

**SKRIPSI**

**ANALISIS KERUSAKAN EXHAUST VALVE YANG BERPENGARUH  
TERHADAP TEMPERATUR GAS BUANG MESIN INDUK  
DI KAPAL MT.BINTANG MAS HSB 2**



**FADLI**

**21.42.065**

**TEKNIKA**

**PROGRAM STUDI TEKNIKA DIPLOMA IV PELAYARAN  
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR TAHUN**

**2025**

## **PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**

Nama : Fadli  
NIT : 21.42.065  
Program Studi: Teknika

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

### **ANALISIS KERUSAKAN EXHAUST VALVE YANG BERPENGARUH TERHADAP TEMPERATURE GAS BUANG MESIN INDUK DI KAPAL MT. BINTANG MAS HSB2**

Merupakan karya asli. Seluruh ide yang ada dalam skripsi ini yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide yang saya susun sendiri.

Jika pernyataan diatas terbukti sebaliknya, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Makassar, 06 Mei 2025



**FADLI**

**NIT: 21.42.065**

**ANALISIS KERUSAKAN EXHAUST VALVE YANG  
BERPENGARUH TERHADAP TEMPERATURE  
GAS BUANG MESIN INDUK DI KAPAL  
MT.BINTANG MAS HSB2**

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan  
Program Pendidikan Diploma IV Pelayaran

Program Studi Teknika

Disusun dan Diajukan oleh

FADLI

NIT. 21.42.065

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

**SKRIPSI**

**ANALISIS KERUSAKAN EXHAUST VALVE YANG  
BERPENGARUH TERHADAP TEMPERATURE  
GAS BUANG MESIN INDUK DI KAPAL  
MT.BINTANG MAS HSB2**

Disusun dan Diajukan oleh:



Pembimbing I

Pembimbing II

SAMSUL BAHRI, M.T., M.Mar.E.  
NIP: 197308282006041001

M. SYA'RANI MACHRIZANDI, S.Kom.,  
M.KOM.  
NIP: 199105082019031006

Mengetahui:

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

Ketua Program Studi Teknika

Capt. Faisal Saransi, MT., M.Mar  
NIP. 197503291999031002

Ir. Alberto, S.Si.T., M.Mar.E., M.A.P  
NIP. 197604092006041001

## KATA PENGANTAR

Saya bersyukur kepada Allah SWT atas kebaikan dan nikmat-Nya, yang telah memungkinkan saya untuk menyelesaikan tesis saya yang berjudul "Analisis Kerusakan Katup Buang yang Mempengaruhi Suhu Gas Buang Mesin Utama pada Kapal MT. Bintang Mas Hsb2." Tesis ini merupakan bagian dari persyaratan untuk menyelesaikan Program Diploma IV di bidang Pelayaran di Politeknik Maritim Makassar.

Selama mengerjakan tesis ini, saya menghadapi banyak tantangan, tetapi dengan dukungan, nasihat, dan kolaborasi dari berbagai individu, baik secara emosional maupun materi, saya mampu mencapai tonggak ini. Saya ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada orang tua saya, yang telah memberi saya kasih sayang, perhatian, doa, dan dukungan yang tak tergoyahkan dalam setiap aspek kehidupan saya. Saya bercita-cita menjadi anak yang membuat mereka bangga dan mengangkat kehormatan keluarga kami.

1. Saya menghargai Kapten Rudy Susanto, M.Pd., Direktur Politeknik Maritim Makassar.
2. Saya menyampaikan terima kasih kepada Bapak Alberto, S.Si.T., M.Mar.E., M.A.P., Kepala Departemen Teknik di Politeknik Maritim Makassar.
3. Saya berterima kasih kepada Bapak Samsul Bahri, M.T., M.Mar.E., yang menjadi pembimbing utama saya untuk draf akhir dan tesis ini.
4. Saya juga berterima kasih kepada Bapak M. Sya'rani Machrizandi, S.Kom., M.Kom., yang bertindak sebagai pembimbing kedua saya untuk draf akhir dan tesis ini.
5. Saya ingin berterima kasih kepada seluruh staf akademik di Politeknik Maritim Makassar.
6. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada Kepala Mesin, Kapten, Insinyur Kedua dan Ketiga, dan seluruh awak MT. Bintang Mas Hsb2.
7. Sebagai penutup, saya ingin menyampaikan rasa terima kasih saya kepada semua teman sekelas saya dari Kelas 42 dan Kelas 63 atas bantuan dan dukungan mereka selama pengembangan tesis ini

Saya berharap semua masukan dan ide yang bermanfaat akan dihargai, sehingga pemahaman saya tentang Teknik Kelautan dapat terus berkembang. Saya berharap proyek akhir ini akan memberikan keuntungan, pemahaman, dan motivasi kepada para kadet Politeknik Maritim Makassar dan juga kepada semua pembaca.

Makassar, 24 September 2025



FADLI

NIT. 21.42.065

## **ABSTRAK**

FADLI melakukan studi tentang kerusakan katup buang yang berdampak pada suhu gas buang mesin utama di atas MT. Bintang Mas Hsb2, dengan dukungan Bapak Samsul Bahri dan Bapak Syahrani Mucrisyandi.

Transportasi maritim sangat penting untuk perdagangan internasional, terutama untuk memindahkan barang antar negara dan benua. Mesin utama kapal, yang berfungsi sebagai tenaga penggerak utama, bergantung pada bagian tambahan seperti katup buang yang bertindak sebagai jalan keluar untuk gas pembakaran yang dihasilkan di dalam silinder. Penelitian ini bertujuan untuk memeriksa kerusakan pada katup buang yang memengaruhi suhu gas buang mesin utama, dengan fokus pada mengapa kerusakan ini terjadi, bagaimana pengaruhnya terhadap mesin utama, dan cara untuk mencegahnya.

Informasi dikumpulkan melalui pengamatan yang dilakukan selama program pelatihan laut selama setahun dan tinjauan sumber-sumber teknik mesin kelautan. Temuan menunjukkan bahwa kerusakan pada poros dan cincin dudukan merupakan kontributor utama kerusakan, yang dapat menghentikan fungsi mesin untuk sementara dan mengurangi kinerja kapal. Metode deskriptif kualitatif digunakan untuk meneliti hubungan antara kerusakan katup buang dan variasi suhu gas buang. Studi ini menawarkan wawasan teoritis tentang manajemen mesin beserta saran praktis untuk perawatan dan perbaikan katup buang, termasuk pembentukan sistem perawatan terjadwal. Jika dilakukan secara efektif, hasil yang diharapkan adalah peningkatan pengendalian kebisingan kapal dan kinerja operasional, pengurangan waktu henti, dan navigasi yang lancar.

Kata kunci: Harm, Katup Buang, Perawatan Mesin Kapal Laut

## ABSTRACT

*FADLI conducted a study on exhaust valve damage that impacted the exhaust gas temperature of the main engine aboard the MT. Bintang Mas Hsb2, with support from Mr. Samsul Bahri and Mr. Syahrani Mucrisyandi.*

*Maritime transportation is crucial for international trade, particularly for moving goods between countries and continents. A ship's main engine, which serves as the primary propulsion, relies on auxiliary components such as exhaust valves, which act as outlets for combustion gases generated within the cylinders. This study aimed to examine exhaust valve damage that impacted the exhaust gas temperature of the main engine, focusing on why this damage occurs, how it affects the main engine, and how to prevent it.*

*Information was gathered through observations conducted during a year-long sea training program and a review of marine engine engineering resources. Findings indicate that shaft and seat ring damage are major contributors to failures, which can temporarily shut down engines and reduce vessel performance. Qualitative descriptive methods were used to examine the relationship between exhaust valve failures and exhaust gas temperature variations. This study offers theoretical insights into engine management along with practical recommendations for exhaust valve maintenance and repair, including the establishment of a scheduled maintenance system. If implemented effectively, the expected outcomes are improved vessel noise control and operational performance, reduced downtime, and smooth navigation.*

*Keywords: Harm, Exhaust Valve, Marine Engine Maintenance*

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PERNYATAAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PRAKATA	iv
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Batasan Masalah	2
D. Tujuan Penelitian	2
BAB II LANDASAN TEORI	4
A. Tinjauan Pustaka	4
B. Defenisi Operasional	21
C. Kerangka Pikir Penelitian	24
D. Hepotesis	25
BAB III METODE PENELITIAN	27
A. Tempat Dan Waktu Penelitian	27
B. Metode Penelitian	27
C. Jenis Dan Sumber Data	27
D. Metode Analisis	29
E. Langkah-Langkah Analisis Perencanaan	30

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	32
A. Hasil Penelitian	32
B. Deskripsi Hasil Analisa Data	39
C. Pembahasan	42
BAB V PENUTUP	49
A. Simpulan	49
B. Saran	49
DAFTAR PUSTAKA	51

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Komponen Mekanisme Katup Mesin Diesel 4 Tak	5
Gambar 2. 2 Konstruksi kepala silinder mesin diesel 4 tak	7
Gambar 2. 3 Konstruksi Katup Gas Buang Motor Diesel 4 Tak	12
Gambar 2. 4 Siklus Proses Pembakaran Motor Diesel 4 Tak	17
Gambar 2. 5 Katup Buang Motor Diesel 2 Tak	21
Gambar 4. 1 Kedudukan Daun Katup Gas Buang	28
Gambar 4. 4 Tidak Ratanya Permukaan Dudukan Katup Gas Buang	30

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Siklus dan Proses Pembakaran Motor	16
Tabel 4. 1 Data suhu gas buang normal	32
Tabel 4. 2 Data suhu gas buang abnormal	33
Tabel 4. 3 Data suhu gas buang normal kembali ( <i>after maintenance</i> )	33
Tabel 4. 4 Data suhu gas buang Normal sesuai manual book	34

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Dalam hal meningkatkan produktivitas ekspor dan impor, transportasi maritim sangat penting. Transportasi maritim sangat penting untuk pergerakan barang antar negara dan lintas benua, sehingga perusahaan pelayaran berupaya mencapai keunggulan dalam layanan transportasi barang. Pada dasarnya, sebuah kapal beroperasi menggunakan mesin utama yang Propeller berputar, memungkinkan kapal untuk berlayar antar pelabuhan. Mesin utama memiliki komponen tambahan yang bekerja sama untuk menjamin pengoperasian yang efektif. Salah satu komponen tersebut adalah katup buang. Katup buang memainkan peran penting karena memungkinkan gas pembakaran keluar dari silinder. Akibatnya, bagian ini berfungsi pada frekuensi yang sangat penting.

Dalam situasi ini, ada potensi tanda-tanda masalah, seperti keausan pada poros dan cincin dudukan katup buang, yang dapat menyebabkan pemadaman sementara mesin utama, sehingga perlu dilakukan pemeriksaan pada bagian-bagian katup buang. Berdasarkan pembacaan suhu yang tidak biasa pada katup buang yang diamati oleh penulis selama pelatihan di atas kapal, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul: ***“Analisis Kerusakan Exhaust Valve Yang Berpengaruh Terhadap Temperatur Gas Buang Mesin Induk.”***

## **B. Rumusan Masalah**

Untuk memaksimalkan kinerja mesin induk kapal, exhaust valve harus bekerja dengan baik dan tidak mengganggu pengoperasian mesin induk. Jika ada masalah dengan exhaust valve, masalah tersebut harus diatasi. Beberapa pokok masalah dapat diambil dari uraian di atas untuk menjaga penulisan skripsi ini lancar dan memudahkan pencarian solusi. Perumusan masalah adalah sebagai berikut:

1. Apa penyebab utama terjadinya kerusakan exhaust valve pada mesin induk kapal MT. Bintang Mas HSB 2?
2. Bagaimana pengaruh kerusakan exhaust valve terhadap peningkatan temperatur gas buang mesin induk?
3. Bagaimana peran perawatan exhaust valve dalam menjaga temperatur gas buang tetap normal?

## **C. Batasan Masalah**

Penulis membatasi permasalahan dalam penelitian ini pada topik kerusakan katup buang yang berdampak pada suhu gas buang mesin utama di kapal MT. BINTANG MAS HSB2

## **D. Tujuan Penelitian**

### 1. Tujuan Teoretis:

#### a. Memahami Proses Kerusakan Katup Buang

Untuk menemukan dan mengevaluasi faktor-faktor yang menyebabkan kerusakan pada bagian-bagian katup buang, seperti kerusakan poros dan cincin dudukan, dan pengaruhnya terhadap kinerja mesin utama. Pengetahuan ini diharapkan dapat memperkaya penelitian teknik mesin, terutama dalam pemeliharaan dan perbaikan mesin kapal.

#### b. Menyelidiki Dampak Kerusakan pada Suhu Gas Buang

Untuk mengeksplorasi hubungan antara kerusakan katup buang dan variasi suhu gas buang mesin utama, yang mengarah pada pembuatan model teoretis yang menggambarkan bagaimana kerusakan pada katup buang memengaruhi kinerja dan efisiensi mesin secara keseluruhan.

## 2. Tujuan Praktis:

- a. Meningkatkan Teknik Pemeliharaan dan Perbaikan untuk memberikan nasihat praktis tentang perawatan dan perbaikan katup buang untuk mencegah kerusakan dan keausan yang dapat meningkatkan operasi mesin. Tujuannya adalah untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas mesin kapal selama kegiatan pelayaran.
- b. Memaksimalkan Kinerja Mesin Kapal: Untuk menawarkan metode atau rekomendasi praktis bagi perusahaan pelayaran untuk menemukan gejala awal kerusakan katup buang dan menerapkan tindakan pencegahan yang sesuai. Tujuan ini adalah untuk mengurangi waktu henti mesin dan memastikan kapal dapat bergerak antar pelabuhan dengan lancar.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **A. Tinjauan Pustaka**

Landasan teoritis untuk studi ini diperoleh dari tinjauan literatur yang ada. Materi-materi ini menawarkan struktur untuk memahami masalah secara komprehensif dari sudut pandang historis. Landasan teoritis sangat penting untuk menganalisis studi dan teori terkini mengenai katup buang, yang menggambarkan katup buang sebagai komponen dari sistem pembakaran mesin utama.

##### **1. Mesin Diesel**

Encyclopedia Britannica menyatakan bahwa Mesin diesel adalah mesin pembakaran internal yang memampatkan udara hingga suhu yang cukup untuk menyalakan bahan bakar diesel yang disuntikkan ke dalam silinder. Energi mekanik dapat menggerakkan barang, traktor besar, dan kapal melalui pembakaran dan pemanasan bahan bakar.

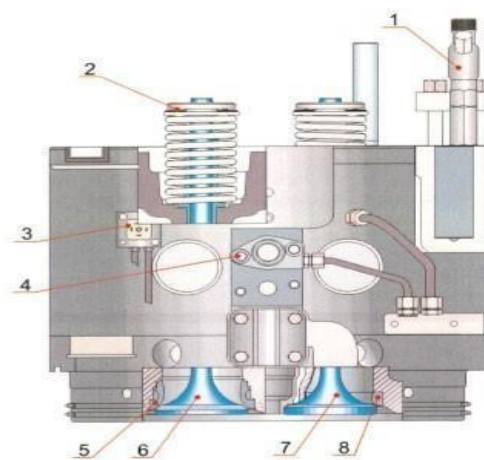
##### **2. Bagian-bagian Mesin Diesel:**

Sitindaon (2016:2) menyatakan bahwa pemahaman tentang bagian-bagian mesin diesel (komponen mesin diesel) sangat penting untuk pemahaman penuh tentang bagaimana berbagai elemen beroperasi atau berfungsi. Setiap bagian melakukan fungsi khusus dan bekerja sama dengan bagian lain. Orang yang ingin mengelola berbagai bagian dengan memahami fungsi khusus masing-masing akan secara bertahap mempelajari bagian-bagiannya untuk membangun mesin diesel.

Sebagai permulaan, mohon tinjau informasi di bawah ini secara menyeluruh, dan lihat glosarium di akhir buku ini untuk istilah-istilah

yang tidak Anda kenal. Secara umum, mesin diesel terdiri dari sembilan komponen utama:

1. Silinder Mesin Diesel;
2. Kepala Silinder;
3. Katup Masuk dan Buang;
4. Poros Engkol Mesin Diesel;
5. Poros Engkol Mesin Diesel;
6. Roda Gila Mesin Diesel;
7. Poros Kam Mesin Diesel;
8. Bak Mesin Diesel;
9. Sistem Bahan Bakar Mesin Diesel;



1. Indicator valve 2. Rotocap 3. Temperature sensor 4. Screws for connection piece 5. Exhaust valve seat 6. Exhaust valve 7. Inlet valve 8. Inlet valve seat

Fig 12-2

V1

*Sumber : Instruction manual book WARTSILA W6L32 (2012)*

Gambar 2. 1 Komponen Mekanisme Katup Mesin Diesel 4 Tak

### 3. Memahami Katup Buang Mesin 4-Tak Diesel

#### a) Memahami Katup Buang:

Menurut Willard W. Pulkrabek (2003), katup buang memainkan peran penting dalam proses pembakaran bahan bakar di dalam silinder mesin. Mekanisme katup mengatur waktu pembukaan dan penutupan katup dengan tepat untuk mengatur aliran bahan bakar ke area pembakaran dan pelepasan gas buang.

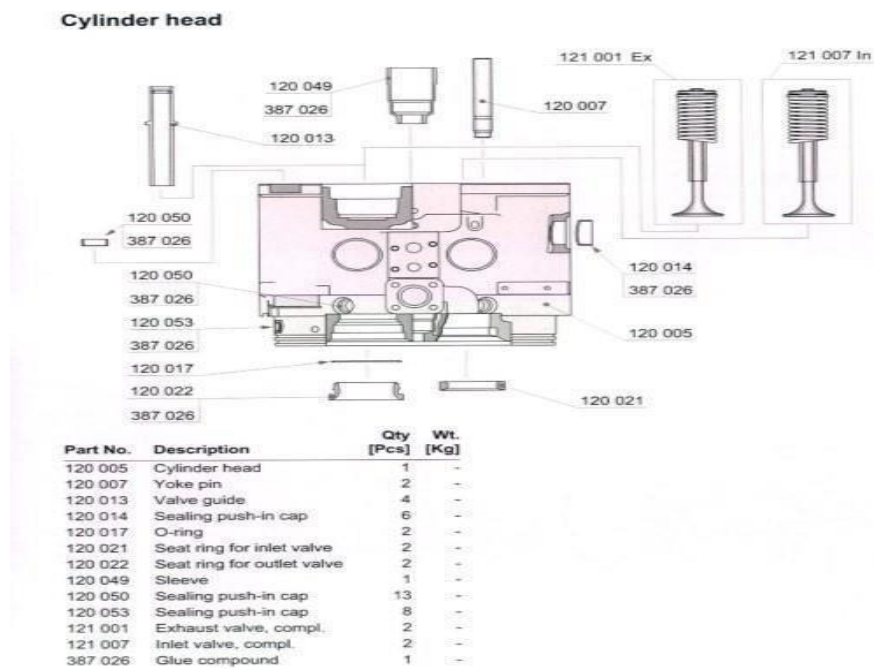
Ini memungkinkan proses pembakaran berjalan dengan cepat dan sinkron dengan langkah mesin. Katup buang juga mengirimkan panas ke saluran pembuangan dari ruang bakar. Saat mesin beroperasi, suhu katup buang dapat mencapai  $650^{\circ}\text{C}$ , meskipun suhu katup masuk hanya sekitar  $250^{\circ}\text{C}$ . Bahan dan struktur yang digunakan harus mampu menahan panas ekstrim agar katup buang tetap berfungsi dan tahan lama.

#### a) Fungsi Katup

Untuk menjalankan proses dengan lancar, katup dibuka dan ditutup pada waktu yang tepat sehingga ruang di atas piston terhubung atau terpisah dengan tepat dari udara luar. Pembakaran di dalam silinder harus dilakukan di area yang tertutup rapat untuk mencapai tekanan pembakaran yang paling tinggi yang diperlukan untuk mendorong piston dengan cara yang paling efisien. Oleh karena itu, katup dan dudukan harus benar-benar rapat untuk menghindari gas bocor.

Kebocoran katup dapat meningkatkan suhu komponen mesin, mengkonsumsi bahan bakar, dan menyebabkan katup, dudukan, dan komponen terkait rusak lebih cepat. Dalam jangka panjang, kebocoran katup dapat menyebabkan tekanan efektif silinder

menurun, konsumsi bahan bakar meningkat, dan penurunan daya dan efisiensi mesin.



Gambar 2. 2 konstruksi kepala silinder mesin diesel 4 tak

#### b) Bagian-bagian katup buang

Buku panduan untuk mesin utama WARTSILA W6L32 menunjukkan bahwa katup buang terdiri dari beberapa bagian yang saling terhubung, yang dirinci di bawah ini:

1. Batang katup (juga dikenal sebagai poros katup) adalah bagian penting dari sistem katup pada mesin pembakaran internal. Pada bagian atas batang katup terdapat celah pengunci (valve locks) yang berfungsi sebagai tempat pemasangan kunci penahan pegas (valve keeper) dan penahan pegas (valve retainer). Batang katup juga menjadi tempat kedudukan pegas katup (valve spring), yang berperan mengembalikan katup ke posisi tertutup setelah terbuka.

2. Pegas katup memainkan peran penting dalam sistem katup mesin pembakaran internal. Fungsinya adalah untuk mendorong katup kembali ke posisi tertutup setelah poros bubungan menggerakannya hingga terbuka. Saat poros nok menekan katup untuk membuka saluran masuk atau buang, pegas katup akan terkompresi. Setelah tekanan dari poros nok berkurang, pegas katup akan mengembang kembali, mendorong katup untuk menutup dengan rapat. Hal ini memastikan bahwa proses pembakaran berlangsung dalam ruang yang tertutup rapat, mencegah kebocoran kompresi, dan menjaga efisiensi mesin. Kekuatan dan elastisitas pegas katup sangat penting; jika terlalu lemah, katup mungkin tidak menutup sempurna, sementara jika terlalu kuat, dapat menyebabkan keausan pada komponen lain seperti poros nok. Oleh karena itu, pemilihan dan perawatan pegas katup yang tepat sangat penting untuk kinerja optimal mesin. Pengunci katup, juga disebut sebagai "ring conical" atau "pengunci pegas katup", adalah komponen kecil berbentuk cincin kerucut atau silinder yang berfungsi untuk mengunci pegas katup pada batang katup. Komponen ini bekerja dengan cara mengunci pegas ke batang katup melalui dudukan khusus yang biasanya terdapat di bagian atas batang katup. Ketika pegas ditekan ke bawah, pengunci katup akan menahan posisi pegas agar tetap stabil dan tidak terlepas selama katup menjalankan siklus buka-tutupnya. Meskipun ukurannya relatif kecil, peran pengunci katup sangat penting karena menjamin integritas dan kestabilan seluruh mekanisme katup. Penggunaan material yang kuat dan tahan aus menjadi keharusan untuk memastikan pengunci ini mampu menahan beban berulang serta getaran tinggi selama mesin beroperasi.
3. Penahan pegas katup, dikenal juga sebagai valve retainer

atau rotocap, merupakan komponen berbentuk seperti piringan dengan lubang di bagian tengahnya. Lubang ini berfungsi untuk menempatkan bagian atas batang katup dan pengunci katup (valve locks), sehingga memastikan pegas katup tetap terpasang dengan aman. Selain itu, rotocap memiliki fungsi tambahan yaitu memutar katup secara perlahan setiap kali katup membuka dan menutup. Gerakan rotasi ini membantu mendistribusikan panas dan mencegah penumpukan karbon pada dudukan katup, sehingga memperpanjang umur pakai katup dan menjaga performa mesin tetap optimal. Dengan desain dan fungsi tersebut, penahan pegas katup memainkan peran penting dalam menjaga kestabilan dan efisiensi kerja sistem katup mesin pembakaran dalam.

4. Rumah katup (valve housing) merupakan bagian dari kepala silinder mesin pembakaran dalam yang berfungsi sebagai tempat pemasangan dan penopang komponen katup. Terdapat lubang di dalam rumah katup untuk batang katup, yang dilengkapi dengan pemandu batang katup. Valve guide ini berperan penting dalam menjaga kesejajaran dan pergerakan linear batang katup, serta membantu menghantarkan panas dari batang katup ke kepala silinder. Valve guide biasanya terbuat dari logam tahan aus seperti perunggu atau besi tuang, dan dirancang agar dapat diganti jika mengalami keausan. Proses penggantian valve guide melibatkan pelepasan guide lama dengan alat khusus, pemasangan guide baru, dan penyesuaian diameter dalamnya melalui proses reaming untuk memastikan celah yang tepat antara batang katup dan valve guide. Perawatan dan penggantian pemandu katup yang tepat sangat penting untuk memastikan kinerja puncak dan umur panjang

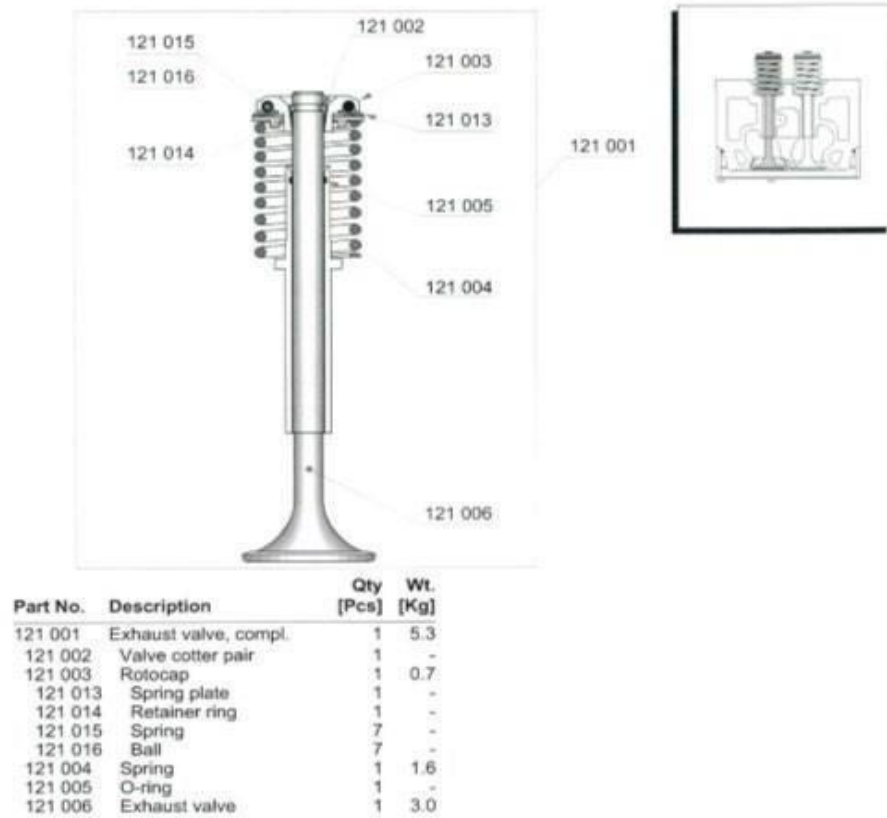
teknologiPenggerak Operasi Katup—Penggerak Transmisi Katup—Bagian ini berfungsi sebagai penggerak katup. Panduan roller menerima transmisi dari poros nok. Selanjutnya, transmisi ini diteruskan ke pelatuk katup rocker melalui push rod, atau batang penekan,

5. Komponen utama kepala silinder mesin pembakaran dalam adalah katup, yang juga disebut sebagai seat katup. Tempat payung katup menempel saat ditutup adalah di sini. Kepala silinder biasanya memiliki kursi katup. Salah satu tugasnya adalah memastikan bahwa ruang bakar tertutup rapat sehingga gas tidak keluar saat pembakaran. Dengan mengirimkan panas dari katup ke kepala silinder, kursi katup juga membantu menjaga suhu kerja ideal. Bagian dudukan katup biasanya terbuat dari logam yang tahan terhadap panas dan korosi, seperti baja tahan karat atau paduan khusus yang dibuat untuk menahan tekanan dan suhu tinggi selama proses mesin. Akibatnya, kursi katup sangat penting untuk menjaga efisiensi dan kinerja mesin.<sup>9</sup> Pangkal batang katup, juga disebut sebagai valve tip, terletak di bagian atas batang katup dan bersentuhan langsung dengan komponen penggerak, seperti rocker arm atau lifter. Fungsinya sebagai titik kontak antara mekanisme penggerak dan batang katup memungkinkan gaya camshaft melalui rocker arm atau lifter sehingga katup dapat dibuka dan ditutup sesuai dengan siklus kerja mesin. Tip pipa harus kuat dan tahan aus karena posisinya penting dan sering mengalami tekanan dan gesekan. Untuk meningkatkan ketahanan terhadap beban mekanis dan suhu, tip saluran biasanya terbuat dari baja paduan yang dikeraskan. tinggi yang dihasilkan selama operasi mesin. Perawatan dan pemeriksaan rutin pada bagian ini penting dilakukan untuk mencegah keausan berlebih yang

dapat mempengaruhi kinerja katup secara keseluruhan.

6. Batang katup (Valve Stem) Batang katup merupakan komponen panjang yang menghubungkan kepala katup (valve head) dengan mekanisme penggerak seperti rocker arm atau camshaft, berperan penting dalam membuka dan menutup katup sesuai siklus kerja mesin. Batang ini bergerak naik-turun dalam saluran yang disebut valve guide, yang menjaga kestabilan gerakannya serta membantu dalam pembuangan panas dari batang katup ke kepala silinder. Gerakan batang katup yang presisi sangat penting untuk memastikan waktu pembukaan dan penutupan katup yang tepat, sehingga efisiensi pembakaran dan kinerja mesin tetap optimal. Oleh karena itu, pemeriksaan dan perawatan rutin pada batang katup dan valve guide diperlukan untuk mencegah keausan .
7. Rocker arm: adalah komponen penting dalam sistem mekanisme katup mesin pembakaran dalam yang berfungsi sebagai penghubung antara camshaft dan katup. Dalam mesin tipe Overhead Valve (OHV), camshaft yang terletak di dalam blok mesin mentransfer gerakan melalui push rod ke rocker arm yang berada di kepala silinder. Ketika camshaft berputar, lobusnya menekan lifter, yang kemudian mendorong push rod ke atas. Gerakan ini diteruskan ke rocker arm, menyebabkan salah satu ujungnya menekan batang katup untuk membuka katup, sementara ujung lainnya terangkat oleh push rod.

### Exhaust valve assembly



Gambar 2. 3Konstruksi Katup Gas Buang Motor Diesel 4 Tak

Sumber: *Instruction manual book WARTSILA W6L32(2012)*

#### 4. Metode Operasi

Seperti yang dinyatakan oleh Arismunandar (2011:67), sebuah tuas membuka katup dengan memberikan tekanan padanya, dan tindakan ini dikendalikan oleh poros bubungan melalui tappet dan batang pendorong. Tuas berfungsi sebagai mekanisme untuk mengarahkan kembali gerakan tersebut.

##### a) Pendingin untuk Katup Buang

Saat menggunakan oli berat yang mengandung campuran vanadium dan natrium, penting untuk menjaga suhu katup di

atas 530°C untuk menghindari keausan termal dan penumpukan. Dengan mendinginkan katup buang, masa pakai katup dan dudukan katup dapat diperpanjang.

#### b) Inspeksi dan Perawatan

Sebagaimana dinyatakan dalam panduan instruksi mesin utama Wartsila W6L32 MT Bintang Mas HSB 2, katup buang mesin utama harus diperiksa secara berkala untuk memastikan bahwa fungsinya berfungsi dengan baik. Katup dievaluasi, diubah, dan diperbaiki setiap 2.000 jam operasi.. Namun demikian, dalam skenario tertentu, inspeksi mungkin tidak dilakukan sesuai dengan jadwal yang disarankan dalam panduan. Berdasarkan kondisi mesin utama, inspeksi meliputi:

#### c) Pengaturan Celah Katup (valve clearance)

Menurut Soekarsono et al. (2006: 10), kerusakan katup yang ditandai dengan kondisi terbakar dan berlubang-lubang dapat disebabkan oleh katup yang macet pada bagian penghantar katup. Beberapa faktor lain yang dapat menyebabkan kondisi ini termasuk, tetapi tidak terbatas pada, celah bebas katup yang lebih kecil, pegas katup yang telah melemah, permukaan batang katup yang kasar, dan ketidaksesuaian antara waktu katup dan mesin. Jika tidak ditangani dengan benar, faktor-faktor yang saling terkait ini dapat mempercepat kerusakan katup.

Berdasarkan kutipan tersebut, dapat disimpulkan bahwa jika celah katup gas buang diatur dengan cara yang tidak standar, kinerja dan keandalan mesin akan sangat terpengaruh. Jika ada celah katup yang terlalu besar atau terlalu kecil, itu dapat menyebabkan bunyi ketukan, keausan berlebih pada mekanisme katup, dan penurunan efisiensi pembukaan katup. Sebaliknya,

celah yang terlalu kecil dapat menyebabkan katup tidak menutup sepenuhnya, sehingga gas panas yang berasal dari pembakaran terus mengenai permukaan dan dudukan katup, meningkatkan suhu, dan mengurangi kemampuan katup untuk melepaskan panas.

Oleh karena itu, pada mesin induk Wärtsilä W6L32, celah katup gas buang harus diatur sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh pembuat. Standar ini dibuat untuk menjaga proses pembakaran tetap optimal dan mencegah kerusakan pada katup dan komponen pendukung lainnya.

d) Temperatur Gas Buang:

Anda dapat melihat suhu gas buang melalui pemeriksaan langsung atau melalui monitor di ruang kendali area mesin. Suhu gas buang mesin utama pada beban penuh biasanya berkisar antara 310 dan 320°C. Karena, menurut desain akhir mesin utama Wärtsilä W6L32, suhu gas buang yang lebih tinggi sering menunjukkan kemungkinan kerusakan pada katup buang, evaluasi ini dapat membantu evaluasi kondisi katup buang.

e) Suara Katup:

Suara keras dari katup buang menunjukkan masalah dengan katup. Ini dapat terjadi karena perubahan celah katup, kekurangan pelumasan, atau terlalu banyak panas. Untuk mencegah kerusakan lebih lanjut, sangat penting untuk mengatasi masalah ini segera.

f) Suara Katup:

Suara yang keras atau tidak normal dari katup buang dapat menunjukkan masalah pada sistem katup mesin utama. Ini dapat berasal dari perubahan katup, sistem pelumasan yang tidak bekerja dengan baik, atau suhu kerja katup yang terlalu

tinggi. Selain itu, terlalu banyak celah katup dapat menyebabkan bunyi ketukan karena benturan antara katup dan bagian mekanisme penggerak, seperti rocker arm dan shaft.

Selain itu, panas yang berlebihan pada katup buang dapat menyebabkan material memuai secara tidak merata, menyebabkan katup tidak dapat membuka dan menutup dengan sempurna. Ini dapat mengganggu proses pembuangan gas sisa pembakaran dan menghasilkan suara yang tidak biasa. Kerugian lebih serius, seperti kerusakan pada dudukan, batang, atau katup buang, dapat terjadi jika masalah tidak ditangani dengan segera.

Oleh karena itu, untuk mencegah kerusakan lebih lanjut, suara katup harus diperbaiki segera. Untuk memastikan sistem pendinginan katup buang mesin utama bekerja dengan baik, sehingga kinerja mesin tetap ideal, aman, dan andal selama pengoperasian, periksa dan atur sistem pelumasan, celah katup, dan suhu kerja katup secara berkala adalah prosedur yang sangat penting.

Salah satu sinyal bahwa ada masalah dengan sistem katup mesin adalah suara keras atau tidak normal pada katup buang. Suara ini dapat berasal dari perubahan atau ketidaksesuaian katup, kondisi pelumasan yang tidak memadai, atau temperatur kerja yang terlalu tinggi pada katup dan komponennya. Terlalu banyak pelumasan pada katup dapat menyebabkan bunyi ketukan karena benturan antara katup, rocker arm, dan camshaft.

Bahan yang digunakan untuk membuat katup: Bahan yang digunakan untuk membuat katup harus memberikan tahanan yang cukup terhadap efek korosif, menurut Maanen (1997:6.15). Bahan tidak boleh kehilangan terlalu banyak kekuatan karena suhu tinggi. Karena kadar silicium dan chromium yang tinggi (8–12%) dari baja panser atau pelindung, seperti stellite, sebagian besar katup gas buang terbuat dari baja karbon yang baik yang tidak terlalu lembek. Stellite adalah larutan yang sangat kuat yang terdiri dari wolfram, chromium, cobalt, dan zat arang. Selain itu, ada bahan yang dapat digunakan tanpa memerlukan penggunaan penguat atau pelindung yang memiliki karakteristik tertentu. Bahan nol 80A tersedia.

## 5. Pembakaran

### a) Penjelasan Pembakaran

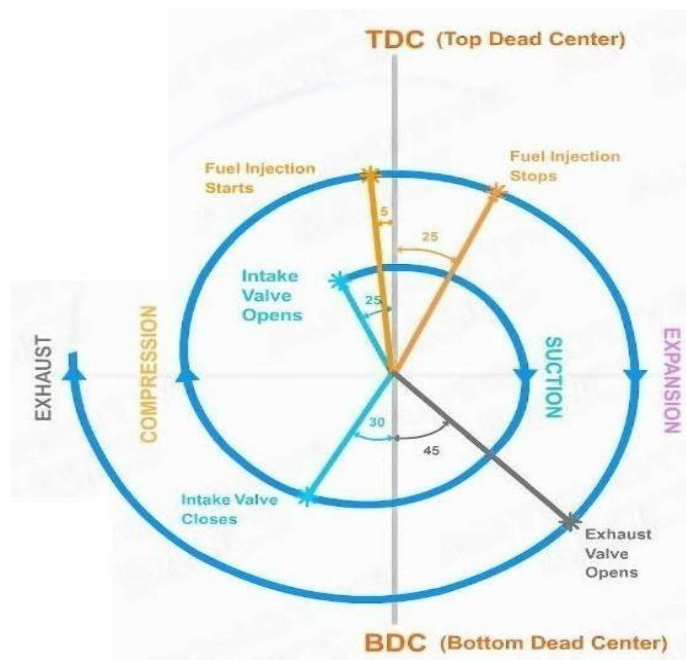
Pembakaran terjadi selama fase penyalaan ketika piston hampir berada di titik tertingginya. Setelah itu, bahan bakar disuntikkan ke ruang pembakaran melalui nosel, yang menyebabkan reaksi di dalam ruang pembakaran yang meningkatkan suhu udara di dalam silinder. Pembakaran bahan bakar diesel adalah reaksi yang melibatkan senyawa C-H dalam bahan bakar yang berinteraksi dengan asam untuk menciptakan produk sampingan pembakaran. Minyak bakar yang disuntikkan ke dalam silinder berupa tetesan cairan kecil. Udara di dalam silinder, yang sudah berada pada suhu bahan bakar, bercampur dengan udara di sekitarnya, sehingga terjadi pembakaran di dalam silinder.

Tabel 2.1 Siklus dan Proses Pembakaran Sepeda Motor

<i>Nature of Reaction</i>	<i>Thermo-chemical equation</i>
<i>Carbon burned to Carbon Dioxide</i>	$C + O_2 = CO_2$
<i>Carbon Burned to Carbon Monoxide</i>	$2C + O_2 = 2(CO)$
<i>Carbon Monoxide Burned to Carbon Dioxide</i>	$2(CO) + O_2 = 2(CO_2)$
<i>Hydrogen Oxidised to Steam</i>	$2H_2 + O_2 = 2(H_2O)$
<i>Sulphur Burned to Sulphur Dioxide</i>	$S_2 + 2O_2 = 2(SO_2)$

Sumber : *Pounder's Marine Diesel Engine (2009)*

b) Siklus Dan Proses Pembakaran



Valve timing diagram for four-stroke diesel engine

Gambar 2. 4 Siklus Proses pembakaran Motor diesel 4 tak

Sumber : *Anonymous (2017)*.

### 1. Proses Pemasukan Udara

Pada mesin diesel, saat poros engkol berputar, piston bergeser ke bawah, yang menyebabkan ruang di atas piston membesar dan tekanan di dalam silinder menurun. Penurunan tekanan ini membentuk vakum parsial yang memungkinkan udara dari lingkungan sekitar masuk ke dalam silinder melalui katup masuk yang terbuka. Maanen (1997: 1.9) menyatakan bahwa tekanan silinder selama peristiwa ini dapat sekitar 0,05 bar lebih rendah daripada tekanan udara di luar. Mekanisme ini merupakan langkah awal dalam siklus kerja mesin diesel, di mana udara bersih yang masuk ke silinder akan digunakan dalam tahap selanjutnya, yaitu kompresi, untuk menghasilkan pembakaran yang efisien.

### 2. Proses Kompresi

pada mesin diesel dimulai ketika torak mencapai titik mati bawah dan kemudian bergerak naik ke arah titik mati atas, sementara katup masuk tertutup sehingga udara yang sebelumnya telah terhisap ke dalam silinder akan dikompres oleh gerakan torak. Akibat dari Selama proses kompresi, tekanan udara dalam silinder meningkat secara signifikan hingga 35–40 bar dan suhu udara meningkat hingga sekitar 550–600°C. Kondisi tekanan dan suhu tinggi ini sangat penting karena pada akhir langkah kompresi, injektor akan menyemprotkan bahan bakar dalam bentuk kabut halus ke dalam udara panas, yang menyebabkan pembakaran langsung yang menghasilkan ledakan.

### 3. Proses Usaha

Proses usaha pada mesin diesel dimulai setelah torak mencapai titik mati atas (TMA) dan mulai bergerak ke bawah akibat ledakan pembakaran bahan bakar. Pada tahap ini, tekanan gas di

dalam silinder meningkat tajam hingga mencapai 45–50 bar, sementara suhu melonjak hingga sekitar 1500–1600°C sesuai dengan Panduan Instruksi Mesin Utama Wartsila W6L32 (2012). Tekanan tinggi memberikan gaya yang kuat pada piston, menyebabkannya turun, yang menghasilkan energi mekanik yang digunakan untuk memutar poros engkol. Setelah pembakaran selesai, gas sisa hasil pembakaran akan mengalami ekspansi karena peningkatan volume di atas torak, yang menyebabkan tekanan dan suhu mulai menurun secara cepat. Menjelang akhir langkah usaha, katup buang mulai terbuka untuk memungkinkan gas buang keluar dari silinder dan mempersiapkan mesin untuk memasuki proses berikutnya, yaitu langkah buang.

#### 4. Proses Pembuangan Gas Sisa Pembakaran

terjadi setelah langkah usaha selesai, di mana torak bergerak naik kembali menuju titik mati atas (TMA) dan katup buang terbuka. Pada tahap ini, gas sisa hasil pembakaran yang masih tertinggal di dalam silinder didorong keluar melalui katup buang akibat dorongan dari gerakan torak. Tekanan gas sisa ini sedikit lebih tinggi dari tekanan atmosfer, sehingga aliran gas menuju saluran buang dapat berlangsung lancar. Menjelang akhir langkah buang, katup masuk mulai terbuka untuk mempersiapkan proses hisap berikutnya, dan ketika torak mencapai TMA, siklus kerja mesin dimulai kembali dari awal. Proses ini berlangsung terus-menerus selama mesin beroperasi, memastikan pembakaran tetap efisien dan mesin bekerja secara optimal.

##### a) Hasil Pembakaran

Sears menyebutkan dalam publikasinya "Mekanika Panas dan Suara" (1994: 371) bahwa "Panas yang dihasilkan selama pembakaran adalah panas yang dilepaskan untuk setiap satuan massa atau volume ketika bahan bakar terbakar sepenuhnya."

Proses pembakaran melibatkan karbon (C) dan oksigen (CO<sub>2</sub>). Komponen-komponen ini dapat menghasilkan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) ketika pembakaran selesai. Jika ada masalah dalam memenuhi unsur-unsur yang dibutuhkan untuk pembakaran atau jika rasio kompresi unsur-unsur ini tidak tepat, hal itu dapat menyebabkan peningkatan suhu pembakaran di dalam ruang bakar, yang mengakibatkan pembakaran tidak sempurna dan kerja atau daya yang kurang efektif. Misalnya, jika ada kebocoran kompresi, hal itu akan menurunkan tekanan dan suhu udara yang dibutuhkan untuk pembakaran atau daya.

#### b) Indikator Daya

Arismunandar (2011: 24) menyatakan bahwa daya yang dihasilkan di dalam silinder mesin mencerminkan energi yang dihasilkan oleh pembakaran bahan bakar di ruang bakar. Dari kutipan tersebut, dapat disimpulkan bahwa daya indikator merupakan langkah awal dalam konversi energi panas menjadi energi mekanik, di mana proses pembakaran menghasilkan tekanan tinggi yang mendorong torak untuk menghasilkan gerakan mekanis. Daya ini dihitung berdasarkan tekanan rata-rata efektif indikator dan merupakan gambaran langsung dari efisiensi proses pembakaran dalam silinder tanpa mempertimbangkan kerugian mekanis akibat gesekan atau beban tambahan lainnya. Oleh karena itu, daya indikator menjadi parameter penting dalam menilai kinerja

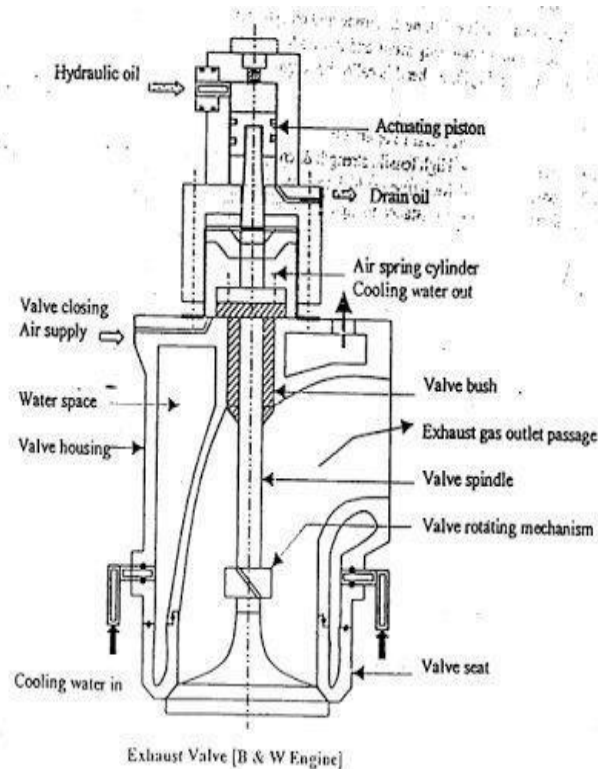
pembakaran dan kondisi mesin. Jika terjadi penurunan tekanan maksimum indikator yang biasanya ditunjukkan melalui grafik indikator maka secara otomatis akan mengindikasikan terjadinya penurunan daya indikator. Hal ini bisa disebabkan oleh berbagai

faktor seperti pembakaran yang tidak sempurna, kualitas bahan bakar yang buruk, kerusakan sistem injeksi, atau kondisi katup yang tidak rapat. Penurunan daya indikator tidak hanya menandakan berkurangnya tenaga mesin, tetapi juga dapat memengaruhi efisiensi operasional secara keseluruhan, meningkatkan konsumsi bahan bakar, serta mempercepat keausan komponen mesin jika tidak segera ditangani.

c) Hubungan Suhu-Logam:

Suatu bahan akan berkembang dan dibuat jika suhu naik. Saat logam berekspansi, suhu konstruksinya berubah dengan cepat. Retakan terjadi ketika logam yang panas terkena suhu yang lebih rendah dari air pendingin yang bocor. Logam akan pecah ketika terkena tegangan atau stres berulang atau cyclic. Pelelahan logam menyebabkan sebagian besar kerusakan pada komponen mesin. Sifat kelelahan logam menjadi penting karena itu.

Ketika suhu suatu material berubah, ia akan mengembang jika menjadi lebih panas dan menyusut jika menjadi lebih dingin. Tegangan logam terjadi ketika logam panas terkena air pendingin yang bocor yang memiliki suhu relatif lebih rendah.



Gambar 2. 5 Diagram Alir Exhaust Valve  
 Sumber: Fikri Rahman (2023)

## B. Definisi Operasional

Mesin diesel menggunakan panas kompresi untuk menyala dan membakar bahan bakar yang telah diinjeksikan ke dalam ruang bakar. Hal ini menghasilkan tenaga yang dapat menggerakkan berbagai komponen mekanik.

Kinerja mesin diesel didukung oleh sejumlah komponen utama yang bekerja secara sinergis. Blok silinder berfungsi sebagai kerangka utama tempat berbagai komponen mesin dipasang, termasuk piston yang bergerak naik turun untuk mengompresi udara dan menerima tekanan hasil pembakaran. Gerakan piston ini diteruskan oleh batang piston (connecting rod) ke poros engkol

1. Kepala silinder mesin diesel merupakan komponen penting yang

berfungsi sebagai penutup salah satu ujung silinder. Di dalam kepala silinder ini terdapat berbagai komponen vital, seperti katup masuk dan katup buang yang mengatur aliran udara dan gas buang, serta injektor yang menyemprotkan bahan bakar ke dalam ruang bakar. Selain itu, terdapat pula pegas katup yang menjaga posisi katup, indikator katup untuk pemantauan, push rod dan rocker arm yang meneruskan gerakan dari camshaft ke katup, serta seat ring sebagaiudukan katup. Seluruh sistem ini bekerja bersama untuk menjamin bahwa proses pembakaran di dalam silinder terjadi secara efektif dan dengan cara terbaik. Katup masuk dan katup buang pada mesin diesel memiliki peran penting dalam proses pembakaran di dalam ruang bakar. Katup masuk berfungsi sebagai jalur masuk udara segar ke dalam ruang bakar, yang kemudian akan dimampatkan oleh piston untuk menciptakan tekanan tinggi yang diperlukan dalam proses pembakaran. Setelah pembakaran terjadi, gas hasil pembakaran akan dikeluarkan melalui katup buang. Kedua katup ini bekerja secara bergantian dan terkoordinasi dengan presisi agar proses pemasukan udara dan pembuangan gas sisa pembakaran berlangsung secara efisien, sehingga performa mesin tetap optimal. Torak batang engkol mesin diesel adalah ujung lain dari ruang kerja silinder ditutup oleh torak yang meneruskan kepada poros daya yang ditimbulkan oleh pembakaran bahan bakar di dalam ruang bakar.

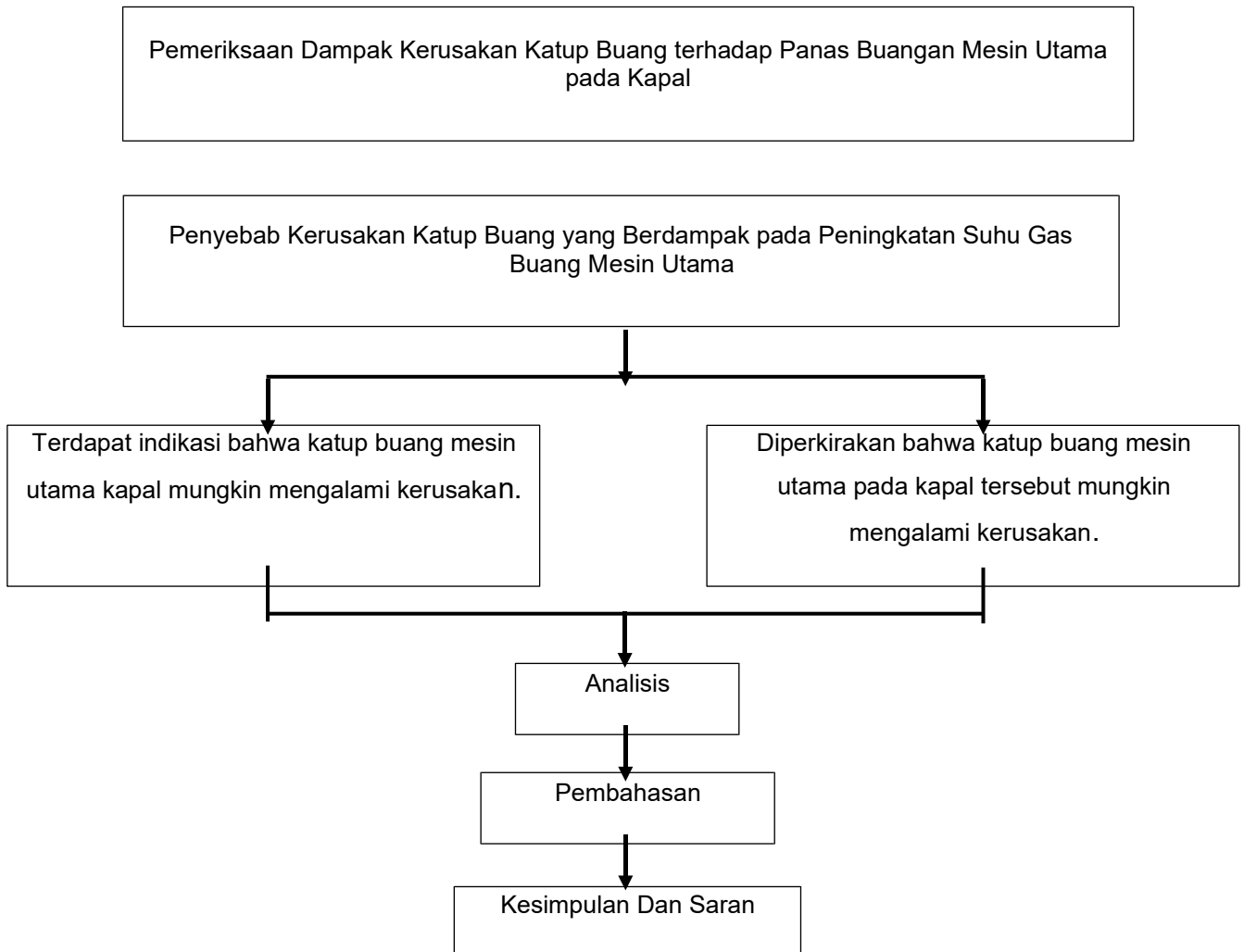
2. Poros engkol pada mesin diesel merupakan komponen utama yang berfungsi mengubah gerakan naik-turun torak (piston) menjadi gerakan putar. Gerakan torak ini disalurkan melalui batang engkol dan pena engkol yang terletak di antara pipi engkol. Saat torak bergerak akibat pembakaran di dalam silinder, gaya tersebut diteruskan ke poros engkol, yang kemudian memutar poros dan menyalurkan tenaga ke komponen lain dalam sistem penggerak.

Dengan kata lain, poros engkol menjadi penghubung vital dalam mentransfer energi mekanis dari proses pembakaran menuju sistem penggerak kendaraan atau mesin lainnya. Roda gila mesin diesel adalah sebuah roda yang dipergunakan untuk meredam perubahan kecepatan putaran dengan cara memanfaatkan kelembaman putaran dan meneruskan putaranya ke propeller.

3. Pada mesin diesel, poros bubungan (camshaft) adalah bagian yang berfungsi untuk mengontrol kapan katup masuk dan katup buang membuka dan menutup selama siklus operasi mesin. Poros ini memiliki tonjolan-tonjolan khusus yang disebut nok, yang akan menekan lifter atau push rod saat berputar, sehingga katup dapat terbuka pada waktu yang tepat untuk memasukkan udara atau membuang gas hasil pembakaran. Setelah itu, pegas katup akan menutup kembali katup secara otomatis. Dengan demikian, poros nok memainkan peran penting dalam sinkronisasi kerja mesin, memastikan proses pemasukan udara dan pembuangan gas berlangsung secara tepat dan efisien. Carter mesin diesel adalah bagian yang berfungsi menyatukan silinder, torak dan poros engkol, melindungi semua bagian yang bergerak dan bantalanya dan merupakan reservoir bagi minyak pelumas.
1. Piston pada mesin diesel merupakan komponen utama yang bergerak naik turun di dalam silinder dan memiliki peran penting dalam setiap siklus kerja mesin, khususnya pada proses pembakaran. Salah satu fungsi utama piston adalah untuk mengunci campuran udara dan bahan bakar di ruang bakar selama langkah kompresi. Tekanan tinggi yang dihasilkan dari proses kompresi ini sangat penting karena memungkinkan bahan bakar yang disemprotkan oleh injektor untuk terbakar secara spontan dan efisien tanpa memerlukan percikan api. Pembakaran yang terjadi menghasilkan energi dalam bentuk tekanan tinggi yang mendorong

piston ke bawah, sehingga menghasilkan tenaga mekanis yang selanjutnya akan diteruskan untuk menggerakkan poros engkol dan komponen mesin lainnya.

### C. Kerangka Pikir Penelitian



Gambar 2. 5 Kerangka Pikir Penelitian

Berdasarkan kerangka pikir diatas, dapat dijelaskan dari topik yang dibahas yaitu katup gas buang pada motor diesel , yang mana dari topik tersebut akan menghasilkan faktor penyebab dari topik

masalahnya, dan penulis ingin mengetahui apa yang menyebabkannya dan bagaimana upaya untuk menyelesaikannya berdampak.

Selanjutnya, untuk mengidentifikasi faktor-faktor dan kemungkinan masalah tersebut, analisis gabungan dari metode Fishbone dan SHELL digunakan. Dari analisis ini, penulis akan mencapai kesimpulan dan membuat rekomendasi untuk mencegah faktor-faktor yang menyebabkan kerusakan exhaust valve pada mesin induk.

#### **D. Hipotesis**

Berdasarkan landasan teori dan kerangka berpikir yang telah dikemukakan, maka hipotesis dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Kerusakan pada exhaust valve, seperti keausan, retakan, atau kebocoran, berpengaruh secara signifikan terhadap peningkatan temperatur gas buang pada mesin induk. Kerusakan ini menyebabkan pelepasan gas sisa pembakaran menjadi tidak optimal, sehingga terjadi akumulasi panas yang berdampak pada naiknya temperatur gas buang.
2. Hipotesis ini dibentuk berdasarkan kerangka pikir bahwa exhaust valve berfungsi sebagai jalur pelepasan gas hasil pembakaran. Bila fungsi ini terganggu akibat kerusakan mekanis atau keausan, maka proses pembuangan gas tidak berjalan sempurna. Hal ini menimbulkan tekanan balik, pembakaran tidak efisien, serta peningkatan suhu di dalam ruang silinder dan saluran buang.
3. Kerusakan pada exhaust valve tidak berpengaruh signifikan

terhadap peningkatan temperatur gas buang pada mesin induk.

## **BAB III**

### **Metode Penelitian**

#### **A. Tempat Dan Waktu Penelitian**

Studi ini dilakukan selama fase pelatihan laut (PRALA) di kapal MT. Bintang Mas Hsb2 pada hari Kamis, 8 Agustus 2024, yang berlangsung selama satu tahun.

#### **B. Pendekatan Penelitian**

Dalam mempersiapkan proposal ini, penulis menggunakan teknik-teknik berikut:

##### 1. Teknik Observasi

Bagian dari metode ini adalah pengamatan dan dokumentasi peristiwa yang sedang diteliti. Pengamatan langsung dari peserta penelitian, di mana penulis akan melakukan Praktik Kelautan (PRALA), digunakan.

##### 2. Metode Penelitian Pustaka:

Metode ini melibatkan membaca dan memeriksa buku atau bahan referensi yang relevan, terutama yang berfokus pada subjek dan dasar teoritis yang akan diterapkan dalam penelitian.

#### **C. Jenis dan Sumber Data:**

Ada dua jenis data yang digunakan. Yang pertama adalah data kualitatif. Data yang diperoleh dalam bentuk variable dan berupa informasi- informasi sekitar pembahasan baik secara lisan maupun tulisan.

##### a) Data Kuantitatif

Data yang diperoleh dalam bentuk angka-angka yang berasal dari tempat-tempat penelitian yang perlu diolah kembali.

## 1. Sumber Data:

Penulis menggunakan dua jenis sumber data:

### a) Data primer:

informasi yang dikumpulkan secara langsung dari individu atau sumber. Seperti yang dijelaskan sebelumnya, data primer mencakup detail yang berasal langsung dari sumber awal. Tidak ada kumpulan data atau versi kompilasi dari data ini yang tersedia. Orang-orang yang digunakan sebagai sarana untuk memperoleh informasi atau data harus menjadi sumber data ini. Dalam hal ini, mereka adalah Chief Engineer, First Engineer, dan tambahan watchkeeping engineer.

### b) Data sekunder

Data sekunder merujuk pada informasi yang sudah tersedia dan telah dikumpulkan oleh individu atau organisasi lain sebelumnya, sehingga peneliti dapat menghindari kebutuhan untuk melakukan proses pengumpulan data secara langsung di lapangan. Data ini biasanya diperoleh dari sumber tidak langsung seperti dokumentasi, arsip resmi, laporan penelitian, jurnal ilmiah, buku, statistik pemerintah, maupun publikasi-publikasi lainnya yang relevan dengan topik penelitian. Karena telah terdokumentasi, data sekunder memiliki keunggulan dalam hal efisiensi waktu dan biaya, sehingga sangat membantu dalam mendukung proses penelitian, terutama dalam tahap studi pendahuluan, perumusan masalah, serta pengembangan kerangka teori dan landasan konseptual. Meskipun demikian, penggunaan data sekunder juga memerlukan kehati-hatian dalam menilai keakuratan, relevansi, dan keterkinian data, agar hasil analisis yang diperoleh tetap valid dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Dalam Bab II ini, data sekunder dimanfaatkan untuk memperkuat kajian pustaka dan membangun landasan

teori yang menjadi acuan dalam proses analisis data, sehingga mendukung kelancaran serta kedalaman pemahaman terhadap permasalahan yang diangkat dalam penelitian.

## **b) Metode Analisis**

Metode analisis data yang digunakan penulis adalah metode deskriptif kualitatif, yang menunjukkan bahwa penulis menggunakan analisis yang menghindari perhitungan numerik untuk menjelaskan dan menampilkan data dengan cara yang lebih sederhana dan mudah dipahami. Analisis deskriptif dimaksudkan untuk memberikan gambaran umum tentang tema-tema yang terkait dengan pokok bahasan tesis.

Dengan mengikuti prosedur yang telah dijelaskan, kami dapat mengumpulkan data yang relevan dengan penelitian ini. Informasi yang kami kumpulkan diolah berdasarkan landasan teoritis yang telah kami tetapkan sebelum pengumpulan data. Kami mengevaluasi informasi yang telah diproses dengan membandingkan hasilnya dengan konsep teoritis yang telah kami gunakan. Setelah evaluasi selesai, kami mengembangkan kesimpulan mengenai pokok bahasan yang sedang diteliti.

Ketika semuanya dianggap final, kita dapat meringkas temuan dari analisis dan diskusi kita. Selanjutnya, kita menawarkan saran berdasarkan kesimpulan kita, yang akan berkontribusi pada pemahaman bagaimana gas buang putih memengaruhi efisiensi mesin utama. Hanya setelah ini tahap ini dianggap selesai. Kita dapat mengumpulkan informasi untuk penelitian dari apa yang kita dapatkan dengan mengikuti prosedur di atas. Data yang diperoleh diproses menggunakan metodologi yang kami tetapkan sejak awal, sebelum pengumpulan data, sesuai dengan teori. Setelah itu, data yang kami proses diperiksa, dan hasilnya dibandingkan dengan hasil dari disiplin

teoritis yang kami gunakan. Setelah analisis hasil perhitungan, diskusi tentang masalah tersebut diadakan

**c) Langkah Langkah Analisis Perencanaan**

Tabel Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No	Kegiatan	TAHUN 2021											
		BULAN											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Pengumpulan buku referensi					■							
2	Pemilih judul					■	■						
3	Penyusunan Proposal dan bimbingan											■	■
<b>TAHUN 2022</b>													
3	Penyusunan Proposal dan bimbingan	■	■										
4	Seminar proposal			■									
5	Perbaikan seminar proposal				■								
7	Pengambilan data (PRALA)											■	■
<b>TAHUN 2024</b>													
7	Pengambilan data (PRALA)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<b>TAHUN 2025</b>													

8	Penyusunan Skripsi													
9	Seminar Hasil Penelitian													

Penulis berhasil mengkonfirmasi informasi terkait penelitian dengan menggunakan data yang kami kumpulkan melalui langkah-langkah yang telah diuraikan sebelumnya. Informasi yang dikumpulkan ditangani sesuai dengan prinsip dan metode yang diterapkan sejak awal fase pengumpulan data. Setelah diproses, informasi tersebut diperiksa, dan hasilnya dibandingkan dengan hasil yang diperoleh dari latar belakang teoritis yang digunakan. Kemudian dilakukan diskusi berdasarkan hasil analisis tersebut.