

## **ANALISIS KEGAGALAN PEMBAKARAN PADA KETEL UAP BANTU DI KM. SINAR PALARAN**

**Almukmin<sup>1)</sup>, Jopie Pesulima<sup>2)</sup>, Hasiah<sup>3)</sup>**

Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar  
Jalan Tentara Pelajar No. 173 Makassar, Kode pos. 90172  
Telp. (0411) 361697975; Fax (0411) 3628732  
E-mail: [pipmks@pipmakassar.com](mailto:pipmks@pipmakassar.com)

### **ABSTRAK**

Penelitian ini dilaksanakan ketika penulis melaksanakan prala di atas kapal KM. Sinar Palaran milik perusahaan Transportasi Marina Jaya selama 1 tahun 5 hari yakni dari tanggal 28 November 2017 sampai dengan 03 Desember 2018. Adapun teknik analisis data yang penulis gunakan adalah kualitatif dan deskriptif serta data yang diperoleh adalah data yang diperoleh langsung dari atas kapal. Hasil analisa penelitian ini menunjukkan bahwa kegagalan pembakaran pada ketel uap bantu di atas kapal meliputi factor temperature bahan bakar, jarak elektroda pada pilot burner serta kotor pada bagian flame eye.

Kata kunci : Kegagalan pembakaran, ketel uap, temperatur.

### **1. PENDAHULUAN**

Ketel uap bantu merupakan pendukung pengoperasian kapal yang berfungsi sebagai penghasil uap bertekanan guna melayani keperluan pemanasan di deck maupun di kamar mesin dimana di tuntut agar tetap dalam kondisi normal dan siap untuk operasi.

Kebanyakan kapal kapal motor sekarang di lengkapi dengan pesawat bantu ketel uap. Ketel uap adalah sebuah bejana tertutup yang dapat menghasilkan uap bertekanan lebih dari 1 atmosfer, dengan jalan memanaskan air ketel yang berada didalamnya dengan gas gas panas dari hasil pembakaran bahan bakar. Pada ketel uap tersebut pemakaian unit pembakaran hanya pada saat kapal sedang berlayar menggunakan *economizer* sebagai pemanfaatan gas buang dari mesin induk. Sistem pembakaran sering diatur pada posisi otomatis untuk mencegah terjadi kekurangan produksi uap dengan menggunakan pemanfaatan gas buang dari main engine sehingga unit pembakaran dapat bekerja secara otomatis untuk mencukupi kebutuhan uap bertekanan.

Temperatur sangat berpengaruh terhadap kegagalan pembakaran pada ketel uap adalah dimana temperatur lebih kecil dari 60°C dan temperatur di atas 85°C, hal ini berkaitan dengan kondisi Heater yang digunakan di kapal KM. Sinar Palaran adalah jenis steam heater yaitu media pemanasnya adalah steam sebagai pemanas sedangkan heater yang digunakan tidak bisa menampung suhu panas dengan lama. Seringkali produksi uap bertekanan tidak terpenuhi di sebabkan oleh kegagalan pembakaran pada ketel uap tersebut.

Berdasarkan latar belakang ini maka rumusan masalah adalah faktor apa saja yang menyebabkan terjadinya kegagalan pembakaran awal pada *ketel uap* ?

## **2. TINJAUAN PUSTAKA**

### **A. Definisi Umum Ketel Uap Bantu**

Menurut Chatab (1972:8), ketel uap adalah pesawat yang berfungsi untuk mengubah air yang mengisi sebagian dari ketel, menjadi uap dengan jalan pemanasan, karena panas yang perlu untuk pembentukan uap ini didapat dari pembakaran, haruslah semua ketel uap mempunyai sebuah tempat opak.

### **B. Jenis-Jenis Ketel Uap**

#### **1. Ketel Uap Pipa Api**

Pada ketel uap pipa api, nyala api dan gas panas yang dihasilkan dari pembakaran, mengalir melalui pipa – pipa api yang dikelilingi oleh air. Panas kemudian dikonduksikan melalui dinding pipa dari gas panas ke air di sekeliling pipa tersebut.

#### **2. Ketel Uap Pipa Air**

Pada ketel uap pipa air, air mengalir di dalam pipa – pipa, sedangkan pemanasan air dilakukakan oleh gas – gas asap yang beredar disekitar pipa itu.

### C. Bagian-Bagian Ketel Uap Bantu

Menurut Djokosetyardjo, (2003) terdiri dari:

#### 1. Tungku Pengapian (*Furnace*)

Komponen ini merupakan tempat pembakaran bahan bakar. Beberapa bagian dari *furnace* diantaranya: *refractory*, ruang perapian, *burner*, *exhaust for flue gas*, *charge* dan *discharge door*.. Api yang dihasilkan tersebut dihembuskan ke seluruh lorong api oleh motor *blower* dan melewati pipa-pipa api sampai terjadi proses penguapan.

#### 2. *Steam Drum*

Komponen ini merupakan tempat penampungan air panas dan pembangkitan steam.

#### 3. *Superheater*

Komponen ini merupakan tempat pengeringan *steam* dan siap dikirim melalui *main steam pipe* dan siap untuk menggerakkan turbin uap atau menjalankan proses industri.

#### 4. *Air Heater*

Komponen ini merupakan ruangan pemanas yang digunakan untuk memanaskan udara luar yang diserap untuk meminimalisasi udara yang lembab yang akan masuk ke dalam tungku pembakaran.

#### 5. Pipa Api

Adalah pipa-pipa dengan diameter 55 mm yang jumlahnya mencapai 1062 buah yang fungsinya untuk menguapkan air.

#### 6. *Burner*

Yaitu perangkat dari ketel uap yang berfungsi menyemprot bahan bakar ke dalam ruang pembakaran sehingga pembakaran mudah terjadi.

#### 7. Cerobong Asap

Yaitu perangkat dari ketel uap yang berfungsi meneruskan atau membuang asap sisa reaksi pembakaran yang terjadi di dalam

boiler dengan tujuan menyalurkan gas asap bekas supaya tidak mengotori atau mengganggu lingkungan sekitar.

#### D. Sistem Pembakaran

Menurut Saackebrenner (1982:57), proses pembakaran pada ketel adalah

1. Ketika proses pembakaran akan dimulai maka pertama-tama yang berjalan adalah *forced draft fan* selama 35 detik.
2. Pompa bahan bakar *DO (diesel oil)* akan berjalan.
3. *Pilot burner* akan bekerja selama 10 detik sebelum burner bekerja. Bersamaan dengan itu pemasukan udara melalui *Primary air* terjadi.
4. *Flame eye* mendeteksi adanya cahaya kemudian mengirim sinyal menuju ke *combustion circuit* untuk menjalankan burner (memutar *rotary cup*) dan menghentikan *pilot burner*.

### 3. Metode Penelitian

#### A. Jenis Penelitian

Dalam melakukan penyusunan skripsi ini, penulis menggunakan jenis penelitian yaitu :

1. Penelitian kualitatif (*Qualitative research*)

Penelitian kualitatif adalah penelitian yang dilakukan untuk menjawab permasalahan yang memerlukan pemahaman secara mendalam dalam konteks waktu dan situasi yang bersangkutan, dan dilakukan secara wajar dan alami sesuai dengan kondisi objektif di lapangan tanpa adanya manipulasi serta data yang dikumpulkan adalah data kualitatif.

2. Penelitian deskriptif (*Descriptive research*)

Penelitian deskriptif ditujukan untuk mendeskripsikan suatu keadaan atau fenomena-fenomena apa adanya. Dalam studi ini peneliti tidak melakukan manipulasi atau memberikan perlakuan-

perlakuan tertentu terhadap objek penelitian, semua kegiatan atau peristiwa berjalan seperti apa adanya.

## B. Definisi Operasional Variabel atau Batasan Istilah

Definisi operasional adalah aspek penelitian yang memberikan informasi kepada kita tentang bagaimana cara mengukur variable, atau dengan kata lain definisi operasional merupakan penjelasan definisi dari variable yang telah dipilih oleh peneliti.

Table 3.1. Definisi operasional variabel

Variabel	Definisi operasional variable
Terjadinya kegagalan pembakaran awal pada ( <i>auxiliary boiler</i> )	Tidak ada atau kurang maksimalnya proses pembakaran bahan bakar di ketel uap ( <i>auxiliary boiler</i> ), yang disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya jarak antara <i>elektroda</i> dan <i>nozzle</i> tidak tepat, kurangnya temperature dan kondisi bahan bakar yang kotor, serta gangguan yang terjadi pada <i>flame eye</i> . Kondisi inilah yang menyebabkan kurang maksimalnya proses pembakaran di ruang bakar pada ketel uap sehingga ketel uap tidak bekerja sebagaimana mestinya.

Sumber : Log Book KM. Sinar Palaran

## C. Teknik Pengumpulan Data

Dengan melakukan penyusunan skripsi ini, penulis menggunakan teknik atau metode pengumpulan data yang ada yaitu:

### 1. Metode lapangan (*Field Research*)

Yaitu penulis melakukan pemeriksaan terhadap data-data yang diperoleh dari hasil pengamatan secara langsung terhadap objek penelitian terjadinya kegagalan pembakaran awal pada *auxiliary boiler*.

## 2. Metode kepustakaan (*Library Research*)

Yaitu dengan cara membaca dan mempelajari literatur atau buku-buku referensi yang terkait dengan permasalahan yang dibahas, khususnya landasan teori yang akan digunakan dan membahas penyebab terjadinya kegagalan pembakaran awal pada *auxiliary boiler*.

### D. Teknik Analisis Data

Metode analisis dalam penyajian penulisan skripsi ini menggunakan metode deskriptif yaitu tulisan yang berisikan paparan dan uraian mengenai suatu objek permasalahan yang timbul. Metode ini digunakan untuk memaparkan secara rinci data yang diperoleh dengan tujuan untuk memberikan informasi mengenai perencanaan terhadap masalah yang timbul berhubungan dengan skripsi ini.

Dengan menggunakan teknik analisis yang telah ada, maka penulis berharap agar menghasilkan pemecahan masalah yang baik pada penyusunan skripsi ini.

## 4. Hasil dan Pembahasan

### A. Analisa

a. Tabel 1: temperatur pada KM. Sinar Palaran

Pelayaran	Waktu	Temp	Tekanan	Keterangan
Jakarta – Banjarmasin pada tanggal 08 Februari 2018	16.00 - 20.00	80 <sup>0</sup> C	5 kg	Normal
	08.00 - 12.00	55 <sup>0</sup> C	3 kg	Abnormal
	20.00 - 24.00	80 <sup>0</sup> C	5 kg	Normal
	12.00 - 16.00	80 <sup>0</sup> C	5 kg	Normal

Sumber : Log Book KM.Sinar Palaran

Dari tabel di atas terlihat bahwa terjadi selisih 5<sup>0</sup>C untuk menunjang pembakaran yang baik pada ketel uap. Temperatur yang dapat menyebabkan kegagalan pembakaran pada ketel uap adalah lebih kecil dari 60<sup>0</sup>C dan temperatur di atas 85<sup>0</sup>C. Hal ini berkaitan

dengan kondisi heater bahan bakar. Heater yang digunakan di kapal KM. Sinar Palaran adalah jenis steam heater yaitu media pemanasnya adalah steam sebagai pemanas sedangkan heater yang digunakan tidak bisa menampung suhu panas dengan lama. Adapun viscositas bahan bakar yang diperlukan untuk suatu pembakaran berdasarkan instruction manual book pada ketel uap. Sebelum bahan bakar memasuki heater, bahan bakar tersebut memiliki suhu 50°C sedangkan keluaran yang dibutuhkan adalah 60 - 85°C.

Diketahui bahwasanya jarak elektroda yang normal dan kerja dari *flame eye* yang sesuai tidak mungkin menjadi penyebab dari kegagalan pembakaran pada ketel uap. Sedangkan berdasarkan dari data yang diperoleh dari pengamatan terhadap kondisi bahan bakar, menunjukkan bahwasanya terjadi ketidak normalan suhu dari bahan bakar. Salah satu sebab gagalnya pembakaran awal pada ketel uap akibat tidak tepatnya suhu atau temperatur pada bahan bakar yang menyebabkan tidak tercapainya viskositas yang diinginkan sehingga terjadi pembakaran yang tidak sempurna yang menyebabkan kegagalan pembakaran pada ketel uap.

## B. Pembahasan Masalah

Pada saat terjadi kegagalan pembakaran pada ketel uap, maka ada beberapa langkah yang diambil untuk penanggulangan masalah dan dari langkah penanggulangan masalah tersebut ada beberapa data yang diperoleh sesuai dengan apa yang diperiksa oleh masinis yaitu :

### 1. Pemeriksaan terhadap jarak dari elektroda *pilot burner*

Langkah awal yang diambil oleh masinis II pada saat terjadi masalah adalah memeriksa kondisi dari jarak antara kedua katup elektroda *pilot burner*. Pada saat pemeriksaan terhadap jarak kedua katup elektroda *pilot burner* memperoleh data sebagai berikut :

Tabel 2 : Jarak *Electrode Pilot Burner*

Jarak Pada Manual Book	Jarak Yang Diperoleh	Keterangan
6 mm – 16 mm	7 mm	Normal

Sumber : Log Book KM. Sinar Palaran

Dari tabel 2 diatas dijelaskan bahwa jarak elektroda dengan pilot burner sudah tepat.

Jarak kawat elektroda dan pilot burner yang dapat menyebabkan kegagalan pembakaran yaitu:

a. Jarak elektroda dengan *nozzle* terlalu renggang

Akibat dari jarak yang terlalu renggang antara ujung kawat elektroda dan *nozzle burner*, menyebabkan aliran listrik yang mengalir ke ujung elektroda tidak menimbulkan panas yang tinggi sehingga tidak akan terjadi loncatan elektron atau percikan bunga api sebagai pembakaran awal. Berdasarkan *instruction manual book*, jarak antara ujung kawat elektroda dengan *nozzle* adalah 6 - 16 mm. Serta jarak antara kedua ujung elektroda 4 mm.

b. Jarak elektroda dengan *nozzle burner* terlalu rapat

Apabila pengaturan jarak elektroda terlalu rapat dengan lubang *nozzle*, maka bunga api yang di hasilkan sangat kecil dan tidak dapat melangsungkan pembakaran dalam dapur ketel uap.

c. Elektroda *ignition* kotor

Adanya proses pembakaran menghasilkan gas karbon yang dapat menempel pada dinding ruang bakar dan ujung kawat elektroda. Hal ini dapat menyebabkan tidak timbulnya loncatan elektron dan panas untuk membentuk percikan bunga

api, sehingga kesempatan membakar minyak atau bahan bakar menjadi gagal.

2. Pemeriksaan terhadap kondisi dari bahan bakar.

Langkah kedua yang diambil oleh masinis IV adalah memeriksa kondisi dari bahan bakar pada ketel uap tersebut. Pada saat dilakukan pemeriksaan terhadap bahan bakar ketel uap maka kami mendapatkan data sebagai berikut

Tabel 4.4. Temperatur Ketel Uap

Temperatur Seharusnya	Temperatur Yang Terjadi	Keterangan
60-85°C	55°C	Abnormal

Sumber : Log Book KM. Sinar Palaran

Dari tabel 3 maka sangat jelas bahwa terjadi selisih 5°C untuk menunjang pembakaran yang baik pada ketel uap. Temperatur yang dapat menyebabkan kegagalan pembakaran pada ketel uap adalah lebih kecil dari 60°C dan temperatur di atas 85°C.

3. Pemeriksaan terhadap komponen dari *flame eye*

Pemeriksaan di lakukan dengan cara mengamati kerja dari *photo cell* pada saat mendeteksi penyalaan oleh *burner*. Kegagalan penyalaan mengakibatkan *burner* akan berhenti dengan sendirinya. Tidak terdapatnya penangkapan sinyal nyala oleh elemen sensitif cahaya atau *selenium photo cell* mengakibatkan gagalnya pembangkitan arus dc untuk *amplifier* ke kontrol unit. Setelah diadakan pengamatan dan pemeriksaan tidak ditemukannya kerusakan pada komponen *flame eye (photo cell)* tersebut.

Untuk mencapai suatu pembakaran yang sempurna, maka perbandingan antara jumlah bahan bakar dan udara harus baik yaitu cara memasukkannya harus mengikuti sistem yang sesuai.

Minyak perlu dipanasi sampai suhu sebelum titik nyala yaitu maksimum 100°C, sedangkan udaranya dipanasi hingga 180°C sampai 200°C. pembakaran di dalam dapur adalah suatu kejadian proses kimia pada saat itu setiap unsur dari minyak mempunyai proses pembakaran sendiri-sendiri dan kecepatannya pun bisa berbeda. Zat air H<sub>2</sub> terbakarinya sangat cepat dan tidak meninggalkan bekas, sedangkan zat arang pembakarannya lebih pelan dan bisa meninggalkan sisa-sisa yang berupa bahan padat yang disebut lengas. Pemanasan bahan bakar untuk proses pembakaran yang sempurna pada ketel uap di atas kapal KM. Sinar Palaran adalah antara 70°C sampai 80°C.

#### C. Solusi dan Pemecahan Masalah

Agar diperoleh bahan bakar yang siap pakai serta layak untuk menunjang terjadinya proses pembakaran maka ada beberapa hal yang perlu untuk diperhatikan yaitu :

1. Bahan bakar harus dipanasi dahulu sampai suhu tertentu.

Oleh karena itu dalam tangki bahan bakar selalu ada media pemanas baik itu pada tangki *double bottom* maupun pada tangki *settling* dan tangki *service*. Begitu pula pada instalasi bahan bakar selalu dilengkapi dengan peralatan *heater* yang mana jumlah panas yang diberikan pada bahan bakar tersebut diatur dengan sebuah alat *regulator*. Adapun jenis *heater* yang digunakan di atas kapal KM. Sinar Palaran adalah *heater* dengan media *steam* yang dialirkan melalui pipa kapiler yang ada pada *heater*. Adapun tujuan pemanasan minyak tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Proses keluarnya gas-gas dan penguapan dari bagian-bagian minyak bisa berlangsung dengan cepat dalam dapur .
- b. Minyak pada saat meninggalkan mulut *nozzle* bisa mempunyai kecepatan yang cukup dan dalam keadaan melayang bisa terbakar dan tidak akan mengenai bagian-bagian dinding dapur.

- c. Bahan udara yang masuk juga mempunyai kecepatan yang cukup dan mempunyai cara pencampuran dengan bahan bakar yang baik sehingga tiap bagian dari minyak bertemu sejumlah udara yang bisa menjamin terjadinya pembakaran merata.
  - d. Minyak supaya menjadi cair sehingga dapat dengan mudah dibersihkan dari kotoran-kotoran atau air.
  - e. Dengan suhu yang tepat, minyak dengan mudah dapat dipompakan sampai ke pembakar atau *burner* dan oleh karena viskositas yang sudah rendah maka pengaliran minyak akan berjalan dengan mudah dan segera dapat dibakar. Jika pemanasan melampaui titik nyala maka akan timbul kesukaran dalam perjalanan ke pembakar atau waktu pembakaran.
2. Bahan bakar harus bersih dari segala kotoran yang sifatnya padat atau cair.

Untuk senantiasa bahan bakar menjadi bersih maka ada beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu :

- a. Penceratan terhadap tangki penampungan bahan bakar.
- b. Membersihkan *filter*
- c. Purifikasi bahan bakar

## 5. PENUTUP

### A. Kesimpulan

1. Suhu bahan bakar sangat berpengaruh terhadap viskositas suatu bahan bakar sehingga apabila suhu suatu bahan bakar menjadi rendah maka viskositas bahan bakar akan naik (bertambah kekentalannya) sehingga dapat menyebabkan kegagalan pembakaran pada ketel uap serta kondisi bahan bakar yang kotor dapat menyebabkan terjadinya kegagalan pembakaran pada ketel uap.
2. Pengaturan jarak antara elektroda *ignition* dan *nozzle burner* menimbulkan bunga api yang di sebut spark untuk menunjang

pembakaran awal terhadap ketel uap bantu, pengaruh yang besar terhadap kegagalan pembakaran dapat terjadi jika bunga api dari *ignition burner* yang di hasilkan tidak optimal.

3. Pendeteksi sinar terhadap nyala pembakaran yaitu *flame eye (photo cell)* mengalirkan sinyal nyala ke input untuk tahap pembakaran selanjutnya. Jika terjadi kegagalan pembakaran maka *photo cell* akan memberikan sinyal dan *main burner* akan berhenti dengan sendirinya.

## B. Saran

Untuk pengembangan lebih lanjut dari proses pencegahan terjadinya kegagalan pembakaran awal pada *auxiliary boiler*, maka penulis memberikan saran sebagai berikut:

1. Menjaga kondisi kekentalan suatu bahan bakar maka perlu menjaga suhu dari bahan bakar tersebut yaitu dengan senantiasa mengontrol suhu bahan bakar dan merawat alat pemanas (*heater*) yaitu dengan menjaga kondisinya. Dan kebersihan suatu bahan bakar dapat dijaga dengan pembersihan saringan secara rutin serta memperlengkapi sistem bahan bakar dengan peralatan *purifier* agar kotoran serta air dalam bahan bakar dapat terpisahkan.
2. Jarak *ignition burner* dan elektroda harus selalu di perhatikan dan di cek secara rutin untuk menghindari kegagalan pembakaran atau pembakaran yang tidak sempurna dari *burner*.
3. Pendeteksi sinar cahaya atau *flame eye* harus selalu diperhatikan dengan cara mengamati kerja dari *photo cell* pada saat mendeteksi penyalaan dari *burner*

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Chatab. (1972) *Pengetahuan Tentang Pesawat – Pesawat Kalori*, Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- [2]. Daryanto. (1987). *Teknik Pesawat Tenaga*, Jakarta: PT. Bina Aksara.
- [3]. Djokosetyardjo. (2003). *Ketel Uap*. Cetakan kelima. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- [4]. Hadiseputro (1982). *Ketel Uap 1*, Ujung Pandang: BPLP Ujung Pandang
- [5]. ISO 9001 Certified. (2000). *Totak Look AT Oil Burner Nozzel*, U.S.A: Delavan, Inc.
- [6]. Saackebrenner M.V.O.S Co,Ltd. (1982). *Boiler Operating Instruction For Marine Use*, Jerman: Bronswerk Utrecht, Bremen.
- [7]. Veen T. Van Der. (1977). *Teknik Ketel Uap*, Diterjemahkan oleh Takdir S. Mr, Jakarta: PT. Triasko Madra.

