



INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research

Volume 4 Nomor 3 Tahun 2024 Page 6331-6346

E-ISSN 2807-4238 and P-ISSN 2807-4246

Website: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>

Analisis Gagalnya Pembakaran Pada Boiler di Kapal MT Gas Kalimantan

Shofa Dai Robbi^{1✉}, Rafli W. I. Mahendra², Agus Triyono³

(1,2) Politeknik Pelayaran Surabaya, (3) Politeknik Penerbangan Surabaya

Email: shofadairobby@gmail.com^{1✉}

Abstrak

Ketel uap di kapal merupakan salah satu permesinan bantu yang mempunyai peran penting dalam menghasilkan uap panas yang berkualitas. Uap tersebut digunakan untuk memanaskan bahan bakar, minyak lumas, ruangan, air pada akomodasi dan kebutuhan lainnya. Untuk menghasilkan uap yang berkualitas dalam jumlah banyak, diperlukan pembakaran yang sempurna pada ketel uap bantu. Pentingnya kinerja ketel uap tersebut, maka peneliti mengambil judul: Analisis Komprehensif Gagalnya Pembakaran Pada Boiler Di Kapal MT Gas Kalimantan. Penelitian dilaksanakan di kapal MT Gas Kalimantan. Sumber data yang diperoleh adalah data primer yang didapatkan langsung dari tempat penelitian, serta data sekunder yang didapatkan dari literatur-literatur yang berkaitan dengan judul berkaitan. Berdasarkan hasil analisis diperoleh kesimpulan bahwa gagalnya pembakaran pada ketel uap disebabkan oleh tersumbatnya *Nozzle tip* oleh kotoran, serta diakibatkan oleh kotornya filter *nozzle* pada *burner*. Upaya yang dilakukan agar pembakaran *boiler* dapat bekerja dengan baik adalah dengan melakukan perawatan secara teratur, serta dilakukan *overhaul* atau pembongkaran *boiler*, penggantian *packing burner*, membersihkan *nozzle*, serta penyetelan *electrode* sebagai langkah perbaikan pada ruang bakar ketel uap.

Kata Kunci: *Boiler, Burner, Filter Nozzle, Kapal*

Abstract

The steam boiler on the ship is one of the auxiliary machines that has an important role in producing quality heat vapour. The steam is used to heat fuel, crude oil, rooms, water on accommodation and other needs. To produce quality steam in large quantities, a perfect combustion on an auxiliary steam boiler is required. The importance of the performance of the steam boiler, then the researchers took the title: Comprehensive analysis of the failure of combustion on the boiler in the MT Gas Kalimantan. The research was carried out on MT Gas Kalimantan. The sources of the data are primary data obtained directly from the research site, as well as secondary data from literature related to the related title. Based on the results of the analysis, it was concluded that the burning problem in the steam boiler was caused by the nozzle tip being blocked by dirt, as well as by the filters nozzles being dirty on the burner. Efforts to ensure that the combustion of the boilers can work properly are by performing regular maintenance, as well as performing overhaul or dismantling of boils, replacement of packing burners, cleaning of nozzles, and installation of electrodes as a repair measure in the incinerator of the steam boiler.

Keywords: *Boiler, Burner, Filter Nozzle, Vessel*

PENDAHULUAN

Kapal *Tanker* adalah kapal yang didesain untuk membawa kargo cair dalam jumlah yang besar, seperti minyak mentah, produk olahan dari minyak, bahan kimia cair, gas cair, sulfur cair, bahkan dimungkinkan hasil olahan cair dari perkebunan. Sifat kargo tersebut memerlukan konstruksi dan outfit khusus dari kapal tanker. Beberapa kargo, seperti gas cair dimuat pada suhu yang sangat rendah hingga -164°C , sedangkan muatan lain seperti aspal harus dimuat pada tanki khusus dengan suhu hingga 250°C (Babicz and Baobab 2015). Untuk menjaga suhu dari muatan bahan bakar, cargo dan akomodasi maka kapal membutuhkan perangkat ketel uap (*boiler*). Babicz & Baobab mendefinisikan *boiler* sebagai alat yang digunakan untuk menghasilkan uap, baik digunakan untuk propulsi utama atau untuk mesin bantu.

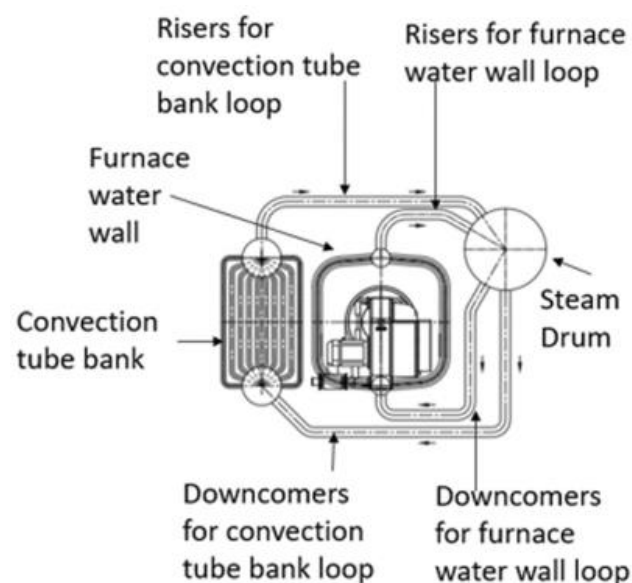
Boiler secara umum adalah setiap wadah yang tertutup yang mengandung cairan yang dipanaskan, disebut juga generator uap karena mengubah air menjadi uap. *Boiler* umumnya terdiri dari *metal shell* (badan *boiler*), kepala dan tabung yang membentuk wadah uap dan air di bawah tekanan, dalam jenis tertentu boiler terdiri dari tungku pemanas dan jalur pipa untuk uap panas. Beberapa boiler memiliki *drum* tambahan yang disebut dengan *superheaters*. *Boiler* dibagi dalam dua kategori: tabung air dan tabung api, pembagian tersebut menurut substansi yang melewati tabung dan yang mengalir di luar tabung. Mereka digunakan untuk menyediakan uap untuk propulsi atau untuk berbagai layanan kapal (Babicz and Baobab 2015). *Boiler* sebagai bejana tertutup dengan tekanan lebih besar

dari 1 atmosfer, yang bekerja memanaskan air ketel dengan memanfaatkan gas panas dari hasil pembakaran sehingga membentuk uap (Taher 2018).

Sebuah *auxiliary boiler* secara umum didefinisikan sebagai *boiler* yang tidak secara langsung memasok uap pada sistem propulsi utama, tetapi menyediakan uap bagi layanan bantu yang penting untuk kapal selama berlayar. Layanan tersebut digunakan dalam proses pemanasan, minyak pelumas, pompa transfer bahan bakar dan layanan bahan bakar, mesin kemudi, kompresor udara dan sistem pemanas bahan bakar minyak berat (Milton and Leach 1980). Hasil uap panas yang dihasilkan tersebut dimanfaatkan untuk menunjang operasional kapal, diantaranya sebagai pemanas bahan bakar, pemanas ruangan, dan pemanas air. Apabila ketel uap tidak bekerja dengan optimal, maka operasional kapal akan terganggu.

Auxiliary boiler kapal tanker memiliki desain yang mirip dengan boiler pada propulsi tetapi dengan sistem yang lebih sederhana dan temperatur serta tekanan uap yang lebih rendah. Pada kapal yang lebih kecil, tidak diperlukan tingkat pemanasan berlebih yang signifikan. *Burner* (pembakar) biasanya dipasang di atap tungku dan sistem kontrol akan menyesuaikan aliran bahan bakar dan kontrol ketinggian air secara terus menerus (Draffin 2012).

Boiler dilengkapi dengan perangkat kontrol emisi yang berfungsi untuk mengurangi kadar polutan. Hal ini mendukung kapal dalam pemenuhan regulasi lingkungan yang semakin ketat. *Boiler* yang ramah lingkungan sangat penting untuk menjaga keberlanjutan industri perkapalan yang berfokus pada *green movement*. Kinerja *boiler* yang optimal akan mendukung keberhasilan operasional dan keselamatan kapal. Sebaliknya jika kinerja *boiler* tidak bekerja dengan baik, akan mengakibatkan berbagai permasalahan dan terganggunya sistem pemanasan bahan bakar, sehingga berdampak pada efisiensi bahan bakar tersebut.



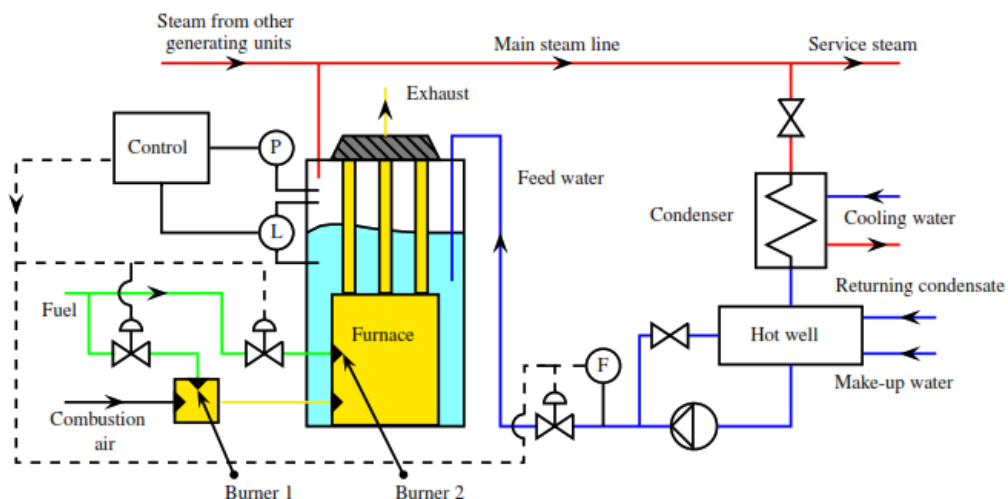
Gambar 1 Skema Diagram Boiler dengan Sirkulasi Natural

(Sumber: (Jha and Lele 2022))

Prosedur manual untuk menyalakan ketel uap adalah dengan terlebih dahulu menyalakan *fuel oil circulation* ke *boiler* selama 30 detik, kemudian menyalakan *pilot burner*. Langkah selanjutnya adalah membuka *solenoid valve*. Jika tekanan *fuel oil* telah naik 17-20 kg/cm², *pilot burner* dapat dimatikan.

Studi kasus dalam penelitian ini adalah pada *Motor Tanker (MT) Gas Kalimantan*. Kerusakan *boiler* terjadi pada Selasa, 15 Maret 2022. Deteksi awal permasalahan adalah ketika Perwira jaga mesin *Fourth Engineer (Masinis 4)* dan petugas Juru Minyak (*oiler*) melakukan *soot blow* pada *boiler* MT Gas Kalimantan. Tekanan uap di *boiler* adalah 0,5 kg/cm² dari yang seharusnya 17-20 kg/cm², menurut Masinis 4 tekanan tersebut rendah dan tidak berfungsi optimal. Untuk meningkatkan tekanan maka dilakukan penutupan *valve bypass* yang menuju *cascade tank*, agar tekanan uap naik. Pemantauan terhadap suhu bahan bakar yang masuk ke dalam mesin utama, agar tidak terlalu tinggi.

Kegagalan *soot blow* yang dikarenakan *solenoid valvenya* dinyalakan tetapi tekanan tidak naik pada angka 17-20 kg/cm², dampaknya bahan bakar menyala terus menerus dan menumpuk di *chamber boiler*. Menumpuknya pasokan bahan bakar di *chamber boiler* mengakibatkan *nozzle* pada *burner boiler* tersumbat, serta adanya kerak kotoran dari bahan bakar tersebut. Disaat dilakukan uji coba *soot blow* yang kedua kalinya, terjadi ledakan pada *boiler*. Berdasarkan latar belakang permasalahan tersebut, peneliti melakukan kajian dengan judul "Analisis Gagalnya Pembakaran Pada *Burner Boiler* Di Kapal MT Gas Kalimantan"



Gambar 2 Prinsip Kerja Boiler Pada Kapal

(Sumber: (Solberg et al. 2010))

Sugiharto Agus (2016). *Boiler* adalah "suatu alat berbentuk bejana tertutup yang terbuat dari baja dan digunakan untuk menghasilkan uap (*steam*)". Pengertian *boiler* pipa-

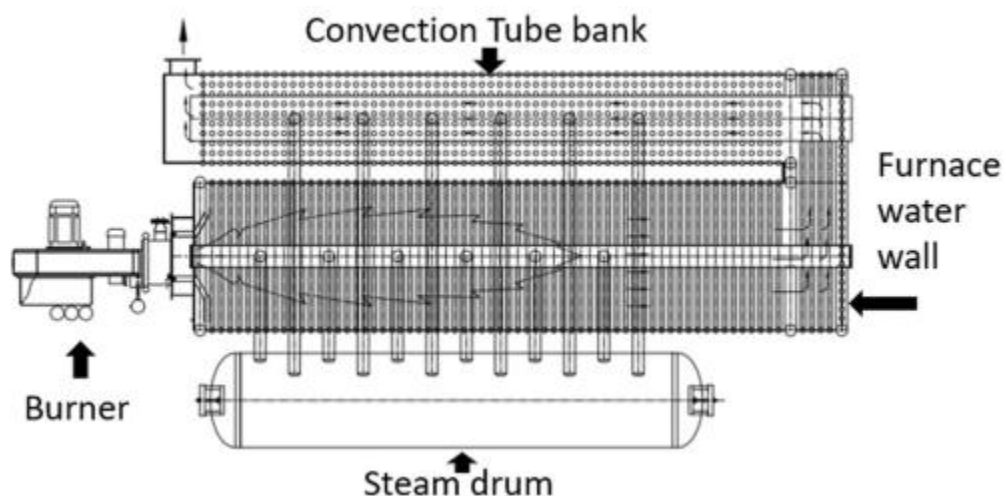
air merujuk pada sebuah jenis *boiler* yang memiliki pipa-pipa berisi air yang mengalir, dan dipanaskan oleh api di bagian luar pipa tersebut. *Boiler* ini memiliki desain yang berbeda dengan *boiler* pipa-api. Air dalam *boiler* pipa-air mengalir melalui saluran pipa, dipanaskan oleh sumber panas dari ruang bakar (*furnace*). Pipa-pipa tersebut, yang berfungsi sebagai saluran sirkulasi air, akan menghasilkan uap di dalam selimut api ruang bakar, melalui saluran gas panas hasil pembakaran (Agus Sugiharto 2016).

Boiler pipa-air modern dengan kapasitas produksi besar memiliki beberapa bagian pipa air yang dirancang sebagai dinding dari ruang bakar *boiler*, dikenal sebagai *wall-tube*. *Steam drum*, yang merupakan tangki air, merupakan salah satu karakteristik khas *boiler* pipa-air. *Steam drum* berfungsi sebagai tangki air yang menjaga levelnya untuk memastikan sirkulasi air ke pipa-pipa air selalu terjadi. Fungsi *steam drum* yaitu untuk memisahkan uap air basah dari air.

Uap air basah yang dikeluarkan dari *steam drum* ini dipanaskan lebih lanjut untuk menghasilkan uap panas lanjut (*superheated steam*). Desain modern *boiler* pipa-air dilengkapi dengan *wall-tube* yang merupakan pipa-pipa air yang menjadi dinding ruang bakar.

Air dari *steam drum* turun melalui *downcomer* ke sebuah pipa header yang terhubung dengan semua ujung bawah pipa *wall-tube*. Ujung *wall-tube* yang berada di bagian atas ruang bakar terhubung langsung dengan *steam drum*. Di bagian *wall-tube* inilah terjadi perubahan fase dari air menjadi uap air.

Sistem pada pipa-air ini memproduksi sirkulasi air tertutup antara *steam drum*, *downcomer*, *wall-tube*, dan kembali ke *steam drum*. Hanya uap air basah yang akan keluar dari *steam drum*. Pada *boiler* superheater, uap air basah keluaran *steam drum* dipanaskan lebih lanjut menjadi *superheated steam* (uap panas lanjut/kering).

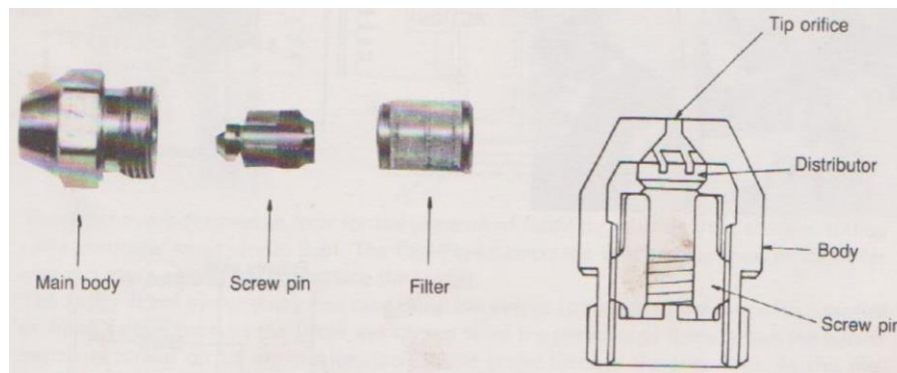


Gambar 3 Konstruksi dari Water Tube Boiler

(Sumber: (Jha and Lele 2022))

Nozzle Tip

Nozzle tip pada *boiler* pipa air adalah komponen yang berfungsi sebagai tempat di mana bahan bakar dan udara yang diperlukan untuk pembakaran masuk ke dalam ruang pembakaran *boiler*. Penting untuk menjaga *Nozzle tip* dan seluruh sistem pembakaran *boiler* dalam kondisi yang baik agar *boiler* beroperasi dengan efisiensi tinggi dan aman. Jika *Nozzle tip* atau sistem pembakaran mengalami masalah, ini dapat memengaruhi kinerja *boiler* dan dapat mengakibatkan pemborosan energi atau bahkan bahaya kebakaran atau ledakan. Berikut adalah beberapa fungsi dari *Nozzle tip*: mengontrol aliran fluida, mengubah energi tekanan menjadi energi kinetik, memancarkan aliran fluida ke berbagai sudut.



Gambar 4 Nozzle Tip pada Boiler (Sumber: manual book)

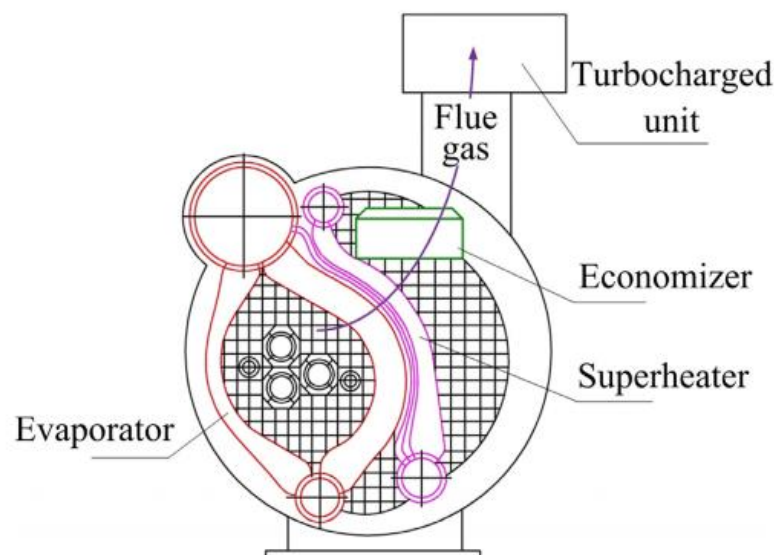


Fig. 1. Schematic diagram of the marine boiler.

Gambar 5 Skema diagram dari Marine Boiler (Sumber: (Feng et al. 2022))

Komponen *Nozzle Tip*

- [1] *Main Body* adalah salah satu komponen yang terletak pada bagian ujung *nozzle* yang berfungsi untuk mengarahkan aliran bahan bakar
- [2] *Screw Pin* adalah suatu alat yang penting pada *boiler*, yang berfungsi untuk mengatur aliran bahan bakar yang masuk kedalam tungku *boiler*.
- [3] Filter pada *Nozzle tip boiler* adalah komponen yang bertugas untuk menyaring bahan bakar sebelum masuk ke dalam *Nozzle tip* atau pipa yang mengarahkan bahan bakar ke ruang bakar *boiler*. Beberapa fungsi lain dari *Nozzle tip* ini adalah sebagai penyaring partikel kasar, melindungi *Nozzle tip* dari partikel kasar, meningkatkan efisiensi pembakaran. Disinilah permasalahan yang sering terjadi pada *burner*, kotornya filter pada *nozzle* menyebabkan penurunan tekanan supply bahan bakar untuk menyalakan *boiler*.
- [4] *Tip oriface* pada *Nozzle tip boiler* adalah salah satu komponen penting dalam sistem pembakaran. Fungsi utama *tip orifice* adalah mengatur laju aliran bahan bakar ke dalam ruang bakar *boiler*. Beberapa fungsi dari *tip orifice* ini adalah untuk Mencegah *Overfiring* dan *Underfiring*. *Tip orifice* membantu mencegah *Overfiring* (pemberian bahan bakar berlebihan) dan *Underfiring* (pemberian bahan bakar kurang), yang dapat mengganggu operasi *boiler* dan efisiensi. Dengan mengontrol laju aliran bahan bakar, *tip orifice* memastikan bahwa bahan bakar yang tepat disuntikkan ke dalam ruang bakar.
- [5] Distributor pada *Nozzle tip boiler* adalah komponen yang memiliki peran penting dalam mengatur dan mendistribusikan aliran bahan bakar ke dalam ruang bakar *boiler*. Selain untuk mendistribusikan bahan bakar, ada beberapa fungsi lain dari distributor yaitu Mencegah *Hot Spots*. Distributor membantu mencegah *Hot Spots* atau titik panas yang mungkin terbentuk di dalam ruang bakar. Jika bahan bakar terdistribusi tidak merata, maka beberapa bagian ruang bakar mungkin akan mengalami pembakaran yang berlebihan, yang dapat mengakibatkan overheating dan kerusakan pada peralatan *boiler*.

Electrode/ Ignition rod

ignition rod atau *electrode*, alat ini berfungsi untuk menyalakan *boiler*, dengan cara membuat percikan api atau listrik sebagai penyalaan awal di dalam tungku bakar melalui kedua ujungnya, sehingga bahan bakar dapat terbakar dengan sempurna.



Gambar 6 Electrode/ Ignition rod (Sumber: data pribadi).

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode kualitatif, analisis data bersifat induktif berdasarkan fakta dilapangan untuk kemudian dikonstruksikan menjadi teori. Penyajian dalam metode kualitatif adalah dengan naratif. Fakta yang diangkat dalam penelitian ini adalah menurunnya performa *burner boiler* di kapal MT Gas Kalimantan.

Menurut Sugiyono (2013), Metode kualitatif adalah metode penelitian yang berlandaskan pada paradigma interpretif dan konstruktif. Metode ini digunakan untuk meneliti pada kondisi obyek yang natural kebalikan dari eksperimen. Peneliti menjadi instrumen penting, teknik pengumpulan data dilaksanakan secara triangulasi atau gabungan, sifat dari analisis data adalah kualitatif atau induktif. Di dalam penelitian kualitatif penekanan lebih pada makna dibandingkan generalisasi (Sugiyono 2013).

Teknik Pengumpulan Data

Pengambilan data dilaksanakan pada saat praktek berlayar di MT Gas Kalimantan. Untuk mendapat informasi yang lebih spesifik peneliti melakukan observasi, dokumentasi, serta wawancara kepada Perwira di atas kapal MT Gas Kalimantan.

Teknik Analisis Data

Analisis dilaksanakan berdasarkan data, fakta, serta informasi yang dilakukan selama peneliti melaksanakan praktek laut (Prala). Penelitian kualitatif merekonstruksi pemahaman dari sumber data yang diperoleh melalui interaksi manusia atau sosial. Metode kualitatif lebih menekankan pada pemaknaan fakta di lapangan daripada data numerik. Meskipun demikian, bukan berarti pengambilan data tidak penting. Tetap penting dalam landasan utama, hanya saja hasil penelitiannya lebih menggali secara logika. Berikut adalah tahapan tahapan yang diambil oleh penulis yaitu: *data collecting*, reduksi data, data display, *conclusion* dan *verification*.

HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 7 Bolier Pada MT Gas Kalimantan (sumber: data pribadi)

Spesifikasi Teknis dari Boiler pada MT Gas Kalimantan

Maker	: MIURA CO LTD
Type	: VWH-600E, Natural Circulation Vertical Water Tube
No. Of set	: 1 Set
Max. Pressure	: 10.0 Kg/cm ²
Normal pressure	: 5.0 – 7.0 Kg/cm ²
Steam temp	: saturated
Equi. Evaporation	: 600 Kg/cm ²
Act evaporation	: 538 Kg/cm ²
Boiler efficiency	: 85 %
Fuel consumption	: 39 Kg/H
Combustion sys	: Forced draft combustion system
Feed water temp	: 60° C

ACESSORIES

Burner	: Forced draft type pressure atomizing burner 20 Kg/cm ² .High voltage spark system
Fan	: Turbo fan 10.9 m ³ /min x 160 mmAq
Fuel oil pump	: Trociodal type 136 l/h x 20 Kg/cm ²
Fuel oil heater	: Automatic controller, electric 3 kw
Feed water pump	: Wesco pump (MRTM-20S) 1400 l/h x 110 mmAq

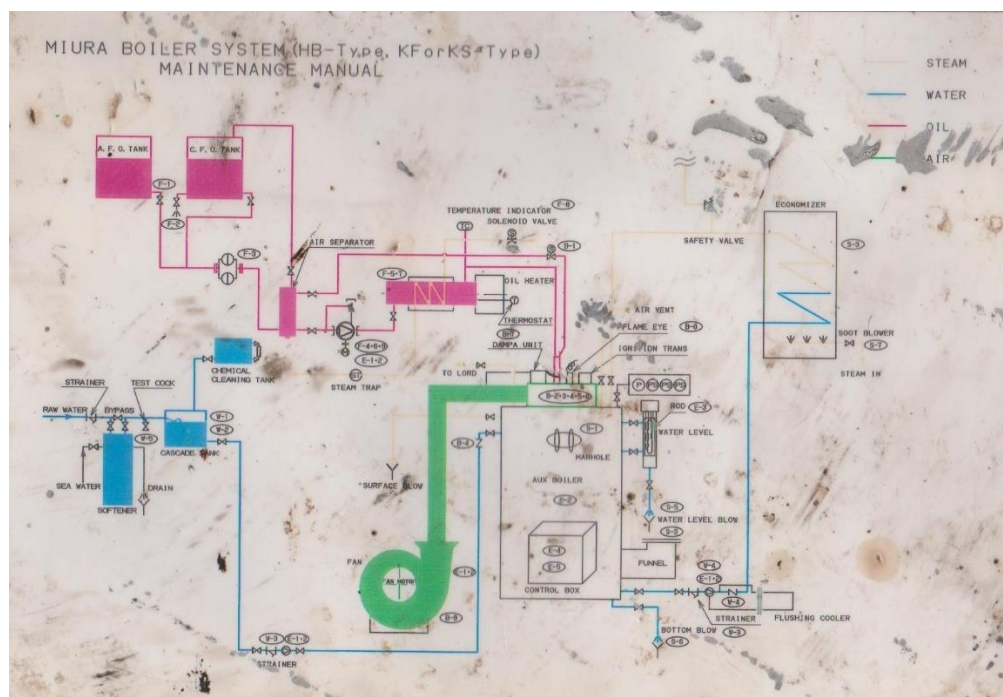
Control system : Full automatic

SAFETY VALVE

Maker : Fukui seisakusho CO LTD.

Type : Full bore type x 24 mm

Studi kasus penelitian berdasarkan kejadian pada hari Selasa, 15 Maret 2022. Pada saat kapal berlayar menuju Dumai, Masinis 4 dan *oiler* akan melakukan *soot blow* ketel uap di kapal MT Gas Kalimantan. Terjadi gagal *soot blow* dikarenakan saat *solenoid valve* nya dinyalakan dan *pressure fuel oil* hanya 13-15 kg/cm², tidak mencapai dari standar yang ditentukan yaitu sebesar 17-20 kg/cm², sedangkan tekanan ketel uap kurang dari 5 kg/cm². Dampaknya bahan bakar akan menumpuk di *chamber boiler*, dan *nozzle burner boiler* akan tersumbat oleh banyaknya bahan bakar yang masuk, serta adanya kotoran pada bahan bakar tersebut yang mengakibatkan filter *nozzle* menjadi kotor. Disaat melakukan uji coba *soot blow* yang kedua kali, terjadi ledakan pada ketel uap.



Gambar 8 Sistem Boiler Pada MT Gas Kalimantan (sumber: manual book)

Hasil Metode Observasi

Data observasi didapatkan berdasarkan data kinerja mesin bantu ketel uap ketika melakukan pembakaran dan produksi uap bertekanan sebelum terjadinya kegagalan pembakaran pada *boiler*. Pada saat kondisi *boiler* masih normal, tekanan uap yang

dihasilkan adalah 5-7 kg/cm² dengan tekanan bahan bakar yang akan disemprotkan oleh *nozzle burner boiler* adalah 17-20 kg/cm².

Berikut adalah tabel operasional *burner boiler* pada saat gagalnya pembakaran pada *boiler* di kapal MT Gas Kalimantan

Tabel 1 Tekanan Uap Boiler Ketika Mengalami Kerusakan

Tanggal	Jam	Percobaan menghidupkan <i>boiler</i>	Pompa F.O inlet pressure	Tekanan uap <i>boiler</i> yang dihasilkan
15 Maret 2022	08.30 AM	Tidak normal	13 kg/cm ²	2 kg/cm ²
15 Maret 2022	09.15 AM	Tidak normal	14 kg/cm ²	3 kg/cm ²
15 Maret 2022	09.50 AM	Tidak normal	13 kg/cm ²	2 kg/cm ²
15 Maret 2022	10.00 AM	Terjadinya ledakan pada <i>boiler</i>	15 kg/cm ²	3,5 kg/cm ²

Berdasarkan data pada tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa ketel uap mengalami penurunan tekanan dari standar yang telah ditetapkan.

Pada tanggal 16 Maret 2022 saat kapal berlabuh di Dumai. Masinis 4, *oiler*, serta cadet membantu pelaksanaan *overhaul* ketel uap. Secara bertahap dilepas *draugh fan*, melepas pipa kapiler yang terpasang pada ketel uap, melepas cover atas, serta seperangkat alat *burner* yang terdiri dari *nozzle* dan *electrode*. Setelah selesai melepas bagian-bagian pada ketel uap, Masinis 4 menemukan permasalahan yaitu kotornya *nozzle burner*, tidak simetrisnya *electrode* pada *boiler* dan rusaknya *packing* pada *burner* ketel uap, hal tersebut diakibatkan dari gagalnya *soot blow*. Setelah mengetahui permasalahan pada ketel uap tersebut, maka dilakukan pembersihan pada *nozzle*, mengganti *packing burner* yang rusak dengan yang baru, mengatur kembali jarak *electrode* pada *burner* sesuai dengan buku petunjuk *manual book*.

Tabel 2 Tekanan Uap Boiler Setelah Dilaksanakan Perbaikan

Tanggal	Jam	Kondisi mesin	Pompa F.O Inlet pressure	Tekanan uap <i>boiler</i> yang dihasilkan
16 Maret 2022	10.00	Normal	18kg/cm ²	6,5kg/cm ²

Berdasarkan tabel pada mesin telah diperbaiki maka dapat disimpulkan bahwa mesin dapat bekerja dengan baik dan menghasilkan uap bertekanan, sehingga mencapai tekanan yang ditentukan. Standar tekanan bahan bakar yang telah ditetapkan oleh *maker* adalah 20kg/cm². Setelah perbaikan dilakukan tekanan penyemprotan yang dihasilkan oleh *nozzle*

adalah 18 kg/cm² atau konsumsi rata-rata 5,1 Kg perjam. Berikut adalah tabel uap bertekanan dan tekanan bahan bakar yang dihasilkan oleh *boiler* tipe VWH-600E.

Tabel 3 Hubungan Tekanan Operasi dengan Konsumsi Bahan Bakar

Tekanan Operasi (Kg/cm ²)	Konsumsi Rata-rata Bahan Bakar (Kg/H)
15	4,7
16	4,8
17	5,0
18	5,1
19	5,3
20	5,4
21	5,5
22	5,7



Gambar 9 Pembersihan Nozzle (Sumber: data pribadi)

Tabel 4 Perawatan Sistem Pembakaran pada Boiler Sesuai dengan *Manual Book*

Pemeriksaan terhadap katup selenoid bahan bakar	Setiap 3 bulan
Pengecekan kebocoran pada pipa nozzle	Setiap 3 bulan
Perawatan komponen burner	Setiap 1 minggu
Pengecekan atau penyetelan pada ignition rod	Setiap 1 minggu
Pengecekan terhadap nozzle tip	Setiap 1 minggu

Hasil Wawancara

Berikut adalah hasil wawancara yang dilakukan oleh peneliti dengan Masinis 4:

- [1] Apakah penyebab kegagalan pembakaran pada *burner boiler* di kapal MT Gas Kalimantan?

Masinis 4 menjelaskan bahwa penyebab terjadinya gagalnya pembakaran pada *boiler* yaitu akibat penumpukan bahan bakar di *chamber boiler*, hal tersebut menyebabkan *nozzle* pada *burner* menjadi kotor.

[2] Apakah dampak dari gagalnya pembakaran pada *burner boiler*?

Masinis 4 menjelaskan dampak dari kegagalan pembakaran pada *burner boiler* bisa menyebabkan gagalnya *soot blow*, penurunan produktifitas uap bertekanan yang mengakibatkan tidak dapat memanaskan bahan bakar, minyak lumas, pemanas air serta ruangan pada akomodasi, dan hal yang paling membahayakan adalah ledakan pada *boiler* akibat gagalnya pembakaran.

[3] Apakah upaya yang dilakukan untuk mengatasi kegagalan pembakaran pada *burner boiler*?

Masinis 4 menjelaskan upaya yang dilakukan untuk mengatasi kegagalan pembakaran pada *burner boiler* adalah dengan melakukan *overhaul* atau pembongkaran pada *boiler* dan melakukan pembersihan pada *nozzle*, penggantian *packing*, serta melakukan penyetelan pada *electrode*.

Berdasarkan hasil wawancara tersebut terdapat dua faktor dominan gagalnya pembakaran pada boiler, yaitu:

1. Faktor yang disebabkan oleh *crew*

Permasalahan operasional kapal saling berkaitan dengan pola kerja dan tanggung jawab perwira serta ABK kapal. Perusahaan pelayaran memilih ABK yang telah memiliki pengalaman jam berlayar tinggi. Diharapkan profesionalisme seorang pekerja dapat mengurangi terjadinya kelalaian dalam suatu pekerjaan. Kelalaian yang berdampak pada kerugian perusahaan ataupun keselamatan pekerja itu sendiri. Namun tidak semua Masinis dan ABK yang sudah berpengalaman dapat melaksanakan tugas dan tanggung jawab dengan baik dan benar. Kelalaian terhadap waktu perawatan sehingga menimbulkan masalah dan berakibat tidak optimalnya kinerja *burner boiler* di kapal MT Gas Kalimantan. Permasalahan kotornya *nozzle* pada *burner boiler* yang diketahui ketika kapal sedang beroperasi, seharusnya tidak terjadi jika diterapkan sistem perawatan rutin sesuai ketentuan. Perawatan tersebut sebenarnya telah ditetapkan di dalam struktur pembagian tugas dan tanggung jawab *crew engine* kapal MT Gas Kalimantan.

2. Faktor Kualitas Bahan Bakar

Faktor lain penyebab tersumbatnya *nozzle* adalah adanya kotoran pada bahan bakar. Adanya lumpur atau kotoran yang tercampur dalam bahan bakar, yang berasal dari endapan tangki bahan bakar. Hal tersebut dikarenakan tidak optimalnya kinerja *purifier*,

yang seharusnya mampu memisahkan bahan bakar dengan material lain yang mengganggu proses pembakaran, endapan lumpur atau *sludge* yang berada di dalam tangki bahan bakar. Permasalahan ini jika tidak segera diselesaikan maka akan menimbulkan permasalahan terhadap sistem yang lainnya.

Pembahasan

Berdasarkan data dan sumber yang telah didapat, dan sesuai dengan rumusan masalah dan hasil dari metode penelitian, penulis mendapatkan beberapa faktor:

- 1) Penyebab kegagalan pembakaran pada *burner boiler boiler* di kapal MT Gas Kalimantan adalah tersumbatnya *nozzle* karena kotornya *filter nozzle* pada *burner boiler*

Berdasarkan penelitian tersumbatnya *nozzle* disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu:

- a) Faktor Sumber Daya Manusia

Peran manusia sangat penting bagi kelancaran pengoperasian kapal. Kelalalain akan menghambat proses kinerja permesinan kapal, seperti telatnya perawatan pada perangkat internal *boiler*. Maka dari itu setiap *crew* kapal harus melaksanakan tugas dan tanggung jawab sesuai dengan *Planing Maintenance System* (PMS).

- b) Faktor Kualitas Bahan Bakar

Faktor kualitas bahan ini juga mempengaruhi kinerja pada *burner boiler*, dengan kotornya bahan bakar tersebut maka filter pada *nozzle* akan cepat kotor dan adanya penyumbatan terhadap *Nozzle tip* yang mengakibatkan gagalnya pembakaran pada *boiler*, maka dari itu penggunaan *purifier* sangat penting dan selalu melakukan pemeriksaan terhadap filter *nozzle* agar terhindar dari kotoran bahan bakar tersebut.

- 2) Dampak yang terjadi ketika *nozzle* kotor yaitu: penurunan efisiensi bahan bakar, kinerja *boiler* yang buruk, kerusakan pada komponen pembakaran, peningkatan risiko kebakaran atau ledakan.
- 3) Upaya yang harus dilakukan agar kinerja *nozzle* dapat bekerja dengan baik adalah dengan cara melakukan perawatan sesuai buku manual, yaitu:
 - a) Prosedur pengecekan kebocoran ada pipa *nozzle* setiap 3 bulan;
 - b) Perawatan komponen *burner* setiap 1 minggu;
 - c) Pengecekan atau penyetelan pada ignition atau *electrode* setiap 1 minggu;
 - d) Pengecekan terhadap *nozzle* setiap 1 minggu.

Dengan melakukan perawatan dan perbaikan secara teratur pada *boiler*, maka dapat dipastikan bahwa kinerja *boiler* akan selalu tetap terjaga dengan baik.

SIMPULAN

1. Penyebab tidak optimalnya *burner* pada ketel uap di kapal MT Gas Kalimantan disebabkan oleh kotornya filter *nozzle burner boiler*.
2. Dampak yang disebabkan oleh kotornya *nozzle burner* pada *boiler* yaitu gagalnya pembakaran, gagalnya *soot blow*, terjadinya penurunan produktifitas uap bertekanan sehingga tidak dapat memanaskan bahan bakar, pemanas ruangan dan air pada akomodasi, dan hal yang paling membahayakan adalah terjadinya ledakan pada *boiler* akibat gagalnya pembakaran.
3. Upaya yang dilakukan adalah *overhaul* atau pembongkaran *boiler*, penggantian *packing burner*, membersihkan *nozzle*, serta penyetelan *electrode*.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Sugiharto. 2016. "Tinjauan Teknis Pengoperasian Dan Pemeliharaan Boiler." *Forum Teknologi* 06(02):56–69.
- Babicz, Jan., and Biuro Okrętowe Baobab. 2015. *Ship Systems and Machinery: Introduction to Marine Engineering*. Baobab Naval Consultancy.
- Draffin, Nigel. 2012. *Bunker Fuel For Marine Engines*. Vol. I.
- Feng, Huijun, Lingen Chen, Zhuojun Xie, Wei Tang, and Yanlin Ge. 2022. "Multi-Objective Constructal Design for a Marine Boiler Considering Entropy Generation Rate and Power Consumption." *Energy Reports* 8:1519–27. doi: 10.1016/j.egy.2021.12.071.
- Jha, R. S., and Mandar M. Lele. 2022. "Dynamic Modeling of a Water Tube Boiler." *Heat Transfer* 51(7):6087–6121. doi: 10.1002/htj.22581.
- Milton, James Hugh., and Roy M. Leach. 1980. *Marine Steam Boilers*. Butterworths.
- Solberg, Brian, Palle Andersen, Jan M. Maciejowski, and Jakob Stoustrup. 2010. "Optimal Switching Control of Burner Setting for a Compact Marine Boiler Design." *Control Engineering Practice* 18(6):665–75. doi: 10.1016/j.conengprac.2010.03.009.
- Sugiyono. 2013. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif Dan R&D*. Vol. 19. 19th ed. Bandung: Alfabeta, .
- Taher, M. Usemahu. 2018. "Optimalisasi Pengoperasian Boiler Dalam Memproduksi Uap Untuk Menunjang Pengoperasian Kapal MV. Sinar Kutai." *Meteor STIP Marunda* 11(2):16–21. doi: 10.36101/msm.v11i2.13.