

## ANALISIS MASUKNYA AIR KE DALAM FURNACE PADA AUXILIARY BOILER PADA KAPAL

**Agus Andriyanto**  
UNIMAR AMNI SEMARANG

**Lilin Hermawati**  
UNIMAR AMNI SEMARANG

**Purwanto**  
UNIMAR AMNI SEMARANG

*Korespondensi penulis:* [agusandriyanto1828@yahoo.com](mailto:agusandriyanto1828@yahoo.com)

**Abstract.** A boiler must be strong enough to work safely at a certain pressure, so it needs to be equipped with safety planes. The engineer on board has a demand to routinely carry out maintenance on auxiliary boilers by adhering to the manual book that has been made by the maker. Based on experience while sailing on one of the ships, it was found that the auxiliary boiler was operating and releasing pressurized steam which was useful for meeting the steam needs on board. The sound of the alarm after being checked on the auxiliary boiler panel, it turns out that the alarm appears on flame failure and the lowest water level, while the feed pump is operating normally and is still filling water into the auxiliary boiler. This research was conducted to determine the factors that can cause water to enter the furnace, to determine the impact that can occur if water enters the furnace and to find out the steps that can be taken to overcome the entry of water into the furnace. This research method uses qualitative methods. Source of data obtained from primary data and secondary data. Data collection techniques used are interviews, observation, and documentation. Data analysis techniques used are fishbone diagrams and USG. The results showed that the entry of water into the auxiliary boiler was caused by cracks in the furnace wall. The resulting impact is the disruption of the combustion process in the furnace and damage to burner components. The effort that can be done is to weld the cracked walls of the furnace so that water does not enter the furnace.

**Keywords:** *Fishbone, Auxiliary Boiler, USG.*

**Abstrak.** Sebuah ketel uap harus cukup kuat supaya dapat bekerja dengan aman pada tekanan tertentu, sehingga perlu dilengkapi pesawat-pesawat keamanan. Masinis di atas kapal mempunyai tuntutan agar secara rutin melakukan perawatan pada ketel uap bantu dengan berpegangan pada manual book yang sudah dibuat *maker*. Berdasarkan pengalaman saat berlayar di salah satu kapal ditemukan suatu kejadian bahwa *auxiliary boiler* beroperasi serta mengeluarkan uap bertekanan yang berguna untuk kecukupan kebutuhan uap di atas kapal. Bunyi pada alarm yang setelah diperiksa pada panel *auxiliary boiler*, ternyata alarm muncul pada *flame failure* dan *lowest water level*, sedangkan *feed pump* beroperasi normal serta masih dalam keadaan mengisi air ke dalam *auxiliary boiler*. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui faktor yang dapat mengakibatkan air masuk ke dalam *furnace*, mengetahui dampak yang dapat terjadi jika air masuk ke dalam *furnace* serta mengetahui langkah yang dapat diambil untuk mengatasi masuknya air ke dalam *Furnace*. Metode penelitian ini menggunakan metode kualitatif. Sumber data diperoleh dari data primer maupun data sekunder. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah wawancara, observasi, maupun dokumentasi. Teknik analisis data yang digunakan adalah fishbone diagram dan USG. Hasil penelitian menunjukkan bahwa masuknya air ke dalam *auxiliary boiler* disebabkan oleh retaknya dinding *furnace*. Dampak yang ditimbulkan yaitu terganggunya proses pembakaran di dalam *furnace* serta kerusakan pada komponen-komponen burner. Upaya yang dapat dilakukan adalah dengan mengelas bagian dinding *furnace* yang retak agar air tidak masuk ke dalam *furnace*.

**Kata kunci:** *Fishbone*, Ketel Uap, *USG*.

## LATAR BELAKANG

Sekarang banyak kapal yang sudah tidak memakai ketel uap induk untuk penghasil uap yang dapat berguna sebagai tenaga mesin penggerak utamanya, walaupun penggunaannya masih sangat dibutuhkan. Ketel uap menghasilkan tenaga uap yang sangat besar sehingga bisa dapat berguna untuk penunjang kelancaran operasi kapal, sehingga penggunaannya agak berubah, yang tadinya berguna untuk tenaga penggerak *main engine* (turbin uap), sedangkan saat ini berguna untuk penunjang kelancaran pengoperasian kapal. Spesifik pada pengoperasian kapal tersebut dapat digunakan sebagai pemanas ruangan, pemanas tangki bahan bakar, pemanas *galley* (dapur), dan digunakan untuk motor dari mesin-mesin bantu. Perubahan kegunaan ini dapat diakibatkan karena bentuk dan instalasi dari ketel uap yang relative besar sehingga diperlukan tempat yang agak besar. Menggunakan ketel uap induk maka dapat dilakukan efisiensi terhadap ruangan-ruangan yang terdapat pada kapal. (Taher, 2018).

Agar dapat menunjang operasional kapal perlu adanya kebutuhan uap bertekanan yang mencukupi. Uap bertekanan hanya dapat diperoleh maksimal jika kerja dari ketel uap bantu dapat berjalan dengan baik dan normal. Pemahaman pada pesawat ketel uap bantu yang secara khusus terhadap komponen yang rentan bocor serta terkena korosi sehingga dapat mengganggu kerja dari ketel uap bantu dan pesawat bantu yang memerlukan uap agar dapat menunjang kinerja pesawat bantu serta dapat berpengaruh terhadap operasional kapal. Ketel uap bantu perlu tetap pada kondisi yang baik agar bisa berjalan secara maksimal. Adapun kapasitas air didalam bejana/ketel agar dapat menghasilkan uap biasanya jumlahnya adalah 500 liter. Sedangkan ketel uap tersebut harus berbentuk sebuah bejana tertutup yang dapat membentuk uap dengan tekanan lebih dari satu atmosfer (1 atm). Standar aman pH air boiler adalah 9,5-11,5 serta air umpan boiler yang ditempatkan pada tangki penampungan mempunyai pH 6-9. Sebuah ketel uap harus cukup kuat supaya dapat bekerja dengan aman pada tekanan

tertentu, sehingga perlu dilengkapi pesawat- pesawat keamanan. Masinis yang berada di atas kapal mempunyai tuntutan agar secara rutin melakukan perawatan pada ketel uap bantu (*auxiliary boiler*) dengan berpegangan pada manual book yang sudah dibuat *maker*.

Perawatan yang bisa dilakukan diantaranya adalah perawatan terhadap furnace (tungku bakar) yang mutlak untuk dilakukan agar tidak terjadi masalah pada furnace serta tidak terjadi gangguan dalam proses pembakaran bahan bakar sehingga produksi uap dari ketel uap bantu dapat berjalan secara optimal. Sebaliknya jika furnace tidak dilakukan perawatan dengan baik dan terencana maka dikhawatirkan dapat mengganggu proses pengoperasian kapal (Raharjo, 2017).

Berdasarkan pengalaman saat berlayar di salah satu kapal ditemukan suatu kejadian bahwa *auxiliary boiler* beroperasi serta mengeluarkan uap bertekanan yang berguna untuk kecukupan kebutuhan uap di atas kapal. Bunyi pada alarm yang setelah diperiksa pada panel *auxiliary boiler*, ternyata alarm muncul pada *flame failure* dan *lowest water level*, sedangkan *feed pump* beroperasi normal serta masih dalam keadaan mengisi air ke dalam *auxiliary boiler*. Masinis yang bertugas saat itu adalah mereset alarm yang kemudian dilakukan pengoperasian ulang secara manual. Selang beberapa waktu setelah *auxiliary boiler* berjalan kembali muncul bunyi alarm kembali serta terdapat asap putih yang keluar melalui sela-sela packing yang menyambungkan dengan *burner* dan dinding *auxiliary boiler*, selain itu asap juga muncul pada cerobong asap. Masinis yang bertugas setelah ada peristiwa tersebut adalah memadamkan power listrik yang masuk ke dalam panel *auxiliary boiler* serta memberikan kabar terhadap KKM mengenai peristiwa tersebut agar mendapatkan solusi serta tindakan yang semestinya dilakukan pada saat itu juga. Kemudian KKM memberikan perintah untuk melepaskan *burner* yang setelahnya masinis empat yang sedang bertugas saat itu mengecek kembali ke dalam *furnace* dengan bantuan senter sebagai penerangan. Pengecekan yang dilakukan, ternyata terdapat cukup banyak genangan air yang terdapat di dalam *furnace* pada *auxiliary boiler*.

Berdasarkan uraian diatas, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui faktor yang dapat mengakibatkan air masuk ke dalam *furnace* pada *Auxiliary Boiler* di

Kapal, mengetahui dampak yang dapat terjadi jika air masuk ke dalam *furnace* yang terdapat pada *Auxiliary Boiler* di Kapal, serta mengetahui langkah yang dapat diambil untuk mengatasi masuknya air ke dalam *Furnace* pada *Auxiliary Boiler* pada Kapal.

## **KAJIAN TEORITIS**

Ketel uap menurut Djokosetyardjo (2003) merupakan suatu bejana tertutup yang bisa menghasilkan uap bertekanan lebih dari 1 atmosfer, caranya yaitu melakukan pemanasan air ketel yang terdapat di dalamnya dengan gas-gas panas hasil pembakaran dari bahan bakar.

Berikut ini adalah beberapa peraturan yang ada dalam undang-undang uap, yang mana setiap ketel uap harus sesuai dengan syarat-syarat sebagai berikut (Kardjono, 1986):

1. Ketel uap pada waktu tertentu harus bisa menghasilkan uap dengan berat tertentu dengan lebih dari 1 atmosfer.
2. Uap yang diperoleh harus dengan kadar air yang paling sedikit mungkin.
3. Jika menggunakan alat pemanas lanjut, maka pemakaian uap yang tidak teratur, suhu uap tidak diperbolehkan untuk berubah terlalu banyak serta harus bisa diatur secara mudah.
4. Saat waktu olah gerak kapal yang mana pemakaian uap tidak tetap (seingkali berubah) maka tekanan tidak dapat berubah banyak.
5. Uap harus bisa dibentuk dengan jumlah bahan bakar yang serendah mungkin.

## **METODE PENELITIAN**

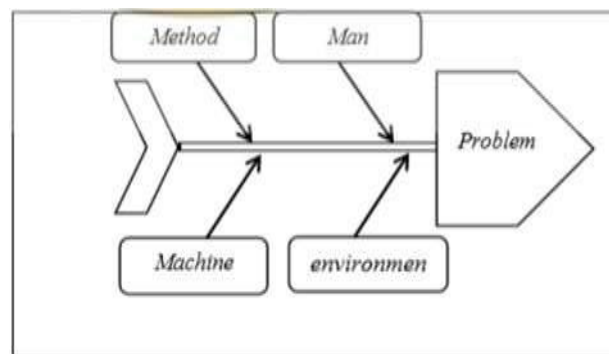
Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah deskriptif kualitatif. Penelitian deskriptif kualitatif bertujuan untuk mendeskripsikan serta menggambarkan fenomena-fenomena yang ada, baik bersifat alamiah ataupun rekayasa manusia, yang lebih memperhatikan karakteristik, kualitas serta keterkaitan antar kegiatan. Teknik analisis data yang digunakan pada penelitian ini diantaranya adalah sebagai berikut:

1. *Fishbone Diagram*

Cara ini adalah salah satu teknik dari analisis data yang berguna untuk mengidentifikasi penyebab permasalahan atau biasa disebut sebagai diagram sebab

akibat. Bentuk diagram ini mirip seperti tulang ikan yang kepalanya moncong menghadap kanan. Menggambarkan akibat ataupun dampak dari suatu permasalahan dengan berbagai penyebabnya. Akibat atau efek dapat digambarkan dengan moncong ikan tersebut. Adapun duri-duri dari ikan dapat menggambarkan sebab-sebab yang dapat disesuaikan dengan faktor penyebabnya. Pendekatan yang dapat digunakan pada penelitian ini yaitu *man*, *method*, *machine*, serta *environment*.

Beberapa tahapan dalam pembuatan fishbone diagram yaitu pertama dilakukan identifikasi masalah yang sebenarnya ataupun yang sedang dialami. Telah ditemukan lalu digambarkan yang berbentuk segitiga seperti kepala ikan. Masalah tersebut nantinya dapat menjadi pusat perhatian pada saat pembuatan *fishbone* diagram. Melakukan identifikasi terhadap faktor-faktor utama yang dapat menyebabkan terjadinya masalah tersebut. Faktor ini nantinya dapat menjadi penyusun tulang utama *fishbone diagram*. Penyebab dari masing-masing faktor akan digambarkan sebagai tulang kecil yang terdapat pada tulang utama. Sedangkan langkah paling akhir yaitu melakukan analisa dari diagram yang telah dibuat. Hasil analisa tersebut nantinya bisa dicarikan solusi agar dapat menyelesaikan akar masalahnya.



**Gambar 1 Fishbone Diagram**

## 2. USG (*Urgency Seriousness Growth*)

Metode USG adalah satu diantara banyak cara dalam menetapkan urutan prioritas masalah yang dapat dilakukan dengan metode *scoring*. Hal ini dilakukan dengan mempertimbangkan urgensi dari masalah, keseriusan dalam menghadapi masalah, serta kemungkinan berkembangnya masalah menjadi semakin besar. Data

--	--

kualitatif perlu adanya proses lebih lanjut dengan mempertimbangkan skala kepentingan. Skala yang biasa digunakan agar dapat mengubah data tersebut yaitu dengan skala interval likert. Skala interval likert yang digunakan pada penelitian ini dapat digambarkan sebagai berikut:

**Tabel 1 Skala Likert**

Skor	Keterangan
5	Sangat Penting
4	Penting
3	Netral
2	Tidak Penting

1 Sangat Tidak Penting

Metode USG pada saat digunakan dalam menentukan prioritas masalah dilaksanakan jika peneliti dirasa siap untuk mengatasi masalah yang ada. Hal yang perlu sangat diperhatikan yaitu aspek yang terjadi pada *furnace* dan *auxiliary boiler* serta aspek yang terdapat pada kondisi lingkungan sekitar. Metode USG dapat dijalankan dengan bantuan semua anak buah kapal yang bisa dianggap paham serta mampu dalam menghadapi permasalahan tersebut. Matriks USG yang dihasilkan merupakan gabungan nilai dari semua faktor pembanding serta mengurutkan sesuai dengan jumlah penilaian. Jumlah nilai yang paling besar adalah hasil prioritas dari semua faktor permasalahan yang ada.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Saat melakukan penelitian diatas kapal ditemukan suatu kejadian dimana terdengar bunyi alarm yang terdapat pada panel *auxiliary boiler*. Kejadian itu terjadi saat kapal sedang berlayar. *Auxiliary boiler* diduga mengalami kegagalan pembakaran

atau *flame failure* serta *lowest water level* sehingga mengakibatkan adanya penurunan produksi uap bertekanan yang ditandai dengan ciri-ciri sebagai berikut:

1. Penurunan tekanan uap secara drastis.
2. Adanya genangan pada furnace / tungku bakar.
3. Keluar *alarm flame failure* dan *lowest water level*.
4. Muncul Asap putih pada cerobong asap serta sela-sela *packing* antara dinding *auxiliary boiler* dengan *burner*.

Faktor penyebab adanya kerusakan yang terjadi terhadap *auxiliary boiler* dapat diuraikan sesuai dengan variabel tulang ikan.

1. Faktor Mesin

Faktor mesin sendiri dapat diuraikan kedalam beberapa alasan diantaranya adalah sebagai berikut:

- a. Tidak sempurnanya pengabutan bahan bakar pada *nozzle burner* Ditemukan adanya suatu masalah yaitu bahan bakar tidak bisa mengabut secara sempurna dan menyebabkan sisa bahan bakar yang tidak terbakar terkumpul di dasar *furnace*. Selain itu juga dapat menyebabkan kenaikan suhu di dalam *furnace* pada saat proses pembakaran karena sisa bahan bakar ikut terbakar dan menjadi bara api.
- b. Retaknya dinding *furnace*.

Masuknya air ke dalam *furnace* di sebabkan akibat retaknya dinding *furnace*. Air yang ada di dalam *auxiliary boiler* masuk ke dalam *furnace* melalui celah retakan pada dinding *furnace*. Retakan pada dinding *furnace* yang menghubungkan antara *furnace* dengan cerobong asap atau *funnel* disebabkan oleh pemuaian dinding *furnace*. Kekuatan bahan logam dinding *furnace* yang sudah berkurang akibat dari usia bahan yang sudah tua dan pengkeroposan bahan akibat korosi yang terjadi antara dinding *furnace* dengan air *boiler* sehingga pada titik pemuaian bahan tertinggi. Bahan tidak akan dapat menahan lagi sehingga dapat mengakibatkan keretakan. Retakan tersebut nantinya dapat menyebabkan air yang ada di dalam *boiler* masuk ke da dalam *furnace* atau tungku bakar yang sangat fatal akibatnya bagi perngoperasian *auxiliary boiler*.

c. Pemuaian terhadap dinding *furnace*.

*Auxiliary boiler* terdapat *furnace* atau tungku bakar yang berguna sebagai dapur pembakaran bahan bakar untuk memanaskan air yang ada di dalam *auxiliary boiler*. Di dalam *furnace* terjadi pembakaran bahan bakar yang sangat panas suhu di dalam *furnace* bisa mencapai 350° celcius. Berdasarkan hasil observasi dan pengamatan yang dilakukan penulis terjadi pemuaian bentuk terhadap dinding *furnace*.

2. Faktor Manusia

Faktor manusia pada kejadian kebocoran yang terjadi karena kelalaian dari *Engineer* untuk melakukan perawatan terhadap *burner*. Dari segi *quality* manusia pengecekan dan pembersihan bagian-bagian *auxiliary boiler* yang dihiraukan terutama bagian *furnace* atau tungku bakar dan *burner*. Perawatan dan pembersihan berkala harus dilakukan sesuai PMS untuk menghindari korosi dan pengabutan bahan bakar yang tidak sempurna pada *burner* yang akan mengakibatkan penumpukan sisa bahan bakar di dasar *furnace* yang tidak terbakar saat proses pembakaran. Perawatan jika tidak dilakukan akan berdampak pada retaknya dinding *furnace* sehingga menambah pekerjaan dari crew kapal yang bertugas. Sedangkan dilihat dari sisi lain yaitu dari segi *quantity* manusia tidak terdapat permasalahan. Berdasarkan seluruh informasi yang telah diuraikan dapat dikatakan bahwa faktor keretakan yang terjadi pada dinding *furnace* disebabkan karena kelalaian seorang *engineer*.

**Tabel 2 Log book Perawatan dan pembersihan Bulanan auxiliary boiler**

Item	Agu stus 2021	Septe mber 2021	Okto ber 2021	Novem ber 2021	Desem ber 2021	Janu ari 2022	Febru ari 2022
Perawatan dan Pembersihan <i>furnace</i>	26 Agu stus	-	-	3 Novem ber	-	-	-



Perawatan <i>Burner</i>	7 Agu stus	-	-	23 Nover mber	-	-	-
----------------------------	------------------	---	---	---------------------	---	---	---

Sedangkan untuk schedule perawatan bulanan auxiliary boiler sesuai dengan ketentuan *Instruction manual book auxiliary boiler* dapat digambarkan sebagai berikut:

AUX. BOILER	MAINTENANCE OF BOILER OUTSIDE	
Maintenance Item & Maintenance Interval	a. Check of furnace inside	once/month
	b. Check of smoke box	once/month
	c. Steam leak from pressure joint	All time

**Gambar 2 Instruction manual book auxiliary boiler**

Masuknya air yang disebabkan oleh retaknya dinding *furnace* dapat terjadi karena kelalaian dari seorang *engineer* dalam melakukan perawatan bulanan pada *furnace* tidak sesuai *manual book*.

### 3. Faktor Metode

kebocoran yang terjadi karena tidak dilakukannya pengetesan pH dan *alkalinity* air *boiler* secara berkala. Pentingnya kualitas air pada air *boiler* harus sangat diperhatikan serta dan dijaga nilai pH dan *alkalinity* karena pada *boiler* air sangat berpengaruh pada kondisi dari *auxiliary boiler*. Apabila kualitas air *boiler* tidak sesuai dengan spesifikasi air *boiler* serta sesuai dengan *instruction manual book* maka akan berakibat fatal pada bagian-bagian *auxiliary boiler*, karena pada *auxiliary boiler* banyak menggunakan bahan dari logam dan apabila kualitas air *boiler* tidak sesuai dengan spesifikasi di *instruction manual book* maka akan mempercepat laju korosi terhadap bagian-bagian *auxiliary boiler* dan memperpendek usia dari *auxiliary boiler*.

### 4. Faktor Lingkungan

Adapun faktor lingkungan pada kejadian kebocoran yang terjadi karena korosi pada dinding *furnace* dengan air *boiler*. Terlihat dari kondisi dinding *furnace* sebagai berikut:



**Gambar 3 Kondisi dinding furnace**

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan terhadap *fourth engineer* didapatkan informasi bahwa retaknya dinding *furnace* akibat dari korosi antara dinding *furnace* dengan air *boiler*.

Adapun dampak dari masuknya air ke dalam *furnace* pada *auxiliary boiler* di kapal dapat dibedakan menjadi beberapa faktor yang dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Faktor Mesin

Adapun dampak dari faktor mesin dapat dibedakan kedalam beberapa sebab yang dapat diuraikan sebagai berikut:

a. Kegagalan pembakaran (*flame failure*)

Masuknya air ke dalam *furnace* akan mengakibatkan kegagalan pembakaran pada *burner*. Hal ini akan mempengaruhi kinerja dari *auxiliary boiler*.

b. Rusaknya komponen-komponen *burner*

Masuknya air ke dalam *furnace* akan berdampak pada rusaknya komponen-komponen pada *burner* sehingga dapat mempengaruhi kinerja dari *auxiliary boiler*.

c. Munculnya asap putih pekat pada cerobong

Apabila air masuk ke dalam *furnace* pada saat *furnace* masih bersuhu tinggi maka air akan menguap dan semakin banyak volume air yang masuk ke dalam *furnace* juga akan bertambah banyak uap yang dihasilkan maka

dari itu asap putih pekat yang keluar dari cerobong asap adalah uap yang ada di dalam *furnace*.

## 2. Faktor Manusia

Kelalaian seorang *engineer* dalam melakukan perawatan dan pembersihan *furnace* serta perawatan pada *burner* akan berdampak kerusakan-kerusakan bagian *auxiliary boiler* yang lain dan itu akan mengganggu kerja dari *auxiliary boiler*.

## 3. Faktor Metode

Terdapat perbedaan antara spesifikasi air boiler menurut *instruction manual book* dengan hasil pengetesan air boiler. Hal tersebut sudah menyalahi intruksi *manual book* yang dapat mempercepat laju korosi pada bagian-bagian *auxiliary boiler*.

## 4. Faktor Lingkungan

Masuknya air ke dalam *furnace* yang disebabkan oleh adanya korosi pada dinding *furnace* dapat mengakibatkan kekuatan logam menjadi berkurang.

Adapun beberapa upaya yang dapat dilakukan agar dapat mencegah dan mengatasi agar air tidak masuk ke dalam *furnace* pada *auxiliary boiler* di kapal dapat dibedakan sesuai faktor-faktor yang sudah dikelompokkan sesuai metode *fishbone analysis*. Adapun beberapa upaya tersebut antara lain adalah:

### 1. Upaya dari Faktor Mesin

Upaya-upaya tersebut dapat diuraikan sebagai berikut:

#### a. Tidak sempurnanya pengabutan bahan bakar pada *nozzle burner*

Adapun cara untuk mencegah tidak sempurnanya pengabutan bahan bakar pada *nozzle burner* yaitu dengan cara perawatan dan penggantian *nozzle* pada *burner*.

#### b. Pemuaiian terhadap dinding *furnace*

Adapun cara untuk mencegah pemuaiian terhadap dinding *furnace* yaitu dengan cara melakukan pembersihan dan perawatan pada *furnace* secara berkala. Hal ini dilakukan agar dinding *furnace* tidak memuai karena suhu di dalam *furnace* terlalu panas akibat banyaknya sisa bahan bakar di dasar *furnace* yang tidak terbakar dan menjadi bara api di dalam *furnace*

saat terjadi proses pembakaran.

c. Retaknya dinding *furnace*

Adapun cara untuk mencegah retaknya dinding *furnace* diantaranya adalah dengan melakukan pengelasan pada bagian dinding *furnace* yang retak. Diharapkan setelah dilakukan pengelasan pada retakan dinding *furnace* maka air tidak masuk ke dalam *furnace* dan kinerja dari *auxiliary boiler* menjadi maksimal.

2. Upaya dari Faktor Manusia

Adapun cara untuk mengatasi kelalaian seorang *engineer* yaitu dengan membuat *table schedule maintenance* auxiliary boiler yang ditanda tangani oleh kepala kamar mesin (KKM). prosedur perawatan yang benar sesuai PMS dapat menghindari kerusakan pada auxiliary boiler.

3. Upaya dari Faktor Metode

Adapun upaya yang dapat dilakukan karena tidak dilakukannya pengetesan pH dan *alkalinity* air *boiler* secara berkala yaitu alat pengetesan pH dan *alkalinity* harus disuply secara berkala dari perusahaan agar *engginer* dapat melakukan pengetesan pH dan *alkalinity* air *boiler* secara berkala dan tidak mempercepat laju korosi pada komponen-komponen *auxiliary boiler* terutama pada dinding *furnace* dengan cara mengetes air *boiler* secara berkala agar kita sebagai *engginer* dapat mengetahui nilai pH dan *alkalinity* pada air *boiler* sehingga kesalahan prosedur tidak dilakukannya pengetesan pH dan *alkalinity* pada air *boiler* dapat diatasi.

4. Upaya dari Faktor Lingkungan

Agar dapat mengatasi faktor lingkungan terjadinya korosi pada dinding *furnace* yaitu dengan cara memberi *chemical boiler water treatment* pada air *boiler* atau mengganti air *boiler* apabila nilai pH dan *alkalinity* pada air *boiler* sudah tidak sesuai dengan spesifikasi air *boiler* pada *manual book*.

ANALISIS MASUKNYA AIR KE DALAM FURNACE PADA AUXILIARY BOILER PADA KAPAL

Subu didalam furnace tinggi

Retaknya dinding furnace

Masuknya air ke dalam furnace pada auxiliary boiler

Pemuaian pada dinding furnace

Terjadinya korosi pada dinding furnace

Tidak dilakukan pengetesan air boiler secara

Tidak adanya alat pengetesan air boiler

Man

Marchine

Method

Environment

#### Gambar 4 Diagram Tulang Ikan Fishbone

Metode USG memberikan manfaat pada penelitian ini yaitu untuk menentukan prioritas masalah masuknya air ke dalam *furnace* pada *auxiliary boiler* di kapal. Adapun dalam penetapan prioritas masalah pada metode USG terbagi menjadi tiga prioritas masalah yaitu *Urgency*, *Seriousness*, dan *Growth*. Adapun hasil penilaian dari tabel prioritas USG dapat digambarkan sebagai berikut:

**Tabel 3 Penilaian Prioritas USG**

No	Permasalahan	Penilaian			Total	Rank
		U	S	G		
1	Pemuaian pada dinding <i>furnace</i>	3	4	3	10	2
2	Retaknya dinding <i>furnace</i>	4	4	4	12	1
3	Tidak dilakukanya pengetesan pH dan <i>alkalinity</i> pada air <i>boiler</i> secara berkala	2	3	2	7	5
4	Terjadinya korosi pada dinding <i>furnace</i>	2	3	3	8	4

5	Kelalaian seorang <i>engginer</i> dalam melakukan perawatan pada <i>burner</i>	3	4	2	9	3
---	--	---	---	---	---	---

Berdasarkan hasil diatas dapat diambil kesimpulan bahwa urutan prioritas masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Retaknya dinding *furnace*
2. Pemuaian pada dinding *furnace*
3. Kelalaian seorang *engginer* dalam melakukan perawatan pada *burner*
4. Terjadinya korosi pada dinding *furnace* tidak dilakukannya pengetesan pH dan *alkalinity* pada air *boiler* secara berkala
5. Tidak dilakukanya pengetesan pH dan *alkalinity* pada air *boiler* secara berkala

Prioritas utama masalah penyebab masuknya air ke dalam *furnace* pada *auxiliary boiler* adalah retaknya dinding *furnace* yang memiliki penilaian sangat penting untuk diselesaikan terlebih dahulu agar masalah tidak bertambah semakin besar.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan semua pembahasan yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Faktor utama yang mengakibatkan masuknya air ke dalam *furnace* pada *auxiliary boiler* pada kapal yaitu adanya retakan pada dinding yang menyebabkan air masuk pada sela-sela retakan ke dalam *furnace*.
2. Adapun dampak masuknya air ke dalam *furnace* pada *auxiliary boiler* di kapal yaitu adanya gangguan pada saat proses pembakaran yang terjadi di dalam *furnace* serta pada komponen-komponen *burner*.
3. Adapun cara untuk menanggulangnya yaitu dengan cara mengelas pada bagian dinding *furnace* yang retak agar air tidak masuk ke dalam *furnace* melalui sela-sela retakan pada dinding *furnace*.

Adapun beberapa saran yang dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Engineer disarankan untuk melakukan perawatan serta pembersihan *furnace* secara rutin setiap bulan agar kebersihan di dalam *furnace* tetap terjaga dan tidak ada sisa-sisa bahan bakar yang ikut terbakar serta menjadi bara api pada saat proses pembakaran. Hal ini akan menaikkan temperature di dalam *furnace*. Selain itu perawatan itu juga berguna agar bahan bakar dapat mengabut dengan sempurna dan tidak menyebabkan adanya sisa bahan bakar di dalam *furnace* yang tidak terbakar karena bahan bakar tidak mengabut dengan sempurna.
2. Enginer diharapkan untuk melakukan pengtesan pH dan *alkalinity* pada air *boiler* secara rutin agar *engineer* dapat mengetahui nilai pH dan *alkalinity* pada air boiler agar tidak menyebabkan korosi pada dinding *furnace* dan melakukan pemberian *chemical boiler water treatment* atau mengganti air *boiler*, agar kualitas air *boiler* dapat terjaga dengan baik dan tidak menyebabkan korosi.

#### DAFTAR REFERENSI

- Djokosetyardjo, IR M J. 2003. *Ketel Uap Cetakan Kelima*. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Fadhilah, Ridho. 2014. *Makalah Ketel Uap*. <https://www.academia.edu> , diakses tanggal 10 Januari 2022.
- Handiyan, Victoria. 2017. *Analisis Penyebab Kegagalan Pembakaran Pada Burner Boiler di Atas Kapal*. Jurnal Dinamika Bahari Vol 8 No 1.
- Kardjono, S A. 1986. *Ketel Uap dan Sistem Tenaga Uap*. Cepu Jawa Tengah.
- Manual Book, 1996, *Composite System Vertical Water Tube Boiler OEVC Type*. Osaka Boiler. Osaka Japan.
- Raharjo, R. K. 2017. *Prioritas Pencegahan Kegagalan Pembakaran pada Boiler di MV. Brussels Bridge*. Prosiding Seminar Bidang Teknika Pelayaran Vol. 7 No 2
- Sugiyono. 2016. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D*. Alfabeta. Bandung
- Taher, M Usemahu. 2018. *Optimalisasi Pengoperasian Boiler dalam Memproduksi Uap untuk Menunjang Pengoperasian Kapal MV Sinar Kutai*. METEOR STIP Marunda. Vol 11 No 2.
- Yulianti, Wida. 2017. *Kurang Optimalnya Pembakaran Pada Auxiliary Boiler yang Menghambat Proses Bongkar Muat di MT Enduro*. Jurnal Dinamika Bahari Vol 8 No 1.