

**ANALISIS KEGAGALAN PEMBAKARAN PADA KETEL  
UAP BANTU DI KAPAL MV. HABCO PIONEER**



**MUHAMMAD AGUS SALEH ANWAR**

**NIT 21.42.100**

**TEKNIKA**

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

# **SKRIPSI**

## **ANALISIS KEGAGALAN PEMBAKARAN PADA KETEL UAP BANTU DI KAPAL MV. HABCO PIONEER**

Sebagai Salah Satu Persyaratan untuk Memenuhi Persyaratan untuk  
Program Pendidikan Diploma IV Pelayaran

Program Studi Teknika

Disusun dan Diajukan oleh

**MUHAMMAD AGUS SALEH ANWAR**  
NIT. 21.42.100

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

**SKRIPSI**  
**ANALISIS KEGAGALAN PEMBAKARAN PADA KETEL UAP BANTU**  
**DI KAPAL MV. HABCO PIONEER**

Disusun dan diajukan oleh :

**MUHAMMAD AGUS SALEH ANWAR**  
NIT : 21.42.100

Telah Dipertahankan Di Depan Panitia Ujian Skripsi  
Pada Tanggal, 24 Oktober 2025

Pembimbing I

Menyetujui :

Pembimbing II

Dr. H. Agus Salim, M.Si., M.Mar. E.    Dr. Muhammad Ivan, S.Si.T., M.Si., M.Mar.E.  
NIP : 196308171998081001                      NIP : 197703042008121004

Mengetahui :

An. Direktur

Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar

Pembantu Direktur I

Ketua Program Studi Teknika

Capt. Faisal Saransi, M.T., M.Mar  
NIP : 197503291999031002

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

## PRAKATA

Penulis berterima kasih kepada Allah SWT atas rahmat dan bimbingannya dalam menyelesaikan skripsi ini, "Analisis Kegagalan Pembakaran Pada Ketel Uap Dikapal MV. HABCO PIONEER."

Dalam perjalanan akademik saya di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar, proses penelitian ini merupakan langkah penting. Sebagai seorang taruna pelayaran, penulisan skripsi ini menunjukkan komitmen saya untuk memahami dan mengatasi masalah teknis yang sering dihadapi dalam operasional kapal laut.

Saya sangat mengharapkan kritik, saran, dan masukan untuk meningkatkan skripsi ini, mengingat keterbatasan dan kekurangan pengalaman pribadi. Saya dengan tulus mengucapkan terima kasih kepada orang tua saya yang telah mendukung saya selama perjalanan pendidikan saya.

Tak lupa, saya memberikan penghargaan setinggi-tingginya kepada:

1. Bapak Capt. Rudy Susanto, M.Pd., yang merupakan direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar, yang telah mendukung, mengajar dan memberikan persetujuan untuk penelitian ini.
2. Bapak Ir. Alberto, S.Si.T., M.Mar.E., M.A.P, Ketua Program Studi Teknika PIP Makassar, yang telah mendorong, mengajar dan mengizinkan penelitian.
3. Bapak Dr. H. Agus Salim, M.Si., M.Mar. E. dan Bapak Dr. Muhammad Ivan, S.Si.T., M.Si., M.Mar.E. sebagai dosen pembimbing yang banyak memberikan bimbingan dan arahan selama proses penelitian.
4. Semua dosen di PIP Makassar yang telah memberikan pengetahuan yang sangat membantu saya dalam menyusun skripsi ini.
5. *Master, Chief Engineer*, masinis, dan seluruh kru kapal MV.HABCO PIONEER yang sangat membantu, terutama dalam proses pengumpulan data.

6. Setiap individu yang telah memberikan bantuan dalam penyusunan skripsi ini, yang penulis tidak dapat menyebutkan satu per satu. Selain itu, mereka telah mendukung dan mendorong penulis untuk menyelesaikan karya tersebut

Akhir kata, Penulis mengucapkan maaf. atas segala yang tidak menyenangkan. Skripsi ini diharapkan dapat diterima oleh pembaca dan berfungsi sebagai referensi untuk penelitian lebih lanjut.

Makassar, 24 Oktober 2025



MUHAMMAD AGUS SALEH ANWAR

NIT 21.42.100

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya : MUHAMMAD AGUS SALEH ANWAR  
Nomor Induk Taruna : 21.42.100  
Program Studi : TEKNIKA  
Yang Berjudul :

### **Analisis Kegagalan Pembakaran Pada Ketel Uap Dikapal MV. HABCO PIONEER**

adalah produk buatan tangan saya sendiri. Gagasan saya adalah sumber dari semua konsep yang digunakan dalam skripsi ini. buat sendiri, kecuali tema dan bagian yang disebutkan sebagai kutipan. Jika pernyataan ini sesuai dengan kemudian hari Saya siap menerima sanksi dari Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar jika ini terbukti salah.

Makassar, 24 Oktober 2025



MUHAMMAD AGUS SALEH ANWAR  
NIT 21.42.100

## **ABSTRAK**

Muhammad Agus Saleh Anwar Analisis Kegagalan Pembakaran pada Ketel Uap Bantu di Kapal MV. HABCO PIONEER. Ketel uap merupakan salah satu pesawat bantu di atas kapal yang berfungsi untuk menghasilkan uap bertekanan guna mendukung berbagai sistem operasional kapal. Secara umum, ketel uap mampu menghasilkan uap dengan tekanan antara 6 hingga 8 kg/cm<sup>2</sup>. Untuk mencapai produksi uap yang optimal, dibutuhkan proses pembakaran yang efisien dan sempurna. Pembakaran yang sempurna sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor penting, antara lain bahan bakar yang sesuai serta burner dalam kondisi baik. Kedua faktor ini memiliki peran krusial dalam menjaga efisiensi pembakaran dan kestabilan kerja ketel uap.

Penelitian ini dilaksanakan di atas kapal MV. HABCO PIONEER milik perusahaan Habco Transmaritima Tbk selama 12 bulan, terhitung sejak Desember 2023 hingga Desember 2024. Data diperoleh melalui observasi langsung terhadap objek penelitian, studi dokumentasi, kajian literatur yang relevan, serta wawancara dengan Kepala Kamar Mesin (KKM) dan para masinis kapal.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kegagalan pembakaran pada ketel uap bantu dapat diminimalkan apabila sistem pembakaran didukung oleh bahan bakar yang sesuai serta burner dalam kondisi baik. Kedua faktor ini terbukti sangat berpengaruh dalam mencapai proses pembakaran yang sempurna, sehingga uap yang dihasilkan dapat memenuhi kebutuhan operasional kapal secara optimal.

**Kata Kunci:** Burner, kondisi bahan bakar, MV. HABCO PIONEER

## **ABSTRACT**

Muhammad Agus Saleh Anwar Analysis of Combustion Failure in Auxiliary Steam Boiler on MV. HABCO PIONEER. The steam boiler is one of the auxiliary devices on board the ship that functions to produce pressurized steam to support various ship operational systems. In general, the steam boiler is capable of producing steam with a pressure of between 6 to 8 kg/cm<sup>2</sup>. To achieve optimal steam production, an efficient and perfect combustion process is required. Perfect combustion is greatly influenced by several important factors, including suitable fuel and burners in good condition. This second factor plays an important role in maintaining combustion efficiency and the stability of the steam boiler.

This research was conducted on board the MV. HABCO PIONEER owned by Habco Transmaritima Tbk for 12 months, calculated from December 2023 to December 2024. Data was obtained through direct observation of the research object, documentation studies, relevant literature reviews, and interviews with the Head of the Engine Room (KKM) and ship engineers.

The results of the study indicate that combustion failure in auxiliary boilers can be minimized if the combustion system is supported by appropriate fuel and the burner is in good condition. This second factor has proven to be very influential in achieving a perfect combustion process, so that the steam produced can optimally meet the operational needs of the ship.

**Keywords:** Burner, fuel condition, MV. HABCO PIONEER

## DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Batasan Masalah	2
D. Tujuan Penelitian	2
E. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Definisi dan Fungsi Ketel Uap	4
B. Komponen-Komponen Ketel Uap	6
C. Jenis-Jenis Ketel Uap	21
D. Prinsip Kerja Ketel Uap	22
E. Pengertian Pembakaran	22
F. Metode Terjadinya Pembakaran	22
G. Sistem Bahan Bakar	24
H. Sistem Pembakaran	26
I. Regulasi SOLAS Tentang Ketel Uap di Atas Kapal	27
F. Kerangka Pikir Penelitian	29

G. Hipotesis	30
BAB III METODE PENELITIAN	31
A. Jenis Penelitian	31
B. Definisi Operasional Variabel	31
C. Teknik Pengumpulan Data dan Instrumen Penelitian	32
D. Teknik Analisis Data	33
E. Jadwal Penelitian	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	36
A. Sejarah Singkat Kapal MV. HABCO PIONEER	36
B. Data Ketel Uap	37
C. Hasil Penelitian	41
D. Pembahasan Hasil Penelitian	51
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	53
A. Kesimpulan	53
B. Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN A	58
LAMPIRAN B	71

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Hal</b>
Gambar 2. 1 Water Drum	7
Gambar 2. 2 Economizer	8
Gambar 2. 3 Burner	9
Gambar 2. 4 Ignition Burner	11
Gambar 2. 5 Main Burner	12
Gambar 2. 6 Fan	13
Gambar 2. 7 flame eye	14
Gambar 2. 8 Water wall tube	17
Gambar 2. 9 Cascade Tank	18
Gambar 2. 10 Condensor	18
Gambar 2. 11 Safety Valve	19
Gambar 2. 12 Water Gauge	20
Gambar 2. 13 Feed Water Pump	21
Gambar 4. 1 Burner Tersumbat Karbon	42
Gambar 4. 2 Burner Setelah Dilakukan Maintenance	43
Gambar 4. 3 Regular Maintenance Boiler	46

## DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Data ketel uap	37
Tabel 4. 2 Record Of Operation Ketel Uap	41
Tabel 4. 3 Data burner burner pada saat normal dan tidak normal	44
Tabel 4. 4 Data kualitas bahan bakar	49

## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Hal</b>
Lampiran 1. 1 Wawancara	59
Lampiran 1. 2 MV. HABCO PIONEER	60
Lampiran 1. 3 foto diatas kapal	61
Lampiran 1. 4 Foto Pembersihan Barner	62
Lampiran 1. 5 Foto Pembersihan Item Burner	63
Lampiran 1. 6 Foto Penggantian Burner	64
Lampiran 1. 7 Gambar Boiler Di Kapal Mv. Habco Pioneer	65
Lampiran 1. 8 Manual Book Di Kapal Mv. Habco Pioneer	66
Lampiran 1. 9 Diagram Pipa Boiler Feed Water	67
Lampiran 1. 10 Crew List	68
Lampiran 1. 11 Ship Particular	69
Lampiran 1. 12 Certificate Of Quality	70

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Ketel uap (boiler) merupakan salah satu permesinan vital di atas kapal yang berfungsi menghasilkan uap untuk berbagai kebutuhan, seperti pemanasan bahan bakar, penggerak turbin, sistem auxiliary, hingga mendukung operasi kargo. Proses pembakaran yang terjadi di dalam ketel harus berlangsung secara sempurna agar panas yang dihasilkan dapat dimanfaatkan dengan optimal, sehingga efisiensi mesin tetap terjaga dan risiko kerusakan dapat dihindari.

Namun dalam praktik operasional, sering kali dijumpai masalah kegagalan pembakaran (*combustion failure*) pada ketel uap. Kondisi ini dapat ditandai dengan timbulnya asap hitam, jelaga berlebihan pada gas buang, penurunan tekanan uap, konsumsi bahan bakar yang boros, hingga potensi terjadinya *flame failure*. Kegagalan pembakaran umumnya disebabkan oleh faktor-faktor seperti kualitas bahan bakar yang rendah, ketidakseimbangan rasio udara–bahan bakar, kerusakan pada sistem atomisasi burner, hingga kurangnya perawatan pada komponen sistem bahan bakar dan udara.

Pada kapal MV. Habco Pioneer, yang beroperasi sebagai kapal pengangkut curah (*bulk carrier*), keandalan ketel uap sangat penting untuk menunjang kelancaran operasi. Kegagalan pembakaran pada ketel tidak hanya berdampak pada turunnya efisiensi dan meningkatnya biaya operasional, tetapi juga dapat menimbulkan risiko keselamatan, seperti ledakan ketel akibat akumulasi bahan bakar yang tidak terbakar. Oleh karena itu, penting untuk dilakukan kajian dan pembahasan mengenai penyebab, dampak, serta langkah pencegahan kegagalan pembakaran pada ketel uap di kapal MV. Habco Pioneer, sehingga operasional kapal dapat berjalan

dengan aman, efisien, dan sesuai standar keselamatan maritim. Penulis melakukan penelitian tentang "Penyebab Terjadinya Kegagalan Pembakaran Pada Ketel Uap Bantu di atas kapal MV. HABCO PIONEER" karena masalah inilah yang mendorong mereka untuk melakukannya.

## **B. Rumusan Masalah**

Mengacu pada latar belakang yang telah diuraikan, langkah awal untuk penyusunan skripsi adalah dengan menentukan pokok masalah agar pembahasan selanjutnya akan lebih terarah. Adapun rumusan masalahnya sebagai berikut ;

1. Apa saja faktor penyebab terjadinya kegagalan pembakaran pada burner ketel uap ?
2. Apa saja Solusi yang dapat diterapkan untuk mencegah terjadinya kegagalan pembakaran pada burner ketel uap ?

## **C. Batasan Masalah**

Karena luasnya cakupan masalah yang dapat dikaji, penelitian ini hanya membahaspembahasan system pembakaran, burner pada ketel uap bantu diatas kapal MV. HABCO PIONEER. Penelitian tidak mencakup aspek lain diluar sistem burner.

## **D. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk menemukan cara untuk menyelesaikan masalah yang muncul dalam sistem pembakaan ketel uap. Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui faktor-faktor penyebab kegagalan pembakaran pada burner ketel uap
2. Untuk mengetahui Solusi yang tepat dalam mencegah terjadinya kegagalan pembakaran pada burner ketel uap

## **E. Manfaat Penelitian**

Peneliti berharap penelitian ini akan bermanfaat bagi mereka sendiri dan orang lain.

### **1. Manfaat secara teoritis**

- a. Menambah wawasan dan referensi ilmiah mengenai system pembakaran pada ketel uap dikapal.
- b. Memberikan pemahaman lebih mendalam mengenai faktor-faktor yang menyebabkan kegagalan pembakaran pada burner serta dampaknya terhadap performa ketel ual.
- c. Menjadi dasar bagi penelitian selanjutnya yang ingin mengkaji sistem pembakaran atau permasalahan teknis pada sistem permesinan kapal, khususnya boiler.

### **2. Manfaat praktis**

- a. Bagi Taruna Taruni Pelayaran Jurusan Teknika  
Saat melakukan analisis kegagalan pembakaran pada ketel uap, taruna pelayaran di jurusan teknik dapat menggunakan hasil analisis ini sebagai referensi.
- b. Bagi Perusahaan Pelayaran  
Hasil analisis ini dapat digunakan oleh perusahaan pelayaran sebagai pedoman untuk perawatan ketel uap, terutama sistem pembakaran ketel uap.
- c. Bagi PIP Makassar  
Skripsi ini dapat menjadi fokus penelitian di PIP Makassar untuk meningkatkan pemahaman tentang sistem kegagalan pembakaran pada ketel uap. Selain itu, itu dapat menjadi sumber informasi tambahan bagi calon perwira di atas kapal dan menambah jumlah karya ilmiah di Perpustakaan PIP Makassar.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Definisi dan Fungsi Ketel Uap**

##### **1. Definisi Ketel Uap**

Boiler, juga disebut ketel uap, adalah bejana tertutup yang digunakan untuk menghasilkan uap dengan memanaskan air di dalamnya dengan bahan bakar. Harahap et al., 2021

Menurut Nasution dan Napid (2022), boiler adalah mesin yang menggunakan panas yang dihasilkan oleh pembakaran bahan bakar untuk mengubah air di dalam pipa menjadi uap. Pembakaran terus-menerus di ruang bakar, dengan udara dan bahan bakar dari luar dialirkan ke dalam ruang bakar. Jumlah uap yang dihasilkan boiler bervariasi tergantung pada

Ketel uap adalah pesawat yang dibuat untuk mengubah sebagian air di dalamnya menjadi uap dengan menggunakan bahan bakar. Selama pemanasan, ketel uap adalah bejana yang tertutup dan tidak berhubungan dengan udara dari luar, sehingga air akan mendidih dan berubah menjadi uap panas dan bertekanan, yang menyebabkan ledakan (Dewantoro & Harnawati, 2023).

Steam Boiler atau ketel uap merupakan suatu wadah tertutup dan bertekanan yang digunakan memproduksi uap melalui perpindahan panas

secara konduksi/rambatan, konveksi/aliran, dan radiasi/pancaran. Boiler merupakan komponen utama dalam system pembangkitan energi termal yang berfungsi sebagai media pertukaran energi antara panas hasil pembakaran bahan bakar dan fluida kerja berupa air atau uap (Nainggolan et al., 2025)

Boiler adalah bejana tertutup di mana panas pembakaran dialirkan ke air hingga terbentuk uap panas atau steam. Uap panas atau steam, yang dihasilkan pada tekanan dan suhu tertentu, memiliki nilai energi yang dapat digunakan untuk mengalirkan panas ke suatu proses dalam bentuk energi kalor (Mohammad Haikal Abdurraziq & Reza Setiawan, 2023). Jika Anda ingin mengalirkan panas ke suatu proses, air adalah alat yang murah dan bermanfaat.

Ketel uap, juga dikenal sebagai bejana bertekanan, adalah mesin konversi energi yang mengubah energi kimia dari bahan bakar menjadi uap atau panas dengan mengalirkan panas pembakaran ke air sampai terbentuk uap atau steam. Yusuf, 2021: 18 tahun.

## **2. Fungsi Ketel Uap**

Boiler, juga disebut ketel uap, adalah mesin yang mengubah air menjadi uap dengan memanaskan air di dalam pipa menggunakan panas yang dihasilkan oleh pembakaran bahan bakar. Pembakaran berlangsung secara berkelanjutan di dalam ruang bakar, dan udara dan bahan bakar dialirkan dari luar. Pada tahun 2023, Mohammad Haikal Abdurraziq dan Reza Setiawan.

Boiler biasanya digunakan untuk memanaskan berbagai bahan atau ruang akomodasi selama musim dingin dan juga digunakan untuk menjalankan mesin atau turbin uap. Boiler juga dapat mengubah air tawar menjadi uap dengan tekanan lebih dari satu bar (Suharso, 2020, 5)

Boiler, juga disebut ketel uap, adalah wadah yang digunakan untuk memanaskan air atau fluida lain. Fluida kemudian menghasilkan energi panas untuk berbagai aplikasi. Ini termasuk turbin uap, mesin uap, pemanas ruangan, dan banyak lagi. Dalam proses konversi energi, boiler dapat mengubah energi kimia dari bahan bakar menjadi energi panas, yang kemudian ditransfer ke fluida kerja (Santiko & Saifudin, 2022,6).

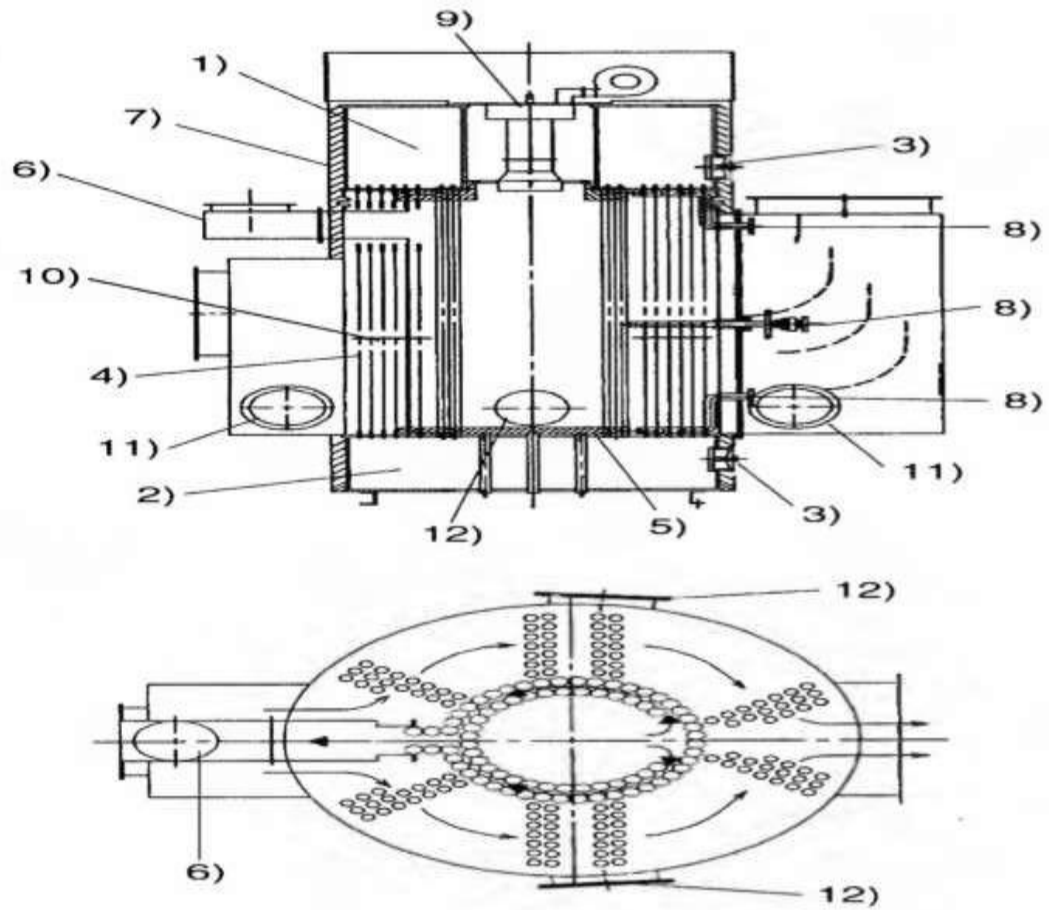
## **B. Komponen-Komponen Ketel Uap**

Komponen ketel uap terdiri dari komponen utama dan pendukung. Komponen utama merupakan bagian yang berada di dalam ketel uap dan berperan langsung dalam proses pembakaran untuk menghasilkan *steam* (uap). Komponen utama ketel uap meliputi *water drum*, *economizer*, *burner*, *forced draft fan*, dan *water wall tube*. Sementara itu, komponen pendukung adalah bagian yang terletak di luar ketel uap dan berfungsi untuk mendukung kinerja ketel uap secara keseluruhan. Komponen pendukung ketel uap yaitu *cascade tank*, kondensor, *safety valve*, *water gauge*, dan *feed water pump*.

Berikut penjelasan dari masing-masing komponen ketel uap :

### **1. Water Drum**

Bagian bawah ketel air adalah tabung atau bejana berisi air yang berfungsi sebagai penghubung pipa-pipa ketel dari ketel air dan berfungsi sebagai tempat pemanasan air ketel yang dipasang di atas plat pengumpul endapan lumpur untuk memudahkan pembuangan keluar (Blow Down). Selain itu, tabung air juga berfungsi sebagai tempat pengendapan kotoran dan kotoran yang terlarut di dalam air ketel (Rahardja et al., 2022)



1	Steam Drum	7	Insulation
2	Water Drum	8	Soot Blower
3	Manhole	9	Burner
4	Water Tube	10	Fixed Plate
5	Refractory	11	Manhole
6	Funnel (Burner)	12	Handhole

*Gambar 2. 1 Water Drum*

Sumber : Marine Auxiliary Boiler BK SERIES

## 2. Economizer

Economizer adalah perangkat penukar panas yang memanfaatkan energi panas dari *gas buang untuk memanaskan air umpan* boiler sebelum masuk ke steam drum Pemanasan awal ini membantu mengurangi kebutuhan energi panas dalam boiler, menghemat bahan bakar, dan meningkatkan efisiensi sistem pembangkit secara keseluruhan. Dengan menaikkan suhu air umpan, maka konsumsi bahan bakar untuk mencapai suhu operasi menjadi lebih rendah, sehingga sistem menjadi lebih efisien dan ramah lingkungan. (Ruhyat et al., 2025)



*Gambar 2. 2 Economizer*

Sumber : Dokumentasi pribadi : 2024

### 3. Burner

Burner adalah bagian penting dari boiler karena berfungsi untuk mengkabutkan bahan bakar minyak dengan bantuan tekanan udara yang diberikan oleh blower dan dibantu oleh elektroda sehingga terjadi pembakaran di ruang bakar. Jika burner sendiri tidak dapat mengkabutkan bahan bakar, boiler tidak akan berfungsi dengan baik. Cara kerja burner sendiri adalah dengan mengkabutkan bahan bakar dengan nozzle dan elek. (Santiko & Saifudin, 2022,7-8)



*Gambar 2. 3 Burner*

Sumber : Dokumentasi Pribadi : 2024

#### a. Susunan Bagian Utama Burner

Agar pembakaran ketel uap dapat terjadi, sistem pemanas ketel uap terdiri dari beberapa komponen yang bekerja sama untuk mendukung sistem secara keseluruhan.

Bagian – bagian utama tersebut adalah:

1) Ignition Burner

Saat proses pembakaran dimulai, pemantik api terdiri dari elektroda dan nozzle bahan bakar. Nozzle menyembrotkan bahan bakar cair, seperti minyak diesel, menjadi butir-butir bahan bakar, yang lebih mudah dibakar oleh elektroda karena proses elektrostatis, yang menghasilkan percikan bunga api.

Pada bagian dalamnya, bahan bakar diesel oil digunakan oleh burner pembakaran ignition. Ini dipanaskan untuk pemanas utama melalui swirler dan kotak udara. Burner sequence control secara otomatis mengontrol dan beroperasi. Untuk mengeluarkan gas sisa dari pembakaran, damper udara terbuka sepenuhnya saat burner dihidupkan. Setelah proses ini selesai, damper udara ditutup, dan trafo pembakaran mengeluarkan arus listrik tegangan tinggi. Untuk minyak diesel, saluran pembakaran ignition terbuka, dan percikan api dari elektroda menghidupkan pembakaran ignition. Selama periode sebelum pembakaran, burner utama harus dibakar oleh burner ignition. Pada akhir periode pembakaran, solenoid minyak diesel akan tertutup, katup pembilasan udara akan terbuka, dan pembilasan minyak pembilasan diesel akan dimulai. Untuk mendinginkan pembakaran pembakaran utama, solenoid pembilasan udara sisa akan tetap terbuka.



*Gambar 2. 4 Ignition Burner*

Sumber : Dokumentasi Pribadi 2024

## 2) Main burner

Tungku utama, yang berfungsi sebagai tempat pengabutan bahan bakar utama, kemudian bercampur dengan udara melalui api yang dihasilkan oleh tungku pembakaran, dan pembakaran berlanjut hingga proses penguapan air cukup dan ketel uap dapat menghasilkan uap sesuai kapasitasnya. Bagian penting dari boiler adalah pemanas utama, yang harus dioperasikan sesuai dengan instruksi yang telah diatur untuk pengoperasian peralatan. Ini memiliki kemampuan untuk membakar bahan bakar diesel (DO) dan bahan bakar berat (HFO). Ini dilakukan untuk menunjukkan bahwa pengopersian pemanas yang tidak tepat adalah sumber utama masalah pemanas. Prinsip pembakaran centrifugal digunakan oleh pemanas cup rotari. Bahan bakar dipompa ke cup putar dengan tekanan rendah melalui motor elektrik yang terhubung ke van belt yang menggerakkan mangkok pembakaran dengan kecepatan tinggi. depan oleh aksi sentrifugal dari mangkok sampai ini turun bibir mangkok sebaik mungkin. Total konsumsi udara dibutuhkan untuk

melengkapi pembakaran disuplai oleh fan forced draught (FD). Ini terhubung ke ujung wind box. Udara digunakan untuk menghasilkan kerucut bahan bakar yang dikirim langsung ke ruang bakar selain untuk membakar bahan bakar. Udara pembakaran melewati damper udara pembakaran dan unit baling-baling radial dan tetap ke ujung wind box. Selain itu, bagian udara pembakaran dimasukkan ke dalam pengaturan udara tersier, dan swirler mengimbangi aliran udara dengan udara pembakaran terbuka. Demper pembakaran udara primer dan sekunder dihubungkan dengan regulator campuran dengan batang penghubung. Burner memiliki unit untuk mengontrol dan melihat. Jika terjadi keadaan yang tidak sesuai, suplai bahan bakar akan terputus secara tidak sengaja. Untuk mencapai hal ini, pipa bahan bakar ditutup. Unit pemanas dilengkapi dengan perangkat elektronik untuk memastikan pipa bahan bakar ke burner memiliki viscosity yang cukup. Perangkat pengaman dipasang pada bagian sistem pemanas untuk mencegah kegagalan pembakaran, ledakan pemanas, tekanan bahan bakar yang rendah, dan temperatur bahan bakar yang tinggi atau rendah.

*Gambar 2. 5 Main Burner*

Sumber : Dokumentasi Pribadi 2024



### 3) Forced Draft fan ( *FD fan* )

*Forced Draft Fan (FDF) digerakkan oleh motor listrik dan terletak pada ujung saluran air masuk boiler. Fan ini bekerja pada tekanan tinggi untuk menghasilkan udara sekunder yang dialirkan ke dalam boiler, yang kemudian dicampur dengan bahan bakar dan digunakan sebagai udara pembakaran di furnace boiler. Udara yang dihasilkan oleh FDF diambil dari udara luar. (Fitri & Wardoyo, 2024,126)*



*Gambar 2. 6 Fan*

Sumber : Dokumentasi pribadi : 2024

### 4) Photo Cell ( *flame eye* )

Foto sel RAR 7 detektor menggunakan sinyal pembakaran bahan bakar. Jika foto sel menemukan kegagalan nyala, pemanas akan berhenti sendiri. Jika ini terjadi, memulainya lagi sebelum mereset kontrol sistem tidak mungkin. Ini adalah jenis detektor yang menghasilkan sinyal nyala dengan menggunakan radiasi dari nyala pembakaran yang berasal dari spektrum sinar. Objektiv yang kompleks cahaya adalah selenium photo clel. Ketika disinari photo cell maka akan membangkitkan arus DC yang menyebabkan arus listrik untuk

mengalir ke input kontrol unit dari signal nyala amplifier. Akibatnya, karena sel foto sel selenium tidak dapat mendeteksi radiasi infra merah, sel foto sel selenium dianggap sebagai detektor aktif. Batu tahan api bersinar ketika sinar masuk ke ruang pembakaran melalui pemanas. Jenis klasifikasi menentukan jenis photo cell yang digunakan untuk pengopersian otomatis dan situasi darurat.



*Gambar 2. 7 flame eye*

Sumber : Dokumentasi Pribadi 2024

#### 5) Compound Regulator

Salah satu fungsi regulator campuran adalah untuk mengendalikan perbandingan jumlah bahan bakar dan udara yang dihasilkan selama pembakaran. Sebelum burner mulai bekerja, damper udara primer dan sekunder dihubungkan ke compound regulator melalui batang penghubung. Damper udara harus disetel sedikit terbuka di posisinya. Dibatasi oleh dua micro switches. Jumlah dari aliran bahan bakar dikontrol pada saluran linier oleh sebuah katup rotary pada

pengontrol kombinasi. Strip cam (nok) diatur dengan pegas yang bergerak dari pengaturan baut. Ini dilakukan untuk mengganti kerugian dari sifat non linier damper udara pembakaran. Akibat aliran gas yang diukur, posisi terakhir pegas dalam berbagai posisi beban dapat dihitung. Pada pengoperasian normal, compound regulator dikontrol oleh servo motor melalui batang penghubung. Selama start, servo motor dikontrol oleh unit kontrol sequence boiler dan pengontrol beban selama pengoperasian. Dalam situasi darurat, pengoperasian compound regulator dapat dilakukan dengan tangan dengan mengendorkan batang yang menghubungkan compound regulator ke servo motor.

#### b. Defenisi Nozzle Burner Pada Ketel Uap Bantu

Salah satu syarat pembakaran bahan bakar yang ideal adalah pencampuran yang baik antara bahan bakar dan udara pembakaran. Ini dicapai dengan menggunakan register udara bersama dengan alat pembakaran minyak untuk membuat bidang sentuhan dengan udara pembakaran seluas mungkin sehingga minyak dapat dikabutkan secara sempurna. Ini terjadi pada alat pembakaran.

##### 1) Cara kerja nozzle burner

Menurut Totak Look AT Oil Burner Nozzle, Halaman 3 (Inc., 2000), pengaturan alur nozzle menurut garis singgung berhubungan langsung dengan sudut pengabut yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar, menurut sertifikat ISO 9001. Jika pompa motor memasukkan tekanan ke nozzle tetapi tidak dapat berfungsi sendiri, sumber daya harus mengubah tekanan aliran ke slot nozzle. Untuk melakukan ini, bahan bakar harus ditekan langsung ke distributor pada sudut pengabut atau menurut garis singgung. Putaran ruang putar mengubah tekanan energi menjadi en untuk menghasilkan tekanan tangensial tinggi.

Menurut ISO 9001 Certifiet, *Totak Look AT Oil Burner Nozzel*, Hal. 2(Inc., 2000), nozzle burner dalam menguraikan butiran-

Butiran bahan bakar melakukan tiga peran penting selama proses pembakaran minyak.

- a) Menguraikan bahan bakar menjadi partikel kecil (55 juta partikel per galon), atau 4,54 liter per galon. Sudut pengabutan proses pembakaran meningkat menjadi sekitar 690.000 inci pada tekanan standar (100 psi) karena tekanan dan viskositas bahan bakar. Setiap bahan bakar membutuhkan ukuran hembusan 0,0002 inci hingga 0,010 inci untuk membakar dan membantu mengisi dapur pembakaran.
- b) Suhu yang diukur oleh nozzle bahan bakar dimaksudkan untuk disesuaikan dengan bahan bakar biasa yang diuraikan dalam atom atau partikel ke dalam dapur pembakaran dengan batas kurang lebih 5% dari yang diizinkan. Memiliki lebih dari dua puluh laju aliran dan enam sudut percikan yang berbeda, misalnya, adalah standar yang baik setelah mengaktifkan pengontrol laju aliran masuk. Produksi lima galon per jam, atau sekitar 22,7 liter, digunakan dalam satu jam adalah standar yang baik.
- c) Pattering—Nozzle menekan bahan ke dalam dapur pembakaran pada pola hembusan pembakaran yang bersamaan dan setelan hembusan bahan bakar yang baik. Oleh karena itu, diperlukan perhatian yang lebih besar pada susunan dan sudut hembusan bahan bakar.

#### **4. Water Tube**

Boiler tabung air adalah jenis boiler di mana air beredar di dalam tabung dipanaskan secara eksternal oleh api. Bahan bakar dibakar di dalam tungku, menghasilkan gas panas yang mendidihkan air di dalam tabung penghasil uap. Boiler yang lebih kecil memiliki tabung pembangkit tambahan terpisah dari tungku, sementara boiler utilitas yang lebih besar bergantung pada tabung berisi air yang membentuk dinding tungku untuk menghasilkan uap. (Rahardja et al., 2022)



*Gambar 2. 8 Water wall tube*

Sumber : Dokumentasi pribadi : 2024

## **5. Cascade Tank**

Tank Cascade menampung air kondensat yang dihasilkan dari kondensasi uap yang telah digunakan. Proses ini terjadi di dalam kondensator udara, di mana uap dari boiler yang telah digunakan mengalir masuk. Energi panas dari uap diserap melalui pipa yang di dalamnya mengalir air laut, yang menurunkan suhu uap secara signifikan sebelum berubah menjadi air kondensat. Setelah itu, air laut mengalir kembali ke dalam tangki. (Setyadi, 2022)



*Gambar 2. 9 Cascade Tank*

Sumber : Dokumentasi pribadi : 2024

## **6. Kondensor**

Kondensor adalah salah satu jenis mesin penukar kalor yang dapat mengkondensasikan fluida kerja. Saat zat gas melewati dinding kondensor dan melalui media kondensasi, kondensor biasanya mengubah fasanya menjadi zat cair. Uap akan dingin pada temperatur rendah sampai fasanya berubah menjadi fasa cair. (Maulana et al., 2020)



*Gambar 2. 10 Condensor*

Sumber : Dokumentasi pribadi : 2024

## 7. Safety Valve

Alat ini memiliki dua katup pengaman uap basah dan kering yang diatur pada tekanan 21 kg/cm<sup>2</sup> dan 20,5 kg/cm<sup>2</sup>, masing-masing, untuk membuang uap ketika tekanan uap melebihi standar. (Rahardja et al., 2022)



Gambar 2. 11 Safety Valve

Sumber : Dokumentasi Pribadi : 2024

## 8. Sight Glass

*Gelas penduga harus dicuci secara berkala untuk menghindari penyumbatan yang membuat level air tidak dapat dibaca. Gelas penduga dipasang pada drum bagian atas untuk mengetahui ketinggian air di dalam drum sehingga lebih mudah untuk mengontrol jumlah air yang ada di dalam ketel selama operasi. (Rahardja et al., 2022)*



*Gambar 2. 12 Water Gauge*

Sumber : Dokumentasi Pribadi,2024

### **9. Feed Water Pump**

Pompa pengisi ketel, juga disebut sebagai pompa pengisi ketel, mengirimkan air pengisi ke ketel drum steam dari deaerator melalui pemanas bertekanan tinggi dan economizer. Jenis pompa sentrifugal bertingkat banyak, dengan putaran tetap atau berubah-ubah, biasanya digunakan untuk pompa pengisi ketel. Kapasitas unit pembangkit menentukan jumlah pompa yang digunakan; dengan kata lain, jumlah pompa pengisi ketel yang digunakan oleh setiap pembangkit berbeda.(Antono & Gunawan, 2019)



*Gambar 2. 13 Feed Water Pump*

**Sumber : Dokumentasi Pribadi,2024**

### **C. Jenis-Jenis Ketel Uap**

1. Ketel uap / boiler menurut fungsinya dikapal :
  - a. ketel uap induk (main boiler): ketel uap yang menghasilkan uap dan digunakan untuk menggerakkan mesin induk. Pada masa kini, ketel pipa air seperti Foster Wheeler, Babcock, dan Willcox digunakan sebagai ketel induk.
  - b. Ketel uap bantu, juga disebut sebagai ketel uap bantu, adalah jenis ketel uap yang menghasilkan uap untuk keperluan pesawat bantu, seperti pompa-pompa dan pemanas. Ketel schots adalah jenis ketel uap bantu yang biasa digunakan.
2. ketel uap menurut struktur penyusunannya
  - a. Ketel pipa air (juga disebut ketel pipa air) adalah jenis ketel uap di mana air berada di dalam pipa dan gas asap yang ada di sekitarnya memanaskan uap.
  - b. ketel pipa api ( fire tube boiler ) ketel pipa api adalah suatu ketel uap yang bekerja Dimana nyala api dan gas-gas asap mengalir melalui pipa-pipa sedangkan air ketel mengalir didalamnya

#### **D. Prinsip Kerja Ketel Uap**

Prinsip kerja ketel uap cukup sederhana, sebanding dengan proses mendidihkan air dalam panci. Proses pendidihan air ini selalu terjadi bersamaan dengan proses perpindahan panas, dan melibatkan bahan bakar, udara, material wadah air, dan air itu sendiri. Terbagi lagi menjadi tiga jenis perpindahan panas yang sudah kita kenal: konduksi, konveksi, dan radiasi.

Dalam proses pertama, boiler menggunakan energi panas yang dihasilkan oleh penghantar panas untuk mengubah air menjadi uap. Selanjutnya, molekul air berpotongan dalam aliran karena panas konvektif berpindah antar mereka, memisahkan aliran fluida dari aliran air di pipa boiler. Bahan bakar gas yang menghasilkan energi panas juga terus mengalir ke sisi knalpot, seperti yang terlihat dalam boiler. Panas gas buang diserap oleh permukaan tabung ketel dan kemudian dipindahkan ke air di dalamnya. Air berubah fase dari uap basah (jenuh) menjadi uap kering (super panas) berikutnya. (Fadhilla, 2024)

#### **E. Pengertian Pembakaran**

Pembakaran adalah reaksi kimia eksotermik antara bahan bakar dan oksigen yang menghasilkan panas, gas, dan radiasi (seperti nyala api). Pembakaran sempurna menghasilkan karbon dioksida dan air, sedangkan pembakaran tidak sempurna menghasilkan asap dan gas beracun seperti karbon monoksida. (karbon).

#### **F. Metode Terjadinya Pembakaran**

Terbentuknya api tidak bisa sembarangan. Ketiga unsur dalam teori segitiga api itu adalah bahan bakar (fuel), sumber panas atau api (heat), dan oksigen. Bahan bakar adalah segala unsur baik gas, padat, atau cair yang dapat terbakar. Selain itu, api tidak akan muncul jika tidak ada salah satu unsur ketiganya.

Gambar 2.11 Segitiga Api



Sumber : [Apa Itu Teori Segitiga Api? \(kompas.com\)](http://kompas.com)

1. Udara

Industri, kendaraan, dan makhluk hidup membutuhkan oksigen. Sumber oksigen memerlukan sekitar 15% volume oksigen udara. Udara yang cukup dapat menentukan lokasi api.

2. Bahan bakar

Pembakaran bahan bakar harus sempurna dengan suhu 100–115°; pembakaran yang tidak sempurna mengotori ketel dan menyebabkan kerugian gas asap (arang para). Ketel uap kapal niaga menggunakan minyak opak, produk residu minyak bumi. Minyak opak terutama terdiri dari zat arang, zat cair, dan belerang; mereka dianggap sebagai unsur kontaminasi dan tidak berpartisipasi dalam pembentukan kalor. Tidak semua karbon dioksida terbakar menjadi CO<sub>2</sub> dan tidak semua hidrogen terbakar menjadi H<sub>2</sub>O dalam pembakaran tidak lengkap atau tidak sempurna. Dalam pembakaran sempurna, gas asap mengandung CO, H<sub>2</sub>, dan C; zat arang yang tidak terbakar merupakan bagian dari arang para. Arang para adalah campuran arang, butir abu, dan zat yang terbakar dari udara.

Arang para ini dapat melekat pada bahan bakar sebagai lapisan sehingga mengganggu penyerahan kalor dengan akibat penggunaan

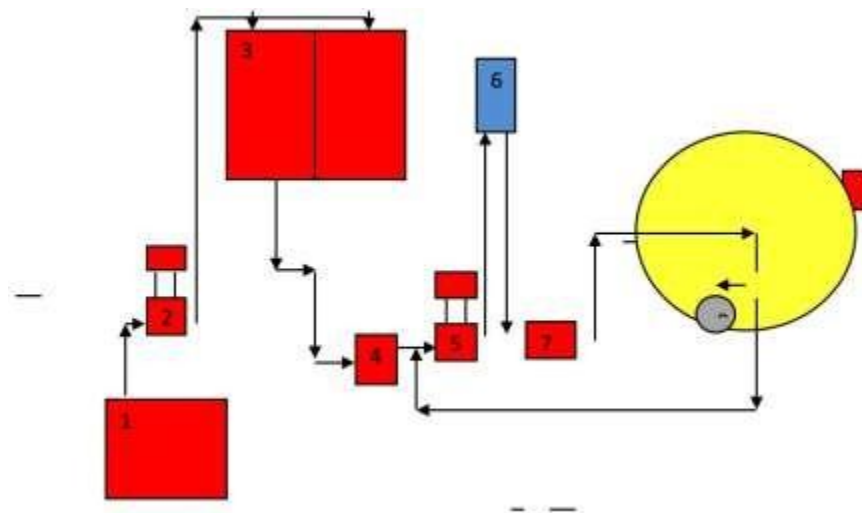
bahan bakar per kg uap yang lebih tinggi. CO dan H<sub>2</sub> gas asap keluar dari cerobong.

### 3. Suhu

Udara pembakaran ditambahkan ke ketel uap untuk mencapai suhu bahan bakar dan udara yang cukup tinggi untuk menghantar pembakaran motor diesel. Ini memberi lebih banyak waktu untuk pembakaran dengan memanasi udara. “Jika satu atau lebih ketiga syarat tersebut tidak pernah dipenuhi, tidak diharapkan pembakaran sempurna akan terjadi”. Bahan bakar yang paling sering digunakan adalah minyak berat. Sebelum dicampur dengan udara untuk dibakar, minyak harus dikeringkan dari api (pembakar minyak).

## G. Sistem Bahan Bakar

Sistem bahan bakar boiler memasok panas agar boiler dapat terbakar. Setelah bahan bakar disalurkan ke boiler, terciptanya pembakaran didalam boiler yang akan menghasilkan uap atau steam bertekanan. Sistem bahan bakar boiler terdiri dari banyak komponen yang harus mengoordinasikan operasinya untuk memastikan unit boiler beroperasi dengan aman dan efektif .



Gambar 2. 12 Instalasi Bahan Bakar Boiler

Sumber: JICA, Permesinan Kapal 1

Keterangan :

- |                           |                          |
|---------------------------|--------------------------|
| 1. Tangki Dasar Berganda  | 6. Oil Heater            |
| 2. Transfer Pump          | 7. Saringan Minyak Panas |
| 3. Tangki Persediaan      | 8. Burner                |
| 4. Saringan Minyak Dingin | 9. Pipa Sirkulasi        |
| 5. Oil Burning Pump       |                          |

Penjelasan :

a. Tangki Bahan Bakar

dua tangki dasar dan tangki minyak bakar yang digunakan setiap hari. Pipa memiliki kumparan pemanas uap untuk memanaskan air saat cuaca dingin.

b. Pompa Transfer Bahan Bakar

Pompa ini digunakan untuk mengirimkan bahan bakar dari satu tangki bahan bakar ke tangki lain atau ke tangki harian.

c. *Settling Tank*

Di dalam tangki ada kumparan yang dipanaskan, yang membuat minyak mentah menjadi sekitar 60 derajat Celcius. Air yang terkumpul di dasar tangki dibuang melalui katup ceratan..

d. Saringan Minyak

Saringan ini memiliki dinding ganda di dasar dan digunakan untuk membedakan minyak dari kotoran. Karena kepekatan minyak yang tinggi pada suhu yang rendah, saringan dingin disiapkan di muka pompa pembakaran minyak dan menggunakan saringan kawat dengan mata jala kasar (110 mata jala per in<sup>2</sup>). Saringan panas disiapkan di belakang alat pemanas di sisi pembuangan pompa pembakaran minyak, dengan jaringan kawat 380 mata jala per in<sup>2</sup>. Tiap saringan mempunyai jenis yang kembar, yang dapat dibersihkan secara bergantian selama penggunaan.

e. Alat Pemanas Minyak Mentah

Minyak mentah dipanaskan dengan pemanas minyak mentah untuk mengurangi kepekatannya dan memudahkan atomisasi untuk pembakaran yang lebih baik.

f. Pipa Sirkulasi

Pipa sirkulasi dibuat untuk mensirkulasikan minyak dan memanaskannya ketika pembakaran dimulai atau ketika suhu uap pemanas rendah.

g. Pembakar Minyak

Pembakar minyak mengatomisasikan minyak mentah dengan udara, mencampurkannya, dan membakar campuran gas. Ada berbagai jenis alat pembakar yang berbeda yang tersedia berdasarkan tujuan mereka. Jika Anda ingin menjadi pembakar minyak yang baik, Anda harus memenuhi syarat-syarat berikut:

#### H. Sistem Pembakaran

Proses pembakaran pada ketel AALBORG BOILER CO., LTD. adalah sebagai berikut, menurut Petunjuk Operasi Ketel untuk Penggunaan Laut:

1. . Fan yang dipaksakan berjalan pertama selama 35 detik saat proses pembakaran dimulai.
2. Pompa bahan bakar *FO* akan berjalan.
3. *Pilot burner* akan bekerja selama 10 detik sebelum *burner* bekerja. Bersamaan dengan itu pemasukan udara melalui *Primary* air terjadi.

4. Mata api mendeteksi cahaya dan mengirim sinyal ke sirkuit pembakaran untuk memulai api (memutar gelas rotary) dan menghentikan api pilot. Menurut boiler laut MIURA CO LTD., berikut adalah proses pembakaran yang dilakukan oleh ketel uap:
  - a. Memulai draft penonton dengan paksa selama 35 detik
  - b. Memulai pompa bahan bakar.
  - c. Burner pilot berada di posisi switch on manual dan
  - d. Api aye dalam keadaan switch on kemudian
  - e. Mulai pemanas dengan memutar gelas rotary menuju kombustion citcuit

Saat boiler dinyalakan secara manual, burner yang posisinya dinyalakan secara manual diubah ke posisi pilot burner auto switch on untuk menjalankan secara otomatis.

## **I . Regulasi SOLAS Tentang Ketel Uap di Atas Kapal**

Regulasi SOLAS (*Safety Of Life at Sea*) merupakan standar keselamatan untuk berbagai sistem di atas kapal, termasuk permesinan bantu *auxiliary boiler*. Ada berbagai macam peraturan di SOLAS yang membahas tentang bagaimana *boiler* dirancang, dibangun, dan dioperasikan sesuai standar keselamatan yang ketat. Berikut beberapa peraturan dalam SOLAS yang berkaitan dengan *boiler* :

### **1. Chapter II-1, Regulation 26**

Pada *Chapter II-1 Regulation 26*, SOLAS mengatur tentang tenaga uap, termasuk *boiler* guna memastikan keamanan dalam pengoperasiannya. Mesin ketel uap, dan bejana tekan lainnya, sistem perpipaan dan perlengkapan terkait harus memiliki desain dan konstruksi yang memadai serta harus dipasang dan dilindungi dengan memperhatikan komponen yang bergerak, permukaan yang panas, dan bahaya lainnya. Semua ketel uap dan bagian mesin utama uap hidrolik pneumatik dan sistem lainnya serta perlengkapan yang terkait yang mempunyai tekanan internal harus dilakukan pengujian yang sesuai

termasuk uji tekanan sebelum dioperasikan untuk pertama kalinya (Organization, 2014).

## 2. Chapter II-1, Regulation 32

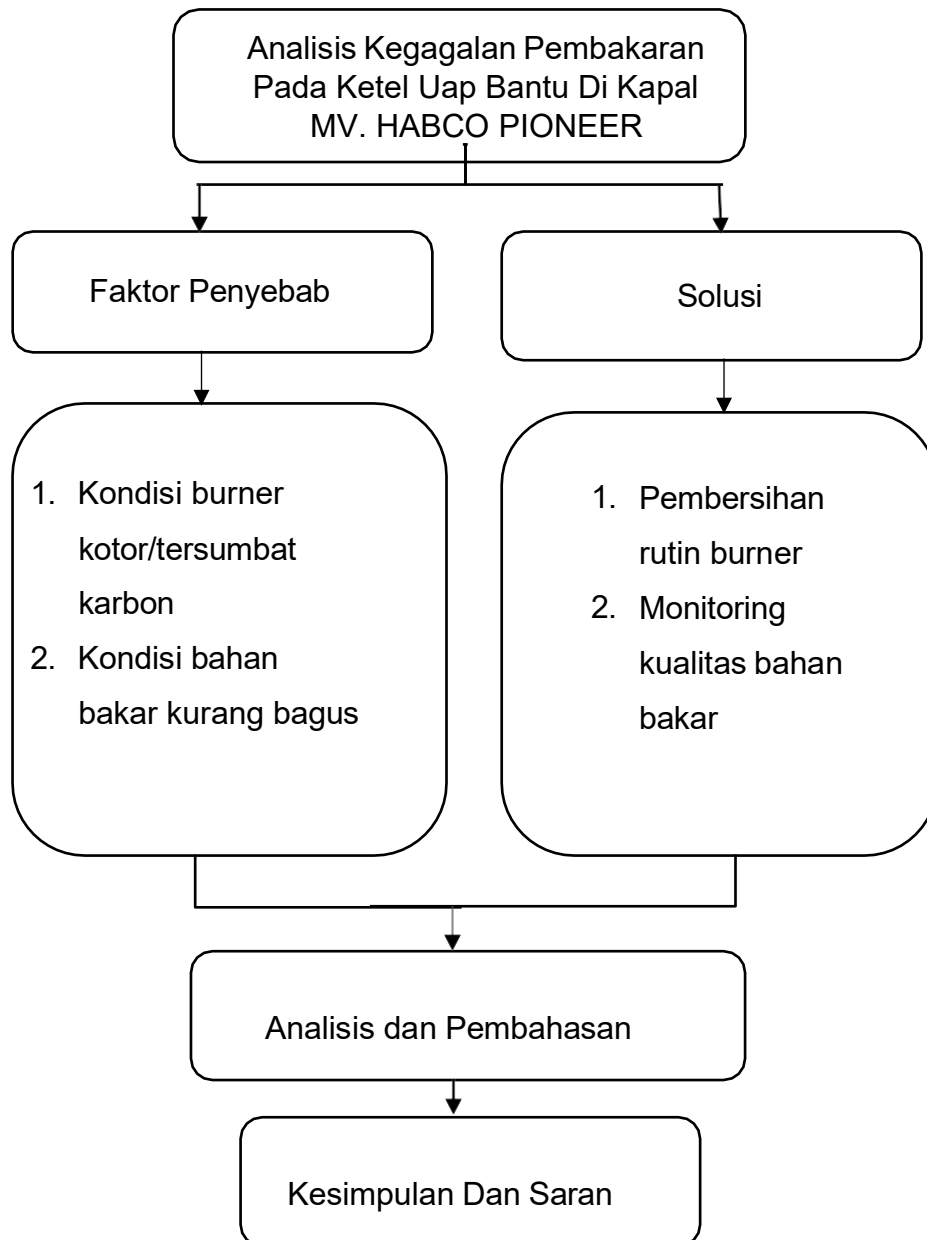
Pada regulasi 32 ini, SOLAS membahas tentang beberapa hal yaitu :

- a. Setiap ketel uap dan setiap generator uap yang tidak dipanaskan harus dilengkapi dengan tidak kurang dari dua katup pengaman dengan kapasitas yang memadai. Namun, dengan mempertimbangkan keluaran atau fitur lain dari ketel uap atau generator uap yang tidak dipanaskan. Pemerintah hanya boleh mengizinkan satu katup pengaman untuk dipasang jika yakin bahwa perlindungan yang memadai terhadap tekanan berlebihan bisa dikendalikan dengan katup pengaman tersebut.
- b. Setiap ketel uap berbahan bakar minyak yang dimaksudkan untuk beroperasi tanpa pengawasan manual harus mempunyai peraturan keselamatan yang dapat mematikan pasokan bahan bakar dan memberikan alarm jika permukaan air rendah, pasokan udara gagal, atau api mati.
- c. *Boiler* tabung air yang digunakan sebagai mesin penggerak turbin harus dilengkapi dengan alarm level air tinggi.
- d. Setiap sistem pembangkit uap yang tersedia alat keselamatan kapal atau yang dapat membahayakan karena kegagalan pasokan air umpannya, harus dilengkapi dengan tidak kurang dari dua buah pompa yang terpisah yang memungkinkan penetrasi uap, Terkecuali jika tekanan berlebih disebabkan oleh pompa maka harus disediakan peralatan yang akan mencegah tekanan berlebih di bagian manapun dari sistem.
- e. *Boiler* harus dilengkapi dengan sarana untuk mengawasi dan mengendalikan kualitas air umpan. Oleh karena itu, perlu disediakan peraturan untuk mencegah hal-hal yang dapat berdampak pada *boiler*.

## F. Kerangka Pikir Penelitian

Untuk menjawab atau menyelesaikan pokok masalah yang telah dibuat, penulis akan memaparkan beberapa kerangka pikir sebagai bagan berikut:

Gambar 2. 3 Kerangka Pikir



## **G. Hipotesis**

Berdasarkan rumusan masalah yang diterangkan di atas, maka dugaan-dugaan yang muncul dari masalah tersebut adalah :

1. Kondisi burner kotor/tersumbat karbon
2. Kondisi bahan bakar kurang bagus

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Jenis Penelitian**

Penelitian kualitatif adalah jenis penelitian yang menggunakan narasi atau kata-kata untuk menjelaskan dan menjabarkan makna setiap fenomena, gejala, dan situasi sosial. Penelitian kualitatif adalah alat penting untuk memahami dan menginterpretasikan setiap fenomena, gejala, dan situasi sosial. (Naruwu 2023, 2898).

#### **B. Definisi Operasional Variabel**

Definisi operasional variabel adalah pernyataan konkret tentang bagaimana variabel diukur atau diamati dalam penelitian tertentu untuk memastikan bahwa variabel dapat diukur secara konsisten dan sesuai dengan tujuan penelitian. Penulis sering mengutip definisi operasional variabel sebagai berikut:

a. Burner

Definisi operasional variabel adalah pernyataan konkret tentang bagaimana variabel diukur atau diamati dalam penelitian tertentu untuk memastikan bahwa variabel dapat diukur secara konsisten dan sesuai dengan tujuan penelitian. Penulis sering mengutip definisi operasional variabel sebagai berikut.

b. Bahan bakar

Bahan bakar adalah zat yang mengandung energi kimia yang tersimpan secara potensial. Energi ini dapat dilepaskan melalui proses pembakaran, yaitu reaksi dengan oksigen yang menghasilkan panas.

Panas yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar ini kemudian dimanfaatkan untuk menggerakkan mesin, memanaskan ruangan.

#### Teknik Pengumpulan Data

Berikut ini adalah peralatan dan teknik pengumpulan data yang diperlukan untuk penulisan penelitian ini:

##### 1. Observasi

Berikut ini adalah peralatan dan teknik pengumpulan data yang diperlukan untuk penulisan penelitian ini:.

##### 2. Dokumentasi

Metode pengumpulan data yang mencakup melihat, membaca, mencatat, dan mendokumentasikan segala sesuatu tentang subjek penelitian dalam bentuk gambar atau video.

##### 3. Tinjauan kepustakaan (*Library Research*)

adalah teknik pengumpulan data yang melibatkan membaca dan mempelajari buku-buku referensi yang berkaitan dengan masalah yang diteliti. Tujuan dari tinjauan kepustakaan adalah untuk memperoleh fondasi teori yang akan digunakan untuk membahas masalah yang diteliti.

#### **C. dan Instrumen Penelitian**

##### 4. Wawancara

Yaitu teknik pengumpulan data menggunakan metode tanya jawab secara langsung antara pewawancara dengan narasumber. Teknik pengumpulan data ini bertujuan untuk memperoleh informasi yang mendalam mengenai suatu topik atau permasalahan yang diteliti.

#### **D. Teknik Analisis Data**

Metode analisis kualitatif terdiri dari menganalisis, mendeskripsikan, dan merangkum setiap fenomena, gejala, dan situasi sosial tertentu dengan data yang dikumpulkan dalam bentuk observasi, dokumentasi, tinjauan kepustakaan, dan wawancara. Dalam konteks penelitian ini, jenis data yang digunakan yaitu data kualitatif. Data kualitatif adalah data yang bersifat deskriptif dan tidak berbentuk angka.

Data ini menggambarkan karakteristik, pengalaman, persepsi, atau makna dari suatu fenomena. Data penelitian ini terdiri dari data primer dan sekunder. Data primer berasal dari pengamatan langsung yang dikumpulkan melalui pengamatan, pengukuran, dan catatan di lokasi penelitian. Data sekunder berasal dari informasi tambahan yang diperoleh dari sumber tertulis, seperti literatur, materi kuliah, data permesinan kapal, dan elemen lain yang relevan dengan penelitian ini.

### E. Jadwal Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di atas kapal MV. Habco Pioneer dengan waktu penelitian selama 12 bulan pada saat penulis melaksanakan prala (Praktek Laut).

Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian

N O	Kegiatan	Tahun 2023 / 2024											
		Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Pengumpulan referensi												
2	Pemilihan judul												
3	Penyusunan proposal dan bimbingan												
4	Seminar proposal												
5	Perbaikan seminar proposal												

		Tahun 2023											
		Bulan											
8.	Perbaikan Seminar Proposal												
9.	Pengambilan Data Penelitian												
		Tahun 2024											
		Bulan											
10.	Pengambilan Data Penelitian	BERLAYAR											
		Tahun 2025											
		Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
12	Penyusunan skripsi dan bimbingan												
13	Seminar hasil												
14	Perbaikan Seminar hasil												
15	Bimbingan Seminar Tutup												
15	Seminar Tutup												
16	Perbaikan Seminar tutup												

Sumber: data yang diolah (2023/2024/2025)