

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



SKRIPSI

**OPTIMALISASI PERAWATAN *BURNER* KETEL UAP
UNTUK MENUNJANG KELANCARAN
PENGOPERASIAN PERMESINAN DI KAPAL
MV. SHINSUNG CLEVER**

Oleh:

Christon Moses Partogian Sijabat
NRP. 564211287

**PROGAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV
JURUSAN TEKNIKA
JAKARTA
2025**

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



**OPTIMALISASI PERAWATAN *BURNER* KETEL UAP
UNTUK MENUNJANG KELANCARAN
PENGOPERASIAN PERMESINAN DI KAPAL
MV. SHINSUNG CLEVER**

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

Oleh:

**Christon Moses Partogian Sijabat
NRP. 564211287**

**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	: Christon Moses Partogian Sijabat
NRP	: 564211287
Program Pendidikan	: Diploma IV
Jurusan	: Teknika
Judul	: Optimalisasi Perawatan <i>Burner</i> Ketel Uap Untuk Menunjang Kelancaran Pengoperasian di Kapal MV. Shinsung Clever

Jakarta, 15 Desember 2025



Penulis
Christon Moses Partogian Sijabat
564211287

TANDA PENGESAHAN SKRIPSI


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



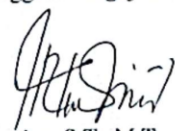
TANDA TANGAN PENGESAHAN

Nama : Christon Moses Partogian Sijabat
NRP : 564211287
Program Pendidikan : Diploma IV
Jurusan : Teknika
Judul : Optimalisasi Perawatan *Burner* Ketel Uap Untuk
Menunjang Kelancaran Pengoperasian Permesinan di
Kapal MV. Shinsung Clever

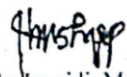
Ketua Penguji


Denny Fitriani, S.Si., M.T.
Penata Tk. 1 (III/d)
NIP. 19800727 200912 1 001


Anggota Penguji 2


Sursina, S.T., M.T.
Penata Tk. 1 (III/d)
NIP. 19720723 199803 2 001

Anggota Penguji 3


Ir. Junaidi, M.M.
Penata (IV/d)
NIP. 19630814 199403 1 002

Mengetahui;
Ketua Jurusan Teknika


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

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat, berkat, dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini tepat pada waktu yang telah ditentukan. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada bidang keahlian Teknik, dengan judul:

“OPTIMALISASI PERAWATAN BURNER KETEL UAP UNTUK MENUNJANG KELANCARAN PENGOPERASIAN PERMESINAN DI KAPAL MV.SHINSUNG CLEVER”

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih jauh dari sempurna dan terdapat berbagai kekurangan, baik dari segi penyajian penulisan, penyampaian materi, maupun penggunaan bahasa, mengingat keterbatasan kemampuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun guna penyempurnaan skripsi ini, sehingga dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan penulis pada khususnya.

Penulis dapat menyelesaikan skripsi ini berkat adanya bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, maka dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyusun 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 Mochamad Ely 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 karyawan Sekolahan Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta.
6. Kepada kedua orang tua saya tercinta ayah saya Salem Sijabat S.H. dan ibu saya Yuniar Dumasari Siregar yang selalu men-support saya baik secara moril maupun materi.
7. Kepada paman saya Capt.Guntur Siregar beserta keluarga yang selalu mendukung saya dan mendoakan saya.
8. Seluruh Crew kapal MV.SHINSUNG CLEVER, terutama untuk perwira mesin

yang telah membimbing dan mengarahkan saya selama menjadi cadet.

9. Rekan-rekan taruna dan taruni angkatan LXIV yang tidak dapat saya sebutkan namanya satu per satu.
10. Teman-teman kamar G-208 yang mendukung penulis dalam hal pembelajaran dikelas maupun di luar kelas.
11. Seluruh pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung serta teman-teman lainnya yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini

Semoga Tuhan Yang Maha Esa selalu melimpahkan rahmat-Nya kepada mereka atas segala bantuan dan jasa baiknya yang telah diberikan.

Akhirnya penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini jauh dari sempurna dan masih banyak terdapat kekurangan-kekurangan, maka dari itu penulis mengharapkan tanggapan dan saran dari semua pihak guna menambah wawasan ilmu yang berguna nantinya bagi penulis dan para pembaca di masa yang akan datang.

Jakarta, 15 Desember 2025

Penulis,

CHRISTON MOSES PARTOGIAN SIJABAT
NRP. 564211287

DAFTAR ISI

	Halaman
SAMPUL DALAM	i
HALAMAN PERSYARATAN ORISINALITAS	ii
TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI	iii
TANDA PENGESAHAN SKRIPSI	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
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	2
C. BATASAN MASALAH.....	2
D. RUMUSAN MASALAH	3
E. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	3
1. Tujuan dari Penelitian	3
2. Manfaat Penelitian	3
F. SISTEMATIKA PENULISAN SKRIPSI.....	3
BAB II LANDASAN TEORI	5
A. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
1. Defenisi Ketel Uap.....	6
2. Perawatan	6
3. Alat Pembakar (<i>Burner</i>)	11
4. Bahan Bakar Yang Digunakan Alat Pembakar (<i>Burner</i>).....	12
5. Prinsip Kerja Ketel Uap	13
6. Pengoperasian	15

7. Proses Terbentuknya Uap Hasil Dari Proses Pembakaran Bahan Bakar	16
8. Pembatasan Penggunaan Minyak Bahan Bakar	17
9. Pengaturan Bahan Bakar	17
10. Pengertian Yang Ada Menyangkut Alat Pembakar (<i>Burner</i>) Pada Ketel Uap	19
11. Alat Pengaman	21
B. PENELITIAN TERDAHULU	23
C. KERANGKA PEMIKIRAN	24
BAB III METODE PENELITIAN	Error! Bookmark not defined.
A. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN ...	Error! Bookmark not defined.
1. Waktu Penelitian	Error! Bookmark not defined.
2. Tempat Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
B. METODE PENDEKATAN DAN TEKNIK PENGUMPULAN DATA	Error! Bookmark not defined.
1. Metode Pendekatan	Error! Bookmark not defined.
2. Teknik Pengumpulan Data.....	Error! Bookmark not defined.
C. SUBJEK PENELITIAN.....	Error! Bookmark not defined.
D. TEKNIK ANALISIS DATA.....	Error! Bookmark not defined.
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	Error! Bookmark not defined.
A. DESKRIPSI DATA.....	Error! Bookmark not defined.
1. Terjadinya Kegagalan Pada Awal Pembakaran <i>Burner</i>	Error! Bookmark not defined.
2. Terjadinya Kerusakan Pada <i>Elektroda</i> .	Error! Bookmark not defined.
B. ANALISIS DATA.....	Error! Bookmark not defined.
1. Terjadinya Kegagalan Pada Awal Pembakaran <i>Burner</i>	Error! Bookmark not defined.
2. Terjadinya Kerusakan Pada <i>Elektroda</i> .	Error! Bookmark not defined.
C. ALTERNATIF PEMECAHAN MASALAH	Error! Bookmark not defined.
1. Terjadinya Kegagalan Pada Awal Pembakaran <i>Burner</i>	Error! Bookmark not defined.
2. Terjadinya Kerusakan Pada Elektroda .	Error! Bookmark not defined.
D. EVALUASI PEMECAHAN MASALAH..	Error! Bookmark not defined.

1. Terjadinya Kegagalan Pada Awal Pembakaran <i>Burner</i>	Error!
	Bookmark not defined.
2. Terjadinya Kerusakan Pada <i>Elektroda</i> .	Error! Bookmark not defined.
E. PEMECAHAN MASALAH	Error! Bookmark not defined.
1. Terjadinya Kegagalan Pada Awal Pembakaran <i>Burner</i>	Error!
	Bookmark not defined.
2. Terjadinya Kerusakan Pada <i>Elektroda</i> .	Error! Bookmark not defined.
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	26
A. Kesimpulan.....	26
B. SARAN	27
DAFTAR PUSTAKA.....	28
LAMPIRAN.....	29

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Sistem Bahan Bakar <i>Burner</i>	12
Gambar 2.2	Ilustrasi Sederhana Ketel Uap.....	14
Gambar 2.3	Ketel Uap Pipa Air	14
Gambar 2.4	Proses Pembentukan Uap.....	15
Gambar 4.1	Saringan Bahan Bakar	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.2	Karbon Pada <i>Nozzle</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.3	Retakan Pada Elektroda.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.4	Pengaturan Jarak Elektroda.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.5	Perawatan Terhadap <i>Nozzle</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.6	Penggantian <i>Nozzle</i> Yang Baru.....	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Penelitian Terdahulu.....	23
Tabel 4.1	Data Ketel Uap.....	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR SINGKATAN

ASME	: <i>American Society of Mechanical Engineers</i>
BKI	: Biro Klasifikasi Indonesia
HFO	: <i>Heavy Fuel Oil</i>
HFO	: <i>Heavy Fuel Oil</i>
IMO	: <i>International Maritime Organization</i>
ISM Code	: <i>International Safety Management Code</i>
LR	: <i>Lloyd's Register</i>
MDO	: <i>Marine Diesel Oil</i>
PKN	: Praktek Kerja Nyata
PMS	: <i>Planned Maintenance System</i>
SOLAS	: <i>Safety of Life at Sea</i>
STIP	: Teknika Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran

DAFTAR ISTILAH

- Boiler* : yaitu bejana bertekanan dengan bentuk dan ukuran yang didesain untuk menghasilkan uap panas atau *steam*. *Steam* dengan tekanan tertentu kemudian digunakan untuk mengalirkan panas ke suatu proses.
- Burner* : yaitu alat pembakar, untuk mengabutkan bahan bakar dan mencampurnya dengan udara kemudian membakar bahan bakar tersebut.
- Fan Boiler* : yaitu alat untuk mensuplai udara bertekanan untuk dicampur dengan bahan bakar agar bisa dilakukan pembakaran.
- Economizer* : yaitu untuk memanaskan air pengisi *boiler* dengan memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran di dalam *boiler*.
- Damper Motor* : yaitu pengatur aliran udara yang dibutuhkan di dalam ruang bakar *boiler* agar pembakaran dapat terjadi dengan sempurna.
- Noozle* : yaitu komponen pada *burner* yang berfungsi untuk mengabutkan bahan bakar di dalam ruang bakar *boiler* agar terjadi pembakaran yang sempurna.
- Miss Fire* : yaitu suatu keadaan dimana alarm berbunyi saat *boiler* mati mendadak disertai ledakan kecil.
- Post Purge* : yaitu suatu proses pembilasan di dalam ruang bakar menggunakan udara yang ditekan melalui *fan boiler*.
- Impeller* : yaitu alat yang berfungsi untuk menangkap udara dan akan di tekan ke ruang bakar dengan tekanan tinggi.

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. *Ship's Particular* MV. Shinsung Clever
- Lampiran 2. *Crew List* MV. Shingsung Clever
- Lampiran 3. *Nozzle* dan Elektroda Kotor
- Lampiran 4. Kerusakan Pada Elektroda
- Lampiran 5. Pemasangan *Nozzle* Dan Elektroda
- Lampiran 6. Pemasangan Elektroda Rod
- Lampiran 7. Pengetesan Pengabutan *Nozzle*
- Lampiran 8. *Specification of Boiler*
- Lampiran 9. *Boiler Record*
- Lampiran 10. Hasil Cek Turnitin

ABSTRAK

Christon Moses Partogian Sijabat, 2025 “Optimalisasi Perawatan Burner Ketel Uap untuk Menunjang Kelancaran Pengoperasian Permesinan di Kapal MV. Shinsung Clever”

Ketel uap bantu (*auxiliary boiler*) merupakan salah satu peralatan vital di atas kapal yang berfungsi sebagai penyedia uap untuk menunjang berbagai kebutuhan operasional, seperti pemanasan bahan bakar, pemanasan ruangan, dan keperluan penunjang lainnya. Keandalan pengoperasian ketel uap sangat dipengaruhi oleh kinerja burner sebagai komponen utama dalam sistem pembakaran. Permasalahan yang sering terjadi pada pengoperasian ketel uap di kapal MV. *Shinsung Clever* adalah kegagalan pembakaran awal burner serta kerusakan pada elektroda, yang berdampak pada penurunan produksi uap dan terganggunya kelancaran operasional kapal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penyebab terjadinya kegagalan pembakaran awal burner dan kerusakan elektroda, serta mengkaji upaya optimalisasi perawatan burner ketel uap guna menunjang kelancaran pengoperasian kapal. Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif kualitatif, dengan teknik pengumpulan data melalui observasi langsung selama praktik kerja laut di atas kapal, wawancara dengan masinis, serta studi pustaka yang relevan dengan sistem ketel uap dan perawatan burner. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kegagalan pembakaran awal burner dan kerusakan elektroda disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain kualitas bahan bakar yang kurang baik, penyetelan jarak elektroda yang tidak sesuai standar, serta pelaksanaan perawatan yang belum optimal sesuai dengan *Planned Maintenance System* (PMS). Oleh karena itu, penerapan perawatan burner secara berkala dan terencana sesuai PMS, disertai pemeriksaan rutin terhadap elektroda, tekanan bahan bakar, nozzle, serta sistem bahan bakar, dapat meningkatkan kinerja ketel uap. Dengan optimalisasi perawatan tersebut, pengoperasian ketel uap dapat berjalan dengan baik sehingga menunjang keselamatan dan kelancaran operasional kapal.

Kata kunci: Ketel uap bantu, burner, perawatan, elektroda, Planned Maintenance System.

ABSTRACT

Christon Moses Partogian Sijabat, 2025 “*Optimization of Auxiliary Boiler Burner Maintenance to Support Smooth Operation of Machinery on Board MV. Shinsung Clever*”

The auxiliary boiler is a vital piece of equipment on board a ship, functioning as a steam supply to support various operational needs such as fuel heating, space heating, and other auxiliary purposes. The reliability of auxiliary boiler operation is highly influenced by the performance of the burner as the main component in the combustion system. Problems frequently encountered in the operation of the auxiliary boiler on MV Shinsung Clever include failure of initial burner ignition and damage to the ignition electrode, which lead to decreased steam production and disruption of ship operations. This study aims to identify the causes of initial burner ignition failure and electrode damage, as well as to examine efforts to optimize burner maintenance in order to support smooth ship operations. The research method employed is a descriptive qualitative approach, with data collected through direct observation during sea practice on board the vessel, interviews with engine officers, and literature review related to boiler systems and burner maintenance. The results indicate that ignition failure and electrode damage are caused by several factors, including poor fuel quality, improper electrode gap adjustment, and maintenance practices that are not optimally implemented in accordance with the Planned Maintenance System (PMS). Therefore, the implementation of regular and systematic burner maintenance based on PMS, accompanied by routine inspections of electrodes, fuel pressure, nozzles, and the fuel system, can improve auxiliary boiler performance. Proper maintenance ensures reliable boiler operation, thereby supporting the safety and smooth operation of the ship.

Keywords: *Auxiliary boiler, burner, maintenance, electrode, Planned Maintenance System.*

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Seiring semakin berkembangnya transportasi laut, kapal yang merupakan transportasi yang dibutuhkan untuk mengangkut dengan kapasitas yang besar. Sebagai alat transportasi yang memiliki kapasitas yang besar maka dari itu untuk memperlancar arus perdagangan, pengoperasian kapal harus dijaga agar bisa digunakan kapan saja dan dimana saja sehingga memperlancar proses pengiriman barang. Merupakan suatu kenyataan bahwa sampai saat ini di kapal-kapal niaga masih banyak kita jumpai instalasi tenaga uap sebagai instalasi bantu.

Dari pengalaman berlayar praktek laut, penulis ingin membahas kejadian yang ada di atas kapal MV. SHINSUNG CLEVER tempat penulis melaksanakan praktek laut. Sebagai instalasi tenaga uap, ketel bantu penting untuk digunakan sebagai pemanas, baik sebagai pemanas bahan bakar, pemanas ruangan, pemanas air atau juga untuk keperluan dapur.

Ketel uap yaitu suatu bejana tertutup yang dapat menghasilkan uap bertekanan lebih dari satu atmosfer dengan jalan pemanasan air ketel yang berada di dalamnya dengan gas-gas panas hasil pembakaran bahan bakar.

Pada saat penulis melakukan praktek laut sering terjadi ketidakfungsian saat mengoperasikan ketel uap yang merupakan sarana penunjang kelancaran pengoperasian mesin induk diatas kapal. Adapun hambatan yang terjadi ketel uap sering tidak dapat berfungsi ketika pergantian media pemanas dari gas buang mesin induk menjadi media pemanas *burner*. Dengan adanya hambatan ini dapat menurunkan tekanan uap, yang dapat mempengaruhi kualitas bahan bakar terhadap mesin induk. Dengan adanya hambatan seperti ini Masinis III merupakan penanggung jawab atas berjalanya ketel uap melakukan perawatan pada *burner*. Untuk menunjang kelancaran *burner* seharusnya selalu diadakan perawatan rutin secara berkala, agar tidak mengalami masalah dalam pengoperasian mesin induk di atas kapal. Maka dari itu diperlukannya masinis yang mempunyai kemampuan dan pengetahuan dalam

merawat serta mengoperasikan ketel uap dengan baik agar ketel uap diatas kapal berjalan dengan baik dan lancar.

Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menganggap bahwa sistem pembakaran ketel uap bantu adalah satu komponen yang perlu diperhatikan perawatannya guna mencapai kelancaran pengoperasian kapal. Penulis menganggap bahwa ketel uap bantu adalah salah satu komponen yang perlu diperhatikan perawatannya terutama kinerja *burner* yang berperan penting dalam proses pembakaran di ketel uap. Hal tersebut mendorong penulis untuk mengangkat judul skripsi sebagai berikut:

**“OPTIMALISASI PERAWATAN BURNER KETEL UAP UNTUK
MENUNJANG KELANCARAN PENGOPERASIAN PERMESINAN DI
KAPAL MV.SHINSUNG CLEVER”**

Penulis ingin menganalisis dan mengevaluasi sistem perawatan burner pada ketel uap di kapal MV. SHINSUNG CLEVER, serta memberikan solusi untuk mengoptimalkan metode perawatan yang tepat. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi nyata dalam meningkatkan efisiensi operasional dan keselamatan kerja di atas kapal.

B. IDENTIFIKASI MASALAH

Ditinjau dari manajemen pengoperasian, perawatan yang dilakukan pada ketel uap dalam upaya membantu kelancaran operasional kapal ini sangat praktis, tetapi pada pelaksanaannya sering terjadi kesalahan-kesalahan yang dapat mengakibatkan gangguan terhadap operasional kapal. Maka penulis menentukan beberapa identifikasi masalah dalam skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Terjadinya kegagalan pada awal pembakaran *burner*.
2. Kondisi bahan bakar yang kurang bagus
3. Terjadinya kerusakan pada *body* elektroda
4. Kurangnya produksi uap yang dihasilkan
5. Terjadinya permasalahan sistem penyaluran pipa bahan bakar pada *burner*

C. BATASAN MASALAH

Mengingat banyaknya permasalahan yang dibahas dalam usaha melancarkan operasional kapal, maka penulis membatasi permasalahan yang akan dibahas dalam skripsi ini, yaitu :

1. Terjadinya kegagalan pada awal pembakaran *burner*.
2. Terjadinya kerusakan pada *body* elektroda

D. RUMUSAN MASALAH

Permasalahan dalam skripsi ini penulis tuangkan berdasarkan pengamatan yang terjadi pada saat penulis melaksanakan praktek laut di kapal MV. SHINSUNG CLEVER. Mengingat sangat pentingnya ketel uap (*boiler*) sebagai sarana pendukung operasional kapal, dalam hal ini penulis merumuskan masalah yang terjadi

1. Apa penyebab terjadinya kegagalan pada awal pembakaran *burner* ?
2. Apa penyebab terjadinya kerusakan pada *body* elektroda ?

E. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

1. Tujuan dari Penelitian

- a. Mencari penyebab kurang optimalnya kinerja *burner* pada proses pengapian pada ketel bantu.
- b. Untuk mencari solusi penyelesaian terhadap penyebab kurang optimalnya kinerja *burner* pada ketel bantu.
- c. Untuk mencari penyebab kerusakan elektroda *burner* pada *boiler*

2. Manfaat Penelitian

- a. Manfaat secara praktis adalah sebagai gambaran dan pengetahuan bagi perwira dan anak buah kapal bagian mesin untuk dapat memahami pelaksanaan pengoperasian, perawatan, dan dalam menganalisis gejala kerusakan yang sewaktu-waktu dapat terjadi pada *burner*.
- b. Kegunaan secara teoritis adalah sebagai bahan masukan yang berguna untuk menambah wawasan pengetahuan, dalam mengatasi dan mengambil keputusan yang dihadapi seputar masalah yang berkaitan dengan *burner*.

F. SISTEMATIKA PENULISAN SKRIPSI

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

BAB I : PENDAHULUAN

Dalam bab ini berisikan lima sub bab yaitu latar belakang pemilihan judul, tujuan pembahasan masalah pokok dan manfaat penelitian, perumusan masalah, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II : LANDASAN TEORI

Pada bab ini menyajikan dan menguraikan tentang hasil penelitian yang dilakukan orang lain terdahulu yang berkaitan dengan kasus yang diangkat. Tinjauan pustaka yang memuat uraian mengenai ilmu yang terdapat dalam pustaka, penjelasan teori-teori yang relevan dengan kasus yang diteliti serta kerangka pemikiran, dan hipotesis.

BAB III : METODE PENELITIAN

Pada bab ini berisi uraian yang menguraikan tentang seberapa lama waktu dan tempat melakukan penelitian, teknik pengumpulan data yang mengungkapkan cara mendapatkan data, populasi dan sample serta teknik analisa mengemukakan metode yang digunakan penulis.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

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

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

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

BAB II

LANDASAN TEORI

A. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam rangka menunjang pembahasan skripsi sesuai dengan judul yang diangkat, pada bab ini disajikan tinjauan pustaka yang memuat teori-teori, definisi, dan konsep dasar yang berkaitan dengan topik penelitian. Penyusunan tinjauan pustaka bertujuan memberikan landasan teoritis yang kuat, sehingga analisis yang dilakukan memiliki dasar ilmiah yang jelas dan dapat dipertanggungjawabkan.

Menurut Sugiyono (2019), tinjauan pustaka merupakan uraian sistematis mengenai teori-teori yang relevan dengan variabel penelitian. Oleh karena itu, pembahasan dalam bab ini diarahkan pada konsep mengenai ketel uap (*boiler*), meliputi definisi, prinsip kerja, jenis, serta komponen-komponen yang mendukung proses operasionalnya.

Dalam praktik pengoperasian, perawatan, maupun perbaikan permesinan di kapal, panduan yang tertuang dalam *instruction manual* atau buku petunjuk pabrikan harus dijadikan acuan utama. Hal ini sesuai dengan pendapat Choudhury (2016), yang menyatakan bahwa pemeliharaan sistem propulsi dan penunjang di kapal akan optimal apabila dilakukan berdasarkan prosedur standar pabrikan, karena setiap mesin memiliki karakteristik operasional yang berbeda. Dengan demikian, kepatuhan terhadap instruksi manual tidak hanya meningkatkan efisiensi, tetapi juga mencegah terjadinya kerusakan dini pada peralatan.

Selain bersumber dari literatur, penulis juga mengacu pada pengalaman praktik kerja laut (*on board training*) di atas kapal. Menurut Miles dan Huberman (2014), pengalaman empiris merupakan salah satu bentuk data kualitatif yang dapat digunakan untuk mendukung interpretasi teori dalam penelitian. Dengan demikian, pengalaman langsung dapat dipadukan dengan literatur ilmiah untuk menghasilkan analisis yang lebih komprehensif.

Pada penelitian ini, tinjauan pustaka difokuskan pada kajian mengenai ketel uap (*boiler*) dan permasalahan yang timbul akibat kurang optimalnya kinerja *burner*.

Sebelum membahas lebih jauh mengenai faktor penyebab dan solusi, maka terlebih dahulu perlu dipahami definisi, prinsip kerja, serta komponen pendukung dari ketel uap itu sendiri.

1. Defenisi Ketel Uap

Secara umum, ketel uap (*steam boiler*) didefinisikan sebagai suatu bejana tertutup yang digunakan untuk menghasilkan uap dengan cara memanaskan air melalui energi panas hasil pembakaran bahan bakar. Uap yang dihasilkan memiliki tekanan lebih tinggi dari satu atmosfer dan dimanfaatkan untuk berbagai kebutuhan, baik sebagai penggerak turbin, pemanas, maupun proses industri.

Menurut *American Society of Mechanical Engineers* (ASME, 2015), *boiler* adalah sebuah bejana tertutup di mana panas dari hasil pembakaran dialirkan ke dalam air sampai terbentuk uap dengan tekanan tertentu. Definisi ini menekankan bahwa ketel uap berfungsi mengubah energi kimia bahan bakar menjadi energi panas, kemudian dikonversi menjadi energi tekanan uap.

Sedangkan menurut Ganesh (2018), ketel uap merupakan salah satu peralatan penting pada sistem permesinan kapal yang berfungsi sebagai penyedia utama energi uap untuk keperluan operasional, seperti pemanas bahan bakar, penggerak mesin bantu, serta kebutuhan *hotel load*. Dengan demikian, peran ketel uap tidak hanya terbatas pada penyedia tenaga, tetapi juga mendukung kelancaran operasional pelayaran secara menyeluruh.

Dari berbagai definisi tersebut dapat disimpulkan bahwa ketel uap merupakan peralatan vital dalam sistem permesinan kapal, yang berfungsi untuk mengubah energi panas dari pembakaran bahan bakar menjadi energi uap bertekanan tinggi. Efisiensi dan keandalan ketel uap sangat dipengaruhi oleh kondisi komponen utamanya, salah satunya adalah burner, yang menjadi pusat pembakaran.

2. Perawatan

Perawatan merupakan suatu kegiatan yang dilaksanakan secara sistematis dengan tujuan mempertahankan kondisi material, baik yang bersifat statis (diam) maupun dinamis (bergerak), agar tidak mengalami kemerosotan secara cepat. Menurut NSOS Manajemen Perawatan dan Perbaikan, perawatan adalah usaha untuk memperlambat tingkat kerusakan material melalui tindakan pengendalian

dan pemeliharaan berkelanjutan. Definisi ini menekankan bahwa perawatan bukan sekadar memperbaiki komponen yang rusak, tetapi juga mencakup kegiatan preventif untuk menjaga kondisi peralatan agar tetap andal.

Perawatan pada kapal merupakan faktor fundamental dalam menjamin keberlangsungan operasional dan keselamatan pelayaran. Mobley (2002) menyatakan bahwa perawatan adalah suatu kombinasi tindakan teknis, administratif, dan manajerial yang ditujukan untuk menjaga keandalan (*reliability*) serta ketersediaan (*availability*) suatu sistem. Sementara itu, Dhillon (2006) menegaskan bahwa tanpa adanya sistem perawatan yang terstruktur, umur pakai peralatan akan menurun secara drastis, biaya operasional meningkat, dan risiko kecelakaan kerja pun semakin besar.

Melalui kegiatan perawatan, terdapat tujuan utama untuk mengendalikan atau mengurangi tingkat kerusakan yang terjadi pada kapal. Pelaksanaan kegiatan ini biasanya dilandasi oleh beberapa motivasi dan pertimbangan dasar, antara lain:

- a. Kewajiban pemilik kapal terkait keselamatan dan kelayakan laut (*seaworthiness*). Hal ini sejalan dengan konvensi internasional seperti SOLAS (*Safety of Life at Sea*) yang mewajibkan pemilik kapal memastikan sistem permesinan tetap dalam kondisi optimal demi menjamin keselamatan pelayaran.
- b. Menjaga modal dan investasi. Dengan memperpanjang umur teknis kapal, pemilik kapal dapat meningkatkan nilai ekonomis kapal, termasuk nilai jual kembali (*resale value*).
- c. Menjaga penampilan dan kinerja kapal. Kapal sebagai sarana transportasi laut harus memiliki performa yang baik, efisiensi tinggi, dan penampilan yang layak untuk menarik kepercayaan pengguna jasa pelayaran.
- d. Mempertahankan efisiensi dan menekan biaya operasi. Perawatan yang tepat dapat mengurangi konsumsi bahan bakar berlebih, mencegah kerusakan besar, serta meminimalkan biaya perbaikan darurat.
- e. Menjamin keselamatan dan kesehatan kerja awak kapal. Lingkungan kerja yang aman serta kondisi mesin yang terawat akan mendukung produktivitas dan kemampuan kerja awak kapal secara keseluruhan.

Dengan demikian, perawatan bukan hanya aspek teknis, tetapi juga strategi manajemen yang berperan penting dalam menjaga keberlanjutan

operasional kapal, efisiensi biaya, serta keselamatan seluruh pihak yang terlibat dalam proses pelayaran.

Dalam strategi perawatan terdapat dua macam perawatan yaitu perawatan berencana dan perawatan insidensial.

Dalam hal ini perlunya penerapan sistem perawatan berencana atau PMS (*Planned maintenance system*). Adapun landasan teori PMS yang umum digunakan biasanya mengacu pada beberapa dokumen standar internasional dan manual pabrikan Adalah :

a. SOLAS (Safety of Life at Sea)

Bagian yang relevan:

1) *Chapter II-1 Part C (Regulation 32)* yang mengatur tentang ketel uap dan sistem umpan ketel SOLAS mengharuskan mesin dan peralatan kritis, termasuk *auxiliary boiler*, masuk dalam sistem perawatan terencana.

b. ISM Code (International Safety Management Code)

1) Bagian 10 (Maintenance of the Ship and Equipment)

ISM mewajibkan kapal punya sistem perawatan terjadwal, termasuk inspeksi, tes, dan PMS untuk *boiler*.

c. *Class Rules* (Peraturan Klasifikasi Kapal)

Tergantung klas kapal, misalnya:

1) *ABS Rules*

2) *Lloyd's Register (LR) Rules*

3) *DNV Rules*

4) *KR (Korean Register) Rules*

5) PT. BKI (Biro Klasifikasi Indonesia) *Persero Rules*

Semua klas mewajibkan boiler mengikuti inspeksi periodik, *hydrotest*, dan *preventive maintenance* dalam interval tertentu.

d. *Manufacturer Manual* (Manual Pabrikan Boiler)

Contoh:

1) *Miura Boiler Operation & Maintenance Manual*

2) *Kangrim Boiler Instruction Manual*

3) *Aalborg Boiler Service Manual*

Ini biasanya jadi landasan teknis paling detail, termasuk interval *maintenance*, cara *overhaul burner*, *blowdown*, *test safety valve*, dsb.

e. Planned Maintenance System (PMS) Software Requirement Kapal yang pakai:

- 1) Amos
- 2) Sertica
- 3) NS5

Mengacu pada ISM dan class, PMS software berfungsi mencatat dan menjadwalkan perawatan boiler sesuai standar.

f. *Marine Engineering Textbooks*

- 1) “Marine Auxiliary Machinery” oleh H.D. McGeorge
- 2) “*Marine Boilers*” oleh G.T.H. Flanagan

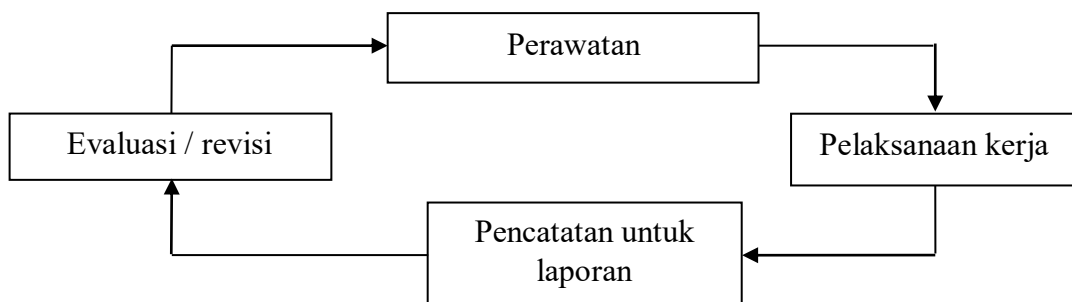
Dipakai di sekolah pelayaran sebagai landasan teori PMS boiler.

PMS (*Planed maintenance system*) terdiri dari beberapa elemen yang saling berkaitan satu sama lain sehingga permesinan dapat diawasi dan kerusakan dapat diperkecil. Elemen-elemen yang dimaksud yaitu rencana kerja, pengontrolan, data informasi dan pelaksanaan instruksi. Sedangkan sistem perawatan berencana bertujuan untuk dilakukan penyusunan rencana-rencana pekerjaan diatas kapal. Sistem ini akan menjadikan perawatan yang berkesinambungan, sehingga bila terjadi pergantian masinis yang akan bertanggung jawab pada sebuah permesinan. Masinis pengganti dapat melanjutkan program-program yang sudah dilakukan oleh masinis sebelumnya. Adapun perawatan-perawatan yang bisa dilakukan di kapal MV. SHISUNG CLEVER menurut PMS nya Adalah :

- a. Pengecekan pada kepala pembakar alat pembakar, kondisi dari kepala pembakar tersebut terjadi pemuaian, meleleh, ataupun hancur dan lakukan penggantian apabila itu terjadi dan lakukan penyetelan ulang sesuai dengan batas *limit* yang ada pada buku instruksi penggunaan.
- b. Pengecekan tekanan dari batang penggerak katup *nozzle*, dapat terbuka pada tekanan berapa, serta pengecekan kelancaran penggerak dari batang penggerak katup tersebut.
- c. Pengecekan kondisi *diffuser disc* (piringan aliran udara pembakar) dan lakukan pembersihan pada lubang-lubang sudu dari kotoran udara.

- d. Lakukan pembersihan pada elektroda burner serta periksa pengaturannya, termasuk jarak antara elektroda dengan nozzle dan jarak antar elektroda, untuk memastikan proses pengapian dapat berlangsung secara optimal.”
- e. Periksa posisi, kondisi dan kebersihan dari pendeteksi api (*flame eye*) agar dapat mendeteksi api secara baik.
- f. Periksa setiap saringan bahan bakar yang ada pada sistem alat pembakar, bersihkan dan lakukan penggantian apabila perlu dilakukan penggantian apabila kondisinya sudah tidak layak.
- g. Periksa *dampers* pengatur pada baut-baut penguncinya dan juga pada *servo* motornya apabila kurang kuat perlu dikencangkan kembali.
- h. Periksa kondisi *solenoid valve* yang ada pada sistem dapat berfungsi dengan baik atau tidak, jika tidak lakukan perbaikan ataupun pengantian.
- i. Periksa alat pemanas awal, pastikan pemanas tersebut dapat memanaskan bahan bakar dengan baik, lakukan pengaturan ulang dan perawatan secara berkala.
- j. Periksa pelumasan dan sambungan-sambungan pada batang pengatur udara alat pembakar.
- k. Bersihkan semua bagian alat pembakar dari debu dan kotoran yang menempel.
- l. Periksa konsentrasi pembakaran, pemakaian bahan bakar, gas buang apabila tidak sesuai dengan rekomendasi buku panduan, lakukan pengaturan ulang pada sistem yang bermasalah tersebut.
- m. Periksa kebocoran pada pipa bahan bakar maupun pelumasan, dan lakukan perbaikan apabila itu terjadi.
- n. Periksa alat pengukur tekanan, suhu, juga kapasitas sesuai dengan pengukurannya dan lakukan penggantian apabila alat tersebut bermasalah.

Adapun bentuk dari sistem perawatan berencana ini dapat dilihat dalam bentuk siklus sebagai berikut:



Bagan 2.1 Siklus Perawatan Berencana Untuk Mesin Kapal

Dari siklus diatas dapat disimpulkan bahwa pencatatan adalah cara yang baik untuk dilakukan analisa dan evaluasi terhadap suatu perawatan yang dilakukan. Pencatatan sendiri bertujuan untuk meningkatkan perencanaan perawatan dimasa yang akan datang dengan membandingkan apa yang sudah dilakukan dimasa kini dikarenakan awak kapal yang selalu bergantian. Mengevaluasi dan memeriksa hasil perawatan :

- a. Selama pekerjaan berlangsung kualitas hasil pekerjaan selalu diperiksa agar tidak terjadi pengulangan pekerjaan.
- b. Bila terjadi penyimpangan/ masalah harus didiskusikan dengan masinis atau seorang ahli yang berwenang sesuai prosedur yang berlaku.
- c. Semua kejadian perawatan dan perbaikan dicatat dengan teliti dalam buku perawatan mesin bersangkutan dan diperkirakan jadwal perawatan selanjutnya.
- d. Hasil pekerjaan diperiksa dengan seksama di akhir pekerjaan untuk meyakinkan sesuai dengan yang diharapkan.

3. Alat Pembakar (*Burner*)

Peranan alat pembakar sangat berpengaruh pada performa ketel uap nantinya, pembakaran bahan bakar yang berupa gas dengan penyetelan yang tepat pengaliran udara pembakaran maka gas yang keluar dari pembakar akan menarik sejumlah udara primer tertentu yang cukup untuk penguraian gas-gas secara terus menerus.

Panas yang dihasilkan dari pembakaran itulah yang digunakan untuk memanaskan air yang diubah menjadi uap, serta mempengaruhi produksi uap dari ketel tersebut, jadi alat pembakar ini sangat penting peranannya. Jenis pembakar juga terbagi dalam beberapa jenis dan umumnya sering digunakan diatas kapal.

- a. Pembakar dengan bahan padat (batu bara)

Bahan bakar padat pada umumnya dibakar diatas rangka bakar, rangka bakarnya dikelilingi seluruhnya dinding-dinding tembokan ketel dari batu tahan api, dengan demikian untuk bahan bakar dengan nilai pembakaran yang rendah dengan mudah bisa mencapai *temperature* pembakarannya.

Dinding-dinding tembokan dari batu tahan api, bertindak sebagai penyimpan panas (akumulator panas) bagi bahan bakar segar yang baru saja dilemparkan kedalam tungku. Pada umumnya, tungku dengan cocok bagi

Sedangkan apabila menggunakan bahan bakar minyak, memudahkan dalam penggunaannya juga lebih efisien dalam pemakaian, kebanyakan ketel-ketel uap yang terdapat yang digunakan pada kapal-kapal niaga sudah beralih menggunakan bahan bakar minyak untuk alat pembakarnya, terdapat beberapa jenis bahan bakar minyak yang umumnya sering digunakan diatas kapal:

a. *Marine Diesel Oil* (MDO)

Bahan bakar jenis ini adalah salah satu bahan bakar yang kualitasnya sangat baik, untuk digunakan pada suatu permesinan atau motor bakar begitu juga pada alat pembakar ketel uap, berasal dari gas minyak berat yang disuling sehingga menghasilkan kualitas minyak jenis. Ini juga memiliki viskositas atau tingkat kekentalan rendah hingga 12 Cst, sehingga tidak perlu dipanaskan untuk digunakan.

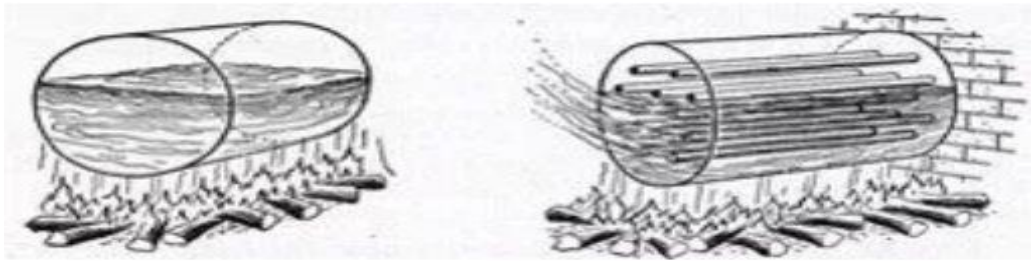
b. *Heavy Fuel Oil* (HFO)

Bahan bakar minyak yang memiliki tingkat residu yang tinggi sangat berbeda dengan *Diesel Oil*, bahan bakar jenis ini tidak melalui banyak proses yang nantinya dapat digunakan, juga memiliki tingkat viskositas atau kekentalan yang tinggi sehingga membutuhkan pemanas agar bahan bakar jenis ini dapat memuai dan dapat digunakan, membutuhkan suhu 220-260⁰F (104-127⁰C) juga mengandung kotoran yang tidak diinginkan termasuk 2% air dan 1¹/₂% tanah, harus melewati atomasi yang tepat agar dapat terbakar secara sempurna.

Hampir semua kapal niaga sekarang untuk bahan bakar dari ketel uap menggunakan HFO, dari harga yang lebih murah dibandingkan diesel oil sehingga menghemat biaya pelayaran kapal tersebut, namun dikarenakan kualitas dari bahan bakar itu sendiri yang rendah menimbulkan banyak masalah pada ketel uap itu sendiri.

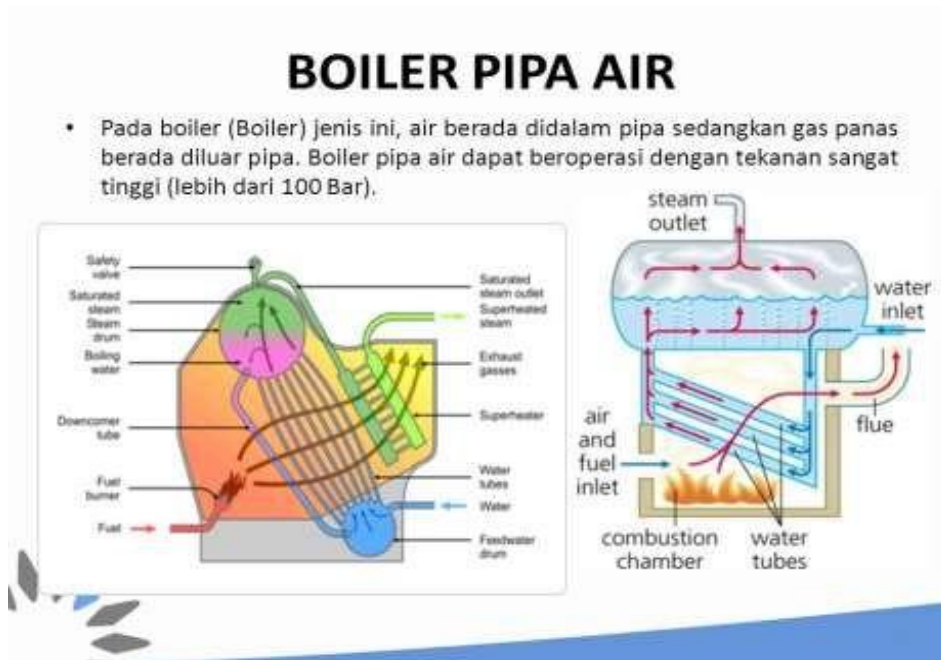
5. Prinsip Kerja Ketel Uap

Prinsip kerja ketel uap sebenarnya cukup sederhana sama seperti pada saat kita sedang mendidihkan air menggunakan panci. Proses pendidihan air tersebut akan selalu diiringi proses perpindahan panas yang melibatkan bahan bakar, udara, material wadah air, serta air itu sendiri. Proses perpindahan panas ini mencakup tiga jenis perpindahan panas yang sudah sangat kita kenal yakni konduksi, konveksi, dan radiasi.



Gambar 2.2 Ilustrasi Sederhana Ketel Uap

Sumber : <http://artikel-teknologi.com/prinsip-kerja-boiler/>



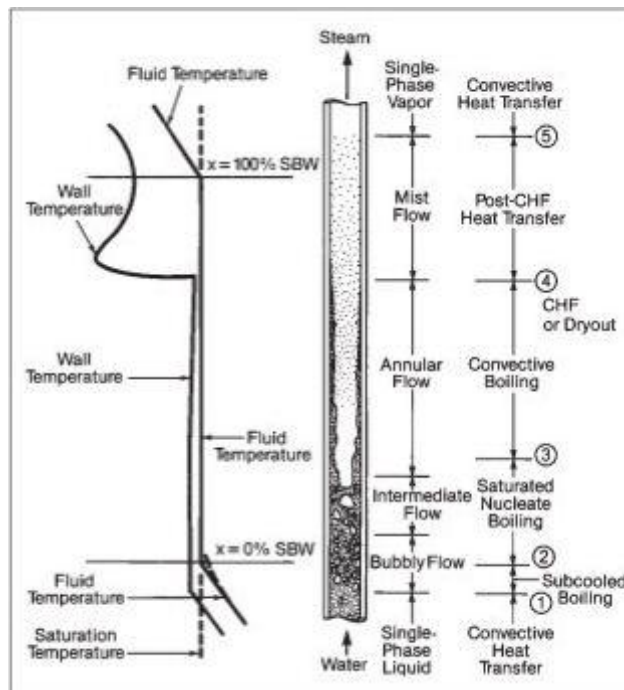
Gambar 2.3 Ketel Uap Pipa Air

Sumber : Firman Ferdiansyah, ST. Ketel pipa air (1998)

Pada ketel uap pipa air di atas misalnya, sumber panas didapatkan dari pembakaran bahan bakar di dalam *furnace*. Energi panas ini sebagian akan terpancar secara radiasi ke pipa-pipa *evaporator* sehingga memanaskan pipa-pipa tersebut. Panas yang terserap oleh permukaan pipa akan secara konduksi berpindah ke sisi permukaan dalam pipa. Di dalam pipa, mengalir air yang terus-menerus menyerap panas tersebut. Proses penyebaran panas antar molekul air di dalam aliran ini terjadi secara konveksi. Perpindahan panas konveksi antar molekul air, seakan-akan menciptakan aliran fluida tersendiri terlepas dengan aliran air di dalam pipa-pipa ketel uap.

Gas hasil pembakaran yang mengandung energi panas akan terus mengalir mengikuti bentuk ketel uap hingga ke sisi keluaran. Di sepanjang perjalanan, panas yang terkandung di dalam gas buang akan diserap oleh permukaan pipa-

pipa ketel uap dan diteruskan secara konduksi ke air di dalam pipa. Secara bertahap, air akan berubah fase menjadi uap basah (*saturated steam*) dan dapat berlanjut hingga menjadi uap kering (*superheated steam*).



Gambar 2.4 Proses Pembentukan Uap

6. Pengoperasian

Adalah suatu kegiatan yang dilakukan untuk menghasilkan proses kerja yang sesuai dengan fungsi permesinan tersebut. Terdapat tiga pokok kondisi pengoperasian ketel uap bantu yaitu:

- Kondisi ketika pembakar yang ada pada ketel tersebut bekerja sendiri untuk menghasilkan uap bertekanan di dalam ketel, biasanya kondisi seperti ini berlangsung ketika kapal sedang sandar atau berlabuh jangkar dan mesin penggerak utama tidak bekerja sehingga *economizer* yang bekerja berdasarkan gas buang mesin penggerak utama tidak berfungsi.
- Kondisi ketika pembakar pada ketel dan *economizer* sama-sama bekerja. Kondisi seperti ini dimana pembakar pada ketel dan *economizer* bekerja bersama-sama dan berlangsung ketika produksi uap tidak mencukupi keperluan kebutuhan uap, sehingga di perlukan produksi uap yang lebih besar dengan jalan pengoperasian kedua unsur tersebut.
- Kondisi di *economizer* bekerja sendiri untuk menghasilkan uap. Kondisi ini biasanya terjadi ketika kapal sudah mencapai kecepatan yang normal, pada

perjalanan pelayaran sehingga gas buang dari mesin penggerak utama yang digunakan sebagai alat memproduksi uap pada *economizer* sudah mencukupi keperluan dan tidak di butuhkan lagi kerja dari pembakar yang terdapat pada ketel uap itu sendiri.

7. Proses Terbentuknya Uap Hasil Dari Proses Pembakaran Bahan Bakar

Dalam waktu tertentu harus dapat menghasilkan uap dengan berat tertentu dan bertekanan lebih besar dari 1 atmosfer. Uap yang dihasilkan harus dengan kadar air yang sedikit mungkin. Kalau dipakai alat pemanas lanjut, maka pada pemakaian uap yang tidak teratur, suhu uap tidak boleh berubah banyak. Dan harus dapat diatur dengan mudah. Pada waktu olah gerak pemakaian uap berubah-ubah maka tekanan uap tidak boleh berubah banyak. Uap harus dapat dibentuk dengan jumlah bahan bakar serendah mungkin. Susunan bahan bakar harus sedemikian rupa sehingga bahan bakar dapat dibakar dengan tidak memerlukan ongkos dan tenaga yang terlalu besar. (Ketel Uap Untuk Strata A :Ali Bakri Chaniago 1986 : 1).

Ketel uap harus dilengkapi perlengkapan yang sesuai dengan peraturan agar dapat dioperasikan dengan aman. Selanjutnya ketel uap untuk penggunaan dikapal laut pada umumnya harus memenuhi persyaratan kelaik lautan kapal.

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

- a. Harus menyediakan alat untuk mendeteksi kebocoran cairan yang mudah terbakar.
- b. Harus menyediakan alat untuk membatasi akumulasi uap yang mudah terbakar.
- c. Kemampuan menyalakan api dari material yang mudah terbakar harus dibatasi.
- d. Sumber api harus dibatasi.
- e. Sumber api harus terpisah dari material ataupun cairan yang mudah terbakar.
- f. Atmosfer di dalam tanki muatan harus dibuat mudah keluar dari sumber ledakan.

8. Pembatasan Penggunaan Minyak Bahan Bakar

Pembatasan berikut harus digunakan untuk penggunaan minyak sebagai bahan bakar:

- a. Kecuali jika diijinkan, tidak diperkenankan menggunakan minyak dengan titik nyala di bawah 60⁰C.
- b. Dalam generator darurat bahan bakar dengan titik nyala di bawah 48⁰C mungkin bisa digunakan.
- c. Penggunaan bahan bakar dengan titik nyala kurang dari 60⁰C tapi tidak kurang dari 48⁰C mungkin bisa digunakan (untuk bahan bakar pompa maupun mesin bantu yang tidak berada di dalam ruang mesin).
- d. Pada kapal barang penggunaan bahan bakar dengan titik nyala seperti yang diungkapkan di atas, mungkin saja digunakan tetapi dengan syarat bahan bakar tersebut tidak disimpan di sekitar kamar mesin.

9. Pengaturan Bahan Bakar

- a. Lokasi bahan bakar

Pada prakteknya sistem yang menggunakan bahan bakar yang dipanaskan di bawah tekanan melebihi N/mm² harus ditempatkan ditempat yang bisa dilihat langsung.

- b. Ventilasi ruang mesin

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

- c. Pipa bahan bakar

Material pipa yang digunakan untuk sistem bahan bakar, haruslah material yang telah disetujui. Tekanan tinggi eksternal pada penyaluran bahan bakar, haruslah material yang telah disetujui. Tekanan tinggi eksternal pada penyaluran bahan bakar antara pompa bertekanan tinggi dan pompa injektor harus dilengkapi suatu sistem pipa yang mampu menggantikan kegagalan dari sistem bertekanan tinggi. Sistem pipa bahan bakar tidak boleh berada di atas unit yang bertemperatur tinggi seperti *boiler* atau pipa uap panas. Koneksi dari pipa bahan bakar harus dibuat, untuk mampu mencegah kebocoran pada saat mesin bekerja pada tekanan tinggi.

Puluhan tahun lalu sebagian ketel induk dikapal masih menggunakan ketel uap jenis pipa api merek Schot umpamanya, tetapi sekarang hanya

digunakan sebagai ketel bantu. Ketel ini tekanan kerjanya paling tinggi 20 bar dengan temperatur $+300^{\circ}\text{C}$, disebabkan peredaran airnya kurang baik karena volume airnya besar. Selain itu persoalan ketebalan lorong api yang maksimal 19.6 mm sering menimbulkan pemanasan setempat bila dibuat lebih tipis kekuatannya berkurang untuk menahan tekanan uap yang lebih tinggi meskipun penyerahan panasnya akan lebih baik. Bila dibuat lebih tebal, penyerahan panas lebih lambat akibatnya peredaran air tambah buruk. (Ketel Uap dan Evaporator : HR. Romzana :2000:3).

Untuk ketel uap pada kapal MV. SHINSUNG CLEVER menggunakan cara pengabutan tekan, yaitu bahan bakar minyak dengan tekanan tertentu akan mengabut dengan sendirinya. Untuk lebih jelasnya akan dibahas pada bab IV.

d. Pembakaran bahan bakar

Minyak yang pada dasarnya mengandung unsur-unsur kimia karbon (C_2), hidrogen (H_2), dan sedikit belerang (S_2). Masing-masing unsur tersebut dalam proses pembakaran dengan unsur oksigen (O_2) dari udara. Dan akan menimbulkan panas. Untuk mencapai pembakaran yang sempurna konsentrasi antara campuran bahan bakar, udara, maupun panas harus seimbang. Oleh sebab itu tindakan perawatan serta perbaikan juga penyetelan komponen-komponen pada sistem pembakaran harus disesuaikan dengan buku instruksi manual.

Proses pembakaran itu dapat di aplikasikan dengan faktor bahan bakar yang mengandung unsur *carbon, hydrogen, sulfur*. Dan faktor udara (oksigen) di peroleh dari kipas penyuplai, yang mengalirkan udara ke dalam ruang pembakaran, serta faktor panas dengan elektroda pemantik sebagai sumber panas. Maka lengkaplah ketiga unsur terjadinya api yang digunakan di dalam ruang pembakaran sebagai pemanas air ketel sehingga air berubah menjadi uap.

e. Kondisi normal yang harus dicapai oleh alat pembakar

Kondisi yang harus dicapai dan yang mampu dicapai sesuai yang telah di desain oleh pembuat mesin sangat berpengaruh pada pengoperasian ketel uap bantu diatas kapal, dan kondisi harus selalu terjaga agar pengopeasian ketel uap bantu tersebut berjalan dengan baik sesuai yang diinginkan.

Kondisi-kondisi tersebut yaitu sebagai berikut:

- 1) Tekanan bahan bakar yang dapat dicapai 1.8 MPa dengan *temperature* 110⁰C sehingga dapat menghasilkan api yang maksimal.
- 2) Api yang dihasilkan dapat menghasilkan tekanan uap hingga mencapai 4.9 ~ 6.9 kg/cm².
- 3) Api tidak menghasilkan asap hitam.
- 4) Berjalan baiknya sistem pengapian alat pembakar (*burner*) agar tidak terjadi kegagalan penyalaan awal pada alat pembakar (*burner*).
- 5) Berjalan baiknya sistem urutan pembakaran agar pembakaran berjalan dengan baik.
- 6) Terjaganya kualitas bahan bakar dengan *viscosity* minimum 380cst pada *temperature* 50⁰C.

10. Pengertian Yang Ada Menyangkut Alat Pembakar (*Burner*) Pada Ketel Uap

Dalam sistem ketel uap (*boiler*), terdapat beberapa komponen utama yang memiliki fungsi spesifik untuk menunjang proses pembentukan uap. Menurut Roy L. Harrington (1971), pemahaman fungsi setiap komponen pada *boiler* sangat penting guna menjaga efisiensi pembakaran serta keandalan operasi. Berikut komponen-komponen yang dimaksud:

a. *Water Drum Boiler*

Water Drum Boiler merupakan ruang air yang berada di bagian bawah ketel uap, berfungsi sebagai tempat penampungan air serta sebagai media pemanas awal. Panas hasil pembakaran yang terjadi pada tungku akan dipindahkan ke air di dalam pipa melalui dinding pemanas. Dengan demikian, komponen ini berperan dalam siklus sirkulasi air menuju pembentukan uap.

b. *Steam Drum*

Steam Drum adalah *reservoir* yang menampung campuran antara air dan uap. Komponen ini berfungsi untuk memisahkan uap dari air, serta menyalurkan uap ke superheater sebelum digunakan pada turbin atau peralatan lainnya. *Steam Drum* juga berperan sebagai penyeimbang sirkulasi air dalam sistem ketel pipa air (*water tube boiler*).

c. *Furnace* (Ruang Bakar)

Furnace atau tungku pembakaran merupakan ruang utama terjadinya pembakaran bahan bakar. Panas yang dihasilkan dalam *furnace* dialirkan ke

pipa-pipa air. Kata *furnace* berasal dari bahasa Latin *Fornax* yang berarti oven. Roy L. Harrington (1971:542) menyebut *furnace* sebagai inti sistem ketel, karena kualitas pembakaran di dalamnya sangat menentukan efisiensi *boiler*.

d. *Burner*

Burner berfungsi untuk mengabutkan bahan bakar sebelum masuk ke ruang pembakaran. Dengan proses atomisasi, bahan bakar bercampur dengan udara sehingga menghasilkan pembakaran yang sempurna.

e. *Solenoid Valve*

Solenoid valve adalah katup otomatis yang dikendalikan oleh elektromagnet. Katup ini digunakan untuk membuka dan menutup aliran bahan bakar ke ruang bakar secara cepat dan presisi, sehingga meningkatkan aspek keselamatan serta efisiensi sistem.

f. Sistem Pengaturan Udara

Sistem ini berfungsi untuk mengontrol jumlah udara yang masuk ke ruang pembakaran. Pemasukan udara dilakukan oleh *blower* yang digerakkan motor listrik. Keseimbangan antara udara dan bahan bakar sangat krusial, karena udara yang kurang atau berlebih dapat menyebabkan pembakaran tidak sempurna.

g. Elektroda Pembakaran (*Ignition Electrode*)

Elektroda berfungsi sebagai pemantik api awal pada ruang pembakaran. Dengan memanfaatkan energi listrik, elektroda menghasilkan loncatan bunga api yang mampu menyalakan campuran udara dan bahan bakar.

h. *Heater (Fuel Oil Heater)*

Heater adalah pemanas bahan bakar sebelum masuk ke burner. Pemanasan ini bertujuan menurunkan viskositas bahan bakar agar lebih mudah dipompa dan diatomisasi. Umumnya, temperatur pemanasan berkisar antara 70–110 °C tergantung pada jenis bahan bakar yang digunakan.

i. *Nozzle*

Nozzle adalah alat yang digunakan untuk menyembrotkan bahan bakar cair dalam bentuk kabut halus ke dalam ruang pembakaran. Proses atomisasi ini dicapai dengan meningkatkan tekanan bahan bakar dan melepaskannya melalui lubang kecil bertekanan tinggi.

j. *Boiler Fan (Draft Fan)*

Fan atau *blower* berfungsi mensuplai udara ke dalam ruang bakar. Aliran udara diatur oleh *dampers* agar perbandingan udara dan bahan bakar tepat, sehingga diperoleh pembakaran yang sempurna dan efisien.

k. *Flame Eye (Flame Detector)*

Flame eye adalah sensor cahaya yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan api dalam furnace. Alat ini penting dalam aspek keselamatan, karena dapat memberikan sinyal otomatis jika api padam (*flame failure*) dan menghentikan suplai bahan bakar untuk mencegah ledakan.

l. *Oil Filter*

Oil filter berfungsi menyaring kotoran, lumpur, atau partikel padat yang terbawa bersama bahan bakar. Penyaringan ini sangat penting untuk mencegah tersumbatnya *nozzle* dan gangguan pada sistem pembakaran.

11. Alat Pengaman

Adapun alat pengaman pada ketel meliputi:

a. Katup pengaman (*safety valve*).

Berfungsi untuk mengamankan ketel dari kelebihan tekanan dari tekanan maksimum yang telah ditentukan, katup pengaman ini pada satu ketel dipasang lebih dari satu. Dalam aturannya dinyatakan pula bahwa suatu ketel uap sekurang-kurangnya dilengkapi dengan 2 katup pengaman. Katup pengaman ini dipasang di bagian atas dari drum ketel (*upper drum*), dan pada *super heater header* juga dipasang 1 buah.

b. Alat-alat Penduga

Alat-alat ini dibutuhkan untuk selalu mengontrol kedudukan air yang tepat. Biasanya dipasang 2 (dua) alat penduga dan kalau ini sukar dibaca, tambah lagi diterapkannya gelas-gelas penduga jarak jauh.

c. Manometer

Manometer ini berfungsi untuk mengetahui / mengukur tekanan uap dari drum ataupun pada *super heater header*, berupa sebuah tanda garis memberikan tekanan yang diizinkan. Gerakan dari jarum pada umumnya didapat dengan bantuan sebuah kuadran dengan gigi-gigi, yang dikoppel pada pipa Bourdon.

d. Kran penguras (*blow down valve*)

Berfungsi untuk membuang air beserta endapan-endapan yang terjadi pada dasar drum ketel, atau digunakan untuk mengosongkan air pada saat ketel akan *overhaul*.

e. Katup induk (Main steam valve)

Katup induk ini berfungsi untuk mengatur bukaan pada saat uap dari ketel akan dialirkan ke *steam distributor header*.

f. Peluit bahaya (*alarm*)

Alat ini berfungsi untuk memberi peringatan terjadinya gangguan pada saat ketel uap beroperasi. Berikut ini adalah macam-macam alarm yang ada di ketel uap:

1) *Low water level alarm*

Adalah *signal* pemberitahuan bahwa permukaan air ketel rendah dan dapat di lihat pada gelas penduga yang terletak di badan ketel.

2) *High water level alarm*

Adalah *signal* pemberitahuan bahwa permukaan air ketel tinggi atau penuh yang terdapat di dalam ketel dapat di lihat pada gelas penduga yang terletak di badan ketel.

3) *Flame failure atau no ignition*

Adalah *signal* pemberitahuan bahwa terjadinya kegagalan pembakaran dalam ketel.

4) *Air servo error*

Adalah *signal* pemberitahuan bahwa ketel mengalami masalah pada penyuplaian angin pada saat pembakaran.

5) *Boiler high temperature*

Adalah *signal* pemberitahuan bahwa ketel uap mengalami suhu gas buang yang sangat tinggi.

6) *Boiler low temperature*

Adalah *signal* pemberitahuan bahwa ketel uap mengalami suhu gas buang yang rendah.

g. Lubang lalu orang (*Manhole*).

Lubang lalu orang ini berfungsi untuk keluar masuknya orang pada saat ketel mengalami perbaikan, pembersihan dan pemeriksaan.

h. Pelat Cap (*Name plate*).

Setiap ketel harus mempunyai plat cap sesi empat dengan ukuran 80 x 140 mm. Pada plat cap tersebut harus tertera dengan jelas:

- 1) Nama pabrik pembuat ketel
- 2) Tahun pembuatannya
- 3) Tekanan kerja yang diijinkan
- 4) Seri nomor
- 5) Negara tempat pabrik pembuat ketel

i. Katup Pengisi Ketel.

Katup ini berfungsi untuk mengatur level air di dalam ketel

B. PENELITIAN TERDAHULU

Penelitian mengenai ketel uap (*boiler*) telah banyak dilakukan oleh para peneliti sebelumnya, terutama terkait dengan aspek kinerja, efisiensi, dan perawatan. Menurut Ganapathy (2014), *boiler* merupakan salah satu komponen vital dalam sistem pembangkit tenaga karena berfungsi mengubah energi kimia dari bahan bakar menjadi energi panas, yang kemudian menghasilkan uap bertekanan tinggi sebagai media penggerak. Sejalan dengan itu, Rafiqul dan Bidy (2016) menegaskan bahwa efisiensi *boiler* sangat ditentukan oleh kondisi operasi, kualitas bahan bakar, serta sistem perawatan yang diterapkan.

Tabel 2.1
Penelitian Terdahulu

No	Judul Penelitian	Nama Peneliti dan Tahun Terbit	Hasil
1	Analisis Efisiensi Pembakaran Burner pada Auxiliary Boiler Kapal Niaga	R. Santoso (2018)	Efisiensi pembakaran meningkat 4,2 persen setelah penyesuaian air-fuel ratio dan pembersihan atomizer. Nozzle aus terbukti menurunkan efisiensi hingga 7 persen.
2	Studi Kerusakan Ignition Electrode pada Boiler Tipe F700 di Kapal Cargo	M. Yusuf (2019)	Penyebab utama misfire adalah perubahan gap elektroda dan kerusakan insulator akibat panas. Perawatan setiap 250 jam operasi mengurangi gagal nyala sebesar 60 persen.
3	Studi Penerapan Preventive Maintenance System pada Burner Auxiliary Boiler Kapal Tanker	D. Wibowo (2017)	Downtime boiler menurun 42 persen setelah PMS diterapkan secara konsisten. Overhaul rutin burner terbukti mengurangi trip mendadak.

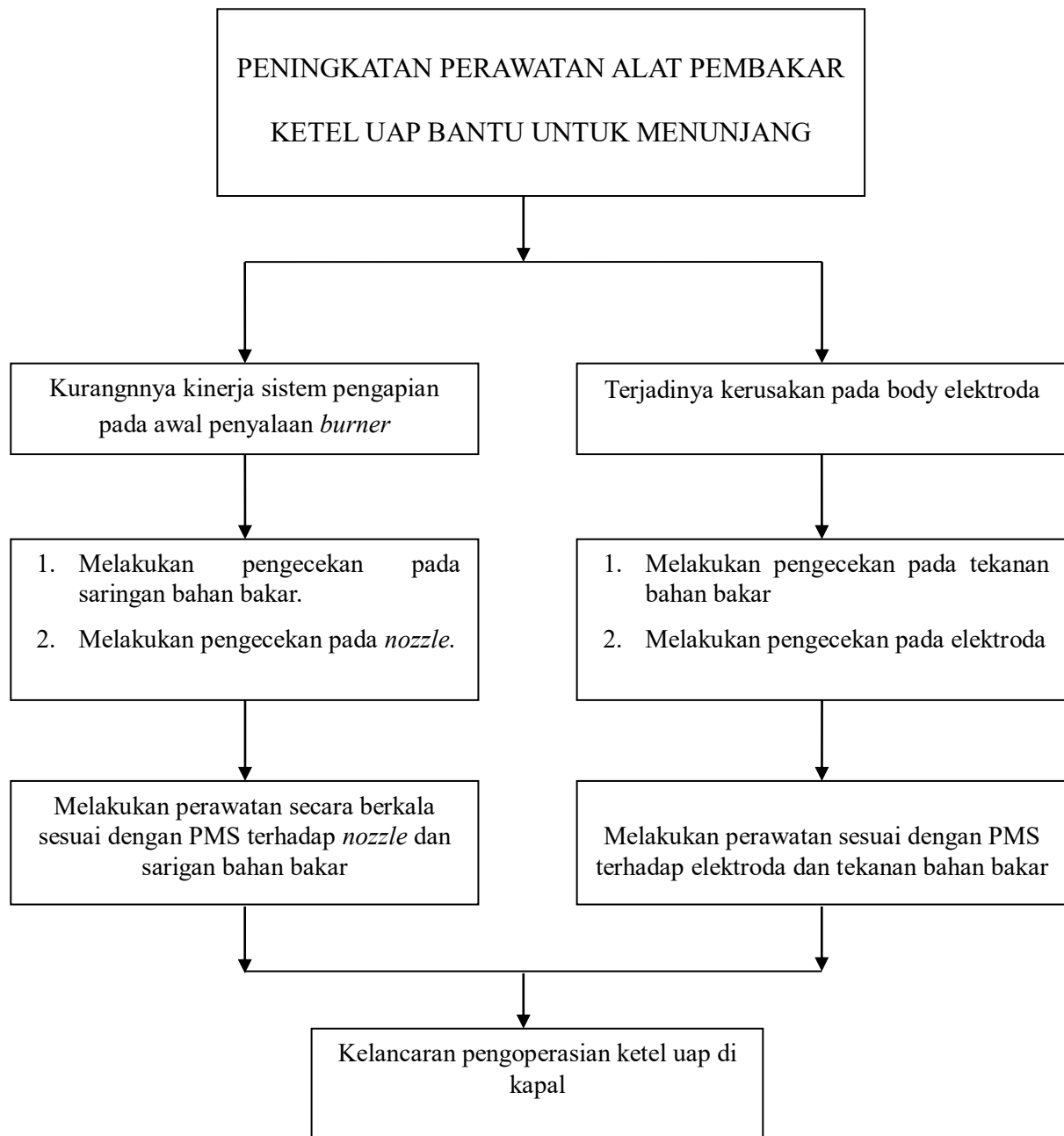
C. KERANGKA PEMIKIRAN

Kerangka pemikiran ini merupakan suatu pola pemikiran untuk menganalisa masalah yang sedang dibahas guna mempermudah dalam pembahasan skripsi ini, yang disusun secara berurutan untuk memecahkan masalah secara terperinci.

Perawatan terhadap sistem pembakaran sangat diperlukan guna menjaga proses pengapian yang ada pada ketel uap. Apabila perawatan tersebut tidak dilaksanakan dengan baik maka akan menimbulkan masalah yang serius seperti pembakaran balik pada sistem yang dapat membahayakan awak kapal yang akan mengganggu kelancaran pengoperasian kapal. Maka berdasarkan hal tersebut kita sebagai operator bertanggung jawab atas kelancaran pengoperasian ketel uap diatas kapal, harus merawat dan memelihara ketel uap dengan baik. Kita harus memperhatikan media pemanas *burner* yang merupakan alat untuk menyebabkan timbulnya api untuk media pemanas air ketel. Media pemanas mempengaruhi perubahan air menjadi uap di dalam ketel uap, *burner* mempunyai peran penting dalam hal ini, pada kapal saat penulis melakukan praktek laut *burner* selalu dibersihkan untuk mendapatkan pembakaran yang sempurna, hal ini juga dibantu karena adanya *force draft fan* yang mensuplai udara sehingga pembakaran menjadi lebih baik, hal ini dibuktikan oleh asap sisa pembakaran yang keluar dari cerobong asap pada saat kapal sandar cenderung bersih dan tidak kehitaman.

Pada penulisan skripsi ini penulis ingin mencoba memaparkan perawatan yang benar pada *burner*, pemaparan perawatan yang benar tersebut diperoleh dari:

1. Buku-buku referensi dan buku-buku yang terdapat di perpustakaan maupun dari internet.
2. Pengalaman yang didapat oleh penulis selama menjalani praktek kerja laut diatas kapal MV. SHINSUNG CLEVER.
3. Masukan dari masinis-masinis yang berada diatas kapal. Upaya peningkatan kinerja *burner* guna menunjang proses pengapian pada *boiler* diatas kapal MV. SHINSUNG CLEVER



Bagan 2.2 Kerangka Pemikiran Penelitian

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

D. Kesimpulan

Setelah penulis menjelaskan berbagai hal yang berkaitan dengan upaya meningkatkan kinerja *burner* pada ketel uap yang dinilai sebagai aspek penting dalam operasional kapal, baik pada kapal tempat penulis melaksanakan praktek kerja laut maupun pada kapal lain dengan sistem pembakaran yang serupa maka penulis menyusun beberapa kesimpulan yang diharapkan dapat memberikan manfaat bagi pengoperasian kapal di masa mendatang.

Apabila di kemudian hari muncul kembali permasalahan yang sama seperti yang penulis temui selama praktek kerja laut, tindakan penanganan dapat dilakukan dengan lebih cepat dan tepat. Selain itu, pembaca juga dapat menerapkan langkah-langkah pencegahan untuk menghindari terulangnya masalah serupa, sehingga kelancaran dan efisiensi pengoperasian kapal dapat terjaga dengan baik. Berdasarkan penjelasan dan pembahasan pada bab-bab sebelumnya, dapat ditarik kesimpulan bahwa :

1. Terjadinya kegagalan pada awal pembakaran *burner* disebabkan oleh kotornya sistem aliran bahan bakar dan penumpukan kotoran bahan bakar (karbon) pada lubang-lubang *nozzle*. Oleh karena itu, diperlukan pengecekan terhadap aliran bahan bakar dan pembersihan *nozzle* secara berkala sesuai prosedur yang tercantum pada *manual book*. Dengan demikian, proses pembakaran pada ruang bakar boiler tidak mengalami penghentian yang terlalu lama dan dapat kembali beroperasi dengan cepat.
2. Terjadinya kerusakan pada elektroda dapat disebabkan oleh jarak antara *nozzle* dan elektroda yang tidak sesuai dengan *manual book* dan kerusakan pada elektroda pemercik api, khususnya pada bagian badan elektroda, sehingga jarak antar elektroda tidak dapat diatur dengan benar. Oleh karena itu, diperlukan penggantian elektroda dengan suku cadang yang baru. Elektroda yang baru akan

memastikan percikan api berfungsi optimal, sehingga proses pembakaran bahan bakar di ruang bakar dapat berlangsung dengan baik dan stabil.

E. SARAN

Untuk meningkatkan kinerja *burner*, diperlukan pengawasan yang teratur terhadap kegiatan perawatannya. Ketersediaan suku cadang yang memadai juga akan sangat menunjang kelancaran proses perawatan. Pemeriksaan dan perawatan rutin terhadap ketel uap harus dilaksanakan secara berkala dengan disiplin kerja yang baik agar hasil yang diharapkan dapat tercapai. Oleh karena itu, tindakan perawatan lanjutan perlu dilakukan untuk mencegah meluasnya kerusakan yang dapat mempengaruhi kinerja ketel uap maupun peralatan pendukung lainnya. Berdasarkan hal tersebut, penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut :

1. Perawatan *burner* sebaiknya dilakukan tepat waktu sesuai dengan pedoman pada *manual book* serta mengikuti *PMS (Planned Maintenance System)*. Metode perawatan harus dilaksanakan dengan benar sesuai instruksi pabrikan, dilakukan secara terencana, dan dicatat dengan baik agar kondisi *burner* dapat terus dipantau. Dengan demikian, proses pengapian pada *boiler* di kapal dapat terjaga dan berjalan dengan optimal.
2. Disarankan kepada masinis III untuk selalu melakukan pengecekan terhadap jarak elektroda sesuai pada *manual book* serta mengikuti ketentuan perawatan dalam *PMS (Planned Maintenance System)*. Setiap pemasangan suku cadang harus dicatat jam kerjanya agar kondisi dan masa pakainya dapat dipantau dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- American Society of Mechanical Engineers (ASME). 2015. *Boiler and Pressure Vessel Code*. New York: ASME.
- Bakri Chaniago, Ali. 1986. *Ketel Uap untuk Strata A*. Jakarta: Departemen Perhubungan.
- Choudhury, R. 2016. *Marine Auxiliary Machinery*. London: Adlard Coles Nautical.
- Dhillon, B. S. 2006. *Engineering Maintenance: A Modern Approach*. Boca Raton: CRC Press.
- Djokosetyardjo, M. J. 1993. *Ketel Uap*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Flanagan, G. T. H. 1994. *Marine Boilers*. London: Butterworth-Heinemann.
- Ganapathy, V. 2014. *Industrial Boilers and Heat Recovery Steam Generators*. New York: CRC Press.
- Harrington, Roy L. 1971. *Marine Engineering*. New York: Society of Naval Architects and Marine Engineers.
- International Maritime Organization (IMO). 2018. *International Safety Management (ISM) Code*. London: IMO.
- International Maritime Organization (IMO). 2020. *SOLAS – Safety of Life at Sea Convention*. London: IMO.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. 2014. *Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook*. California: Sage Publications.
- Mobley, R. K. 2002. *An Introduction to Predictive Maintenance*. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Romzana, H. R. 2000. *Ketel Uap dan Evaporator*. Jakarta: Erlangga.
- Santoso, R. 2018. “Analisis Efisiensi Pembakaran Burner pada Auxiliary Boiler Kapal Niaga.” *Jurnal Teknik Perkapalan*, Vol. 6 No. 2.
- Sugiyono. 2019. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Wibowo, D. 2017. “Studi Penerapan Preventive Maintenance System pada Burner Auxiliary Boiler Kapal Tanker.” *Jurnal Ilmiah Maritim*, Vol. 5 No. 1.
- Yusuf, M. 2019. “Studi Kerusakan Ignition Electrode pada Boiler Tipe F700 di Kapal Cargo.” *Jurnal Teknik Mesin Laut*, Vol. 4 No. 3.

LAMPIRAN

Lampiran 1. *Ship's Particular* MV. Shinsung Clever

SHIP'S PARTICULARS

1. General Information	Ship's Name		MV SHINSUNG CLEVER			
	Call Sign		D7EQ			
	Official No./ IMO No./ MMSI		JIR-221078 / 9606039 / 440103000			
	Class / Register No		KR / 1368491			
	Port of Registry & Flag		JEJU / REP. OF KOREA			
	Telephone (V-SAT)		+82 70 7897 0579 (Bridge) / +82 70 7897 1812 (Master)			
	Telephone (Inmarsat FBB)		+870 773 809 908			
	Ship's E-mail		s.clever@bluewavemail.com			
	Owner	Name	SHINSUNG SHIPPING CO.,LTD			
		Address	8 th FL, 329, Gangnam-daero, Seocho-gu, Seoul, Republic of Korea			
	Operator	Name	STX Marine Service Co.,Ltd			
		Address	17F, PanOcean bldg, 102, Jungang-daero, Jung-Gu, Busan, Republic of Korea			
Keel Laid / Delivered		22nd Dec. 2011 / 31st July. 2014 (SAIKI HEAVY IND.)				
Type of Vessel / Hull Color		Bulk Carrier / Black				
2. Principal Dimensions	LOA / LBP		177.85 m / 169.80 m			
	Moulded Breadth		28.60 m			
	Moulded Depth		15.00 m			
	Bow to Bridge & Aft to Bridge		152.14 m / 25.71 m			
	Dist to Top of Highest Mast		44.43 m			
	TPC of Summer Draft		45.75 mt			
	Freeboard from deck line		4192 mm (Summer)			
	Light Ship		8,291 mt			
3. Tonnage	Int'l	Gross	22,871 mt	Suez issued	Gross	23,189.55 mt
		Net	12,519 mt	Suez Id. 54636	Net	20,984.58 mt
4. Deadweight & Draft	Tropical		11.095m (DISP / DW : 46,409 / 38,118mt)			
	Summer		10.869m (DISP / DW : 45,375 / 37,084 mt)			
	Winter		10.643m (DISP / DW : 44,345 / 36,054 mt)			
5. Number of Cargo Holds	Hold	Max Load /mt	Capacity (m3)	Tank Top	Dimensions	
	CH 1	9,435	6,494.0	20.0 mt/m2	15.20 x 20.00	
	CH 2	10,081	10,081.0	13.0 mt/m2	22.40 x 24.00	
	CH 3	14,000	10,105.0	20.0 mt/m2	22.40 x 24.00	
	CH 4	10,062	10,067.0	13.0 mt/m2	22.40 x 24.00	
	CH 5	13,560	9,043.0	20.0 mt/m2	22.40 x 24.00	
	CRANE : 31mt x 25m x 4 set (No.1 CRANE ~ No.4 CRANE)					
6. Main Engine	Type		MAKITA-MITSUI M.A.N.-B&W6S46MC-C8.2(L3) X 1 SET			
	Power		MCR 7,050 Kw x 110 RPM			
	CSO		80% of MCR, 5640 KW			

Master of M/V SHINSUNG CLEVER

Lampiran 2. Crew List MV. Shingsung Clever

IMO CREW LIST

ARRIVAL													PAGE NO. 1
1.1 Name of ship:		SHINSUNG CLEVER		1.2. IMO No.		9606039		1.3. Call Sign.		D7EQ			
2 Port of ARR:		WEIHAI, CHINA				3. Date of ARR:							
4 Flag State of Ship		REP OF KOREA				5. LAST Port of Call		CHITTAGONG, BANGLADESH					
6. No.	7. Crew Name (absolutely same as passport)	7.1 Sex	8. Rank or Rating	9. Nationality	10. Date and Place of Birth	11. Seamans Book No. and Expiry Dates	12. Passport No. and Expiry Dates	13. Date and Place of Engagement					
	1 BAK BONG GI	M	MASTER	KOREA	11-Nov-1959 JEJU	JJ117-00005 Unlimited	M52989955 11-Aug-2025	14-Feb-2024 ONAHAMA					
21	2 IRVAN ADI NUGROHO	M	C/O	INDONESIA	09-Jul-1992 SUKOHARJO	G 108 424 23-Nov-2026	C 738 6584 15-Oct-2025	24-Feb-2024 NANJING					
20	3 RAHBIN ARUNG RILINO	M	2/O	INDONESIA	17-Apr-1995 ENREKANG	F 343 025 14-Apr-2025	C 955 1015 12-Jul-2027	24-Feb-2024 NANJING					
20	4 QODRI DIAN EKA SAPUTRA	M	3/O	INDONESIA	05-Feb-1997 PURBALINGGA	I 100 509 06-Nov-2026	C 826 2235 31-Dec-2026	24-Feb-2024 NANJING					
	5 GYEONG CHANG SEOG	M	C/E	KOREA	02-May-1959 GWANGJU	US108-00022 Unlimited	M95352237 01-Oct-2029	24-Feb-2024 NANJING					
21	6 POSMAN HASUDUNGAN PANJAITAN	M	1/E	INDONESIA	23-Sep-1968 MEDAN	G 015 464 22-Jul-2025	C 810 1203 14-Oct-2026	20-Mar-2024 TANJUNG PRIOK					
20	7 JOHAN HARKAM PRADANA	M	2/E	INDONESIA	28-May-1995 WONOSOBO	G 077 649 17-Jun-2026	E 151 8131 15-Nov-2032	07-May-2024 TOKUYAMA					
20	8 WASITO PURNOMO	M	3/E	INDONESIA	05-Feb-1994 KAB SEMARANG	G 016 467 10-Sep-2025	C 810 5380 04-Nov-2026	24-Feb-2024 NANJING					
21	9 ISMAIL IBNU SAHRI	M	BSN	INDONESIA	02-Jun-1983 BANGKALAN	G 016 478 10-Sep-2025	C 731 0401 15-Sep-2025	24-Feb-2024 NANJING					
20	10 RIANG ANDIKA	M	ABA	INDONESIA	28-May-1992 REDO	G 096 140 09-Sep-2026	E 559 5423 02-Feb-2034	24-Feb-2024 NANJING					
20	11 SETYO ADY	M	ABB	INDONESIA	01-Apr-1995 GROBOGAN	I 117 692 29-Nov-2026	E 520 3185 05-Oct-2033	24-Feb-2024 NANJING					
21	12 IMAM ACHSORI	M	ABC	INDONESIA	18-Sep-1983 SEMARANG	F 096 362 13-Feb-2025	C 703 7405 13-Jul-2025	24-Feb-2024 NANJING					
21	13 M ABDUL AZIZ	M	OS	INDONESIA	08-Oct-1983 TEGAL	G 077 535 18-Jun-2026	C 779 3394 18-Mar-2026	30-Mar-2024 TABONEO					
21	14 ARWANI WASIM RAKIMAN	M	1.OLR	INDONESIA	20-May-1976 JAKARTA	I 049 411 11-May-2026	X 122 3378 31-Aug-2026	24-Feb-2024 NANJING					
20	15 AHMAD SOPLANDI	M	OLR A	INDONESIA	02-Jan-1980 JAKARTA	G 104 794 02-Sep-2026	C 842 7969 07-Feb-2027	24-Feb-2024 NANJING					
21	16 VICKY ERYANTO SURYAPUTRA	M	OLR B	INDONESIA	28-Aug-1976 SURABAYA	G 067 354 01-Sep-2025	C 999 0601 05-Sep-2027	24-Feb-2024 NANJING					
20	17 HASRUL SABARUDDIN	M	OLR C	INDONESIA	19-Dec-1996 PACCERAKAN	G 021 832 28-Sep-2025	C 658 4034 21-Oct-2026	24-Feb-2024 NANJING					
20	18 HASAN HUDIN	M	COOK	INDONESIA	14-Aug-1984 LAMONGAN	I 126 736 20-Dec-2026	C 738 7802 11-Nov-2025	24-Feb-2024 NANJING					
21	19 MOHAMMAD BAKIR	M	MM	INDONESIA	10-Nov-1984 BANGKALAN	F 234 441 23-May-2026	E 363 7701 30-May-2033	24-Feb-2024 NANJING					
21	20 MUHAMMAD ZADDAM ANDRUNEDO	M	DECK CADET	INDONESIA	28-Aug-2002 MAGELANG	I 008 285 27-Feb-2026	E 286 0553 28-Mar-2033	20-Mar-2024 TANJUNG PRIOK					
21	21 CHRISTON MOSES PARTOGLIAN SIJABAT	M	ENGINE CADET	INDONESIA	30-Jan-2003 JAKARTA	J 022 476 14-Mar-2027	E 260 1519 15-Mar-2033	20-Mar-2024 TANJUNG PRIOK					

TOTAL : 21 CREW (2 KOREAN+19 INDONESIA)

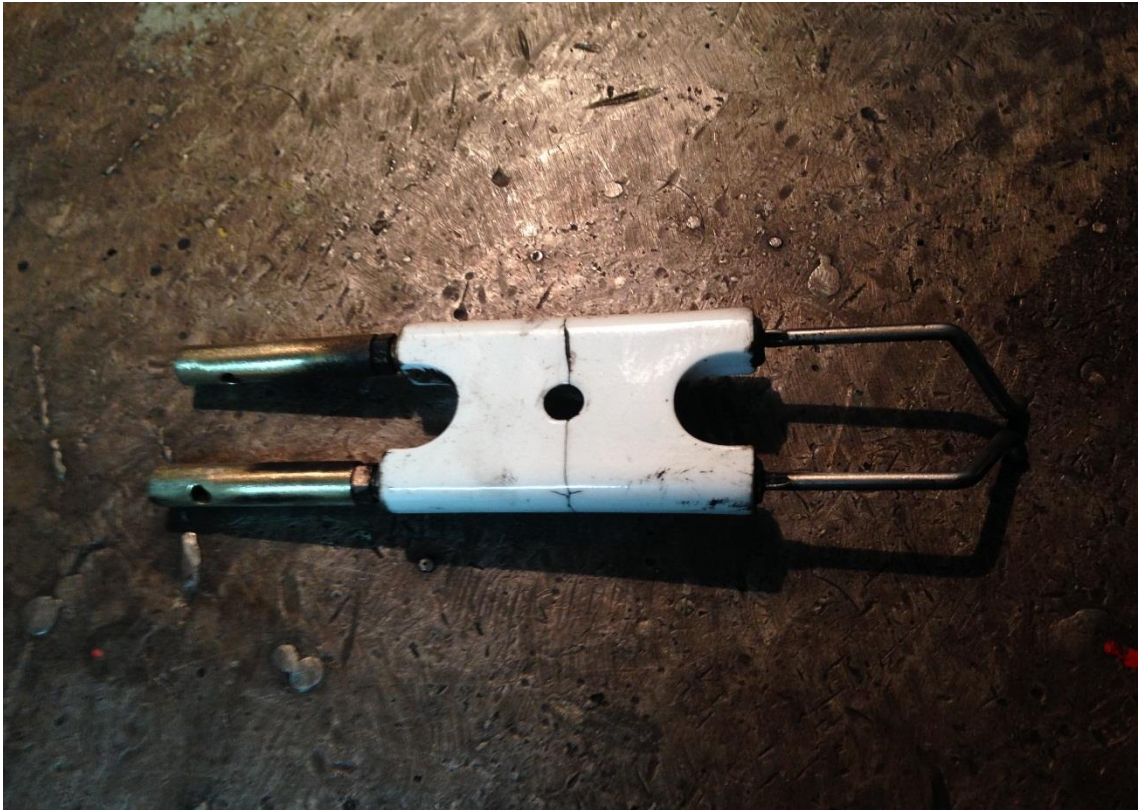
Date and Signature by Master , Authorized Agent or officer

CAPT. BAK BONG GI
MASTER OF M.V SHINSUNG CLEVER

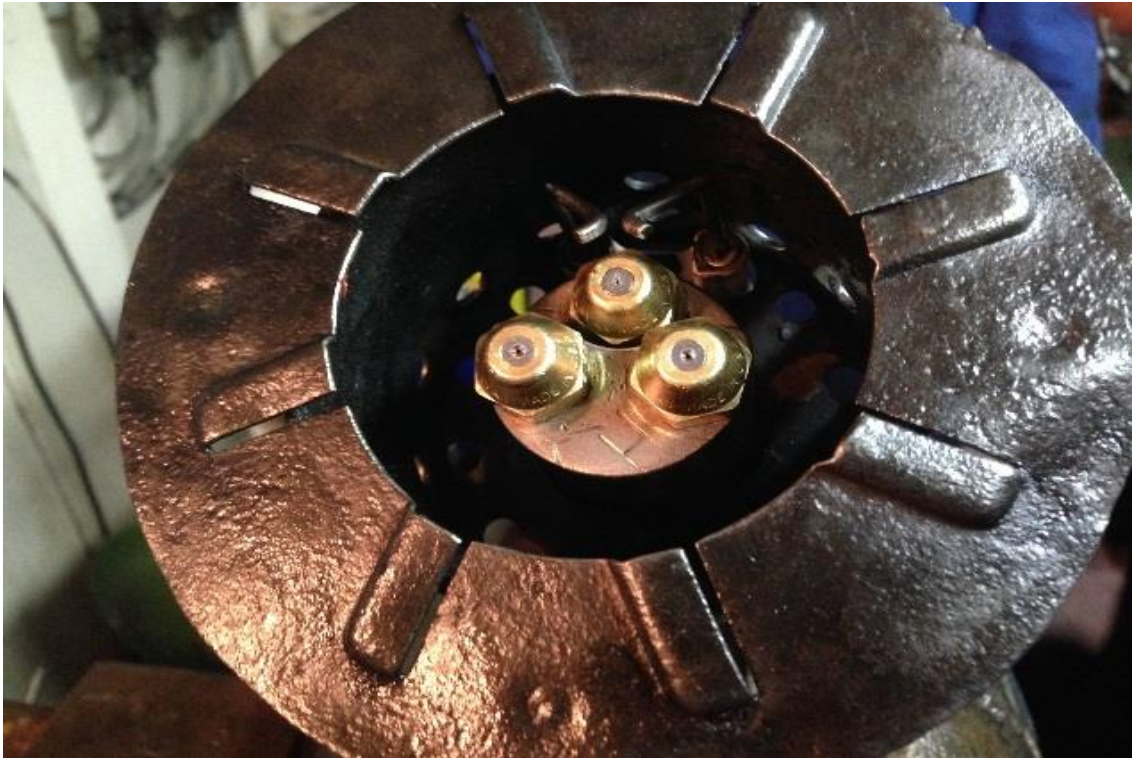
Lampiran 3. *Nozzle* dan Elektroda Kotor



Lampiran 4. Kerusakan Pada Elektroda



Lampiran 5. Pemasangan *Nozzle* Dan Elektroda



Lampiran 6. Pemasangan Elektroda Rod



Lampiran 7. Pengetesan Pengabutan *Nozzle*



Lampiran 8. *Specification of Boiler*

Specification of Boiler

Boiler Body

Model	: GK-2028-1000/680
Type	: Vertical water tube Composite Boiler
Quantity	: 1 set / 1 ship
Class	: KR
Design Pressure	: 0.69 MPa
Normal Pressure	: 0.59 ~ 0.69 MPa

Exhaust Gas Side

Heating Surface Area	: 155.2 m ²
Main Engine	: B&W6S46MC-C8.2(L3)

Gas Capacity	100%	80%	
Gas Temperature (Boiler Inlet)	56,520	51,120	Kg/h
Actual Evaporator (FW 60 ⁰ C, Pressure 0.59MPa)	273	224	°C
Loss of Gas Head (in Calculation)	1,300	680	Kg/h
	<1.57 (160mmAq)		

Oil Burning Side

Heating Surface Area	: 27.8 m ²
Actual Evaporation (FW 60 ⁰ C, Pressure 6kgf/cm ²)	: 1,000 kg/h
Fuel Oil Consumption	: 76.4 kg/h
Lower Calorific Value	: 41,023 kJ/kg
Normal Weight of Boiler Water	: 4,390 kg
Boiler Casing Color	: Silver (other M 7.5G 7/2)
Electric Source	: AC440V 60Hz
Total Electric Capacity	: 9.5 (14.4A) kW

Max. Allowable Loss : 0.147 (15mmAq) kPa
 Exhaust Gas Capacity : 1,293 Nm³/h
 Gas. Temp (High Alarm) : 450⁰C

Burner

Quantity : 1 set / 1 boiler
 Model : CS-9
 Type : Forced Draft Type Pressure Atomizing Burner

Atomizing Pressure	Main	Pilot
Fuel Oil	1.8	0.8 :MPa
	(C Heavy Oil) 380cst Maximum (at 50 ⁰) FO Pump Inlet Temp to be 65 ⁰ C	(Diesel Oil) 11cst Maximum (at 40 ⁰ C)

Fan : Turbo Fan
 Capacity : 20 m³/ min
 Head : 2.94 (300mmAq) kPa
 Motor : 2.2 (3.9A) kW
 2 Pole
 3,480 rpm

Main	Pilot
Pilot Burner System	High Voltage Spark System

Ignition System

Flame Detector : Flame Eye System

FO Pump Unit

Quantity : 1 set / 1 boiler
 FO Pump : Trochoidal Type

	Main	Pilot	
Capacity	252 (at 1.8 MPa)	40 (at 0.8 MPa)	: Ltr/h
Motor	0.75 (1.37A)	0.09 (2A)	: kW
	2	2	: Pole
	3,510	3,200	: rpm

FO Heater	:	Automatic Electric Heater
Electric Capacity	:	6 (7.9 A) kW
Adjustable Range	:	0 ~ 200 °C
FO Strainer	:	Auto Strainer
Control Device		
Quantity	:	1 set / 1 boiler
Control Box	:	Full Automatic High-Low Control
Pressure Controller (For Steam)	:	Bellow Type
Operation Range	:	0.1 ~ 1.0 MPa
Differential	:	0.3 ~ 0.13 MPa
Water Level Control	:	Electric – Rod Type

Lampiran 9. Boiler Record

BOILER RECORD			
No.	DRUMS PRESSURE	FO PRESS / TEMP	FILLING CASCADE
1.	6.5 kg/cm ²	20 kg/cm ² / 115 ⁰ C	Auto
2.	6.6kg/cm ²	19 kg/cm ² / 117 ⁰ C	Auto
3.	6.4 kg/cm ²	18 kg/cm ² / 115 ⁰ C	Auto
4.	6.4kg/cm ²	19 kg/cm ² / 113 ⁰ C	Auto
5.	6.0 kg/cm ²	17 kg/cm ² / 110 ⁰ C	Auto
6.	6.1 kg/cm ²	18 kg/cm ² / 113 ⁰ C	Auto
7.	5.9 kg/cm ²	20 kg/cm ² / 119 ⁰ C	Auto
8.	4.8 kg/cm ²	19 kg/cm ² / 121 ⁰ C	Auto
9.	5.4 kg/cm ²	19 kg/cm ² / 120 ⁰ C	Auto
10.	5.8 kg/cm ²	18 kg/cm ² / 117 ⁰ C	Auto
11.	6.0 kg/cm ²	19 kg/cm ² / 119 ⁰ C	Auto
12.	6.2 kg/cm ²	19 kg/cm ² / 118 ⁰ C	Auto
13.	6.4 kg/cm ²	20 kg/cm ² / 120 ⁰ C	Auto
14.	6.4 kg/cm ²	18 kg/cm ² / 122 ⁰ C	Auto
15.	6.5 kg/cm ²	17 kg/cm ² / 119 ⁰ C	Auto
16.	6.3 kg/cm ²	18 kg/cm ² / 120 ⁰ C	Auto
17.	6.4 kg/cm ²	19 kg/cm ² / 122 ⁰ C	Auto
18.	6.4 kg/cm ²	18 kg/cm ² / 121 ⁰ C	Auto
19.	6.5 kg/cm ²	19 kg/cm ² / 119 ⁰ C	Auto
20.	6.4 kg/cm ²	18 kg/cm ² / 122 ⁰ C	Auto

Lampiran 10. Hasil Cek Turnitin



[Handwritten signature]
Luska 14/12

optimalisasi perawatan burner ketel uap untuk menunjang pengoperasian di kapal.pdf

by Cek Hasil

Submission date: 17-Dec-2025 10:57AM (UTC+0300)

Submission ID: 2847250296

File name: optimalisasi_perawatan_burner_ketel_uap_untuk_menunjang_pengoperasian_di_kapal.pdf
(1.19M)

Word count: 9920

Character count: 69353

optimalisasi perawatan burner ketel uap untuk menunjang pengoperasian di kapal.pdf

ORIGINALITY REPORT

15% SIMILARITY INDEX	14% INTERNET SOURCES	0% PUBLICATIONS	8% STUDENT PAPERS
--------------------------------	--------------------------------	---------------------------	-----------------------------

PRIMARY SOURCES

1	repository.stipjakarta.ac.id Internet Source	12%
2	Submitted to Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta Student Paper	3%
3	docplayer.info Internet Source	<1%

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography Off

