

**ANALISIS KINERJA *BURNER* PADA *INCINERATOR*
DI ATAS KAPAL MV SINAR KINTAMANI**



MUH ASRUL

NIT: 21.42.084

TEKNIKA

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

**ANALISIS KINERJA *BURNER* PADA *INCINERATOR*
DI ATAS KAPAL MV SINAR KINTAMANI**

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan
Program Pendidikan Diploma IV Pelayaran

Program Studi
TEKNIKA

Disusun dan Diajukan oleh

MUH ASRUL
NIT. 21.42.084

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

SKRIPSI

**ANALISIS KINERJA *BURNER* PADA INCENERATOR DI
ATAS KAPAL MV SINAR KINTAMANI**

Disusun dan Diajukan oleh:

MUH ASRUL

NIT. 21.42.084

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Skripsi
Pada tanggal, 19 September 2025

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

Samsul Bahri, M.T., M.Mar.E.
NIP: 19730828 200604 1 001

Aswar, S.S.T.Pel., M.M., M. Mar.E
NIP:

Mengetahui:

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

Ketua Program Studi Teknika

Capt. Faisal Saransi, M.T., M.Mar
NIP. 19760329 199903 1 002

Ir.Alberto, S.Si.T., M.Mar.E., M.A.P.
NIP. 19760409 200604 1 001

PRAKATA

Dengan penuh rasa syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan petunjuk-Nya, saya berhasil menyelesaikan penyusunan skripsi berjudul "ANALISIS KINERJA *BURNER* PADA *INCENERATOR* DI ATAS KAPAL MV SINAR KINTAMANI"

Proses penelitian ini merupakan langkah penting dalam perjalanan akademik saya di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar. Sebagai seorang taruna pelayaran, penulisan skripsi ini menjadi bukti komitmen saya dalam memahami dan mengatasi tantangan teknis yang seringkali dihadapi dalam operasional kapal laut.

Mengakui keterbatasan dan kekurangan pengalaman pribadi, saya sangat mengharapkan saran, kritik, dan masukan untuk meningkatkan kualitas skripsi ini. Saya dengan tulus mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua tercinta, Bapak Patahuddin dan alm ibu Parida, serta kepada kakak Ramlah, jumiaty atas doa, semangat, kasih sayang, dan dukungan mereka selama perjalanan pendidikan saya.

Tak lupa, penghargaan setinggi-tingginya saya sampaikan kepada:

1. Bapak Capt. Rudy Susanto M.Pd, Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
2. Bapak Capt. Faisal Saransi, M.T, Pembantu Direktur I Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
3. Bapak Alberto, S.Si.T., M.Mar.E., M.A.P., Ketua Jurusan Teknika.
4. Bapak Samsul Bahri ,M.T.,M.Mar.E. Pembimbing I.
5. Bapak Aswar, S.S.T.Pel., M.M., M. Mar.E.Pembimbing II.
6. Para perwira, staf pengajar, dan karyawan Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
7. Kepala Kamar Mesin, perwira, dan seluruh ABK di MV SINAR KINTAMANI
8. Rekan-rekan Taruna dan Taruni angkatan XLII serta semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Semoga rahmat-Nya senantiasa menyertai kita semua. Saya memohon maaf jika terdapat kekurangan dalam skripsi ini. Semoga hasil penelitian ini bermanfaat untuk peningkatan pengetahuan, terutama bagi saya sendiri, rekan-rekan Taruna di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar, dan untuk meningkatkan kualitas perwira Indonesia di masa mendatang.

Makassar, 19 September 2025



MUH ASRUL
NIT:21.42.084

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya : MUH ASRUL

Nomor Induk Taruna : 21.42.084

Program Studi : Teknika

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

Analisis Kinerja *Burner* Pada *Incenerator* Di Atas Kapal MV SINAR KINTAMANI

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

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

Makassar, 19 September 2025



MUH ASRUL
NIT:21.42.084

PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya : MUH ASRUL

Nomor Induk Taruna : 21.42.084

Program Studi : Teknika

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

Analisis Kinerja *Burner* Pada *Incenerator* Di Atas Kapal MV SINAR KINTAMANI

Bahwa seluruh isi, petikan, data dan sumber-sumber lain betul asli dan bebas dari plagiat.

Bila pernyataan diatas terbukti mengandung plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi berupa aturan pendidikan yang ditetapkan secara nasional yang dikeluarkan oleh institusi PIP Makassar.

Makassar, 19 September 2025



MUH ASRUL

NIT:21.42.084

ABSTRAK

Muh. Asrul "Analisis Kinerja *Burner* pada *Incinerator* di Atas Kapal MV Sinar Kintamani (Dibimbing oleh: Samsul Bahri, Aswar)

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja *Burner* pada *Incinerator* yang digunakan di atas kapal *MV Sinar Kintamani*, sebuah kapal curah yang memanfaatkan *Incinerator* untuk membakar limbah padat dan limbah minyak. Permasalahan utama yang dihadapi adalah tidak optimalnya proses pembakaran, yang ditandai oleh rendahnya suhu pembakaran, meningkatnya konsumsi bahan bakar, tidak stabilnya nyala api, serta penumpukan karbon di dalam ruang bakar. Penelitian ini dilakukan secara kualitatif dengan pendekatan observasi lapangan, dokumentasi data operasional, serta wawancara teknis dengan operator kapal.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor teknis utama penyebab menurunnya kinerja *Burner* meliputi: suhu *waste oil* yang terlalu rendah (75°C), filter bahan bakar yang kotor, dan sumbatan karbon pada burner. Pada tanggal 20 Februari 2024, tercatat suhu pembakaran hanya 300°C dan tekanan bahan bakar nol bar, dengan volume sludge yang dibakar hanya 50 liter. Setelah dilakukan tindakan pemeliharaan pada tanggal 25 Februari 2024 berupa pembersihan filter dan *Burner* serta peningkatan suhu bahan bakar, performa sistem kembali optimal: suhu pembakaran mencapai 915°C , tekanan bahan bakar 3.5 bar, dan volume sludge yang dibakar mencapai 350 liter.

Temuan ini menunjukkan bahwa kondisi teknis komponen pendukung *Burner* sangat menentukan efisiensi pembakaran. Oleh karena itu, pemeliharaan rutin serta pengawasan parameter operasional menjadi hal penting dalam menjaga performa *Incinerator* agar tetap sesuai standar dan ramah lingkungan.

Kata kunci: *Incinerator* , burner, pembakaran, suhu waste oil, kapal MV Sinar Kintamani, sludge oil, efisiensi.

ABSTRACT

Muh. Asrul "Performance Analysis of the *Burner* on the *Incinerator* Aboard MV Sinar Kintamani (Supervisors: Samsul Bahri, Aswar)

This research aims to analyze the performance of the *Burner* in the *Incinerator* system used onboard *MV Sinar Kintamani*, a bulk carrier vessel that utilizes an *Incinerator* to burn both solid and oil waste. The main issue encountered is the suboptimal combustion process, indicated by low combustion temperatures, increased fuel consumption, unstable flame, and carbon buildup in the combustion chamber. This study employs a qualitative method through field observations, operational data documentation, and technical interviews with ship operators.

The results show that the main technical factors contributing to poor *Burner* performance include: low waste oil temperature (75°C), clogged fuel filters, and carbon blockages in the burner. On February 20th, 2024, the recorded combustion temperature was only 300°C, with zero fuel pressure, and the amount of sludge incinerated was merely 50 liters. After maintenance was conducted on February 25th, 2024—including cleaning of the filter and *Burner* and increasing the fuel temperature—the system performance significantly improved: combustion temperature reached 915°C, fuel pressure stabilized at 3.5 bar, and the volume of sludge incinerated rose to 350 liters.

These findings indicate that the technical condition of supporting components plays a vital role in *Burner* efficiency. Therefore, routine maintenance and close monitoring of operational parameters are essential to maintain *Incinerator* performance in compliance with environmental standards.

Keywords: *Incinerator* , burner, combustion, waste oil temperature, MV Sinar Kintamani, sludge oil, efficiency.

DAFTAR ISI

	Halaman
PRAKATA	iv
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	vi
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Batasan Masalah	4
D. Tujuan Penelitian	4
E. Manfaat penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Landasan Teori	6
B. Kerangka Pikir	25
C. Hipotesis	26
BAB III METODE PENELITIAN	27
A. Tempat Dan Waktu Penelitian	27
B. Jenis Penelitian	27
C. Definisi Operasional Variabel	28
D. Populasi dan Sampel	29
E. Teknik Pengumpulan Data	29
D. Metode Analisis	30
E. Jadwal Penelitian	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	33

A. Gambaran Umum Kapal MV Sinar Kintamani	33
B. Spesifikasi Incenerator	34
C. Hasil Penelitian	35
D. Hasil temuan Lapangan	37
E. Gambar Dokumentasi di kapal	43
F. Pembahasan	52
G. Dukungan Penelitian Terdahulu	54
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	54
A. Kesimpulan	56
B. Saran	57
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN	61
RIWAYAT HIDUP PENULIS	68

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
Tabel 3. 1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian	31
Tabel 4. 1 Ship Particular MV Sinar Kintamani	33
Tabel 4. 2 Spesifikasi Insinerator Miura BGW-30N	35
Tabel 4. 3 Pola Penurunan Kinerja Burner	37
Tabel 4. 4 Sebelum dan Sesudah Pembersihan	40
Tabel 4. 5 perbandingan performa sebelum dan sesudah perbaikan	43
Tabel 4. 6 Setting Elektroda Auxiliary Burner	50

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
Gambar 2.1 sketsa <i>Incinerator</i>	9
Gambar 2. 2 cara kerja <i>Incinerator</i>	11
Gambar 2. 3 gate valve	15
Gambar 2. 4 Globe Valve,e	15
Gambar 2. 5 Ball valve	16
Gambar 4. 1 Incenerator	34
Gambar 4. 2 Record of operation Incenerator	36
Gambar 4. 3 <i>Burner</i> setelah di bersihkan	39
Gambar 4. 4 posisi dudukan auxiliary <i>Burner</i> and pilot <i>Burner</i>	44
Gambar 4. 5 baffle plate yang kotor	45
Gambar 4. 6 Tungku pembakaran incenerator	45
Gambar 4. 7 Pipe Line Diagram bahan bakar	46
Gambar 4. 8 Regular Maintenance	47
Gambar 4. 9 External view of the <i>Burner</i>	48
Gambar 4. 10 Auxiliary <i>Burner</i>	49
Gambar 4. 11 <i>Waste oil Burner</i>	50
.Gambar 4. 12 Sepesifikasi kapasitas	51

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
Lampiran 1. 1 Aux <i>Burner</i> Drawing	61
Lampiran 1. 2 Waste oil <i>Burner</i> Drawing	62
Lampiran 1. 3 Sepesification Incenerator	63
Lampiran 1. 4 Piping diagram Incenerator	64
Lampiran 1. 5 Maintenance Filter Incenerator	65
Lampiran 1. 6 Mengecek Tempratur Pembakaran	65
Lampiran 1. 7 Tungku Pembakaran Incenerator	66
Lampiran 1. 8 Sistem pipa bahan bakar Incenerator	66
Lampiran 1. 9 Kontrol Panel Incenerator	67
Lampiran 1. 10 Prosedur Pengoprasian Incenerator	67

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dalam industri pelayaran, pengelolaan limbah di atas kapal merupakan aspek penting yang harus diperhatikan guna menjaga kebersihan lingkungan laut serta memastikan kepatuhan terhadap regulasi internasional. Salah satu perangkat yang digunakan untuk menangani limbah di kapal adalah *Burner Incinerator*, yang berfungsi membakar berbagai jenis limbah agar dapat dikurangi volumenya dan meminimalkan dampak negatif terhadap ekosistem laut.

MV Sinar Kintamani, sebagai kapal yang beroperasi di perairan internasional, memiliki sistem *Incinerator* untuk menangani limbah operasional seperti oli bekas, sludge, dan sampah domestik. Sistem ini dirancang untuk mendukung kebijakan ramah lingkungan dengan cara membakar limbah secara efektif sebelum dibuang, sehingga meminimalisir polusi laut yang dapat berdampak buruk terhadap keberlanjutan ekosistem perairan. Dalam operasionalnya, *Burner Incinerator* harus bekerja secara optimal agar proses pembakaran berlangsung efisien dan sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh regulasi internasional, seperti MARPOL Annex VI. Namun, sering kali ditemukan berbagai kendala dalam penggunaannya, seperti efisiensi pembakaran yang rendah, tingginya konsumsi bahan bakar, serta emisi gas buang yang berlebihan, yang berpotensi melanggar regulasi dan membahayakan lingkungan. Salah satu faktor utama yang memengaruhi kinerja *Burner Incinerator* adalah kondisi bahan bakar yang digunakan. Penggunaan oli bekas sebagai bahan bakar utama perlu dilakukan dengan pengolahan yang tepat agar proses pembakaran berlangsung sempurna. Jika bahan bakar mengandung terlalu banyak air atau kotoran, maka nyala api dapat menjadi tidak stabil dan menyebabkan peningkatan emisi gas berbahaya.

Selain itu, suhu operasi *Burner* juga menjadi aspek penting dalam menentukan efisiensi pembakaran. Jika suhu terlalu rendah, maka pembakaran tidak berlangsung sempurna dan menghasilkan residu berlebih yang dapat menyumbat sistem. Sebaliknya, jika suhu terlalu tinggi, maka akan terjadi pemborosan energi serta potensi kerusakan pada komponen *Burner* yang dapat mengurangi umur pakai peralatan. Kebersihan *filter* dan saluran bahan bakar juga berperan besar dalam menjaga kinerja *Burner Incinerator*.

Filter yang kotor dapat menghambat aliran bahan bakar, sehingga tekanan dalam sistem menjadi tidak stabil dan menyebabkan ketidaksempurnaan dalam proses pembakaran. Oleh karena itu, pemeliharaan berkala harus dilakukan agar *Incinerator* tetap bekerja dengan baik. Faktor lainnya adalah pengaruh kondisi udara pembakaran. *Burner Incinerator* membutuhkan suplai udara yang cukup agar pembakaran berjalan optimal. Jika udara yang masuk kurang atau berlebihan, maka proses pembakaran bisa terganggu dan meningkatkan produksi karbon monoksida (CO) serta partikel sisa yang berpotensi mencemari lingkungan.

Keandalan *Burner Incinerator* juga dipengaruhi oleh sistem kontrol dan sensor yang ada di dalamnya. Sensor suhu, flame eye, dan exhaust gas thermostat harus selalu dalam kondisi baik agar dapat mendeteksi setiap perubahan dalam proses pembakaran dan mencegah kegagalan operasional yang dapat menyebabkan peningkatan polusi atau gangguan teknis pada kapal. Untuk memastikan sistem bekerja sesuai standar, inspeksi dan perawatan rutin perlu dilakukan secara berkala. Tanpa pemeliharaan yang tepat, *Burner Incinerator* dapat mengalami penyumbatan, penurunan efisiensi, dan bahkan risiko kebakaran yang membahayakan keselamatan kapal dan kru. Oleh karena itu, perawatan yang terjadwal harus menjadi bagian dari prosedur operasional kapal. Dari segi regulasi, pemanfaatan *Burner Incinerator* di atas kapal harus

mematuhi aturan yang telah ditetapkan oleh organisasi maritim internasional. MARPOL 73/78 mengatur tentang larangan pembuangan

limbah secara sembarangan dan mengharuskan setiap kapal untuk memiliki sistem pengelolaan limbah yang sesuai dengan standar lingkungan. Dengan adanya analisis kinerja *Burner Incinerator*, diharapkan dapat diperoleh pemahaman lebih dalam mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensinya. Hasil penelitian ini dapat dijadikan dasar bagi operator kapal dalam mengoptimalkan penggunaan *Incinerator*, baik dari segi konsumsi bahan bakar, efisiensi pembakaran, maupun pengendalian emisi gas buang.

Selain itu, hasil analisis ini juga bisa menjadi rekomendasi bagi perusahaan pelayaran dalam meningkatkan standar operasional kapal mereka. Dengan memastikan bahwa *Burner Incinerator* bekerja optimal, perusahaan dapat mengurangi biaya operasional yang berkaitan dengan konsumsi bahan bakar dan perawatan peralatan, sekaligus memenuhi standar internasional yang berlaku. Dari sudut pandang lingkungan, optimalisasi sistem *Burner Incinerator* akan berdampak pada pengurangan emisi gas beracun dan limbah yang mencemari laut. Hal ini sangat penting mengingat industri pelayaran merupakan salah satu sektor yang turut berkontribusi terhadap pencemaran laut akibat pembuangan limbah operasional kapal.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara menyeluruh kinerja *Burner Incinerator* di kapal MV Sinar Kintamani, dengan fokus pada efisiensi pembakaran, konsumsi bahan bakar, dan faktor-faktor yang mempengaruhi operasionalnya. Selain itu, penelitian ini juga akan mengevaluasi sejauh mana sistem *Incinerator* di kapal tersebut telah memenuhi standar yang berlaku. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat ditemukan solusi optimalisasi yang dapat diterapkan dalam operasional *Burner Incinerator*, sehingga tidak hanya meningkatkan efisiensi kerja mesin, tetapi juga membantu dalam pelestarian lingkungan laut. Evaluasi ini juga dapat menjadi referensi bagi kapal-kapal lain dalam

mengelola sistem pembakaran limbah dengan lebih baik dan sesuai dengan regulasi internasional

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka rumusan masalah yang penulis ambil adalah faktor-faktor apakah yang menjadi latar belakang yaitu: Bagaimana upaya optimalisasi yang dapat dilakukan untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi dampak lingkungan dari *Burner Incinerator* .

C. Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah dan fokus, maka terdapat beberapa batasan masalah yang ditetapkan, yaitu:

1. Objek Penelitian

Penelitian ini hanya berfokus pada *Burner Incinerator* di kapal MV Sinar Kintamani dan tidak mencakup sistem *Incinerator* pada kapal atau industri maritim secara umum.

2. Variabel yang Diteliti

Penelitian ini hanya akan menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja *Burner Incinerator* , yaitu:

- a. Kondisi bahan bakar (pengaruh kandungan air dan kotoran dalam oli bekas terhadap pembakaran).
- b. Suhu operasi (optimalisasi suhu untuk efisiensi pembakaran).
- c. Kebersihan *filter* dan saluran bahan bakar (pengaruh terhadap kestabilan tekanan dan aliran bahan bakar).
- d. Suplai udara pembakaran (pengaruh jumlah udara terhadap efisiensi pembakaran dan emisi gas buang).

D. Tujuan Penelitian

1. Mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja *Burner Incinerator* , baik dari segi kondisi bahan bakar, suhu operasi, kebersihan *filter*, suplai udara pembakaran, maupun aspek teknis

lainnya yang dapat berkontribusi terhadap efisiensi dan efektivitas sistem pembakaran

2. Menyusun rekomendasi dan strategi optimalisasi dalam pengoperasian *Burner Incinerator* agar dapat meningkatkan efisiensi pembakaran, mengurangi konsumsi bahan bakar, serta menekan dampak lingkungan yang dihasilkan dari emisi gas buang dan sisa pembakaran..

E. Manfaat penelitian

1. Manfaat secara teoritis
 - a. Menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya terkait analisis kinerja *Burner Incinerator* di kapal, khususnya dalam pengelolaan limbah dan efisiensi pembakaran.
 - b. Memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknologi maritim, khususnya dalam aspek manajemen limbah dan sistem pembakaran di industri pelayaran.
 - c. Memperkaya literatur tentang pengelolaan limbah kapal serta optimalisasi peralatan bantu dalam operasional kapal.
2. Manfaat secara praktis
 - a. Memberikan informasi bagi operator kapal dalam meningkatkan efisiensi operasional *Burner Incinerator* , sehingga dapat mengurangi konsumsi bahan bakar dan meningkatkan efektivitas pembakaran.
 - b. Bagi penulis untuk Menambah wawasan dan pemahaman tentang sistem *Burner Incinerator* di kapal, khususnya dalam aspek efisiensi pembakaran, pengelolaan limbah, dan kepatuhan terhadap regulasi internasional.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Prinsip Dasar Pesawat Bantu *Incinerator*

Peralatan in bantu cinerator adalah perangkat yang digunakan untuk membakar limbah padat, cair, atau gas secara termal dengan tujuan mengurangi volume dan dampak lingkungan dari limbah tersebut. Prinsip dasar dari insinerator melibatkan proses pembakaran pada suhu tinggi sehingga bahan organik dalam limbah terurai menjadi gas dan abu.

Pada umumnya, insinerator terdiri dari beberapa komponen utama, seperti ruang bakar (*combustion chamber*), burner, heater, dan sistem pembuangan gas buang (*exhaust system*). Ruang bakar dirancang agar tahan terhadap suhu tinggi dan dilengkapi dengan lapisan isolasi termal untuk menjaga efisiensi pembakaran. Burner berfungsi menyemprotkan bahan bakar, yang sudah dipanaskan oleh heater, ke dalam ruang bakar untuk memastikan proses pembakaran berlangsung secara optimal. Pada tahap ini, viskositas bahan bakar yang lebih rendah mempermudah atomisasi, menghasilkan pembakaran yang lebih sempurna.

Selain itu, insinerator juga dilengkapi dengan sistem kontrol otomatis untuk mengatur suhu pembakaran dan aliran bahan bakar. Suhu pembakaran biasanya dijaga pada kisaran 850°C hingga 1200°C, tergantung pada jenis limbah yang dibakar. Gas hasil pembakaran, yang terdiri dari karbon dioksida (CO₂), uap air (H₂O), dan residu gas lainnya, dilepaskan melalui sistem pembuangan yang dilengkapi dengan filter untuk menangkap partikel padat atau zat berbahaya sebelum gas buang dilepaskan ke atmosfer.

Efisiensi insinerator sangat dipengaruhi oleh kondisi burner dan heater. Jika burner tidak bekerja optimal atau heater mengalami

kerusakan, pembakaran menjadi tidak sempurna, sehingga meningkatkan emisi gas berbahaya seperti karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon tidak terbakar (HC). Oleh karena itu, perawatan rutin pada komponen insinerator sangat diperlukan untuk memastikan kinerja yang optimal dan mencegah polusi udara.

Selain pembakaran limbah minyak dan padat, beberapa insinerator juga dirancang untuk mengolah gas buang yang mengandung senyawa organik volatil (VOCs). Dalam hal ini, sistem pemanas dan burner bekerja lebih keras untuk memastikan semua senyawa terurai menjadi gas yang lebih aman sebelum dilepaskan. Dengan perawatan yang tepat, insinerator tidak hanya membantu mengurangi volume limbah secara drastis tetapi juga mendukung kepatuhan terhadap regulasi lingkungan yang berlaku di sektor maritim.

Dalam operasionalnya, *Incinerator* harus mematuhi standar MARPOL Annex VI, yang membatasi emisi gas buang dari pembakaran limbah kapal. Dengan teknologi terbaru, beberapa *Incinerator* telah dilengkapi dengan sistem pemantauan otomatis untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi dampak polusi udara Organization (2021)

2. Pengertian Pesawat Bantu *Incinerator*

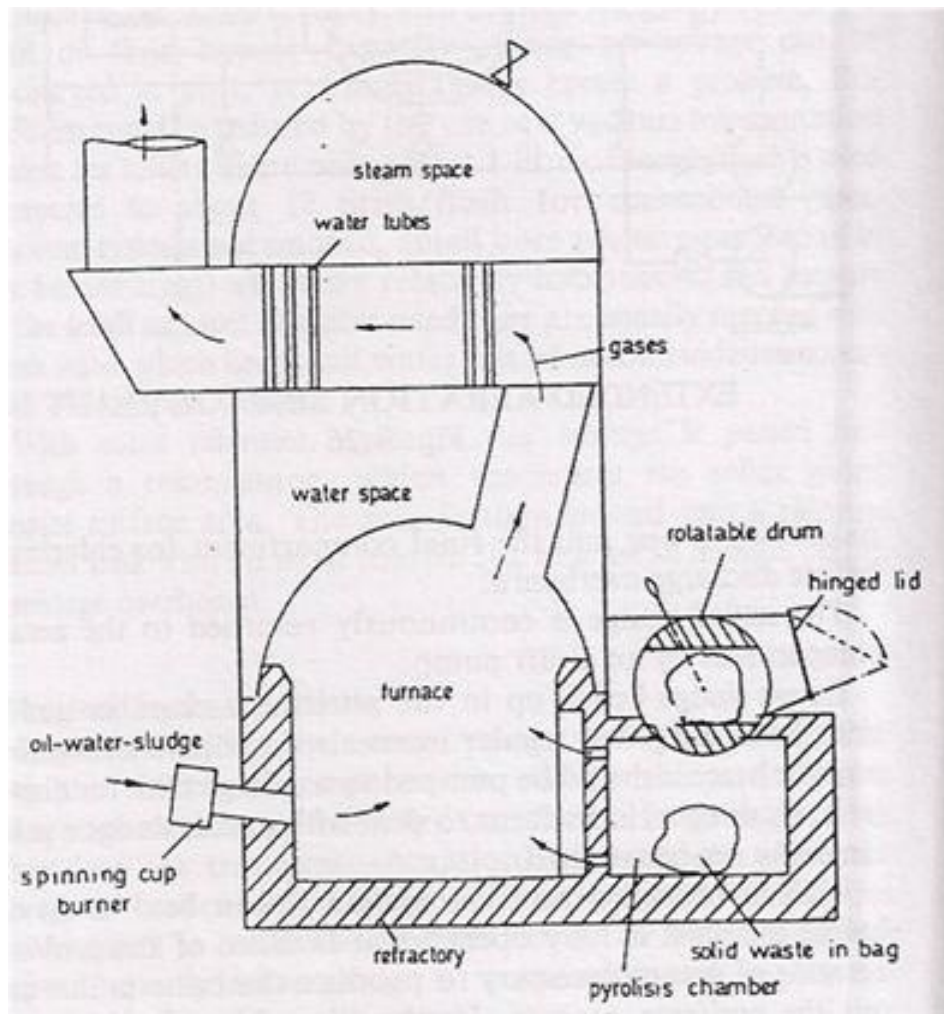
Incinerator adalah perangkat yang berfungsi untuk membakar limbah dengan tujuan mengurangi volume dan dampak lingkungan yang ditimbulkan. Dalam penggunaannya di kapal, *Incinerator* memainkan peran penting dalam pengelolaan sampah yang dihasilkan selama pelayaran, termasuk limbah domestik, plastik, minyak bekas, serta bahan-bahan lain yang tidak dapat dibuang langsung ke laut Organization (2019)

Menurut International Maritime Organization Organization (2021) penggunaan *Incinerator* di kapal harus memenuhi regulasi MARPOL Annex VI, yang mengatur emisi gas buang serta jenis limbah yang boleh

dibakar. Pengoperasian *Incinerator* harus dilakukan sesuai dengan standar keselamatan agar tidak mencemari lingkungan dan tetap menjaga efisiensi energi selama proses pembakaran (Wong et al., 2021) Terdapat beberapa jenis *Incinerator* yang umum digunakan dalam industri maritim, antara lain:

- a. Fixed Hearth *Incinerator* – *Incinerator* dengan ruang bakar tetap yang memiliki sistem suplai udara untuk mendukung pembakaran limbah secara optimal.
- b. Rotary Kiln *Incinerator* – Menggunakan drum berputar untuk menciptakan pembakaran yang lebih merata dan efisien.
- c. Fluidized Bed *Incinerator* – Mengandalkan pasir panas untuk mempercepat proses pembakaran dan mengoptimalkan efisiensi termal.
- d. Multiple Chamber *Incinerator* – Memiliki beberapa ruang bakar yang dirancang untuk mengurangi emisi berbahaya dan meningkatkan efektivitas proses pembakaran, sistem ini mampu meminimalkan pembentukan gas buang beracun, seperti NO_x dan CO. Selain itu, desain ruang bakar yang tersegmentasi memungkinkan pembakaran yang lebih merata dan efisien, sehingga energi panas yang dihasilkan dapat dimanfaatkan secara optimal. Teknologi ini juga mendukung penghematan bahan bakar dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Rodriguez et al. (2023)

Dengan berkembangnya teknologi, *Incinerator* modern telah dilengkapi dengan sistem pemantauan berbasis Internet of Things (IoT) yang memungkinkan pengawasan suhu, tekanan, dan emisi gas secara real-time. Teknologi ini membantu meningkatkan efisiensi pembakaran serta memastikan bahwa sistem bekerja sesuai dengan regulasi lingkungan yang berlaku (Kim et al., 2023)



Gambar 2.1 sketsa *Incinerator*

Sumber : <https://www.pelaut.xyz/2018/01/permesinan-bantu-3.html>

3. Cara Kerja Pesawat Bantu *Incinerator*

Incinerator bekerja dengan prinsip pembakaran termal untuk mengurai limbah menjadi abu dan gas buang yang lebih aman. Proses ini membutuhkan suhu tinggi agar dapat menghancurkan bahan berbahaya dan meminimalkan emisi polutan. Sistem *Incinerator* pada kapal biasanya dirancang agar efisien dan sesuai dengan regulasi lingkungan maritim, seperti MARPOL Annex VI yang dikeluarkan oleh International Maritime Organization Organization (2021). Secara umum, cara kerja *Incinerator* terdiri dari beberapa tahap utama:

a. Pemasukan dan Persiapan Limbah

Limbah yang akan dibakar dimasukkan ke dalam ruang bakar utama (primary chamber). Beberapa *Incinerator* modern dilengkapi dengan sistem pemisahan untuk memilah jenis limbah sebelum proses pembakaran dilakukan. Limbah cair seperti minyak bekas sering dicampurkan dengan limbah padat untuk meningkatkan efisiensi pembakaran Wong et al. (2021)

b. Proses Pembakaran dalam Ruang Bakar

Di dalam ruang bakar utama, pembakaran dimulai dengan bantuan *Burner* yang menghasilkan nyala api untuk meningkatkan suhu hingga 800–1200°C. Suplai udara diatur menggunakan blower agar oksigen yang masuk cukup untuk mendukung pembakaran sempurna. Pada tahap ini, limbah akan terurai menjadi gas buang dan residu padat dalam bentuk abu Liu et al. (2020)

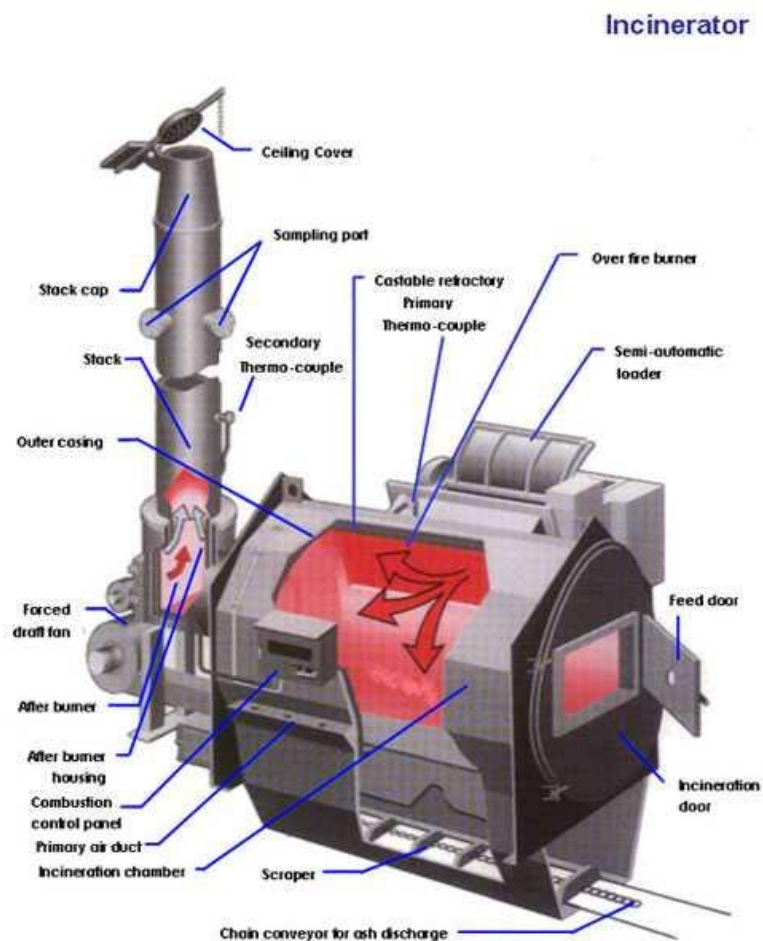
c. Pembakaran Lanjutan di Ruang Sekunder

Gas buang yang dihasilkan dari ruang bakar utama dialirkan ke ruang bakar sekunder (secondary chamber). Di sini, gas yang masih mengandung partikel berbahaya dibakar kembali pada suhu tinggi agar lebih bersih sebelum dilepaskan ke atmosfer. Proses ini bertujuan untuk mengurangi emisi zat berbahaya seperti karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NOx), dan sulfur oksida (SOx) (Rodriguez et al., 2023) Penyaringan dan Pengolahan Gas Buang Setelah melalui ruang sekunder, gas buang melewati sistem penyaringan (*filter*) yang berfungsi untuk menangkap partikel sisa pembakaran. Teknologi seperti scrubber digunakan untuk menurunkan kadar polutan sebelum gas dilepaskan ke udara melalui cerobong Menurut KSB (2023) penggunaan scrubber tidak hanya membantu kapal memenuhi standar emisi internasional, tetapi juga menjadi alternatif ekonomis dibandingkan dengan penggunaan bahan bakar rendah sulfur.

d. Pembuangan Residu Abu

Sisa pembakaran dalam bentuk abu dikumpulkan di dalam wadah khusus untuk kemudian dibuang dengan aman sesuai regulasi lingkungan. Beberapa *Incinerator* dilengkapi dengan sistem pendinginan untuk memastikan abu yang dikeluarkan sudah dalam kondisi stabil sebelum dibuang Jones et al. (2021)

Beberapa kapal modern bahkan telah menerapkan sistem Artificial Intelligence (AI) untuk mengoptimalkan konsumsi bahan bakar dan mengurangi emisi gas buang Kim et al. (2023)



Gambar 2. 2 cara kerja *Incinerator*

Sumber : <https://kapitanmadina.wordpress.com/2011/10/13/cara-a-kerja-incinerator-limbah-minyak/>

4. Komponen dan Fungsi Utama *Incinerator*

Incinerator pada kapal merupakan perangkat pembakaran limbah yang terdiri dari beberapa komponen penting guna menunjang proses pembakaran yang optimal dan ramah lingkungan. Setiap bagian memiliki peran spesifik dalam memastikan limbah dapat diolah dengan aman dan efisien. Berikut adalah bagian-bagian utama dari *Incinerator* :

- a. *Burner* : *Burner* merupakan komponen utama yang menghasilkan panas untuk proses pembakaran. *Burner* bekerja dengan menyemprotkan bahan bakar yang telah dipanaskan oleh heater ke dalam ruang bakar. Proses atomisasi yang terjadi pada *burner* memungkinkan bahan bakar terpecah menjadi droplet halus, sehingga pembakaran menjadi lebih sempurna. *Burner* juga dilengkapi dengan sistem pengaturan suhu dan tekanan untuk
- b. memastikan panas yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan pembakaran (Wong et al., 2021).
- c. *Chamber* (Ruang Bakar): *Chamber* adalah ruang utama tempat berlangsungnya proses pembakaran. Ruang bakar ini dirancang agar mampu menahan suhu tinggi yang dihasilkan oleh *burner*, umumnya mencapai 850°C hingga 1200°C. Dinding *chamber* dilapisi material tahan panas dan isolator termal untuk mempertahankan suhu tinggi serta mengurangi kehilangan energi. Desain ruang bakar dibuat sedemikian rupa agar pembakaran berlangsung secara merata dan optimal, sehingga mengurangi residu abu dan gas berbahaya (Wong et al., 2021)..
- d. *Blower*: *Blower* merupakan komponen yang berfungsi mengatur suplai udara ke dalam sistem pembakaran. Udara yang disuplai oleh *blower* berfungsi sebagai oksidan untuk mendukung proses pembakaran. Jumlah udara yang cukup akan memastikan bahan bakar terbakar dengan sempurna dan mengurangi pembentukan karbon monoksida (CO) serta hidrokarbon tidak terbakar. Beberapa *Incinerator* modern dilengkapi dengan *blower* otomatis

yang dapat menyesuaikan volume udara berdasarkan intensitas pembakaran yang diperlukan (Wong et al., 2021).

- e. *Filter*: ilter pada *Incinerator* berfungsi menyaring partikel berbahaya serta mengurangi polusi udara yang dihasilkan oleh gas buang. Filter biasanya terbuat dari material tahan panas yang mampu menangkap partikel abu dan zat beracun sebelum gas buang dilepaskan ke atmosfer. Beberapa sistem filter juga dilengkapi dengan katalis untuk menguraikan senyawa berbahaya, sehingga emisi gas buang menjadi lebih aman. Perawatan rutin pada filter sangat penting untuk mencegah penyumbatan dan mempertahankan kinerja pembakaran yang optimal Wong et al. (2021)

5. Peran *Burner* dalam *Incinerator*

Burner merupakan bagian penting dalam *Incinerator* yang berperan dalam menciptakan nyala api guna mencapai suhu optimal dalam pembakaran limbah. Komponen ini bekerja dengan mencampurkan bahan bakar dan udara dalam proporsi yang tepat untuk menghasilkan pembakaran yang efisien. Keberadaan burner yang berfungsi dengan baik sangat penting untuk memastikan bahwa suhu pembakaran dapat mencapai level yang cukup tinggi sehingga limbah dapat terurai secara sempurna dan aman. Selain itu, burner yang optimal juga dapat mengurangi residu abu dan emisi berbahaya, meningkatkan efisiensi *Incinerator* secara keseluruhan. Burner juga dilengkapi dengan sistem kontrol otomatis untuk menjaga stabilitas nyala api dan mencegah fluktuasi suhu selama proses pembakaran. Hal ini penting untuk mempertahankan kondisi termal yang konsisten, terutama saat menangani limbah dengan karakteristik yang bervariasi. Selain itu, pemeliharaan rutin pada burner, seperti pembersihan nozzle dan pengecekan tekanan bahan bakar, diperlukan untuk menghindari penyumbatan dan memastikan proses pembakaran berjalan lancar.

Burner yang tidak terawat dapat menyebabkan penurunan efisiensi pembakaran, peningkatan konsumsi bahan bakar, serta timbulnya emisi gas buang yang lebih tinggi. Oleh karena itu, perawatan dan kalibrasi burner secara berkala merupakan langkah penting dalam menjaga kinerja *Incinerator*. Efisiensi kinerja *Burner* sangat bergantung pada beberapa aspek, seperti:

- a. Jenis bahan bakar yang digunakan: Pemilihan bahan bakar yang tepat dapat meningkatkan efisiensi proses pembakaran.
- b. Kondisi *nozzle Burner*: *Nozzle* yang bersih dan tidak tersumbat akan menghasilkan pembakaran yang lebih baik.
- c. Jadwal perawatan berkala: Pemeliharaan yang rutin dapat mencegah kegagalan fungsi *Burner* dan meningkatkan performanya Liu et al. (2020)

6. Jenis Valve Pada Incenarator

Dalam sistem *Burner Incinerator*, terdapat beberapa jenis valve (katup) yang berperan dalam mengatur aliran bahan bakar dan udara selama proses pembakaran Malik et al. (2021)

valve dengan karakteristik dan cara kerja yang berbeda antara lain, gate valve, globe valve, ball valve,

a. Gate valve

adalah jenis katup yang digunakan untuk membuka aliran dengan cara mengangkat gerbang penutupnya. Gate valve pada dasarnya bertindak sebagai stop valve, penggunaan gate valve terbuka penuh dan tertutup sepenuhnya, jangan setengah/separuh. Gate valve merupakan jenis valve yang paling sering dipakai dalam sistem perpipaan.



Gambar 2. 3 gate valve

Sumber : <https://www.caststeel-valves.com/sale-11358928-backseat-design-cast-steel-gate-valve-hf-600lb-butt-weld-gate-valve.html>

b. Globe valve

Globe Valve digunakan untuk mengatur besar kecilnya laju aliran fluida dalam pipa (throttling). Prinsip dasar dari operasi globe valve adalah gerakan tegak lurus disk dari dudukannya besarnya aliran zat yang melewati valve bisa diatur. Dudukan Valve yang sejajar dengan aliran membuat Globe Valve efisien ketika mengatur besar kecilnya aliran globe valve tidak disarankan digunakan pada sistem yang menghindari penurunan tekanan, dan sistem yang menghindari tahanan pada aliran.



Gambar 2. 4 Globe Valve, e

Sumber : <http://indonesian.jieyuvalve.com/quality-12517860cast-steel-flanged-globe-valve-pn25>

c. Ball valve

Ball valve adalah sebuah valve atau Katup dengan pengontrol aliran berbentuk Disc bulat (seperti bola/belahan). Bola itu memiliki lubang, yang berada di tengah sehingga ketika lubang tersebut segaris lurus atau sejalan dengan kedua ujung valve / katup, maka fluida akan mengalir. Ball valve banyak digunakan karena kemudahannya dalam perbaikan dan kemampuan untuk menahan tekanan dan suhu tinggi, tergantung dari material apa dibuat. Ball valve digunakan secara luas dalam aplikasi industri karena mereka sangat serbaguna. Ukurannya biasanya berkisar 0,2-11,81 inci (0,5 cm sampai 30 cm). Ball valve dapat terbuat dari logam, plastik atau pun dari bahan keramik. Bolanya sering dilapisi chrome untuk membuatnya lebih tahan lama. Ball valve banyak digunakan dalam industri karena menawarkan beberapa keuntungan, seperti kemudahan perawatan, kemampuan menahan tekanan tinggi, dan suhu ekstrem. Hal ini sangat bergantung pada material pembuatannya, yang dapat berupa logam, plastik, atau keramik. Untuk meningkatkan daya tahan, bola pada valve sering kali dilapisi krom, sehingga lebih tahan terhadap korosi dan gesekan.



Gambar 2. 5 Ball valve

Sumber : <https://www.caststeel-valves.com/sale-trunnion-ball-valve-forged-steel-a105-soft-seated-3pc-split-body-flanged-rtj.html>

Karena kekuatan dan keandalannya, ball valve digunakan secara luas dalam industri minyak dan gas, pengolahan kimia, industri makanan dan minuman, serta distribusi air. Pada industri maritim, ball valve sering ditemui pada sistem perpipaan air laut, bahan bakar, dan sistem hidrolik kapal.

Secara keseluruhan, ball valve merupakan komponen penting dalam sistem perpipaan modern karena desainnya yang sederhana namun fungsional, serta kemampuannya menahan tekanan dan suhu yang ekstrem.

7. Pemanas (Heater) *Waste oil*

Heater dalam sistem pembakaran *Waste oil* berperan penting dalam meningkatkan efisiensi pembakaran dengan memanaskan bahan bakar sebelum disemprotkan ke dalam ruang bakar. *Waste oil*, seperti minyak pelumas bekas atau residu bahan bakar kapal, sering kali memiliki viskositas tinggi dan kandungan air atau partikel kotoran. Dengan pemanasan yang tepat, viskositas minyak dapat dikurangi, sehingga aliran bahan bakar menjadi lebih lancar dan atomisasi bahan bakar dalam *Burner* menjadi lebih optimal Kim et al. (2023)

Sistem heater bekerja dengan memanaskan waste oil hingga mencapai suhu tertentu sebelum minyak tersebut disemprotkan oleh injektor ke dalam ruang pembakaran. Pemanasan ini bertujuan untuk mengurangi viskositas minyak, meningkatkan fluiditas, dan memudahkan atomisasi saat proses penyemprotan. Dengan viskositas yang lebih rendah, partikel minyak dapat terpecah menjadi droplet yang lebih halus, sehingga pembakaran lebih efisien dan sempurna. Efisiensi pembakaran yang meningkat juga berdampak pada pengurangan emisi gas buang, seperti karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC), yang biasanya meningkat pada pembakaran tidak sempurna (Kim et al., 2023).

Selain itu, heater juga membantu mencegah penyumbatan pada nozzle burner akibat akumulasi residu atau kerak. Minyak dengan

viskositas tinggi lebih rentan menyebabkan kerak pada saluran injeksi dan nozzle, terutama jika mengandung partikel padat atau air. Dengan memastikan minyak berada pada suhu optimal, risiko penyumbatan dapat dikurangi, dan performa pembakaran dapat dipertahankan dalam jangka waktu yang lebih lama (Kim et al., 2023).

Heater pada sistem pembakaran waste oil biasanya menggunakan pemanas listrik atau steam untuk mencapai suhu yang dibutuhkan. Beberapa sistem modern bahkan dilengkapi dengan

kontrol suhu otomatis untuk menjaga kestabilan pemanasan, sehingga tidak terjadi overheat yang dapat merusak komponen burner atau menurunkan kualitas pembakaran. Keberadaan heater yang andal dan terawat dengan baik sangat penting dalam menjaga kinerja *Incinerator* dan memaksimalkan penggunaan energi dari waste oil (Kim et al., 2023).

Dengan demikian, pemanasan waste oil sebelum pembakaran tidak hanya meningkatkan efisiensi energi tetapi juga memperpanjang umur peralatan pembakaran. Pemeliharaan rutin pada heater dan kontrol suhu secara berkala sangat disarankan untuk menghindari penurunan kinerja pembakaran akibat perubahan karakteristik minyak atau kerusakan pada elemen pemanas.

8. Proses Pembakaran

Incinerator merupakan perangkat yang dirancang untuk membakar limbah dengan tujuan mengurangi volume serta dampaknya terhadap lingkungan. Dalam penggunaannya di kapal, *Incinerator* berperan penting dalam pengelolaan sampah yang dihasilkan selama pelayaran. Agar proses pembakaran berlangsung efektif, *Incinerator* bekerja melalui beberapa tahapan yang memastikan limbah terbakar secara sempurna dan emisi gas buang tetap berada dalam batas aman.

a. Pemanasan Awal dan Penyalaan *Burner*

Sebelum limbah dimasukkan ke dalam *Incinerator*, sistem harus dipanaskan terlebih dahulu agar suhu ruang bakar

mencapai tingkat yang optimal. *Burner* yang ada di dalam *Incinerator* dinyalakan dengan bantuan pemantik otomatis, sehingga bahan bakar yang disemprotkan dapat terbakar dengan stabil. Suhu awal biasanya berkisar antara 200–300°C, yang cukup untuk memulai proses pembakaran tanpa menyebabkan pembentukan asap berlebihan.

Pada tahap ini, sistem suplai udara mulai bekerja dengan mengalirkan oksigen ke dalam ruang bakar. Keseimbangan antara bahan bakar dan oksigen sangat penting untuk memastikan pembakaran berlangsung efisien serta menghindari pembentukan jelaga atau emisi gas berbahaya dalam jumlah besar.

b. Pembakaran di Ruang Bakar Utama

Setelah mencapai suhu optimal, limbah dimasukkan ke dalam ruang bakar utama (*primary chamber*). Pada tahap ini, limbah mulai mengalami proses pirolisis, yaitu pemecahan molekul organik akibat panas tinggi. Suhu dalam ruang bakar utama biasanya berada di kisaran 800–1200°C, tergantung pada jenis limbah yang dibakar.

faktor yang mempengaruhi efisiensi pembakaran di tahap ini meliputi:

Kandungan air dalam limbah: Limbah dengan kadar air tinggi memerlukan energi lebih besar untuk penguapan sebelum terbakar sepenuhnya.

Komposisi bahan bakar: Limbah yang memiliki kandungan karbon tinggi lebih mudah terbakar dan menghasilkan energi panas lebih besar.

Sirkulasi udara: Suplai oksigen yang cukup diperlukan untuk memastikan pembakaran berlangsung sempurna dan tidak menghasilkan emisi karbon monoksida dalam jumlah tinggi.

Ketika limbah terbakar, sebagian besar material organik akan berubah menjadi gas, sementara sisanya akan menjadi abu yang mengandung residu anorganik.

c. Pembakaran Sekunder untuk Penyempurnaan Proses

Gas hasil pembakaran dari ruang bakar utama kemudian dialirkan ke ruang bakar sekunder (secondary chamber). Di dalam ruang ini, sisa gas yang masih mengandung partikel karbon atau senyawa organik lainnya dibakar kembali pada suhu lebih tinggi, yaitu sekitar 1000–1200°C.

Tujuan dari tahap ini adalah untuk:

Mengurangi kadar karbon monoksida (CO) yang berbahaya.

Menguraikan senyawa organik yang belum terbakar sepenuhnya.

Menekan emisi gas pencemar seperti nitrogen oksida (NO_x) dan sulfur oksida (SO_x) agar tetap sesuai dengan regulasi lingkungan.

Pada *Incinerator* modern, ruang bakar sekunder dilengkapi dengan sistem kontrol otomatis yang dapat menyesuaikan jumlah bahan bakar dan udara yang masuk guna menjaga kestabilan suhu dan efisiensi pembakaran.

d. Penyaringan dan Pengolahan Gas Buang

Setelah melewati proses pembakaran sekunder, gas buang masih mengandung partikel halus serta zat kimia tertentu. Sebelum dilepaskan ke udara, gas ini harus melalui sistem penyaringan yang bertujuan untuk menangkap partikel berbahaya dan mengurangi kadar polutan.

Beberapa metode penyaringan yang umum digunakan dalam *Incinerator* kapal meliputi:

Electrostatic precipitator, yang bekerja dengan medan listrik untuk menangkap partikel halus dalam gas buang.

Wet scrubber, yang menggunakan cairan kimia untuk menyerap gas pencemar seperti sulfur dioksida (SO₂).

Catalytic converter, yang membantu mengurangi emisi gas berbahaya dengan mempercepat reaksi oksidasi terhadap NO_x dan CO.

Dengan adanya sistem penyaringan ini, gas buang yang dihasilkan lebih aman dan sesuai dengan regulasi lingkungan internasional, seperti MARPOL Annex VI yang mengatur batas emisi gas dari kapal.

e. **Pembuangan Abu dan Residu Sisa Pembakaran**

Setelah proses pembakaran selesai, abu dan residu sisa pembakaran dikumpulkan dalam wadah khusus sebelum dibuang sesuai prosedur yang berlaku. Limbah abu biasanya terdiri dari material anorganik yang tidak dapat terbakar, seperti logam dan mineral.

Beberapa *Incinerator* kapal dilengkapi dengan sistem pendinginan abu sebelum pembuangan untuk memastikan bahwa residu tidak lagi bersuhu tinggi dan lebih aman dalam penanganannya. Pengelolaan limbah abu ini sangat penting agar tidak mencemari lingkungan laut

9. Waste oil Burner

Waste Oil Burner adalah komponen vital dalam *Incinerator* kapal yang dirancang khusus untuk membakar minyak bekas (waste oil) sebagai sumber bahan bakar alternatif. Minyak bekas yang digunakan umumnya berasal dari pelumas mesin, oli hidrolik, atau sisa minyak dari sistem bahan bakar kapal. Proses pembakaran minyak bekas ini tidak hanya membantu dalam pengelolaan limbah, tetapi juga mengurangi kebutuhan bahan bakar konvensional, menjadikannya lebih efisien dan ramah lingkungan.

Sistem ini bekerja dengan cara memanaskan minyak bekas pada suhu yang cukup tinggi untuk mencapai titik pembakaran, setelah itu campuran minyak dan udara disuntikkan ke ruang bakar di mana pembakaran berlangsung. Pembakaran yang efisien dari waste oil ini

dapat mengurangi emisi gas buang dan meningkatkan kinerja sistem pembakaran. Selain itu, sistem ini dapat dikombinasikan dengan teknologi pengolahan gas buang seperti scrubber untuk menangkap emisi berbahaya, memastikan bahwa pembakaran waste oil tetap memenuhi standar emisi yang ketat.

Menurut penelitian oleh Sanjaya et al. (2023) optimasi pembakaran waste oil dalam *Incinerator* kapal dapat mengurangi polusi laut dan meningkatkan efisiensi operasional kapal. Mereka menekankan pentingnya pengaturan suhu dan suplai udara yang tepat untuk mencapai pembakaran yang sempurna dan mengurangi dampak lingkungan.

10. Persyaratan Untuk Mendapatkan Pembakaran Yang Sempurna

Pembakaran yang sempurna adalah kondisi di mana bahan bakar dan oksigen bereaksi secara optimal, menghasilkan energi maksimal dengan emisi minimal. Dalam sistem *Incinerator*, proses pembakaran yang optimal sangat penting untuk memastikan efisiensi energi serta mengurangi polutan berbahaya. terdapat beberapa faktor utama yang perlu diperhatikan untuk mencapai pembakaran yang sempurna, di antaranya:

a. Keseimbangan Rasio Bahan Bakar dan Udara

Agar pembakaran terjadi secara efektif, jumlah udara yang masuk harus seimbang dengan bahan bakar yang digunakan. Jika udara terlalu sedikit, pembakaran tidak akan sempurna, menyebabkan munculnya gas karbon monoksida (CO). Sebaliknya, kelebihan udara dapat mengurangi efisiensi karena menyebabkan pembuangan panas yang tidak perlu.

b. Suhu Operasional yang Optimal

Suhu dalam ruang bakar harus dijaga dalam kisaran tertentu, biasanya antara 850°C hingga 1400°C. Suhu yang terlalu rendah menyebabkan reaksi pembakaran yang tidak

sempurna, sedangkan suhu yang terlalu tinggi bisa memicu pembentukan gas berbahaya seperti nitrogen oksida (NO_x) Kehutanan (2023)

c. Waktu Tinggal Gas dalam Ruang Bakar

Gas yang dihasilkan dalam proses pembakaran harus bertahan dalam ruang bakar selama durasi yang cukup untuk memastikan proses oksidasi berjalan sempurna. Jika waktu tinggal terlalu singkat, beberapa partikel bahan bakar tidak akan terbakar sempurna, menyebabkan emisi partikulat yang tinggi (Kementerian Pendidikan Kebudayaan, 2022) Distribusi dan Pencampuran Udara dengan Bahan Bakar

Campuran udara dan bahan bakar yang homogen sangat penting untuk memastikan efisiensi pembakaran. Sistem injeksi udara yang baik akan membantu memastikan pembakaran berlangsung merata dan mengurangi kemungkinan terbentuknya jelaga atau residu karbon yang tidak terbakar Riau (2021) Kontrol Kelebihan Udara dalam Pembakaran

Meskipun oksigen diperlukan untuk memastikan reaksi pembakaran berjalan dengan baik, jumlah udara yang masuk harus dikontrol dengan tepat. Kelebihan oksigen dalam sistem dapat meningkatkan pembentukan gas berbahaya seperti NO_x, yang dapat berdampak negatif terhadap lingkungan (Riau, 2021) Komposisi dan Karakteristik Limbah

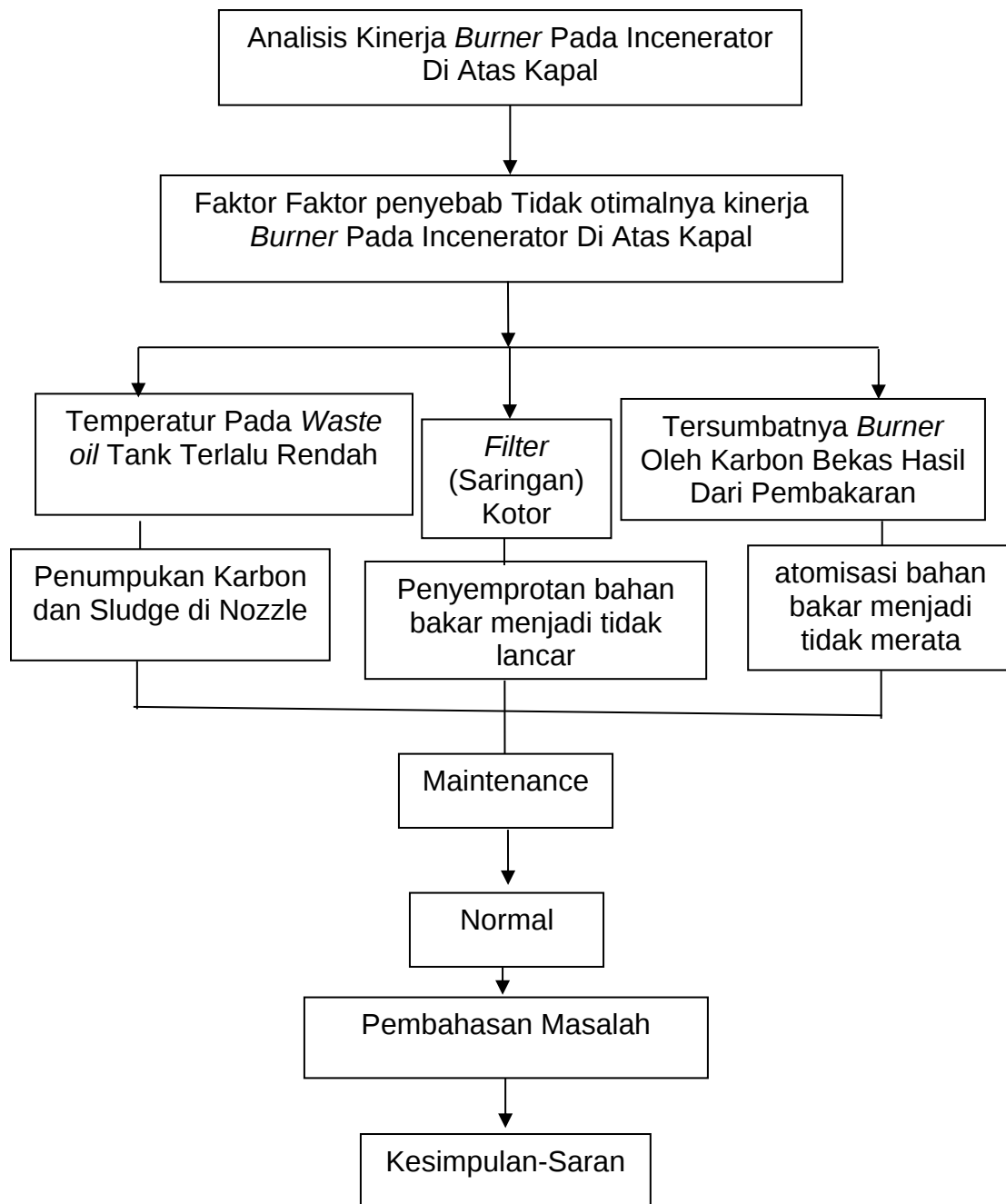
Sifat limbah yang dibakar dalam *Incinerator* harus diperhatikan, terutama nilai kalor dan kadar airnya. Limbah dengan kadar air tinggi membutuhkan lebih banyak energi untuk menguapkan air sebelum terbakar, sehingga dapat mengurangi efisiensi pembakaran. Oleh karena itu, pemilihan limbah yang sesuai sangat penting agar sistem bekerja secara maksimal Kementerian Pendidikan Riset & Kebudayaan (2022) Desain dan Pemeliharaan *Incinerator*

Agar proses pembakaran berjalan dengan baik, desain ruang bakar harus dirancang dengan mempertimbangkan aliran udara dan panas yang optimal. Selain itu, perawatan rutin seperti pembersihan *nozzle* dan pengecekan sistem suplai udara sangat diperlukan untuk menjaga kinerja *Incinerator* agar tetap efisien Semarang (2023) Dengan memperhatikan faktor-faktor tersebut, proses pembakaran dalam *Incinerator* dapat berlangsung lebih efisien, menghasilkan lebih sedikit polutan, serta memaksimalkan pemanfaatan energi.

B. Kerangka Pikir

Untuk mempermudah penulis dalam memecahkan masalah, maka penulis membuat kerangka pikir sebagai berikut:

Tabel 2. 1 Tabel kerangka pikir



C. Hipotesis

Penyebab tidak Optimalnya kinerja *Burner* pada pesawat bantu *Incinerator* dapat diperkirakan oleh beberapa faktor.

1. Temperatur pada *Waste oil* Tank terlalu rendah.
2. *Filter* (saringan) kotor.
3. Tersumbatnya *Burner* oleh Carbon bekas dari hasil pembakaran.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Tempat Dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada periode 21 September 2023 hingga 1 Oktober 2024. Waktu penelitian dipilih untuk mengamati kinerja burner incinerator secara menyeluruh selama aktivitas operasional kapal berlangsung agar hasil yang diperoleh mencerminkan kondisi nyata di lapangan. Seluruh proses pengumpulan data, observasi, dan wawancara dengan awak kapal serta teknisi dilakukan langsung di kapal MV Sinar Kintamani, baik saat kapal berlabuh di pelabuhan maupun selama kapal beroperasi di laut.

B. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif, yaitu metode yang bertujuan untuk menggambarkan fenomena yang terjadi secara mendalam dan terperinci berdasarkan data yang diperoleh di lapangan (Sugiyono, 2020). Fokus penelitian ini adalah mengidentifikasi penyebab ketidakefektifan pembakaran pada *Burner Incinerator* di kapal MV Sinar Kintamani melalui pemahaman konteks operasional dan pengalaman para teknisi dalam mengelola sistem pembakaran.

1. Penelitian Deskriptif

Penelitian ini bersifat deskriptif karena bertujuan untuk memahami kondisi aktual *Burner Incinerator* di kapal tanpa melakukan eksperimen langsung. Data dikumpulkan melalui observasi langsung, wawancara mendalam dengan teknisi kapal, dan studi dokumentasi terkait perawatan dan operasional Burner. Informasi ini akan digunakan untuk memberikan gambaran rinci tentang permasalahan yang terjadi, serta faktor-faktor yang memengaruhi efisiensi pembakaran.

2. Pendekatan Kualitatif

Penelitian ini bersifat kualitatif karena lebih berfokus pada pemahaman fenomena daripada pengukuran statistik. Data yang diperoleh berupa pandangan, pengalaman, dan pemahaman teknisi mengenai faktor-faktor yang dapat menyebabkan ketidakoptimalan pembakaran, seperti:

- a. Suhu bahan bakar dalam Waste oil tank berdasarkan observasi teknisi.
- b. Kondisi filter bahan bakar yang diperoleh melalui pemeriksaan lapangan.
- c. Identifikasi adanya penyumbatan pada *Burner* berdasarkan pengalaman teknisi saat melakukan pembersihan.
- d. Efisiensi pembakaran yang diinterpretasikan dari jumlah residu karbon dan hasil wawancara terkait prosedur pembersihan.

Data akan dianalisis secara tematik untuk menemukan pola hubungan antara kondisi operasional *Burner*, kondisi filter, dan potensi penyumbatan terhadap efisiensi pembakaran.

kondisi *filter*, dan penyumbatan *Burner* terhadap efisiensi pembakaran.

C. Definisi Operasional Variabel

Definisi operasional variabel adalah penjabaran konkret dan terukur dari variabel penelitian yang akan diteliti, sehingga dapat digunakan sebagai acuan dalam proses pengumpulan dan analisis data. Dalam penelitian ini, variabel yang dikaji adalah optimalisasi pembakaran *Burner* pada *Incinerator*.

Optimalisasi pembakaran *Burner* pada *Incinerator* didefinisikan sebagai upaya peningkatan kinerja pembakaran melalui perbaikan atau penyesuaian faktor-faktor teknis dan non-teknis yang memengaruhi proses pembakaran. Upaya ini bertujuan untuk mencapai pembakaran yang lebih efisien dan efektif, sehingga dapat mengurangi residu karbon dan meningkatkan suhu pembakaran secara optimal.

D. Populasi dan Sampel

Populasi adalah keseluruhan elemen yang hendak dijelaskan oleh taruna/i yang menjadi sasaran generalisasi penelitian. Sedangkan yang dimaksud dengan elemen disini dapat berupa manusia, kapal, sistem, dan sebagainya. Sedangkan sampel adalah wakil dari populasi. Keputusan untuk mengambil sampel itu sah apabila temuan dalam sampel tersebut akan dipakai untuk menjelaskan populasi.

E. Teknik Pengumpulan Data

Data dan informasi yang diperlukan untuk penulisan skripsi ini dikumpulkan melalui :

1. Metode Lapangan (*Field Reseach*),

yaitu penelitian yang dilakukan dengan cara mengadakan peninjauan langsung terhadap objek yang diteliti, data dan informasi dikumpulkan melalui :

- a. Observasi dilakukan untuk mengamati kondisi nyata *Burner Incinerator* di kapal selama proses pembakaran berlangsung. Observasi ini bertujuan untuk:
- b. Menganalisis kondisi operasional *Burner*, termasuk stabilitas nyala api dan suhu pembakaran.
- c. Mengamati kinerja *Waste oil* tank, termasuk suhu bahan bakar sebelum masuk ke *Burner*.
- d. Mengevaluasi kebersihan *filter* bahan bakar, yang dapat mempengaruhi tekanan dan distribusi bahan bakar.
- e. Memeriksa akumulasi karbon dalam *Burner*, yang berpotensi menyumbat sistem pembakaran.
- f. Wawancara, mengadakan tanya jawab secara langsung dengan para Perwira yang ada di atas kapal khususnya para Engineer serta melakukan konsultasi dengan para dosen di lingkungan Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

2. Tinjauan kepustakaan (*Library Research*),

selain penelitian yang dilakukan di atas kapal, penulis juga melakukan penelitian dengan cara membaca dan mempelajari literatur, buku-buku dan tulisan-tulisan yang berhubungan dengan masalah yang akan dibahas, untuk memperoleh landasan teori yang akan digunakan dalam membahas masalah yang diteliti.

D. Metode Analisis

Data yang diperoleh dari hasil observasi, wawancara, dan dokumentasi akan dianalisis menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif. Tahapan analisis data dilakukan secara sistematis untuk memahami fenomena secara mendalam, yaitu sebagai berikut:

1. Analisis Suhu Bahan Bakar

Analisis ini dilakukan dengan mempelajari suhu bahan bakar dalam *Waste oil tank* berdasarkan hasil observasi teknisi dan wawancara mengenai pengalaman dalam pengoperasian Burner. Suhu bahan bakar yang tidak stabil akan diidentifikasi melalui interpretasi pandangan teknisi terkait penyebab fluktuasi suhu dan dampaknya terhadap efisiensi pembakaran.

2. Analisis Kondisi Filter Bahan Bakar

Analisis kondisi filter dilakukan dengan mengevaluasi hasil pemeriksaan teknisi yang mengamati kebersihan filter dan potensi penyumbatan. Data diperoleh dari wawancara mendalam mengenai proses pemeliharaan dan pembersihan filter serta dokumentasi inspeksi. Temuan ini akan dijadikan dasar dalam memahami faktor-faktor yang menyebabkan ketidakoptimalan pembakaran.

3. Analisis Akumulasi Karbon dalam Burner

Tahapan ini melibatkan pengumpulan data dari observasi langsung terkait kondisi *Burner* sebelum dan sesudah pembersihan. Melalui wawancara dengan teknisi, diperoleh informasi tentang akumulasi karbon sebagai salah satu penyebab gangguan pembakaran.

Analisis dilakukan dengan mengidentifikasi pola kejadian penyumbatan karbon dan pengaruhnya terhadap performa pembakaran.

Data yang terkumpul akan dianalisis secara tematik dengan tujuan menggambarkan keterkaitan antara suhu bahan bakar, kondisi filter, dan akumulasi karbon dalam menentukan efisiensi pembakaran pada *Burner Incinerator*.

E. Jadwal Penelitian

Tabel 3. 1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No	Kegiatan	Tahun 2023 / 2024											
		Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Pengumpulan referensi												
2	Pemilihan judul												
3	Penyusunan proposal dan bimbingan												
4	Seminar proposal												
5	Perbaikan seminar proposal												

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

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