

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



SKRIPSI

**ANALISIS PENYEBAB KEGAGALAN PEMBAKARAN
PADA *INCINERATOR* DI MV. BW MERLIN**

Oleh:

DEWA AYU ADE LIA
NRP. 564211242

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

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

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN



**ANALISIS PENYEBAB KEGAGALAN PEMBAKARAN
PADA *INCINERATOR* DI MV. BW MERLIN**

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

Oleh:

**DEWA AYU ADE LIA
NRP. 564211242**

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

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



HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Dewa Ayu Ade Lia
NRP : 564211242
Program Pendidikan : Diploma IV
Jurusan : Teknika
Judul : Analisis Penyebab Kegagalan Pembakaran pada
Incinerator di MV. BW Merlin

Jakarta, 26 November 2025

Penulis



Dewa Ayu Ade Lia

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



TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI

Nama : Dewa Ayu Ade Lia
NRP : 564211242
Program Pendidikan : Diploma IV
Jurusan : Teknika
Judul : Analisis Penyebab Kegagalan Pembakaran pada
Incinerator di MV. BW Merlin

Pembimbing Utama

Mohamad Ridwan, S.Si.T., M.M.

Penata (III/c)

NIP. 19780707 200912 1 005

Jakarta, 3 Desember 2025

Pembimbing Pendamping

Sursina, S.T., M.T.

Penata Tk. 1 (III/d)

NIP. 19720723 199803 2 001

Mengetahui;
Ketua Jurusan Teknika

Dr. Markus Yando, S.Si.T., M.M.

Penata Tk. 1 (III/d)

NIP. 19800605 200812 1 001

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN
SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN



TANDA PENGESAHAN SKRIPSI

Nama : Dewa Ayu Ade Lia
NRP : 564211242
Program Pendidikan : Diploma IV
Jurusan : Teknika
Judul : Analisis Penyebab Kegagalan Pembakaran pada
Incinerator di MV. BW Merlin

Ketua Penguji

Muhammad Nurdin, S.Ap., M.A. M.Mar.E.

Pembina Muda (IV/c)

NIP. 19660217 199808 1 001

Anggota Penguji

Derma Watty S., S.E., M. M

Penata (III/c)

NIP. 19840316 201012 2 002

Anggota Penguji

Mohamad Ridwan, S.Si.T., M.M.

Penata (III/c)

NIP. 19780707 200912 1 005

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 segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan tepat waktu sesuai dengan waktu yang ditentukan. Dalam kesempatan kali ini penulis yang berasal dari bidang keahlian Teknika menyusun skripsi dengan judul:

“Analisis Penyebab Kegagalan Pembakaran pada *Incinerator* di MT. BW Merlin.”

Skripsi ini disusun guna memenuhi tugas akhir dan persyaratan kurikulum pendidikan program Diploma IV (D-IV) yang diselenggarakan di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta. Penulisan skripsi ini didasari oleh pengalaman yang diperoleh selama melaksanakan praktik laut (prala) di atas kapal MT. BW. Merlin serta dari buku dan referensi lainnya yang berhubungan dengan skripsi ini. Dalam penyusunan skripsi ini, mungkin terdapat beberapa kekurangan baik dalam penulisan maupun keterbatasan pengetahuan yang dimiliki oleh penulis. Oleh sebab itu kritik dan saran dari pembaca sangat penulis harapkan, tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan mendukung penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Dengan segala kerendahan hati ucapan terima kasih ini dikhususkan kepada:

1. Yth. Bapak Dr. Capt. Tri Cahyadi, M.H.,M.Mar, selaku Ketua Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta.
2. Yth. Bapak Dr. Markus Yando, S.Si.T., M.M. selaku Ketua Jurusan Teknika.
3. Yth. Bapak Mohamad Ridwan, S.Si.T., M.M. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ibu Sursina, S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang selalu mendukung, memberikan bimbingan, petunjuk, dan pengarahannya kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Yth. seluruh Dosen, Pembina dan Instruktur STIP Jakarta.
5. BW HAFNIA Fleet Managament dan seluruh crew kapal MT. HAFNIA Larissa dan MT. BW Merlin yang telah memberikan pengalaman dan ilmu kepada penulis selama melaksanakan praktik laut.

6. Kepada orang tua saya yang tercinta, yaitu Bapak Dewa Ketut Ngurah Yasa dan Ibu Desak Putu Wartini yang telah memberi tulus kasih sayang, doa, semangat serta pengertian selama menyelesaikan pendidikan ini serta dedikasi, perjuangan, cuarahan kasih sayang yang tiada henti sampai sekarang.
7. Kepada kakak laki-laki saya tercinta yaitu Dewa Gede Sidan Jordy yang telah menyemangati dan mendoakan saya sehingga saya dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.
8. Seluruh rekan-rekan seperjuangan taruna-taruni Angkatan LXIV yang selalu memberikan motivasi dan dukungan kepada saya. Kepada seluruh anggota kelas Teknik VIII B atas perjuangan, kebersamaan dan semangat kalian.
9. Kepada seluruh anggota kamar Oscar 101 dan 102 yang selalu memberikan dukungan penuh dan ilmu yang telah dibagikan kepada saya dalam menyelesaikan skripsi ini.
10. Semua pihak yang tidak disebutkan diatas, atas bantuannya penulis ucapkan terima kasih hingga penulisan skripsi ini dapat berjalan dengan baik.

Dalam penulisan skripsi ini penulis menyadari bahwa semua yang ada di dunia ini tidak ada yang sempurna dan tidak luput dari kesalahan dan kekurangan. Semoga penulisan skripsi ini dapat benar-benar dimanfaatkan sebaik-baiknya dan dapat membuka wawasan dan pandangan penulis serta pembaca sekalian.

Jakarta, 26 November 2025
Penulis,

Dewa Ayu Ade Lia
NRP. 564211242

DAFTAR ISI

	Halaman
SAMPUL DALAM.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI.....	iii
TANDA PENGESAHAN SKRIPSI	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ixx
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR SINGKATAN	xii
DAFTAR ISTILAH	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
ABSTRAK.....	xv
BAB I : PENDAHULUAN.....	1
A. LATAR BELAKANG.....	1
B. IDENTIFIKASI MASALAH.....	3
C. BATASAN MASALAH.....	3
D. RUMUSAN MASALAH	4
E. TUJUAN DAN MANFAAT.....	4
F. SISTEMATIKA PENULISAN.....	4
BAB II : LANDASAN TEORI	6
A. TINJAUAN PUSTAKA	6
B. PENELITIAN TERDAHULU	21
C. KERANGKA PEMIKIRAN.....	24
BAB III : METODE PENELITIAN	25
A. WAKTU TEMPAT PENELITIAN	25
B. METODE PENDEKATAN	27
C. SUMBER DATA	28

	D. TEKNIK PENGUMPULAN DATA.....	28
	E. TEKNIK ANALISIS DATA.....	30
BAB IV	: HASIL DAN PEMBAHASAN	34
	A. DESKRIPSI DATA.....	34
	B. ANALISIS DATA.....	35
	C. ALTERNATIF PEMECAHAN MASALAH.....	45
	D. EVALUASI TERHADAP ALTERNATIF PEMECAHAN MASALAH	47
	E. PEMECAHAN MASALAH	52
BAB V	: KESIMPULAN DAN SARAN	54
	F. KESIMPULAN	54
	G. SARAN.....	55

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Bagian-Bagian <i>Incinerator</i>	12
Gambar 2.2	Kerangka Pemikiran	24
Gambar 3.1	<i>Incinerator</i>	25
Gambar 3.2	Diagram <i>Fishbone</i>	31
Gambar 4.1	Diagram <i>Fishbone</i> Kurang Optimalnya Sistem Kerja Pembakaran	36
Gambar 4.2	<i>Sludge Burner Incinerator</i>	37
Gambar 4.3	<i>Electrode</i>	39
Gambar 4.4	<i>Flame Eye</i>	39
Gambar 4.5	Diagram <i>Fishbone</i> Runtuhnya Dinding Pembatas di dalam <i>Incinerator</i> ..	42
Gambar 4.6	Keretakan pada <i>Chamber</i>	43

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Berat maksimal sampah sesuai <i>Instruction manual book</i>	17
Tabel 2.2	Penelitian Terdahulu	21
Tabel 3.1	Tabel Skala USG	32
Tabel 4.1	Hasil Penilaian USG	40
Tabel 4.2	Hasil Analisis USG	44

DAFTAR SINGKATAN

OWS	<i>Oily Water Separator</i>
D.O	<i>Diesel Oil</i>
MPEC	<i>Marine Environment Protection Commite</i>
MARPOL	<i>Marine Pollution</i>
MDO	<i>Marine Diesel Oil</i>
PMS	<i>Planned Maintenance System</i>
M.V	<i>Motor Vessel</i>
PRALA	Praktek Laut
WOT	<i>Waste Oil Tank</i>
USG	<i>Urgency, Seriousness, Growth</i>

DAFTAR ISTILAH

<i>Auxiliary Burner</i>	<i>Burner</i> awal yang menggunakan bahan bakar <i>diesel oil</i> untuk menyalakan <i>incinerator</i> sebelum <i>burner</i> utama bekerja.
Atomisasi (<i>Atomization</i>)	Proses pengabutan <i>sludge</i> atau minyak kotor menjadi partikel halus agar mudah terbakar di dalam <i>burner</i> .
<i>Burner</i>	Komponen pemanas dalam <i>incinerator</i> yang menghasilkan api untuk proses pembakaran <i>sludge</i> maupun limbah padat.
<i>Chamber</i> (Ruang Bakar)	Ruang tempat berlangsungnya pembakaran, terdiri dari <i>Primary Chamber</i> dan <i>Secondary Chamber</i> .
<i>Electrode</i>	Komponen pemantik yang menghasilkan percikan api awal untuk menyalakan <i>burner incinerator</i> .
<i>Flame Eye</i>	Sensor pendeteksi nyala api di dalam ruang pembakaran. Jika nyala api tidak terdeteksi, sistem otomatis akan menghentikan pembakaran (<i>shutdown</i>).
<i>Flame Failure</i>	Kegagalan nyala api dalam pembakaran <i>incinerator</i> yang menyebabkan sistem otomatis mematikan operasi untuk keamanan.
<i>Fishbone</i> Diagram	Diagram analisis sebab–akibat yang digunakan untuk mengidentifikasi faktor penyebab utama dari suatu permasalahan.
<i>Flushing</i> DO	Pembersihan jalur bahan bakar <i>burner</i> menggunakan <i>diesel oil</i> untuk menghilangkan residu <i>sludge</i> dan mencegah penyumbatan <i>nozzle</i> .
<i>Hot Spot</i>	Area tertentu pada dinding refraktori yang mengalami panas berlebih akibat pembakaran tidak merata atau penumpukan karbon.
<i>Incinerator</i>	Peralatan pembakar limbah padat dan minyak kotor di atas kapal untuk mencegah pencemaran laut sesuai regulasi MARPOL.

<i>Instruction Manual Book</i>	Buku panduan resmi dari pabrikan berisi prosedur pengoperasian, perawatan, dan batas kerja aman <i>incinerator</i> .
<i>Maintenance</i> (Perawatan)	Kegiatan pemeriksaan, pembersihan, penyetelan, atau penggantian komponen untuk menjaga <i>incinerator</i> tetap dalam kondisi optimal.
<i>Nozzle Burner</i>	Ujung burner tempat keluarnya bahan bakar dalam bentuk kabut. Komponen ini rentan tersumbat karbon dan <i>sludge</i> .
<i>Plan Maintenance System</i> (PMS)	Sistem perawatan terjadwal di atas kapal untuk menjaga peralatan tetap laik operasi dan mencegah kerusakan.
<i>Pre-Purge / Post-Purge</i>	Proses pembersihan ruang bakar dengan udara sebelum pembakaran dimulai dan setelah pembakaran selesai untuk menghilangkan gas sisa.
<i>Primary Chamber</i>	Ruang pembakaran pertama tempat limbah padat dan <i>sludge</i> mulai diproses dengan suhu 600–800°C.
Refraktori (<i>Refractory Wall</i>)	Material tahan panas yang melapisi ruang bakar <i>incinerator</i> untuk menahan suhu tinggi hingga 1000°C.
<i>Secondary Chamber</i>	Ruang pembakaran lanjutan untuk memastikan gas sisa dan partikel terbakar sempurna pada suhu 800–1000°C.
<i>Sludge</i>	Campuran minyak kotor, residu, dan partikel lainnya yang dihasilkan dari proses pemisahan minyak di kamar mesin.
USG (<i>Urgency, Seriousness, Growth</i>)	Metode analisis prioritas masalah berdasarkan tingkat urgensi, keseriusan dampak, dan potensi perkembangan masalah.
<i>Waste Oil Tank</i> (WOT)	Tangki penyimpanan minyak kotor yang akan dibakar di dalam <i>incinerator</i> , dilengkapi pemanas untuk menurunkan viskositas sebelum pembakaran.
<i>Waste Oil Burner</i>	<i>Burner</i> utama untuk membakar <i>sludge</i> setelah pemanasan awal menggunakan <i>auxiliary burner</i> selesai.

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Lembar Pengajuan Judul dan Sinopsis
- Lampiran 2 Lembar Bimbingan Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Pendamping
- Lampiran 3 Hasil Turnitin
- Lampiran 4 Gambar Kapal MT. BW Merlin
- Lampiran 2 *Ship's Particular* MT. BW Merlin
- Lampiran 3 *Crew List* MT. BW Merlin
- Lampiran 4 *Maintenance Incinerator*
- Lampiran 5 Lembar Wawancara

ABSTRAK

Lia, Dewa Ayu Ade. 564211242. 2025. “*Analisis Penyebab Kegagalan Pembakaran pada Incinerator di MV. BW Merlin*”

Kegagalan pembakaran pada *incinerator* dan keruntuhan dinding refraktori pada kapal merupakan isu yang mendapat perhatian serius dalam operasi pengolahan limbah sesuai standar MARPOL. Penelitian ini memberikan analisis teknis mengenai penyebab ketidakefisienan sistem pembakaran dan kerusakan struktur ruang bakar pada *incinerator* MT. BW Merlin dengan menerapkan metode *Fishbone* Diagram dan USG digunakan untuk mengidentifikasi faktor dominan yang memengaruhi kegagalan sistem, mencakup aspek *machine*, *method*, dan *material*. Hasil penelitian mengindikasikan bahwa *flame failure* terutama disebabkan oleh kerusakan pada sistem penyalaan dan kualitas atomisasi yang buruk, sementara keruntuhan dinding dipicu oleh suhu pembakaran yang melampaui 1050°C serta akumulasi karbon yang menciptakan *hot spot*. Pengukuran ini menunjukkan bahwa peningkatan disiplin perawatan, pengendalian temperatur, dan pembersihan ruang bakar secara konsisten sangat penting untuk memastikan operasi *incinerator* tetap aman dan memenuhi standar.

Kata Kunci: *Incinerator, Flame Failure, Refractory Damage, Fishbone Analysis, USG Method*

ABSTRACT

Lia, Dewa Ayu Ade. 564211242. 2025. “*Analysis of the Causes of Combustion Failure in the Incinerator on MV. BW Merlin*”

Combustion failure in the incinerator and the collapse of refractory walls on board the vessel are critical issues that receive serious attention in waste treatment operations in accordance with MARPOL standards. This study provides a technical analysis of the causes of combustion system inefficiency and structural damage to the combustion chamber of the MT. BW Merlin incinerator by applying the Fishbone Diagram and USG methods to identify the dominant factors influencing system failure, including aspects of machine, method, and material. The results indicate that flame failure is primarily caused by damage to the ignition system and poor atomization quality, while wall collapse is triggered by combustion temperatures exceeding 1050°C and the accumulation of carbon that creates hot spots. These findings highlight that improving maintenance discipline, controlling combustion temperature, and consistently cleaning the combustion chamber are essential to ensure the incinerator operates safely and remains compliant with standards.

Keywords: *Incinerator, Flame Failure, Refractory Damage, Fishbone Analysis, USG Method*

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Di dalam sektor maritim, transportasi laut memegang peranan penting dan memberikan kontribusi besar terhadap pertumbuhan ekonomi suatu negara. Hubungan antar pulau maupun antar negara yang terhubung melalui laut memungkinkan terjadinya aktivitas perdagangan dan distribusi barang. Dalam perkembangannya, berbagai jenis kapal dirancang untuk memenuhi kebutuhan industri dan menyesuaikan dengan kemajuan teknologi. Salah satu jenis kapal yang mengalami perkembangan pesat adalah kapal tanker. Kapal MT. BW Merlin yang memiliki *rute* kapal Pasific-Singapore ini merupakan salah satu yang dimiliki oleh BW HAFNIA *Group* yang menyediakan transportasi minyak dan produk minyak untuk perusahaan minyak nasional dan internasional terkemuka, perusahaan kimia besar, serta perusahaan perdagangan.

Peningkatan intensitas transportasi laut saat ini memberikan pengaruh yang signifikan terhadap lingkungan, khususnya ekosistem laut. Salah satu permasalahan yang muncul adalah pencemaran akibat limbah kapal, seperti sisa minyak pelumas, bahan bakar, dan sampah, yang dapat menimbulkan dampak serius bagi kelestarian laut. Pencemaran semacam ini umumnya terjadi akibat pembuangan limbah yang tidak sesuai prosedur dan melanggar ketentuan yang berlaku. MARPOL 73/78, khususnya Annex I, Annex V dan Annex VI, telah mengatur secara tegas mengenai pencegahan pencemaran oleh minyak serta sampah kapal.

Limbah kapal perlu melalui proses penanganan dan pengolahan yang sesuai sebelum dibuang. Salah satu alat yang digunakan untuk mencegah pencemaran lingkungan di atas kapal adalah *incinerator*. *Incinerator* digunakan untuk mengolah minyak kotor (*waste oil*) yang tersimpan di tangki limbah setelah melalui proses pemisahan air dan minyak dengan Oily Water Separator (OWS).

Selain itu, alat ini juga berfungsi membakar limbah padat seperti kain bekas, potongan kayu, produk kertas, serta membakar minyak pelumas maupun minyak sisa.

Sebelum tibanya di Papeete Tahiti pada tanggal 7 Februari 2024, *incinerator* mengalami beberapa gangguan yang menunjukkan bahwa proses pembakarannya tidak berjalan optimal. Terjadi permasalahan *flame failure* akibat tekanan rendah dan pembakaran *sludge* yang tidak sempurna menjadi sinyal awal kerusakan. Setelah ditindaklanjuti oleh masinis 4, diketahui bahwa *burner incinerator* gagal menyala karena lubang *burner* tersumbat endapan karbon hasil pembakaran sebelumnya. Meskipun saat itu belum masuk jadwal PMS. Sebagai respons terhadap kondisi tersebut, *Plan Management System* (PMS) perlu diperkuat dengan rutinitas *pre-work inspection* yang dilakukan setiap pagi sebelum *incinerator* dioperasikan. Pemeriksaan ringan seperti pengecekan tekanan bahan bakar, kebersihan *burner*, dan cek visual terhadap ruang bakar dapat mencegah kegagalan sistem ditengah operasi. Kegiatan ini tidak membutuhkan waktu lama, namun dampaknya sangat besar terhadap kelancaran kerja dan mencegah kerusakan yang lebih parah. Dengan cara ini, kru dapat menjalani tugasnya dengan lebih tenang karena sistem yang mereka operasikan telah dipastikan siap pakai.

Selain itu, masalah lain yang terjadi pada saat melakukan pelayaran dari Vanuatu menuju Singapore pada tanggal 25 Mei 2024 suhu *chamber incinerator* melebihi 1050°C dan menyebabkan runtuhnya pembatas antara *primary chamber* dan *secondary chamber*. Hal ini terjadi tanpa peringatan dini dan menimbulkan alarm *abnormal status*, yang memaksa *incinerator* dihentikan dan diperbaiki dalam waktu yang tidak direncanakan. Jika sebelumnya dilakukan pemantauan suhu secara manual sebelum jam kerja, misalnya dengan melihat kenaikan suhu atau kondisi dinding ruang bakar, potensi kerusakan ini bisa dideteksi lebih awal. Maka dari itu, bagian dari PMS harus mencakup pemeriksaan suhu dan struktur fisik yang sederhana namun rutin.

Dengan mengintegrasikan *pre-operational maintenance* ke dalam PMS harian, sistem tidak hanya mengandalkan waktu perawatan berkala, tapi juga membangun kebiasaan kerja yang tanggap dan bertanggung jawab. Aktivitas ini dapat dijadikan tugas wajib sebelum mesin dihidupkan setiap hari, termasuk pencatatan singkat dalam *daily engine logbook*. Selain mencegah kerusakan besar, langkah ini juga menumbuhkan budaya kerja yang lebih peduli, teliti, dan proaktif di antara kru.

Incinerator merupakan salah satu peralatan bantu penting yang berperan besar dalam mencegah pencemaran laut, khususnya dengan mengurangi limbah minyak dan sampah. Agar dapat berfungsi secara optimal, pengoperasian dan pemeliharannya harus dilakukan sesuai dengan ketentuan MARPOL serta buku manual. Perawatan yang tepat dapat mencegah kerusakan pada ruang bakar, termasuk dinding pemisah antara *primary chamber* dan *secondary chamber*, sehingga dapat mendukung kelancaran pengelolaan limbah di MV BW MERLIN, serta memberikan manfaat bagi lingkungan dan ekonomis bagi perusahaan. Sadar akan besarnya pengaruh permasalahan ini menjadi alasan utama bagi penulis untuk menjadikannya fokus penelitian, yang kemudian dituangkan dalam skripsi berjudul:

**“ANALISIS PENYEBAB KEGAGALAN PEMBAKARAN PADA
INCINERATOR DI MV. BW MERLIN”**

B. IDENTIFIKASI MASALAH

Selama menjalani praktik kerja laut di kapal MT. BW Merlin, penulis mendapati adanya berbagai kendala dan gangguan yang terjadi pada *incinerator* sebagai salah satu pesawat bantu. Untuk memahami lebih lanjut permasalahan tersebut, penulis melakukan identifikasi beberapa permasalahan yang terjadi pada *incinerator* sebagai berikut:

1. Kurang optimalnya sistem kerja pembakaran pada *incinerator*.
2. Runtuhnya dinding pembatas antara *primary chamber* dan *secondary chamber* pada *incinerator*.
3. *Pressure low* sehingga terjadi *flame failure* pada *incinerator*.
4. Pembakaran *sludge* yang tidak sempurna pada *incinerator*.

C. BATASAN MASALAH

Mengingat luasnya masalah yang ada di kapal yang berhubungan dengan *incinerator* maka penulis membatasi masalah yang terjadi di MT. BW Merlin sebagai berikut:

1. Kurang optimalnya sistem kerja pembakaran pada *incinerator*.
2. Runtuhnya dinding pembatas antara *primary chamber* dan *secondary chamber* pada *incinerator*.

D. RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan pengalaman penulis selama praktik laut dan berbagai kejadian yang dialami di kapal, penulis menetapkan bahwa rumusan masalah dalam skripsi ini akan difokuskan pada permasalahan pokok sebagai berikut:

1. Apa yang menyebabkan kurang optimalnya sistem kerja pembakaran pada *incinerator*?
2. Apa yang menyebabkan runtuhnya dinding pembatas antara *primary chamber* dan *secondary chamber* pada *incinerator*?

E. TUJUAN DAN MANFAAT

Adapun tujuan dari penelitian yang dituangkan dalam skripsi ini adalah:

1. Untuk mengetahui penyebab kegagalan pembakaran pada *incinerator* dan upaya menanggulangi masalahnya.
2. Untuk dapat menganalisa penyebab runtuhnya dinding pembatas antara *primary chamber* dan *secondary chamber* pada *incinerator* dan mencari solusinya.

F. SISTEMATIKA PENULISAN

Agar skripsi ini lebih mudah disusun dan dipahami, penulis menyusunnya secara sistematis dalam lima bab yang berkaitan, sesuai dengan pedoman penulisan skripsi D-IV Studi Teknik di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta. Adapun urutannya sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini dijelaskan pendahuluan penelitian, meliputi latar belakang, identifikasi, batasan, dan rumusan masalah, serta tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan. Tujuannya adalah memperlihatkan alasan topik dipilih dan arah penelitian yang akan dilakukan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini berisi tinjauan pustaka yang mencakup uraian mengenai literatur terkait, ilmu pengetahuan yang mendukung, serta teori-teori yang relevan dengan permasalahan penelitian, termasuk kerangka pemikiran yang digunakan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini memuat uraian mengenai waktu dan lokasi penelitian, metode pendekatan yang digunakan, teknik pengumpulan data, subjek penelitian yang menjadi fokus kajian, serta metode analisis data yang diterapkan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini membahas penguraian deskripsi data berdasarkan faktafakta yang terjadi, serta analisis masalah yang ada dengan terperinci dengan didukung konsepsi ke arah pemecahan masalah yang nyata dan sistematis dari permasalahan yang ada disertai pemecahan masalahnya.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini membahas kesimpulan dan saran yang berasal dari rangkuman seluruh permasalahan dan solusi berdasarkan analisis data. Saran-saran yang disampaikan penulis diharapkan dapat menjadi masukan yang berguna untuk menyelesaikan masalah tersebut.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. TINJAUAN PUSTAKA

1. *Incinerator*

a. Pengertian *Incinerator*

Incinerator Incinerator adalah tungku pembakaran untuk mengolah limbah padat, yang mengkonversi materi padat (sampah) menjadi materi gas, dan abu, (*bottom ash* dan *fly ash*). *Incinerator* merupakan proses pengolahan limbah padat dengan cara pembakaran pada temperatur lebih dari 800°C untuk mereduksi sampah mudah terbakar (*combustible*) yang sudah tidak dapat didaur ulang lagi, membunuh bakteri, virus, dan kimia toksik (Santanamirhardja, 2018). Namun demikian, penting untuk diingat bahwa penggunaan *incinerator* untuk memproses sampah memiliki dampak lingkungan yang signifikan. Proses pembakaran sampah dapat menghasilkan emisi gas beracun seperti dioksida belerang, nitrogen oksida, dan karbon monoksida yang dapat membahayakan kesehatan manusia dan lingkungan. Oleh karena itu, penggunaan *incinerator* harus dilakukan dengan hati-hati dan perlu dipastikan bahwa sistem pembuangan asap dan sisa pembakaran yang dihasilkan sesuai dengan standar lingkungan yang berlaku (Kuo, 2018).

Lebih lanjut, *incinerator* yaitu alat yang dipergunakan untuk membakar kotoran minyak lumas, bahan bakar dan sampah serta kotoran lainnya yang dapat dibakar khususnya yang berada di kamar mesin. Sebelum dibakar minyak lumas maupun kotoran yang berada di got-got kamar mesin di isap masuk ke dalam *Oily Waters Separator* (OWS) (Hendrawan, 2022). Selain itu, *incinerator* dipasang dan ditempatkan sesuai dengan peraturan dari *Marine Environment Protection Committee* (MPEC) (Cho dkk, 2020).

Penggunaan alat *incinerator* akan dapat mengurangi dampak dari negatif proses pembakaran diruang terbuka seperti asap, bau, radiasi dan panas yang dihasilkan dari pembakaran serta akan membuka upaya pemanfaatan energi panas hasil dari pembakaran sampah tersebut (Lasmana dkk, 2021).

Berdasarkan pengertian di atas, penulis menyimpulkan bahwa *incinerator* merupakan alat pembakaran yang berperan penting dalam mengelola limbah di kapal, khususnya sampah dan kotoran minyak. Dengan suhu tinggi, alat ini membantu mengurangi volume limbah, memusnahkan zat berbahaya, dan mencegah pencemaran lingkungan laut. Namun, penggunaannya tetap harus dilakukan secara hati-hati dan sesuai prosedur, agar manfaatnya dapat dirasakan tanpa menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan maupun lingkungan.

b. Fungsi *Incinerator*

Menurut *manual book*, *incinerator* dirancang khusus untuk membakar limbah minyak dan sampah padat di atas kapal. Alat ini terdiri dari beberapa komponen utama yang bervariasi tergantung pada modelnya, yaitu ruang pembakaran yang terdiri dari tiga ruang multi, yaitu ruang primer, sekunder, dan pencampuran pembakar utama yang berfungsi untuk membakar minyak limbah, serta dua pembakar tambahan yang menggunakan minyak diesel untuk ruang primer dan sekunder. Selain itu, *incinerator* ini juga dilengkapi dengan pompa minyak limbah (pompa lumpur) untuk mendukung proses pembakaran. Sedangkan fungsi *incinerator* di atas kapal secara umum adalah sebagai berikut:

- 1) Untuk membakar minyak kotor yang berasal dari hasil pemisahan air pada *Oil Water Separator* (OWS) dan sisa minyak bekas.
- 2) Membakar sampah kapal seperti serbuk kayu, kertas, karton, majun bekas, selain kaca dan material logam.

c. *Primary Chamber* dan *Secondary Chamber*

Pada *incinerator* terdapat 2 ruang bakar, yang terdiri dari *Primary Chamber* dan *Secondary Chamber* (Priyamba, 2013).

1) *Primary Chamber*

Berfungsi sebagai tempat pembakaran limbah. Kondisi pembakaran dirancang dengan jumlah udara untuk reaksi pembakaran kurang dari semestinya, sehingga disamping pembakaran juga terjadi reaksi pirolisa. Pada reaksi pirolisa material organik terdegradasi menjadi karbon monoksida dan metana. Temperatur dalam *primary chamber* diatur pada rentang 600-800 °C dan untuk mencapai temperatur tersebut, pemanasan dalam *primary chamber* dibantu oleh energi dari *burner* dan energi pembakaran yang timbul dari limbah itu sendiri. Udara (oksigen) untuk pembakaran di suplai oleh *blower* dalam jumlah yang terkontrol. Padatan sisa pembakaran di *primary chamber* dapat berupa padatan tak terbakar (logam, kaca) dan abu (mineral), maupun karbon berupa arang. Tetapi arang dapat diminimalkan dengan pemberian suplai oksigen secara kontinu selama pembakaran berlangsung. Sedangkan padatan tak terbakar dapat diminimalkan dengan melakukan pensortiran limbah terlebih dahulu.

2) *Secondary Chamber*

Gas hasil pembakaran dan pirolisa perlu dibakar lebih lanjut agar tidak mencemari lingkungan. Pembakaran gas-gas tersebut dapat berlangsung dengan baik jika terjadi pencampuran yang tepat antara oksigen (udara) dengan gas hasil pirolisa, serta ditunjang oleh waktu tinggal (*retention time*) yang cukup. Udara untuk pembakaran di *secondary chamber* disuplai oleh *blower* dalam jumlah yang terkontrol. Selanjutnya gas pirolisa yang tercampur dengan udara dibakar secara sempurna oleh *burner* didalam *secondary chamber* dalam temperatur tinggi yaitu sekitar 800-1000°C. Sehingga gas-gas pirolisa (Metana, Etana dan Hidrokarbon lainnya) terurai menjadi gas CO₂ dan H₂O.

d. Sistem dan Prinsip Kerja *Incinerator*

1) Sistem *incinerator*

Landasan teori menurut buku manual *incinerator*, yaitu sistem *Incinerator* pada dasarnya terdiri atas dua macam, sistem pembakaran berkesinambungan dan sistem pembakaran terputus:

a) Sistem Pembakaran Berkesinambungan

Sistem ini menggunakan gerakan mekanisasi dan otomatisasi dalam kesinambungan pembakaran sampah ke dalam ruang bakar (tungku) dan pembuangan sisa pembakaran. Sistem ini pada umumnya dilengkapi fasilitas pengendali pembersih sisa pembakaran untuk membersihkan abu dan gas. Sistem ini dapat digunakan untuk instalasi dengan kapasitas besar dan beroperasi selama 24 jam atau 16 jam per hari.

b) Sistem Pembakaran Terputus

Sistem ini umumnya sederhana dan mudah dioperasikan. Digunakan untuk kapasitas kecil, dan beroperasi kurang dari 8 jam per hari. Cara kerjanya terputus-putus dalam arti bila sampah yang sudah dibakar menjadi abu, maka untuk pembakaran berikutnya abu tersebut harus dikeluarkan lebih dahulu, dalam pembersihan ruang bakar *incinerator* juga perlu diperhatikan dinding ruang bakar pada *incinerator* dimana banyak dinding yang rapuh dan mudah terkelupas yang terjadi pada saat dikapal, saya menggunakan sapu dan serokan sebagai media pembersih sisa pembakaran sampah arang atau karbon, setelah bersih baru dapat dilakukan pembakaran sampah selanjutnya. Proses tersebut menunjukkan bahwa pengolahan sampah dengan *incinerator* dilakukan dengan memperhatikan aspek keamanan terhadap lingkungan.

2) Prinsip Kerja *Incinerator*

Di dalam buku manual yang dimiliki MV. BW Merlin diterangkan bahwa prinsip dasar yang digunakan dalam proses pembakaran pesawat bantu *incinerator* adalah “memanfaatkan minyak kotor dalam kapal yang tidak layak pakai untuk dibakar dengan mengatur suhu dan viscositas minyak kotor yang sesuai dengan prosedur pembakaran”. Cara kerja Cara kerja *incinerator* adalah kotoran minyak lumas yang ada pada *Waste Oil Tank* terlebih dahulu harus di cek apakah kotoran minyak lumas tersebut dapat dibakar atau tidak, apabila dapat dibakar, cara pengaturan sebelum dibakar maka kotoran minyak lumas dan lumpur di *Settling Tank* terlebih dahulu dipanasi kira-kira 80-90 °C. Jika kotoran minyak lumas sangat

tinggi viscositasnya maka harus dipanasi kira-kira 100 °C tetapi temperatur pemanasnya juga sangat ditentukan oleh karakteristik minyak tersebut.

Awal langkah dari kerja pesawat bantu *incinerator* adalah pertama nyalakan *Fan* kemudian nyalakan *solenoid pump* untuk menghisap bahan bakar *Marine Diesel Oil* (MDO) di *supply* ke *auxiliary burner* dan angin pun juga di *supply* ke *auxiliary burner* agar pembakaran dapat menyebar dengan sempurna setelah sepuluh menit *waste oil pump* kita jalankan untuk menghisap *waste oil* menuju ke *waste oil burner*, setelah *waste oil burner* bekerja dengan sempurna kita matikan *solenoid pump* agar bahan bakar yang digunakan hanya *waste oil*.

3) Komponen Utama *Incinerator*

Komponen yang terdapat pada *incinerator* sesuai dengan *instruction manual book* adalah sebagai berikut:

a) *Auxiliary Burner*

Merupakan peralatan yang berfungsi sebagai alat penyalaan pertama kali pada saat pembakaran. Dengan bahan bakar untuk *auxiliary burnur* menggunakan *diesel oil*.

b) *Waste Oil Dosing Pump*

Merupakan pompa untuk mengalirkan minyak kotor dari *waste oil tank* ke *burner* utama *incinerator* pada saat proses pembakaran.

c) *Waste oil burner*

Merupakan peralatan yang berfungsi untuk menyembrotkan minyak kotor dalam bentuk kabut sehingga minyak dapat dengan mudah dibakar.

d) *Blower*

Blower berfungsi untuk memberikan udara ke *auxiliary burner* pada saat proses pembakaran diruang bakar dan pada saat memulai pembakaran *blower* juga berfungsi sebagai udara bilas dimana pada saat pengoperasiannya dilakukan sebelum dan sesudah pemakaian *incinerator* harus dijalankan agar di dalam ruang bakar tidak ada gas bahan bakar dan gas buang.

e) *Waste Oil Tank*

Merupakan sebuah tangki untuk menampung minyak kotor (*waste oil*) dan juga sebagai tempat untuk memanaskan minyak kotor sebelum dibakar di ruang bakar dengan maksud agar *viscosity* bahan bakar bisa turun dan lebih mudah dibakar dan kandungan air dalam minyak kotor bisa turun sehingga pada proses pembakaran bisa sempurna.

f) *Filter Waste Oil*

Sebagai tempat untuk menyaring *sludge* kasar sebelum masuk melalui *burner* untuk dibakar di ruang bakar sehingga pada saat proses pembakaran tidak terjadi penyumbatan di *wasted oil burner* didalam kerjanya *filter* ini sering kotor maka setiap habis mengoperasikan *incinerator* dan minyak kotor di *wasted oil tank* harus dibersihkan dan dijaga suhunya 100 °C hal ini dilakukan agar *filter* tidak terlalu cepat kotor karena viscositasnya yang rendah.

g) *Flame Eye*

Merupakan alat sensor yang berfungsi untuk memantau keberadaan api selama proses pembakaran pada *incinerator*. Jika *flame eye* tidak mendeteksi adanya nyala api atau terjadi kegagalan dalam proses pembakaran, maka alat ini secara otomatis akan memutuskan aliran listrik pada sistem *incinerator*. Selain itu, alarm peringatan akan aktif apabila tidak terdeteksi pembakaran dalam waktu 10 detik setelah proses dinyalakan. Untuk memastikan *flame eye* berfungsi dengan baik, dilakukan pengujian sederhana dengan cara menyorotinya menggunakan cahaya senter. Jika setelah cahaya senter dimatikan alarm langsung berbunyi, maka dapat dipastikan bahwa *flame eye* bekerja secara normal. *Flame eye* bertugas sebagai pengontrol api pada tahap awal pengapian *burner*. Setelah 10 detik pertama pembakaran berlangsung, sistem pengapian akan otomatis mati apabila suhu ruang bakar telah mencapai nilai tertentu sesuai pengaturan yang ditetapkan.

h) *Switch Board*

Suatu alat yang berfungsi sebagai tempat terminal system instalasi untuk mengatur dan memulai start pembakaran pada *incinerator* agar *incinerator* bisa bekerja secara sistematis.

i) *Electrode*

Berfungsi sebagai pemercik api dan membantu *burner* dalam menyalakan api untuk pertama kali dalam proses pembakaran.

j) *Control Panel*

Alat untuk mengoperasikan *incinerator*.

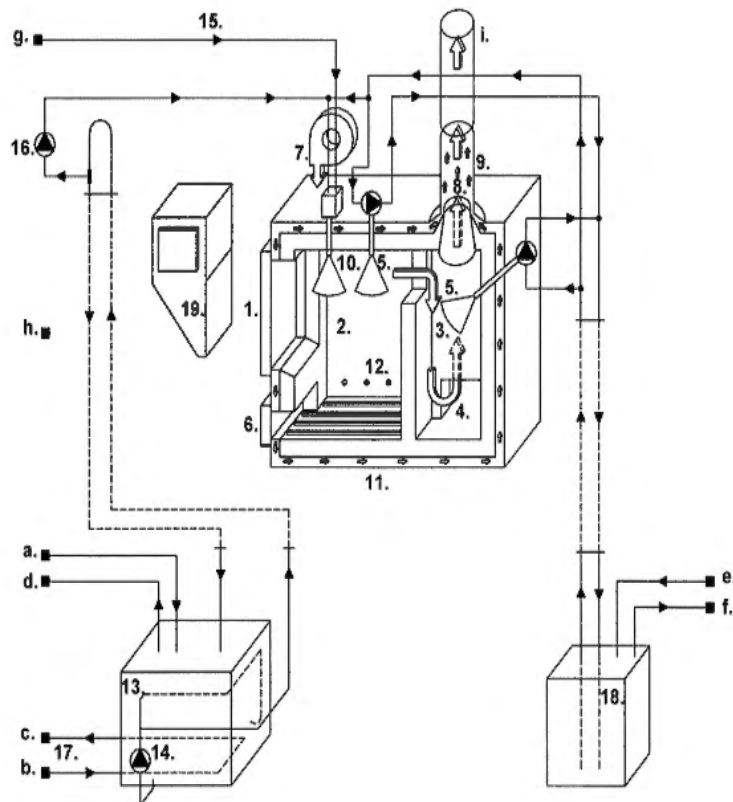
k) *Furnace* atau Ruang Pembakaran

Merupakan tempat untuk meletakkan dan membakar sampah dan sebagai tempat untuk terjadinya pembakaran.

l) *Ash Removable Door*

Merupakan pintu untuk mengeluarkan abu atau sampah dari sisa-sisa pembakaran.

e. Prinsip Dasar *Incinerator*



Gambar 2.1 Bagian-Bagian *Incinerator*

Sumber data: *Instruction Manual Book MT. BW Merlin*

Incinerator dibuat dengan prinsip dasar adalah memastikan bahwa sebuah pembakaran terjadi dengan efisiensi yang tinggi dan keamanan yang terjamin.

Incinerator Maxi NG 100 SL WS dikawal dapat digunakan untuk membakar sampah-sampah dan minyak kotor baik secara sendiri-sendiri atau secara bersamaan. Incinerator dibuat dengan komponen dasar sebagai berikut:

Components:

- 1) *Charging door*
- 2) *Combustion chamber*
- 3) *After burning chamber*
- 4) *Second after burning chamber*
- 5) *Oil burner*
- 6) *Ash cleaning door*
- 7) *Air blower*
- 8) *Induced draught Air ejector*
- 9) *Damper*
- 10) *W.O burner*
- 11) *Double wall for air cooling*
- 12) *Air inlet nozzle*
- 13) *W.O supply tank*
- 14) *Mill pump*
- 15) *Compressed air*
- 16) *W.O dosing pump*
- 17) *Heating element*
- 18) *Diesel oil tank*
- 19) *Sluice*

Connection:

- 1) *W. Oil Inlet*
- 2) *Steam Inlet*
- 3) *Steam Outlet*
- 4) *W. O Oil Ventilation Outlet*
- 5) *Diesel Oil Inlet*
- 6) *Diesel Oil Ventilation Outlet*
- 7) *Compressed Air Inlet*
- 8) *Electric Power Supply*
- 9) *Exh. Gas Outlet*
- 10) *Drain W. O Tank*

11) *Drain Diesel Oil Tank*

Prinsip Kerja *Incinerator* Maxi NG 100 SL WS adalah:

- 1) Minyak kotor pertama-tama ditampung dalam *sludge tank* dan dipanaskan hingga suhu sekitar 60°C menggunakan *heater*. Pemanasan ini membantu memisahkan kandungan air dan minyak berdasarkan perbedaan berat jenis, di mana air yang lebih berat akan mengendap di bagian bawah, sementara minyak akan berada di lapisan atas.
- 2) Setelah itu, minyak kotor dipindahkan ke *waste oil tank* menggunakan pompa *sludge*, lalu dipanaskan hingga suhu 90-100°C. Pemanasan ini bertujuan untuk menguapkan sisa air yang masih ada, sehingga kandungan air dalam minyak bisa diminimalkan sebelum dibakar. Sampah, majun, kertas, dan plastik dimasukkan ke dalam tempat penampungan diatas ruang pembakaran.
- 3) Sampah seperti majun, kertas, dan plastik kemudian dimasukkan ke dalam wadah penampungan yang terletak di atas ruang pembakaran sebagai persiapan sebelum proses pembakaran dimulai.
- 4) Langkah selanjutnya adalah menyalakan *cooling fan*, yang ditandai dengan lampu indikator menyala pada panel kontrol. Setelah itu, *incinerator* memasuki fase *pre-purge*, yaitu proses meniupkan udara bersih ke dalam ruang bakar untuk membersihkannya dari sisa gas atau kotoran sebelum pembakaran dimulai.
- 5) Setelah tahap *pre-purge* selesai, proses dilanjutkan dengan pembakaran awal menggunakan *auxiliary burner* dan *waste oil burner* secara bersamaan. Ketika nyala api sudah terlihat stabil dan maksimal, *switch* dialihkan ke posisi *waste oil burner* agar pembakaran hanya menggunakan minyak kotor. Sebelum itu, *incinerator* perlu dipanaskan terlebih dahulu selama kurang lebih 15 menit menggunakan bahan bakar MDO. Setelah pemanasan selesai, kran bahan bakar MDO dipindah ke posisi kran *waste oil burner*, dan pembakaran minyak kotor pun dimulai. Tanda bahwa minyak kotor sudah mulai terbakar dengan baik dapat dilihat dari naiknya tekanan pada manometer *waste oil burner*. Selama proses ini, penting untuk memperhatikan pengaturan aliran minyak kotor. Jika yang dibakar adalah minyak dengan kadar kalori rendah, maka kran aliran dibuka penuh agar pembakaran tetap optimal. Namun jika minyak kotor memiliki kandungan

kalori tinggi, maka aliran harus dikendalikan dengan hati-hati. Jika aliran terlalu besar, justru bisa memicu pembakaran berlebih yang berisiko merusak bagian dalam *incinerator*. Suhu pembakaran dijaga stabil di kisaran 900–1050°C untuk memastikan proses berlangsung aman dan efisien.

Setelah proses pembakaran selesai, kran waste oil dialihkan ke posisi *Marine Diesel Oil* (MDO) dan pembakaran dilanjutkan sekitar 10 menit. Langkah ini bertujuan untuk membersihkan saluran pembakaran agar tidak tersumbat oleh sisa residu. Jika tidak dibersihkan, saluran tersebut bisa menyulitkan proses pengoperasian *incinerator* di kemudian hari. Setelah itu, masuk ke tahap *post-purge*, yaitu proses meniupkan udara bersih ke dalam ruang bakar untuk membersihkan sisa gas serta membantu mendinginkan burner sebelum alat benar-benar dimatikan.

f. Konstruksi *Incinerator*

1) Data teknik *incinerator* sesuai dengan *instruction manual book*:

Kapasitas kalori	: 580 Kw (500.000 kcal/h)
Limbah padat	: Max. 100 kg/h
Limbah cair	: Max. 59 kg/h
Waktu retensi gas buang	: 1.0 detik
Dimensi dasar udara dan pipa	
Total konsumsi udara <i>incinerator</i>	: 5.900 m ³ /h – 15 °C
Diameter cerobong gas buang	: 500 mm
Temperature gas buang	: 350 °C
Volume gas buang	: 14,300 m ³ /h
Tekanan kerja maksimal di cerobong	
Tekanan keluar	: 300 Pa
Tekanan udara kerja	: 9 bar
Konsumsi udara kerja	: max. 16 m ³ /h
Bahan bakar	: <i>Marine Diesel Oil</i>
Diameter dalam pipa MDO	: 8 mm

2) Data Teknik komponen

(Tegangan: 220 V 60 Hz - 440 V 60 Hz)

Primary Blower

Adalah centrifugal fan dengan tekanan tinggi

Tipe <i>Blower</i>	: HTF – #3 1/2
Kapasitas	: 5.900 m ³ /h
Tekanan kerja	: 5.884 Pa (600 mmAq)
Putaran	: 3,540 Rpm
Elektromotor	: 18.5 Kw x 2P

WO dosing pump (PU-3)

Adalah pompa pemindah dengan gear motor

Tipe Pompa	: HMD 012-12L
Kapasitas	: 26~137 l/h at 92~483 r.p.m
Putaran gear	: 92~483 r.p.m
Tekanan	: 2 bar
Motor	: 0.45 Kw x 2P

PRIMARY BURNER (ST-1)

Jenis <i>burner</i>	: DH 160 E2
Jenis pompa oli	: BFP 21 L5
Bahan bakar	: <i>Marine diesel oil</i>
Kapasitas	: 17 l/h
Motor	: 0.125 Kw – 3,360 r.p.m

KONTROL PANEL CP-1

Splash-bukti kelas pelat baja yang terbuat dari proses panas.

Jumlah motor yang terpasang keluaran Kw : 19,08 Kw

faktor permintaan 1

Alarm : Biasanya Sirkuit tertutup

Berat maksimal dari sampah yang akan dibakar sesuai dengan *instruction manual book* adalah 20kg.

Tabel 2.1
Berat maksimal sampah sesuai *Instruction manual book*

Jenis Sampah	Total Persentase	Berat Spesifik
Bahan makanan	50%	10Kg
Kertas	15%	3Kg
Karton	20%	4Kg
Kain	10%	2Kg
Plastik	5%	1Kg
Jumlah		20Kg

g. Pengoperasian *Incinerator*

Untuk memperoleh kualitas pembakaran yang baik harus dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

- 1) Tidak membakar bahan yang tidak bisa terbakar misalnya kaca ataupun bahan yang mudah meledak saat pembakaran.
- 2) Tidak memasukkan bahan/sampah basah lebih dari 1 jam sebelum *incinerator* dioperasikan.
- 3) Sampah yang dibakar hendaknya tidak lebih dari 20Kg setiap melakukan pembakaran.
- 4) Panaskan *waste oil tank* sampai 100 °C dan bahkan apabila minyak yang akan dibakar viskositasnya tinggi dan banyak mengandung air harus dipanaskan sampai 100 °C.
- 5) Selama pemanasan dan setelah pemanasan lakukan drain air dari *waste oil tank* dan bila perlu untuk memastikan hanya minyak yang masuk ke *waste oil burner* lakukan penceratan dari *plug* pada strainer.
- 6) Pastikan lubang-lubang suplai normal.
- 7) Bersihkan abu (karbon) pada ruang pembakaran.
- 8) Bersihkan *waste oil filter*.
- 9) Cek dan bersihkan *Auxiliary Burner*, bila perlu atur ulang jarak elektroda sesuai dengan *Instruction Manual Book*.
- 10) Cek dan bersihkan *waste oil burner*. Bila perlu cek tekanan udara dan tekanan minyak.
- 11) Pastikan *waste oil dosing pump* bekerja secara normal.
- 12) Pada saat pembakaran, jaga temperatur pembakaran antara 850-950 °C

Langkah-langkah pengoperasian *incinerator*:

1) Persiapan

- a) Sebelum menjalankan *incinerator* perlu dikerjakan langkah-langkah persiapan seperti di bawah ini agar dalam pengoperasian tidak memenuhi hambatan.
- b) Bersihkan ruang pembakaran dari debu
- c) Pastikan lubang udara bersih
- d) Pastikan lubang dan udara bersih
- e) Pastikan kondisi *waste oil burner* dan *auxiliary burner* dalam keadaan normal
- f) Panaskan *waste oil tank* sampai suhu 100 °C
- g) Cerat air dari *Waste Oil Tank*.
- h) Masukkan sampah, kertas, dan plastik kedalam ruang pembakaran.
- i) Pastikan pintu tertutup dengan rapat.
- j) Hidupkan *main switch (source)*, periksa lampu-lampu indikator, yakinkan bahwa semua dalam keadaan normal.
- k) Buka kran-kran *supply* dan *return* dari *diesel oil* dan *waste oil*.

2) Menjalankan *Incinerator*

- a) Buka kran MDO pada tangki harian
- b) Pindahkan posisi kran *3 way valve* pada posisi MDO.
- c) Buka kran udara *atomizer* untuk *burner*.
- d) Buka kran MDO untuk *auxiliary burner*.
- e) Pindahkan *switch* ke posisi *waste oil + auxiliary burner*.
- f) Tekan tombol *cumbustion*.
- g) Setelah *pre purging*, dan pembakaran terjadi maka lampu *combustion* akan menyala.
- h) Setelah terjadi pembakaran yang normal, panasi terlebih dahulu *incinerator* sekitar 15 menit dengan bahan bakar MDO untuk pemanasan ruang pembakaran kemudian setelah panas pindahkan posisi *3 way valve* ke posisi *waste oil* lalu tutup kran MDO.
- i) Cek pembakaran dengan melihat tekanan pada manometer *waste oil burner*, jika tekanan naik berarti minyak kotor telah terbakar.

- j) Setelah pembakaran normal, amati temperatur pembakaran ruang api dengan melihat pada temperatur. Temperatur pembakaran dijaga antara 850-950 °C.
- 3) Mematikan *Incinerator*
- a) Saat tombol *START-STOP* diputar ke posisi *STOP*, semua katup bahan bakar otomatis akan tertutup, begitu juga dengan katup udara penyemprot.
 - b) Setelah proses pembakaran minyak kotor selesai, sisa bahan bakar di dalam *burner* secara otomatis akan dibilas dengan solar selama beberapa detik, lalu *incinerator* mulai masuk ke tahap pendinginan.
 - c) Begitu suhu di ruang bakar turun di bawah 100°C, blower utama dan kipas pendingin pada kedua burner akan dimatikan, dan pintu abu akan terbuka secara otomatis untuk membuang sisa pembakaran.

2. Pembakaran

a. Pengertian Pembakaran

Pembakaran merupakan serangkaian reaksi-reaksi kimia eksotermal antara bahan bakar dan oksigen berupa udara yang disertai dengan produksi energi berupa panas dan konversi senyawa kimia (Kemas dkk., 2018). Selanjutnya, pembakaran juga dijelaskan sebagai rangkaian reaksi kimia yang terjadi pada bahan bakar untuk memproduksi panas (Hakim dkk., 2023). Sementara itu, definisi lain menyebutkan bahwa pembakaran adalah suatu runutan reaksi kimia antara suatu bahan bakar dan suatu oksidan, disertai dengan produksi panas yang kadang disertai cahaya dalam bentuk pendar atau api (Ridhuan & Suranto, 2017). Selain itu, pembakaran juga dapat dipahami sebagai proses lepasnya ikatan-ikatan kimia lemah pada bahan bakar akibat pemberian energi tertentu dari atom-atom yang bermuatan dan aktif, sehingga mampu bereaksi dengan oksigen dan membentuk ikatan molekul-molekul kuat yang menghasilkan cahaya dan panas dalam jumlah besar (Kusmanto dkk., 2019).

b. Reaksi Pembakaran

Reaksi pembakaran secara umum terjadi melalui 2 (dua) cara, yaitu pembakaran sempurna dan pembakaran habis. Pembakaran sempurna adalah

proses pembakaran yang terjadi jika semua karbon bereaksi dengan oksigen menghasilkan CO₂, sedangkan pembakaran habis adalah proses pembakaran yang terjadi jika bahan bakar terbakar habis tetapi oksigen yang diperlukan untuk pembakaran tidak semuanya menjadi CO₂. (Abdullah dkk., 1998). Menurut Culp (1991) dalam Arif Budiman (2001) proses pembakaran aktual dipengaruhi oleh 5 faktor, yaitu:

- 1) Pencampuran udara dan bahan dengan baik
- 2) Kebutuhan udara untuk proses pembakaran
- 3) Suhu pembakaran
- 4) Lamanya waktu pembakaran yang berhubungan dengan laju pembakaran
- 5) Berat jenis bahan yang akan dibakar

Bahan bakar adalah semua bahan yang dapat terbakar pada kondisi tertentu, umumnya kebanyakan senyawa yang mengandung unsur *carbon, hidrogen, magnesium, titanium, sulfur*. Bahan bakar kadang kadang dikategorikan atas 2 kelas, yaitu:

- 1) *Combustibles* yaitu zat-zat padat *organic*
- 2) *Flammables* yaitu bahan-bahan bakar cair & gas

c. Syarat Terjadinya Pembakaran

Menurut (Winarti, 2022) Segitiga api sendiri merupakan tiga unsur pembentuk api yang terdiri atas panas, oksigen dan bahan atau benda mudah terbakar yang outputnya adalah panas dan cahaya. Terdapat tiga komponen segitiga api yaitu:

1) Bahan Bakar (*Fuel*)

Bahan bakar adalah zat yang dapat terbakar, seperti kayu, kertas, bensin, gas, dan lain-lain. Bahan bakar menyediakan materi yang akan dibakar dalam proses pembakaran.

2) Panas (*Heat*)

Panas adalah sumber energi yang diperlukan untuk memulai dan mempertahankan proses pembakaran. Panas dapat berasal dari berbagai sumber, seperti api terbuka, gesekan, reaksi kimia, atau bahkan panas matahari.

3) Oksigen (*Oxygen*)

Oksigen adalah gas yang diperlukan untuk reaksi pembakaran. Oksigen biasanya berasal dari udara, dan sekitar 15% volume oksigen dalam udara sudah cukup untuk mendukung terjadinya pembakaran.

3. *Plant Maintenance System* (PMS)

Plan Maintenance System (PMS) merupakan sebuah sistem perawatan di atas kapal yang dilakukan dengan terus menerus atau secara berkesinambungan dan terjadwal terhadap peralatan serta perlengkapan agar kapal dapat selalu dalam keadaan laik laut dan kondisi siap dioperasikan (Nugroho., dkk 2024). Konsep *planned maintenance* ditujukan untuk mengatasi masalah yang dihadapi dengan pelaksanaan kegiatan *maintenance* (Kusuma, 2023).

B. PENELITIAN TERDAHULU

Penulis perlu memetakan posisi penelitian untuk lebih fokus pada isu tertentu dan mendapatkan temuan yang signifikan. Penting untuk melakukan kajian terhadap penelitian sebelumnya dengan tema yang sama. Oleh karena itu, penulis melakukan studi literatur tentang hasil-hasil penelitian terdahulu yang akan dijelaskan lebih lanjut.

Tabel 2.2
Penelitian Terdahulu

No	Judul Penelitian	Nama Penulis dan Tahun Terbitan	Metode	Hasil
1.	Analisis Kegagalan <i>Burner</i> Pada <i>Incinerator</i> Di Kapal Mt. Mauhau	Jusdarmiyanto, (2021)	Observasi dan wawancara langsung	Hasil yang diperoleh dari penelitian ini menunjukkan bahwa kurangnya pemeliharaan dan perawatan pada bagian-bagian vital dari permesinan ini dan pemahaman akan berakibat buruk pada kerja <i>Incinerator</i> . Hal ini ditandai dengan masih sering terjadinya kegagalan pembakaran pada saat pengoperasian <i>Incinerator</i> tersebut.
2.	Optimalisasi Pembakaran	Sanjaya, dkk (2024)	Observasi, studi pustaka,	Hasil yang diperoleh dari penelitian ini

No	Judul Penelitian	Nama Penulis dan Tahun Terbitan	Metode	Hasil
	<i>Waste Oil</i> pada Pesawat <i>Incinerator</i> di Kapal MT. PIS Polaris		dokumentasi, dan wawancara. Analisis data dilakukan menggunakan <i>SHEL (Software, Hardware, Environment, Liveware)</i> .	menunjukkan optimalisasi pembakaran <i>waste oil</i> pada <i>incinerator</i> penting untuk mematuhi regulasi <i>Marine Pollution</i> , mencegah pencemaran laut, dan melindungi ekosistem laut dilakukan melalui penerapan <i>Plan Maintenance System (PMS)</i> , perawatan rutin, pemilahan sampah, serta pemahaman dan penerapan prosedur dari <i>manual book</i> oleh awak mesin. Optimalisasi ini juga berdampak pada perpanjangan usia komponen <i>incinerator</i> .
3.	Analisis gangguan kinerja system pembakaran pada pesawat <i>incinerator</i> di mv. Hl tubarao	Prasetya (2022)	teknik observasi (pengamatan), wawancara, dan studi pustaka dan metode pengolahan data menggunakan metode <i>SHEL</i> .	Hasil penelitian menunjukkan bahwa gangguan kinerja terutama disebabkan oleh suplai udara yang tidak seimbang, kondisi <i>burner</i> yang menurun, serta kualitas bahan bakar yang tidak stabil. Faktor-faktor tersebut mengakibatkan pembakaran menjadi tidak sempurna, efisiensi berkurang, dan emisi asap meningkat, sehingga diperlukan perawatan rutin serta pengaturan operasional yang lebih optimal.
4.	Penerapan Marpol Annex V Dalam Pengolahan Sampah Di Atas Kapal Mt. Serena Iii	Bagaskara, dkk (2022)	Metode observasi langsung	Penelitian menunjukkan bahwa penerapan Annex V mampu meningkatkan kedisiplinan awak kapal dalam memilah, menyimpan, dan membakar sampah menggunakan <i>incinerator</i> , sehingga

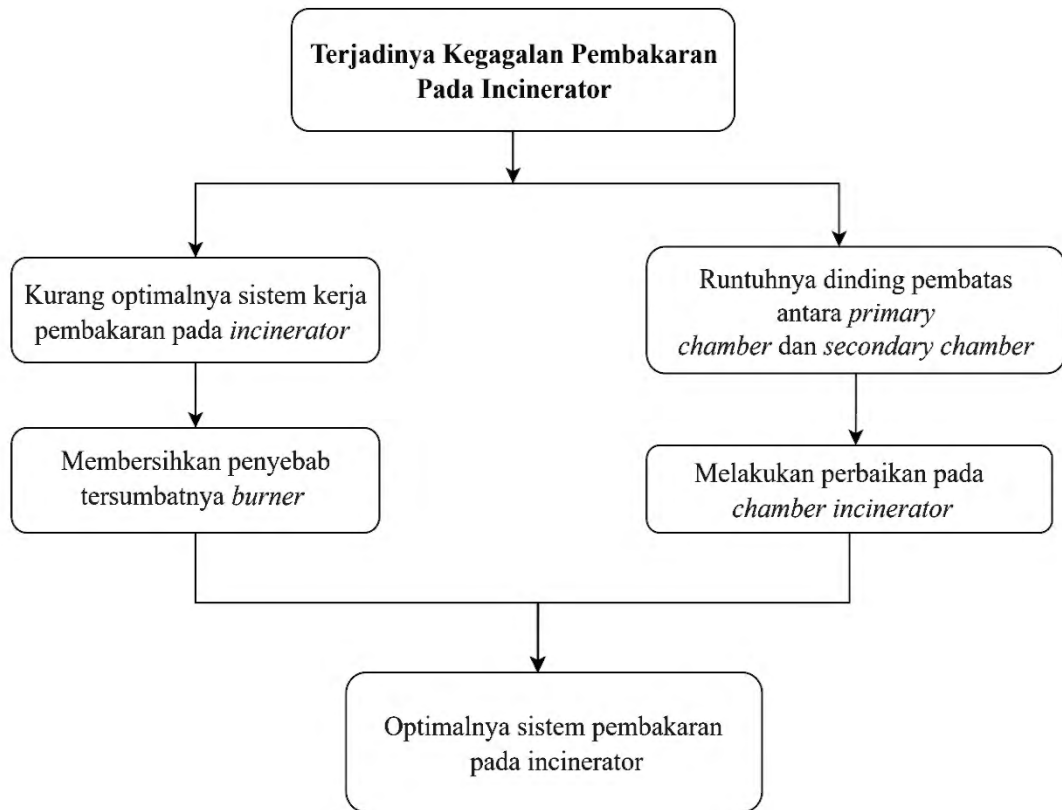
No	Judul Penelitian	Nama Penulis dan Tahun Terbitan	Metode	Hasil
				mengurangi potensi pencemaran laut dan memastikan operasi kapal tetap sesuai ketentuan yang berlaku.
5.	Peran <i>Incinerator</i> Dalam Pencegahan Pencemaran Laut Di KM. Tanto Bersama	Hendrawan (2022)	Studi lapangan	Penggunaan <i>incinerator</i> berkontribusi signifikan dalam mengurangi pembuangan limbah langsung ke laut, sehingga mendukung kepatuhan terhadap aturan MARPOL serta menjaga kelestarian lingkungan laut.

Berdasarkan hasil perbandingan dengan penelitian-penelitian terdahulu, perbedaan mendasar dalam penelitian ini terletak pada fokus analisis dan pendekatan yang digunakan. Penelitian sebelumnya umumnya membahas aspek efisiensi pembakaran, performa burner, serta kendala sistem bahan bakar secara umum pada *incinerator*. Sementara itu, penelitian ini berfokus secara spesifik pada analisis penyebab ketidakefisienan sistem pembakaran dan kerusakan struktural *incinerator* di kapal MT. BW Merlin, yaitu terjadinya *flame failure* dan runtuhnya dinding pembatas antara *primary chamber* dan *secondary chamber*.

Selain itu, penelitian ini mengintegrasikan metode analisis *Fishbone Diagram* dan *Urgency, Seriousness, Growth (USG)* untuk mengidentifikasi akar penyebab dan menentukan prioritas tindakan perbaikan secara sistematis. Pendekatan ini menjadi pembeda utama karena tidak hanya meninjau aspek teknis pembakaran, tetapi juga mengevaluasi faktor manusia, metode kerja, dan sistem pemeliharaan yang berkontribusi terhadap kerusakan *incinerator*. Dengan demikian, penelitian ini memberikan pandangan yang lebih komprehensif terhadap upaya peningkatan keandalan dan keselamatan pengoperasian *incinerator* di kapal niaga.

C. KERANGKA PEMIKIRAN

Kerangka pemikiran merupakan penjelasan terhadap gejala-gejala yang menjadi obyek permasalahan (Sari, dkk., 2023). Kerangka ini membantu peneliti menyelidiki masalah dan konteks yang mendasari studi. Penulis telah membuat kerangka pemikiran untuk memudahkan penyelesaian masalah.



Gambar 2.2
Kerangka Pemikiran

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

F. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, analisis permasalahan, dan evaluasi alternatif pemecahan masalah yang telah dilakukan, penulis menyimpulkan dua permasalahan utama yang terjadi pada incinerator di MT. BW Merlin, yaitu:

1. Kurang optimalnya sistem kerja pembakaran pada Incinerator disebabkan oleh tidak stabilnya proses penyalaan akibat kondisi *electrode* dan *flame eye* yang tidak berfungsi dengan baik, serta gangguan pada *auxiliary burner* dan sistem bahan bakar. Celah antar *electrode* yang terlalu renggang dan penumpukan karbon menghambat percikan api untuk penyalaan awal (*flame failure*). Selain itu, tekanan bahan bakar yang tidak stabil serta suhu *waste oil tank* yang tidak terjaga menyebabkan atomisasi *sludge* tidak sempurna. Upaya perbaikan dilakukan melalui perawatan sistem penyalaan sesuai *Instruction Manual Book*, menjaga temperatur bahan bakar pada kisaran 90–100°C, serta pembersihan dan penggantian komponen yang aus.
2. Runtuhnya dinding pembatas antara *primary* dan *secondary chamber* disebabkan oleh suhu pembakaran yang sering melebihi batas maksimum 1050°C akibat pembakaran berlebihan dan kurangnya pengendalian tekanan pada *waste oil dosing pump*. Penumpukan karbon pada dinding ruang bakar juga mempercepat degradasi refraktori. Untuk mencegah hal ini, dilakukan pengendalian suhu pembakaran di kisaran 850–950°C, pembakaran sampah secara bertahap tidak lebih dari 20 kg sekali proses, serta pembersihan rutin ruang bakar. Jika ditemukan retakan, dilakukan penambalan menggunakan campuran semen tahan api, batu keramik, dan semen biasa sesuai prosedur.

G. SARAN

Berdasarkan pembahasan dan analisis dalam bab-bab sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa beberapa permasalahan pada *incinerator*, seperti *flame failure* dan kerusakan dinding pembatas, berpengaruh signifikan terhadap kinerja pembakaran *incinerator* di atas kapal MT. BW Merlin. Agar *incinerator* dapat beroperasi dengan optimal dan sesuai ketentuan dalam buku manual serta prosedur perawatan kapal, maka perlu memperhatikan beberapa hal penting berikut ini:

1. Melaksanakan perawatan dan pemeriksaan rutin sesuai *Planned Maintenance System* (PMS), pemeriksaan berkala perlu dilakukan terhadap komponen-komponen utama yang mendukung proses pembakaran, seperti *electrode*, *flame eye*, *nozzle burner*, dan pemanas pada *waste oil tank*. Jika dalam pemeriksaan ditemukan indikasi ketidakwajaran, seperti celah *electrode* yang melebar, *flame eye* yang kotor, penyumbatan *nozzle* akibat karbon, atau suhu *sludge* yang tidak mencapai standar, maka perlu segera dilakukan pembersihan dan penyetelan ulang. Apabila komponen tersebut sudah aus atau tidak dapat berfungsi kembali, dianjurkan untuk melakukan penggantian dengan suku cadang yang baru agar *incinerator* dapat bekerja dengan stabil dan aman.
2. Meningkatkan kedisiplinan *crew* dalam mengikuti langkah pengoperasian sesuai buku manual, seluruh *crew*, khususnya operator yang bertanggung jawab terhadap *incinerator*, diharapkan mengikuti seluruh prosedur operasional yang tercantum dalam *Instruction Manual Book*. Ketidaksesuaian prosedur seperti memasukkan sampah lebih dari kapasitas 20 kg, tidak melakukan *pre/post purge*, atau mengoperasikan burner saat *sludge* belum dipanaskan hingga 90–100°C dapat menimbulkan masalah serius seperti *overheat* dan kerusakan refraktori. Dengan menjalankan langkah-langkah operasional secara benar, risiko terjadinya *flame failure* dan kerusakan dinding ruang bakar dapat diminimalkan sehingga kinerja *incinerator* tetap optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Agnafia, D. N. (2019). Analisis kemampuan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran biologi.
- Ajrieh, S. (2018). *Incinerator performance efficiency the capacity 50 kg/hour on solid radioactive waste processing in PTLR*.
- Bagaskara, A. L., & Purwanto, S. (2022). Penerapan Marpol Annex V Dalam Pengolahan Sampah Di Atas Kapal Mt. Serena Iii. *Jurnal 7 Samudra*.
- Hakim, M. A., Utomo, M. T. S., & Muchammad, M. (2023). Pengaruh Penggunaan Biomasa *Wood Pellet* Pada Proses *Co-Firing* Terhadap Suhu Pembakaran. *JURNAL TEKNIK MESIN*.
- Hendrawan, A. (2022). Peran *Incinerator* Dalam Pencegahan Pencemaran Laut Di KM Tanto Bersama. *Majalah Ilmiah Bahari Jogja*.
- Heriyanto, H. (2018). Thematic analysis sebagai metode menganalisa data untuk penelitian kualitatif. *Anuva: Jurnal Kajian Budaya, Perpustakaan, dan Informasi*.
- Kemas, R., Dwi, I., Yulita, Z., & Nugroho, A. (2018). Pengaruh cara pembakaran pirolisis terhadap karakteristik dan efisiensi arang dan asap cair yang dihasilkan. In *Prosiding SNTT-VI (Seminar Nasional Teknologi Terapan)*.
- Kusmanto, I. P. P. P., & Winoko, Y. A. (2019). Pengaruh Suhu Bahan Bakar Terhadap Daya Dan Konsumsi Bahan Bakar Motor Bensin 1781 CC. *Jurnal Flywheel*.
- Kusuma, R. J., & Basuki, M. (2023). Analisa Teknis dan Ekonomis Perawatan Terencana Kapal KM. Mutiara Ferindo 5 RoRo 9000GT. *Ocean Engineering: Jurnal Ilmu Teknik dan Teknologi Maritim*.
- Martana, B., Sulasminingsih, S., & Lukmana, M. A. (2017). Perencanaan dan uji performa alat pembakar sampah organik. *Bina Teknika*.
- MUHAMMAD JUSDARMIYANTO, M. J. (2021). ANALISIS KEGAGALAN BURNER PADA INCINERATOR DI KAPAL MT. MAUHAU (Doctoral dissertation, Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar).
- Musa, A. E. Z., Rachman, A. N., & Abbas, A. (2023). Pembakaran Sampah Dengan Menggunakan Bahan Plate Berupa Drum Atau Besi Plate (Incenerator) di Pulau Lae-Lae. *Celebes Journal of Community Services*.
- Nasrullah, M. N. C. H., Kustanto, M. N., Darsin, M., Ilminnafik, N., & Syuhri, S. N. H. (2023). Studi Kecepatan Pembakaran Laminar dan Tinggi Api Premix Avgas 100 LL dengan Variasi Ekuivalen Rasio. *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*.


- Nugroho, P. A. C., Wiweko, A., & Siregar, M. S. (2024). Main Switch Board Plan Maintenance System on MV. Kirana III: Plan Maintenance System (PMS) pada Main Switch Board di Kapal KM. Kirana III. *ATRIA: Jurnal Multidisiplin Riset Ilmiah*.
- Oetomo, D. S., Ramdhani, R. F., & Wijaya, M. F. (2023). ANALISA KELAYAKAN FINANSIAL PEMBANGUNAN INCINERATOR LIMBAH RUMAH SAKIT. *Jurnal Manajemen Bisnis Dan Organisasi*.
- PRASETYA, P. W. F. C. (2022). ANALISIS GANGGUAN KINERJA SISTEM PEMBAKARAN PADA PESAWAT INCINERATOR DI MV. HL TUBARAO (Doctoral dissertation, POLITEKNIK ILMU PELAYARAN SEMARANG).
- Ridhuan, K., & Suranto, J. (2017). Perbandingan pembakaran pirolisis dan karbonisasi pada biomassa kulit durian terhadap nilai kalori. *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*.
- Romadhon, S., & Asid, N. J. (2024). STUDI PERENCANAAN SISTEM PERPIPAAN HYDRANT PILLAR UNTUK ANTISIPASI KEBAKARAN PADA PABRIK OBAT PT. BERNOFARM SIDOARJO. *CONCRETE: Construction and Civil Integration Technology*.
- Santanamihardja, R. M., Kurniawan, E., & Pangaribuan, P. (2018). Analisis Incinerator Untuk Pembangkit Listrik. *eProceedings of Engineering*.
- Sari, A., Dahlan, D., Tuhumury, R. A., Prayitno, Y., Willem H, S., Supiyanto, S., & Werdhani, A. S. (2023). Dasar-dasar metodologi Penelitian.
- Sidik. (1985). Dasar-dasar teknik pengelasan dan pembakaran. Jakarta: Balai Pustaka.
- Suteja, I. G. N. (2018). Analisis kinerja keuangan dengan metode altman z-score pada PT Ace Hardware Indonesia Tbk. *Jurnal Khatulistiwa Informatika*.
- Syahidin, S., & Adnan, A. (2022). Analisis Pengaruh Harga Dan Lokasi Terhadap Kepuasan Pelanggan Pada Bengkel Andika Teknik Kemili Bebesen Takengon. *Gajah Putih Journal of Economics Review*.
- Winarti, A., Purnomo, R. T., Esri Rusminingsih, M., Elsera, C., Agustiningrum, R., Kusumaningrum, P., & Agustina, N. W. (2022). Simulasi Penanggulangan Kebakaran Dengan Alat Sederhana Pada Siswa Siswi Mi Muhammadiyah Kalikotes Klaten. *J-ABDI: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Gambar Kapal MT. BW Merlin



Lampiran 2 Ship's Particular MT. BW Merlin

BW MERLIN		SHIP'S PARTICULARS				 Member of BW Group	
CLASS Notation:	+IAI, CSR, Tanker for Chemicals and Oil Products, ESP, SPM, COMF-V(3), E0, VCS-2, CLEAN, Recyclable, BWM-T, COAT-PSPC(B), BIS TMON						
Email ID:	merlin@bwfleet.net						
Name Of Vessel	BW MERLIN			Call Sign	9 V 2 9 2 2		
Flag / Port of Registry	SINGAPORE / SINGAPORE			MMSI	563484000		
Official No.	399588			VSAT (voice)	+65 3158 2763		
IMO Number	9682239			VSAT (voice)	+44 1244 646184		
Builder	SPP Shipbuilding Co., LTD., #671-6, Janggi-ri, Donghae-myeon, Goseong-gun, Gyeong Sang Nam-Do, Korea 638-842 (Hull No. S 5134)			Iridium (voice Bridge)	+88 167 7776162		
				Iridium (voice ECR)	+88 167 7776163		
Keel Laid	March 20, 2015			Inmarsat C Tlx	456348410 / 456348411		
Launched	June 18, 2015			Class	DNV-GL		
Delivered	September 8, 2015			Class ID No.	33264		
OWNER	BW Clearwater Pte.Ltd. C/O, Hafnia , Mapletree Business City, #18-01, 10 Pasir Panjang Road, Singapore 117438						
OPERATOR	Hafnia , Mapletree Business City, #18-01, 10 Pasir Panjang Road, Singapore 117438						
CONTACT DETAILS	TEL: +65 6434 3770 Fax: +65 6570 6074						
	E-mail: marine@hafniabw.com Web Site:www.hafniabw.com						
GT	29781			L.O.A.	183.00 M		
Reduced GT	23053			L.B.P.	174.00 M		
NT	13770			Keel to top of mast	48.60 M		
P & I Club	GARD P&I/HULL AND MACHINERY: WILLIS TOWERS WATSON			Breadth (Moulded)	32.20 M		
Depth (Moulded)	19.10 M			Suez GRT	31085.02		
Parallel Body S.Draft	89.63 M			Suez NRT	26699.6		
Parallel Body Ballast	72.74 M			Last Drydocked	Dec 2020		
MAIN ENGINE	MAN B&W 6S50ME-B9.3			NCR Speed	14.50 KTS Loaded		
MCR	7,660 KW @ 99.0 RPM			NCR	6,894 KW@ 95.6 RPM		
DIESEL GENERATORS	HYUNDAI HIMSEN 5H2U/32			STEERING GEAR	2 Ram /4 Cyl System		
Propeller Blades/Dia/Pitch	4 blades / 6.400 M / 5.3786 M			Prop.Immersion (100%)	6.6 m		
Anchor	2 X 6.525 T STOCKLESS			Windlass	25.8 T (9mtr /min)		
Anchor Chain Cables	P- 11 / S - 12 / 73mm dia			Windlass Brake cap	2169 kN		
Mooring Winches	16.0 T (15mtr / min)			Winch Brake Set	40.2 T		
SBM chain stopper	1 X 200 MT, 76mm Tongue type			Mooring Tails	Not Applicable		
Panama Chock	H=450mm x W=600mm			Spare Mooring Ropes	6 X (220MX60MM POLYPROPYLENE)		
Mooring Ropes	12No's X 60mm X 250M SUPERFLEX			Provision Crane	3.5 T (8.0 M)		
Hose Handling Crane	10 T (5.5-25M) Radius						
Cargo Pumps	12 X 600 CuM/Hr @ 125 m/c			Ballast Pump	2 X 750m3/hr @ 30 m/c		
Cargo Slop Pump	2 X 300 CuM/Hr @ 125 m/c			Hydraulic Power Pack	4 x 825 ltr/min @275 bar		
Cargo Residual Pump	1 X 100 CuM/Hr @ 125 m/c			Ballast Capacity	22391 m3		
Cargo Cap. 98% excl Slops	51727 m3			SBT Capacity	37.9% OF SDWT		
Slop Tanks Total 98%	1192 m3			IG Blower Capacity	EACH 4500 m3 / hr		
ROT	158 m3						
Max. Loading Rate	1500 CuM/Hr (per Manifold of 350A)			VLSFO Capacity 98%	1212 m3		
	650 CuM/Hr (per Manifold of 200A)			Loading Rate			
	4500 CuM/ Hr (Homogenous cargo)						
Max. Discharge Rate	3600 CuM/Hr (6 COPs)			MDO Capacity 98%	279 m3		
Cargo Tank Coating	Phenolic Epoxy (JOTUN INHIBITIVE OIL)			Fresh Water 100%	325.7 m3		
Max. Loading Temp	As per Grade (Resistance List)			CARGO-HFO-VAPOR	2,000 M - 2,000 M		
Manifolds	Each Side: 6x300mm(12"); Each Side: 1x 200mm (8");			DISTANCES :			
M'fold Center-Center	2,000 M			Stern - Manifold	93.70 M		
Manifold - Shipside Rail	4,600 M			Bow - Manifold	89.30 M		
Ht of M'fld above Keel	21.20 M.			Bridge - Manifold	58.80 M		
Ht of M'fld above Deck	2.100 M			Bridge - Stern	33.5		
Ht of M'fld above Tray	0.900 M			Bridge - Bow	149.5 M		
	DRAFT EXT	FREEBOARD	DISPL	DWT	MANOEUVERING	RPM	SPEED
	(M)	(M)	TONNES	TONNES	FULL	68	10.30
LIGHTSHIP			10825.3	-	HALF	60	9.60
TROPICAL FRESH(TF)	13,8550	5,271			SLOW	40	5.70
FRESH (F)	13,5785	5,548			DEAD SLOW	30	4.50
TROPICAL (T)	13,5655	5,561	62276,1	51450,8	CARGO REDUCERS (ANSI)		
SUMMER (S)	13,2885	5,838	60824,3	49999,0	12" X 16" = 12	12" X 12" = 6	8" X 10" = 1
WINTER (W)	13,0110	6,115	59372,1	48546,6	8" X 16" = 2	12" X 10" = 6	8" X 8" = 1
@ SUMMER DRAFT		52.5 T	FWA	290 mm	5" X 8" = 3	12" X 8" = 7	
DWT (03 LL's)	49999.44999/39999				VAPOUR REDUCERS		
Summer DWT (in use)	49999				12" X 12" = 4	12"X 16" = 2	12"X 10" = 1
					12" X 8" = 1	12"X 6" = 1	
					BW FLEET Management ID Number: 5435373		

Lampiran 3 Crew List MT. BW Merlin

Crew list for BW MERLIN

No.	Crew ID	Rank Code	Surname	Name	Nat
Category: Normal crew					
1	49412	MAST	DIMACHE	ALEXANDRU MANUEL	ROU
2	51858	COFF	DBICUKS	VLADIMIRS	LVA
3	42584	ZOFF	SINGH	HITESH KUMAR	IND
4	51342	3OFF	BARNETO	ETHAN JEREMY	IND
5	51236	CADD	KOTHA	MOTAF FARU AKTER	BGD
6	47140	CADD	RIVERAL	TIM KURT MARI POLIGRATES	PHL
7	51901	CENG	NEACSU	ILIE	ROU
8	30493	ZENG	DEL CASTILLO	ROBERTO JR. GAGALAC	PHL
9	50263	3ENG	BIN ABDUL JALIL	MEGAT ANAS HAFIZUDDIN	MYS
10	48927	4ENG	HERNANDEZ	JENBERT INES	PHL
11	51436	CADE	ADE LIA	DEWA AYU	IDN
12	42372	AB	WAGLE	AJMAL MUZAFFAR	IND
13	47184	AB	TANDEL	KAPILKUMAR HARIBHAI	IND
14	47403	AB	BANDI	RAJA	IND
15	48506	AB	PATIL	SACHIN BHARAT	IND
16	50803	OS	POKHRIYAL	GAURAV	IND
17	50646	OS	CHANDEL	VIKRANT	IND
18	48112	EFTR	CHOUHAN	MANOJ KUMAR	IND
19	29132	MTM	MANI	RAJA	IND
20	51742	WPR	JOSEPH PITCHAI	SILUVAI SANTIAGO SPINO	IND
21	32704	COOK	MYLAPILLI	UDAY KUMAR	IND
22	51717	MSM	BORA	DEEPAK SINGH	IND
23	51563	TROS	VADAV	DIVYA KESHBHAN	IND
24	51562	TROS	JADEJA	DIVYABA MAJBUTSINH	IND
25	51564	TROS	PAL	SUDHA RAJENDRA PRASAD	IND

Standard Manning: 22	Safety Manning: 15	Total Crew onboard vessel: 25
Vessel FLAG: SGP	Vessel LSA: 26	Vessel Accommodation: 26

Lampiran 4 Maintenance Incinerator



Lampiran 5 Lembar Wawancara

Wawancara yang penulis lakukan di kapal MT. BW Merlin bersama *Chief Engineer* dan Masinis II bertujuan untuk memperoleh informasi tambahan yang dapat melengkapi data penelitian dalam penyusunan skripsi ini. Informasi hasil wawancara tersebut digunakan sebagai pendukung analisis yang penulis lakukan. Adapun hasil wawancara yang diperoleh disajikan sebagai berikut:

Isi wawancara dengan *Chief Engineer*

- Penulis : Selamat siang *Chief*, saya izin mengganggu waktunya *Chief*.
Saya izin bertanya *Chief*.
- Masinis II : Siang det, silahkan.
- Penulis : Apa penyebab kerusakan dinding pembatas antara *primary* dan *secondary chamber*?
- Chief Engineer* : Kerusakan dinding biasanya terjadi karena suhu pembakaran melebihi batas aman. Kalau suhu sering di atas 1000–1050°C, refraktori akan cepat retak. Penumpukan karbon pada dinding juga bisa menciptakan *hot spot* sehingga beberapa area menerima panas lebih tinggi dari yang seharusnya.
- Penulis : Apakah ada faktor operasional yang mempercepat kerusakan refraktori?
- Chief Engineer* : Ada. Pembakaran sampah lebih dari 20 kg sekali proses akan menaikkan suhu ruangan dengan cepat. Selain itu, kalau *pre-purge* atau *post-purge* tidak dilakukan, gas sisa di dalam *chamber* bisa terbakar tiba-tiba dan menyebabkan tekanan panas tinggi yang berbahaya untuk refraktori.
- Penulis : Bagaimana Bapak menilai pola perawatan *incinerator* di kapal?
- Chief Engineer* : Perawatan sebenarnya sudah dilakukan, tetapi kadang kurang konsisten. Beberapa pemeriksaan harian terlewat ketika kru sedang fokus pada pekerjaan lain. PMS itu sudah lengkap, hanya saja butuh kedisiplinan untuk menjalankannya secara rutin dan benar.

- Penulis : Apa tindakan yang sebaiknya dilakukan ketika dinding refraktori mulai retak?
- Chief Engineer* : Kalau retaknya kecil, bisa ditambal menggunakan campuran semen tahan api dan bahan keramik. Tapi sebelum ditambal, karbonnya harus dibersihkan dulu. Kalau retaknya besar atau material sudah rapuh, sebaiknya diganti total. Jangan menunggu sampai dinding runtuh.
- Penulis : Apa saran Bapak agar masalah ini tidak terjadi lagi?
- Chief Engineer* : Yang paling penting adalah menjaga suhu pembakaran tetap pada rentang aman 850°C-950°C. Kedua, kru harus mengikuti kapasitas maksimal pembakaran dan mematuhi prosedur *manual book*. Ketiga, lakukan inspeksi refraktori secara berkala, terutama setelah *incinerator* dipakai intensif.
- Penulis : Baik *Chief*, terima kasih atas waktunya sudah mau menjawab beberapa pertanyaan saya.
- Chief Engineer* : Sama-sama det.

Isi wawancara dengan Masinis II

- Penulis : Selamat sore Bass, saya izin mengganggu waktunya Bass.
- Masinis II : Baik, silahkan det.
- Penulis : Menurut Bapak, apa penyebab paling sering muncul terkait *flame failure* pada *incinerator*?
- Masinis II : Penyebab *flame failure* yang paling sering kami temui biasanya berasal dari sistem penyalaan, khususnya *electrode* dan *flame eye*. *Electrode* kadang celahnya melebar karena pemuaian akibat pembakaran berulang. *Flame eye* juga sering kotor sehingga tidak bisa mendeteksi nyala api. Selain itu, *nozzle burner* kadang tersumbat karbon kalau *sludge* terlalu kental, sehingga atomisasi bahan bakar jadi tidak sempurna.
- Penulis : Bagaimana kondisi *sludge* saat terjadi masalah? Apakah terlalu kental atau sulit mengalir?
- Masinis II : Sering kali *sludge* terlalu kental karena suhu *waste oil tank* belum mencapai 90–100°C. Kalau terlalu dingin, *sludge* sulit

mengalir dan bisa menyumbat *nozzle*. Biasanya kami campur sedikit solar untuk mengencerkan *sludge* supaya alirannya stabil dan pembakarannya bagus.

Penulis : Bagaimana pemeriksaan dan perawatan *electrode* biasanya dilakukan?

Masinis II : Celah *electrode* kami cek secara manual dan disesuaikan lagi sesuai *manual book*, yaitu $3,5 \pm 0,5$ mm. Kalau sudah retak atau aus, biasanya langsung kami ganti. Membersihkan *electrode* juga penting karena karbon sering menempel setelah pembakaran beberapa kali.

Penulis : Apakah *flame eye* juga menjadi penyebab gangguan pembakaran?

Masinis II : Iya, cukup sering. *Flame eye* sensitif terhadap kotoran. Kalau permukaan lensanya tertutup abu atau minyak, sensor tidak bisa membaca api dan *incinerator* akan *shutdown*. Solusinya biasanya kami bersihkan *flame eye*, cek kabelnya, dan pastikan posisinya tepat mengarah ke api. Kalau sudah rusak, ya harus diganti.

Penulis : Apa langkah perawatan yang biasanya dilakukan setelah *incinerator* selesai digunakan?

Masinis II : Setelah selesai operasi, kami membersihkan *nozzle burner*, memeriksa *electrode*, dan mengecek *filter waste oil*. *Nozzle* biasanya direndam solar dulu sebelum disikat. Filter juga wajib dibersihkan karena *sludge* sering meninggalkan residu kasar.

Penulis : Baik Bass, terima kasih atas penjelasannya Bass.

Masinis II : Baik, sama-sama det.