

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN
SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN**

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN



SKRIPSI

**OPTIMALISASI PERAWATAN PILOT BURNER DAN MAIN
BURNER PADA BOILER DI MV HABCO ANKAA**

Oleh:

**Reza Alfiansyah
NRP. 564211270**

PROGAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV

JURUSAN TEKNIKA

JAKARTA

2025

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN
SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN**

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN



**OPTIMALISASI PERAWATAN PILOT BURNER DAN MAIN
BURNER PADA BOILER DI MV HABCO ANKAA**

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan
Untuk Penyelesaian Progam Pendidikan Diploma IV**

Oleh:

**Reza Alfiansyah
NRP. 564211270**

**PROGAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV
JURUSAN TEKNIKA**

JAKARTA

2025

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN
SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



HALAMAN PERSYARATAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama	: Reza Alfiansyah
NRP	: 564211270
Program Pendidikan	: Diploma IV
Jurusan	: Teknika
Judul	: Optimalisasi Perawatan <i>Pilot burner</i> Dan <i>Main Burner</i> Pada <i>Boiler</i> Di MV HABCO ANKAA

Jakarta, 18 Desember 2025
Penulis



Reza Alfiansyah
564211270

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN
SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI

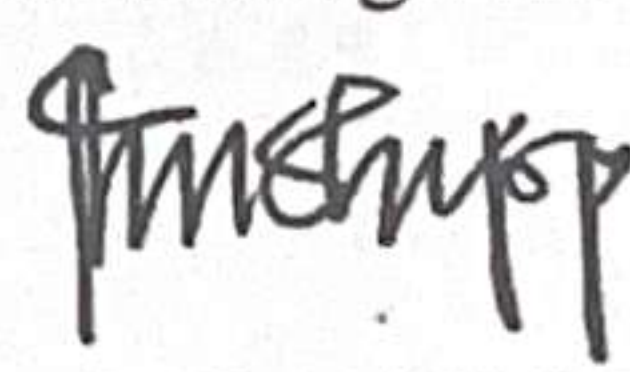
Nama : Reza Alfiansyah
NRP : 564211270
Program Pendidikan : Diploma IV
Jurusan : Teknika
Judul : Optimalisasi Perawatan *Pilot Burner dan Main Burner*
Pada *Boiler Di MV. HABCO ANKAA*

Pembimbing Utama


Mochamad Ely Ridwan, M.T.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19720602 199808 1 001

Jakarta, 18 Desember 2025

Pembimbing Pendamping


Ir. Junaidi, M.M
Pembina Utama Madya (IV/d)
NIP. 19630814 199403 1 002

Mengetahui;
Ketua Jurusan Teknika


Dr. Markus Yando, S.Si.T., M.M.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19800605 200812 1 001

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN
SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



TANDA PENGESAHAN SKRIPSI

Nama : Reza Alfiansyah
NRP : 564211270
Program Pendidikan : Diploma IV
Jurusan : Teknika
Judul : Optimalisasi Perawatan *Pilot Burner* dan *Main Burner*
Pada *Boiler Di MV. HABCO ANKAA*

Ketua Penguji

Pargaulan Dwikora Simanjuntak, MM
196400906 199903 1 001

Anggota Penguji 2

Denny Fitriat, S.Si., M.T
19800727 200912 1 001

Mengetahui;

Ketua Jurusan Teknika

Dr. Markus Yando, S.Si.T., M.M.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19600605 200812 1 001

Anggota Penguji 3

Mochamad Ely Ridwan, M.T
19720602 199808 1 001

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan karunianya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Dalam hal ini penulis mengambil bidang keahlian Teknika menyusun skripsi dengan judul:

“OPTIMALISASI PERAWATAN *PILOT BURNER* DAN *MAIN BURNER* PADA *BOILER* DI MV HABCO ANKAA”

Skripsi ini disusun untuk memenuhi tugas akhir dan persyaratan program Diploma IV (D-IV) yang diselenggarakan oleh Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta. Penyusunan dan penulisan skripsi ini didasari oleh pengalaman-pengalaman penulis ketika melakukan praktek berlayar di kapal MV. HABCO ANKAA.

Banyak hambatan dan kesulitan yang dihadapi oleh penulis di dalam pembuatan skripsi ini, namun atas dukungan dan dorongan dari semua pihak akhirnya skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Dalam kesempatan yang baik ini, penulis ingin menyampaikan banyak terimakasih kepada semua pihak atas segala dukungan, arahan dan bimbinganya dalam penyusunan skripsi ini, terutama kepada:

1. Dr. Capt. Tri Cahyadi, M.H., M.Mar. selaku Ketua Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta.
2. Bapak Dr. Markus Yando, S.Si.T., M. M. selaku Ketua Jurusan Teknika.
3. Bapak Eli Ridwan, M.T. sebagai Dosen Pembimbing I, yang telah rela meluangkan waktunya untuk membimbing dan memberikan arahan dalam penyusunan skripsi.
4. Bapak Ir. Junaidi, M.M. sebagai Dosen Pembimbing II, yang telah memberikan bimbingan tentang penulisan skripsi ini.
5. Seluruh civitas akademika, dosen, karyawan dan karyawanati Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta.
6. Kepada kedua orang tua saya tercinta ayah saya Suhendra dan ibu saya Epih napiah yang selalu men-support saya baik secara moril maupun materi.
7. Kepada adik saya Rafi Aldiansyah (UDIN) dan Syafira Amelia (PIDUT)
8. Terima kasih kepada calon istri saya Eka Puspita Ningrum yang telah menemani saya dari awal mengerjakan skripsi serta mensupport dan memotivasi saya.

9. Kepada seluruh crew kapal MV. Habco Ankaa yang telah membimbing, mengajarkan, dan menjaga saya selama menjalani praktek laut.
10. Rekan-rekan taruna dan taruni angkatan LXIV yang tidak dapat saya sebutkan namanya satu per satu.
11. Semua rekan-rekan Teknik angkatan LXIV gelombang 2 yang saya cintai dan saya banggakan yang selalu berbagi saat susah dan senang.
12. Teman-teman kamar G-203 yang mendukung penulis dalam hal pembelajaran dikelas maupun diluar kelas.
13. Kepada semua pihak yang tidak disebutkan di atas, atas bantuannya hingga penulisan skripsi ini dapat berjalan lancar.
14. Kepada diri saya sendiri yang telah berjuang dan bertahan selama masa pendidikan dari calon taruna hingga saat ini.

Jakarta, 18 Desember 2025

Reza Alfiansyah

DAFTAR ISI

COVER.....	i
SAMPUL DALAM.....	ii
HALAMAN PERSYARATAN ORISINALITAS	iii
TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI.....	iv
TANDA PENGESAHAN SKRIPSI	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR SINGKATAN.....	xii
DAFTAR ISTILAH	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ABSTRAK.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
 BAB I PENDAHULUAN	 1
A. LATAR BELAKANG.....	1
B. IDENTIFIKASI MASALAH.....	6
C. BATASAN MASALAH	6
D. RUMUSAN MASALAH	6
E. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	7
F. SISTEMATIKA PENULISAN.....	9
 BAB II LANDASAN TEORI.....	 10
A. TINJAUAN PUSTAKA	10
B. PENELITIAN TERDAHULU.....	21
C. KERANGKA PEMIKIRAN.....	23
 BAB III METODE PENELITIAN.....	 25
A. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN	25
B. METODE PENDEKATAN	26

C. SUMBER DATA	27
D. TEKNIK PENGUMPULAN DATA.....	27
E. POPULASI DAN SAMPEL.....	30
F. TEKNIK ANALISIS DATA	31
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	34
A. DESKRIPSI DATA	34
B. ANALISIS DATA.....	35
C. ALTERNATIF PEMECAHAN MASALAH.....	39
D. EVALUASI PEMECAHAN MASALAH	41
E. PEMECAHAN MASALAH.....	46
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	49
A. KESIMPULAN.....	49
B. SARAN.....	50
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN.....	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Segitiga Api.....	11
Gambar 2.2	Steam Drum.....	14
Gambar 2.3	Water Drum Boiler.....	15
Gambar 2.4	Furnance Boiler.....	15
Gambar 2.5	Pilot Burner.....	17
Gambar 2.6	Main Burner.....	17
Gambar 2.7	Solenoid Valve.....	18
Gambar 2.8	Nozzle.....	18
Gambar 2.9	Blower.....	19
Gambar 3.1	Boiler.....	26

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Penelitian Terdahulu.....	21
-----------	---------------------------	----

DAFTAR SINGKATAN

APD *Alat Pelindung Diri*

IMO *International Maritime Organization*

PMS *Planned Maintenance System*

MDO *Marine Diesel oil*

MFO *Marine Fuel Oil*

LSFO *Low Sulfur Fuel Oil*

NK *Nippon Kaiji Kyokai*

RPM *Revolution Per Minute*

DAFTAR ISTILAH

Istilah	Definisi Ringkas
<i>Boiler</i>	Pesawat bantu di atas kapal yang berfungsi menghasilkan uap (steam) dengan memanfaatkan panas hasil pembakaran bahan bakar untuk mendukung kebutuhan operasional kapal
<i>Pilot Burner</i>	Komponen sistem pembakaran boiler yang berfungsi sebagai pemantik awal untuk menyalakan Main Burner agar proses pembakaran berlangsung aman dan stabil.
<i>Main Burner</i>	Komponen utama sistem pembakaran boiler yang menghasilkan nyala api utama untuk memanaskan air hingga menjadi uap.
<i>Nozzle</i>	Komponen pada burner yang berfungsi mengabutkan (mengatomisasi) bahan bakar agar tercampur sempurna dengan udara pembakaran.
<i>Blower</i>	Peralatan yang berfungsi mensuplai udara pembakaran ke dalam ruang bakar boiler agar proses pembakaran berlangsung optimal.
<i>Furnace</i> (ruang bakar)	Bagian boiler tempat terjadinya proses pembakaran bahan bakar untuk menghasilkan panas.
<i>Solenoid Valve</i>	Katup otomatis yang dikendalikan secara elektrik untuk mengatur aliran bahan bakar menuju burner sesuai sistem kontrol boiler
<i>Steam Drum</i>	Bejana pada boiler yang berfungsi menampung dan memisahkan uap dengan air sebelum uap dialirkan ke sistem pemakaian.
<i>Water Drum</i>	Bejana pada bagian bawah boiler yang berfungsi menampung air dan mendistribusikannya ke pipa-pipa pemanas
Atomisasi	Proses pengabutan bahan bakar menjadi partikel halus agar mudah terbakar dan menghasilkan pembakaran yang sempurna.
Bahan Bakar	
Sistem pembakaran	Pendingin berbahan aluminium untuk menjaga <i>cold side</i> tetap dingin.
Nyala api (<i>flame</i>)	Kondisi kestabilan api pada burner yang menunjukkan pembakaran berlangsung normal dan efisien
<i>Flame failure</i>	Kondisi kegagalan nyala api pada burner yang menyebabkan sistem pengaman boiler menghentikan proses pembakaran secara otomatis.
<i>Backfire</i>	Kondisi terjadinya nyala api balik akibat pembakaran tidak sempurna atau gangguan pada sistem suplai bahan bakar dan udara.
<i>Start-up boiler</i>	Proses awal pengoperasian boiler yang meliputi pemeriksaan sistem, pengapian pilot burner, dan penyalaan main burner.
<i>Planned Maintenance System</i> (PMS)	Sistem perawatan terencana yang digunakan untuk menjadwalkan, mencatat, dan mengendalikan kegiatan perawatan peralatan kapal secara sistematis

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Ship Particular	54
LAMPIRAN 2 Crewlist.....	55
LAMPIRAN 3 Kapal MV. Habco Ankaa	56
LAMPIRAN 4 Fuel Oil Burner Pump.....	57
LAMPIRAN 5 Boiler di Kapal MV Habco Ankaa	58
LAMPIRAN 6 Pilot Burner.....	59
LAMPIRAN 7 Damper / Peredam Aliran Udara	60

ABSTRAK

Alfiansyah, Reza. 2025. *“Optimalisasi Perawatan Pilot Burner dan Main Burner Pada Boiler Di MV. HABCO ANKAA”*

Boiler merupakan salah satu pesawat bantu vital di atas kapal yang berfungsi menghasilkan uap untuk menunjang berbagai kebutuhan operasional, seperti pemanasan bahan bakar, pemanas air, dan kebutuhan utilitas lainnya. Keandalan kinerja boiler sangat bergantung pada sistem pembakaran, khususnya pilot burner dan main burner. Apabila kedua komponen tersebut tidak dirawat secara optimal, maka dapat terjadi kegagalan pembakaran, keterlambatan start-up boiler, peningkatan konsumsi bahan bakar, serta potensi risiko keselamatan kerja.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kondisi aktual pilot burner dan main burner serta mengkaji upaya optimalisasi perawatannya pada boiler di MV Habco Ankaa. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kualitatif dengan pendekatan studi kasus. Data diperoleh melalui observasi langsung di kamar mesin, wawancara dengan awak mesin, serta studi dokumentasi berupa engine log book, laporan perawatan, dan manual pabrikan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa permasalahan utama pada sistem pembakaran boiler disebabkan oleh kotornya nozzle burner, ketidaksesuaian jarak elektroda pilot burner, serta kurang optimalnya penerapan perawatan preventif. Optimalisasi perawatan melalui pembersihan rutin, penyetelan elektroda sesuai standar, serta penerapan Planned Maintenance System (PMS) terbukti mampu meningkatkan stabilitas nyala api, memperlancar start-up boiler, dan meningkatkan efisiensi pembakaran.

Kesimpulannya, perawatan pilot burner dan main burner yang dilakukan secara terencana dan berkesinambungan sangat berperan dalam menjaga keandalan boiler, meningkatkan efisiensi operasional kapal, serta menjamin keselamatan kerja awak mesin.

Kata kunci: *Boiler; Pilot Burner; Main Burner; Perawatan; Planned Maintenance System*

ABSTRACT

Alfiansyah, Reza. 2025. *“Optimization of Pilot Burner and Main Burner Maintenance on the Boiler of MV Habco Ankaa.”*

Boilers are vital auxiliary machinery on board ships that function to produce steam for various operational needs, such as fuel heating, water heating, and other utility systems. The reliability of boiler performance is highly dependent on the combustion system, particularly the pilot burner and main burner. Inadequate maintenance of these components may lead to combustion failure, delayed boiler start-up, increased fuel consumption, and potential safety hazards.

This study aims to analyze the actual condition of the pilot burner and main burner and to evaluate maintenance optimization efforts on the boiler of MV Habco Ankaa. The research employs a qualitative descriptive method with a case study approach. Data were collected through direct observation in the engine room, interviews with engine crew members, and documentation review including engine log books, maintenance records, and manufacturer manuals.

The results indicate that the main causes of boiler combustion problems are clogged burner nozzles, improper pilot burner electrode spacing, and the lack of effective preventive maintenance implementation. Maintenance optimization through routine cleaning, electrode adjustment according to standards, and the application of a Planned Maintenance System (PMS) has proven effective in improving flame stability, facilitating smoother boiler start-up, and enhancing combustion efficiency.

In conclusion, systematic and continuous maintenance of the pilot burner and main burner plays a crucial role in maintaining boiler reliability, improving ship operational efficiency, and ensuring engine room safety.

Keywords: *Boiler; Pilot Burner; Main Burner; Maintenance; Planned Maintenance System.*

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Seiring berkembangnya transportasi laut, maka ketersediaan kapal yang merupakan sarana angkatan laut makin dibutuhkan, terutama yang berkapasitas besar. Maka dari itu untuk memperlancar arus perdagangan, pengoperasian kapal laut harus dijaga agar dapat digunakan kapan saja dan dimana saja sehingga akan memperlancar proses pengiriman barang. Dalam hal ini factor utama yang mempengaruhi pengoperasian kapal antara lain, mesin induk. Untuk menunjang pengoperasian mesin induk, *Boiler* cukup berpengaruh untuk kelancaran pengoperasian kapal. Peranan *Boiler* sangat diperlukan untuk menghasilkan Uap (*Steam*) yang dipergunakan sebagai pemanas, baik sebagai pemanas bahan bakar, pemanas air ataupun keperluan dapur.

Diatas kapal M.V HABCO ANKAA tempat penulis melaksanakan praktek kerja laut, *Boiler* berfungsi sebagai mesin bantu yang menghasilkan uap dipergunakan sebagai pemanas atau heater dari pada bahan bakar, pemanas air ataupun keperluan dapur.

Boiler merupakan salah satu peralatan vital di atas kapal yang berfungsi menghasilkan uap untuk mendukung berbagai kebutuhan operasional, baik sebagai penggerak peralatan bantu maupun sebagai sumber panas. Keandalan *boiler* sangat ditentukan oleh kinerja sistem pembakaran, khususnya pada bagian *pilot burner* dan *main burner*. Kedua komponen ini memiliki peran yang sangat penting dalam menjaga kontinuitas proses pembakaran agar *boiler* dapat menghasilkan uap sesuai kebutuhan operasional kapal.

Pilot burner berfungsi sebagai pemantik awal dalam menyalakan *main burner*, sedangkan *main burner* menghasilkan nyala api dengan kapasitas besar untuk

memanaskan air hingga menjadi uap. Apabila salah satu dari komponen ini tidak bekerja secara optimal, maka pembakaran yang dihasilkan akan terganggu dan berdampak langsung terhadap kinerja *boiler* secara keseluruhan.

Dalam praktik nyata di atas kapal MV Habco Ankaa, penulis menemukan berbagai kendala terkait sistem pembakaran *boiler*. Beberapa di antaranya adalah kesulitan saat proses penyalan *burner*, nyala api yang tidak stabil, hingga terbentuknya deposit karbon di dalam ruang bakar, kotorinya filter bahan bakar sehingga terhambatnya pembakaran. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa perawatan pada *pilot burner* dan *main burner* masih belum berjalan optimal, sehingga berpotensi menurunkan performa *boiler*.

Gangguan pada sistem pembakaran tersebut memberikan dampak langsung terhadap efisiensi operasional kapal. Pembakaran yang tidak sempurna menyebabkan konsumsi bahan bakar meningkat, yang pada akhirnya menambah biaya operasional kapal. Selain itu, efisiensi energi kapal juga menurun, sehingga berpengaruh terhadap produktivitas pelayaran.

Selain aspek efisiensi, permasalahan pada *pilot burner* dan *main burner* juga menyangkut aspek keselamatan kerja. Nyala api yang tidak stabil dapat menimbulkan risiko *backfire* maupun kebocoran bahan bakar yang berpotensi membahayakan awak kapal. Oleh karena itu, optimalisasi perawatan *burner* tidak hanya terkait efisiensi, tetapi juga merupakan upaya penting dalam menjaga keselamatan di atas kapal.

Secara teknis, faktor-faktor yang menyebabkan gangguan pada *burner* di antaranya adalah kualitas bahan bakar, kebersihan *nozzle*, kondisi elektroda penyulut, serta keseimbangan udara dan bahan bakar pada saat proses pembakaran. Faktor-faktor tersebut membutuhkan perhatian khusus melalui inspeksi rutin dan perawatan terjadwal agar sistem dapat bekerja sesuai dengan standar operasional pabrikan.

Namun dalam kenyataannya, pola perawatan *burner* yang dilakukan sering bersifat *corrective maintenance*, yaitu perawatan yang dilakukan setelah kerusakan terjadi. Pendekatan ini justru sering menimbulkan permasalahan baru karena kerusakan yang dibiarkan terlalu lama dapat menyebabkan gangguan yang lebih besar. Oleh sebab itu, dibutuhkan pendekatan *preventive maintenance* dan *predictive maintenance* agar masalah dapat diantisipasi sejak dini.

Sebagai kadet yang sedang melaksanakan praktek laut di kapal MV Habco Ankaa,

penulis memperoleh kesempatan untuk mengamati langsung kondisi perawatan *pilot burner* dan *main burner*. Berdasarkan pengamatan, ditemukan bahwa perawatan belum berjalan sesuai dengan jadwal yang ideal dan belum sepenuhnya mengikuti prosedur yang dianjurkan oleh pabrikan. Hal ini memperkuat perlunya kajian mengenai optimalisasi perawatan *burner*.

Optimalisasi perawatan *pilot burner* dan *main burner* pada *boiler* diharapkan dapat meningkatkan efisiensi pembakaran, menekan konsumsi bahan bakar, memperpanjang usia pakai komponen, serta menjaga aspek keselamatan kerja. Dengan demikian, hasil penelitian ini dapat menjadi bahan evaluasi bagi pihak operator kapal dalam menyusun strategi perawatan yang lebih efektif dan efisien.

Plan Maintenance System (PMS) adalah suatu sistem yang dirancang untuk mengatur, menjadwalkan, dan mengendalikan kegiatan perawatan terhadap seluruh peralatan atau mesin di kapal secara sistematis dan terencana. Tujuan utama dari PMS adalah menjaga agar peralatan selalu berada dalam kondisi siap operasi, efisien, dan aman digunakan, serta untuk mencegah terjadinya kerusakan mendadak (*breakdown*).

Menurut Daryanto (2013), *maintenance* merupakan kegiatan yang dilakukan secara terencana untuk mempertahankan kondisi mesin atau peralatan agar selalu berfungsi sebagaimana mestinya dan memperpanjang umur operasionalnya.

Sementara itu, Heizer dan Render (2015) mendefinisikan *maintenance management* sebagai proses manajemen yang melibatkan kegiatan perawatan secara teratur untuk menjamin keandalan sistem produksi dan mengurangi waktu henti (*downtime*). Penerapan PMS pada boiler di kapal MV *Habco Ankaa* bertujuan untuk:

1. Menjamin keandalan sistem pembakaran (*pilot burner* dan *main burner*) agar tetap bekerja optimal.
2. Mencegah kerusakan mendadak melalui inspeksi dan perawatan rutin yang terjadwal.
3. Meningkatkan efisiensi pembakaran bahan bakar dan menekan konsumsi energi.
4. Menyediakan catatan perawatan yang terdokumentasi dengan baik sebagai dasar evaluasi teknis.
5. Menjaga keselamatan kerja awak kapal dan keselamatan sistem operasi boiler secara keseluruhan.

Dalam penerapan Plan Maintenance System pada boiler, terdapat beberapa jenis kegiatan perawatan, yaitu:

1. **Preventive Maintenance (Perawatan Pencegahan)**

Yaitu kegiatan perawatan yang dilakukan secara berkala sebelum terjadi kerusakan. Contohnya: pembersihan nozzle, penyetelan elektroda, dan pemeriksaan tekanan bahan bakar.

2. **Predictive Maintenance (Perawatan Prediktif)**

Yaitu perawatan berdasarkan hasil pemantauan kondisi (*condition monitoring*) untuk memprediksi waktu terjadinya kerusakan. Misalnya, analisis perubahan warna nyala api atau getaran pada blower.

3. **Corrective Maintenance (Perawatan Korektif)**

Yaitu kegiatan perbaikan yang dilakukan setelah ditemukan penyimpangan atau kerusakan dalam sistem, seperti penggantian elektroda yang aus atau perbaikan dioda pengapian.

4. **Shutdown Maintenance (Perawatan Saat Tidak Operasi)**

Perawatan menyeluruh yang dilakukan saat kapal tidak beroperasi (misalnya saat docking), meliputi pembersihan ruang bakar, pengecekan sistem pipa, dan uji tekanan (*hydrostatic test*).

Dalam proses penelitian yang berfokus pada optimalisasi perawatan *pilot burner* dan *main burner* pada boiler di kapal MV *Habco Ankaa*, digunakan berbagai peralatan untuk mendukung kegiatan pembongkaran, pemeriksaan, pembersihan, serta penyetelan komponen. Alat-alat tersebut dijelaskan sebagai berikut:

a. **Kunci Pas dan Kunci Ring**

Digunakan untuk membuka dan mengencangkan baut serta mur yang mengikat komponen *pilot burner* dan *main burner*. Alat ini memungkinkan teknisi melepas bagian-bagian burner tanpa merusak ulir pengikatnya.

b. **Obeng (Flat dan Phillips Screwdriver)**

Berfungsi untuk melepas sekrup padaudukan elektroda, pelindung api (*flame shield*), dan bagian pengaman lainnya pada sistem burner.

c. **Kunci L (Allen Key Set)**

Digunakan untuk melepas baut jenis *socket head* yang umumnya terdapat padaudukan nozzle dan komponen penahan elektroda di dalam *burner assembly*.

d. **Tang Kombinasi dan Tang Lancip**

Berfungsi untuk memegang, menarik, atau menjepit kabel dan komponen kecil seperti dioda, kabel pengapian, serta konektor pada sistem pembakaran.

e. **Feeler Gauge**

Alat ukur presisi yang digunakan untuk mengukur dan menyetel jarak antar dioda penyalas serta jarak elektroda terhadap nozzle. Penyetelan jarak yang tepat sangat penting untuk memastikan percikan api terjadi secara optimal.

f. **Multimeter Digital**

Digunakan untuk memeriksa kontinuitas arus listrik dan tegangan pada sistem pengapian *pilot burner*. Alat ini membantu memastikan bahwa dioda dan kabel pengapian bekerja dengan baik.

g. **Brush Baja (Wire Brush)**

Berfungsi untuk membersihkan kerak karbon dan kotoran yang menempel pada nozzle, elektroda, dan bagian dalam *burner head* tanpa merusak permukaan logam.

h. **Carbon Remover dan Lap Kain**

Carbon remover digunakan untuk melarutkan sisa pembakaran atau endapan karbon pada komponen burner. Sedangkan lap kain digunakan untuk mengeringkan dan membersihkan komponen setelah proses perendaman atau pembersihan.

i. **Kunci Pipa (Pipe Wrench)**

Alat ini digunakan untuk melepas sambungan pipa bahan bakar yang terhubung ke *main burner* dan *pilot burner* dengan cengkraman kuat namun tetap aman bagi permukaan pipa.

j. **Alat Pelindung Diri (APD)**

Meliputi sarung tangan tahan panas, kacamata pelindung, dan pakaian kerja. APD wajib digunakan untuk menjamin keselamatan selama proses pembongkaran dan perawatan berlangsung.

Dengan ini keberadaan boiler diatas kapal dengan demikian peneliti menganggap bahwa sistem pengapian *boiler* adalah salah satu komponen yang perlu diperhatikan perawatannya terutama kinerja *pilot burner* dan *main burner* yang berperan penting sebagai proses awal pembakaran di *boiler* sehingga hal tersebut mendorong peneliti untuk mengangkat judul skripsi sebagai berikut :

**“OPTIMALISASI PERAWATAN *PILOT BURNER* DAN *MAIN BURNER*
PADA *BOILER* DI MV HABCO ANKAA”**

Penelitian ini dimaksudkan menjadi suatu pertimbangan dari pembaca terutama yang berada dalam industri pelayaran, setelah terselesaikannya penelitian skripsi ini nantinya dapat menyumbangkan masukan materi agar pihak kapal terutama masinis jaga lebih memahami tentang tindakan, perawatan, dan perbaikan pada boiler.

B. IDENTIFIKASI MASALAH

Sesuai dari pengalaman peneliti selama praktek diatas kapal dan kejadian yang pernah dialami peneliti dengan yang telah disebutkan pada latar belakang. Maka peneliti menentukan beberapa identifikasi masalah dalam skripsi sebagai berikut :

1. Keterlambatan atau kegagalan pada *start up boiler*.
2. Kotornya *pilot burner* dan perubahan jarak elektroda sehingga menyebabkan kegagalan pembakaran pada *boiler*.
3. Kotornya pada *filter* bahan bakar sehingga terhambatnya pembakaran pada *boiler*.
4. Kurangnya pemahaman pada awak mesin terhadap boiler sehingga perawatan tidak dilakukan secara standar operasional
5. Adanya penumpukan kotoran dan kerak pada nozzle

C. BATASAN MASALAH

Dalam penelitian, pembahasan masalah hanya pada beberapa masalah yang terjadi berdasarkan latar belakang dan judul yang telah diambil. Maka, peneliti membatasi permasalahan yang akan dibahas dalam skripsi sebagai berikut :

1. Keterlambatan atau kegagalan pada *start up boiler*

2. Kotornya *pilot burner* sehingga menyebabkan kegagalan pembakaran pada *boiler*

D. RUMUSAN MASALAH

Sesuai dari pengamatan dan pengalaman selama praktek laut diatas kapal yang dialami oleh peneliti, Mengingat peran Boiler sangat penting sebagai sarana pendukung diatas kapal yang telah disebutkan pada latar belakang. Maka, peneliti merumuskan masalah yang sebenarnya terjadi diantaranya sebagai berikut:

1. Faktor apa saja yang bisa terjadinya keterlambatan atau kegagalan pada *start up boiler*?
2. Faktor apa saja yang bisa terjadinya kotor pada *pilot burner* sehingga menyebabkan kegagalan pembakaran pada *boiler*?

E. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

1. Tujuan penelitian
 - a. Menganalisis kondisi actual pilot burner dan main burner pada boiler di MV HABCO ANKAA, termasuk potensi permasalahan yang sering terjadi.
 - b. Memberikan rekomendasi strategi perawatan yang dapat meningkatkan efisiensi pembakaran, memperpanjang umur pakai komponen, serta mengurangi risiko kegagalan boiler.
 - c. Menyusun prosedur perawatan yang lebih optimal untuk menjaga kinerja pilot burner dan main burner agar tetap efisiensi dan andal.
2. Manfaat penelitian
 - a. Bagi taruna/Peneliti:
 - 1) Menambah wawasan dan keterampilan praktis dalam bidang perawatan sistem pembakaran boiler dikapal.
 - 2) Melatih disiplin dan bertanggung jawab dalam melaksanakan tugas dan menjadi pengalaman yang sangat penting sebagai dasar untuk masuk ke lingkungan kerja sesungguhnya terutama ketika menjadi masinis jaga.
 - b. Bagi perusahaan pelayaran
 - 1) Mendukung peningkatan efisiensi operasional kapal melalui penghematan bahan bakar dan pengurangan biaya perbaikan darurat.
 - 2) Menjamin keandalan boiler sehingga proses pengangkutan muatan tidak

terganggu akibat kerusakan peralatan.

3. Manfaat Teoritis

Secara teoritis, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknik permesinan kapal, khususnya dalam sistem pembakaran pada *boiler*. Penelitian ini dapat menambah referensi ilmiah mengenai:

- a. Penerapan metode perawatan yang efektif terhadap *pilot burner* dan *main burner* pada sistem boiler kapal niaga.
- b. Pemahaman teoritis mengenai hubungan antara perawatan komponen pembakar dengan efisiensi kerja sistem pembangkitan uap.
- c. Pengembangan kajian akademis di bidang *marine engineering*, terutama dalam aspek pemeliharaan sistem termal dan efisiensi energi pada kapal.
- d. Sebagai bahan rujukan bagi penelitian selanjutnya yang berfokus pada peningkatan performa dan keandalan sistem boiler melalui pendekatan perawatan yang lebih optimal.

4. Manfaat Praktis

Secara praktis, penelitian ini diharapkan memberikan manfaat langsung bagi pihak-pihak yang terlibat dalam operasional dan perawatan kapal, antara lain:

a. **Bagi awak kapal dan teknisi mesin**

hasil penelitian ini dapat menjadi panduan dalam melakukan perawatan *pilot burner* dan *main burner* secara benar dan sesuai standar operasional, sehingga dapat meminimalkan risiko kerusakan serta meningkatkan efisiensi kerja boiler.

b. **Bagi perusahaan pelayaran (PT. Habco Trans Maritima),**

hasil penelitian ini dapat dijadikan dasar dalam penyusunan kebijakan dan prosedur perawatan terjadwal (*preventive maintenance schedule*) untuk meningkatkan keandalan sistem pembakaran dan menekan biaya operasional kapal.

c. **Bagi lembaga pendidikan maritim,**

penelitian ini dapat menjadi bahan ajar dan referensi pembelajaran dalam mata kuliah yang berkaitan dengan sistem permesinan kapal, khususnya mengenai perawatan sistem pembakaran dan efisiensi energi.

d. **Bagi peneliti lain,**

hasil penelitian ini dapat dijadikan acuan atau dasar untuk melakukan penelitian lanjutan terkait pengembangan sistem perawatan otomatis atau penerapan teknologi modern pada sistem boiler di kapal.

F. SISTEMATIKA PENULISAN

Skripsi ini terdiri dari lima bab, dan setiap bab memiliki keterkaitan sehingga terwujud sistematika penulisan yang sesuai dengan pedoman penulisan skripsi program D IV studi Teknik Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta. Adapun sistematika yang disusun sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Meningkatkan kesadaran para kru kapal agar memberikan perhatian pada Boiler diatas kapal terutama pilot burner dan main burner dimana itu sebagai peran penting dalam kinerja pembakaran dikapal jika kinerjanya turun bisa berakibat terhambatnya pengoperasian diatas kapal.

BAB II : LANDASAN TEORI

Dalam bab ini berisi tentang tinjauan pustaka, kerangka pemikiran penelitian dan mengoptimalkan perawatan pilot burner dan main burner pada boiler.

BAB III : METODE PENELITIAN

Dalam bab ini berisi tentang jenis metode penelitian, tempat dan waktu penelitian, metode pengumpulan data, teknik analisa data, dan prosedur perawatan pada boiler.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi tentang uraian deskripsi data, analisis yang akurat tentang menganalisa data, pemecahan masalah, dan evaluasi pemecahan masalah.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan yang memuat jawaban terhadap penelitian yang dilakukan dan saran yang disampaikan untuk meningkatkan perawatan pada boiler khususnya pilot burner dan main burner di kapal MV. HABCO ANKAA.

BAB II

LANDASAN TEORI

a. TINJAUAN PUSTAKA

Guna menunjang pembahasan skripsi sesuai dengan judul yang dimaksud, maka dibuatlah tinjauan pustaka yang berisi teori-teori, definisi-definisi dan bahasan lainnya yang berhubungan dan masih berkaitan langsung dengan pembahasannya yang dipetik dari beberapa kutipan. Boiler adalah peralatan utama di atas kapal yang berfungsi untuk menghasilkan uap (*steam*) yang digunakan sebagai sumber energi panas maupun tenaga penggerak. Uap yang dihasilkan dapat dimanfaatkan untuk pemanasan bahan bakar, penggerak turbin uap. Pada kapal MV *Habco Ankaa*, boiler dilengkapi dengan sistem pembakaran berbasis *pilot burner* dan *main burner* untuk menjamin efisiensi dan keselamatan operasi. Selain dari kutipan yang diambil oleh peneliti juga mengacu pada pengalaman yang selama melaksanakan praktek kerja laut, akan memberikan dan menjelaskan saran pendukung permasalahan yang timbul menurut kutipan yang relevan tentang pengertian-pengertian sekitar penyebab timbulnya permasalahan pada boiler mengenai prinsip kerja, perawatan pada pilot burner dan main burner, dan komponen pendukung.

Menurut kutipan Sularso (2010:1), Boiler adalah Bejana tertutup yang digunakan untuk menghasilkan uap, dimana panas pembakaran dialirkan ke air sampai terbentuk uap. Pada tekanan tertentu, uap hasil pembakaran tersebut kemudian digunakan untuk berbagai keperluan

1. Identifikasi

Identifikasi adalah suatu tindakan atau proses meneliti, mencari, menemukan, mencatat informasi dan data mengenai sesuatu, fakta, atau seseorang. Menurut

Kamus Besar Bahasa Indonesia Identifikasi berarti penentu atau penetapan identitas suatu benda dan sebagainya.

2. Pembakaran

Proses pembakaran pada boiler terdiri dari pencampuran bahan bakar dan udara, pengapian, serta pemeliharaan nyala api (*flame stability*). Kualitas pembakaran sangat dipengaruhi oleh desain dan kondisi burner. Pembakaran itu terjadi karena adanya reaksi kimia yang terbentuk dari 3 (tiga) unsur yaitu, oksigen, panas, dan bahan bakar yang mudah terbakar sehingga menghasilkan panas dan cahaya. Ilustrasi dari unsur segitiga api dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2.1
Segitiga api

Sumber : <https://vincifire.com/wp-content/uploads/2021/10/2.png>

Menurut Smith (2012), efisiensi boiler dapat menurun hingga 10–15% apabila terjadi penyumbatan pada nozzle burner atau ketidakseimbangan rasio udara–bahan bakar.

a. Pembakaran yang baik diperlukan untuk Boiler menyala antara lain :

- 1) Nyala api stabil dan berwarna cerah (biru kekuningan)
- 2) Tidak ada asap berwarna hitam yang keluar dari cerobong
- 3) Perbandingan bahan bakar dan udara seimbang
- 4) Tidak ada endapan karbon berlebih di ruang bakar atau pipa api

b. Hal yang menyebabkan kegagalan pembakaran

Menurut Kearson (2004) dalam bukunya yang berjudul *Steam boiler theory and design* menyebutkan bahwa kegagalan penyalaan boiler disebabkan oleh :

- 1) Tidak dilakukannya pembilasan (*purging*) sebelum start up yang menyebabkan akumulasi gas sisa di *furnace*.
- 2) Kondisi pilot burner tidak stabil.
- 3) Sistem kontrol otomatis (*Safety Device*) mendeteksi kondisi berbahaya, sehingga boiler otomatis trip.

3. Definisi Boiler

Menurut Santosa (2015) dalam bukunya yang berjudul teknik konversi energi menyebutkan bahwasannya Boiler adalah alat penghasil uap yang memanfaatkan panas dari hasil pembakaran bahan bakar atau sumber panas lainnya untuk memanaskan air sampai berubah menjadi uap, yang kemudian dapat digunakan sebagai penggerak turbin atau keperluan lain.

Dikapal tempat peneliti melaksanakan praktek kerja laut boiler hanya digunakan sebagai ketel bantu sebagai pemanas baik untuk memanaskan bahan bakar dan pelumas.

4. Proses pembakaran pada boiler

a. Proses terbentuknya uap hasil dari proses pembakaran bahan bakar

Dalam waktu tertentu harus dapat menghasilkan uap dengan berat bertekanan lebih besar dari 1 atmosfer. Pada waktu olah gerak pemakaian uap berubah-ubah maka tekanan uap tidak boleh berubah banyak.

Menurut. Riwanto (2008) dalam bukunya yang berjudul Teknik Konversi energi, adalah reaksi kimia antara bahan bakar dengan oksigen dari udara yang menghasilkan panas. Panas inilah yang kemudian digunakan untuk memanaskan air didalam boiler hingga berubah menjadi uap.

Sesuai solas aturan regulasi 4 yang berisi tentang kemungkinan terjadinya nyala api yang bertujuan untuk mencegah terjadinya nyala api dari benda yang mudah terbakar :

1. Harus menyediakan alat untuk mendeteksi kebocoran cairan yang mudah terbakar
2. Sumber api harus dibatasi
3. Kemampuan menyalakan api dari material yang mudah terbakar harus dibatasi.

b. Pembakaran penggunaan minyak bahan bakar.

Pembatasan pembakaran penggunaan minyak bahan bakar tergantung dari viskositas, kebersihan dan filtrasi, penggunaan pilot burner dan main burner. Peneliti akan memberikan penjelasan sebagai berikut:

1) Viskositas dan kualitas bahan bakar.

- a) Boiler hanya dapat menggunakan minyak dengan viskositas tertentu agar atomisasi di burner sempurna, dan viskositas yang digunakan MDO

idealnya: 2-6 cSt pada 40°C dan LSFO (*Low Sulfur Fuel Oil*) idealnya: 10 – 20 cSt

- b) Jika terlalu kental burner akan sulit terbakar, nozzle cepat kotor, tidak sempurna pembakaran

2) Kebersihan dan Filtrasi

- a) Bahan bakar untuk boiler harus lebih bersih dibanding bahan bakar mesin induk.
- b) Filter wajib dipasang agar nozzle burner tidak tersumbat.

3) Penggunaan pilot burner dan main burner

- a) Pilot burner biasanya menggunakan *MDO/kerosene* untuk kemudahan penyalaan.
- b) Main burner bisa menggunakan LSFO/MDO, namun tetap dalam batas sulfur IMO.

c. Lokasi bahan bakar

Pada prakteknya sistem yang menggunakan bahan bakar yang dipanaskan dibawah tekanan melebihi N/mm^2 harus ditempatkan ditempat yang bisa dilihat langsung.

d. Ventilasi ruang kerja

Ventilasi pada kamar mesin harus dibuat untuk mampu mengeluarkan uap yang mudah terbakar.

e. Pipa bahan bakar

Menurut Romzana, H.R (2000) dalam bukunya yang berjudul *Boiler and steam generation systems*. Sistem pipa bahan bakar pada boiler memiliki fungsi utama untuk menyalurkan bahan bakar dari tangki penyimpanan menuju ke ruang pembakaran (*burner*) dengan tekanan, viskositas, dan temperatur tertentu sehingga proses atomisasi berjalan sempurna. Pipa bahan bakar harus dirancang kuat, tahan panas, dan tahan terhadap sifat korosif bahan bakar.

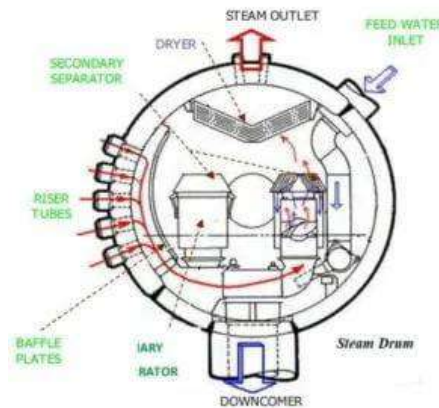
5. Pengertian yang ada menyangkut boiler

Pada boiler terdapat beberapa yang harus diketahui sebagai berikut:

a. Steam drum

Menurut Mokhtab et al. (2013), dalam bukunya yang berjudul *Handbook of natural gas transmission and processing*. Gulf Professional Publishing. *Steam drum* adalah bejana silindris bertekanan tinggi yang berfungsi menampung campuran air-uap dari pipa riser, kemudian memisahkan keduanya dengan bantuan *steam*

separator sehingga dihasilkan uap jenuh kering (*saturated steam*) yang selanjutnya disalurkan ke superheater atau sistem turbin.



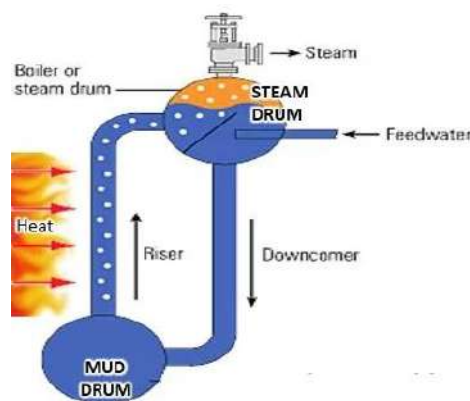
Gambar 2.2

Steam drum

Sumber: <https://jualthermaloil.com/wp-content/uploads/2019/12/steam-drum-300x282.jpg>

b. Water drum boiler

Menurut Romzana H.R (2000) dalam bukunya yang berjudul *Boiler and Steam Steam Generation System*. *water drum boiler* adalah bejana berbentuk silindris yang menampung air pada bagian bawah boiler, dan berfungsi sebagai titik distribusi air menuju pipa-pipa penghasil uap serta tempat pengendapan impurities (*kotoran*) sebelum dilakukan pembersihan.



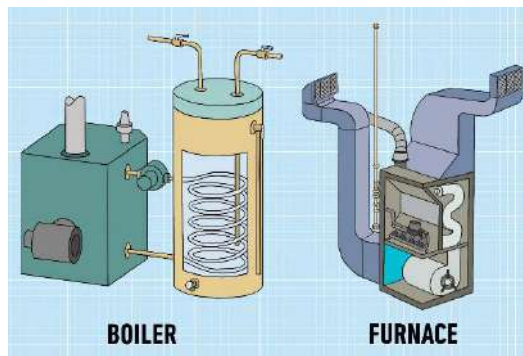
Gambar 2.3

Water drum boiler

Sumber: <https://www.eonchemicals.com/app/uploads/2019/07/boiler-steam-mud-drum-2.jpg>

c. Furnace

Menurut Romzana H.R (2000) dalam bukunya yang berjudul *Boiler and Steam Generation System*. *furnace* merupakan bagian dari boiler yang berfungsi sebagai ruang untuk membakar bahan bakar, baik padat, cair maupun gas, agar energi panas dapat ditransfer ke medium air pada boiler.



Gambar 2.4

Furnace Boiler

Sumber: https://www.familyhandyman.com/wp-content/uploads/2024/01/Boilers-vs-Furnaces-Whats-the-Difference_Graphic_FT.jpg

d. Pilot Burner dan Main Burner

Menurut Sularso (2010), dalam bukunya yang berjudul *Teknik Tenaga Uap*. *pilot burner* adalah komponen pada sistem pembakaran *boiler* yang berfungsi sebagai pemantik awal nyala api sebelum bahan bakar utama disuplai ke *main burner*. *Pilot burner* menggunakan suplai bahan bakar dalam jumlah kecil dengan tekanan tertentu untuk menghasilkan api yang stabil, sehingga dapat menyalakan burner utama dengan aman. Sularso menegaskan bahwa keberadaan pilot burner sangat penting dalam proses *start-up boiler* karena tanpa nyala awal yang stabil, pembakaran utama tidak dapat berlangsung sempurna dan berpotensi menimbulkan *flame failure*. pilot burner bukan hanya sebagai alat penyalat awal, melainkan juga sebagai bagian dari sistem pengaman yang memastikan proses pembakaran utama dapat dimulai secara *terkendali, efisien, dan aman*.

Menurut Sularso (2010) dalam bukunya yang berjudul *Teknik Tenaga Uap*, *Main Burner* adalah alat utama pada sistem pembakaran *boiler* yang berfungsi untuk mencampurkan bahan bakar dengan udara pembakaran dalam jumlah besar setelah

penyalan awal dilakukan oleh *pilot burner*. *Burner* ini harus mampu menghasilkan nyala api yang stabil, merata, dan efisien sehingga panas yang dibutuhkan untuk mengubah air menjadi uap dapat tercapai dengan optimal. keberhasilan pembakaran pada boiler sangat ditentukan oleh kondisi dan pengoperasian main burner. Apabila pencampuran bahan bakar dan udara tidak seimbang, maka dapat menimbulkan pembakaran tidak sempurna, mengurangi efisiensi, bahkan menimbulkan risiko keselamatan pada sistem boiler.



Gambar 2.5

Pilot Buner

Sumber : Dokumen Pribadi



Gambar 2.6

Main Burner

Sumber : Dokumen Pribadi

e. *Solenoid Valve*

Menurut Romzana H.R (2000) dalam bukunya yang berjudul *Boiler and Steam Steam Generation System*. *Solenoid valve* dalam sistem boiler digunakan terutama

pada jalur bahan bakar, dengan fungsi mengatur suplai dan menghentikan aliran bahan bakar menuju *burner* sesuai dengan perintah kontrol, sehingga proses pembakaran lebih aman dan efisien.



Gambar 2.7
Solenoid Valve

Sumber: https://cdn11.bigcommerce.com/s-4ioqww6mr3/images/stencil/1280x1280/products/131/582/SGB-1_45659.1681910811.png?c=2

f. *Nozzle*

Menurut Romzana H.R (2000) dalam bukunya yang berjudul *Boiler and Steam Steam Generation System*. Nozzle pada boiler dirancang untuk menghasilkan pola semprotan tertentu (*spray pattern*) yang sesuai dengan desain ruang bakar, sehingga distribusi bahan bakar lebih merata dan proses pembakaran berlangsung dengan stabil.

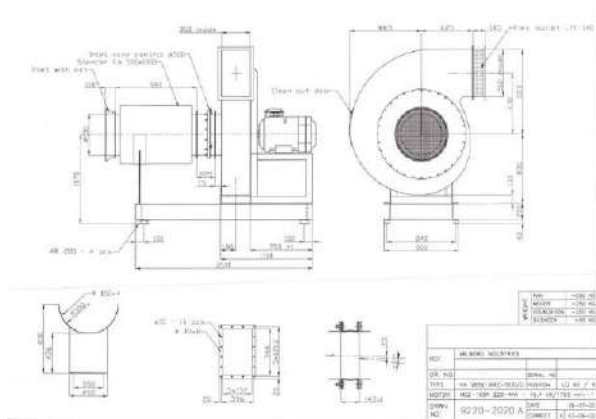


Gambar 2.8 Nozzle

Sumber :<https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTI2lw54VudZQ1q96-nUHiRK RKdg4V4AjCRXw&s>

g. Blower

Menurut Romzana H.R (2000) dalam bukunya yang berjudul *Boiler and Steam Generation System*. Blower tidak hanya penting dalam proses pembakaran, tetapi juga berfungsi menjaga tekanan di dalam ruang bakar agar tetap sesuai dengan desain boiler. Kinerja blower yang buruk dapat menyebabkan *flame failure*, pembakaran tidak sempurna, peningkatan konsumsi bahan bakar, serta risiko timbulnya ledakan.



Composite Vertical Boiler pada kapal merupakan salah satu aspek penting untuk menjamin kelancaran operasi sistem permesinan. *Boiler* jenis ini berfungsi sebagai penyedia uap untuk kebutuhan pemanasan bahan bakar, sistem utilitas, maupun keperluan lainnya di atas kapal. Oleh sebab itu, perawatan yang dilakukan secara terencana sangat diperlukan agar kinerja *boiler* tetap efisien dan terhindar dari kerusakan. Menurut Sularso (2010) dalam bukunya yang berjudul Teknik Tenaga Uap, perawatan *boiler* secara teratur merupakan kunci untuk menjaga efisiensi pembangkitan uap sekaligus menjamin keselamatan kerja di kapal. *Perawatan harian* dilakukan untuk memantau kondisi operasi boiler secara langsung. Hal ini mencakup pemeriksaan ketinggian air pada *steam drum* dan *water drum*, pengecekan nyala api burner, serta pengawasan tekanan uap dan suhu gas buang. Perawatan ini berfungsi sebagai langkah pencegahan terhadap kerusakan mendadak. Sejalan dengan hal tersebut, menurut Romzana (2000) dalam bukunya yang berjudul *Boiler and Steam Generation Systems*, menegaskan bahwa perawatan sistem pembakaran seperti burner dan nozzle merupakan faktor vital agar proses nyala api berlangsung sempurna dan stabil dalam boiler.

Selanjutnya, *perawatan mingguan* menitikberatkan pada pengecekan fungsi perangkat pengaman serta pembuangan endapan melalui proses *blow down*. Selain itu, dilakukan pula pemeriksaan terhadap *Safety Valve*, *Solenoid Valve*, serta sistem alarm seperti *Low Water Level Alarm* dan *Flame Failure Alarm*. Menurut Riwanto (2008) dalam bukunya yang berjudul Teknologi *Boiler*, pengujian perangkat pengaman pada *boiler* harus dilakukan secara berkala untuk menjamin kesiapan sistem dalam menghadapi kondisi darurat serta menghindari risiko kegagalan operasi. Perawatan tahunan lebih difokuskan pada inspeksi menyeluruh dan perbaikan struktural *boiler*. Kegiatan ini meliputi pembersihan kerak (*scaling*) pada pipa air dan drum, uji hidrostatis untuk mendeteksi kebocoran, serta kalibrasi instrumen pengukur tekanan dan suhu. Dengan penerapan program perawatan yang sistematis, umur pakai *boiler* dapat diperpanjang, risiko kecelakaan dapat diminimalkan, dan efisiensi kerja *boiler* dapat terus terjaga. Hal ini sejalan dengan pendapat Kemp (2006) dalam bukunya yang berjudul *Marine Boilers*. Glasgow: Brown, Son & Ferguson, yang menyatakan bahwa perawatan jangka panjang pada boiler bertujuan untuk meningkatkan *reliability* dan menekan biaya operasional akibat kerusakan mendadak.

b. PENELITIAN TERDAHULU

Beberapa penelitian sebelumnya sudah membahas mengenai perawatan *Pilot Burner* dan *Main Burner* pada *Boiler*. Banyak penelitian yang mengkaji tentang optimalisasi *burner* pada *Boiler*.namun masih sedikit yang membahas secara rinci tentang Perawatan *Pilot Burner* dan *Main Burner* pada *Boiler*. Maka dari itu penelitian ini penting sebagai referensi aktual dalam optimalisasi perawatan *Pilot Burner* dan *Main Burner* di kapal niaga.

Tabel 2.1
Penelitian terdahulu

No	Nama penulis & Tahun terbit	Judul Penelitian	Hasil
1	Suryana (2015)	Optimalisasi perawatan pada <i>Boiler</i> dengan Variasi Kondisi <i>Burner</i>	Hasil penelitian menunjukkan bahwa mengoptimalkan pembakaran sangat dipengaruhi oleh kondisi <i>burner</i> . Perawatan rutin dan penyetelan <i>burner</i> dapat meningkatkan efisiensi hingga 10%.
2	Rahman (2017)	Perawatan Sistem <i>Burner</i> pada <i>Boiler Marine Water Tube</i>	Kesimpulan penelitian menegaskan bahwa kegagalan <i>start-up boiler</i> sebagian besar disebabkan oleh kerusakan pada <i>pilot burner</i> dan sumbatan pada <i>nozzle main burner</i> . Disarankan perawatan preventif dilakukan setiap 250 jam operasi.
3	Wibowo (2018)	Optimalisasi Operasi <i>Burner</i> pada <i>Boiler</i> Kapal Penumpang	Penelitian ini menyimpulkan bahwa pengaturan tekanan bahan bakar dan kualitas atomisasi pada <i>burner</i> berpengaruh langsung terhadap kestabilan nyala api. Optimalisasi pengoperasian dapat menurunkan konsumsi bahan bakar hingga 5%

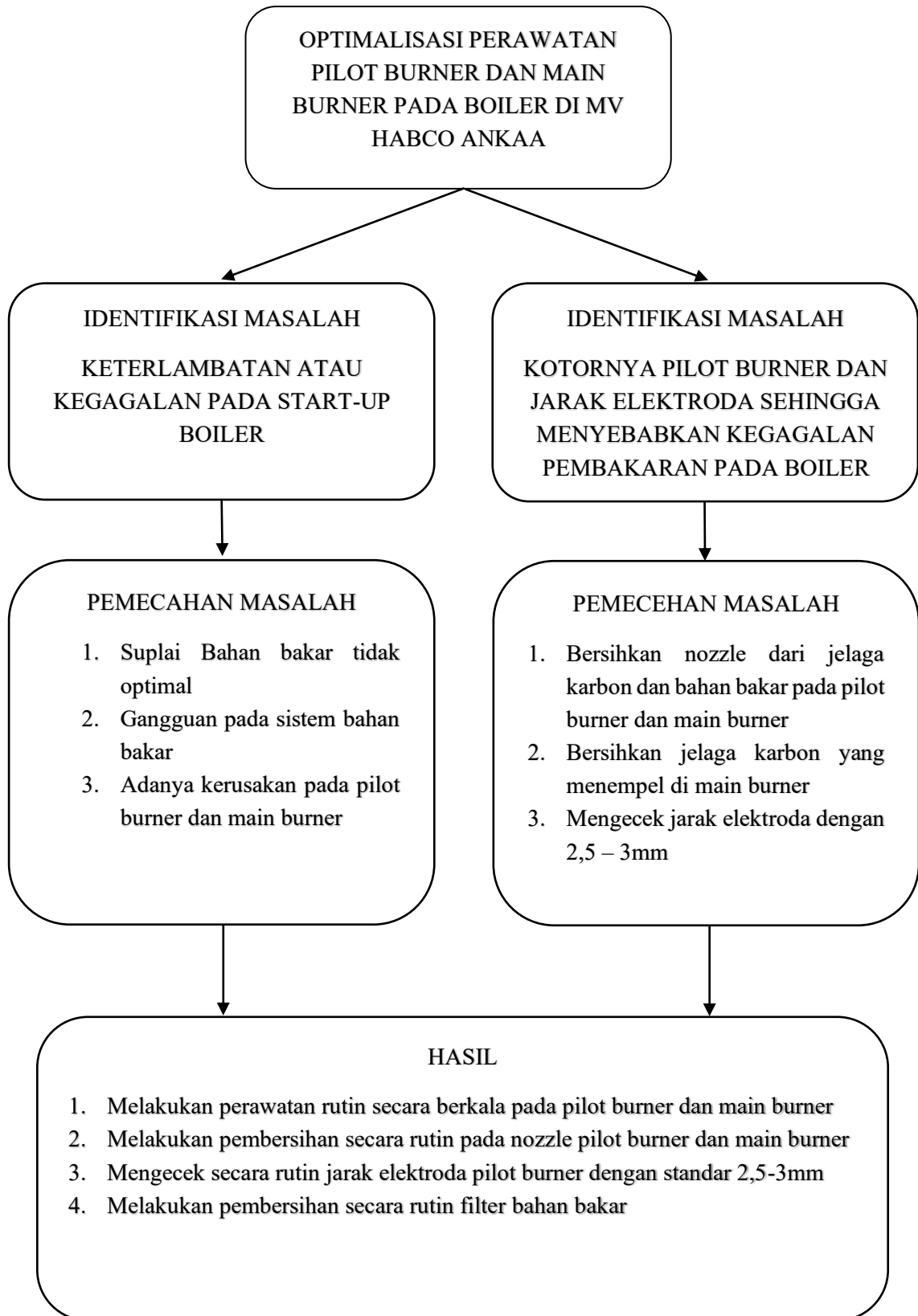
4	Putra (2020)	Kajian Perawatan dan <i>Troubleshooting Burner Boiler</i>	Penelitian menunjukkan bahwa sistem <i>burner</i> yang tidak dirawat dengan baik berisiko menimbulkan <i>backfire</i> dan ledakan kecil. Kesimpulannya, perawatan <i>pilot burner</i> menjadi kunci utama dalam mencegah kerusakan <i>main burner</i> .
5	Santoso (2021)	Evaluasi Unjuk Kerja <i>Pilot Burner</i> pada <i>Marine Boiler</i>	Kesimpulan penelitian menyebutkan bahwa <i>pilot burner</i> harus dipastikan dalam kondisi optimal sebelum <i>main burner</i> dioperasikan. Kegagalan pada <i>pilot burner</i> menyebabkan keterlambatan <i>start-up</i> dan inefisiensi pembakaran.

c. KERANGKA PEMIKIRAN

Kerangka pemikiran ini merupakan suatu pola pemikiran untuk menganalisa masalah yang dibahas oleh peneliti untuk mempermudah dalam pembahasan skripsi, yang disusun berurutan untuk mempermudah pemecahan masalah yang dibahas secara rinci.

Boiler merupakan salah satu peralatan vital di kapal yang berfungsi menghasilkan uap untuk keperluan operasional, baik untuk penggerak maupun kebutuhan yang dibutuhkan diatas kapal. Keandalan *boiler* sangat bergantung pada sistem pembakaran yang berlangsung di dalamnya, khususnya pada bagian *burner*. *Burner* terdiri dari *pilot burner* dan *main burner* yang berfungsi sebagai sumber nyala awal dan nyala utama dalam proses pembakaran. Menurut Sularso (2010), dalam bukunya yang berjudul *Teknik Tenaga Uap*. *Burner* yang tidak dirawat dengan baik dapat menyebabkan pembakaran tidak sempurna, *inefisiensi* penggunaan bahan bakar, hingga risiko kegagalan *start-up*. Oleh karena itu, perawatan yang tepat pada *pilot burner* dan *main burner* menjadi sangat penting untuk menjamin kelancaran operasi *boiler*. Penelitian sebelumnya telah banyak membahas perawatan *burner* secara umum, namun kajian spesifik mengenai optimalisasi perawatan *pilot burner* dan *main*

burner pada tipe *Vertical Composite Boiler* di kapal *bulk carrier* seperti *MV Habco Ankaa* masih sangat terbatas. Setiap jenis kapal memiliki kondisi operasional dan beban kerja *boiler* yang berbeda, sehingga pendekatan perawatan juga harus disesuaikan. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada bagaimana strategi perawatan dapat dioptimalkan untuk mendukung keandalan *boiler* di kapal tersebut. Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa kerangka pemikiran penelitian ini bertumpu pada hubungan antara peran vital *burner* dalam sistem pembakaran dengan kebutuhan optimalisasi perawatannya. Permasalahan kegagalan *start-up* dan *inefisiensi* pembakaran akan dikaji dengan menitikberatkan pada kondisi *pilot burner* dan *main burner* di *MV Habco Ankaa*. Hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi bagi pengembangan strategi perawatan *boiler* yang lebih efektif dan efisien, baik dari sisi teknis, keselamatan, maupun ekonomis.



BAB V

KESIMPULAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan batasan masalah yang telah ditetapkan dalam penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa fokus kajian difokuskan pada dua permasalahan utama yang memiliki pengaruh langsung terhadap kinerja sistem pembakaran pada *boiler* di kapal MV Habco Ankaa.

1. keterlambatan atau kegagalan *start-up boiler*.

- a. Kegagalan pada proses *start-up boiler* terutama disebabkan oleh ketidaksiapan kondisi awal sistem pembakaran atau *pilot burner*, khususnya pada suplai bahan bakar dan udara pembakaran yang belum berada pada parameter operasi yang dipersyaratkan.
- b. Ketidakstabilan tekanan bahan bakar dan udara menyebabkan proses atomisasi dan pencampuran tidak berlangsung secara optimal sehingga nyala api awal sulit terbentuk. Gangguan pada sistem penyalaan awal, khususnya pada *pilot burner*, terbukti memiliki peranan yang signifikan terhadap kegagalan *start-up boiler*. Kondisi *pilot burner* yang tidak bekerja secara maksimal mengakibatkan percikan api tidak mampu memicu pembakaran bahan bakar secara stabil, sehingga sistem pengaman *boiler* bekerja dan menyebabkan terjadinya *trip* atau kegagalan awal pembakaran.
- c. Kegagalan *start-up boiler* juga dipengaruhi oleh kurang optimalnya pelaksanaan prosedur pemeriksaan awal sebelum penyalaan, seperti pengecekan tekanan bahan bakar, suplai udara pembakaran, dan kondisi komponen pembakaran (*ignition*). Hal ini menunjukkan bahwa kesiapan sistem secara menyeluruh sangat menentukan keberhasilan proses *start-up* pada *boiler*.

2. Kotornya *pilot burner* sehingga menyebabkan kegagalan pada *start-up boiler*.

- a. Kotornya *pilot burner* terbukti menjadi salah satu penyebab utama kegagalan pembakaran pada *boiler*, karena penumpukan karbon, residu bahan bakar, dan kotoran lainnya secara langsung mengganggu proses pengkabutan bahan bakar pada *nozzle pilot burner*.
- b. Akumulasi kotoran pada *pilot burner* menyebabkan pola penyemprotan bahan bakar menjadi tidak merata, sehingga bahan bakar sulit menangkap percikan api dari *elektrode ignition* dan proses penyalaan awal tidak dapat berlangsung sesuai standar operasional. Kondisi *pilot burner* yang kotor berdampak pada melemahnya nyala api awal (*pilot flame*), yang mengakibatkan *flame detector* tidak mendeteksi api secara sempurna dan sistem proteksi *boiler* bekerja dengan memutus proses pembakaran (*flame failure*).
- c. Kurangnya pemeliharaan dan pembersihan rutin pada *pilot burner* sesuai *Planned Maintenance System* (PMS) menjadi faktor yang memperparah kondisi kontaminasi, sehingga masalah kotornya *pilot burner* cenderung berulang dan semakin sulit dikendalikan. Berdasarkan hasil analisis, dapat disimpulkan bahwa kebersihan *pilot burner* memiliki peran yang sangat penting dalam menjamin keberhasilan proses pembakaran awal, karena *pilot burner* berfungsi sebagai sumber nyala pertama sebelum *main burner* diaktifkan.

B. SARAN

Berdasarkan kesimpulan penelitian, maka penulis memberikan beberapa saran yang dapat diterapkan untuk mengoptimalkan perawatan *pilot burner* dan *main burner* pada *boiler*, serta mencegah terulangnya kegagalan *start-up*. Maka peneliti dapat mengemukakan saran untuk kedua permasalahan berikut.

1. Keterlambatan atau kegagalan pada *start-up boiler*.

- a. Pertama, untuk meminimalkan kegagalan *start-up* pada *boiler*, disarankan agar proses pengendalian pembentukan karbon dilakukan secara lebih terstruktur melalui optimalisasi suplai bahan bakar dan udara pembakaran (*air-fuel ratio*) serta pengawasan kondisi pembakaran.
- b. Pelaksanaan *Planned Maintenance System* (PMS) perlu ditingkatkan efektivitasnya dengan penjadwalan inspeksi yang lebih terfokus pada komponen-komponen yang berperan langsung dalam *start-up boiler*, sehingga potensi gangguan teknis dapat terdeteksi dan ditangani sebelum menyebabkan kegagalan *start-up boiler*.

- c. *Engineer* Penyetelan dan pemeriksaan komponen sistem pembakaran (*ignition system*), terutama *pilot burner* dan elektroda penyalaan, perlu dijadikan bagian dari prosedur pemeriksaan sebelum memulai pembakaran (*pre-start check*) untuk memastikan percikan api memiliki kekuatan dan arah yang sesuai guna mendukung keberhasilan penyalaan.

2. Kotornya *pilot burner* sehingga menyebabkan kegagalan pada *start-up boiler*.

- a. Disarankan agar *engineer* harus melakukan kegiatan pembersihan *pilot burner*, khususnya pada bagian *nozzle* dan area sekitar pembakaran elektroda (*elektrode ignition*), dilakukan dengan frekuensi yang lebih teratur dan terencana.
- b. Akumulasi karbon dan residu bahan bakar terbukti menjadi penyebab utama terganggunya proses pengkabutan dan penyalaan awal, sehingga pembersihan deposit karbon pada *nozzle pilot burner* harus menjadi prioritas utama dalam pemeliharaan *boiler*.
- c. *Program Planned Maintenance System* (PMS) perlu difokuskan secara khusus pada komponen *pilot burner* dengan penjadwalan inspeksi dan pembersihan yang lebih konsisten. Setiap hasil pemeriksaan kondisi kebersihan *pilot burner* harus didokumentasikan secara sistematis untuk memudahkan pemantauan penumpukan karbon pada *pilot burner* dan menentukan waktu perawatan yang tepat sebelum terjadi kegagalan pembakaran.