

**ANALISIS TERJADINYA KEGAGALAN PEMBAKARAN AWAL  
PADA *MAIN BOILER* DI KAPAL PERTAMINA GAS 1**



**BAYU MAHENDRA PUTRA YUDHA**

**NIT. 18.42.018**

**TEKNIKA**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV PELAYARAN  
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR  
TAHUN 2022**

**ANALISIS TERJADINYA KEGAGALAN PEMBAKARAN AWAL  
PADA *MAIN BOILER* DI KAPAL PERTAMINA GAS 1**

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan  
Program Pendidikan Diploma IV Pelayaran

Program Studi Teknika

Disusun dan Diajukan Oleh

BAYU MAHENDRA PUTRA YUDHA  
NIT. 18.42.018

**PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV PELAYARAN  
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR  
TAHUN 2022**

SKRIPSI

ANALISIS TERJADINYA KEGAGALAN PEMBAKARAN AWAL  
PADA MAIN BOILER DI KAPAL PERTAMINA GAS 1

Disusun dan Diajukan oleh:

BAYU MAHENDRA PUTRA YUDHA

NIT. 18.42.018

Telah dipertahankan didepan Panitia Ujian Skripsi  
Pada tanggal, 29 Juni 2022

Menyetujui,

Pembimbing I

Suyuti, M.Si., M.Mar.E  
NIP. 19680508 200212 1 002

Pembimbing II

Henny Pasandang Nari, S.T., M.T  
NIP. 19771223 200712 2 001

Mengetahui:

a.n. Direktur

Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar  
Pembantu Direktur I



Agant. Hadi Setiawan, M.T., M.Mar  
NIP. 19751224 199808 1 001

Ketua Program Studi Teknika

Abdul Basir, M.T., M.Mar.E  
NIP. 19681231 199808 1 001

## **PRAKATA**

Bismillah. Segala puji atas kehadiran Allah SWT. Atas berkat rahmat dan hidayahnya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini, dengan judul:

### **ANALISIS TERJADINYA PEMBAKARAN AWAL PADA *MAIN BOILER* DI KAPAL PERTAMINA GAS 1**

Adapun tugas akhir ini merupakan salah satu persyaratan bagi taruna dalam menyelesaikan studinya pada program Diploma IV di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Tidak sedikit tantangan yang penulis hadapi selama perjalanan untuk mencapai cita-cita masa depan yang lebih baik, namun penulis senantiasa tabah, sabar dan berusaha untuk menghadapi segala rintangan sehingga mencapai keberhasilan di dalam penyelesaian skripsi ini, dan penulis menyadari bahwasanya dalam penyelesaian tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan, baik dari susunan kalimat, segi bahasa, cara penulisan serta pembahasan materi. Untuk itu penulis senantiasa menerima kritik atau saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan tugas akhir ini.

Pada kesempatan ini pula, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua saya tercinta yang senantiasa Mendoakan, memberikan dorongan semangat, nasehat, materi kepada penulis dalam penyelesaian tugas akhir ini, serta kakak dan adik saya tercinta.

Tak lupa penulis ucapkan terima kasih yang sebesar besarnya kepada :

1. Bapak Capt. Sukirno, M.M.Tr., M.Mar. Selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
2. Bapak Capt. Hadi Setiawan, M.T., M.Mar. Selaku Pembantu

Direktur I.

3. Bapak Abdul Basir, M.T., M.Mar.E. Selaku Ketua Jurusan Teknika.
4. Bapak Suyuti, M.Si., M.Mar.E dan Ibu Henny Pasandang Nari, S.T., M.T Selaku Dosen Pembimbing 1 dan 2 dalam penyelesaian skripsi ini.
5. Seluruh Dosen, Karyawan dan Karyawati Civitas Akademika Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
6. *Master* (Capt. Thomas Christian), *Chief Engineer* (Theofilus Ranteallo), *Engineer II-IV*, serta seluruh *crew* kapal Pertamina Gas 1.
7. Ayahanda Haris Yunforman Yuda, Ibu Eny Idayati dan Adik Kenzie Maharani Putri beserta keluarga saya yang selalu mendoakan dan mensupport saya dalam penyelesaian skripsi ini.
8. Para sahabat Kuda Jingkrak Crew dan Noisence yang selalu mensupport saya dalam penyelesaian skripsi ini.
9. Rekan-rekan Taruna dan Taruni Angkatan 39 yang banyak membantu dan memotivasi saya dalam penyelesaian skripsi ini.
10. Yang terkasih Berliana Putri Aldila yang telah memberi saya semangat, cinta, dedikasi, dan kasih sayang untuk membuat saya lebih baik dalam menyelesaikan skripsi ini

Akhir kata penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak- pihak yang telah banyak membantu dalam penyusunan skripsi ini namun tidak dapat disebutkan satu persatu.

Makassar, 29 Juni 2022

  
BAYU MAHENDRA P.Y

NIT : 18.42.018

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Nama : BAYU MAHENDRA PUTRA YUDHA

Nomor Induk Taruna : 18.42.018

Jurusan : TEKNIKA

Menyatakan Bahwa Skripsi dengan judul :

### **ANALISIS TERJADINYA PEMBAKARAN AWAL PADA MAIN BOILER DI KAPAL PERTAMINA GAS 1**

Merupakan karya asli. Seluruh ide yang ada dalam skripsi ini, kecuali tema dan yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide yang saya susun sendiri.

Jika pernyataan diatas terbukti sebaliknya, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Makassar, 29 Juni 2022



BAYU MAHENDRA P.Y

NIT : 18.42.018

## ABSTRAK

Bayu Mahendra Putra Yudha, 2022 “Analisis Terjadinya Kegagalan Pembakaran Awal Pada *Main Boiler* Di Kapal Pertamina Gas 1” (Dibimbing oleh Pembimbing 1 Suyuti, M.Si., M.Mar.E dan Pembimbing 2 Henny Pasandang Nari, S.T., M.T)

Penelitian ini dilatar belakangi oleh pengalaman penulis ketika melaksanakan Prala di kapal Pertamina Gas 1, salah satu kapal dari perusahaan PT. Pertamina International Shipping. Di atas kapal ini, salah satu kegiatan penulis lakukan yaitu melakukan *overhaul* pada mesin-mesin di atas kapal serta melakukan perawatan sesuai intruksi *manual book* untuk mencegah terjadinya kerusakan, salah satunya adalah perawatan pada *boiler* atau ketel uap. Oleh sebab itu, karya tulis ini bertujuan untuk mengetahui penyebab dan pengaruh pembakaran awal pada *boiler* atau ketel uap apabila terjadi kegagalan pembakaran. Penelitian ini dilaksanakan di atas kapal Pertamina Gas 1 saat melakukan praktek laut, terhitung mulai dari 28 November 2020 sampai 13 September 2021. Penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif. Sumber data diperoleh dari *interview*, dan *observasi* secara langsung di lapangan serta ditunjang metode kepustakaan dan hasil dokumentasi yang memberikan gambaran lebih jelas mengenai informasi yang disampaikan. Kemudian, data tersebut dianalisis secara deskriptif kuantitatif. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini menunjukkan bahwa kegagalan pembakaran awal pada boiler di atas kapal disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu: Tidak tepatnya jarak elektroda dengan *pilot burner*, suhu bahan bakar dan kurangnya perawatan pada *burner*.  
Kata kunci : *Boiler*, *Burner*, Bahan bakar.

## ABSTRACT

Bayu Mahendra Putra Yudha, 2022 "Analysis of Pre-combustion Failure in Main Boiler on Pertamina Gas 1 Ship" (Supervised by Supervisor 1 Suyuti, M.Sc., M.Mar.E and Supervisor 2 Henny Pasandang Nari, S.T., M.T)

This research is motivated by the author's experience when carrying out sea project on the Pertamina Gas 1 ship, one of the ships from the company PT. Pertamina International Shipping. On this ship, one of the activities the author does is to overhaul the machines on board and perform maintenance according to the instruction manual book to prevent damage, one of which is maintenance on the boiler or steam boiler. Therefore, this paper aims to determine the causes and effects of initial combustion on a boiler or steam boiler in the event of a combustion failure. This research was carried out aboard the Pertamina Gas 1 ship while conducting sea project, starting from November 28, 2020 to September 13, 2021. This research uses quantitative research methods. Sources of data obtained from interviews, and direct observation in the field as well as supported by library methods and documentation results that provide a clearer picture of the information conveyed. Then, the data were analyzed descriptively quantitatively. The results obtained from this study indicate that the failure of initial combustion in the onboard boiler is caused by several factors, namely: Improper electrode distance from the pilot burner, fuel temperature and lack of maintenance on the burner.

Keywords: Boiler, Burner, Fuel.

## DAFTAR ISI

<b>PRAKATA</b>	<b>I</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI</b>	<b>III</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>IV</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>V</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>VI</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>IX</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>X</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b>	<b>XI</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
A.Latar Belakang	1
B.Rumusan Masalah	2
C.Batasan Masalah	2
D.Tujuan Penelitian	2
E.Manfaat Penelitian	2
F.Hipotesis	3

<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>4</b>
A. Definisi dan Pengertian Umum Ketel Uap	4
B. Perpindahan Panas Pada Ketel Uap	4
C. Definisi pada Nozzle Burner Ketel Uap	6
D. Pemanas Bahan Bakar	9
E. Pembakaran sebagai Gejala Kimia	10
F. Berbagai Macam Bahan Bakar	12
G. Peralatan Pembakar	15
H. Sistem Bahan Bakar	18
I. Sistem Pembakaran	20
J. Kerangka Pikir Penelitian	21
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	<b>25</b>
A. Jenis Penelitian	25
B. Definisi Operasional Variabel	25
C. Metode Pengumpulan Data	25
D. Metode Analisis	26
E. Jadwal Pelaksanaan Penelitian	26
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>	<b>28</b>
<b>A. Hasil Penelitian</b>	<b>28</b>

1. Sejarah Singkat VLGC Pertamina Gas 1	28
2. Data Teknis Kapal VLGC Pertamina Gas 1	28
3. Spesifikasi Ketel Uap	31
4. Operasional Ketel Uap	32
5. Data Analisis	33
6. Analisis Masalah	35
<b>B. Pembahasan Masalah</b>	<b>39</b>
<b>BAB V PENUTUP</b>	<b>43</b>
A. Simpulan	43
B. Saran	43
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>44</b>

## DAFTAR GAMBAR

Nomor		Halaman
2. 1	Peralatan Pembakar Bahan Bakar Padat Batubara	12
2. 2	Peralatan Pembakar Bahan Bakar Cair	13
2. 3	Peralatan Pembakar Tanpa Aliran Kembali	17
2. 4	Peralatan Pembakar dengan Aliran Kembali	18
2. 5	Instalasi Bahan Bakar Boiler	18
4. 1	Kalor Jenis Rata-Rata Uap dengan Tekanan Konstan	34
4. 2	Diagram Kondensasi Cairan	36

## DAFTAR TABEL

Nomor		Halaman
3. 1	Jadwal Pelaksanaan Penelitian	26
4. 1	Jarak Electrode Pilot Burner	33
4. 2	Temperatur Ketel Uap	33
4. 3	Perbandingan dari SG, Viscositas dan Temperatur	37

## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor		Halaman
1.	Wawancara	26
2.	Gambar Pendukung	48

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Pada kapal-kapal yang mengangkut *Liqufied Petroleum Gas* (L.P.G) turbin uap merupakan mesin penggerak utama dan ketel uap (*main boiler*) sebagai pendukung utamanya. Ketel uap selain sebagai alat yang digunakan untuk mendukung kegiatan pengoperasian turbin uap baik itu sebagai penggerak utama maupun mesin bantuannya atau turbo generator, juga merupakan sebuah alat yang menunjang pelaksanaan pemuatan dan pengangkutan serta pembongkaran L.P.G.

*Main Boiler* yang merupakan salah satu pendukung pengoperasian kapal yang sangat penting khususnya di kamar mesin sebagai penghasil uap untuk memanaskan bahan bakar, minyak lumas, dan kebutuhan-kebutuhan akomodasi lainnya. *Main Boiler* harus tetap dalam kondisi normal dan siap operasi baik di pelabuhan maupun pada saat berlayar.

Dalam pengoperasian ketel uap ini sering mengalami gangguan pada saat *start* awal yang disebabkan oleh terjadinya gangguan pembakaran pada *burner* atau sistem lain yang bisa menyebabkan pesawat tidak bekerja sebagaimana mestinya, sehingga perlu penanganan terhadap gangguan yang timbul agar dapat 3 uap yang dihasilkan oleh ketel uap.

Berdasarkan hal yang sudah dijabarkan di atas maka penulis menuangkan persoalan tersebut dalam suatu KTI yang berwujud skripsi dengan judul Analisis Terjadinya Kegagalan Pembakaran Awal Pada *Main Boiler* Di Kapal VLCC Pertamina Gas 1.

## **B. Rumusan Masalah**

Dari latar belakang di atas ini, yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian adalah faktor-faktor apa saja yang mengakibatkan terjadinya kegagalan pembakaran awal pada *main boiler*?

## **C. Batasan Masalah**

Mengingat banyaknya permasalahan yang dapat dikembangkan di dalam pembahasan skripsi ini maka penulis membatasi permasalahan, dimana hanya menitik beratkan kepada sistem bahan bakar dari *main boiler*.

## **D. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui penyebab terjadinya kegagalan pembakaran awal pada *main boiler*.

## **E. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang diharapkan dari penulisan penelitian ini adalah :

### **1. Manfaat Teoritis**

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

### **2. Manfaat Praktis**

- a. Sebagai bahan referensi bagi para pembaca, khususnya bagi penulis sendiri yang nantinya akan bekerja di atas kapal dalam menghadapi persoalan yang serupa selama melakukan pelayaran sehingga dapat mengetahui langkah-langkah yang harus diambil sebagai tindakan penanganan terhadap kejadian yang serupa.

- b. Sebagai salah satu persyaratan bagi setiap taruna yang akan menyelesaikan pendidikannya pada lingkungan Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar guna mendapatkan Ijazah Diploma IV.

#### **F. Hipotesis**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan di atas, maka yang menyebabkan terjadinya kegagalan pembakaran awal pada *main boiler* diduga sebagai berikut :

1. Jarak antara kedua ujung kawat *elektroda* dengan ujung *nozzle* tidak tepat.
2. Kegagalan pembakaran awal pada *main boiler* disebabkan akibat suhu bahan bakar yang kurang serta kondisi bahan bakar yang kotor.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### A. Definisi dan Pengertian Umum Ketel Uap

Menurut Politeknik Citra Widya Edukasi, (2009,05 Mei), ketel uap adalah bejana tertutup dimana panas pembakaran dialirkan ke air sampai terbentuk air panas atau steam. Air panas atau *steam* pada tekanan tertentu kemudian digunakan untuk mengalirkan panas kesuatu proses. Jika air dididihkan sampai menjadi *steam*, volumenya akan meningkat sekitar 1600 kali, menghasilkan tenaga yang menyerupai bubuk mesiu yang mudah meledak, sehingga *boiler* merupakan peralatan yang harus dikelola dan dijaga dengan sangat baik.

Menurut Veen, (1977 : 41), Ketel uap adalah bejana tertutup yang menghasilkan uap dengan tekanan lebih besar dari 1 (satu) atmosfer dengan cara memanaskan air di dalam ketel dengan gas panas hasil pembakaran bahan bakar..

### B. Perpindahan Panas Pada Ketel Uap

Panas yang dihasilkan karena pembakaran bahan bakar dan udara, yang berupa api (yang menyala) dan gas asap (yang tidak menyala) dipindahkan kepada air, uap ataupun udara, melalui bidang yang dipanaskan atau *heating surface*, pada suatu instalasi ketel uap, dengan tiga cara :

1. Dengan cara Pancaran atau Radiasi,
2. Dengan cara Aliran atau Konveksi,
3. Dengan cara Perambatan atau Konduksi.

#### 1. Perpindahan panas secara Pancaran atau Radiasi

Pemindahan panas secara pancaran atau radiasi adalah perpindahan panas antara suatu benda ke benda yang lain dengan jalan melalui gelombang-gelombang *elektro-magnetis* tanpa tergantung

kepada ada atau tidaknya media atau zat di antara benda yang menerima pancaran panas tersebut.

Penyerahan panas ini berlangsung disekitar dapur. Oleh pembakaran di tengah-tengah dapur timbul suhu yang tinggi. Dengan demikian dari tempat suhu tinggi akan memancarkan panas kepada sekitarnya dimana ada suhu yang lebih rendah. Pemancaran ini kesegala arah (kanan-kiri; muka-belakang; atas-bawah, dan seterusnya). Di dapur panas radiasi ini diterima oleh :

- a. Pipa air pendingin dinding dapur samping ;
- b. Pipa air pendingin dinding dapur atas ;
- c. Pipa air pendingin dinding dapur belakang ;
- d. Pipa air pendingin lantai (bawah) ;
- e. Pipa air kelompok depan (pipa air tirai) ;
- f. Pemanas lanjut uap (sedikit) yang ditempatkan dekat dapur.

Semua zat-zat yang memancarkan panasnya (molekul-molekul api atau gas asap), intensitas radiasi *thermisnya* atau kuat pancaran panas-nya tergantung dari temperatur zat yang memancarkan panas tersebut. Bila pancaran panas menimpa sesuatu benda atau bidang, sebagian dari panas pancaran yang diterima benda tersebut, akan dipancarkan kembali (*re-radiated*) atau dipantulkan (*reflected*), dan sebagian lain dari panas pancaran tersebut akan diserapnya.

## 2. Perpindahan panas secara Aliran atau Konveksi

Perpindahan panas secara aliran atau konveksi adalah perpindahan panas yang dilakukan oleh molekul-molekul suatu fluida (cair ataupun gas). Molekul-molekul fluida tersebut dalam gerakannya melayang-layang kesana kemari tersebut disebabkan karena perbedaan temperatur di dalam fluida itu sendiri, maka perpindahan panasnya disebut konveksi bebas (*free convection*) atau konveksi alamiah (*natural convection*).

Bila gerakan molekul-molekul tersebut sebagai akibat dari Kekuatan Mekanis (karena dipompa atau karena dihembus dengan fan)

maka perpindahan panasnya disebut konveksi paksa (*forced convection*).

### 3. Perpindahan panas secara Perambatan atau Konduksi

Perpindahan panas secara perambatan atau konduksi adalah perpindahan panas dari satu bagian benda padat ke bagian lain dari benda padat yang sama, atau dari benda padat yang satu ke benda padat yang lain karena terjadinya persinggungan fisik (kontak fisik atau menempel), tanpa terjadinya perpindahan molekul-molekul dari benda padat itu sendiri.

## C. Definisi pada Nozzle Burner Ketel Uap

Menurut Veen (1977: 41), salah satu syarat terjadinya pembakaran sempurna bahan bakar adalah pencampuran bahan bakar dan udara pembakaran yang baik. Penyempurnaan ini diatur oleh AC yang dikombinasikan dengan pembakar oli untuk mendapatkan area kontak maksimum yang mungkin dengan udara pembakaran sementara oli diatomisasi dengan lancar. Ini dilakukan oleh unit pembakaran.

Menurut Djokosetyarjo, (2006 ; 38-57), *nozzel* adalah suatu alat untuk mengabutkan bahan bakar ke dalam ruang pembakaran atau sebagai pompa *injection* yang berfungsi untuk mengabutkan bahan bakar.

Oleh karena itu minyak opak dipanasi sampai *viskositas* yang tepat. *Viskositas* optimal bagi pengabutan yang lain untuk alat pembakaran ketel adalah 60-100 RI (12-24 cSt).

Menurut Hadiseputro, (1982 ; 2) ketel uap, mengemukakan bahwa untuk dapat menuju sesuatu pembakaran yang optimal, maka selisih antara jumlah minyak dan udara harus sesuai dan cara memasukkannya pun harus mengikuti sistem yang sesuai.

Agar diperoleh pembakaran yang optimal perlu diperhatikan :

1. Minyak opak ketel harus bersih dari semua kotoran yang mempunyai sifat padat atau cair.

2. Minyaknya dipanasi lebih dahulu sampai suatu suhu mencapai titik yang diinginkan agar :
  - a. Hasil keluarnya gas dan pembakaran dari bagian-bagian minyak bisa berjalan dengan optimal di dalam dapur.
  - b. Kekentalan atau sifat cair dari minyak dapat dihasilkan, sehingga pemompaan dan pengabutannya melalui pembakar dapat mudah dan menjadikan bagian-bagian minyak yang cukup kecil, sehingga syarat tersebut pada (a) bisa dipenuhi.
3. Minyaknya meninggalkan mulut pembakar memiliki kecepatan yang cukup dan dalam keadaan melayang bisa terbakar dan tidak akan mengenai bagian-bagian dinding dapur.
4. Bahwa udara yang masuk juga mempunyai kecepatan yang cukup dan mempunyai cara penyempurnaan dengan bahan bakar yang baik sehingga tiap bagian dari minyak bertemu sejumlah udara yang bisa menjamin terjadinya pembakaran yang merata.

Berdasarkan keempat pembakaran yang sempurna tersebut di atas, maka dapat dijelaskan bahwa perlu adanya cara memasukkan udara kedalam dapur dan harus mengikuti suatu arah perputaran dan juga udaranya sendiri harus dipanasi agar bisa membantu terlaksananya proses penguapan yang cepat. Bila penggunaan aturan-aturan tersebut tidak sesuai dengan prosedur, maka terjadi kegagalan pembakaran.

Minyak perlu dipanasi sampai suhu sebelum titik nyala yaitu kira-kira sampai maksimum  $140^{\circ}\text{C}$  sedangkan udaranya dipanasi kira-kira antara  $180^{\circ}\text{C}$  -  $200^{\circ}\text{C}$ . Pembakaran di dalam dapur adalah suatu kejadian proses kimia. Pada saat itu setiap *unsure* dari minyak mempunyai proses pembakaran sendiri-sendiri dan kecepatannya pun bisa berbeda.

Menurut Sertifikat ISO 9001, Totak Look AT Oil Burner Nozzel, halaman 1, burner nozzle adalah penyemprot bahan bakar yang terus menyala terus menerus, menghasilkan panas dan uap yang baik.

## 1. Prinsip kerja pembakar nosel

Menurut sertifikasi ISO 9001, Totak Look AT Oil Burner Nozzel, hal. 3. Sudut nozzle dari produk pembakaran bahan bakar berhubungan langsung dengan susunan tangensial dari alur nozzle. Diperlukan sumber energi untuk memecah bahan bakar menjadi partikel-partikel, dimana tekanan akan disuplai ke nozzle oleh pompa listrik, tetapi tekanan pada pompa tidak dapat beroperasi sendiri, tekanan tersebut harus diubah terlebih dahulu menjadi aliran energi di slot nosel untuk memeras bahan bakar langsung melalui penyemprot sudut. Distributor menghasilkan tekanan tinggi tangensial sesuai dengan garis singgung, dan ruang pusaran yang berputar mengubah energi tekanan menjadi energi kecepatan.

## 2. Elektroda

Elektroda adalah penghantar energi listrik yang digunakan untuk membuat pembakaran awal di burner. Jika jarak antara ujung elektroda kawat dan ujung nosel salah atau lebih kecil dan lebih besar dari ukuran dalam buku petunjuk, pembakaran awal burner mungkin gagal.

Menurut Sertifikat ISO 9001, Totak Look AT Oil Burner Nozzel, halaman 2, nosel burner memainkan tiga peran penting dalam pembakaran bahan bakar ketika memecah tetesan bahan bakar.

- a. Atomisasi adalah penguraian bahan bakar menjadi partikel-partikel kecil (55 juta per galon), satu galon sama dengan 4,54 liter. Pada tekanan standar (100 psi), tekanan dan viskositas bahan bakar memperluas sudut pengapian selama pembakaran sekitar 690.000 inci dari sudut masuk. Pembakaran membutuhkan ukuran pukulan yang dibutuhkan per 0,0002 inci hingga 0,010 inci bahan bakar dan membantu mengisi ruang bakar.
- b. Matching, pengukuran temperatur nozzle, dimaksudkan untuk mengatur jumlah normal bahan bakar yang terurai ke dalam ruang bakar dalam bentuk atom/partikel, dibatasi kira-kira 5% dari nilai

yang diijinkan. Dengan pengontrol aliran diaktifkan, persyaratan produksi 5 galon per jam atau sekitar 22,7 liter penggunaan per jam, seperti 20 laju aliran yang berbeda di atas dan 6 sudut sputter yang berbeda adalah standar yang baik.

- c. Pattering, yaitu nozzle menekan partikel material ke dalam ruang bakar dengan pola pembakaran yang sama dan pengaturan injeksi bahan bakar yang baik, yang merupakan persyaratan khusus untuk komposisi injeksi dan sudut pembakaran yang lebih presisi.

#### **D. Pemanas Bahan Bakar**

Maksud dari pada memanasi minyak bakar adalah :

1. Minyak supaya menjadi cair sehingga dengan mudah akan dipisahkan atau dibersihkan dari kotoran-kotoran atau air.
2. Dengan suhu yang setinggi mungkin minyak dengan mudah dapat dipompakan sampai di pembakar dan oleh karena *viskositas* yang sudah rendah maka pengaliran minyak akan berjalan dengan mudah dan segera bisa dibakar.

Pemanasan dilakukan sampai suhu sekitar 100c diawal titik nyala dan *viskositas* kira-kira = 2 0 *engler*. Jika pemanasan melampaui titik nyala, maka akan timbul kesukaran selama dalam perjalanan kepembakaran atau waktu pembakaran. Karena suhu yang tinggi di dalam pipa bisa terjadi pengendapan yang nantinya akan melekat di pipa sehingga akan memperkecil saluran.

Suhu yang terlalu tinggi juga menyebabkan keluarnya gas-gas yang membawa pengaruh bahwa apa yang keluar dari pembakar bukan pancaran minyak yang utuh, tetapi bercampur dengan gas. Itulah sebabnya api pembakaran setelah minyak keluar dari mulut pembakar besarnya tidak tetap dan susah untuk diatur.

Oleh karena pemanasan dilakukan dengan uap yang boleh dikata mempunyai suhu tertentu maka untuk mengatur suhu pemanasan sendiri tidak akan ada kesukaran. Jika pada saluran uap dipasang pengatur uap yang masuk berdasarkan suhu tertentu telah tercapai, maka oleh penutup

tersebut pemasukan uap pemanas bisa dihentikan secara otomatis. Sebaliknya jika suhu telah menurun, jumlah uap pemanas yang masuk akan diperbesar. Alat yang bekerja otomatis ini disebut "*Thermostart*".

## **E. Pembakaran sebagai Gejala Kimia**

### **1. Udara Cukup**

Minyak terbakar dengan bantuan zat asam dari udara-udara yang mengandung fraksi volume  $N_2$  lebih kurang 78% dan  $O_2$  lebih kurang 21% dan fraksi massa lebih kurang 77% dan jumlah  $CO_2$  lebih kurang 23%. Biasanya udara pembakaran sebelumnya memasuki dapur api di panasi oleh gas asap atau uap cerat. Suhu pada pembakaran biasanya 1000C-13000C tetapi terdapat pula nilai-nilai yang lebih tinggi sampai 2300C.

### **2. Penyampuran yang Baik antara Bahan Bakar dan Udara**

Makin baik penyampuran udara dan bahan bakar maka makin besar kemungkinan bahan bakar akan sempurna dengan udara yang sedikit.

### **3. Suhu Bahan Bakar**

Bahan bakar motor diesel dengan tenaga tinggi mengandung banyak aspal kemudian dipanaskan, maka hasilnya pun akan mendapatkan bahan bakar seperti sebelum dicampur dengan suhu 60 0C – 850C

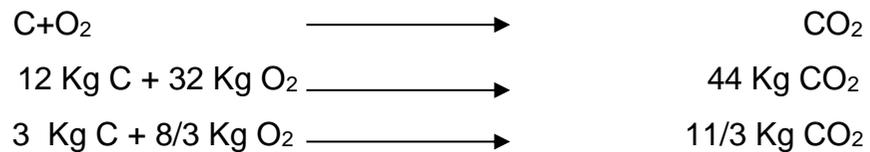
Menurut Veen, (1977: 41), bahan bakar dan suhu udara yang cukup tinggi diperlukan untuk pembakaran di mesin diesel, suhu ini dicapai dengan mengembunkan udara pembakaran dalam ketel uap, dan dalam ketel uap, udara. Jika satu atau lebih dari ketiga kondisi ini tidak pernah terpenuhi, pembakaran sempurna tidak akan terjadi

Apabila satu atau lebih ketiga syarat tersebut tidak pernah di penuhi jangan diharapkan akan berlangsung pembakaran sempurna.

### **4. Jumlah bahan bakar unit udara pembakaran (satuan: Kg. Kg-1). Misalnya, bahan bakar dengan fraksi massa c dari C, fraksi massa h**

dari H, dan fraksi massa s dari S. Saat menyiapkan bahan bakar (menurut fraksi massa) dengan 86% C, 12% H, dan 2% S, c, h, dan s berturut-turut adalah 0,86, 0,12, dan 0,02.

Zat arang terbakar sempurna apabila :



5. Pembakaran bahan bakar cair.

Sangat penting bahwa bahan bakar benar-benar terbakar. Pembakaran yang tidak sempurna tidak hanya mencemari boiler, tetapi juga menyebabkan kerugian pada sisi gas buang (auxiliary charcoal). Sebagai bahan bakar untuk ketel uap pedagang, minyak opak digunakan, dan sisa produk berasal dari minyak bumi. Minyak buram terutama terdiri dari arang, cairan dan belerang. Sulfur tidak diperlukan untuk menghasilkan panas dan dianggap sebagai polutan. Pembakaran tidak sempurna atau tidak sempurna artinya tidak semua C terbakar menjadi CO<sub>2</sub>, dan tidak semua H diubah menjadi H<sub>2</sub>O, dalam hal pembakaran sempurna pada gas buang akan ada CO, H<sub>2</sub> dan C. Arang yang tidak terbakar adalah bagian dari arang para. Arang para adalah campuran arang, partikel abu dan zat dari udara pembakaran yang sangat halus. Karbon sekunder ini dapat menempel pada bahan bakar sebagai lapisan, mengganggu perpindahan panas, yang mengakibatkan peningkatan konsumsi bahan bakar per kilogram uap. CO dan H<sub>2</sub> gas asap keluar dari cerobong.

Rugi primer karena pembakaran tidak sempurna sebagai berikut :

- a. Nilai bakar C sampai CO<sub>2</sub> = 32.900 KJ.Kg<sup>-1</sup>
- b. Nilai bakar C sampai CO = 10.250 KJ.Kg<sup>-1</sup>
- c. Nilai bakar H sampai H<sub>2</sub>O = 142.000 KJ.Kg<sup>-1</sup>

## F. Berbagai Macam Bahan Bakar

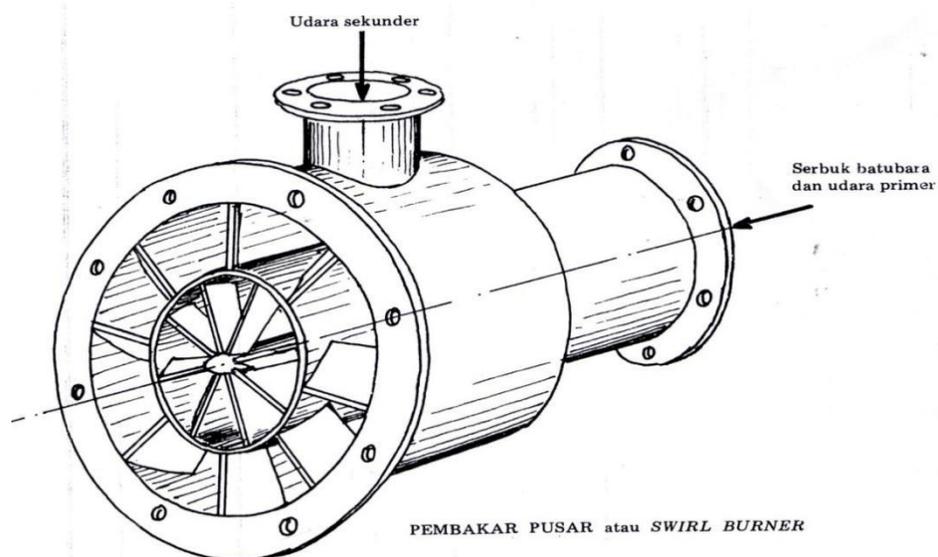
Menurut Djokosetyardjo (2006; 38-57), bahan bakar yang digunakan dalam ketel uap umumnya diklasifikasikan sebagai berikut:

### Bahan Bakar Padat

#### 1. Bahan bakar padat

Bahan bakar padat yang ditemukan di planet kita berasal dari bahan organik. Bahan bakar padat mengandung unsur-unsur seperti arang atau karbon (C), hidrogen (H), asam atau oksigen (O), nitrogen atau nitrogen (N), belerang (S), abu, dan air. Menggabungkan. Bahan bakar padat juga mengandung banyak volatil dan gas seperti hidrogen dan air arang (CH<sub>4</sub> metana, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> etana, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> asetilen, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> etilen, dll.). Volatil atau gas ini segera terbakar setelah bercampur dengan udara pembakaran pada suhu setinggi kira-kira 1200 ° C atau 14730K. Kandungan evaporator atau volatil dalam bahan bakar padat berarti persentase atau berat evaporator ketika distilasi kering bahan bakar berlangsung pada suhu 950 ° C atau 1223 ° C terlepas dari udara. Persen berat uap air terlibat dalam penguapan dan sisanya dalam bentuk kokas.

Gambar 2. 1 Peralatan Pembakar Bahan Bakar Padat Batubara



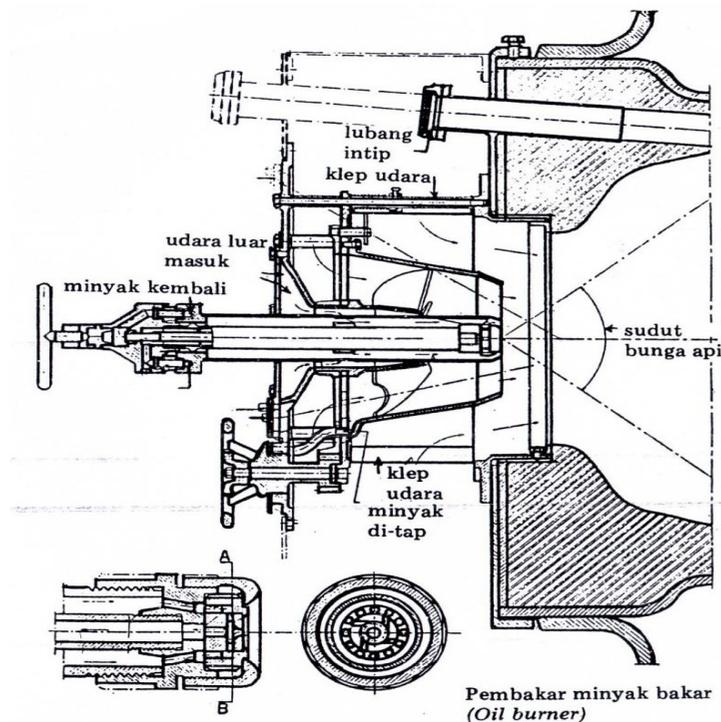
Sumber : [www.pngwing.com](http://www.pngwing.com)

## 2. Bahan Bakar Cair

Bahan bakar cair berasal dari minyak bumi. Minyak mentah diekstraksi dari tanah dengan cara pengeboran ke ladang minyak, dipompa ke permukaan dan diolah menjadi berbagai jenis bahan bakar minyak. Minyak mentah (crude oil) berwarna coklat tua sampai coklat tua dan terdiri dari berbagai campuran air dan arang (C dan H) dan diklasifikasikan ke dalam jenis berikut.

- Parafin (basa parafin) sering disebut sebagai senyawa air karbonat rantai panjang atau senyawa alifatik yang tersusun dari  $C_nH_{2n+2}$  alkana atau  $C_nH_{2n-2}$  sikloalkana ;
- Asam naftenat (naphthenic base) adalah senyawa turunan dari hidrokarbon berupa  $C_nH_{2n+6}$  siklik atau aromatik atau  $C_nH_{2n-6}$  sikloal

Gambar 2. 2 Peralatan Pembakar Bahan Bakar Cair



Sumber : [www.pngwing.com](http://www.pngwing.com)

## 1. Bahan Bakar Gas

Tanah kaya akan gas alam, sering disebut sebagai gas alam (natural gas) atau gas alam, yang terbentuk ketika minyak, gas tambang, dan gas lahan basah ( $\text{CH}_4$  atau metana) diproduksi

Penggunaan gas alam sebagai bahan bakar ketel uap, disamping sebagai bahan bakar pengganti, membawa keuntungan-keuntungan sebagai berikut:

- a. Pada umumnya ketel uap yang menggunakan bahan bakar hanya gas alam saja akan lebih murah dibanding dengan ketel-ketel yang menggunakan bahan bakar minyak bakar atau bahan bakar padat lainnya.
- b. Peralatan pembakar untuk gas alam jauh lebih sederhana dibandingkan dengan peralatan pembakar dari minyak bakar.
- c. Pembakaran dengan gas alam akan berlangsung lebih sempurna dibanding dengan minyak bakar.
- d. Ketel uap yang menggunakan bahan bakar hanya gas alam saja akan lebih awet, karena gas alam tidak mengandung belerang (S), Natrium (Na), Vanadium (Va), serta tidak berjelaga.
- e. Biaya operasi dan biaya perawatan untuk ketel uap yang menggunakan bahan bakar gas alam, akan jauh lebih murah.

Menurut Soedarsono (2004: 3), minyak bumi adalah yang sangat kompleks, terdiri dari sejumlah besar hidrokarbon, yang merupakan senyawa dari unsur-unsur C (karbon) dan H (hidrogen). Bahan bakarnya dibuat dengan cara penyulingan minyak mentah. Minyak bumi umumnya mengandung 83-97% C, 11-14% H, 0,3-4,5% S, lainnya vanadium (Va), krom (Cr), kalsium (Ca), mangan (Mn), Merupakan unsur natrium (tidak). .. Sebagian kecil. Selain unsur-unsur tersebut, bahan bakar padat juga mengandung oksigen (O) dan nitrogen (N). Hal ini karena unsur-unsur dasar tersebut memiliki massa atom relatif (Ar) dan berat molekul relatif (Mr) sebagai berikut.

Massa atom relative; C = 12	Massa molekul relative C = 12
Massa atom relative; H = 1	Massa molekul relative H <sub>2</sub> = 2
Massa atom relative; S = 32	Massa molekul relative S = 32
Massa atom relative; O = 16	Massa molekul relative O <sub>2</sub> = 32
Massa atom relative; N = 14	Massa molekul relative N <sub>2</sub> = 28

## G. Peralatan Pembakar

Menurut Djokosetyardjo (2006 ISBN 979 – 408 – 121– 3 Hal 84 – 157) :

### 1. Pembakar Serbuk Batubara (*Pulverized Coal Burner*) :

Pada asal mulanya, pembakar hanya berupa corong bundar, dengan campuran serbuk batubara dengan udara dihembuskan ke dalam tungku. Pada perkembangan selanjutnya, mulut burner berubah menjadi lubang pipih berupa celah yang terletak di antara celah-celah pipa-pipa penguap.

Dengan bentuk mulut pembakar yang pipih ini, memberikan kemungkinan yang lebih besar tercampurnya udara sekunder yang panas dengan serbuk batubara beserta udara primer yang baru saja keluar dari mulut burner.

Terdapat tiga macam pembakar (burner) :

- a. Pembakar rata/pipih (*flat burner*);
- b. Pembakar pusar (*swirl burner atau vortex burner*).
- c. Pembakar sudut (*corner burner*).

### 2. Pembakaran dengan Minyak Bakar (*Oil Burner*) :

Dengan bahan bakar cair, lebih mudah untuk membuat butiran sehalus mungkin dibandingkan dengan batu bara bubuk. Dengan campuran yang baik, bunga api yang dihasilkan akan jauh lebih pendek dibandingkan bunga api dari batu bara yang dihaluskan. Dengan kata lain, untuk pembakar minyak dengan output 100 kg / jam, panjang percikan adalah 2,0 hingga 2,5 meter, tetapi untuk minyak pembakar

bubuk halus, kapasitasnya adalah 500 kg / jam, dan percikannya sekitar 4 meter. Ada tiga cara untuk menyemprotkan minyak tanah.

a) Semprot dengan uap atau semprotan udara;

b) Press-fit, bahan bakar minyak dengan tekanan tertentu disemprotkan secara otomatis.

c) Pembakar berputar. Hal ini juga didukung oleh Blast Air.

### 3. Pembakar dengan Bahan Bakar Gas :

Pembakaran bahan bakar dalam bentuk gas menawarkan kemungkinan pencampuran bahan bakar dan udara dan menyebarkannya secara molekuler dan seragam, sehingga pembakaran sempurna dapat dicapai dengan sedikit kelebihan udara. Pembakar seperti pembakar Bunsen digunakan untuk gas katup suhu tinggi. Untuk gas berkalori rendah, misalnya B. Gas tanur sembur, ada celah gas dan udara yang berselang-seling di sekitar burner. Kesenjangan tangensial untuk campuran cepat bahan bakar gas dan udara. Nilai CO<sub>2</sub> maksimum gas coke oven lebih tinggi, dan nilai CO<sub>2</sub> maksimum gas coke oven lebih rendah dari nilai CO<sub>2</sub> maksimum bahan bakar batubara bubuk.

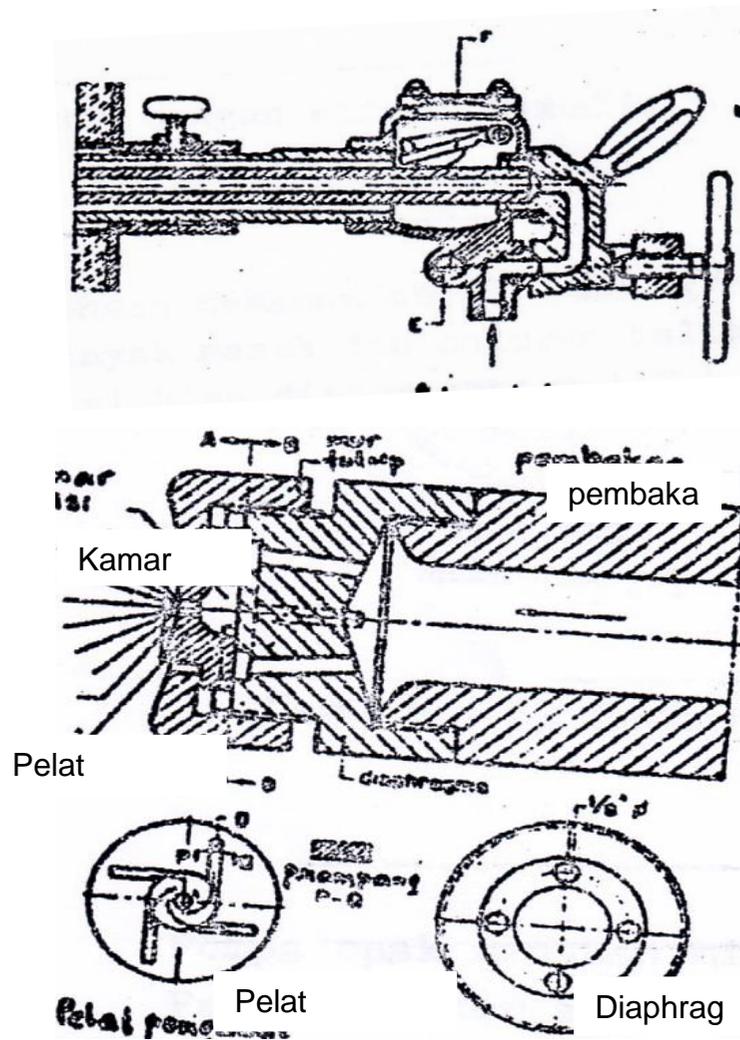
Menurut Hadisaputro, M. ketel uap dua (1982), mengemukakan bahwa pembakar-pembakar yang digunakan di ketel-ketel kapal sekarang hampir semuanya memakai minyak dengan tekanan tinggi. Disini minyak yang dengan kecepatan tinggi ditambah lagi oleh pengaruh saluran yang letaknya tangensial.

Jadi tiap bagian minyak mempunyai dua macam kecepatan, yaitu maju secara *aksial* atau *tangensial*. Dan bentuk gerakan minyak ini akan merupakan sebuah kerucut. Pada semua pembakar biasanya dilengkapi diaphragm dengan bermacam ukuran, untuk bisa menyalakan pembakar pada jumlah minyak yang diperlukan.

Sebab itu ada 2 jenis pembakar, yaitu :

a. Pembakar dengan pemanasan yang tetap, misalnya dari type "*Wallsend-Howden*". Pembakar ini tidak mempunyai aliran balik.

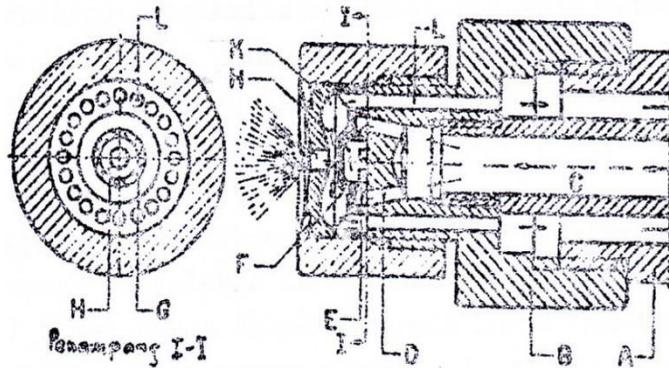
Gambar 2. 3 Peralatan Pembakar Tanpa Aliran Kembali



Sumber : [www.pngwing.com](http://www.pngwing.com)

- b. Pembakar dengan pemanasan yang bisa diatur. Pembakar ini mempunyai aliran balik.

Gambar 2. 4 Peralatan Pembakar dengan Aliran Kembali

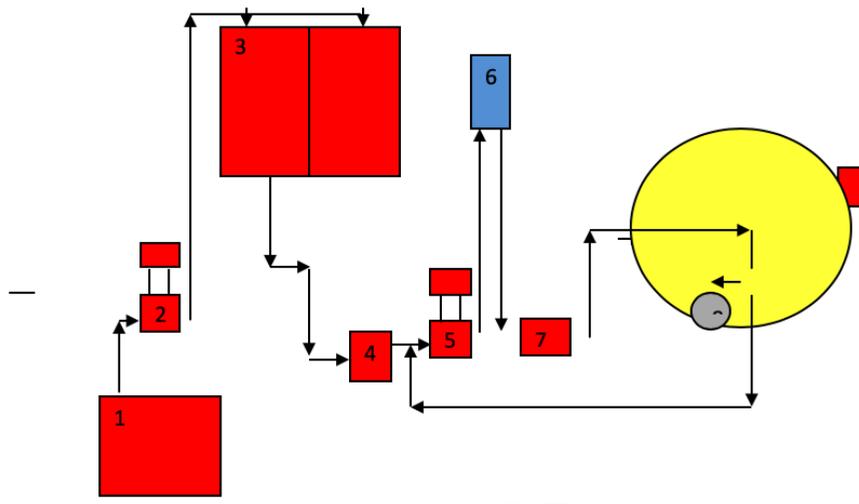


Sumber : [www.pngwing.com](http://www.pngwing.com)

#### H. Sistem Bahan Bakar

Menurut Japan International Agency (1982), minyak berat adalah bahan bakar yang paling banyak digunakan. Untuk membakarnya, minyak terlebih dahulu harus dikeluarkan dari api (pembakar minyak) dan kemudian dicampur dengan udara.

Gambar 2. 5 Instalasi Bahan Bakar Boiler



Sumber: JICA, Permesinan Kapal 1

Keterangan :

- |                           |                          |
|---------------------------|--------------------------|
| 1. Tangki Dasar Berganda  | 6. Oil Heater            |
| 2. Transfer Pump          | 7. Saringan Minyak Panas |
| 3. Tangki Persediaan      | 8. Burner                |
| 4. Saringan Minyak Dingin | 9. Pipa Sirkulasi        |
| 5. Oil Burning Pump       |                          |

a. Tangki Bahan Bakar

Beberapa tangki lantai dan tangki untuk penggunaan sehari-hari sebagai tangki bahan bakar minyak. Kumparan pemanas uap disediakan di sekitar tabung draft untuk memanaskan tabung dalam cuaca dingin.

b. Pompa Transfer Bahan Bakar

Pompa transfer bahan bakar digunakan untuk memindahkan bahan bakar dari satu tangki bahan bakar ke tangki yang lainnya, atau ke tangki harian.

c. *Settling Tank*

Tangki pengendapan dirancang untuk memisahkan air dari minyak mentah. Kumparan pemanas dipasang di tangki untuk memisahkan air dengan baik, dan minyak mentah dipanaskan hingga sekitar 60 ° C. Air yang terkumpul di dasar tangki dikeluarkan oleh katup tetesan

d. Saringan Minyak

Filter oli disediakan untuk memisahkan kontaminan dari oli dan memiliki dinding ganda di bagian bawah. Siapkan filter pendingin di depan pompa oil burner dan gunakan filter wire mesh dengan ukuran mesh kasar (110 mesh per square inch) karena konsentrasi oli tinggi pada suhu rendah. Ada filter panas di belakang pemanas di sisi knalpot pompa pembakaran oli. Ukuran mesh layarnya bagus (380 mesh per inci persegi). Setiap filter adalah tipe kembar dan dapat dibersihkan secara bergantian saat digunakan.

e. Alat Pemanas Minyak Mentah

Pemanas minyak mentah digunakan untuk memanaskan minyak mentah untuk mengurangi konsentrasinya, meningkatkan atomisasi dan meningkatkan pembakaran.

f. Pipa Sirkulasi

Pipa sirkulasi disediakan untuk mengalirkan dan memanaskan minyak pada awal pembakaran atau ketika suhu uap panas rendah.

g. Pembakar Minyak

Minyak mentah disemprotkan dengan oil burner, dicampur dengan udara dan campuran gas dinyalakan. Berbagai pembakar tersedia tergantung pada aplikasinya. Persyaratan untuk pembakar minyak yang baik adalah:

- a. Pembakar minyak harus melakukan semprotan penuh dan mencampur minyak dan udara.
- b. Ini memberikan fungsionalitas dan keamanan yang positif
- c. Mempunyai kemungkinan kerusakan yang sedikit dengan bentuknya yang kuat dan menjamin penanganan yang mudah untuk inspeksi dan pembersihan.
- d. Mulut pipa jarang tersumbat oleh debu dan karbit.
- e. Nyala api dapat disesuaikan melalui rangkaian yang lebar.
- f. Konsumsi uap dan kekuatan rendah selama operasi.
- g. Berbagai jenis minyak mentah dapat digunakan.

## I. Sistem Pembakaran

Menurut *AALBORG BOILER CO., LTD, Boiler Operating Instruction For Marine Use*, 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 *FO* 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*.

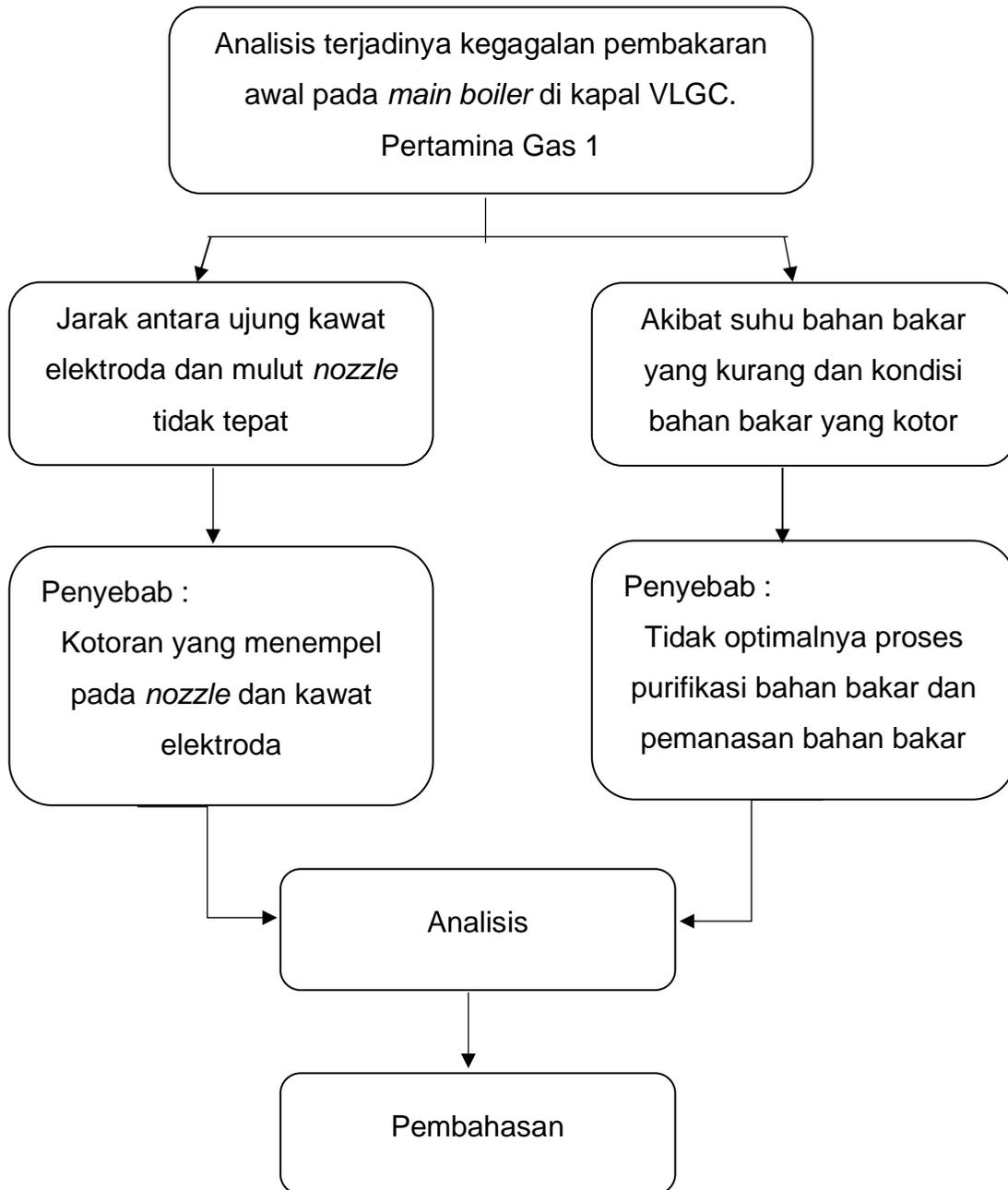
Menurut MIURA CO LTD. Marine boiler. Proses pembakaran pada ketel uap adalah :

1. *Menstart force draft fan* selama 35 detik
2. *Menstart pompa bahan bakar*
3. *Pilot burner* dalam posisi *manual switch on* dan
4. *Flame aye* dalam keadaan *switch on* kemudian
5. Memutar *rotary cup* menuju ke *kombustion citcuit* untuk menjalankan *burner*.

Sedangkan untuk menjalankan secara otomatis adalah *burner* yang posisi *manual switch on*, dirubah dalam posisi *pilot burner auto switch on* pada saat *boiler* telah dioperasikan secara manual.

## **J. Kerangka Pikir Penelitian**

Dalam hal ini penulis akan memaparkan beberapa kerangka pikir secara bagan dalam menjawab atau menyelesaikan pokok permasalahan yang telah dibuat ialah sebagai berikut :



## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Jenis Penelitian**

Penelitian deskriptif adalah jenis penelitian yang bertujuan untuk memberikan gambaran yang utuh tentang kegiatan atau hubungan antara fenomena yang sedang diuji. Penelitian ini berusaha memperoleh gambaran situasi yang lengkap dan akurat.

Contoh: Menyelidiki penyebab kegagalan pembakaran awal boiler utama.

#### **B. Definisi Operasional Variabel**

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.

Dalam suatu reaksi pembakaran lengkap, suatu senyawa bereaksi dengan zat pengoksidasi, dan produknya adalah senyawa dari tiap elemen dalam bahan bakar dengan zat pengoksidasi.

#### **C. Metode Pengumpulan Data**

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

##### **1. Metode Observasi**

Yaitu dengan cara mengadakan pengamatan secara langsung pada objek yang diteliti mengenai kegagalan pembakaran awal pada *main boiler* di kapal sehingga penulis bisa menggambarkan, menganalisis untuk pembuatan proposal ini.

##### **2. Metode Interview**

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

data menghendaki adanya komunikasi langsung antara penelitian dengan sarana penelitian.

### 3. Metode Studi Dokumentasi

Suatu kajian yang dilakukan dengan membaca atau mempelajari literatur, buku, atau tulisan yang berkaitan dengan masalah yang dibahas. Untuk memperoleh landasan teori yang digunakan untuk membahas masalah yang diteliti. Metode penelitian dokumenter digunakan untuk melengkapi data jika terjadi kesulitan dan dijadikan sebagai landasan teori untuk melakukan penelitian. Ini bukan hanya penelitian, ini memiliki dasar yang kuat.

## D. Metode Analisis

Metode analisis yang dipergunakan dalam penyelesaian ini adalah analisis deskriptif, yaitu data yang dikumpulkan berupa kata-kata, gambar dan bukan angka-angka. Laporan penelitian akan berisi kutipan-kutipan data untuk memberi gambaran penyajian laporan, data tersebut mungkin berasal dari dokumen pribadi, foto, naskah wawancara, dan dokumen resmi lainnya.

Jadi metode deskriptif adalah tulisan yang berisi pemaparan, uraian dan penjelasan tentang suatu objek sebagaimana adanya pada waktu tertentu dan tidak mengambil kesimpulan yang berlaku secara umum. Oleh

karena itu di dalam pembahasan nanti penulis berusaha untuk memaparkan hasil dari semua studi dan penelitian yang diperoleh, baik itu secara langsung dari pengalaman penulis selama melaksanakan praktek berlayar dan juga penelitian dari buku-buku referensi.

## E. Jadwal Pelaksanaan Penelitian

*Tabel 3. 1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian*

NO	Nama Object	TAHUN 2020											
		BULAN											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Diskusi buku referensi												

2	Membahas judul			■									
3	pemilihan judul & bimbingan penetapan judul			■									
4	Seminar judul				■								
5	Penetapan judul untuk proposal				■								
6	Penyusunan proposal					■							
7	Seminar proposal					■							
8	Penyusunan / judul penelitian						■						
9	Pengambilan data penelitian	 (BERLAYAR)											
		TAHUN 2021											
		BULAN											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		 (BERLAYAR)											
10	Pengolahan data							■					
11	Diagram persentase							■					
12	Penyusunan / pengolahan data							■	■				
13	Korseksi hasil Pengetikan									■	■	■	
14	Pra seminar (power point) & Seminar hasil												■
		TAHUN 2022											
		BULAN											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15	Perbaikan	■											
16	Seminar tutup		■	■									
17	Penyusunan				■	■							
18	Selesai					■	■						

## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

#### **A. Hasil Penelitian**

##### **1. Sejarah Singkat VLGC Pertamina Gas 1**

Kapal Pertamina ke-57 ini dibangun oleh Hyundai Heavy Industries, Ltd. Korea Selatan. Kontrak pembangunan kapal tanker LPG terbesar ditandatangani pada 26 Januari 2012 dengan total investasi sekitar US\$ 76 juta. Menurut kontrak, pengiriman dijadwalkan pada 6 Februari 2014. Proses pembangunan kapal dengan panjang dua atau lebih lapangan bola (226 meter) ini telah melewati tiga proyek milestone. Yakni, pemotongan baja pertama pada 19 November 2012, peletakan batu pertama pada 20 Desember 2012, dan peluncuran pada 28 Juni 2013. Uji coba dan uji maritim dilakukan dari 15 hingga 18 November. Itu selesai dengan sukses pada Agustus 2013. Karena penyelesaiannya yang cepat, kapal dapat diserahkan pada 23 September 2013, atau lima bulan lebih awal dari yang direncanakan.

Menurut Hanun, VLGC merupakan salah satu upaya Pertamina untuk memberikan keamanan terhadap kelangsungan pasokan energi dalam negeri. “Dengan VLGC ini, kita bisa menghemat \$30.000 hingga \$40.000 per hari. Biaya servis kapal semacam itu berkisar antara \$30.000 hingga \$80.000 per hari, tergantung ketersediaan kapal. Itu sebabnya,” imbuhnya. . Pola operasi gas dengan pelabuhan muat antara Pertamina 1 Pelabuhan Tanjung Uban dan outlet STS di Teluk Semangka, atau melalui jalur muat Pelabuhan Bontang, telah dikerahkan sebagai kapal induk di Calbut, Situbond.

## 2. Data Teknis Kapal VLGC Pertamina Gas 1

### *Ship's particulars*

#### *a. General*

- 1) *Ship's Name* : PERTAMINA GAS 1
- 2) *Vessel Type* : LPG CARRIER
- 3) *Flag* : INDONESIA
- 4) *Port Registry* : JAKARTA
- 5) *Call Sign* : J Z P A
- 6) *IMO Number* : 9643 348
- 7) *MMSI No.* : 525008084
- 8) *INM – C* : 452502834 , 452502835
- 9) *Telp. And Fax No.* : 021-43928112
- 10) *Owner* : PT. PERTAMINA (PERSERO) Jl.  
Merdeka Timur No. 01A, Jakarta  
10110-INDONESIA
- 11) *Tech. Manager / Operator* : PT.PERTAMINA (PERSERO)  
FLEET MANAGEMENT  
DIRECTORATE Jl. Yos Sudarso  
No. 32-34, Tanjung Priok, Jakarta  
14320, INDONESIA
- 12) *Builder* : HYUNDAI HEAVY INDUSTRIES  
Co., Ltd., Ulsan Shipyard, Korea
- 13) *Hull No.* : 2576 G.A : No. 1G-7000-201
- 14) *Keel Laid* : 20 December 2012
- 15) *Delivered* : 17 September 2013
- 16) *Class* : Bureau Veritas
- 17) *Class Notation* : +100A1 Liquefied Gas Carrier,  
Ship type 2G, Butadiene, Butane,  
Butylene, Propane, Butane-  
Propane mixtures, Propylene, in  
Independent Tanks Type A,

Maximum Specific Gravity 0.61,  
Maximum vapour pressure 0.275  
bar (0.40 bar in Harbour), Minimum  
Cargo Temperature minus 50°C,  
ShipRight(SDA, ACS(B)),  
\*IWS,LI,+LMC,UMS,NAV1,+Llyod'  
s RMC(LG) with descriptive notes:  
ETA,Part Higher Tensile Steel,  
ShipRight (FDA, CM, BWMP(S),  
SCM)

18) *Serviced Speed* : 16.75 Knot

*b. Dimensions, Draft*

- 1) *Length Overall* : 225.81 m
- 2) *Length Between Perpendiculars* : 215.00 m
- 3) *Breadth Moulded* : 36.60 m
- 4) *Depth Moulded* : 22.30 m
- 5) *Deadweight* : 54627 Ton
- 6) *Gross Tonnage* : 48917 Ton
- 7) *Light Ship Weight* : 19006 Ton
- 8) *Net. Tonnage* : 16576 Ton
- 9) *Max Draft (S)* : 11.92 m
- 10) *Air Draft, Keel to Mast* : 50.34 m
- 11) *Free Board (S)* : 6.41 m

*c. Capacities*

- 1) *Cargo Tank* : 84187.1 m<sup>3</sup>(100%), 82503.4 m<sup>3</sup>(98%)
- 2) *Ballast Tank* : 23512 m<sup>3</sup>
- 3) *FO and DO* : FO : 2897 m<sup>3</sup> (98%) and DO : 205.1 m<sup>3</sup> (98%)
- 4) *Cargo Pump* : DEEP WELL PUMP, 8x700 m<sup>3</sup>/h x 120 mlc
- 5) *Ballast Pump* : 2x800 m<sup>3</sup>/h
- 6) *Booster Pump* : 2x700 m<sup>3</sup>/h x 120 mlc

*d. Main engine*

- 1) *Maker* : HYUNDAI-MAN B&W 6S60MC-C8.2
  - 2) *Type* : Vertical, Single Action, 2 Cycle, Direct Injection,  
6 Cylinder
  - 3) *Engine Power* : MCR 13800 Kw (105 RPM)
  - 4) *Fuel Type* : HFO & MDO
- e. *Aux Engine*
- 1) *Maker* : YANMAR CO., LTD. (6N21AL-GW)
  - 2) *Type* : Vertical, Single Action, 4 Cycle, Direct Injection,  
6 Cylinder, Water Cooled
  - 3) *Rate Output* : 1020 Kw (900 RPM)
  - 4) *Fuel Type* : HFO & MDO
- f. *Crew complement* : 29+(6 suez crew) PERSON

### 3. Spesifikasi Ketel Uap

Ketel Uap yang terdapat di atas kapal VLGC. Pertamina Gas 1 yang menjadi objek penelitian penulis mempunyai spesifikasi teknis sebagai berikut :

#### a. *Technical Data*

- 1) *Number of Boiler* : 1 Set
- 2) *Steam Production* : 3000 kg/hr
- 3) *Working Pressure* : 7.0 kg/cm<sup>2</sup>.G
- 4) *Design Pressure* : 9.0 kg/cm<sup>2</sup>.G
- 5) *Feed Water Temp.* : 80°C
- 6) *Ambient Temp.* : 45°C
- 7) *Fuel Consumption* : (at HFO) 219 kg/hr
- 8) *Air Consumption at 45°C* : 3561 kg/hr
- 9) *Fuel Gas Flow* : 3766 kg/hr
- 10) *Fuel Gas Temp.* : Max 450°C
- 11) *Total Heating Surface* : 37.2 m<sup>2</sup>

#### b. *Dimension*

- 1) *Diameter Exclude of Insulation* : 1950 mm

- 2) *Height Exclude of Uptake* : 4750 mm
- 3) *Water Volume at Normal Water Level* : 5.62 m<sup>3</sup>
- 4) *Steam Volume at Normal Water Level* : 1.61 m<sup>3</sup>
- 5) *Weight of Boiler Including of Burner and Fittings (Dry)* : 10.8  
Ton
- 6) *Weight of Boiler Including of Burner and Fittings (Wet)*: 16.4  
Ton

c. *Classification*

Hull No. 2576 L/R

d. *Paint Colour*

- 1) *Boiler Body* : Heat Resistance Paint Silver
- 2) *Control Panel* : RAL 7032

#### 4. **Operasional Ketel Uap**

Pada pengoperasian ketel uap atau *boiler* sebaiknya harus melakukan pengecekan secara rutin agar suhu atau uap yang dihasilkan tetap stabil.

Dalam *boiler* terdapat air yang yang dipanaskan atau di didihkan hingga menghasilkan berupa uap basah, uap basah yang dihasilkan oleh ketel belum memiliki tekanan yang tinggi karena uap tersebut masih bercampur dengan air. untuk menghilangkan uap airnya sehingga menjadi uap kering di gunakanlah superheater, sehingga terjadi pemanasan lebih lanjut sehingga menghasilkan uap tekan antara 5 kg – 7 kg untuk memanaskan bahan bakar, minyak lumas dan pemanasan acomodasi pada saat musim dingin, kapasitas uap yang dihasilkan oleh boiler dapat diketahui dengan melihat angka yang tertera pada manometer dan diatur pada alat pengontrolan yang disebut salinometer, apabila uap yang dihasilkan kuarang atau lebih dari 5 kg – 7 kg akan berbunyi alarm.

## 5. Data Analisis

Jika ketel uap gagal terbakar, langkah diambil untuk menyelesaikan masalah, dan langkah-langkah untuk menyelesaikan masalah mendapatkan beberapa data sesuai dengan verifikasi mekanik Pemeriksaan terhadap jarak dari elektroda pilot burner. Langkah awal yang diambil oleh masinis IV pada saat terjadi masalah adalah melakukan pemeriksaan dan pembersihan kotoran yang menempel pada kawat elektroda igniter serta mengadakan penyetelan ulang antara jarak kedua ujung elektroda dan jarak antara mulut nozzle dengan ujung elektroda. Pada saat pemeriksaan terhadap jarak kedua katup elektroda pilot burner memperoleh data sebagai berikut :

*Tabel 4. 1 Jarak Electrode Pilot Burner*

Jarak Manual Book	Jarak Yang Diperoleh	Keterangan
6 mm - 7 mm	7 mm	Normal

Sumber : Kapal Pertamina Gas 1

Tabel 4.1 di atas menjelaskan bahwa jarak elektroda dengan pilot burner sudah tepat. Jarak elektroda pilot burner yang dapat menyebabkan kegagalan pembakaran awal adalah lebih besar dari 7 mm dan kurang dari 6 mm. Bila mana lebih atau kurang dari ukuran yang telah ditetapkan maka tidak bisa menghasilkan percikan api yang sempurna.

a. 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. 2 Temperatur Ketel Uap*

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

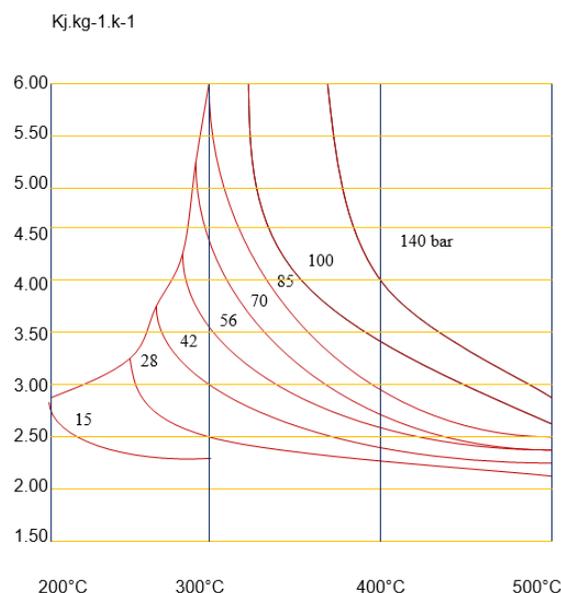
Sumber : Kapal Pertamina Gas 1

Dari data diatas sangat jelas terlihat adanya perbedaan sebesar 50C untuk mendukung pembakaran yang baik pada steam boiler. Temperatur yang dapat menimbulkan bahaya pembakaran pada ketel uap berada di bawah 60 ° C dan di atas 85 ° C. Hal ini terkait dengan kondisi fuel heater. Pemanasan kapal VLGC. Pertamina gas 1 merupakan salah satu jenis steam heater. Dengan kata lain, media panasnya adalah uap sebagai pemanas, tetapi pemanas yang digunakan tidak dapat menyerap suhu tinggi dalam waktu yang lama. Viskositas bahan bakar yang diperlukan untuk pembakaran sesuai dengan instruksi manual ketel uap kurang dari 3.500 s / 38 ° C, dan viskositas yang diperlukan untuk konversi pada 60-85 ° C adalah 275-675 s.

Sebelum bahan bakar memasuki heater, bahan bakar tersebut memiliki suhu 50°C sedangkan keluaran yang dibutuhkan adalah 60 - 85°C.

Berikut adalah diagram kalor jenis rata-rata uap dengan tekanan konstan pada berbagai suhu dan tekanan.

*Gambar 4. 1 Kalor Jenis Rata-Rata Uap dengan Tekanan Konstan*



Sumber: Teknik Ketel Uap

## 6. Analisis Masalah

Pengoperasian ketel uap pada kapal memegang peranan penting terutama kapal yang menggunakan steam sebagai media penggerak seperti mesin jangkar, mesin tambat, mesin bongkar muat, dll.

Seperti pada kapal VLGC. Pertamina Gas 1 sehingga memerlukan perawatan dan ketelitian terhadap bahan bakar ketel uap. Agar pembakaran pada ketel uap dapat berjalan dengan normal, aman dan tidak memerlukan pengawasan secara terus menerus ketika sedang dioperasikan.

Dari analisis kejadian di atas bahwasanya jarak elektroda yang normal 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 viscositas yang diinginkan sehingga terjadi pembakaran yang tidak sempurna yang menyebabkan kegagalan pembakaran pada ketel uap.

Di dalam bahan bakar ada beberapa hal yang perlu diperhatikan yang menjadi ukuran tingkat kualitas dari bahan bakar tersebut yaitu :

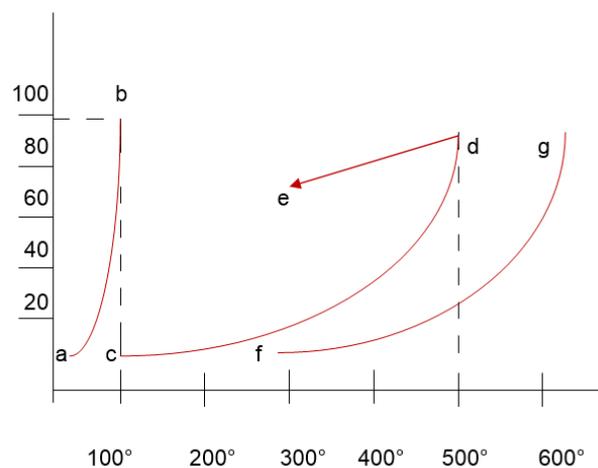
### a. Komponen kimianya dan titik aniline

Titik aniline berfungsi untuk mengetahui apakah bahan bakar tersebut mengandung banyak bahan bakar dengan ikatan siklis. Lebih tinggi titik aniline, lebih sedikit pula ikatan siklis yang terdapat pada bahan bakar. Perbedaan antara ikatan siklis dan ikatan rantai adalah sebagai berikut:

#### 1) Bahan bakar dengan ikatan siklis:

- a) Berat jenis lebih besar
  - b) Antiknock dan tahap kompresi tinggi
  - c) Lebih banyak C daripada H
  - d) Nilai kalor lebih rendah
  - e) Lebih stabil dan kokoh
- 2) Bahan bakar dengan ikatan rantai
- a) Berat jenis lebih ringan
  - b) Lebih banyak H daripada C
  - c) Tidak tahan suhu tinggi
  - d) Nilai kalor lebih besar
  - e) Tidak stabil, karena pada pemanasan terjadi proses cracking

Gambar 4. 2 Diagram Kondensasi Cairan



Sumber : Bahan Bakar dan Minyak Lumas

Keterangan :

- a-b Bila air dipanaskan sampai air itu menguap, kemudian didinginkan lagi, maka uap tersebut akan kembali menjadi air.
- c-d-e Bila bahan bakar dengan dasar ikatan rantai dipanasi dari c ke d, kemudian bahan bakar tersebut

didinginkan, garis kondensasi akan menyimpang ke e, artinya bahan bakar akan pecah menjadi beberapa jenis bahan bakar dan terdiri dari molekul-molekul ringan dan berat.

Bila bahan bakar dengan dasar ikatan siklis (gelang) dipanasi dari f-g, kemudian didinginkan, garis kondensasi akan mengikuti garis lama yaitu g-f.

Adapun jenis bahan bakar yang digunakan pada ketel uap di kapal VLGC. Pertamina Gas 1 adalah HFO yang mana jika dipanaskan lebih dari 100°C akan menyebabkan proses cracking yaitu akan mengeluarkan kadar air dan kadar aspal pada bahan bakar.

b. Kekentalan

Kekentalan disebut juga viskositas. Untuk beberapa jenis bahan bakar sangat berbeda satu dengan yang lain. Bahan bakar encer disebut bahan bakar dengan viskositas rendah dan bahan bakar kental disebut bahan bakar viskositas tinggi.

c. Berat jenis

Biasanya berat jenis ditentukan pada 20°/4°C, artinya berat jenis bahan bakar ditentukan pada suhu 20°C dan air 4°C sebagai kesatuan.

$$BJ = \frac{\text{Berat bahan bakar dalam piknometer pada } 20^{\circ}\text{C}}{\text{Berat air dalam piknometer pada } 4^{\circ}\text{C}} \dots\dots\dots (1)$$

Berikut adalah tabel perbandingan dari SG, Viscositas dan temperatur.

Tabel 4. 3 Perbandingan dari SG, Viscositas dan Temperatur

FUEL OIL									
OIL	SPECIFIC GRAVITY AT 15°C	VISCOSITIES IN SSU AT VARIOUS TEMPERATURES							
		-1°C	15°C	27°C	38°C	54°C	77°C	99°C	121°C
DIESEL FUEL OIL									
NO. 2D	.82 TO .95	138	70	53.6	45.5	39	--	--	--
NO. 3D	.82 TO .95	390	145	92	65	48	39	--	--
NO. 4D	.82 TO .95	4,400	700	280	140	70	44.2	--	--
NO. 5D	.82 TO .95	16,500	3,500	1,500	750	320	136	76.5	54
FUEL OIL									
NO. 1	.82 TO .95	--	--	--	35	--	--	--	--

NO. 2	.82 TO .95	104	56	45.5	40	--	--	--	--
NO. 3	.82 TO .95	126	68	53	45	39	--	--	--
NO. 5A	.82 TO .95	1,480	420	215	125	72	48	--	--
NO. 5B	.82 TO .95	850	600	490	400	315	235	178	141
NO. 6	.82 TO .95	--	72,000	21,500	7,800	2,150	590	225	110
NAVY FUEL OIL									
SPEC.	.989 MAX.	3,300	1,100	600	360	190	100	66	50.2
NAVY II	1.0 MAX.	--	24,000	8,600	3,500	1,150	370	160	89

Sumber: [www.simplex.com](http://www.simplex.com)

Tabel 4.3 menunjukkan beberapa jenis bahan bakar berdasarkan perbandingan SG, viscositas dan temperatur. Adapun yang digunakan di atas kapal VLGC. Pertamina Gas 1 adalah bahan bakar HFO jenis Navy II yaitu bahan bakar yang pada suhu 38°C memiliki viskositas sebesar 3500 sec. dan bahan bakar jenis ini mempunyai specivic gravity yaitu maksimum 1.0 pada 15°C atau dengan kata lain  $\leq 1.0$ .

Pada saat terjadi kegagalan pembakaran pada ketel uap, suhu bahan bakar adalah 55°C dengan viscositas 1.500 sec sedangkan suhu normal adalah 60-85°C dengan viscositas 675-2750. Hal ini dikarenakan diperlukannya butiran-butiran yang halus dari bahan bakar guna menjamin terjadinya pembakaran yang baik.

#### d. Titik nyala atau titik bakar

Titik nyala atau titik bakar adalah suhu terendah dimana bahan bakar tersebut dapat terbakar. Pada bejana terbuka terdapat titik nyala yang lebih tinggi daripada bejana tertutup. Hal ini disebabkan konsentrasi gas pada bejana terbuka lebih kecil dan sebagian sudah ada di atmosfer. Menurut peraturan Inspeksi pelayaran, kapal hanya diperkenankan untuk menggunakan bahan bakar yang mempunyai titik nyala  $\geq 55^\circ\text{C}$ . Sedangkan pada peraturan *Lloyd Register London* menentukan titik nyala yang lebih tinggi yaitu  $\geq 65^\circ\text{C}$ . Adapun titik nyala bahan bakar yang kami peroleh dari pihak bunker adalah 200°F (93°C).

Naiknya temperatur mengakibatkan berkurangnya kekentalan cairan. Temperatur dan kekentalan cairan mempunyai hubungan yang sangat erat dalam pemilihan minyak yang akan digunakan.

Untuk atomisasi bahan bakar, maka sangat perlu untuk memanaskan minyak yang memiliki viskositas yang tinggi.

Sangat penting untuk menspesifikasikan temperatur pada kekentalan bernilai berlainan satu sama lain. Redwood viscosities bahan bakar ada yang bernilai 21, 38, 60, 94, 121°C, adapun Fuel oil biasanya pada nilai 38°C.

Faktor yang dipengaruhi oleh viskositas adalah kecepatan bahan bakar yang melalui pipa, atomisasi (pengabutan bahan bakar), dan faktor kekotoran bahan bakar. Terjadinya kegagalan pembakaran awal pada ketel uap secara umum disebabkan oleh rendahnya suhu bahan bakar pada saat akan dilakukan pembakaran.

## **B. Pembahasan Masalah**

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 kira-kira sampai 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> terbakarnya 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 VLGC. Pertamina Gas 1 adalah antara 70°C sampai 80°C.

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

- a. Minyak opak harus bersih dari segala kotoran yang sifatnya padat atau cair

Bahan bakar yang diterima dari pihak bunker bukanlah bahan bakar murni akan tetapi masih mengandung unsur tertentu seperti air dan kotoran-kotoran tertentu yang berasal dari pabrik pengolahan minyak sebelum sampai di kapal. Media penampung dan pipa-pipa yang dilewati tidak menjamin bebas dari kotoran baik berupa karat, Lumpur dan air yang ada pada tangki atau pipa sehingga akan ikut dalam proses pemindahan atau transfer minyak sehingga minyak tersebut menjadi kotor. Untuk senantiasa bahan bakar menjadi bersih maka ada beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu :

- 1) Penceratan terhadap tangki penampungan bahan bakar

Mencerat tangki penampungan bahan bakar sesering mungkin untuk mengeluarkan endapan lumpur yang ada dalam tangki dan untuk mencegah pengerasan lumpur yang ada dalam tangki. Dengan seringnya dilakukan penceratan maka dapat mencegah bercampurnya kembali minyak dengan lumpur yang mengendap di tangki endapan apabila terjadi goyangan pada kapal.

- 2) Pembersihan filter

Membersihkan filter adalah hal yang penting untuk dilakukan karena sebelum masuk ke dalam sebuah pompa maka bahan bakar harus melewati filter untuk disaring. Disamping itu jika saringan kotor maka juga akan mempengaruhi tekanan dari pompa.

- 3) Purifikasi bahan bakar

Purifikasi bahan bakar adalah hal yang sangat penting. Peristiwa ini melalui permesinan bantu yaitu purifier. Purifier sendiri berfungsi untuk memisahkan bahan bakar dari kotoran dan air. Bahan bakar yang digunakan pada kapal VLGC. Pertamina Gas 1 adalah HFO yaitu minyak yang mempunyai viskositas < 60 sec *Redwood* 1/100°F. yang mana minyak ini mempunyai kadar belerang yang sangat tinggi antara 1,5 sampai 4 %, demikian juga endapan residu

yang dapat mencapai 14% yang terdiri dari pasir besi, Lumpur, garam dan lain-lain. Jadi dalam menggunakan HFO harus lebih berhati-hati dan untuk membersihkannya harus menggunakan separator atau purifier agar jumlah endapan dapat diturunkan.

b. Minyak 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 VLGC. Pertamina Gas 1 adalah heater dengan media steam yang dialirkan melalui pipa kapiler yang ada pada heater. Adapun tujuan pemanasan minyak tersebut adalah sebagai berikut :

- 1) Proses keluarnya gas-gas dan penguapan dari bagian-bagian minyak bisa berlangsung dengan cepat dalam dapur .
- 2) 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.
- 3) 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.
- 4) Minyak supaya menjadi cair sehingga dapat dengan mudah dibersihkan dari kotoran-kotoran atau air.
- 5) 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.

Karena suhu yang tinggi maka di dalam pipa bisa terjadi pengendapan yang nantinya akan melekat di pipa sehingga akan memperkecil saluran. Suhu yang terlalu tinggi juga menyebabkan keluarnya gas-gas yang membawa pengaruh bahwa apa yang keluar dari pembakar atau burner bukan pancaran minyak yang utuh tapi bercampur dengan gas. Itulah sebabnya api pembakaran setelah minyak keluar dari mulut pembakar atau burner besarnya tidak tetap dan susah diatur.

Namun dalam pemanasan bahan bakar HFO tidak boleh melebihi 100°C, karena pada suhu itu air yang ada pada HFO akan menguap dan dapat menyebabkan bahan bakar akan membusa (membuih), juga untuk mencegah kemungkinan terjadinya kebakaran atau pengarangan pada HFO. Oleh karena itu suhu harus dipertahankan di bawah titik nyala bahan bakar. Disamping itu, pemanasan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan proses *cracking* yang akan menyebabkan kadar aspal dalam bahan bakar akan mengendap.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Simpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Jarak elektroda dengan *pilot burner* yang tidak tepat dapat menyebabkan kegagalan pembakaran awal ( normalnya 6 mm - 7 mm)
2. 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 ( normalnya 60°C – 80°C )
3. Kurangnya perawatan pada *burner Main Boiler* dapat memperbesar kemungkinan terjadinya gangguan pada saat *Main boiler* dioperasikan.

#### **B. Saran**

1. Untuk menjaga kondisi kawat elektroda agar jarak tidak berubah-ubah harus melakukan pengecekan sekali sebulan agar pada saat pengoperasian *Main Boiler* dalam keadaan stabil atau normal.
2. Untuk menjaga suhu dari bahan bakar tersebut yaitu dengan senantiasa mengontrol suhu bahan bakar dan menambah alat pemanas (*heater*) yaitu untuk menjaga kondisi suhu bahan bakar agar tetap stabil.
3. Lakukan perawatan secara rutin sesuai dengan manual book pada *system burner Main Boiler* untuk memperkecil kemungkinan terjadinya gangguan atau kerusakan pada saat pengoperasian *Main Boiler*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bahasa Tim Penyusun Kamus Pusat dan Pembinaan. (2005). *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Darmalaksana, W. (2020). *Cara Menulis Proposal Penelitian*. Bandung: Fakultas Ushuluddin UIN Sunan Gunung Djati.
- Djokosetyardjo. (2006). *Ketel Sirkulasi Ganda*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Djokosetyarjo, M. J. (1999). *Ketel Uap*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Edukasi Politeknik Citra Widya. (2009, 5 5). *poltekcwe*. Retrieved from <https://poltekcwe.wordpress.com/2009/05/05/boiler-ketel-uap>
- Handoyo, J. J. (2014). *Ketel Uap, Turbin Uap, Turbin Gas. Penggerak Utama Kapal*. Jakarta: Djangkar Buku Maritim.
- ISO 9001 Certified, Totak Look AT Oil Bunner Nozzle*. (2000). U.S.A: Delevan Inc.
- Makassar, T. P. (2012). *Buku Pedoman Penulisan Skripsi*. Makassar: Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
- Soedarsono. (2004). *Bahan Bakar dan Minyak Lumas*. Jakarta: Marine Engineer.
- Soendari, T. (2012, June 15). *Academia.com*. Retrieved from <https://academia.edu/jurnal-metode-penelitian-deskriptifpdf.html>
- Veen, D. V. (1977). *Teknik Ketel Uap, Terjemahan Prof. Dr. Mr. Sutan Takdir*. Jakarta: PT Triasko Madra.
- Yusuf, A. M. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif & Penelitian Gabungan*. Jakarta: Prenada Media Group.

## DAFTAR LAMPIRAN

### 1. Wawancara

Tempat Wawancara : Kapal VLGC Pertamina Gas 1  
Nama : Ismail Sarifuddin  
Jabatan : 4/E

#### **WAWANCARA**

Penulis : “Apa yang menjadi penyebab gagalnya pembakaran awal pada *Main Boiler* ?.”

Masinis IV : “Penyebab utama dari peristiwa tersebut adalah suhu bahan bakar yang terlalu dingin sehingga *viscositas* bahan bakar menjadi naik.”

Penulis : “Apakah ada penyebab lain ?.”

Masinis IV : “Penyebab lainnya yaitu kurangnya perawatan pada burner dan adanya kegagalan sistem yaitu jarak kawat elektroda dengan burner.”

Penulis : “Dampak apa yang terjadi jika terjadi kegagalan pembakaran pada *Main Boiler* ?.”

Masinis IV : “Dampaknya yang pasti adalah kurang optimalnya *supply steam* untuk permesinan bantu lain yang menggunakan *steam* sebagai pemanas dan jika tidak segera dilakukan perbaikan akan mempengaruhi bagian bagian yang lain pada *boiler*.”

Penulis : “Permesinan bantu apa yang paling terkena dampak jika boiler mengalami masalah ?.”

Masinis IV : “*Fresh Water Generator* karena saat kapal kita anchor,FWG akan bekerja dengan bantuan dari yang dihasilkan oleh *boiler*.”

Penulis : “Berapa jarak normal antara kawat elektroda dengan *burner* ?.”

- Masinis IV : “Normalnya 6-7 mm, lebih atau kurang dari itu akan menyebabkan kegagalan pembakaran awal karena tidak sempurnanya percikan api.”
- Penulis : “Bahan bakar seperti apa yang baik dan layak digunakan untuk terciptanya pembakaran yang baik pada *boiler* ?.”
- Masinis IV : “Tentunya bahan bakar yang bebas dari kotoran dan memiliki *viscositas* yang sesuai dengan *manual book* pada *boiler*”
- Penulis : “Langkah seperti apa yang harus dilakukan untuk menjaga suhu dan kondisi bahan bakar tersebut ?.”
- Masinis IV : “Lakukan drain bahan bakar pada tangki bahan bakar sesering mungkin, rajin bersihkan *filter* pada pompa bahan bakar dan selalu lakukan pengawasan pada *purifier*.”
- Penulis : “Langkah apa yang harus dilakukan jika terjadi kegagalan pembakaran awal pada *boiler* ?.”
- Masinis IV : “Pertama periksa dan bersihkan kotoran yang menempel pada kawat elektroda igniter, lalu lakukan pemeriksaan pada jarak kedua ujung elektroda, lakukan penyetelan ulang jika jarak tidak sesuai. Kedua periksa suhu dan kondisi pada bahan bakar.”
- Penulis : “Bagaimana langkah yang harus dilakukan agar pembakaran pada boiler berjalan normal dan sempurna ?.”
- Masinis IV : “Hampir sama seperti langkah tadi, selalu rutin lakukan pengecekan pada kawat elektroda baik kebersihan atau jaraknya minimal sebulan sekali, selalu periksa suhu kondisi bahan, semaksimal mungkin bebas dari kotoran dan kekentalan tetap

terjaga dan terakhir rutin melakukan perawatan pada seluruh bagian yang ada di boiler dan pastinya perawatan tersebut harus sesuai dengan *manual book.*"

## 2. Gambar Pendukung

Gambar Thermocouple



Sumber : Kapal Pertamina Gas 1

Gambar Nozzle



Sumber : Kapal Pertamina Gas 1

Gambar Blower



Sumber : Kapal Pertamina Gas 1

Gambar Kawat Elektroda dan burner



Sumber : Kapal Pertamina Gas 1

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Bayu Mahendra Putra Yudha adalah nama penulis skripsi ini. Lahir pada tanggal 27 Juli 1999, di Malang Provinsi Jawa Timur. Penulis merupakan Anak ke 1 dari 2 bersaudara, dari pasangan Haris Yunforman Yudha dan Eni Idayati.

Penulis pertama kali masuk pendidikan di SD Negeri 2 Kenayan pada tahun 2006 dan tamat 2012 pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan ke SMP Negeri 3 Tulungagung dan tamat pada tahun 2015. Setelah tamat di SMP, penulis melanjutkan ke SMA Negeri 1 Kedungwaru dan tamat pada tahun 2018. Dan pada tahun yang sama penulis terdaftar sebagai Taruna di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar jurusan Teknika dan tamat pada tahun 2022

Dengan ketekunan, motivasi tinggi untuk terus belajar dan berusaha. Penulis telah berhasil menyelesaikan pengerjaan tugas akhir skripsi ini. Semoga dengan penulisan tugas akhir skripsi ini mampu memberikan kontribusi positif bagi dunia pendidikan.

Akhir kata penulis mengucapkan rasa syukur yang sebesar-besarnya atas terselesaikannya skripsi yang berjudul "*Analisis Terjadinya Kegagalan Pembakaran Awal Pada Main Boiler di Kapal Pertamina Gas 1*".