

Investigasi Gangguan Pembakaran Pada *Boiler Burner*

di MV. Lumoso Damai

Safi'i, Imam^a, Dewi, I, S^b, Arianto, Daniel^c.

^aDosen Program Studi Teknik Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

^bDosen Program Studi Nautika Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

^cTaruna (NIT. 582111217986 T) Program Studi Teknik Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

Abstrak- *Auxiliary boiler* adalah salah satu permesinan bantu diatas kapal dengan fungsi memproduksi uap dimana tekanan lebih dari 1 atm. Dalam praktiknya sering terjadi permasalahan kegagalan pembakaran pada *boiler burner*, dimana sistem pembakaran terhenti pada tekanan yang tidak seharusnya. Permasalahan ini berisiko mengganggu produksi uap atau steam serta menimbulkan kerusakan pada permesinan bantu lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor penyebab terjadinya kegagalan pembakaran pada *boiler burner* diterapkan untuk mencegah terjadinya kembali permasalahan tersebut. Metode yang digunakan adalah kualitatif dengan pendekatan Miles and Huberman. Data dikumpulkan melalui observasi, wawancara, studi pustaka, dan dokumentasi dari data primer dan sekunder. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kegagalan pembakaran disebabkan oleh kotornya *diffuser* pada *burner*, kotornya *nozzle* pada *main burner*, *electric heater* tidak bekerja secara maksimal, serta gagalnya *ignition* pada *electrode*. Dampak dari kegagalan pembakaran antara lain adalah nyala api menjadi tidak stabil, pengabutan bahan bakar kurang sempurna, serta Meningkatnya viskositas bahan bakar, serta kegagalan pada awal pembakaran. Solusi yang disarankan adalah membersihkan *diffuser*, membersihkan *nozzle* *main burner* dan *electric heater*, serta mengatur jarak antar *electrode*. Dengan penerapan langkah-langkah tersebut, diharapkan sistem pelumasan dapat berjalan normal dan mendukung kelancaran operasional kapal.

Kata Kunci – *auxiliary boiler*, *boiler burner*, *miles and Huberman*, pembakaran

A. PENDAHULUAN

Transportasi laut memiliki peran yang sangat penting dalam mendukung kemajuan dan pertumbuhan ekonomi di negara kepulauan seperti Indonesia, karena angkutan laut merupakan moda transportasi yang sangat efisien karena memiliki kapasitas angkut dalam jumlah yang besar dan waktu yang relatif cepat dalam proses pendistribusian. Untuk mendukung pelayaran, diperlukan pesawat bantu seperti *auxiliary boiler* yang berfungsi menghasilkan uap panas untuk memanaskan bahan bakar dan menjaga kinerja motor induk tetap optimal. *Auxiliary boiler* atau ketel uap adalah bejana tertutup yang berfungsi menghasilkan uap atau steam dengan tekanan lebih dari satu atmosfer (Harahap dkk., 2021). Uap ini dihasilkan melalui proses pemanasan air tawar. Riva (2020), menyatakan bahwa pemanasan air tawar dapat terjadi di dalam pipa (*water tube type*) atau di luar pipa (*fire tube type*). Uap panas yang dihasilkan dari *boiler* ini dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan pemanasan minyak lumas, pemanasan air untuk akomodasi, dan pemanasan bahan bakar.

Uap panas atau *Steam* memiliki peran krusial dalam mendukung kinerja peralatan bantu yang memerlukan uap panas di kapal (Santosa dkk., 2022). Aktivitas operasional di kapal dapat terhambat jika pasokan uap panas tidak terpenuhi, baik karena kurangnya perawatan

rutin atau faktor-faktor lain yang mempengaruhi kinerja sistem. Mengingat pentingnya pasokan uap bertekanan atau *Steam*, hal ini hanya dapat tercapai jika ketel uap atau *Boiler* berfungsi dengan normal dan tanpa masalah. Dengan demikian, pemahaman dan keterampilan yang mendalam tentang ketel uap atau *Boiler*, terutama terkait komponen-komponen yang rentan kotor, rusak, atau bocor, sangat diperlukan. Kerusakan pada komponen tersebut dapat mengganggu proses pembakaran.

Burner adalah salah satu komponen dalam *Boiler* yang berfungsi dengan membakar campuran bahan bakar dan udara di dalam ruang bakar *Boiler* untuk menciptakan sumber api (Purnama dkk., 2025). Di dalam ruang bakar tersebut, proses pembakaran pada *Boiler* berlangsung. Dengan demikian, Pembersihan bagian-bagian sistem pembakaran sangat penting bagi kelancaran proses pembakaran pada *Burner*.

Dalam kenyataannya, *boiler burner* yang ada di kapal MV. Lumoso Damai Pada tanggal 23 Februari 2024, kapal pada saat itu sedang melakukan bongkar muatan di Pelabuhan Weda, Halmahera Tengah. Terjadi permasalahan pada *boiler burner* yaitu mengalami kegagalan pembakaran sehingga terjadi Alarm *Ignition Failure* dan pembakaran pada *boiler* mati secara otomatis dan telah dilakukan pengecekan dan pengoperasian ulang, namun masalah berulang hingga akhirnya diputuskan untuk melakukan *overhaul* dan pengecekan menyeluruh. Maka penelitian bertujuan untuk mengetahui faktor penyebab, dampak yang ditimbulkan serta upaya pencegahan untuk mengatasi timbulnya gagalnya pembakaran pada *boiler burner*.

B. KAJIAN TEORI

1. Pembakaran

Pembakaran adalah suatu runutan reaksi kimia antara suatu bahan bakar dan suatu oksidan, disertai dengan produksi panas yang kadang disertai cahaya dalam bentuk pendar atau api. Pembakaran dapat didefinisikan sebagai proses atau reaksi oksidasi yang sangat cepat antara bahan bakar (*fuel oil*) dan oksidator dengan menimbulkan panas atau nyala: Bahan bakar padat + O₂ Gas buang + abu – ΔH (Suriaman dkk., 2023). Non-carbonisasi merupakan proses pembakaran sempurna karena terjadi dengan pemberian udara atau adanya udara yang masuk, pembakaran metana merupakan reaksi pembakaran sempurna, karena menghasilkan karbon dioksida dan air.

2. *Auxiliary Boiler*

Boiler merupakan suatu perangkat yang digunakan untuk menghasilkan uap, terdiri atas dua komponen utama, yaitu ruang pemanas yang berfungsi untuk menghasilkan panas melalui proses pembakaran bahan bakar, dan bagian *boiler* itu sendiri yang bertugas mengubah air menjadi uap (Nugroho dkk., 2025) Prinsip kerja *boiler* yaitu air di dalam *boiler* dipanaskan oleh panas dari hasil pembakaran bahan bakar sehingga terjadi

perpindahan panas dari sumber panas tersebut ke air (Prasetyo dkk., 2022). Hal tersebut mengakibatkan air menjadi panas atau berubah wujud menjadi uap.

Secara prinsip, *boiler* terbagi menjadi dua jenis, yaitu *boiler* pipa api (*Fire Tube Boiler*) dan *boiler* pipa air (*Water Tube Boiler*). Steam boiler di kapal berfungsi penting untuk memanaskan bahan bakar di tangki, mendukung *heater* kamar mesin, dan menyuplai steam ke *pre-heater* air tawar *jacket cooling* mesin induk.

3. Burner

Burner merupakan salah satu bagian dari *Boiler* yang bertugas untuk mengubah bahan bakar minyak menjadi kabut, dengan bantuan tekanan udara dari *fan* dan *electrode*, serta proses pembakaran terjadi di dalam ruang bakar (Robbi dkk., 2023). Selama proses pembakaran, *burner* memegang peran krusial dalam menjaga nyala api pendukung *boiler* karena *burner* membantu mengatur suhu dan tekanan didalam *boiler* dengan mengontrol intensitas nyala api. Dengan demikian, penting untuk melakukan pemeriksaan rutin pada *burner* guna memastikan tidak ada penyumbatan oleh kotoran dan agar bahan bakar dapat dikabutkan secara optimal, sehingga pembakaran berlangsung dengan sempurna.

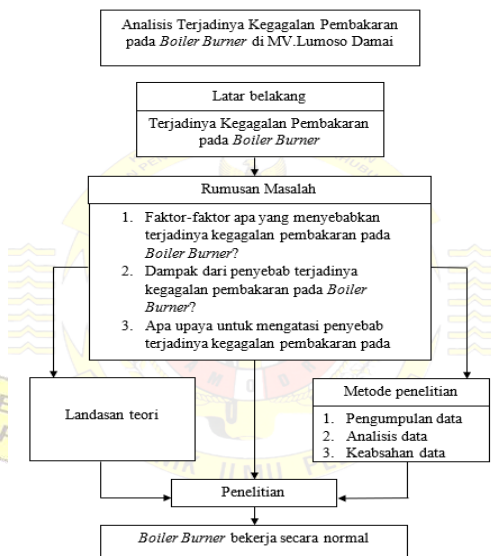
Proses kerja *burner* dimulai dengan pemompaan bahan bakar dari service tank oleh FO/DO pump menuju *burner*. Saat bahan bakar mengalir, bahan bakar akan melewati filter atau *strainer* untuk memastikan kebersihannya. Setelah sampai di *burner*, bahan bakar dipanaskan terlebih dahulu oleh *heater electric* dan bersirkulasi sebelum *solenoid valve* terbuka. Selanjutnya, bahan bakar masuk ke dalam *burner* untuk memulai proses pembakaran. *Nozzle* akan mengabutkan bahan bakar dan mencampurnya dengan udara dari *fan* agar proses pembakaran berjalan optimal. Pembakaran awal diawali oleh *pilot burner* yang berfungsi sebagai pematik api, dengan menggunakan bahan bakar MDO. Nyala api dari *pilot burner* akan terdeteksi oleh *flame eyes*, dan saat nyala api optimal, *flame eyes* akan memerintahkan katup solenoid terbuka sehingga bahan bakar FO dapat mengalir ke ruang *burner*. Bahan bakar FO kemudian dialirkan ke *nozzle main burner* untuk pembakaran lanjutan, menghasilkan nyala api yang lebih besar dan optimal berkat pasokan udara dari *fan*.

4. Faktor penyebab kegagalan pembakaran pada Burner

Faktor yang dapat menyebabkan kegagalan pembakaran pada *burner* antara lain adalah *nozzle* yang kotor, yang dapat menghambat proses pengabutan bahan bakar akibat penyaringan bahan bakar pada filter yang kurang optimal (Purnama dkk., 2025). Selain itu, tekanan rendah pada FO/DO pump juga menjadi penyebab, karena filter pompa yang kotor dapat menghambat aliran bahan bakar yang akan dipompa (Manual book Osaka Boiler, 2007). Faktor lainnya adalah *heater electric* yang tidak bekerja secara maksimal sehingga suhu bahan bakar tidak mencapai tingkat optimal sebelum disemprotkan melalui *nozzle* ke ruang bakar). *Diffuser* yang kotor juga dapat mengganggu keseimbangan suplai udara dan bahan bakar, menyebabkan penyebaran api tidak merata sehingga *flame eye* akan membaca nyala api yang tidak stabil dan menghentikan proses pembakaran secara otomatis (Purnama dkk., 2025). Kegagalan bunga api pada *electrode burner* akibat jarak *electrode* pengapian yang tidak sesuai juga dapat menghambat pembentukan bunga api, sehingga proses penyalan

tidak berjalan baik dan menyebabkan pembakaran gagal (Purnama dkk., 2025)

C. KERANGKA PIKIR



Gambar 1. Kerangka Pikir

D. METODE PENELITIAN

1. Metode Penelitian

Peneliti menggunakan metode kualitatif untuk menganalisis fenomena yang ada secara mendalam dengan melakukan observasi, wawancara dan studi pustaka, lalu dipaparkan dengan narasi. Selain itu, peneliti menggunakan metode ini dikarenakan data yang ada sesuai dengan metode ini, jika menggunakan kuantitatif, peneliti memiliki keterbatasan data.

2. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di atas kapal MV. Lumoso Damai yang merupakan salah satu kapal milik PT. Lumoso Pratama Line. Dengan rentang waktu dari tanggal 10 Agustus 2023 hingga 12 Agustus 2024.

3. Sumber Data Penelitian

a. Sumber data primer

Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari sumber aslinya atau sumber pertama. Data ini dikumpulkan melalui narasumber atau responden, yakni individu yang dijadikan objek penelitian untuk memperoleh informasi atau data yang dibutuhkan (Angreni & Susanti, 2024). Dengan demikian, data primer dalam penelitian ini diperoleh melalui wawancara yang dilakukan peneliti dengan narasumber yang memiliki kompetensi dan pengalaman di bidangnya, khususnya mengenai *boiler*.

b. Sumber data sekunder

Analisis data sekunder merupakan proses pengumpulan dan pengolahan data yang bersumber dari pihak lain, bukan data yang diperoleh langsung oleh peneliti (Arfandi dkk., 2024). Umumnya, data sekunder telah disusun dan diolah menggunakan metode statistik. Meskipun tidak dapat dijadikan tolak ukur utama dalam menilai kualitas penelitian, data ini berfungsi sebagai pelengkap terhadap data primer. Data sekunder juga dapat diperoleh dari berbagai sumber seperti laporan, basis data, dan publikasi ilmiah.

4. Teknik Pengumpulan Data

Adapun teknik-teknik pengumpulan data yang dapat digunakan meliputi *observation* (pengamatan), *interview* (wawancara), dokumentasi, serta studi pustaka. Pemilihan teknik yang tepat harus disesuaikan dengan tujuan penelitian, karakteristik objek yang diteliti, serta sumber daya yang tersedia.

a. Observasi

Observasi adalah metode pengumpulan data yang dilakukan secara langsung dalam jangka waktu tertentu, yang didasarkan pada fakta situasi saat itu. Terdapat dua cara untuk melakukan observasi, yaitu observasi partisipatif dan non-partisipatif. Dalam observasi partisipatif, pengamat secara aktif terlibat dalam kegiatan yang sedang berlangsung, sedangkan dalam observasi non-partisipatif, pengamat hanya berfungsi sebagai penonton yang mengamati kegiatan tanpa terlibat secara langsung.

b. Wawancara

Menurut (Sugiyono, 2017), wawancara adalah teknik pengumpulan data yang digunakan saat peneliti ingin melakukan studi pendahuluan guna mengidentifikasi permasalahan yang akan diteliti. Teknik ini juga digunakan untuk memperoleh informasi mendalam dari responden, terutama jika jumlah responden relatif sedikit.

c. Dokumentasi

Menurut Sugiyono (2022), dokumentasi adalah teknik pengumpulan data yang melengkapi observasi dan wawancara dalam penelitian kualitatif. Dokumentasi, berupa dokumen tertulis, karya, atau gambar, memberikan informasi rinci dan objektif serta memperkuat validitas temuan dengan bukti fisik.

d. Studi Pustaka

Metode studi pustaka merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan secara menyeluruh dengan merujuk pada berbagai sumber teori, seperti buku, jurnal ilmiah, karya tulis akademik, atau referensi lain yang berkaitan dengan permasalahan yang sedang diteliti.

5. Teknik Analisis Data Kualitatif

Dikutip dari buku Metode Penelitian Kualitatif yang ditulis oleh Sugiyono (2022) Analisis data merupakan tahapan penting dalam proses penelitian yang bertujuan untuk menafsirkan data yang telah dikumpulkan. Penelitian ini menggunakan teknik analisis data Miles dan Huberman yang terdiri dari empat tahap :

a. Data Collection (Pengumpulan Data)

Menurut Sugiyono (2022), teknik pengumpulan data meliputi observasi, wawancara mendalam, dan dokumentasi yang dilakukan intensif dalam jangka waktu lama untuk memperoleh data yang kaya dan beragam.

b. Data Reduction (Reduksi data)

Reduksi data dilakukan dengan merangkum, menyaring, dan mengelompokkan data lapangan ke dalam transkrip wawancara dan tabel observasi, lalu memilih data relevan terkait pembakaran boiler burner untuk dianalisis secara tepat..

c. Data Display (Penyajian Data)

Menurut Sugiyono (2022), data disajikan secara naratif melalui uraian, bagan, atau flowchart untuk mempermudah identifikasi masalah. Data yang telah direduksi kemudian disusun deskriptif

menggambarkan hasil dan tindakan terkait gagalnya pembakaran *boiler burner*.

d. Conclusion (Kesimpulan)

Menurut Miles dan Huberman, penarikan kesimpulan adalah tahap akhir analisis data untuk menjawab pertanyaan penelitian dengan memaparkan subkategori tema, kutipan verbatim, dan penjelasan komprehensif berdasarkan aspek, komponen, faktor, dan dimensi yang relevan.

E. HASIL PENELITIAN

1. Temuan

Temuan ini merupakan langkah awal dalam mengidentifikasi faktor-faktor penyebab permasalahan pada objek penelitian, yang mengacu pada rumusan masalah yang telah ditetapkan sebelumnya. Selain itu, temuan ini juga memuat analisis terhadap dampak dari permasalahan yang telah terjadi serta langkah-langkah pencegahan yang direncanakan guna mencegah terulangnya permasalahan serupa yang dapat mengganggu operasional kapal.

a. Penyebab gagalnya pembakaran pada *boiler burner*

Peneliti menemukan kegagalan pembakaran *boiler* di pelabuhan, di mana sistem otomatis berhenti pada tekanan 0,43 MPaG (di bawah normal 0,69 MPaG) dan muncul alarm *ignition fail* di ruang kontrol. Peneliti dan masinis 3 lalu memeriksa *boiler burner* dan mengidentifikasi beberapa faktor penyebab kegagalan yang diuraikan sebagai berikut :

1) Kotornya *Diffuser* pada *Burner*

Pada sistem pembakaran *boiler burner*, *diffuser* mengatur aliran udara agar tercampur merata dengan bahan bakar. Jika *diffuser* kotor oleh jelaga atau residu, aliran udara terganggu, pencampuran tidak optimal, nyala api gagal terbentuk, dan sistem memicu alarm *ignition fail*.



Gambar 2. *Diffuser* Kotor

2) Kotornya *nozzle* pada *main burner*

Nozzle berfungsi mengabutkan bahan bakar agar tercampur efisien dengan udara. Jika kotor akibat endapan karbon atau residu, pola semprotan terganggu dan tekanannya menurun, sehingga pembakaran tidak optimal, nyala api tidak stabil, dan efisiensi menurun.



Gambar 3. *Nozzle* pada *main burner*

- 3) *Electric heater* tidak bekerja secara maksimal
Electric heater berfungsi menaikkan suhu bahan bakar agar viskositas sesuai standar pembakaran. Penumpukan kerak pada permukaan heater menghambat transfer panas sehingga suhu bahan bakar rendah, viskositas meningkat, aliran ke *nozzle* tidak stabil, *atomisasi* terganggu, pembakaran tidak sempurna, dan memicu kegagalan pembakaran.



Gambar 4. Kotornya *Electric Heater*

- 4) Gagalnya bunga api (ignition) pada electrode
 Pembentukan bunga api pada electrode berperan penting dalam pembakaran. Jarak *electrode* yang tidak sesuai, *electrode* aus atau kotor dapat menghambat percikan api, sehingga bahan bakar tidak menyala, memicu kegagalan penyalan (*ignition fail*), dan pembakaran otomatis terhenti sebagai pengaman.



Gambar 5. *Electrode Boiler Burner*

- 5) Menurunnya tekanan pada pompa bahan bakar
 Pompa bahan bakar menyalurkan bahan bakar dengan tekanan sesuai agar pengabutan di *nozzle* optimal. Tekanan rendah menyebabkan atomisasi tidak sempurna, campuran udara-bahan bakar tidak seimbang, dan pembakaran tidak sempurna. Hasil pengecekan menunjukkan tekanan F.O pump normal, yaitu 0,2 MPa sesuai *manual book*.
- b. Dampak yang di timbulkan dari penyebab kegagalan pembakaran.
- 1) Nyala api menjadi tidak stabil
 Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan peneliti selama menjalani praktik laut di atas kapal MV. Lumoso Damai, dampak yang ditimbulkan oleh kotornya Diffuser burner yang kotor adalah nyala api menjadi tidak stabil.
 - 2) Pengabutan bahan bakar kurang sempurna

- 1) Tidak difungsikannya *chemical dosing pump*

Berdasarkan observasi yang peneliti amati, *trouble* pada *chemical dosing pump* yang dimaksud adalah selama peneliti melaksanakan berlayar selama 11 bulan, peneliti tidak pernah melihat ini dioperasikan oleh masinis, jadi peneliti tidak dapat mengetahui penyebab kerusakan yang terjadi pada *chemical dosing pump* ini. Sebaliknya masinis memilih perawatan *evaporator* dengan menggunakan *chemical* secara langsung yang disirkulasikan melalui *sight glass*.

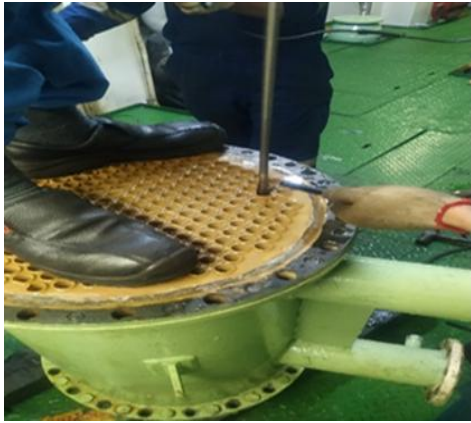
Gambar 6. *Chemical Dosing Pump*

- 2) Tingginya suhu titik didih *fresh water jacket cooling*.

Munculnya *scale* pada evaporator *fresh water generator* disebabkan oleh tingginya suhu titik didih air laut di dalam evaporator. Ketika suhu melebihi batas



penguapan, terjadi pengendapan yang membentuk kerak. Berdasarkan observasi, pengawasan suhu media pemanas kurang optimal sehingga kerap terjadi *temperature shock*, di mana suhu *fresh water jacket cooling* mencapai 80°C, melebihi batas maksimum 60°C sesuai *manual instruction book*. Akumulasi *scale* yang keras ini mengganggu efisiensi perpindahan panas dalam sistem.



Gambar 7. Suhu fw jacket masuk evaporator

yang menyebabkan penumpukan *scale* pada *feed water side evaporator*.

		PT. LUMOSO KARUNIA VIII		TOTAL NUMBER		PAGE	
		WORKING PLAN		SECTION/WORK NUMBER		PAGE	
		REPAIR/REPAIR					
		REPAIR/REPAIR					
SAT 053 - PLAN MAINTENANCE							
Event: KIRI LUMOSO KARUNIA VIII				Month: NOVEMBER 2023			
WORKING PLAN		DATE		REMARKS		WORKING TARGET	
NO	NO	CODE	DATE			NO	State
TITLE							
1	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
2	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
3	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
4	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
5	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
6	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
7	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
8	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
9	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
10	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
11	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
12	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
13	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
14	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
15	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
16	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
17	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
18	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
19	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
20	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
21	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
22	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
23	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
24	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
25	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
26	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
27	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
28	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
29	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
30	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
31	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
32	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
33	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
34	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
35	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
36	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
37	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
38	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
39	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
40	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
41	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
42	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
43	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
44	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
45	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
46	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
47	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
48	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
49	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
50	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
51	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
52	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
53	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
54	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
55	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
56	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
57	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
58	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
59	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
60	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
61	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
62	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
63	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
64	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
65	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
66	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
67	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
68	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
69	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
70	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
71	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
72	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
73	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
74	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
75	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
76	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
77	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
78	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
79	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
80	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
81	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
82	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
83	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
84	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
85	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
86	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
87	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
88	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
89	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
90	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
91	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
92	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
93	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
94	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
95	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
96	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
97	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
98	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
99	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE
100	1502	22.7		Use Descaler (V)		WT	COMPLETE

Gambar 8. Batas suhu evaporasi 45-65°C

3) Kurangnya perhatian terhadap perawatan *fresh water generator*

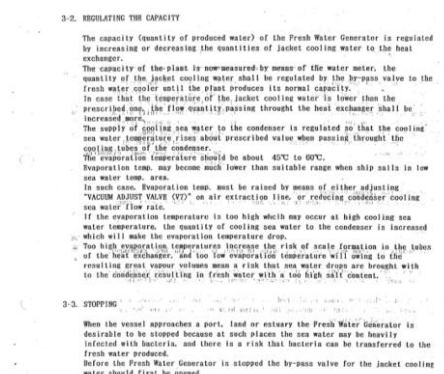
Perhatian terhadap perencanaan perawatan mesin sangat penting untuk menjaga kinerja optimal dari mesin. Perhatian terhadap perencanaan perawatan mesin sangat penting untuk menjaga kinerja optimal dari mesin tersebut. observasi peneliti selama praktik di laut menunjukkan bahwa *evaporator* berada dalam kondisi kurang optimal akibat pengabaian terhadap perencanaan perawatan. Peneliti mengamati bahwa masinis masih mengabaikan perawatan *descaling* dengan cara menggunakan *chemical descaler* pada *evaporator*. Ini merupakan salah satu faktor

Gambar 9. Adanya penundaan PMS

c. Upaya yang dilakukan untuk mengatasi timbulnya *scale* pada *feed water side evaporator fresh water generator* di MV. Lumoso Karunia VIII?

Penanganan *scale* pada *feed water side evaporator* dilakukan melalui proses *descaling*. Penumpukan *scale* pada tube evaporator menghambat proses perpindahan panas, sehingga produksi air tawar menurun. Jika penyumbatan terjadi, pembersihan manual harus dilakukan karena endapan garam keras tidak dapat dibersihkan dengan *chemical descaler*. Berdasarkan pengalaman peneliti, proses pembersihan menggunakan bor listrik memerlukan waktu hingga 4 hari akibat kerasnya endapan yang menyumbat. Pembersihan *scale* ini diharapkan mampu memulihkan kinerja perpindahan panas antara *fresh water cooling jacket* dan *feed water evaporator*.

Gambar 10. Kondisi *evaporator* sebelum dibersihkan



Gambar 11. *Descaling evaporator*
menggunakan bor listrik
Gambar 12. Hasil *scale evaporator*



Gambar 13. Kondisi evaporator setelah dibersihkan

d. Langkah pencegahan untuk menghindarnya timbulnya *scale* pada *feed water side evaporator* *fresh water generator*?

Permasalahan *scale* pada evaporator *fresh water generator* memerlukan tindakan pencegahan cepat untuk menghindari penurunan kinerja. Peneliti bersama masinis melakukan upaya pencegahan melalui perawatan rutin menggunakan *chemical descaler* dengan metode *submerged cleaning*, yaitu memasukkan *chemical* melalui *sight glass*. Prosedur pembersihan terdiri dari beberapa tahapan:

- 1) Persiapan: Pastikan unit dalam kondisi mati dan dingin, siapkan *Descaler HD*, selang, dan corong.
- 2) Pencampuran: Larutan *Descaler HD* dicampur dengan konsentrasi 5–15% sesuai tingkat kerak, dengan pemantauan ketat oleh Masinis 3.
- 3) Pembersihan: Campuran dimasukkan ke evaporator dan dipanaskan maksimal 60°C. Namun, di MV. Lumoso Karunia VIII, proses pemanasan diganti dengan aliran angin dari kompresor untuk menciptakan sirkulasi, serta dilakukan pengadukan dan penambahan larutan secara berkala. Durasi pembersihan berlangsung 12–16 jam.
- 4) Pembilasan: Limbah dikeluarkan melalui *bottom blow off valves*, kemudian dibilas dengan air bersih selama 30 menit.
- 5) Inspeksi: Pemeriksaan visual dilakukan melalui *sight glass* untuk memastikan *scale* benar-benar bersih sebelum FWG dioperasikan kembali.

Gambar 14. *Chemical Descaler HD*



Gambar 15. Pemberian *chemical* melalui *sight glass*



Gambar 16. *Bottom off Valves* yang dimodifikasi untuk sirkulasi dengan *air pressure*

F. SIMPULAN DAN SARAN

1. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan pada bab-bab sebelumnya mengenai analisis timbulnya scale pada feed water side evaporator fresh water generator, maka peneliti dapat menarik kesimpulan terhadap permasalahan yang diteliti, yaitu:

- a. *Scale* yang muncul pada *evaporator fresh water generator* di MV. Lumoso Karunia VIII disebabkan oleh empat faktor utama, yaitu mencakup perawatan yang tidak sesuai *plan maintenance system*, tidak difungsikannya *chemical dosing pump*, tingginya suhu titik didih *fresh water jacket cooling*, dan kurangnya perhatian terhadap perawatan *fresh water generator*.
- b. Upaya yang dilakukan untuk mengatasi timbulnya *scale* pada *feed water side evaporator fresh water generator* di MV. Lumoso Karunia VIII yaitu dengan melaksanakan pembersihan *scale* atau endapan garam keras menggunakan bor listrik pada *feed water side* guna mengoptimalkan kinerja *evaporator* kembali.
- c. Sebagai langkah pencegahan yang dilakukan untuk menghindari terjadinya *scale* pada *feed water side evaporator fresh water generator* di MV. Lumoso Karunia VIII yaitu dengan *chemical descaler* setelah *fresh water generator* selesai beroperasi dengan menggunakan metode *submerged circulation* yaitu *chemical descaler* langsung dimasukkan melalui *sight glass* pada *evaporator*. Tindakan ini adalah langkah upaya pencegahan untuk mengurangi faktor resiko penumpukan *scale* yang dapat mengganggu kinerja sistem FWG.

2. Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas, adapun saran dari peneliti sebagai berikut:

- a. Penting untuk melaksanakan pemeliharaan dengan baik dan benar sesuai dengan *manual book*, serta menyusun jadwal perawatan agar kondisi *fresh water generator* tetap optimal.
- b. Selalu mengoperasikan *fresh water generator* sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan dalam *manual instruction book*. Hal ini bertujuan untuk mencegah timbulnya kerak (*scale*) di *feed water side evaporator* dan menghindari penurunan produksi pada *fresh water generator*.
- c. Jika menemukan kondisi yang tidak normal selama pengoperasian *fresh water generator* atau mengalami penurunan kinerja, segera laporkan kepada masinis yang bertanggung jawab atau kepada masinis yang sedang menjalankan tugas jaga. Hal ini penting agar pengecekan dan tindakan dapat segera dilakukan jika terjadi masalah.

Saat akan menghentikan pengoperasian *fresh water generator*, sangat penting untuk melakukan proses pendinginan (*cooling down*) dalam durasi yang memadai dan memastikan *evaporator*



- d. benar-benar dingin. Prosedur ini bertujuan untuk menghindari sisa air laut yang tertinggal dalam kondisi panas, karena sisa tersebut dapat mengendap dan membentuk kerak (*scale*) pada *feed water side evaporator*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alida, R., & Fandra, P. (2018). Penanggulangan scale CaCO_3 pada sumur pfl lapangan 26 di pt pertamina ep asset 2 field limau. *Jurnal Teknik Patra Akademika*, 09(02).
- [2] Apriani, N. D., Krisnawati, N., & Fitrisari, Y. (2021). Implementasi Sistem Pendukung Keputusan Dengan Metode SAW Dalam Pemilihan Guru Terbaik. *Journal Automation Computer Information System*, 1(1), 37–45. <https://doi.org/10.47134/jacis.v1i1.5>
- [3] Habibi, R., & Aprilian, R. (2020). Tutorial dan penjelasan aplikasi e-office berbasis web menggunakan metode RAD. *Kreatif Industri Nusantara*, Bandung: Indonesia.
- [4] Hartanto Hartanto, Agus Tjahjono, Okvita Wahyuni, Edi Wibowo (2020). Factors Affecting the Performance of *Fresh water generator* in Merchant Vessel: *TEM Jurnal*.
- [5] Iswansyah, I., Sirman, M., & Ma'arif, S. (2022). Analisis Menurunnya Produksi Air Tawar Pada Fresh Water Generator Di Kapal MT. *Bull Kalimantan. Jurnal Venus*, 9(2), 110-116. <https://doi.org/10.48192/vns.v9i02.442>
- [6] KaranC. (2021). *Converting Seawater to Freshwater on a Ship: Fresh Water Generator Explained*. Marine Insight. <https://www.marineinsight.com/guidelines/converting-seawater-to-freshwater-on-a-ship-fresh-water-generator-explained/>
- [7] *Manual Instruction Book Sasakura Fresh water generator type KM-20 Series* (2010)
- [8] MP, A., Ridwan, M., & Siahaan, R. Y. (2023). Efforts To Sustain Fresh Water Production in Order to Improve The Performance of Fresh Water Generator On The Mt. Rubra. *Int. J. Adv. Multidiscip*, 2(2), 612-615.
- [9] Sugiyono, P. D. (2019). *Metode Penelitian Pendidikan: Kuantitatif, Kualitatif, Kombinasi, R&D dan Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.
- [10] Sugiyono. (2021). *Metodologi Penelitian Kualitatif. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif Dan R&D*

