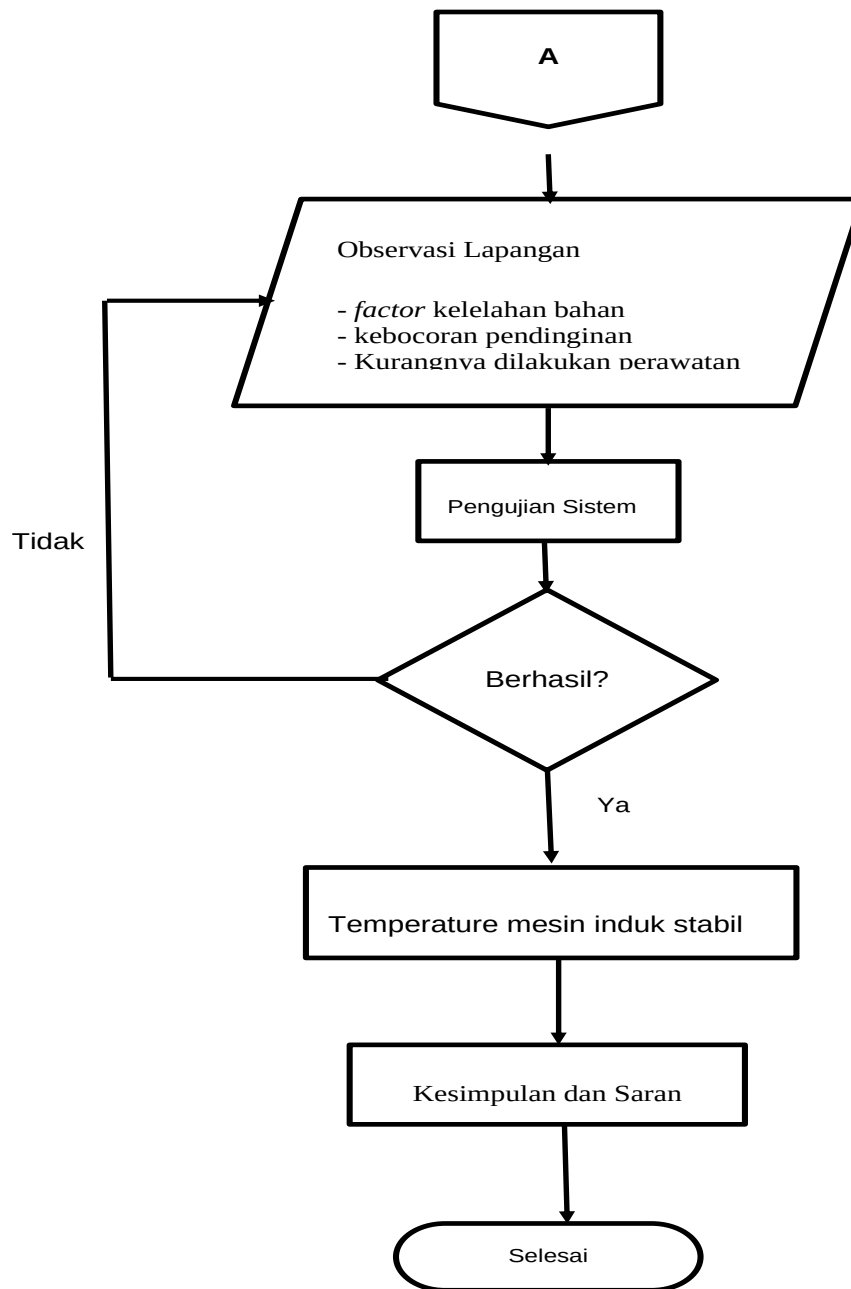
7. Sistem Pendingin

Sistem pendingin berfungsi untuk menjaga suhu mesin pada tingkat tertentu sesuai dengan desain yang telah ditentukan, sehingga mesin diesel dapat beroperasi secara terus-menerus. Menurut Goldsworthy, M., & White, S., teknologi pendinginan termal biasanya memiliki biaya awal yang lebih tinggi dibandingkan sistem konvensional. Namun, pengurangan biaya potensial dapat dicapai dengan menyederhanakan siklus, mengurangi ukuran, dan meningkatkan efisiensi termal. Peningkatan efisiensi ini sangat penting, di mana kolektor surya

digunakan untuk menyediakan panas yang dibutuhkan. Pengurangan ukuran dapat dilakukan dengan mengoptimalkan laju aliran udara dan kecepatan. Sistem pendinginan mesin adalah sistem tertutup, di mana pendinginan dilakukan oleh air. Panas yang diserap oleh air pendingin kemudian disirkulasikan kembali ke dalam sistem pendingin mesin. Sistem pendingin sangat penting untuk mencegah *overheating* pada mesin. Sistem pendingin air tawar pada mesin dirancang untuk menjaga suhu mesin tetap pada tingkat yang diinginkan dengan mendinginkannya pada suhu tertentu setelah mesin dinyalakan. Sistem ini memanfaatkan prinsip konduksi, konveksi, dan perpindahan panas radiasi, dengan panas diserap oleh logam di sekitar silinder, katup, dan melalui konduksi dari kepala silinder ke pendingin.

C. Kerangka Pikir Penelitian





Gambar 2. 15 Kerangka Pikir Penelitian

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini mengadopsi metode penelitian kualitatif dengan jenis penelitian deskriptif. Tujuan dari penelitian kualitatif adalah untuk menjelaskan fenomena secara mendalam dan akurat melalui pengumpulan data yang rinci. Penggunaan metode ini tidak memerlukan jumlah sampel yang besar, karena fokus utama penelitian ini adalah kualitas data. Jika data yang terkumpul sudah cukup mendalam dan dapat dijadikan dasar pembahasan, pencarian sampel tambahan tidak lagi diperlukan. Hasil penelitian ini kemudian menggunakan pendekatan deskriptif untuk menyusun deskripsi yang sistematis, faktual, dan akurat mengenai fakta-fakta serta karakteristik populasi atau objek yang diteliti (Rahmani, 2016).

Berdasarkan jenis penelitian deskriptif kualitatif, penelitian ini akan dilaksanakan dengan cara menyelidiki secara mendalam, dan semua aspek yang telah diteliti akan dibahas melalui deskripsi yang terstruktur (Rahmani, 2016). Oleh karena itu, dalam penelitian ini, rencananya akan dilakukan deskripsi yang lebih mendalam mengenai.

B. Lokasi dan Waktu Penelitian

1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di atas kapal KM. PERMATA PUTRA.

2. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan sejak dimulainya praktik layar pada tanggal 10 September 2022 hingga berakhir pada tanggal 11 September 2023. Penulis memerlukan waktu sekitar 1 tahun 8 bulan untuk mengumpulkan data dan 4 bulan untuk mengolah data selama berada di kapal.

C. Sumber Data

Untuk memperkuat pembahasan penelitian ini, data dan sumber diperoleh dari :

1. Data Primer

Data primer merujuk pada data yang diperoleh langsung dari sumber utama, baik dari individu maupun sumber langsung lainnya. Contohnya termasuk hasil data dari perusahaan atau data yang diambil langsung dari tempat yang biasa digunakan oleh peneliti (Husein Umar, 2013).

Dalam penelitian ini, data primer diperoleh melalui kegiatan yang dilakukan selama peneliti menjalani praktik laut di KM. Permata Putra, yang meliputi :

a. *Manual Book*

Secara umum, *manual book* merupakan panduan yang berisi petunjuk penggunaan suatu produk dengan benar. Dengan membaca dan memahami isi manual tersebut, produk yang digunakan dapat beroperasi dengan baik dan terawat dengan tepat (Rachmawati, 2022). Dalam penelitian ini, peneliti akan menyertakan bukti berupa dokumentasi manual buku mesin induk jenis Hanshin 6LU35 RG.

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data tambahan yang diperoleh dari data primer yang sudah dikumpulkan sebelumnya (Hamid & Susilo, 2015). Selama praktik laut, serta aspek-aspek lain yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

a. *Logbook*

Logbook adalah buku harian dokumentasi yang sangat penting karena berisi rincian perjalanan yang dapat dipercaya, dengan catatan yang diperiksa secara langsung dan disusun dengan cermat (Darmalaksana, 2018). Selanjutnya, peneliti akan menyertakan bukti berupa dokumentasi logbook selama menjalani praktik laut di KM. Permata Putra.

b. Wawancara

Wawancara digunakan untuk mengumpulkan data, mengidentifikasi masalah yang perlu diteliti, serta untuk mendapatkan informasi lebih mendalam dari responden (Kurniawan, 2018). Peneliti akan melakukan wawancara dengan satu responden, yakni Kepala Kamar Mesin, yang memiliki tugas dan tanggung jawab di kapal sebagai berikut:

1) Kepala Kamar Mesin

Kepala Kamar Mesin adalah insinyur utama yang memiliki tanggung jawab penuh atas departemen mesin dan bertanggung jawab langsung kepada Nahkoda terkait segala hal yang berhubungan dengan mesin. Selain itu, ia juga bertanggung jawab

atas pemeliharaan teknis semua peralatan di ruang mesin dan dek
(WICAKSONO, 2017).

D. Teknik Pengumpulan Data

Ini adalah penelitian yang dilakukan dengan cara mengamati langsung objek yang diteliti. Data dan informasi diperoleh melalui pengamatan langsung.

1. Metode Observasi

Melaksanakan pengamatan langsung di lapangan saat penulis melakukan praktik laut, kemudian melakukan observasi secara sederhana terhadap objek atau fokus masalah. Dengan demikian, metode observasi ini berperan sebagai cara pembelajaran bagi peneliti melalui pengamatan terhadap objek atau permasalahan yang muncul selama praktik laut (Pujiyanto, 2021).

2. Metode Wawancara

Wawancara yang dilakukan oleh peneliti dengan Kepala Kamar Mesin di KM. Permata Putra berlangsung selama peneliti melaksanakan praktik laut. Wawancara adalah metode komunikasi antara dua pihak, di mana salah satu pihak memiliki tujuan yang jelas, biasanya dalam bentuk tanya jawab (Fadhallah, 2021). Dalam wawancara ini, peneliti bertanya kepada responden, yaitu Kepala Kamar Mesin, untuk mendapatkan informasi lebih dalam mengenai permasalahan yang terjadi pada *exhaust valve cylinder head* di mesin induk, yang tidak bisa ditemukan melalui observasi. Wawancara ini berfokus pada pertanyaan "Mengapa masalah ini terjadi?" untuk menggali penyebab masalah dan mencapai kesimpulan.

Data wawancara ini menjadi bagian utama dalam analisis masalah. Setelah wawancara, informasi yang diperoleh disusun dan dirangkum dalam unit-unit untuk dikategorikan. Hasil dari pengumpulan dan pemrosesan data wawancara kemudian disajikan dalam bentuk diagram tulang ikan (*fishbone diagrams*).

a. Kepada yaitu Kepala Kamar Mesin

Sebagai orang yang bertanggung jawab atas segala sesuatu yang terjadi di ruang mesin, saya akan menanyakan tentang faktor-faktor penyebab kerusakan pada *exhaust valve cylinder head* dan langkah-langkah pencegahan yang dapat diambil untuk mencegah dampaknya terhadap kinerja mesin utama selama pelayaran.

E. Teknik Analisis Data

1. Pengertian *Fishbone*

Fishbone adalah metode yang dikembangkan oleh ilmuwan Jepang pada 1960-an untuk meningkatkan kualitas. Dr. Kaoru Ishikawa, yang lahir di Tokyo pada tahun 1915 dan merupakan alumnus Teknik Kimia Universitas Tokyo, merupakan pencipta metode ini. *Fishbone* digunakan untuk mendeteksi masalah dalam suatu perusahaan dan untuk mengidentifikasi faktor penyebabnya. Dengan demikian, metode *Fishbone* dapat memberikan dampak yang mendalam secara berkelanjutan untuk menemukan akar masalah yang ada (Murnawan, 2016).

Menurut para ahli yang membahas mengenai *Fishbone*, dapat disimpulkan bahwa *Fishbone* adalah alat yang berbentuk seperti tulang ikan, digunakan untuk mengidentifikasi berbagai faktor penyebab atau

faktor utama yang mempengaruhi pengolahan masalah kualitas yang berkelanjutan. Faktor penyebab utama tersebut kemudian dapat dijabarkan dalam beberapa kategori yang terkait, seperti mesin, manusia, material, prosedur, dan kebijakan.

2. Manfaat *Fishbone*

Berikut adalah beberapa manfaat dari fishbone (Murnawan, 2016):

- a. Membantu seseorang dalam menentukan masalah utama.
- b. Mempermudah dalam menghasilkan gagasan untuk mengatasi masalah.
- c. Membantu menentukan kesepakatan terkait penyebab dari masalah
- d. Mendorong dukungan dari anggota tim untuk menemukan cara yang sederhana dalam menghasilkan solusi.
- e. Membahas dan memusatkan perhatian pada penyebab utama masalah.
- f. Membuat visualisasi yang memudahkan pemahaman bagi anggota.

3. Kelebihan dan Kekurangan Fishbone

Diagram *Fishbone* memiliki sejumlah kelebihan dan kekurangan.

Adapun kelebihan dan kekurangannya adalah sebagai berikut:

Fishbone berguna untuk memperdalam pemahaman tentang masalah yang ada dan memberi kesempatan kepada semua pihak terkait untuk menyampaikan pemikiran atau ide yang bisa mengungkapkan masalah tersebut. (Murnawan, 2016).

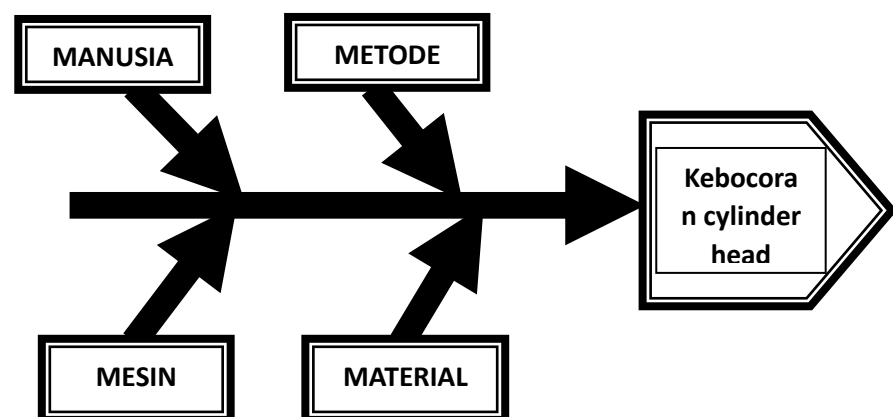
Kelemahan Fishbone terletak pada perspektif yang bergantung pada media dan desain, yang dapat membatasi kemampuan tim untuk menjelaskan masalah secara mendalam menggunakan metode '5 Whys',

kecuali jika grafik yang digunakan benar-benar memenuhi kebutuhan tersebut. Voting sering digunakan untuk menentukan penyebab yang paling relevan yang tercantum dalam grafik (Dilana, 2021).

4. Langkah-langkah pembuatan Fishbone diagram

Pembuatan diagram Fishbone memerlukan waktu sekitar 30-60 menit. Berikut adalah langkah-langkah dalam pembuatan diagram Fishbone menurut (Murnawan, 2016), di antaranya:

- a. Menyepakati rumusan masalah.
- b. Menentukan kategori utama penyebabnya.
- c. Mengidentifikasi penyebab yang mendasari melalui sesi *brainstorming*.
- d. Mengevaluasi dan menyepakati penyebab yang paling mungkin terjadi.



Gambar 3.1 Contoh Diagram Fishbone
Sumber : Penulis

Adapun keterangan dari setiap faktor pada diagram *fishbone* tersebut adalah sebagai berikut.

Mesin: Kurangnya dilakukan perawatan.

Metode: Pemanfaatan metode manual.

Material: Mutu bahan kebutuhan kurang baik.

Manusia: Pekerja yang kurang teliti dan mengalami kelelahan.