

**ANALISIS TERJADINYA KEGAGALAN PEMBAKARAN
AWAL PADA *AUXILIARY BOILER* MV SINAR SOLO**



GAYUH MUHAMMAD

NIT. 21.42.030

TEKNIKA

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

**ANALISIS KEGAGALAN PEMBAKARAN AWAL PADA
AUXILIARY BOILER MV SINAR SOLO**

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Pendidikan
Diploma IV Pelayaran

Program Studi

Teknika

Disusun dan Diajukan Oleh

GAYUH MUHAMMAD

NIT: 21.42.030

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

SKRIPSI
ANALISIS TERJADINYA KEGAGALAN AWAL PADA
AUXILIARY BOILER MV SINAR SOLO

Disusun dan Diajukan oleh:

GAYUH MUHAMMAD

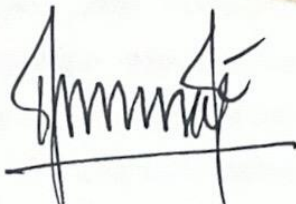
NIT. 21.42.030

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Skripsi
Pada tanggal 07 November 2025

Menyetujui:

Pembimbing I

Pembimbing II



Ir. Suyuti, M.S.I., M.Mar.E
NIP: 196805082002121002



Ir. Zulkfli Syamsuddin, S.SiT., MT., M.Mar.E
NIP: 198403232019021002

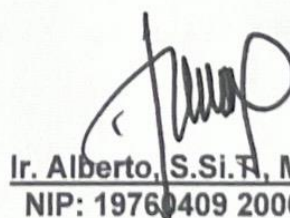
Mengetahui:

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

Ketua Program Studi Teknika



Capt. Faisal Saransi, M.T., M.Mar
NIP: 19750329 199903 1 002



Ir. Alberto, S.Si.T, M.Mar.E., M.A.P
NIP: 19760409 200604 1001

KATA PENGANTAR

Penulis ingin menyampaikan rasa syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas segala karunia dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan penulisan serta penyusunan Laporan Tugas Akhir yang disajikan dalam bentuk makalah dengan judul “Analisis Kegagalan Pembakaran Awal Pada *Auxiliary Boiler* Kapal MV SINAR SOLO”.

Penyusunan Tugas Akhir ini merupakan syarat akademik bagi seluruh Taruna/I Prodi Teknik Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar dalam meraih gelar Sarjana Terapan Pelayaran (S.Tr.Pel).

Karena keterbatasan waktu dan kemampuan, penulis menyadari bahwa dokumen tugas akhir ini masih memiliki banyak kekurangan dan belum sempurna. Meskipun demikian, penulis telah berupaya semaksimal mungkin untuk menyusun laporan ini. Oleh karena itu, penulis sangat menghargai masukan berupa saran dan kritik yang bermanfaat untuk menyempurnakan dokumen ini.

Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, bimbingan, dan doa selama penyusunan laporan tugas akhir ini, khususnya kepada:

1. Bapak Capt Rudy Susanto, M.Pd., selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
2. Bapak Capt Faisal Saransi, MT., M.Mar. selaku Pembantu Direktur I Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
3. Bapak Alberto, S.SiT., M.Mar.E., M.A.P. selaku Ketua Program Studi Teknika.
4. Bapak Ir. Suyuti, M.Si., M.Mar.E. selaku Dosen Pembimbing I
5. Bapak Ir. Zulkfli Syamsuddin, S.SiT., MT., M.Mar.E selaku Dosen Pembimbing II
6. Bapak Ir. Hasan, S.SiT., M.T., M.Mar.E. selaku Dosen Penguji I

7. Bapak Suyanto, M.T., M.Mar.E. selaku Dosen Penguji II.
8. Bapak dan Ibu dosen Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar yang telah mendidik dan membimbing kami.
9. Kedua orang tua Ayah dan Ibu penulis yang tersayang Badariadi dan Sukatri yang telah memberikan motivasi dan bantuan biaya kepada penulis sehingga penulis dapat bersemangat menyelesaikan laporan Tugas Akhir.
10. Terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dan tidak dapat penulis sebutkan satu – persatu yang mendo'akan, mendukung, membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Dokumen ini bertujuan untuk mengkaji seberapa jauh pengetahuan taruna Politeknik Maritim Makassar, khususnya yang terdaftar di program Teknik, tentang pemeriksaan kegagalan pembakaran awal pada boiler bantu MV SINAR SOLO.

Demikianlah pengantar penulis dalam tesis ini. Saya mohon maaf atas segala istilah yang kurang tepat yang mungkin muncul dalam karya ini. Saya berharap tesis ini bermanfaat bagi para pembaca, dan saya mengharapkan masukan serta komentar yang bermanfaat untuk menyempurnakan tesis ini..

Makassar, 27 Maret 2025



Gayuh Muhammad

21.42.030

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Nama : Gayuh Muhammad

Nomor Induk Taruna : 21.42.030

Program Studi : Teknika

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

ANALISIS KEGAGALAN PEMBAKARAN AWAL PADA AUXILIARY BOILER KAPAL MV SINAR SOLO

Penulis menyatakan bahwa skripsi ini merupakan karya asli, dan semua ide yang dicantumkan sebagai kutipan adalah hasil pemikiran penulis sendiri.

Penulis bersedia menanggung konsekuensi berupa sanksi dari Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar apabila pernyataan ini tidak benar.

Makassar, 27 Maret 2025



Gayuh Muhammad

NIT: 21.42.030

ABSTRAK

GAYUH MUHAMMAD, 2025. Analisis Kegagalan Pembakaran Awal Pada *Auxiliary Boiler* Kapal MV. SINAR SOLO. Dibimbing oleh Suyuti dan Zulkifli Syamsuddin.

Boiler adalah sebuah wadah tertutup di ruang mesin yang memiliki peran penting dalam memenuhi kebutuhan uap bertekanan di atas kapal. Uap yang dihasilkan oleh boiler mempunyai tekanan lebih dari 1 atmosfer melalui proses penguapan air tawar di dalam drum air boiler dengan memanfaatkan gas panas dari proses pembakaran bahan bakar di tungku serta gas buang dari mesin utama. Karena bahan bakar yang digunakan di MV. SINAR SOLO adalah *Low Sulphur Diesel Oil (LSDO)* untuk boiler, maka pengoperasian boiler saat kapal bersandar sangat krusial agar boiler dapat memproduksi uap dengan baik.

Metode penelitian yang diterapkan dalam tesis ini adalah kualitatif. Sumber data diperoleh melalui pengamatan dan wawancara dengan awak mesin MV SINAR SOLO. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi penyebab kegagalan pembakaran awal pada boiler utama.

Hasil Penelitian menyatakan bahwa factor penyebab kegagalan pembakaran *boiler* di kapal MV. SINAR SOLO adalah penyumbatan pada *nozzle main burner*, jarak elektroda *burner* tidak tepat, tidak ada *supply* transformator ke elektroda. Dampak dari kegagalan pembakaran awal pada boiler adalah menurunnya temperatur bahan bakar, uap yang dihasilkan tidak optimal. Upaya yang dilakukan adalah selalu memperhatikan kebersihan filter *nozzle main burner boiler*.

Kata kunci : Analisis, pembakaran, *boiler*.

ABSTRACT

GAYUH MUHAMMAD, 2025. Analysis Of Initial Combustion Failure In Auxiliary Boiler Of MV. SINAR SOLO. Supervised by Suyuti and Zulkifli Syamsuddin.

Boiler is a closed vessel in the engine room that has an important function in meeting the needs of pressurized steam on board the ship. The steam produced by the boiler has a pressure of more than 1 atmosphere by evaporating fresh water in the boiler water drum using hot gas from the fuel combustion process in the furnace and exhaust gas from the main engine. Because the fuel used on the MV. SINAR SOLO ship is Low Sulfur Diesel Oil (LSDO) for the boiler, the operation of the boiler when the ship is docked is very important so that the boiler must produce steam properly.

The research method used in this thesis is a qualitative method. Data sources obtained through observation and interviews with the MV. SINAR SOLO engine crew. The purpose of this study is to determine the causes of initial combustion failure in the main boiler.

The research results state that factors causing the failure of the boiler combustion on the MV. SINAR SOLO ship are blockages in the main burner nozzle, the burner electrode distance is not right, there is no transformer supply to the electrode. The impact of the initial combustion failure on the boiler is decrease in fuel temperature, the steam produced is not optimal. The efforts made are to always pay attention to the cleanliness of the boiler main burner nozzle filter.

KEYWORDS: Analysis, combustion, boiler.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	III
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	VI
ABSTRAK	VII
ABSTRACT	VIII
DAFTAR ISI	IX
DAFTAR GAMBAR	XII
DAFTAR TABEL	XIII
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Batasan Masalah	3
D. Tujuan Penelitian	3
E. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Definisi Dan Pengertian Umum Ketel Uap	5
B. Prinsip Kerja Ketel Uap	5
C. Komponen Utama Ketel Uap	6
D. Komponen Cadangan Boiler	13
E. Jenis Ketel Uap	18
F. Boiler Water Test	18
G. Prosedur <i>Boiler Water Test</i>	22

H. Perbandingan Udara Pada Blower Boiler	24
I. Pengertian Bahan Bakar	24
J. Metode Terjadinya Segitiga Api	24
K. Sistem Bahan Bakar	26
L. Sistem Pembakaran	30
M. Kerangka Pikir	32
N. Hipotesis	33
BAB III METODE PENELITIAN	34
A. Jenis Penelitian	34
B. Definisi Operasional Variabel	34
C. Metode Pengumpulan Data	34
D. Metode Analisis	35
E. Jadwal Pelaksanaan Penelitian	36
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	38
A. Gambaran Umum Tempat Penelitian	38
B. Spesifikasi Boiler	40
D. Pembahasan Masalah	44
E. Upaya Perbaikan Dan Pencegahan	51
F. Penyetelan Injektor	55
G. Test Nozzle Burner	57
BAB V PENUTUP	59
A. Simpulan	59
B. Saran	59

DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Ruang Pembakaran	8
Gambar 2. 2 Burner	9
Gambar 2. 3 Fan	10
Gambar 2. 4 Ignition Burner	11
Gambar 2. 5 Flame Eye	12
Gambar 2. 6 Panel Boiler	13
Gambar 2. 7 Cascade	14
Gambar 2. 8 Feed Water Pump	15
Gambar 2. 9 Gelas Duga	16
Gambar 2. 10 Safety Valve	17
Gambar 2. 11 Manometer	17
Gambar 2. 12 Segitiga Api	25
Gambar 2. 13 Instalasi Bahan Bakar Boiler	27
Gambar 2. 14 Kerangka Pikir	32
Gambar 4. 1 Elektroda	49
Gambar 4. 2 Nozzle	49
Gambar 4. 3 Maintenance Boiler	50

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian	36
Tabel 4 1 Jarak Elektroda Saat Terjadi Masalah	43
Tabel 4 2 Jarak Elektroda Setelah Perbaikan	43
Tabel 4 3 Pengaruh Jarak Elektroda Terhadap Proses Pembakaran	50

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pada kapal-kapal di industri maritim, boiler berfungsi sebagai peralatan pelengkap, sementara boiler bantu memberikan dukungan penting. Boiler bantu ini memainkan peran vital dalam fungsi kapal, terutama di ruang mesin, karena menghasilkan uap untuk memanaskan bahan bakar, oli pelumas, dan berbagai kebutuhan akomodasi. Boiler bantu harus dirawat dengan baik dan siap digunakan saat berlabuh dan di laut.

Boiler sering mengalami masalah aktivasi awal akibat masalah pembakaran pada burner atau komponen lainnya, yang dapat menyebabkan kegagalan sistem. Oleh karena itu, setiap masalah yang muncul harus segera diatasi untuk memastikan boiler beroperasi secara efisien.

Kegagalan pembakaran awal pada auxiliary boiler merupakan salah satu gangguan umum namun krusial dalam sistem permesinan kapal. Proses pembakaran yang tidak sempurna pada tahap awal dapat menghambat terbentuknya uap secara optimal, yang berakibat terganggunya pemanasan bahan bakar, minyak pelumas, serta pemanas akomodasi di atas kapal. Masalah ini umumnya disebabkan oleh faktor seperti penyumbatan pada nozzle, jarak elektroda yang tidak sesuai standar, hingga masalah pada sistem kelistrikan burner.

Kegagalan pembakaran juga berpotensi menimbulkan bahaya keselamatan, seperti penumpukan bahan bakar yang tidak terbakar yang dapat menyebabkan ledakan atau kebakaran apabila terjadi penyalaan mendadak. Oleh karena itu, penting dilakukan investigasi menyeluruh terhadap komponen-komponen sistem pembakaran,

terutama saat gejala kegagalan mulai muncul, seperti alarm trip pada panel kontrol atau tidak terdeteksinya nyala api oleh flame eye.

Selain itu, hasil observasi di lapangan pada MV. SINAR SOLO menunjukkan bahwa kegagalan pembakaran awal pada auxiliary boiler umumnya dipicu oleh beberapa faktor teknis. Penyumbatan pada nozzle burner menyebabkan atomisasi bahan bakar tidak berjalan optimal sehingga nyala api sulit terbentuk. Jarak elektroda yang tidak sesuai standar juga menghambat munculnya percikan bunga api sebagai pemantik pembakaran. Bahkan, pada beberapa kasus ditemukan tidak adanya suplai dari transformator ke elektroda, sehingga proses penyalaan tidak dapat berlangsung. Permasalahan-permasalahan teknis ini jika tidak segera ditangani berpotensi menurunkan efisiensi kerja boiler, memengaruhi ketersediaan uap untuk pemanas bahan bakar dan minyak pelumas, serta mengganggu kenyamanan akomodasi di kapal.

Kondisi ini perlu menjadi perhatian karena jika tidak ditangani dengan cepat dan tepat, tidak hanya akan menurunkan efisiensi operasional boiler, tetapi juga mengganggu kelancaran pelayaran secara keseluruhan. Oleh sebab itu, pemahaman mengenai penyebab, dampak, serta tindakan preventif terhadap kegagalan pembakaran awal sangat penting bagi taruna pelayaran, khususnya yang bertugas di departemen teknika.

Berdasarkan hal yang telah diuraikan di atas maka penulis menuangkan permasalahan tersebut dalam suatu karya tulis ilmiah yang berbentuk skripsi dengan judul **“Analisis Terjadinya Kegagalan Pembakaran Awal Pada Auxiliary Boiler di MV. SINAR SOLO”**.

B. Rumusan Masalah

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

1. Apa saja penyebab-penyebab kegagalan pembakaran awal pada burner terhadap ketel uap?
2. Apa saja solusi untuk mencegah kegagalan pembakaran awal pada burner terhadap ketel uap?

C. Batasan Masalah

Mengingat luasnya berbagai masalah yang dapat timbul dalam pemeriksaan skripsi ini, penulis memilih untuk mempersempit fokus hanya pada nosel dan elektroda boiler.

D. Tujuan Penelitian

Adapun maksud dari penelitian ini adalah sebagai acuan dalam mengatasi masalah yang terjadi pada sistem pembakaran pada ketel uap. Tujuan yang ingin diperoleh dalam penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui penyebab kegagalan pembakaran pada ketel uap bantu.
2. Untuk mengetahui solusi untuk mencegah kegagalan pembakaran pada burner terhadap ketel uap.

E. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penulisan penelitian ini adalah :

1. Manfaat Teoritis

Diharapkan dapat memberikan gambaran secara sistematis kepada pembaca terkait penyebab gagalnya pembakaran awal pada *main boiler*.

2. Manfaat Praktis

- a. Sebagai bahan referensi bagi para pembaca, khususnya bagi penulis sendiri yang nantinya akan bekerja di atas kapal dalam menghadapi persoalan yang serupa selama melakukan pelayaran sehingga dapat mengetahui langkah-langkah yang harus diambil sebagai tindakan penanganan terhadap kejadian yang serupa.
- b. Sebagai salah satu persyaratan bagi setiap taruna yang akan menyelesaikan pendidikannya pada lingkungan Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar guna mendapatkan Ijazah Diploma IV.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Definisi dan Pengertian Umum Ketel Uap

Menurut Yuliyani dalam Putri (2022) Ketel uap adalah mesin yang memanaskan air untuk menghasilkan uap pada suhu tinggi. Air ini ditampung dalam wadah tertutup yang dipanaskan oleh gas panas hasil pembakaran bahan bakar.

Ketel uap adalah peralatan yang mengubah sebagian air menjadi uap melalui pemanasan dengan bahan bakar yang terbakar. Ketel ini berfungsi sebagai wadah tertutup yang tidak bersentuhan dengan udara luar saat memanaskan air, sehingga memungkinkannya mencapai titik didih. (Dewantoro and Harnawati 2023, 52).

Ketel uap biasanya berupa wadah baja tertutup yang menampung air, yang dipanaskan oleh panas yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar atau melalui sumber listrik atau nuklir. Panas tersebut diserap oleh air di dalam ketel, meningkatkan suhunya hingga mencapai titik didih, yang menyebabkan terbentuknya uap. (Santoso, 2023)

Ketel uap adalah sejenis wadah bertekanan yang memungkinkan gas hasil pembakaran mengalir melalui air, menghasilkan uap. Selain itu, ketel uap berfungsi sebagai alat transformasi energi, mengubah energi kimia dari bahan bakar menjadi energi termal atau uap. (Yusud, 2021,18).

B. Prinsip Kerja Ketel Uap

Pada dasarnya, ketel uap beroperasi dengan prinsip sederhana yang sangat mirip dengan proses merebus air dalam panci. Proses perebusan melibatkan perpindahan panas, yang meliputi bahan bakar, udara, wadah berisi air, dan air itu sendiri. Proses ini dapat

dikategorikan menjadi tiga bentuk umum perpindahan panas: konduksi, konveksi, dan radiasi.

Fase awal adalah konduksi, di mana ketel menyerap energi panas dari konduktor panas, mengubah air menjadi uap. Setelah itu, panas didistribusikan di antara molekul-molekul air melalui aliran konveksi. Pergerakan panas konveksi di antara molekul-molekul air ini menghasilkan aliran fluida yang berbeda dari air yang bersirkulasi di dalam tabung ketel. Selanjutnya, gas bahan bakar, yang membawa energi panas, mengalir menuju sisi pembuangan, menyesuaikan diri dengan bentuk ketel. Panas yang terdapat dalam gas buang diserap oleh permukaan tabung ketel dan kemudian diteruskan ke air yang terkandung di dalamnya. Seiring waktu, air berubah menjadi uap basah (jenuh) sebelum berevolusi menjadi uap kering (super panas). (Fadhilla, 2024).

C. Komponen Utama Ketel Uap

1. *Furnace* (Ruang Bakar)

Mempunyai fungsi untuk tempat pembakaran bahan bakar. Bahan bakar serta udara ditaruh pada ruang bakar yang mengakibatkan timbulnya pembakaran. Dari pembakaran tersebut menghasilkan beberapa panas serta nyala api ataupun gas asap. Dinding pada ruang bakar secara umum mempunyai lapisan beberapa pipa. Semakin laju percepatan peredaran air, proses pendinginan dinding pipa akan semakin baik serta mempunyai kapasitas uap dengan hasil yang besar pula. *Furnace* wajib dilakukan pemanasan secara berkala sehingga sampai pada temperature yang bermacam-macam sesuai terhadap bahan bakar. Kunci pengoperasian *furnace* secara efisien adalah dimana proses terbakarnya bahan bakar secara sempurna dengan udara berlebih secara minim. *Furnace* bekerja menggunakan efisiensi yang bisa dibilang rendah (paling kecil 7%) berbanding pada alat-alat pembakaran lain contohnya boiler (efisiensi >90%). Hal

tersebut menjadi penyebab terhadap temperature operasi yang tinggi pada *furnace*. Secara garis besar bentuk dari ruang bakar tersusun dua jenis diantaranya: Berbentuk silinder serta kotak.

Ruang Bakar dengan bentuk silinder tegak, tube terhadap daerah radiasi ditempatkan dengan vertical. Antara tube satu dengan lainnya disambung-sambung memakai U bend. Burner terdapat pada bagian bawah, yang menimbulkan nyala api sejajar dengan tube dapur. Bentuk dari lantai ialah lingkaran, lain halnya burner diletakkan pada lantai dimana pancaran api mempunyai arah vertical. Tube pada ruangan pembakaran diletakkan secara vertical. *Furnace* ini mempunyai jenis tanpa maupun menggunakan ruangan konveksi. *Tube* dengan jenis yang diletakkan pada ruangan konveksi dapat *bare tube*, *finned*,= *tube*, namun secara umum dipakai fine tube guna percepatan proses pemindahan kalor sebab adanya konveksi. (Efficiency et al., 2010)

Gambar 2. 1 Ruang Pembakaran



Sumber: Engine Room, MV. SINAR SOLO

2. Stack (Cerobong asap).

Cerobong asap mempunyai kegunaan sebagai pembuangan gas asap yang tidak digunakan menuju udara bebas, guna memperkecil terjadinya polusi pada area instalasi boiler, hal tersebut membuat proses pembakaran bisa berjalan secara baik. Adanya cerobong asap pengeluaran terhadap gas asap bisa lebih optimal. (O'Donnell, 1961).

3. *Burner*

Burner merupakan peralatan bantu pada boiler yang berfungsi mengabutkan bahan bakar dan memperoleh titik nyala yang dapat membantu proses pembakaran di boiler. Sistem kerja burner ialah mengabutka. Bahan bakar yang dibantu dengan nozzle dan elektroda yang disemprotkan keruang bakar agar terjadi pembakaran (Santiko and Saifuddin 2022, 8).

Gambar 2. 2 Burner



Sumber: Engine Room, MV. SINAR SOLO

4. *Fan hole*

Fan hole merupakan lubang pada boiler yang mendorong udara masuk ke dalam boiler sambil mengompresi uap agar bersirkulasi melalui berbagai sistem. Kipas ini bekerja di bawah tekanan tinggi untuk menciptakan udara sekunder, yang kemudian diarahkan ke dalam boiler. Udara tersebut dikombinasikan dengan bahan bakar dan digunakan sebagai udara pembakaran di dalam tungku boiler. Udara ini dihasilkan dan diambil dari udara sekitar di luar. (Fitri and Wardoyo 2024, 125)

Gambar 2. 3 Fan



Sumber : Engine Room, MV. SINAR SOLO

5. *Ignition Burner*

Pelebur pemantik adalah bagian yang menciptakan api selama proses pembakaran, terdiri dari nosel bahan bakar dan elektroda. Bahan bakar cair (minyak diesel) disemprotkan oleh nosel menjadi tetes bahan bakar yang bercampur dengan udara, sehingga memudahkan elektroda untuk menyala, menghasilkan percikan dari proses elektrostatik.

Gambar 2. 4 Ignition Burner



Sumber: Engine Room, MV. SINAR SOLO

6. *Flame Eye* / saklar pemantik api

Flame Eye adalah jenis rangkaian elektronik yang terdiri dari resistor yang bergantung pada cahaya (LDR). Ini beroperasi sebagai saklar otomatis yang menunjukkan ada tidaknya cahaya pembakaran di ruang bakar boiler. Mata api ini dapat disesuaikan secara otomatis berdasarkan sensor cahaya.

Detektor fotosel RAR 7 digunakan untuk menangkap sinyal dari nyala api yang dihasilkan selama pembakaran bahan bakar. Jika fotosel mendeteksi kegagalan nyala api, pembakar

akan berhenti beroperasi secara otomatis. Jika situasi ini terjadi, pembakar tidak dapat dihidupkan ulang hingga sistem kontrol telah diatur ulang. Detektor jenis ini memanfaatkan radiasi yang dipancarkan dari nyala api pembakaran dalam spektrum cahaya untuk menghasilkan sinyal nyala api. Komponen yang responsif terhadap cahaya adalah fotosel selenium. Ketika terkena cahaya, fotosel menghasilkan arus searah yang memungkinkan arus listrik mengalir ke input penguat sinyal nyala api di dalam unit kontrol. Akibatnya, fotosel selenium disebut sebagai sensor aktif. Fotosel tidak dapat mendeteksi radiasi inframerah. Ketika pembakar diaktifkan, cahaya di dalam ruang pembakaran membuat bahan refraktori memancarkan cahaya. Klasifikasi ini menentukan bagaimana fotosel digunakan untuk fungsi otomatis dan darurat.

Gambar 2. 5 Flame Eye



Sumber : Engine Room, MV. SINAR SOLO

7. Pannel Boiler

Adalah komponen listrik yang berfungsi untuk menjalankan atau mematikan boiler

Gambar 2. 6 Panel Boiler



Sumber : Engine Room, MV. SINAR SOLO

D. KOMPONEN CADANGAN BOILER

1. Apendasi air:

- a. *Cascade tank* adalah peralatan dengan kegunaan sebagai penyimpanan air sebelum masuk ke drum boiler. Kondensasi terjadi didalam Atmospheric condenser di mana uap dari boiler yang telah digunakan mengalir ke kondensor atmosferik, dan energi panas dalam uap diserap melalui pipa yang dialiri air laut sehingga suhu uap akan menurun drastis dan berubah menjadi air kondensat yang kemudian mengalir ke tangki kaskaade. Air yang ada didalam cascade tank digunakan untuk mengisi water drum dari boiler yang kemudia dipanaskan dan menghasilkan uyap yang digunakan untuk operasional diatas kapal (Setyadi, 2022).

Gambar 2. 7 Cascade



Sumber : Engine Room, MV. SINAR SOLO

- b. *Feed Pump* adalah pesawat bantu yang berguna untuk memompa air dari cascade menuju ke drum boiler. Feed water pump atau pompa pengisian bekerja secara otomatis pompa ini akan mengisi ketel sehingga air dalam ketel tetap terisi sesuai batas yang dikehendaki. Pompa ini minimal harus ada 2 buah (Narto, 2024). Feed water pump dikapal umumnya menggunakan motor listrik sebagai penggerak utama. Keadaan pompa ini sangat berperan penting terhadap kestabilan operasi ketel uap serta keselamatan sistem secara keseluruhan.

Gambar 2. 8 Feed Water Pump



Sumber : Engine Room, *MV. SINAR SOLO*

- c. Kaca Penduga (*Sight Glass*) adalah peralatan yang dipakai untuk mengetahui level air pada drum boiler. Peralatan tersebut berhubungan dengan dua batang pipa diantaranya satu pada bagian tangka dengan isi air serta yang satu pada tangka dengan isi uap. Water gauge atau gelas duga merupakan Terdapat perangkat yang menunjukkan jumlah air di dalam ketel. Perangkat ini tersedia dalam berbagai bentuk. Risiko potensial muncul jika ketel kekurangan air, karena elemen pemanasnya bisa menjadi terlalu panas. Sebaliknya, jika air terlalu tinggi, tetesan air dapat bercampur dengan uap, yang menyebabkan kegagalan fungsi perangkat. Oleh karena itu, penting untuk memastikan air berada pada ketinggian yang tepat. (Santiko, 2024).

Gambar 2. 9 Gelas Duga



Sumber : Engine Room, MV. SINAR SOLO

2. Apendasi uap:
 - a. *Main valve* merupakan katup utama dengan kegunaan pengaliran uap dengan asal dari drum ketel menuju semua sistem diatas kapal.
 - b. Katup pengaman (*safety valve*) merupakan peralatan yang dipakai guna pencegahan terjadi tekanan tinggi diatas tekanan yang sesuai pada ambang batas aman, dimana pada saat membuka katup secara otomatis maupun manual, maka uap bisa dikeluarkan dan tekanan yang ada didalamnya mengalami penurunan. Katup pengaman berfungsi menjaga keamanan boiler dengan mengeluarkan uap secara otomatis saat tekanan uap di dalam boiler melampaui batas yang ditetapkan. (Santiko, 2024).

Gambar 2. 10 Safety Valve



Sumber : Engine Room, MV. SINAR SOLO

- c. Manometer adalah perlatan ukur tekanan uap, biasanya manometer yang dipakai ialah manometer Buordon.

Gambar 2. 11 Manometer



Sumber : Engine Room, MV. SINAR SOLO

E. Jenis Ketel Uap

1. Ketel uap/boiler menurut fungsinya di kapal :
 - a. Ketel uap induk (main boiler) Yaitu Pembangkitan uap terjadi di dalam ketel ini, yang kemudian menggerakkan mesin utama. Ketel pipa air biasanya digunakan sebagai pembangkit uap primer, misalnya model Foster Wheeler, Babcock, dan Willcox.
 - b. Ketel uap bantu (auxiliary boiler) Yaitu Ketel uap ini memasok uap untuk menggerakkan perangkat tambahan seperti pompa dan pemanas. Jenis ketel tambahan yang sering digunakan adalah ketel Scotch.
2. Ketel uap menurut struktur penyusunannya:
 - a. Ketel pipa api (fire tube boiler) Ketel pipa api adalah Jenis peralatan pembangkit uap beroperasi dengan menyalurkan api dan gas buang panas melalui sistem perpipaan internalnya, dengan air yang dipanaskan oleh boiler bersirkulasi di sekitar bagian luar pipa-pipa ini.
 - b. Ketel pipa air (water tube boiler) Ketel pipa air adalah Boiler pembangkit uap beroperasi dengan mengalirkan air melalui jaringan pipa-pipa, sedangkan panas disuplai oleh gas pembakaran yang mengalir di sekeliling pipa-pipa tersebut, sehingga menghasilkan uap di dalam beberapa pipa ini.¹²
 - c. Ketel uap thermal oil heater adalah ketel yang oil-nya ada di dalam pipa dan gas pemanas diluar pipa.
 - d. Ketel gabungan pipa api dan pipa air merupakan perkembangan dari ketel Schots. Contohnya : ketel Werkspoor, ketel Howden-Johnson, ketel Proudhon Capus.

F. Boiler Water Test

Boiler water test adalah serangkaian pengujian yang dilakukan terhadap air ketel untuk memastikan bahwa kualitas air memenuhi standar operasional dan tidak menyebabkan gangguan terhadap

sistem boiler. Pengujian ini penting dilakukan secara berkala untuk mencegah terbentuknya kerak (scaling), korosi, dan carry-over yang dapat merusak efisiensi serta umur pakai ketel uap.

Menurut Narto (2024), parameter-parameter penting yang diuji dalam boiler water test antara lain:

1. Tes Alkalinity (Alkalinity Test)

Bagian yang diuji: kandungan alkalinitas (P-alkalinity dan M-alkalinity)

Tujuan :

- a) Mengetahui kemampuan air boiler menetralkan asam.
- b) Mencegah korosi dan membantu kontrol pH.
- c) Mengontrol pembentukan scale akibat ion kalsium/magnesium.

Prinsip Kerja:

Air boiler dititrasi menggunakan indikator phenolphthalein (untuk P-alkalinity) dan methyl orange (untuk M-alkalinity). Warna perubahan menunjukkan titik netralisasi.

Interpretasi:

- a) Terlalu rendah (< 100 ppm): air bersifat kurang basa \rightarrow korosi meningkat
- b) Terlalu tinggi (> 300 ppm): risiko foaming & carry-over meningkat

2. Tes Chloride (Chloride Test)

Bagian yang diuji: kadar klorida (Cl^-) dari kontaminasi air laut atau kebocoran condenser.

Tujuan:

- a) Menilai tingkat kontaminasi garam.
- b) Mengidentifikasi kemungkinan kebocoran condenser atau seawater contamination.

Prinsip Kerja:

Sampel air dititrasi menggunakan silver nitrate (AgNO_3) hingga warna tertentu muncul. Cl^- bereaksi membentuk endapan putih (AgCl).

Interpretasi:

- a) Rendah (0 – 30 ppm): normal, tidak ada kontaminasi
- b) Tinggi (> 50 ppm): indikasi kebocoran condenser / air laut masuk
- c) Sangat tinggi (> 100 ppm): harus segera blow-down dan cek kebocoran

3. Tes Phosphate (Phosphate Test)

Bagian yang diuji: kadar fosfat (PO_4^{3-}) dalam air boiler.

Tujuan:

- a) Mengontrol pembentukan kerak dengan mengikat ion kalsium & magnesium.
- b) Menjaga kondisi air tetap dalam rentang alkalinitas pelindung.

Prinsip Kerja:

Reagent fosfat dicampur dengan sampel. Hasil warna dibandingkan dengan color comparator.

Interpretasi:

- a) Rendah (< 30 ppm): risiko scale karena Ca/Mg tidak terikat
- b) Tinggi (> 60 ppm): memicu foaming & carry-over

4. Hardness Test (Tes Kekerasan Air)

Bagian yang diuji: ion penyebab kekerasan (Ca^{2+} dan Mg^{2+}).

Tujuan:

- a) Mendeteksi apakah softener, evaporator, atau feedwater treatment bekerja baik.
- b) Mencegah pembentukan scale keras pada tube boiler.

Prinsip Kerja:

Sampel dititrasi menggunakan reagent khusus (EDTA atau reagent hardness). Perubahan warna menandakan ion keras telah terikat.

Interpretasi:

- a) 1–5 ppm: softener bermasalah (awal kontaminasi)
- b) 5 ppm: risiko pembentukan scale keras → segera Tindakan

5. Conductivity Test

Bagian yang diuji: total dissolved solids (TDS) dalam air boiler.

Tujuan:

- a) Mengetahui konsentrasi padatan terlarut yang memicu foaming & carry-over.
- b) Menentukan frekuensi blow-down.

Prinsip Kerja:

Alat conductivity meter mengukur penghantaran listrik dalam air.

Semakin tinggi TDS, semakin tinggi konduktivitas.

Interpretasi:

- a) 4000 $\mu\text{S}/\text{cm}$: blow-down wajib dilakukan
- b) 5000 $\mu\text{S}/\text{cm}$: risiko tinggi foaming & carry-over

Nama alat: Conductivity Meter (bisa digital atau handheld).

6. pH Test

Bagian yang diuji: tingkat keasaman atau kebasaan air.

Tujuan:

- a) Memastikan air boiler berada pada rentang pH aman (biasanya 10,5-12).
- b) Mencegah korosi (pH rendah) dan foaming (pH terlalu tinggi).

Prinsip Kerja:

Menggunakan pH meter digital atau indikator cair (reagent).

Interpretasi:

- a) < 10.5: air terlalu asam → korosi
- b) 12.0: foaming meningkat.

7. Dissolved Oxygen Test (DO Test)

(Jika kapal menggunakan test kit lengkap)

Bagian yang diuji:

Kandungan oksigen terlarut (O₂) dalam feedwater atau boiler water.

Tujuan:

- a) Mencegah korosi oksidatif pada drum & tube.
- b) Mengevaluasi efektivitas oxygen scavenger (misalnya hydrazine, sulfite, DEHA).

Interpretasi:

- a) 0.05 ppm: korosi oksidatif meningkat
- b) 0.1 ppm: oxygen scavenger (hydrazine / sulfite) gagal bekerja.

Proses boiler water test biasanya dilakukan menggunakan boiler water test kit oleh teknisi mesin atau masinis secara rutin—baik harian, mingguan, maupun bulanan tergantung frekuensi penggunaan boiler. Hasil dari pengujian ini menjadi dasar untuk tindakan korektif seperti penambahan bahan kimia (chemical dosing), blowdown, dan penggantian air boiler jika diperlukan.

Dengan melakukan pengujian air boiler secara berkala dan akurat, maka keandalan serta efisiensi kerja sistem ketel uap dapat terjaga dalam jangka panjang.

G. Prosedur *Boiler Water Test*

Prosedur *Boiler Water Test* (di kapal)

1. Persiapan Alat dan Bahan

- a) Gunakan *boiler water test kit* yang biasanya berisi tabung uji, indikator pH, reagen untuk tes TDS, hardness, phosphate, dan chloride.
- b) Ambil sampel air boiler dari *sampling cock* pada drum boiler, masukkan ke dalam botol sampel.

2. Pengujian pH

- a) Ambil 50 ml sampel air.

- b) Teteskan indikator pH hingga warna berubah.
 - c) Bandingkan warna dengan standar pH.
 - d) **Standar normal:** 10.5 – 11.5 (agar mencegah korosi).
3. **Pengujian TDS (*Total Dissolved Solid*)**
- a) Gunakan alat *conductivity meter*.
 - b) Masukkan probe ke dalam sampel air.
 - c) Catat hasil TDS.
 - d) **Standar normal:** < 3500 ppm.
4. **Pengujian *Hardness* (Kesadahan)**
- a) Ambil 50 ml sampel.
 - b) Teteskan larutan reagen hardness A dan B.
 - c) Lanjutkan dengan reagen C hingga warna berubah (biasanya merah → biru).
 - d) Hitung jumlah tetes = nilai hardness (ppm).
 - e) **Standar normal:** 0 ppm (air harus bebas kesadahan).
5. **Pengujian *Phosphate***
- a) Ambil 50 ml sampel.
 - b) Tambahkan larutan indikator fosfat.
 - c) Bandingkan warna dengan standar.
 - d) **Standar normal:** 20–40 ppm (untuk mencegah scale/kerak).
6. **Pengujian *Chloride***
- a) Ambil 50 ml sampel.
 - b) Teteskan larutan indikator chloride hingga warna berubah (biasanya kuning → merah).
 - c) Hitung jumlah tetes sesuai tabel konversi.
 - d) **Standar normal:** < 200 ppm (untuk mencegah korosi pitting).
7. **Pencatatan & Tindakan Korektif**
- a) Catat hasil pengujian di *logbook boiler water test*.
 - b) Jika hasil tidak sesuai standar:
 - 1) lakukan *blowdown* untuk menurunkan TDS,

- 2) tambah chemical (phosphate, oxygen scavenger, caustic soda) untuk menyesuaikan kualitas air.

H. Perbandingan Udara Pada Blower Boiler

Blower pada auxiliary boiler berfungsi menyuplai udara pembakaran dengan kapasitas nominal 20 m³/menit dan tekanan head 2.94 kPa. Variasi debit udara sangat mempengaruhi kualitas proses pembakaran. Pada kondisi normal, blower bekerja pada debit mendekati kapasitas nominal sehingga campuran udara dan bahan bakar berada pada rasio yang ideal. Hal ini menghasilkan nyala api yang stabil, efisiensi pembakaran optimal, serta pembentukan jelaga yang minimal.

Apabila debit udara menurun, misalnya akibat sumbatan pada saluran udara, filter yang kotor, atau adanya kebocoran, maka jumlah oksigen berkurang dan pembakaran menjadi tidak sempurna. Gejala yang muncul biasanya berupa asap hitam, nyala api tidak stabil, dan flame eye sulit mendeteksi nyala sehingga boiler dapat mengalami trip. Pada kondisi penurunan yang lebih ekstrem, blower tidak mampu menyediakan udara yang cukup untuk proses ignition, sehingga penyalaan gagal meskipun bahan bakar telah diatomisasi oleh nozzle.

Sebaliknya, debit udara yang terlalu besar juga tidak menguntungkan. Aliran udara yang berlebih dapat mendinginkan kabut bahan bakar sehingga nyala api menjadi pucat, tidak stabil, atau bahkan mengalami blow-off. Kondisi ini menurunkan efisiensi pembakaran dan meningkatkan risiko terjadinya pemadaman api mendadak. Oleh karena itu, pengaturan damper, kebersihan blower, serta pengecekan kondisi motor fan sangat penting untuk menjaga debit udara tetap pada rentang ideal sesuai desain pabrikan.

I. Pengertian Bahan Bakar

Pembakaran merupakan suatu proses oksidasi yang sangat cepat antara bahan bakar dan pengoksidasi, menghasilkan api dan panas. Bahan bakar adalah zat yang mengeluarkan panas saat teroksidasi dan umumnya terdiri dari karbon, hidrogen, oksigen, dan belerang. Pengoksidasi adalah setiap zat yang mengandung oksigen dan akan bereaksi dengan bahan bakar. (Mahandri, 2010).

J. Metode Terjadinya Segitiga Api

Kebakaran tidak dapat terjadi secara acak. Teori segitiga api terdiri dari tiga komponen: bahan bakar, sumber panas, dan

oksigen. Bahan bakar mengacu pada material apa pun, terlepas dari wujudnya sebagai gas, padat, atau cair, yang mampu terbakar. Selain itu, api tidak dapat menyala tanpa kehadiran ketiga elemen ini..

Gambar 2. 12 Segitiga Api



Sumber : (Susilo & Fauza, 2023)

1. Udara

Oksigen sangat penting bagi makhluk hidup, mobil, dan pabrik. Atmosfer adalah sumber oksigen, dan atmosfer harus mengandung setidaknya 15% oksigen dalam setiap satuan volume. Titik nyala api di dalam ruangan dapat dipengaruhi oleh ketersediaan udara. (Ambar Winarti 2022, 2).

2. Bahan bakar

Sangat penting bahwa pembakaran bahan bakar dilakukan secara menyeluruh dan suhu bahan bakar yang normal berkisar antara 100-115°. Pembakaran yang tidak sempurna tidak hanya mencemari boiler tetapi juga mengakibatkan kerugian dalam gas buang (arang). Minyak opak, yang merupakan produk residu yang berasal dari minyak bumi, dimanfaatkan sebagai bahan bakar untuk boiler uap di kapal dagang. Minyak opak sebagian besar terdiri dari karbon, cairan, dan sulfur. Sulfur tidak diperlukan untuk produksi panas dan dianggap sebagai bahan pencemar.

Pembakaran tidak sempurna menunjukkan bahwa tidak semua karbon diubah menjadi karbon dioksida (CO_2), dan tidak semua hidrogen diubah menjadi air (H_2O). Dalam kasus pembakaran sempurna, gas buang akan mengandung karbon monoksida (CO), hidrogen (H_2), dan karbon (C). Bahan arang yang tidak terbakar merupakan komponen dari paraarang. Paraarang adalah campuran arang, partikel abu halus, dan zat halus dari udara yang digunakan selama pembakaran.

Arang ini dapat melekat pada bahan bakar sebagai lapisan, sehingga mengganggu pemindahan panas yang mengakibatkan penggunaan bahan bakar yang lebih tinggi per kg uap. Gas asap CO dan H_2 muncul dari cerobong asap.

3. Suhu

Untuk memulai pembakaran di dalam mesin diesel, campuran bahan bakar dan udara harus mencapai suhu yang cukup tinggi. Udara dipanaskan dengan mengompresinya di dalam ketel uap, sehingga memberikan waktu tambahan bagi proses pembakaran. Jika satu atau beberapa persyaratan ini tidak terpenuhi, pembakaran menyeluruh tidak dapat diharapkan.

Menurut Boileau, M. Jenis bahan bakar yang paling umum digunakan adalah minyak kental. Sebelum dibakar, minyak ini harus dikeluarkan terlebih dahulu dari peralatan pembakaran bahan bakar (disebut pembakar minyak), kemudian dicampur dengan udara.

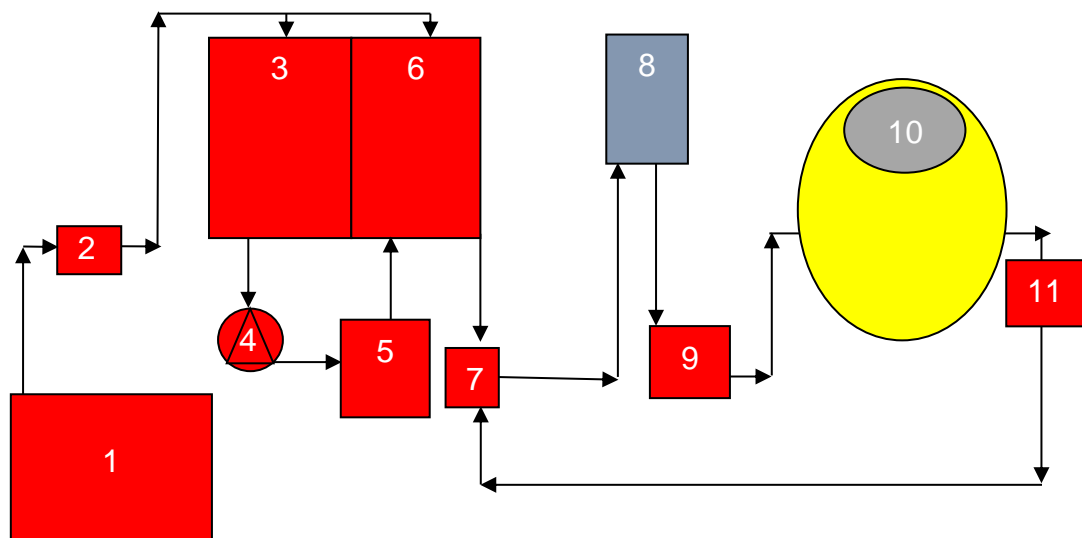
K. Sistem Bahan Bakar

Sistem bahan bakar boiler memasok panas agar boiler dapat terbakar. Setelah bahan bakar disalurkan ke boiler, terciptanya pembakaran didalam boiler yang akan menghasilkan uap atau steam bertekanan. Sistem bahan bakar boiler terdiri dari banyak komponen

yang harus mengoordinasikan operasinya untuk memastikan unit boiler beroperasi dengan aman dan efektif (HSI 2025).

Sebagaimana dinyatakan oleh Badan Kerja Sama Internasional Jepang (1982), minyak berat merupakan bahan bakar yang paling sering digunakan. Untuk menyalakannya, minyak harus dibakar terlebih dahulu dengan pembakar minyak, kemudian dicampur dengan udara.

Gambar 2. 13 Instalasi Bahan Bakar Boiler



Sumber: *Japanese International Cooperation Agency, Permesinan Kapal*

Keterangan :

- | | |
|-------------------------------|--------------------------|
| 1. Tangki Dasar Berganda | 7. Boiler Supply Pump |
| 2. Transfer Pump | 8. Oil Heater |
| 3. Settling Tank | 9. Saringan Minyak Panas |
| 4. H.F.O Purifier Supply Pump | 10. Burner |
| 5. H.F.O Purifier | 11. Pipa Sirkulasi |
| 6. Service Tank | |

1. Tangki Bahan Bakar.

Tangki dengan alas berlapis ganda dan tangki yang umumnya digunakan untuk menyimpan minyak tanah. Untuk menghangatkan pipa pemasukan selama musim dingin, elemen pemanas bertenaga uap ditempatkan di sekelilingnya.

2. Pompa Transfer Bahan Bakar.

Pompa transfer bahan bakar digunakan untuk mentransfer bahan bakar dari satu tangki bahan bakar ke tangki lain atau ke tangki harian.

3. *Settling Tank*

Tangki pengendapan dirancang untuk mengekstrak udara dari minyak mentah. Sebuah koil pemanas dipasang di dalam tangki untuk menghilangkan partikel udara kecil, dan minyak mentah dipanaskan hingga sekitar 60°C. Udara yang terkumpul di dasar tangki dibuang melalui katup pembuangan..

4. *H.F.O Purifier Supply Pump*

Pompa suplai digunakan untuk mengangkut atau menambahkan bahan bakar dari tangki pengendapan ke pembersih untuk dibersihkan.

5. *Purifier*

Pada tahap ini, bahan bakar dipisahkan menjadi minyak, air dan kotoran, dan bahan bakar yang telah dimurnikan dikirim langsung ke tangki servis atau tangki stok.

6. *Service Tank*

Pada tahap ini tangki penampungan bahan bakar yang sudah melewati proses purifikasi *purifier*.

7. Saringan Minyak.

Filter oli dirancang untuk mengisolasi kontaminan dari oli dan memiliki dinding ganda di dasarnya. Filter dingin dipasang sebelum pompa pembakaran oli, dan filter kawat kasar (dengan 110 mesh per inci persegi) digunakan karena konsentrasi oli yang tinggi pada suhu rendah. Filter termal dipasang di belakang pemanas pada sisi

bertekanan pompa pembakaran oli. Filter ini terdiri dari anyaman kawat rapat dengan kepadatan 380 mesh per inci. Setiap filter terstruktur sebagai komponen ganda, memungkinkan pembersihan bergantian saat beroperasi.

8. *Boiler Supply Pump*

Tujuan pompa adalah untuk menyalurkan bahan bakar dari tangki bahan bakar ke pembakar utaa boiler..

9. Alat Pemanas Minyak Mentah

Pemanas minyak mentah berfungsi untuk memanaskan minyak mentah guna mengurangi viskositasnya dan meningkatkan atomisasi guna meningkatkan efisiensi pembakaran.

10. Pipa Sirkulasi

11. Pipa sirkulasi dibangun untuk memindahkan dan memanaskan oli selama proses penyalaan atau pada suhu yang lebih rendah menggunakan uap panas.

12. Pembakar Minyak

- a. Pembakar minyak dirancang untuk mendispersikan minyak mentah, mencampurnya dengan udara, dan menyalakan campuran gas yang dihasilkan. Terdapat berbagai jenis pembakar berdasarkan aplikasi spesifiknya. Faktor kunci keberhasilan pembakar minyak meliputi: Pembakar harus menyemprot dan mencampur minyak dengan udara secara efektif.
- b. Pembakar harus memastikan keamanan dan berfungsi dengan baik.
- c. Konstruksinya yang kokoh mencegah kerusakan dan menyederhanakan perawatan serta pembersihan.
- d. Nosel jarang tersumbat oleh debu dan karbida.
- e. Nyala api dapat diatur pada spektrum yang luas.
- f. Pembakar harus menunjukkan penggunaan uap dan energi yang rendah selama pengoperasian.
- g. Berbagai jenis minyak mentah dapat digunakan.

L. Sistem Pembakaran

Langkah-langkah melakukan pembakaran pada ketel uap adalah sebagai berikut:

1. Memastikan Saklar Operasional Boiler

Pastikan semua saklar berada dalam posisi OFF. Jika tidak, matikan.

2. Pengisian Air ke Boiler

- a) Buka semua katup melalui sistem tangga cascade hingga ke boiler.
- b) Lepaskan udara dari pipa pompa dan sistem pengisi
- c) Hidupkan daya *boiler*.
- d) Atur pompa air pengisi air secara otomatis atau manual, lalu atur saklar shifting No.1 dan No.2 secara arcitrer.
- e) Untuk aktivasi pompa air pengisi, nyalakan indicator operasi, lampu level air tinggi dan rendah.
- f) Waspadai kebisingan dari *feed pump* dan potensi overheating.
- g) Periksa apakah pengukur level air mudah dilihat, dan apakah pengisian air berhenti pada level yang benar.
- h) Periksa ulang apakah ada kebocoran air disekitar boiler.
- i) Lampu level air rendah menyala, tekan tombol reset untuk mematakannya.

3. Pembakaran

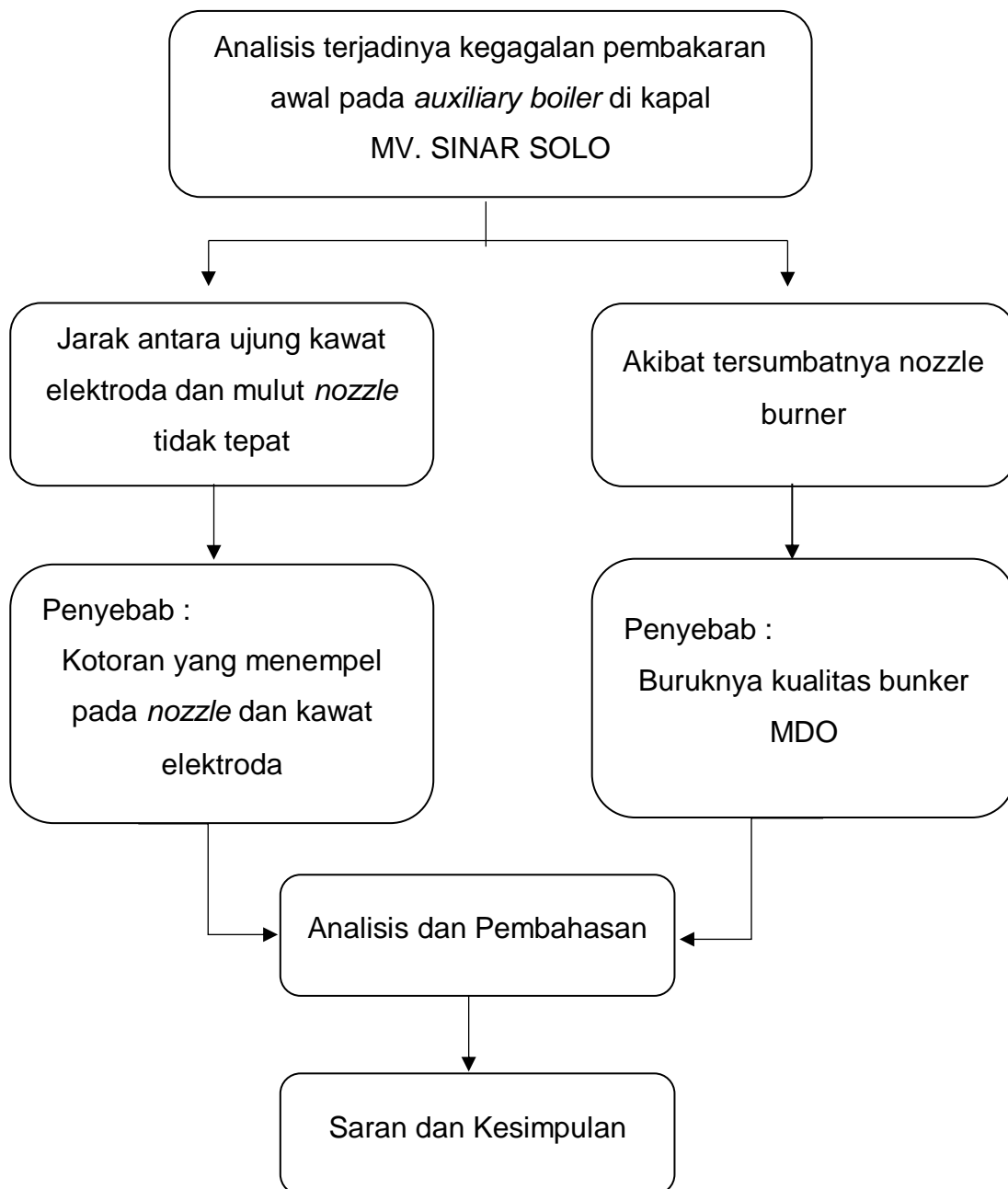
- a) Tutup katup saluran udara separator udara, operasikan pipa pompa booster menuju tangga *diesel oil* dan tutup Kembali ke tangga *fuel oil*.
- b) Buka pasokan tangga *diesel oil*, tutup katup pasokan tangga fuel oil, dan buka katup masuk dan keluar pompa booster, kemudian jalankan pompa booster.
- c) Alihkan saklar pemanas ke sisi A
- d) Tekan tombol pembakaran

- e) Mulai pembakaran, indikator lampu pembakaran menyala.
- f) Perhatikan nyala api, ekspansi, stabilitas. Perhatikan warna asap, mencegah adanya kebocoran gas.

M. Kerangka Pikir

Dalam skenario ini, penulis akan menyajikan berbagai cara berpikir secara visual untuk mengatasi atau memecahkan masalah utama yang muncul, yang diuraikan di bawah ini.:

Gambar 2. 14 Kerangka Pikir



N. Hipotesis

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

1. Penyumbatan pada *nozzle* burner.
2. Jarak antara kedua elektroda terlalu jauh

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian deskriptif adalah salah satu jenis penelitian yang tujuannya untuk menyajikan gambaran lengkap mengenai kegiatan atau hubungan antara fenomena yang diuji. Dalam penelitian ini, berusaha untuk memperoleh deskripsi secara lengkap dan akurat dari suatu situasi.

Contoh : Penelitian terhadap penyebab kegagalan pembakaran awal pada *auxiliary boiler*.

B. Definisi Operasional Variabel

Pembakaran mengacu pada serangkaian reaksi kimia yang terjadi ketika bahan bakar berinteraksi dengan oksidator.

Dalam reaksi pembakaran sempurna, suatu zat bereaksi dengan oksidator, dan hasilnya adalah senyawa yang terbentuk dari setiap unsur bahan bakar dan oksidator.

C. Metode Pengumpulan Data

Metode dalam pengumpulan data dan informasi yang diperlukan dalam penulisan proposal penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Metode Observasi

Khususnya dengan melakukan pengamatan langsung terhadap subjek yang dimaksud berkenaan dengan kegagalan awal pembakaran pada boiler utama di atas kapal, yang memungkinkan penulis untuk merinci dan mengevaluasinya untuk tujuan menyiapkan proposal ini.

2. Metode Interview

Wawancara merupakan proses tanya jawab secara lisan yang dilakukan seseorang saling berhubungan dan saling menerima serta saling memberikan informasi. Wawancara sebagai alat

pengumpulan data menghendaki adanya komunikasi langsung antara penelitian dengan sarana penelitian.

3. Metode Studi Dokumentasi

Riset melibatkan peninjauan dan analisis teks, buku, dan artikel yang relevan dengan topik yang dibahas. Pendekatan ini bertujuan untuk membangun kerangka teoritis yang akan mendukung pengkajian isu yang sedang diteliti. Teknik-teknik tinjauan pustaka digunakan untuk mengumpulkan informasi tambahan ketika muncul tantangan dan untuk memberikan landasan teoritis bagi penelitian, memastikan bahwa penelitian tersebut berdasar dan bukan sekadar penelitian yang dangkal.

D. Metode Analisis

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif, yang berfokus pada pengumpulan informasi melalui teks dan visual, alih-alih data numerik. Laporan ini akan menyertakan sitasi informasi untuk meningkatkan kejelasan temuan. Sumber informasi ini dapat berupa dokumen pribadi, gambar, transkrip wawancara, dan berbagai catatan resmi.

Oleh karena itu, pendekatan deskriptif melibatkan penulisan yang memberikan detail, ilustrasi, dan catatan tentang suatu objek sebagaimana adanya pada saat tertentu, tanpa membuat pernyataan yang menyeluruh. Oleh karena itu, dalam pembahasan selanjutnya, penulis akan berusaha menyajikan temuan-temuan dari semua studi dan penelitian yang dikumpulkan, dengan menggabungkan wawasan dari pengalaman pribadi penulis selama berlayar serta informasi yang dikumpulkan dari bahan-bahan referensi.

E. Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Tabel 3. 1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Adapun jadwal pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada tabel berikut :

N O	Kegiatan	TAHUN 2022															
		BULAN															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
1	Pengumpulan buku referensi																
2	Pemilihan judul																
3	Penyusunan proposal dan bimbingan																
TAHUN 2023																	
4	Seminar proposal																
5	Perbaikan seminar proposal																
6	Pengambilan data penelitian																
TAHUN 2024																	

		TAHUN 2025											
7	Penetapan judul untuk skripsi												
8	Penyusunan skripsi												
9	Bimbingan seminar hasil												
10	Seminar Hasil												
11	Bimbingan Seminar Tutup												
12	Seminar Tutup												
13	Pengumpulan Berkas Skripsi												