

**ANALISIS KEGAGALAN PEMBAKARAN AWAL
PADA *AUXILIARY BOILER* DI KAPAL VLGC
PERTAMINA GAS 1**



Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Pendidikan Diploma IV Pelayaran

MOCH. HAMDANI PRASETYO

NIT 07.19.033.1.06

PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIKA

**PROGRAM DIPLOMA IV PELAYARAN
POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
TAHUN 2024**

**ANALISIS KEGAGALAN PEMBAKARAN AWAL
PADA *AUXILIARY BOILER* DI KAPAL VLGC
PERTAMINA GAS 1**



Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Pendidikan Diploma IV Pelayaran

MOCH. HAMDANI PRASETYO
NIT 07.19.033.1.06

PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIKA

**PROGRAM DIPLOMA IV PELAYARAN
POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
TAHUN 2024**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Moch. Hamdani Prasetyo

Nomor Induk Taruna : 07.19.033.1.06

Program Studi : Diploma IV Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul :

ANALISIS KEGAGALAN PEMBAKARAN AWAL PADA AUXILIARY BOILER DI KAPAL VLGC PERTAMINA GAS 1

Merupakan karya asli seluruh ide yang ada dalam KIT tersebut, kecuali tema yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide saya sendiri. Jika pernyataan diatas terbukti tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Pelayaran Surabaya.

SURABAYA,Maret, 2024

Materai 10000

Moch. Hamdani Prasetyo

PERSETUJUAN SEMINAR
HASIL KARYA ILMIAH TERAPAN

Judul : ANALISIS KEGAGALAN PEMBAKARAN
AWAL PADA *MAIN BOILER* DI KAPAL
VLGC PERTAMINA GAS 1

Nama Taruna : Moch. Hamdani Prasetyo

NIT : 07.19.033.1.06

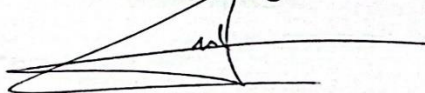
Program Studi : Diploma IV Teknologi Rekayasa Permesinan
Kapal

Dengan ini dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diseminarkan.

Surabaya, 2024

Menyetujui,

Pembimbing I



Eko Prayitno, S.Pd.I., M.M.

Penata (III/c)

NIP. 19760322 200212 1 002

Pembimbing II



Dr. Ardiana Puspitacandri, S.Psi., M.Psi.

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 19800619 201503 2 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik
Politeknik Pelayaran Surabaya



Monika Retno Gunarti, S.Si.T., M.Pd.

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 19760528 200912 2 002

PENGESAHANKARYAILMIAH TERAPAN
ANALISIS KEGAGALAN PEMBAKARAN AWAL PADA AUXILIARY
BOILER DI KAPAL VLGC PERTAMINA GAS 1

Disusun dan Diajukan Oleh:

MOCH. HAMDANI-PRASETYO

NIT. 07.19.033.1.06

Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

Telahdi pertahankan di depan Panitia Ujian Karya Ilmiah Terapan

Pada tanggal, 01 Maret 2024



Penguji I

Dirhamsyah, M.Pd., M.Mar.E
Penata Tk. I (III/d)
NIP.197504302002121 002

Penguji-II

Eko Prayitno, S.Pd.I., M.M.
Penata (III/c)
NIP.197603222002121 002

Penguji III

Agus Prawoto, S.Si.T., M.M
Penata Tk.I (III/d)
NIP.197808172009121001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknika
Politeknik Pelayaran Surabaya

Monika Retno Gunarti, S.Si.T., M.Pd.
Penata Tk.I (III/d)
NIP.197605282009122 002

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberi rahmat dan hidayah-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan karya ilmiah terapan. Pada dasarnya tujuan dan penyusunan karya ilmiah terapan ini dimaksudkan sebagai syarat untuk menyelesaikan program pendidikan Diploma - IV. Melalui kesempatan yang baik ini, peneliti mengucapkan terimakasih atas segala bantuan dan dukungan yang telah diberikan, baik material maupun immaterial, kepada:

1. Bapak Moejiono, MT., M.Mar.E. selaku Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya.
2. Ibu Monika Retno Gunarti, S.Si.T., M.Pd. selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal Politeknik Pelayaran Surabaya.
3. Bapak Eko Prayitno, S.Pd.I., M.M. selaku dosen pembimbing satu saya yang memberikan masukan dan kritikan dalam penulisan laporan ini.
4. Ibu Ardhiana Puspitacandri, S.Psi., M.Psi. selaku dosen pembimbing dua saya yang memberikan masukan dan kritikan dalam penulisan laporan ini.
5. Seluruh Civitas Akademika Politeknik Pelayaran Surabaya.
6. Orang tua saya tercinta yang selalu mendoakan dan mendukung saya sehingga saya mencapai pada titik ini, dan juga saudara-saudara saya yang juga selalu mendukung saya.
7. Dan Seluruh rekan-rekan Taruna/i Politeknik Pelayaran Surabaya dan semua orang yang telah membantu dalam penyelesaian karya ilmiah terapan ini.

Meskipun karya ilmiah terapan telah selesai di buat peneliti, akan tetapi karya ilmiah terapan ini masih jauh dari sempurna. Oleh sebab itu, saya sangat mengharapkan segala masukan baik berupa saran maupun kritik semoga bisa menjadi contoh untuk orang lain.

Saya berharap semoga karya ilmiah terapan ini dapat bermanfaat bagi siapa saja yang telah membaca laporan ini.

Surabaya, Maret, 2024

MOCH. HAMDANI PRASETYO

ABSTRAK

MOCH. HAMDANI PRASETYO, Analisis kegagalan pembakaran awal pada auxiliary boiler di kapal VLGC Pertamina Gas 1. Karya Ilmiah Terapan , Politeknik Pelayaran Surabaya. Dibimbing oleh Eko Prayitno, S.Pd.I., M.M. sebagai dosen pembimbing 1 dan Dr. Ardhiana Puspitacandri, S.Psi., M.Psi sebagai dosen pembimbing 2.

Boiler adalah sebuah bejana tertutup yang menghasilkan uap dengan tekanan lebih besar dari 1 (satu) atmosfer, dengan cara memanaskan air di dalam tabung tertutup oleh gas panas yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar cair di dalam ruang pembakaran *boiler*, sehingga menghasilkan uap panas yang bertekanan tinggi. Pada saat ini *boiler* yang kita kenal secara umum dibagi menjadi dua, yaitu *boiler* pipa api dan *boiler* pipa air. Jenis *boiler* pipa air lebih banyak digunakan dari pada *boiler* pipa api karena perawatan yang lebih mudah dan memiliki bentuk lebih sederhana.

Tujuan dari penelitian ini adalah faktor mengetahui apa yang menyebabkan gagal pembakaran boiler, dan mengetahui dampak yang di timbulkan, serta upaya yang dilakukan terhadap masalah yang ada. Metode yang digunakan dalam skripsi ini adalah metode *fishbone analysis* untuk menganalisa awal dan sebagai metode untuk menentukan factor permasalahan dan *basic event* yang ada pada permasalahan.

Berdasarkan hasil penelitian ini disimpulkan bahwa penyebab gagalnya pembakaran *boiler* adalah tersumbatnya *atomizer*, tidak sesuainya jarak elektroda, serta rendahnya tekanan *burning pump*. Dampak yang terjadi adalah *atomizer* tidak dapat mengabutkan bahan bakar, elektroda tidak dapat memercikan api pembakaran, dan tekanan bahan bakar menuju *auxiliary burner* rendah. Upaya yang dilakukan untuk mengatasi terjadinya gangguan pembakaran pada *boiler* adalah dengan melakukan pembersihan pada *atomizer*, mengatur jarak elektroda (antar elektroda 3-4 mm, antara *nozzle pilot burner* 10 mm), serta mengatur tekanan bahan bakar *burning pump* 20 kg/cm².

Kata Kunci: Analisis, Gangguan, Pembakaran, *Boiler*, *Fishbone*

ABSTRACT

MOCH. HAMDANI PRASETYO, Analysis of initial combustion failure in the auxiliary boiler on the VLGC Pertamina Gas 1 ship. Applied Scientific Work, Surabaya Shipping Polytechnic. Supervised by Eko Prayitno, S.Pd.I., M.M as supervisor 1 and Dr. Ardhiana Puspitacandri, S.Psi., M.Psi as supervisor 2.

The boiler is a steam formed with pressure more than 1 (one) atmosphere, by heating the water in a closed tube by hot gases who produced from combustion liquid fuel oil in the boiler combustion chamber, and the result is high-pressure hot steam. At this time the boiler that we know is divided into two, that are fire tube boiler and water tube boiler. Boiler water pipe is more widely used than boiler fire pipe due toeasier to maintenance and has simpler form.

The aim of this research is to find out what factors cause boiler combustion failure, and to find out the impact it causes, as well as the efforts made to address existing problems. The method used in this thesis is the fishbone analysis method for initial analysis and as a method for determining problem factors and basic events that occur during the problem.

From this research, we can concluded that the cause of trouble boiler burning are clogging of automizer, incompatibility of electrode distance, and pressure fuel oil burning pump is low. The impacts of the trouble boiler burning are automizer can not spray the fuel oil, elektroda can not make burning fire sprinkling, fuel pressure to main burner becomes low. The effort to avoid trouble boiler burning are clean up the atomizer, setting the distance electrodes (between electrodes 3-4 mm, between nozzle pilot burner 10 mm), and than setting pressure of fuel oil burning pump 20 kg/cm².

Key Words: Analysis, Trouble, Burning, Boiler, Fishbone

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	iii
PERSETUJUAN SEMINAR	iv
PENGESAHAN KARYA ILMIAH TERAPAN	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Batasan Masalah.....	3
D. Tujuan Penelitian	4
E. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A.Review Penelitian Sebelumnya	5
B. Landasan Teori	6
1. Definisi dan Pengertian Umum <i>Boiler</i> /Ketel Uap	6

2. Perpindahan Panas Pada Boiler/Ketel Uap	6
3. Definisi pada Nozzle Burner <i>Boiler</i> /Ketel Uap	8
4. Pemanas Bahan Bakar	12
5. Pembakaran sebagai Gejala Kimia	13
6. Berbagai Macam Bahan Bakar	16
7. Peralatan Pembakar	21
8. Sistem Bahan Bakar.....	25
9. Sistem Pembakaran.....	28
10. Fishbone Diagram	29
C.Kerangka Pikir Penelitian	35
BAB III METODE PENELITIAN.....	36
A. Jenis Penelitian	36
B. Tempat dan Waktu Penelitian.....	37
C. Sumber Data Penelitian dan Teknik Pengumpulan Data.....	38
D. Teknik Analisis Data	40
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	46
A. Gambaran Umum Obyek Penelitian	46
B. Hasil Penelitian.....	47
C. Pembahasan	56
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	60

A. Kesimpulan	60
B. Saran.....	60
DAFTAR PUSTAKA.....	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Gambar Nozzle	10
Gambar 2. 2	Peralatan Pembakar Bahan Bakar Padat Batubara	16
Gambar 2. 3	Peralatan Pembakar Bahan Bakar Cair	19
Gambar 2. 4	Peralatan Pembakar Tanpa Aliran Kembali	24
Gambar 2. 5	Peralatan Pembakar dengan Aliran Kembali	24
Gambar 2. 6	Instalasi Bahan Bakar Boiler	27
Gambar 2. 7	Analisis Masalah Dengan <i>Fishbone Chart</i>	32
Gambar 2. 8	Analisis Penyebab Utama Dengan <i>Fishbone Chart</i>	32
Gambar 2. 9	Analisis Penyebab Kecil dengan <i>Fishbone Chart</i>	33
Gambar 2. 10	Kerangka pikir penelitian	35
Gambar 3. 1	<i>Fishbone Diagram</i>	41
Gambar 3. 2	<i>Logic Scheme Of Fishbone Diagram Implementation</i>	42
Gambar 4. 1	kapal VLGC Pertamina Gas 1	46
Gambar 4. 2	Boiler kapal VLGC Pertamina Gas 1	47
Gambar 4. 3	Pengecekan <i>safety device burner</i>	48
Gambar 4. 4	Pengecekan sistem pembakaran pada panel.....	51
Gambar 4. 5	Pembongkaran elektomotor.....	52
Gambar 4. 6	Pengecekan kelistrikan burner	52
Gambar 4. 7	Pengecekan elektroda dan nozzle burner	53
Gambar 4. 8	Diagram Fishbone	55

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Review penelitian sebelumnya	5
---	---

LAMPIRAN

Lampiran 1 Ship's particular.....	64
Lampiran 2 <i>Crew List</i>	65
Lampiran 3 <i>Manual book Boiller</i>	66
Lampiran 4 <i>Lay out Boiler</i>	68
Lampiran 5 <i>Table Of Instrument Boiler</i>	69
Lampiran 6 <i>Diagram Piping System Boiler</i>	70
Lampiran 7 <i>Burner Technical Date & Specification</i>	71
Lampiran 8 <i>Arrangement Of Boiler</i>	72
Lampiran 9 <i>Name Plate Auxiliary Boiler</i>	73
Lampiran 10 <i>Auxiliary Boiler</i>	74

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Peran transportasi laut dalam menunjang kemajuan dan perkembangan perekonomian negara kepulauan seperti Indonesia sangat besar, angkutan laut merupakan sarana transportasi yang sangat efektif. Kegiatan ekspor-impor baik dari luar negeri maupun dalam negeri serta masyarakat antar pulau dan provinsi ini dapat menunjang pertumbuhan dan perkembangan ekonomi dalam suatu negara. Oleh karena itu para pelaut diuntut untuk meningkatkan perkembangan pelayaran guna mengikuti era yang semakin modern ini.

Untuk memenuhi permintaan pelayanan dan kebutuhan dalam bidang transportasi laut yang semakin banyak sudah pastinya perusahaan akan selalu berupaya agar kapal dalam kondisi selalu baik dan siap sehingga kapal dapat selalu dioperasikan setiap saat hendak di gunakan. Kehilangan waktu karena tidak siapnya kapal yang disebabkan kerusakan pesawat-pesawat bantu sangat berpengaruh bagi perusahaan pelayaran maupun dari pencarter kapal tersebut karena kerugian yang di dapat dari kedua belah pihak tersebut sangatlah besar.

Untuk menunjang kelancaran pelayaran dibutuhkan pesawat-pesawat bantu yang mendukung kinerja mesin induk, salah satu pesawat bantu yang sangat penting adalah Boiler yang memiliki fungsi sebagai penghasil uap panas untuk pemanas 2 bahan bakar, sebagai pengontrol suhu udara di

daerah dingin, sebagai pemanas muatan di kapal, sebagai pemanas air pendingin mesin induk saat kapal berada di pelabuhan dan keperluan lainnya.

Tersedianya uap panas adalah hal yang penting bagi kelancaran pengoperasian pesawat-pesawat yang membutuhkan uap panas, kegiatan operasional kapal dapat terhambat jika produksi uap panas tidak tercukupi karena terjadi masalah, disebabkan kurangnya perawatan atau sebab lain sehingga tidak lancarnya pembakaran pada Boiler. Masalah pembakaran Boiler tersebut dapat menyebabkan terganggunya proses produksi uap panas pada saat itu, menurunnya tekanan uap panas secara drastis dan menyebabkan turunya temperature dari bahan bakar.

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

Auxiliary 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. *Auxiliary 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 telah diuraikan di atas maka peneliti menuangkan permasalahan tersebut dalam suatu karya tulis ilmiah yang berbentuk skripsi dengan judul **Analisis Kegagalan Pembakaran Awal Pada *Auxiliary Boiler* Di Kapal VLGC Pertamina Gas 1.**

B. Rumusan Masalah

Dari latar belakang di atas masalah yang telah diuraikan sesuai dengan pengalaman peneliti pada saat melaksanakan praktik laut dan beberapa kejadian yang pernah dialami di atas kapal yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Apa saja faktor yang menyebabkan terjadinya kegagalan pembakaran awal pada *auxiliary boiler* di kapal VLGC Pertamina Gas 1?
2. Bagaimana upaya mencegah terjadinya kegagalan pembakaran awal pada *auxiliary boiler* di kapal VLGC Pertamina Gas 1?

C. Batasan Masalah

Mengingat luasnya permasalahan yang dapat dikembangkan dalam pembahasan skripsi ini maka peneliti membatasi permasalahan, dimana hanya menitik beratkan kepada sistem burner dari *auxiliary boiler*.

D. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui faktor penyebab terjadinya kegagalan pembakaran awal pada *auxiliary boiler* di kapal VLGC Pertamina Gas 1.
2. Untuk mengetahui cara mencegah faktor penyebab terjadinya kegagalan pembakaran awal pada *auxiliary boiler* di kapal VLGC Pertamina Gas 1.

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 *auxiliary boiler*.
2. Manfaat Praktis
 - a. Sebagai bahan referensi bagi para pembaca, khususnya bagi peneliti 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.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Review Penelitian Sebelumnya

Adapun hasil penelitian tentang terjadi kegagalan pembakaran awal pada *auxiliary boiler* yang pernah dilakukan oleh peneliti sebelumnya, dengan ini peneliti memberikan perbedaan antara peneliti dengan peneliti sebelumnya, diantaranya sebagai berikut :

Tabel 2. 1 Review penelitian sebelumnya

Judul jurnal	penulis	kesimpulan	Perbedaan penelitian
Lulik Hadi Setiawan (2019)	Identifikasi Kegagalan Penyetelan <i>burner</i> yang Menyebabkan tidak terjadinya Pembakaran Pada ketel uap bantu.	Tidak sesuai jarak kedua elektroda, jarak elektroda dengan <i>nozzle</i> Tertutupnya lubang <i>nozzle</i> dari kotora sisa	Penyebab terjadinya gagalnya pembakaran pada <i>burner boiler plant</i> adalah perawatan yang tidak sesuai PMS temperatur bahan bakar rendah, kualitas bahan
Fendy Asparila (2020)	Kotornya <i>main burner</i> pada <i>auxiliary boiler</i> di MT. Bull Sulawesi	Penyebabnya adalah mesin 4 tidak melaksanakan perawatan <i>main burner auxiliary boiler</i> sesuai pms rusaknya <i>fo heater</i>	Penyebab terjadinya kegagalan pembakaran pada <i>burner boiler plant</i> adalah perawatan yang tidak sesuai PMS temperatur bahan bakar rendah, kualitas bahan bakar yang buruk

B. Landasan Teori

1. Definisi dan Pengertian Umum *Boiler*/Ketel Uap

Menurut Politeknik Citra Widya Edukasi, (2009), 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), ketel uap adalah bejana yang tertutup yang dapat membentuk uap dengan tekanan lebih besar dari 1 (satu) atmosfer dengan jalan memanaskan air ketel yang berada di dalamnya dengan gas-gas panas dari hasil pembakaran bahan bakar.

2. Perpindahan Panas Pada *Boiler*/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 :

a. 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 :

- 1) Pipa air pendingin dinding dapur samping ;
- 2) Pipa air pendingin dinding dapur atas ;
- 3) Pipa air pendingin dinding dapur belakang ;
- 4) Pipa air pendingin lantai (bawah) ;
- 5) Pipa air kelompok depan (pipa air tirai) ;
- 6) 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.

b. 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*).

c. Perpindahan panas secara Perambatan atau Konduksi

Perpindahan panas secara perambatan atau konduksi adalah perpindahan panas dari satu bagian benda padat kebagian 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.

3. Definisi pada Nozzle Burner Boiler/Ketel Uap

a. Pengertian Nozzle

Menurut Veen, (1977), salah satu syarat dari pembakaran sempurna bahan bakar ialah pencampuran yang baik antara bahan bakar dengan udara pembakaran. Penyempurnaan ini diatur oleh *register* udara dalam kombinasi dengan alat-alat pembakaran minyak supaya mendapatkan bidang sentuhan dengan udara pembakaran seluas mungkin minyak dikabutkan secara halus. Ini dilakukan oleh alat pembakaran.

Menurut Djokosetyarjo, (2006), *nozzel* adalah suatu alat untuk mengabutkan bahan bakar kedalam ruang pembakaran atau sebagai pompa *injection* yang berfungsi untuk mengabutkan bahan bakar.

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

Menurut Hadiseputro, (1982) ketel uap, mengemukakan bahwa untuk dapat mencapai sesuatu pembakaran yang sempurna, maka perbandingan antara jumlah minyak dan udara harus baik dan cara memasukkannya pun harus mengikuti sistem yang sesuai. Agar diperoleh pembakaran yang sempurna perlu diperhatikan :

- 1) Minyak harus bersih dari segala kotoran yang sifatnya padat atau cair.
- 2) Minyaknya dipanasi dahulu sampai suatu suhu tertentu agar;
 - a) Proses keluarnya gas-gas dan penguapan dari bagian-bagian minyak bisa berlangsung dengan cepat di dalam dapur.
 - b) Kekentalan atau sifat cair dari minyak dapat dicapai, sehingga pemompaan dan pengabutannya melalui pembakar dapat mudah dan menghasilkan bagian-bagian minyak yang cukup kecil, sehingga syarat tersebut pada (a) bisa dipenuhi.
 - c) Minyaknya meninggalkan mulut pembakar mempunyai kecepatan yang cukup dan dalam keadaan melayang bisa terbakar dan tidak akan mengenai bagian-bagian dinding dapur.
 - d) Bahwa udara yang masuk juga mempunyai kecepatan yang cukup dan mempunyai cara penyampuran 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°C sedangkan udaranya dipanasi kira-kira antara 180°C - 200°C . Pembakaran di dalam dapur adalah suatu kejadian proses kimia. Pada saat itu setiap *unsure* dari minyak mempunyai proses pembakaran sendiri-sendiri dan kecepatannyapun bisa berbeda.

Menurut *ISO 9001 Certifiet, Totak Look AT Oil Burner Nozzel*, (Hal 1), *nozzel burner* adalah alat pengabut bahan bakar yang dapat menjaga pembakaran yang konstan sehingga menghasilkan panas dan uap yang baik.



Gambar 2. 1 Gambar Nozzle
Sumber : Kapal Pertamina Gas 1

b. Cara kerja nozzel burner

Menurut *ISO 9001 Certifiet, Totak Look AT Oil Burner Nozzel*, Hal. 3, sudut pengabut dari hasil pembakaran bahan bakar secara langsung

dihubungkan dengan pengaturan dari alur *nozzle* menurut garis singgung. Sumber energi diperlukan untuk menguraikan bahan bakar menjadi butiran-butiran dimana tekanan akan disuply ke *nozzle* oleh suatu pompa motor tetapi tekanan pada pompa tidak dapat berjalan sendiri, pertama tekanan harus diubah untuk energi aliran pada slot *nozzle* menekan langsung bahan bakar dengan menerobos suatu distributor pada sudut pengabut atau menurut garis singgung untuk menciptakan tekanan tinggi tangensial, putaran *swirl chamber* mengubah tekanan energi menjadi energi kecepatan.

c. Elektroda

Elektroda adalah suatu penghantar energi listrik untuk menghasilkan pembakaran awal pada *burner*. Jarak antara kedua ujung kawat elektroda dengan ujung *nozzel* dapat menyebabkan kegagalan pembakaran awal pada burner bila mana tidak tepat atau lebih kecil dan lebih besar dari ukuran yang ada pada *Intruccion Manual Book*.

Menurut *ISO 9001 Certifiet, Totak Look AT Oil Burner Nozzel*, halaman 2, *nozzle burner* dalam menguraikan butiran-butiran bahan bakar melaksanakan tiga hal yang penting untuk suatu pembakaran minyak.

- 1) *Atomizing* yaitu menguraikan bahan bakar ke dalam partikel-partikel kecil (55 milion/galon) satu galon sama dengan 4,54 liter. Pada tekanan standar (100 psi), tekanan dan viskositas bahan bakar memperluas sudut pengabutan kira-kira 690.000 inci sudut pengambilan di dalam proses pembakaran. Ukuran hembusan dibutuhkan pada tiap bahan bakar

0,0002 inci sampai 0,010 inci ini dibutuhkan untuk pembakaran dan membantu pengisian dapur pembakaran.

2) *Matering* yaitu pengukuran suhu *nozzle* dirancang dalam sesuaikan dengan normalnya bahan bakar yang diurakan dalam atom / partikel ke dalam dapur pembakaran dengan batas kurang lebih 5% dari yang diizinkan. Dengan difungsikan pengontrol laju aliran masuk untuk memenuhi produksi yang dibutuhkan lima galon / jam atau sekitar 22,7 liter yang digunakan dalam satu jam, sebagai contoh diatas 20 laju aliran berbeda dan 6 sudut percikan yang berbeda adalah standar yang baik.

3) *Pattering* yaitu *nozzle* menekan partikel-partikel bahan ke dalam dapur pembakaran pada pola hembusan pembakaran yang bersamaan dan setelan hembusan bahan bakar yang bagus, menjadi syarat khusus hembusan yang lebih teliti pada susunan dan sudut pembakaran.

4. Pemanas Bahan Bakar

Pemanas bahan bakar pada kapal memiliki fungsi untuk mengatur temperature bahan bakar sehingga dapat menjaga nilai viskositas bahan bakar sesuai nilai yg di butuhkan, maksud dari pada memanasi minyak bakar adalah

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

Pemanasan dilakukan sampai suhu sekitar 100°C di awal titik nyala dan viskositas kira-kira = 20 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 dikatakan 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*".

5. Pembakaran sebagai Gejala Kimia

a. 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.

b. 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.

c. 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

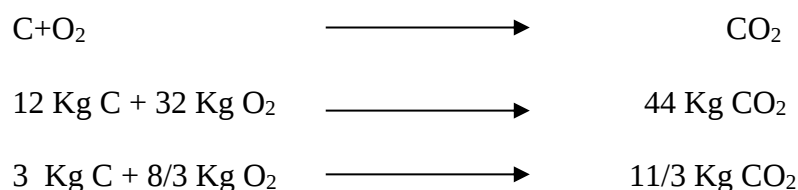
Menurut Veen, (1977 : 41), suhu bahan bakar dan udara yang cukup tinggi diperlukan untuk menghantar pembakaran pada motor diesel suhu ini dicapai dengan memadatkan udara pembakaran pada ketel uap dimana lebih banyak waktu tersedia untuk pembakaran dengan memanasi udara.

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

d. Jumlah Udara Pembakaran Persatuan Bahan Bakar (dalam Kg. Kg-1).

Misalkan bahan bakar dengan fraksi massa C sebesar c, fraksi massa H sebesar h dari fraksi massa S sebesar s. Pada penyusunan bahan bakar (dalam fraksi massa) 86 % C, 12 % H, dan 2 % S maka c, h dan s adalah 0,86, 0,12 dan 0,02.

Zat arang terbakar sempurna apabila :



e. Pembakaran bahan bakar cair.

Penting sekali bahwa pembakaran bahan bakar berlangsung sempurna. Pembakaran tidak sempurna selain mengotori ketel juga menimbulkan rugi disisi gas asap (arang para). Sebagai bahan bakar bagi ketel uap di kapal–kapal niaga dipergunakan minyak opak, produk residual berasal dari minyak bumi. Minyak opak terutama terdiri dari zat arang, zat cair dan belerang. Belerang tidak penting bagi pembentukan kalor dan dianggap sebagai unsur kontaminasi.

Pembakaran tidak lengkap atau tidak sempurna berarti bahwa tidak semua C terbakar menjadi CO_2 dan tidak Semua H menjadi H_2O , dalam hal pembakaran sempurna dalam gas asap akan terdapat CO, H_2 , dan C. Zat arang yang tidak terbakar merupakan bagian arang para. Arang para adalah campuran zat arang, butir zat abu dan zat dari udara pembakaran sangat halus.

Arang para ini dapat melekat pada bahan bakar sebagai lapisan sehingga mengganggu penyerahan kalor dengan akibat penggunaan bahan bakar per kg uap yang lebih tinggi. CO dan H_2 gas asap keluar dari cerobong.

Rugi primer karena pembakaran tidak sempurna sebagai berikut :

- 1) Nilai bakar C sampai CO_2 = 32.900 KJ.Kg -1
- 2) Nilai bakar C sampai CO = 10. 250 KJ.Kg -1
- 3) Nilai bakar H sampai H_2O = 142.000 KJ.Kg -1

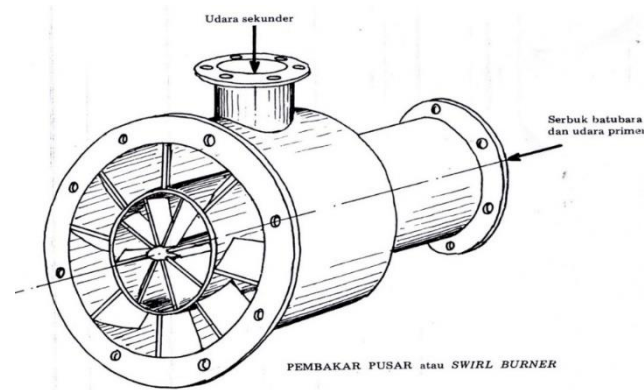
6. Berbagai Macam Bahan Bakar

Menurut Djokosetyardjo (2006), bahan bakar yang digunakan di dalam ketel uap pada umumnya diklasifikasikan sebagai berikut:

a. Bahan Bakar Padat

Bahan bakar padat yang terdapat di Bumi kita ini berasal dari zat-zat organik. Bahan bakar padat mengandung unsur-unsur antara lain: zat arang atau Karbon (C), Hidrogen (H), zat asam atau Oksigen (O), zat lemas atau Nitrogen (N), belerang (S), Abu dan Air, yang kesemuanya itu terikat dalam suatu persenyawaan kimia. Juga di dalam bahan bakar padat terkandung sejumlah zat-zat atau gas-gas yang mudah menguap, yang antara lain terdiri dari Hidrogen dan zat-zat air arang (CH_4 metan; C_2H_6 etan; C_2H_2 acetylen; C_2H_4 aethylen; dan sebagainya).

Zat-zat atau gas-gas yang mudah menguap tersebut akan terbakar segera setelah bercampur dengan udara pembakar pada temperature yang tinggi sekitar 1200°C atau 1473°K . Yang dimaksud dengan kandungan zat-zat penguap atau *Volatile Matter* di dalam bahan bakar padat ialah presentase atau berat dari zat-zat penguap, bila dilakukan *distilasi* kering terhadap bahan bakar tersebut, tanpa ada hubungan dengan udara, pada temperatur 950°C atau 1223°K , dikurangi dengan prosentase berat dari uap air yang turut serta menguap, sedangkan sisanya berupa kokas.



Gambar 2. 2 Peralatan Pembakar Bahan Bakar Padat Batubara
Sumber : www.pngwing.com

b. Bahan Bakar Cair

Menurut Marsudi.S (2020), Bahan bakar cair berasal dari minyak bumi. Minyak bumi didapat dari dalam tanah dengan jalan mengebornya diladang-ladang minyak, dan memompanya sampai ke atas permukaan bumi, untuk selanjutnya diolah lebih lanjut menjadi berbagai jenis minyak bakar. Pada umumnya dalam dunia Maritime bahan bakar diklasifikasikan sebagai berikut:

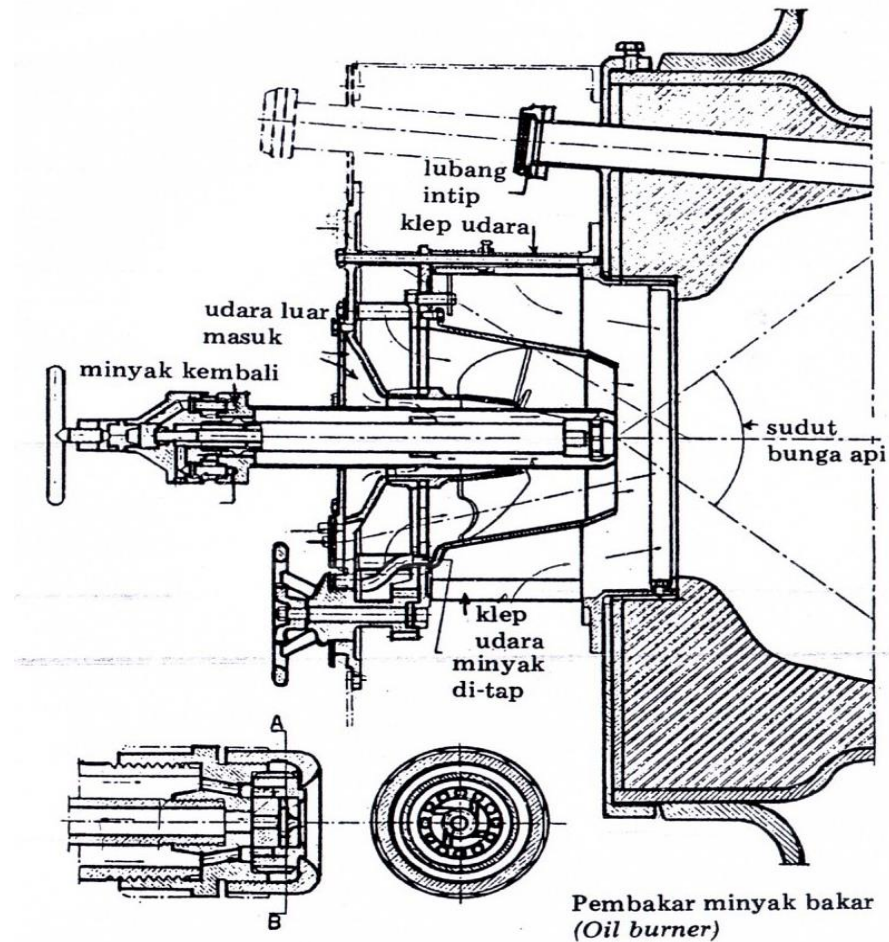
- 1) *MDO (Marine Diesel Oil)* merupakan hasil penyulingan minyak yang berwarna hitam yang berbentuk cair pada temperatur rendah. Biasanya memiliki kandungan sulfur yang rendah dan dapat diterima oleh Medium Speed Diesel Engine di sektor industri. Oleh karena itulah, diesel oil disebut juga *Industrial Diesel Oil (IDO)* atau *Marine Diesel Fuel (MDF)*, Biasanya dipakai pada kapal yang menggunakan mesin dengan putaran menengah (*medium speed*) dan tinggi (*high speed diesel*) diatas 1000 RPM biasanya menggunakan tipe bahan bahan bakar *MDO* dan *MFO*.
- 2) *MFO (Medium Fuel Oil)* bukan merupakan produk hasil destilasi tetapi hasil dari jenis residu yang berwarna hitam. Minyak jenis ini memiliki tingkat

kekentalan yang tinggi dibandingkan minyak diesel. Pemakaian BBM jenis ini umumnya untuk pembakaran langsung pada industri besar dan digunakan sebagai bahan bakar untuk *steam power station* dan beberapa penggunaan yang dari segi ekonomi lebih murah dengan penggunaan minyak bakar.

3) *HFO (Heavy Fuel Oil)* menggunakan mesin diesel 2 langkah dengan horsepower yang besar dan putaran rendah (sekitar 300-1000 *RPM*) biasanya menggunakan bahan bakar *HFO*. Jenis bahan bakar ini memiliki sebagai berikut:

- a) *HFO (Heavy fuel oil)* merupakan hasil sisa proses penyulingan minyak mentah (residu.)
- b) Memiliki nilai viskositas (kekentalan) yang lebih tinggi dibandingkan jenis bahan bakar yang lain sehingga diperlukan heat exchanger atau heater (pemanas) agar dapat digunakan untuk proses pembakaran pada mesin.
- c) Kandungan air dan kotoran yang cukup tinggi sehingga diperlukan sebuah sistem separator dan clarifier untuk memurnikan bahan bakar sebelum digunakan.
- d) *Flash point* (titik nyala) yang cukup tinggi sehingga cocok digunakan pada mesin diesel.

- e) Residu pembakaran menghasilkan kandungan karbon yang tinggi, logam berat, sulfur dan nitrogen



Gambar 2. 3 Peralatan Pembakar Bahan Bakar Cair
Sumber : www.pngwing.com

c. Bahan Bakar Gas

Di dalam tanah banyak terkandung: gas bumi (*petrol gas*) atau sering pula disebut Gas alam, yang timbul pada saat proses pembentukan minyak bumi, gas tambang dan gas rawa (CH_4 atau metan).

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

- 1) 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.
- 2) Peralatan pembakar untuk gas alam jauh lebih sederhana dibandingkan dengan peralatan pembakar dari minyak bakar.
- 3) Pembakaran dengan gas alam akan berlangsung lebih sempurna dibanding dengan minyak bakar.
- 4) 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.
- 5) Biaya operasi dan biaya perawatan untuk ketel uap yang menggunakan bahan bakar gas alam, akan jauh lebih murah.

Menurut Soedarsono (2004), susunan minyak bumi adalah sangat kompleks dan terdiri dari sejumlah besar hidrokarbon yang merupakan persenyawaan dari unsur C (karbon) dan H (Hidrogen). Bahan bakar dihasilkan melalui distilasi minyak kasar.

Minyak bumi pada umumnya mengandung 83-97% C, 11-14%H, 0,3-4,5%S dan lain-lainnya adalah unsur-unsur Vanadium (Va), Crom (Cr), Kalsium (Ca), Mangan (Mn) Natrium (Na) dalam jumlah kecil. Pada bahan bakar padat selain unsur-unsur tersebut juga terkandung Oksigen

(O) dan Nitrogen (N) untuk unsur-unsur pokok tersebut mempunyai massa atom *relative* (A_r) dan massa molekul *relative* (M_r) sebagai berikut :

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

7. Peralatan Pembakar

Menurut Djokosetyardjo (2006) :

a. 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) :

- 1) Pembakar rata/pipih (*flat burner*);
- 2) Pembakar pusar (*swirl burner* atau *vortex burner*).
- 3) Pembakar sudut (*corner burner*).

b. Pembakaran dengan Minyak Bakar (*Oil Burner*) :

Pada bahan bakar cair, lebih mudah untuk mewujudkan butiran-butiran sehalus mungkin, dibandingkan dengan serbuk batubara. Bila campuran bahan bakar dengan udara dapat baik, maka bunga api yang dihasilkan menjadi jauh lebih pendek dari bunga api batubara serbuk, yaitu pada pembakar minyak dengan kapasitas 100 kg/jam, bunga apinya sepanjang 2,0 - 2,5 meter, sedangkan dengan pembakar minyak yang berkapasitas 500 kg/jam, bunga apinya sekitar 4 meter.

Ada tiga macam cara pengabutan minyak bakar :

- 1) Pengabutan dengan menggunakan semprotan uap atau udara;
- 2) Pengabutan tekan, bahan bakar minyak dengan tekanan tertentu akan mengabut dengan sendirinya;
- 3) Pengabutan putar (*rotating burner*), yang masih dibantu juga dengan hembusan udara.

c. Pembakar dengan Bahan Bakar Gas :

Pembakaran bahan bakar berupa gas, memberikan kemungkinan pencampuran bahan bakar dan udara dapat merata secara *molekuler*, sehingga dapat dicapai pembakaran yang sempurna, dengan angka kelebihan udara yang kecil.

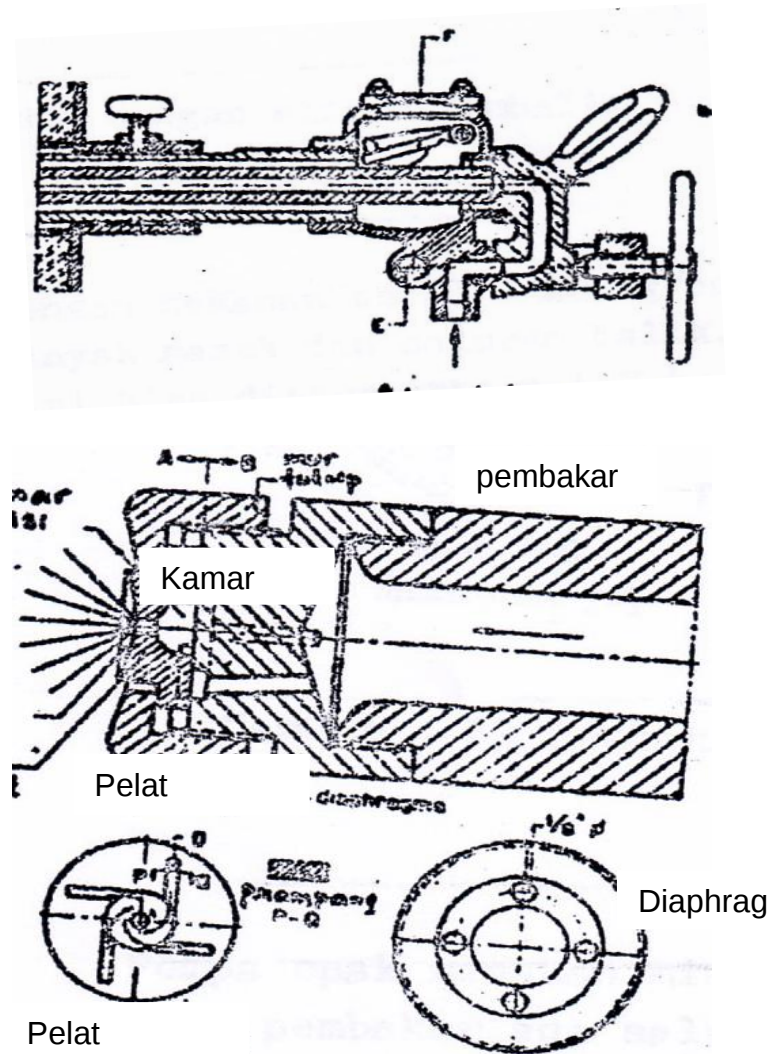
Untuk gas-gas dengan nilai pembakaran (*heating value*) yang tinggi, digunakan pembakar-pembakar seperti halnya pembakar Bunsen (*Bunsen burners*). Untuk gas-gas dengan nilai pembakaran yang rendah, misalnya gas tanur tinggi (*blast furnace gasses*), maka disekeliling *burner* berganti-berganti terdapat celah-celah gas dan udara.

Agar pencampuran bahan bakar gas dan udara dapat berlangsung dengan cepat, maka diusahakan arah celah-celah tersebut dibuat *tangensial*. Adapun kadar CO₂ max lebih tinggi, sedangkan untuk gas dapur kokas (*cokes oven gases*), kadar CO₂ max lebih rendah dari yang terdapat pada bahan bakar serbuk batubara.

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.

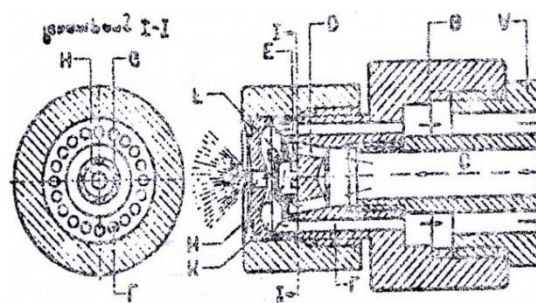
Jadi tiap bagian minyak mempunyai dua macam kecepatan, yaitu maju secara *aksial* atau *tangensial*. Dan bentuk gerakan minyak ini akan merupakan sebuah kerucut. Pada semua pembakar biasanya dilengkapi diaphragm dengan bermacam ukuran, untuk bisa menyalakan pembakar pada jumlah minyak yang diperlukan. Sebab itu ada 2 jenis pembakar, yaitu :

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



Gambar 2. 4 Peralatan Pembakar Tanpa Aliran Kembali
Sumber : www.pngwing.com

2)Pembakar dengan pemanasan yang bisa diatur. Pembakar ini mempunyai aliran balik.



Gambar 2. 5 Peralatan Pembakar dengan Aliran Kembali
Sumber : www.pngwing.com

8. Sistem Bahan Bakar

Menurut *Japan International Cooperation Agency (1982)*, bahan bakar yang paling banyak digunakan adalah minyak berat. Untuk membakarnya, minyak tersebut perlu dipancarkan terlebih dahulu oleh brander (*oil burner*) kemudian dicampur dengan udara.

a. Tangki Bahan Bakar

Tangki dasar berganda dan tangki yang digunakan sehari-hari sebagai tangki-tangki minyak bakar. Kumparan pemanas uap disediakan disekitar pipa penghisap untuk memanaskan pipa waktu 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*

Settling tank disediakan untuk memisahkan air dari minyak mentah. Untuk pemisahan air yang baik, suatu kumparan yang dipanaskan disediakan di dalam tangki, minyak mentah dipanaskan sampai kira-kira 60°C. Air yang terkumpul pada dasar tangki dibuang melalui katup ceratan.

d. Saringan Minyak

Sebuah saringan minyak disiapkan untuk memisahkan kotoran-kotoran dari minyak dan dasarnya diberi dinding ganda. Saringan yang dingin disiapkan dimuka pompa pembakaran minyak dan menggunakan saringan kawat dengan mata jala yang kasar (110 mata jala per in²) karena kepekatan minyak tinggi pada suhu yang rendah.

Saringan panas disiapkan dibelakang alat pemanas pada sisi pembuangan dari pompa pembakaran minyak. Saringan itu mempunyai jaringan kawat dengan mata jala yang halus (380 mata jala per in²). Tiap saringan mempunyai jenis yang kembar, yang dapat dibersihkan secara bergantian selama penggunaan.

e. Alat Pemanas Minyak Mentah

Pemanas minyak mentah digunakan untuk memanaskan minyak mentah untuk merendahkan kepekataannya dan memudahkan atomisasi untuk pembakaran yang lebih baik.

f. Pipa Sirkulasi

Sebuah pipa sirkulasi disiapkan untuk mensirkulasikan minyak dan memanaskannya pada tingkat permulaan dari pembakaran atau jika suhu uap pemanas rendah.

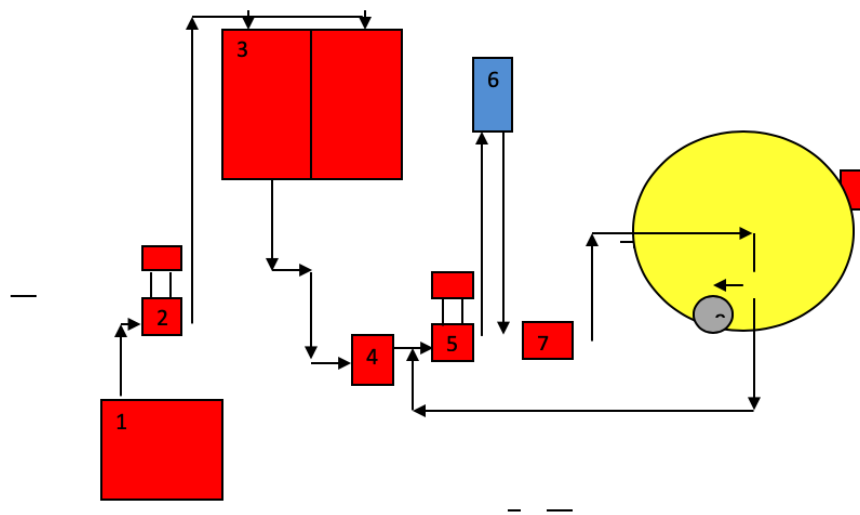
g. Pembakar Minyak

Suatu pembakar minyak digunakan untuk mengatomisasikan minyak mentah, mencampurkannya dengan udara dan membakar campuran gas. Alat pembakar yang bermacam-macam tersedia menurut pemakaiannya. Adapun syarat-syarat untuk pembakar minyak yang baik adalah :

- 1) Pembakar minyak harus melakukan *atomisasi* sempurna dan mencampur minyak dan udara.
- 2) Memberikan fungsi dan keselamatan yang positif.

- 3) Mempunyai kemungkinan kerusakan yang sedikit dengan bentuknya yang kuat dan menjamin penanganan yang mudah untuk inspeksi dan pembersihan.
- 4) Mulut pipa jarang tersumbat oleh debu dan karbit.
- 5) Nyala api dapat disesuaikan melalui rangkaian yang lebar.
- 6) Konsumsi uap dan kekuatan rendah selama operasi.

Berbagai jenis minyak mentah dapat digunakan.



Gambar 2. 6 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 | |

9. Sistem Pembakaran

Menurut AALBORG BOILER CO., LTD, *Boiler Operating Instruction For Marine Use*, proses pembakaran pada ketel adalah :

- a. Ketika proses pembakaran akan dimulai maka pertama-tama yang berjalan adalah *Forced Draft Fan* selama 35 detik.
- b. Pompa bahan bakar *FO* akan berjalan.
- c. *Pilot burner* akan bekerja selama 10 detik sebelum *burner* bekerja bersamaan dengan itu pemasukan udara melalui *Primary* air terjadi.
- d. *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 :

- a. Menstart *force draft fan* selama 35 detik
- b. Menstart pompa bahan bakar
- c. *Pilot burner* dalam posisi *manual switch on* dan
- d. *Flame aye* dalam keadaan *switch on*
- e. 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.

10. Fishbone Diagram

a. Pengertian fishbone diagram

Diagram tulang ikan atau *fishbone* diagram adalah salah satu metode atau *tool* di dalam meningkatkan kualitas. Sering juga diagram ini disebut dengan diagram Sebab-Akibat atau *cause effect diagram*. Penemunya adalah seorang ilmuwan Jepang pada tahun 60-an. Bernama Dr. Kaoru Ishikawa, ilmuwan kelahiran 1915 di Tokyo Jepang yang juga alumni teknik kimia Universitas Tokyo. Sehingga sering juga disebut dengan diagram ishikawa. Metode tersebut awalnya lebih banyak digunakan untuk manajemen kualitas. Yang menggunakan data verbal (*non-numerical*) atau data kualitatif. Dr. Ishikawa juga ditengarai sebagai orang pertama yang memperkenalkan 7 alat atau metode pengendalian kualitas (*7 tools*). Yakni *fishbone* diagram, *control chart*, *run chart*, histogram, *scatter* diagram, *pareto* chart, dan *flowchart* (Mustofa, 2014).

Dikatakan Diagram *Fishbone* (Tulang Ikan) karena memang berbentuk mirip dengan tulang ikan yang moncong kepalanya menghadap ke kanan. Diagram ini akan menunjukkan sebuah dampak atau akibat dari sebuah permasalahan, dengan berbagai penyebabnya. Efek atau akibat dituliskan sebagai moncong kepala. Sedangkan tulang ikan diisi oleh sebab-sebab sesuai dengan pendekatan permasalahannya. Dikatakan diagram *Cause and Effect* (Sebab dan Akibat) karena diagram tersebut menunjukkan hubungan antara sebab dan akibat. Berkaitan dengan pengendalian proses

statistikal, diagram sebab-akibat dipergunakan untuk untuk menunjukkan faktor-faktor penyebab (sebab) dan karakteristik kualitas (akibat) yang disebabkan oleh faktor-faktor penyebab itu.

Diagram *Fishbone* (Tulang Ikan) atau *Cause and Effect* (Sebab dan Akibat) atau Ishikawa telah menciptakan ide cemerlang yang dapat membantu danmemampukan setiap orang atau organisasi atau perusahaan dalam menyelesaikan masalah dengan tuntas sampai ke akarnya. Kebiasaan untuk mengumpulkan beberapa orang yang mempunyai pengalaman dan keahlian memadai menyangkut *problem* yang dihadapi oleh perusahaan Semua anggota tim memberikan pandangan dan pendapat dalam mengidentifikasi semua pertimbangan mengapa masalah tersebut terjadi. Kebersamaan sangat diperlukan di sini, juga kebebasan memberikan pendapat dan pandangan setiap individu. Jadi sebenarnya dengan adanya diagram ini sangatlah bermanfaat bagi perusahaan, tidak hanya dapat menyelesaikan masalah sampai akarnya namun bisa mengasah kemampuan berpendapat bagi orang – orang yang masuk dalam tim identifikasi masalah perusahaan yang dalam mencari sebab masalah menggunakan diagram tulang ikan (Mustofa, 2014).

b. Langkah-langkah penggunaan diagram *Fishbone* (Hartono, 2016) :

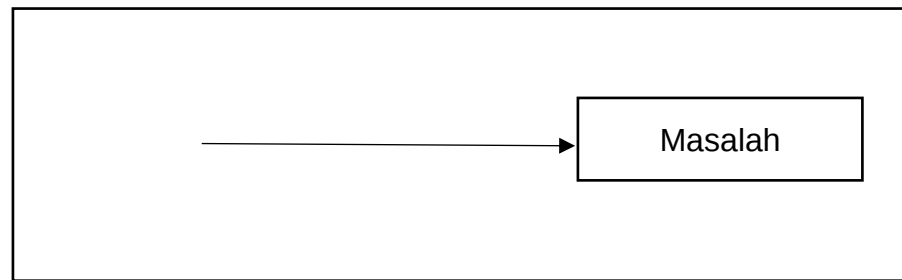
- 1) Dapatkan kesepakatan tentang masalah yang terjadi dan diungkapkan masalah itu sebagai suatu pertanyaan masalah (*problem question*)
- 2) Bangkitkan sekumpulan penyebab yang mungkin, dengan

menggunakan teknik *brainstorming* atau membentuk anggota tim yang memiliki ide-ide berkaitan dengan masalah yang sedang dihadapi.

- 3) Gambarkan diagram dengan pertanyaan masalah ditempatkan pada sisi kanan (membentuk kepala ikan) dan kategori utama seperti: material, metode, manusia, mesin, pengukuran dan lingkungan ditempatkan pada cabang- cabang utama (membentuk tulang-tulang besar dari ikan). Kategori utama ini bisa diubah sesuai dengan kebutuhan.
- 4) Tetapkan setiap penyebab dalam kategori utama yang sesuai dengan menempatkan pada cabang yang sesuai
- 5) Untuk setiap penyebab yang mungkin, tanyakan "mengapa?" untuk menemukan akar penyebab, kemudian daftarkan akar-akar penyebab masalah itu pada cabang-cabang yang sesuai dengan kategori utama (membentuk tulang-tulang kecil dari ikan). Untuk menemukan akar penyebab, kita dapat menggunakan teknik bertanya mengapa lima kali (*Five Why*).
- 6) Interpretasikan diagram sebab akibat itu dengan melihat penyebab-penyebab yang muncul secara berulang, kemudian dapatkan kesepakatan melalui konsensus tentang penyebab itu. Selanjutnya fokuskan perhatian pada penyebab yang dipilih melalui konsensus itu.

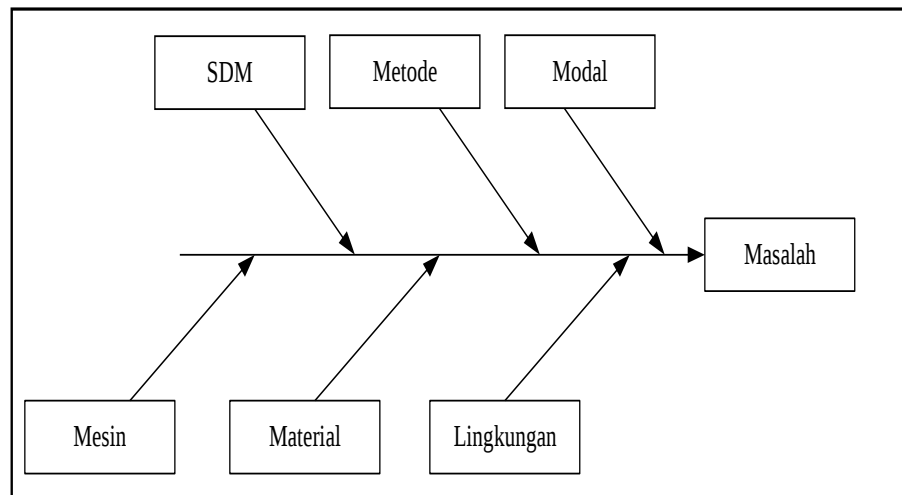
c. Langkah-langkah dalam membuat *fishbone chart* (Rismahardi, 2012):

- 1) Menggambar garis horizontal dengan tanda panah pada ujung sebelah kanan dan kotak di depannya yang berisi masalah yang diteliti



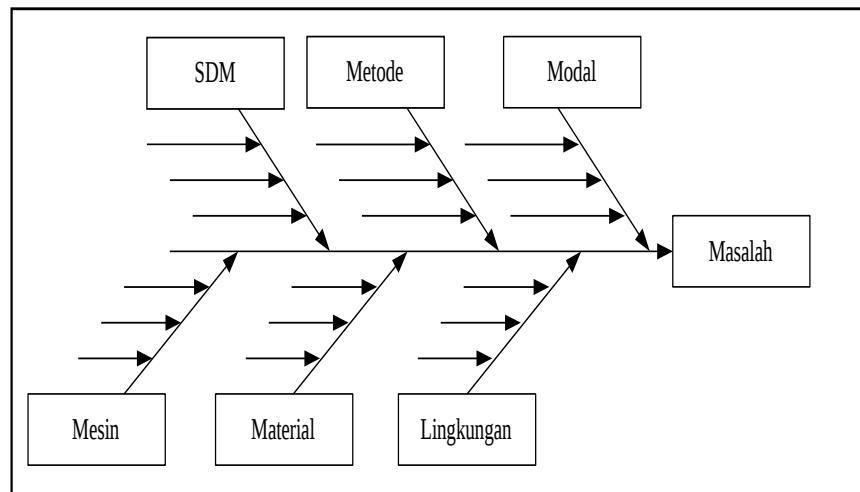
Gambar 2. 7 Analisis Masalah Dengan *Fishbone Chart*
(Sumber: Hartono, 2016)

- 2) Menuliskan penyebab utama dalam kotak yang dihubungkan ke arah garispanah utama



Gambar 2. 8 Analisis Penyebab Utama Dengan *Fishbone Chart*
(Sumber: Hartono, 2016)

- 3) Menuliskan penyebab kecil disekitar penyebab utama dan menghubungkannya dengan penyebab utama.



Gambar 2. 9 Analisis Penyebab Kecil dengan *Fishbone Chart*
(Sumber: Hartono, 2016)

- 4) Menentukan sebab-sebab potensial dari permasalahan dan menentukan penyebab yang paling dominan dari permasalahan yang terjadi.
 - 5) Menentukan tindakan perbaikan untuk memecahkan permasalahan yang ada dalam meningkatkan kualitas produksi pare putih dengan cara wawancara mendalam dan diskusi dengan responden sebagai *key informants*.
- d. Kegunaan dari diagram tulang Ikan ini adalah untuk (Kurniawan, 2014)
- 1) Membantu mengidentifikasi akar penyebab dari suatu masalah.
 - 2) Membantu dalam menyelidikan atau pencarian fakta lebih lanjut
 - 3) Membantu membangkitkan ide-ide untuk solusi suatu masalah.

e. Manfaat Diagram *Fishbone*

Manfaat Diagram *Fishbone* Fungsi dasar diagram *Fishbone* (Tulang Ikan) atau *Cause and Effect* (Sebab dan Akibat) atau Ishikawa adalah untuk mengidentifikasi dan mengorganisasi penyebab-penyebab yang mungkin timbul dari suatu efek spesifik dan kemudian memisahkan akar penyebabnya . Sering dijumpai orang mengatakan “penyebab yang mungkin” dan dalam kebanyakan kasus harus menguji apakah penyebab untuk hipotesa adalah nyata, dan apakah memperbesar atau mengurangnya akan memberikan hasil yang diinginkan. Dengan adanya diagram *Fishbone* (Tulang Ikan) atau *Cause and Effect* (Sebab dan Akibat) atau Ishikawa ini sebenarnya memberi banyak sekali keuntungan bagi dunia bisnis. Selain memecahkan masalah kualitas yang menjadi perhatian penting perusahaan. Masalah – masalah klasik lainnya juga terselesaikan.

f. Kelebihan atau Kekurangan *FishBone* Diagram

Kelebihan *Fishbone* diagram adalah dapat menjabarkan setiap masalah yang terjadi dan setiap orang yang terlibat di dalamnya dapat menyumbangkan saran yang mungkin menjadi penyebab masalah tersebut. Sedang Kekurangan *Fishbone* diagram adalah *opinion based on tool* dan di *design* membatasi kemampuan tim atau pengguna secara visual dalam menjabarkan masalah yang menggunakan metode “*level why*” yang dalam, kecuali bila kertas yang digunakan benar – benar besar untuk menyesuaikan dengan kebutuhan tersebut. Serta

biasanya *voting* digunakan untuk memilih penyebab yang paling mungkin yang terdaftar pada diagram tersebut (Mustofa, 2014).

C. Kerangka Pikir Penelitian

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



Gambar 2. 10 Kerangka pikir penelitian

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian yang dibuat oleh peneliti ini menggunakan sistem kualitatif yang merupakan penelitian tentang riset yang bersifat deskriptif dan cenderung menggunakan analisis data. Metode penelitian kualitatif mengandalkan pengumpulan data melalui wawancara langsung dengan narasumber serta melihat dan meneliti secara langsung di lokasi penelitian.

Menurut Sugiyono (2005), penelitian kualitatif adalah penelitian yang menghasilkan dan mengelolah data yang sifatnya deskriptif, seperti transkripsi wawancara, catatan lapangan, gambar, foto, rekaman video, dan lain-lain. Penelitian kualitatif menyampaikan masalah secara deskriptif untuk menjelaskan dan menguraikan objek yang diteliti dan fakta yang ada di lapangan dan menyimpulkan secara induktif dan deduktif, hal ini sesuai teori yang menyatakan penelitian kualitatif pertama-tama pemilik gambaran umum, selanjutnya menitik beratkan pada problem atau fakta spesifik. Dalam penelitian kualitatif “masalah” dan “judul” yang dibawa oleh peneliti masih bersifat sementara dan bersifat menyeluruh, sehingga peneliti kualitatif tidak akan menetapkan permasalahan penelitiannya hanya berdasarkan variabel penelitian, tetapi keseluruhan situasi sosial yang diteliti yang meliputi tempat, pelaku, aktivitas, yang berinteraksi secara sinergi.

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Waktu dan tempat penelitian dilakukan oleh peneliti sebagai berikut :

1. Tempat Penelitian

Tempat penelitian yang digunakan peneliti dalam pengambilan data yaitu di atas kapal VLGC Pertamina Gas 1 milik PT Pertamina International Shipping. Berikut merupakan data kapal tempat peneliti melaksanakan praktik layar:

Ship's Name	: PERTAMINA GAS 1
Vessel Type	: LPG CARRIER
Flag	: Indonesia
Port Registry	: Jakarta
Call Sign	: J Z P A
IMO Number	: 9643 348
MMSI No.	: 525008084
INM – C	: 452502834 , 452502835
Telp and Fax No.	: 021-43928112
Owner	: PT PERTAMINA INTERNATIONAL SHIPPING
Tech Manager	: PT. PERTAMINA (PERSERO) SHIPPING – MARKETING AND TRADING DIRECTORATE JL. Yos Sudarso No. 32-34, TANJUNG PRIOK, JAKARTA 14320, INDONESIA
Builder	: HYUNDAI HEAVY INDUSTRIES Co., Ltd., Ulsan Shipyard, Korea
Hull No.	: 2576 G.A. : No. 1G-7000-201
Keel Laid	: 20 December 2012
Delivered	: 17 September 2013
Class	: Bureau Veritas
LOA	: 225.81 m
LBP	: 215.00 m
Breadth Moulded	: 36.60 m
Depth Moulded	: 22.30 m

Deadweight	: 54627 Ton
Gross Tonnage	: 48917 Ton
Cargo Tank	: 84187.1 m ³ (100%) 82503.4 m ³ (98%)
FO	: 2897 m ³ (98%)
DO	: 201.5 m ³ (98%)
Rate Output	: 1020 kW (900 Rpm)

2. Waktu Penelitian

Waktu yang digunakan peneliti untuk melakukan penelitian ini yaitu selama peneliti melakukan praktik layar dari tanggal 03 September 2021 sampai tanggal 12 September 2022. Terhitung 12 bulan 9 hari peneliti melaksanakan praktik laut di kapal VLGC Pertamina Gas 1.

C. Sumber Data Penelitian dan Teknik Pengumpulan Data

1. Sumber Data Penelitian

Setiawan Erik, (2021) menerangkan bahwa sumber data adalah segala sesuatu yang dapat memberikan informasi mengenai data yang dijadikan penelitian, baik bersumber dari jurnal, buku dan penelitian langsung terhadap objek yang diteliti. Berdasarkan sumbernya data dibedakan menjadi dua, yaitu data primer dan data sekunder.

a. Data Primer

Data primer merupakan sumber data penelitian yang diperoleh secara langsung dari sumber aslinya yang berupa wawancara, pengumpulan pendapat dari individu atau kelompok (orang) maupun hasil observasi dari suatu obyek, kejadian atau hasil pengujian dari objek penelitian. Saat peneliti melaksanakan praktik layar dan wawancara terhadap narasumber yaitu masinis IV tentang masalah kegagalan

Pembakaran Awal Pada *Auxiliary Boiler* Di Kapal VLGC Pertamina Gas

1.

b. Data Sekunder

Data sekunder atau data penelengkap dalam penyusunan Karya Ilmiah Terapan ini diperoleh secara tidak langsung yaitu dari dokumen, data-data, buku-buku, jurnal, dan sumber-sumber lainnya yang berkaitan dengan masalah yang akan diteliti.

2. Teknik Pengumpulan Data

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

a. Metode Observasi

Menurut Arikunto (2006) observasi adalah cara mengadakan pengamatan secara langsung pada objek yang diteliti mengenai kegagalan pembakaran awal pada *auxiliary boiler* di kapal sehingga peneliti bisa menggambarkan, menganalisis untuk pembuatan proposal ini. Seperti yang dilakukan oleh peneliti pada saat melakukan penelitian di kapal mengenai masalah yang terjadi pada boiler, dimana pada saat mengoperasikan boiler terjadi kegagalan pembakaran awal pada *auxiliary boiler* Di Kapal VLGC Pertamina Gas 1.

b. Metode Studi Dokumentasi

Menurut Juliansyah Noor (2016), studi dokumentasi adalah sejumlah besar fakta dan data tersimpan dalam bahan yang berbentuk surat, catatan harian, cedera mata, laporan, artefak, dan foto. Sifat utama data ini tak terbatas pada ruang dan waktu sehingga memberi peluang

kepada peneliti untuk mengetahui hal-hal yang pernah terjadi di waktu silam. Secara detail, bahan dokumenter terbagi beberapa macam, yaitu autobiografi, surat pribadi, buku atau catatan harian, memorial, kliping, dokumen pemerintahan atau swasta, data server dan *flashdisk*, dan data tersimpan di website.

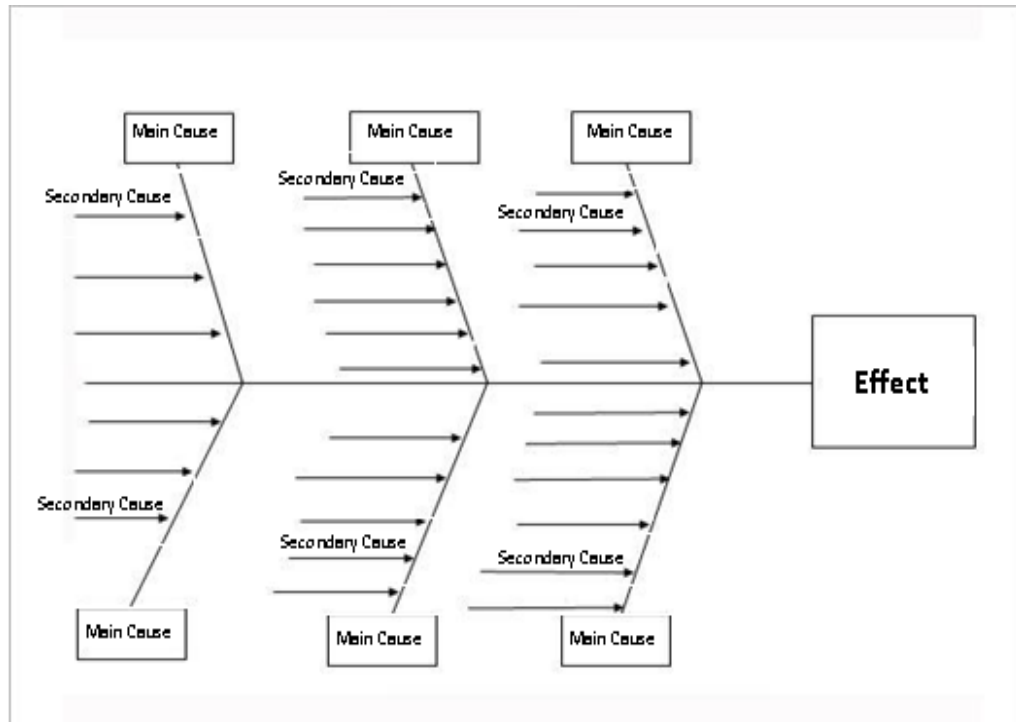
c. Metode wawancara

Pengertian wawancara menurut Lexy J. Moleong (2006) dalam bukunya yang berjudul *Metode Penelitian Kualitatif*, menjelaskan bahwa wawancara adalah percakapan dengan maksud tertentu. Percakapan itu dilakukan oleh dua belah pihak, yaitu pewawancara (interviewer) yang mengajukan pertanyaan dan yang diwawancarai (interviewee) yang memberikan jawaban atas pertanyaan itu. Objek pewawancara para engineer.

D. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dalam penelitian ini menggunakan teknik analisis *Fishbone Analysis* (Analisis Tulang Ikan) untuk mengidentifikasi permasalahan dalam suatu masyarakat. *Fishbone Analysis* merupakan alat sistematis yang menganalisis persoalan dan faktor-faktor yang menimbulkan persoalan tersebut. *Fishbone Analysis* menggambarkan keadaan dengan melihat efek dan sebab-sebab yang berkontribusi pada efek tersebut (Sugianto, 2012). *Fishbone Analysis* juga disebut sebagai *cause-and-effect diagram* (diagram sebab dan akibat). Thomas Pyzdek (2002) mengemukakan bahwa diagram sebab dan akibat adalah alat yang dipergunakan untuk menunjukkan

faktor-faktor penyebab (sebab) dan akibat yang disebabkan oleh faktor-faktor penyebab itu. Lebih lanjut, diagram sebab dan akibat ini sering disebut sebagai Diagram Tulang Ikan (*Fishbone diagram*) karena bentuknya seperti kerangka



ikan

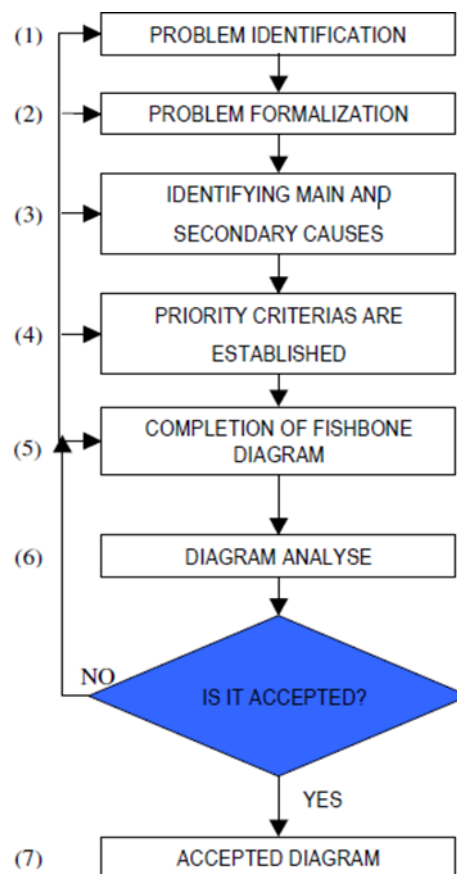
Gambar 3. 1 Fishbone Diagram
(Sumber: Thomas Pyzdek, 2002)

Diagram ini digunakan untuk mengkategorikan banyaknya potensi penyebab masalah atau isu-isu dalam cara yang benar dalam mengidentifikasi akar masalah atau akar penyebab. Penyebab digolongkan ke dalam beberapa faktor sebagai sumber penyebab dari masalah. Penyebab turunan dari sumber penyebab kemudian disusun berdasarkan hirarki kepentingannya atau menurut detailnya sehingga mampu mengungkap dan menggambarkan hubungan sebab akibat antar golongan penyebab itu. Oleh karena itu, diagram ini akan sangat bermanfaat untuk menelusuri akar

permasalahan, membantu mendapatkan ide-ide (*gathering ideas*) untuk solusi dan membantu pencarian fakta lebih lanjut tentang suatu masalah.

Alat analisis *fishbone diagram* banyak sekali digunakan dalam ilmu manajemen. Dalam penelitian ini, diagram tulang ikan (sebab-akibat) digunakan dalam ilmu ekonomi untuk membahas sebab-sebab timbulnya suatu akibat atau dampak (efek) yang tidak diinginkan (*non desired*) yang dihadapi oleh PKLTlogosari Kulon yang direlokasi ke *shelter* Suryokusumo.

Metode yang digunakan dalam *fishbone analysis* adalah mencari akar masalah. Untuk mengimplementasikan diagram tulang ikan maka digunakan skema logis menurut Ilie (2009) sebagai berikut:



Gambar 3. 2 Logic Scheme Of Fishbone Diagram Implementation
(Sumber: Ilie, 2009)

Langkah-langkah dalam menyusun dan membuat diagram *fishbone* adalah sebagai berikut :

1. Identifikasi masalah, gejala dan juga akibat atau konsekuensi. Masalah itu sendiri harus menjadi peristiwa yang diinginkan (*desired*) atau tidak diinginkan (*non-desired*) ditandai dengan adanya resiko yang mengikutinya dan masalah tersebut harus diperlakukan (*must be treated*) sedemikian rupa dengan tujuan menghilangkan atau mengurangi (*decreased*) masalah itu sendiri. (Ilie & Ciocoiu, 2010).
2. Formalisasi masalah menggunakan metode wawancara dan penentuan teknik konsultasi yang akan digunakan untuk mengetahui situasi dan kondisi sebenarnya yang terjadi.
3. Mengidentifikasi penyebab utama dan penyebab ikutan dengan melakukan langkah awal berupa pengelompokkan hasil wawancara dengan cara kategorisasi jawaban hasil wawancara Adapun dibawah ini kriteria-kriteria penyebab utama dan penyebab ikutan (Ilie & Ciocoiu, 2010).

Kriteria-kriteria penyebab utama (*main cause*) :

- 1) Memiliki urutan waktu (kronologi) tertentu yang mampu merepresentasikan kondisi sebenarnya dan penyebab utama tersebut dapat dimonitor/dikontrol atau penyebab yang mengawali terjadinya suatu akibat/efek.
- 2) Penyebab utama bisa hanya memiliki satu penyebab ikutan atau

memiliki lebih dari satu penyebab ikutan.

- 3) Tiap penyebab utama harus mampu menjelaskan kondisi dan situasi secara umum.
- 4) Penyebab utama dimungkinkan mempunyai lebih dari satu penyebab ikutan.

Kriteria-kriteria penyebab ikutan (*secondary cause*) :

1. Mampu mewakili keadaan atau kondisi sebenarnya atau menjelaskantiap-tiap penyebab utama secara lebih detail (rinci).
2. Adanya relevansi dengan penyebab utama
3. Biasanya terdiri dari 1-3 penyebab ikutan tiap penyebab utama.
4. Prioritas kriteria melalui kodifikasi penyebab utama dan penyebab ikutan dari hasil wawancara tersebut dan mulai membuat *fishbone diagram* dengan cara diskusi atau memakai teknik *brainstorming* untuk menentukan penyebab utama dan penyebab ikutan secara detail beserta kepala ikan (masalah kunci) tersebut.

Prinsip-prinsip dasar untuk membuat kodifikasi *fishbone diagram* adalah sebagai berikut (Ilie & Ciocoiu, 2010) :

- a. *Fishbone diagram* dibuat dengan posisi menghadap kiri atau kanan.
- b. Adanya distribusi penyebab internal (endogen) maupun eksternal (eksogen). Urutan penyebab baik *main* dan *secondary cause* diawali dengan penyebab internal kemudian dilanjutkan penyebab eksternal.
- c. Pembuatan *fishbone diagram* sesuai urutan waktu atau kronologinya.
- d. Penempatan penyebab utama atau paling penting (*main cause*)

diletakkan pada zona atas (bagian kiri sumbu).

- e. Prinsip yang sama juga berlaku untuk penyebab ikutan (*secondary cause*) diletakkan disepanjang tulang *main cause*. Semakin mendekati *main cause* maka *secondary cause* semakin memiliki relevansi yang tinggi (superior). Sebaliknya, jika *secondary cause* semakin mendekati sumbu horizontal (tulang ikan utama) maka semakin rendah relevansi terhadap *main cause* (inferior).
 - f. *Secondary cause* superior atau inferior dapat dikategorikan berdasarkan kondisi atau situasi yang paling banyak terjadi. Semakin banyak/sering terjadinya (frekuensi terjadinya) suatu situasi atau kondisi (melalui skoring jumlah jawaban informan hasil wawancara), maka situasi atau kondisi tersebut dapat dikategorikan sebagai *secondary cause* superior.
5. Pembuatan *fishbone diagram*, kemudian menganalisis diagram tersebut apakah diterima atau tidak. Jika tidak diterima (*not accepted*), maka ulang kembali ke proses atau langkah ke 4. Jika sudah memenuhi kriteria *fishbone diagram*, maka diagram tersebut sudah siap disajikan.

BAB IV HASIL

PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Umum Obyek Penelitian

Pada karya ilmiah terapan ini peneliti mendiskripsikan lokasi penelitian sesuai dengan judul karya tulis ilmiah ini yaitu “ **ANALISIS KEGAGALAN PEMBAKARAN AWAL PADA *AUXILIARY BOILER* DI KAPAL VLGC PERTAMINA GAS 1**”. Dengan adanya deskripsi ini, pembaca bisa memahami apa yang terjadi dan di alami peneliti dalam melaksanakan praktek laut di kapal VLGC PERTAMINA GAS 1 dengan data kapal sebagai berikut :



Gambar 4. 1 kapal VLGC Pertamina Gas 1
Sumber : Dokumentasi pribadi (2022)

B. Hasil Penelitian

1. Penyajian Data

a. Data Obsevasi

Peneliti dalam melakukan penelitian di atas kapal VLGC PERTAMINA GAS 1, peneliti melakukan observasi dan identifikasi pada bagian burner boiler sehingga mengetahui berbagai hal yang bisa membantu peneliti untuk menyelesaikan karya ilmiah terapan. Adapun kejadian yang dialami oleh peneliti yaitu terjadinya kegagalan pembakaran awal pada *auxiliary boiler* di kapal VLGC Pertamina Gas 1.



Gambar 4. 2 *Boiler* kapal VLGC Pertamina Gas 1
Sumber : Dokumentasi pribadi (2021)

Observasi dilakukan pada tanggal 21 november 2021 ketika kapal berlabuh di perairan Arab, setelah melakukan bunker bahan bakar kapal akan olah gerak menuju Indonesia, sebelum itu bahan bakar harus di panaskan

terlebih dahulu supaya main engine dapat *start*, maka dari itu masinis 4 mengoperasikan *boiler* untuk memanaskan bahan bakar, pada saat *boiler* hendak dinyalakan oleh masinis 4 *boiler* tidak dapat di nyalakan, lalu masinis 4 menganalisis apa yang menyebabkan kegagalan proses pembakaran awal pada *boiler* di kapal VLGC Pertamina Gas 1.



Gambar 4. 3 Pengecekan *safety device burner*
Sumber : Dokumentasi pribadi (2021)

Setelah dilakukan pengecekan system pembakaran, *safety device burner*, sistem kelistrikan *burner* dan pembongkaran *main burner* didapat kejanggalan pada jarak elektroda yang tidak sesuai dengan *manual book* sehingga tidak memantik listrik dengan optimal dan kondisi *nozzle* tersumbat oleh kerak hasil pembakaran oleh karena itu bahan bakar tidak dapat di kabutkan sehingga terjadi kegagalan proses pembakaran awal pada *boiler*.

b. Data wawancara

Waktu melaksanakan praktek laut (prala) di atas kapal VLGC Pertamina Gas 1, peneliti melakukan wawancara yang berhubungan dengan pengetahuan serta pengalaman yang telah didapat dari *crew engine* di atas kapal tentang boiler. Peneliti melakukan wawancara kepada masinis III di atas kapal yang berhubungan dengan judul penelitian peneliti yaitu analisis kegagalan pembakaran awal pada *auxiliary boiler* di kapal VLGC Pertamina Gas 1. Berikut hasil wawancara peneliti bersama masinis III di atas kapal VLGC Pertamina Gas 1 :

Wawancara kepada *engineer* kapal VLGC PETAMINA GAS 1 peneliti lakukan pada saat melaksanakan praktek laut pada bulan November 2021 sampai dengan bulan November 2021. Berikut adalah daftar wawancara beserta respondennya:

Responden 1

Nama : Murtadho
 Jabatan : *Forth Engineer*
 Waktu wawancara : November 2021

Hasil wawancara dengan bas murtadho di kapal VLGC Pertamina Gas 1 adalah menyebabkan kegagalan pembakaran *boiler* yaitu kotornya main burner, rusaknya *FO burning pump*, jarak elektroda pada *pilot burner* tidak sesuai. dan juga secara spesifik dampak yang ditimbulkan dari sistem penyebab tidak normalnya alat pembakaran *boiler* adalah tidak maksimalnya proses pengabutan bahan bakar karena lubang *atomizer* yang tersumbat oleh kotoran-kotoran dari sisa pembakaran, dan juga

tidak dapat terbentuknya bunga-bunga api akibat dari jarak antar elektroda yang tidak sesuai sehingga pembakaran tidak dapat terjadi, sedangkan dampak yang terjadi akibat dari rendahnya tekanan discharge *burning pump* adalah rendahnya tekanan bahan bakar yang masuk ke main burner boiler, sehingga bahan bakar tidak dikabutkan secara sempurna. Adapun upaya apa yang dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan melakukan pembersihan atau pergantian jika ada atomizer tersumbat, untuk jarak elektroda yang tidak sesuai, lakukan penyetelan sistem jarak antar elektroda tersebut, dengan menyesuaikan jarak sistem dengan ukuran yang sudah ditentukan pada *instruction manual book*, dan untuk *heater* bahan bakar yang kotor, lakukan pembersihan atau pergantian jika diperlukan sedangkan untuk tekanan pompa bahan bakar yang rendah perlu dilakukan perbaikan terhadap pompa tersebut.

Responden 2

Nama : Widodo Yuwono

Jabatan : *Second Enginer*

Waktu wawancara : Desember 2021

Hasil wawancara dengan bas Widodo di kapal VLGC Pertamina Gas 1 adalah Dampak yang terjadi karena gangguan pembakaran pada *boiler* adalah terhambatnya produksi *steam* sehingga menyebabkan pemanasan bahan bakar, pemanasan air pendingin mesin induk serta keperluan-keperluan lain menjadi terhambat.

Adapun Upaya yang harus dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut

adalah dengan melakukan perawatan rutin terhadap semua komponen *boiler*, serta segera lakukan perbaikan jika terdapat komponen yang rusak dan juga perhatikan running hour dari komponen *boiler*.

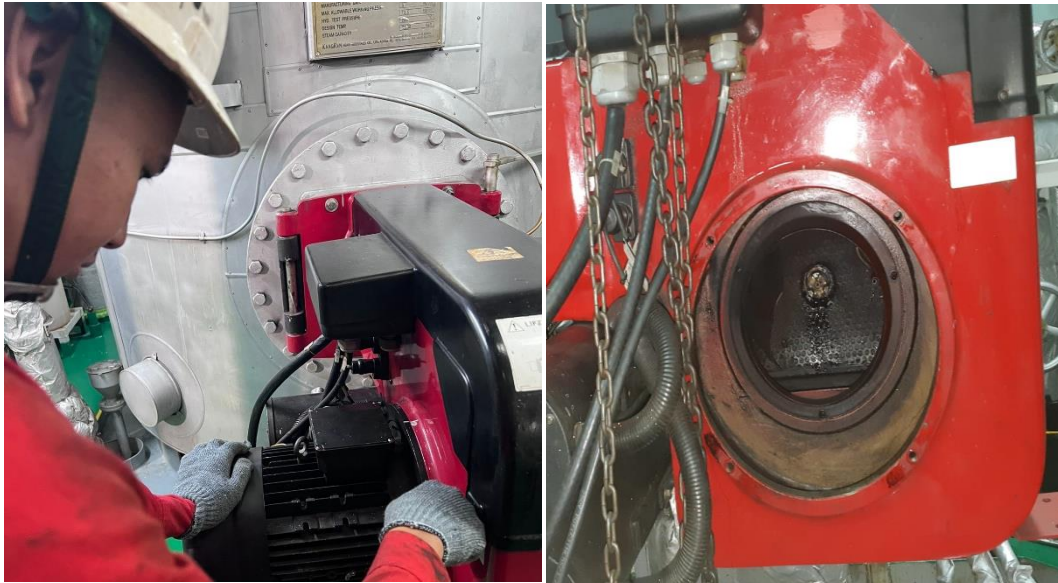
c. Data dokumentasi

Waktu peneliti melakukan praktek laut di atas kapal VLGC PERTAMINA GAS 1, peneliti melampirkan dokumentasi sebagai informasi berupa foto mengenai masalah yang telah di bahas pada tahap observasi di atas, berikut dokumentasi yang dilampirkan peneliti;



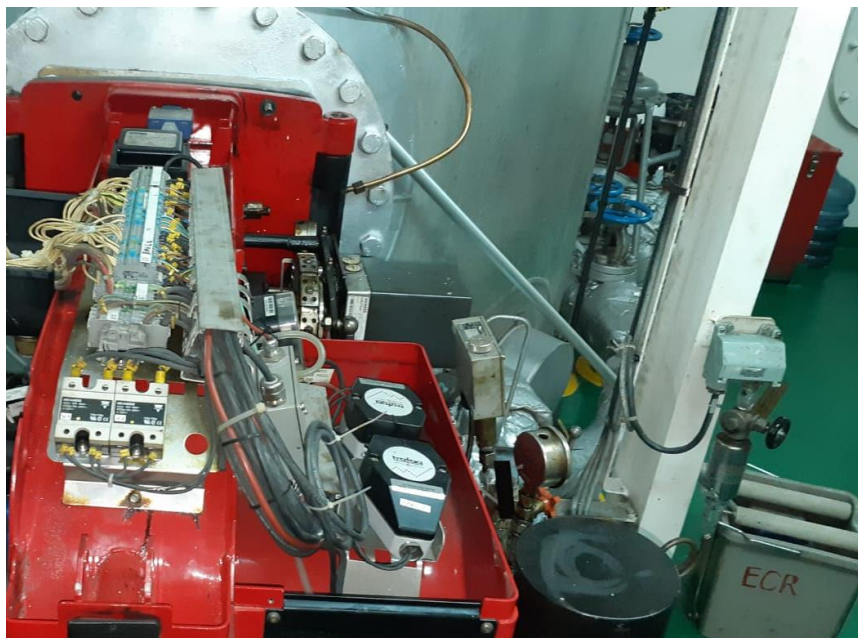
Gambar 4. 4 Pengecekan sistem pembakaran pada panel
Sumber : Dokumentasi pribadi (2021)

Setelah di lakukan observasi mengenai masalah yang terjadi, di lakukan perbaikan terhadap *burner boiler*, perbaikan yang di lakukan yang pertama adalah mengecek sistem pembakaran pada panel yang bertujuan untuk memudahkan masinis 4 menemukan permasalahan yang terjadi.



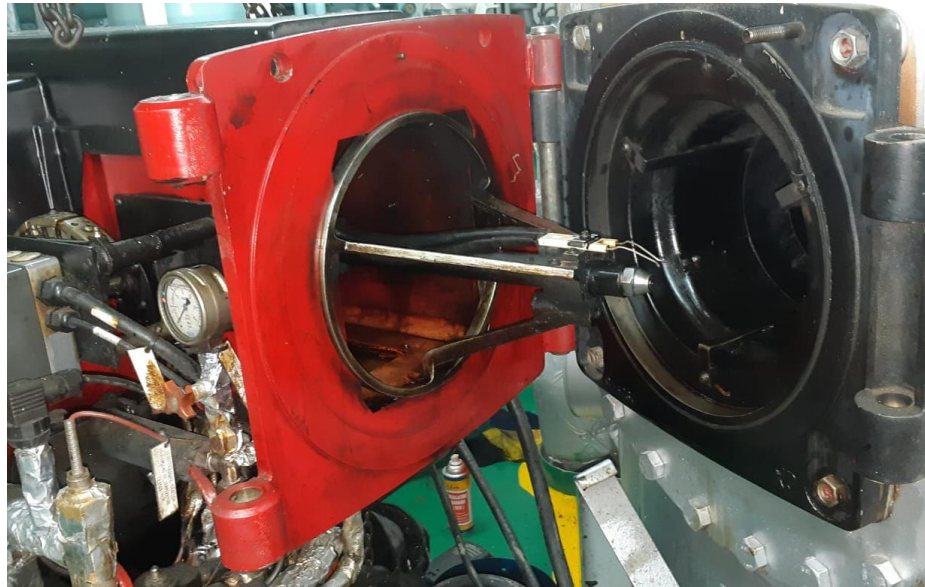
Gambar 4. 5 Pembongkaran elektomotor
Sumber : Dokumentasi pribadi (2021)

Setelah dilakukan pengecekan sistem pembakaran pada panel, masinis 4 melakukan pembongkaran terhadap *burner boiler* yang pertama melepas *electromotor* dari *burner*.



Gambar 4. 6 Pengecekan kelistrikan burner
Sumber : Dokumentasi pribadi (2021)

Selanjutnya melepas *cover* kelistrikan pada burner untuk mengetahui apakah terjadi *short* pada kabel yang mempengaruhi sistem pembakaran pada burner.



Gambar 4. 7 Pengecekan elektroda dan nozzle burner
Sumber : Dokumentasi pribadi (2021)

Setelah dilakukan pengecekan kelistrikan pada *burner*, tidak ditemukan masalah oleh karena itu masinis 4 memutuskan untuk membongkar main burner dan mendapati kejanggalan pada jarak elektroda yang tidak sesuai dengan *manual book* dan kondisi *nozzle* tersumbat oleh kerak hasil pembakaran.

1) Analisis data

Analisis data merupakan langkah awal untuk mencari jawaban penyebab timbulnya masalah berdasarkan rumusan masalah yang diangkat oleh peneliti, analisis data dalam penelitian ini menggunakan metode diagram *Fishbone Analysis* untuk mengetahui faktor yang mempengaruhi kegagalan pada burner boiler dengan tahapan sebagai berikut;

a. Mengidentifikasi masalah

Penyebab kegagalan burner boiler di kapal VLGC Pertamina Gas 1 itu disebabkan oleh kurangnya perawatan pada proses burner sehingga banyak part yang kotor dan berkerak dan pipa bahan bakar mengalami penumpukan lumpur karena menggunakan bahan bakar FO.

b. Mengumpulkan faktor penyebab utama

Untuk dapat mengumpulkan faktor penyebab dari kegagalan dalam proses burner boiler didapatkan dari hasil observasi, dokumentasi, dan juga wawancara dengan hasil penyebab utamanya adalah elektroda pada pilot burner tidak sesuai.

c. Mengidentifikasi kemungkinan penyebab permasalahan

Pada hasil observasi di atas, terdapat 4 faktor penyebab utama dari kegagalan pembakaran awal pada *auxiliary* boiler diantaranya adalah;

1) Manajemen

Pengadaan sparepart yang tidak kunjung terealisasi sehingga stok nozzle burner di kapal VLGC PERTAMINA GAS 1 tidak tersedia.

2) Material

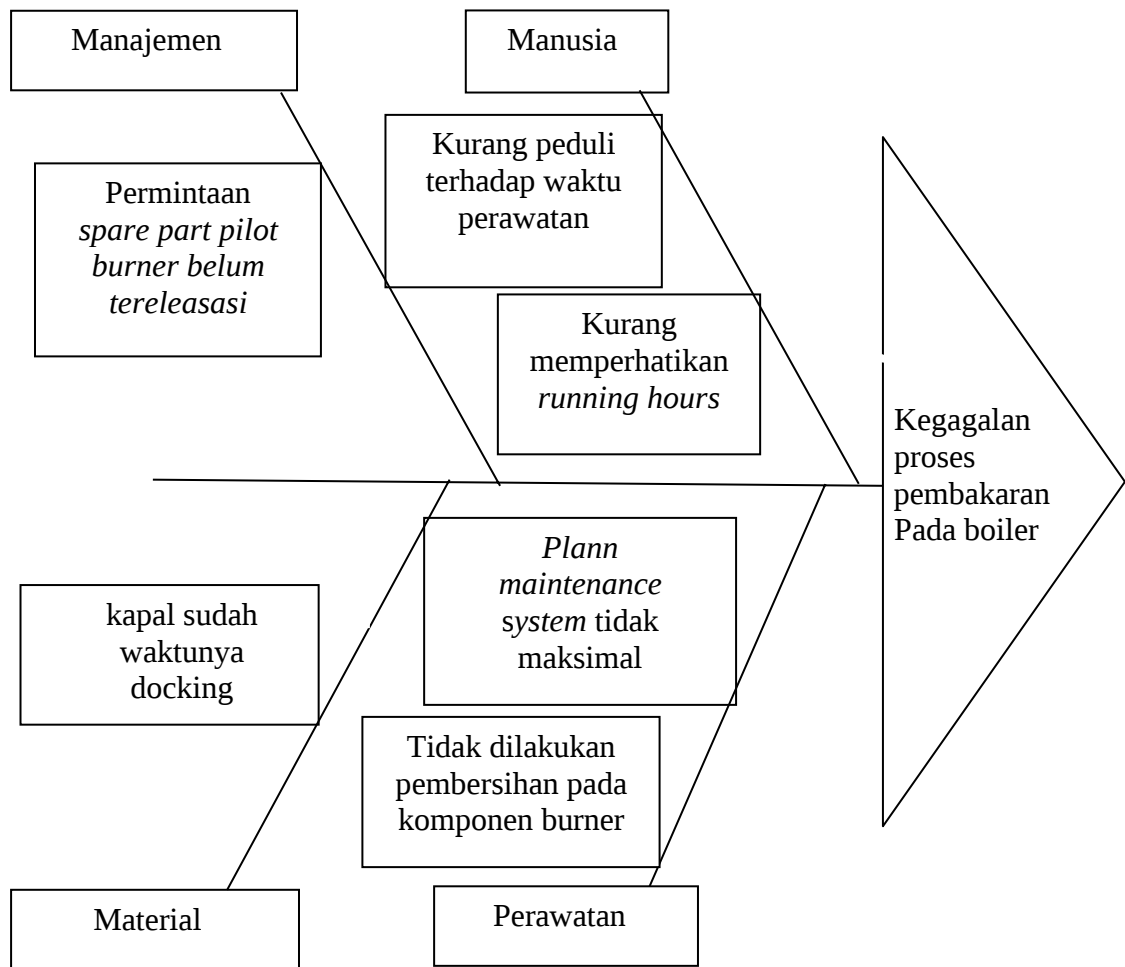
Kapal waktunya docking sehingga mulai banyak masalah pada boiler

3) Manusia

Kurangnya perhatian terhadap PMS (*planned maintenance system*) boiler terutama pada burner.

4) Perawatan

perawatan pada burner tidak pernah dilakukan sehingga automizer menjadi kotor dan tidak dapat mengabutkan bahan bakar.



Gambar 4. 8 Diagram Fishbone
Sumber : Dokumentasi pribadi

Berdasarkan analisis data menggunakan diagram *fishbone* di atas, peneliti akan menjelaskan faktor-faktor yang menyebabkan kegagalan proses pembakaran awal pada boiler di kapal VLGC PERTAMINA GAS 1 sebagai berikut:

1. manajemen

Persediaan pilot burner tidak tersedia di kapal VLGC Pertamina Gas 1, sudah dilakukan pengadaan tetapi tidak terealisasi sehingga crew engine terutama masinis 4 akan melakukan perawatan dan pergantian terhadap pilot

burner tidak kunjung terlaksana.

2. Material

pilot burner pada boiler running hoursnya sudah cukup lama sehingga perlu dilakukan pergantian karena sering sekali tidak bisa mengeluarkan percikan api sehingga mengalami kegagalan pada proses pembakaran boiler.

3. Manusia

Kurangnya perhatian terhadap PMS (*planned maintenance system*) boiler terutama pada proses burner yang sudah melebihi batas atau overdue, waktunya perawatan tidak dilakukan perawatan sehingga mengakibatkan kegagalan pada pembakaran *auxiliary* boiler.

4. Perawatan

PMS (*planned maintenance system*) di kapal VLGC Pertamina Gas 1 tidak terlaksana dengan maksimal, terutama dalam perawatan burner boiler, sehingga lubang atomizer tersumbat oleh sisa-sisa pembakaran yang mengakibatkan tidak bisa mengabutnya bahan bakar.

C. Pembahasan

Sesuai dengan judul karya ilmiah terapan ini mengenai “ ANALISIS KEGAGALAN PEMBAKARAN AWAL PADA *AUXILIARY BOILER* DI KAPAL VLGC PERTAMINA GAS 1” dan dipadukan dengan data-data hasil analisis menggunakan metode *fishbone analysis* diatas, bertujuan untuk mengetahui hasil dari rumusan masalah yang telah diuraikan pada bab sebelumnya. Dalam pembahasan ini terdapat faktor penting yang tidak terlepas dari penyebab terjadinya kegagalan proses pembakaran awal pada *auxiliary* boiler diantaranya sebagai berikut;

1. Penyebab kegagalan proses pembakaran awal pada *auxiliary* boiler di kapal VLGC Pertamina Gas 1.

Berdasarkan data dari diagram *fishbone analysis*, faktor-faktor yang menyebabkan kegagalan pembakaran awal pada *auxiliary boiler* adalah;

- a. Manajemen

Menurut Umam, K. (2019), manajemen adalah suatu proses kerja untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan sebelumnya secara efektif dan efisien. Oleh karena itu untuk mendukung kelancaran operasional kapal, dibutuhkan manajemen perusahaan yang terbaik supaya kapal dapat beroperasi memasok bahan bakar dan gas ke berbagai wilayah di Indonesia maupun *Internasional* dengan aman dan lancar. Manajemen PT. Pertamina International Shipping dalam hal pengadaan pilot burner tidak kunjung terealisasi, sampai tidak ada stok di atas kapal sehingga masinis 4 tidak bisa melakukan perawatan terhadap pilot burner untuk diganti, sehingga proses pembakaran pada *auxiliary* boiler tidak lancar.

- b. Material

Menurut Sari, N. H. (2018), material adalah suatu yang disusun atau dibuat oleh bahan yang memiliki batas waktu kekuatan. dilihat dari running hours pada pilot burner melewati batas normal untuk digunakan sesuai dengan manual book, sehingga pilot burner tidak berkerja dengan normal.

- c. Manusia

Menurut Abdullah, H. (2017), Sumber daya manusia sebagai salah satu faktor utama di suatu perusahaan dapat dilihat dari faktor-faktor lain

selain modal usaha. Oleh karenanya, SDM sangat diperlukan untuk dikelola dengan baik agar efektivitas dan efisiensi perusahaan semakin meningkat. Maka dari itu, dunia kerja pada perusahaan pelayaran cenderung mempekerjakan *crew* kapal yang memiliki pengalaman dan wawasan yang luas di bidangnya, terutama pada bagian permesinan kapal yang memiliki karakter permesinan yang berbeda-beda setiap kapal, hal ini menjadi tugas *engineer* untuk dapat menguasai dan familiar dengan karakteristik permesinan yang menjadi tanggung jawabnya. Hal ini bertujuan untuk menghindari *human error* yang dapat menimbulkan kerugian pada perusahaan.

Namun hal tersebut pernah terjadi di kapal VLGC Pertamina Gas 1 dimana masinis 4 yang lama kurang memperhatikan perawatan pada boiler sehingga waktu mau running boiler terjadi kegagalan terhadap pembakaran, setelah dicari akar masalahnya ternyata terdapat penumpukan kotoran bekas hasil pembakaran yang menyumbat pada lubang automizer sehingga bahan bakar tidak bisa dikabutkan.

d. Perawatan

Menurut Arsyad, M., & Sultan, A. Z. (2018), perawatan adalah kegiatan untuk memelihara, mengadakan perbaikan atau penggantian yang diperlukan supaya mesin tetap dalam keadaan aman. *PMS (planned maintenance system)* merupakan sistem perawatan yang dilakukan *engineer* terhadap semua permesinan yang ada di kapal secara terencana dan bersinambungan untuk menghindari terjadinya kerusakan yang dapat menghambat kelancaran operasional kapal. Akan tetapi *PMS (planned*

maintenance system) di kapal VLGC Pertamina Gas 1 tidak terlaksana dengan maksimal, terutama dalam perawatan boiler sehingga terjadi kegagalan proses pembakaran awal pada boiler

2. Cara mengatasi kegagalan dalam proses pembakaran awal pada boiler di kapal VLGC Pertamina Gas 1

Upaya yang harus dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan melakukan pembersihan atau pergantian jika ada atomizer tersumbat, untuk jarak elektroda yang tidak sesuai, lakukan penyetelan kembali jarak antar elektroda tersebut, dengan menyesuaikan jarak elektrode dengan ukuran yang sudah ditentukan pada *instruction manual book* yaitu jarak antar elektroda 3,4 mm dan jarak elektroda dengan *nozzle pilot burner* yaitu 10 mm, serta mengatur tekanan bahan bakar menuju *main burner* sesuai dengan tekanan kerja yaitu 20 kg/cm².

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan peneliti di kapal VLGC PERTAMINA GAS 1 dapat disimpulkan bahwa:

1. Faktor utama yang menyebabkan gagalnya pembakaran pada *boiler* berdasarkan metode *Fishbone* yaitu *automizer* tersumbat, jarak elektroda dengan *nozzle pilot burner* tidak sesuai dengan *manual book*, serta tekanan *discharge burning pump* rendah.
2. Upaya yang dilakukan untuk mencegah gangalnya pembakaran pada *main burner auxiliary boiler* di kapal VLGC Pertamina Gas 1 yaitu dengan melakukan pembersihan terhadap *automizer* agar bahan bakar dapat dikabutkan dengan mudah, melakukan pengaturan jarak antar elektroda yaitu 3,4 mm dan jarak elektroda dengan *nozzle pilot burner* yaitu 10 mm, serta mengatur tekanan bahan bakar menuju *main burner* sesuai dengan tekanan kerja yaitu 20 kg/cm².

B. Saran

Peneliti ingin memberikan saran yang bermanfaat untuk kedepannya kepada para pembaca dan juga untuk para pelaut untuk mencegah terjadinya kegagalan pembakaran awal pada *auxiliary boiler*, adapun saran yang ingin peneliti berikan yaitu:

1. Sebaiknya Masinis 4 melakukan suatu perawatan, perbaikan ataupun

penggantian *sparepart* harus sesuai dengan buku panduan *boiler* atau *manual instruction book* dari *boiler* yang ada diatas kapal berdasarkan *PMS* yang telah ditentukan.

2. Perusahaan harus segera merealisasi pengadaan yang dilakukan *crew* kapal, sebab *crew* kapal lebih tau apa yang dibutuhkan untuk kapal dapat beroperasi dengan lancar, Salah satunya komponen *boiler* memiliki jam kerja yang telah ditentukan. Kondisi *boiler* yang normal akan mempengaruhi kelancaran kegiatan operasional kapal, perlu perhatian khusus pihak kapal dalam membuat laporan, khususnya dalam laporan pengadaan *spare part* baru.
3. Bagi penelitian selanjutnya pelaksanaan *PMS* (*planne maintenance system*) kedepannya harus benar- benar di jalankan dengan cara melakukan perawatan secara rutin dan berkala, seperti perawatan untuk mencegah kerusakan (*preventive maintenance*), perawatan perbaikan (*corrective maintenance*) dan pemeliharaan darurat, hal ini bertujuan untuk memperpanjang usia dari material dan mencegah terjadinya kerusakan material akibat kelelahan bahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, H. (2017). Peranan manajemen sumberdaya manusia dalam organisasi. *Warta Dharmawangsa*, (51).
- Arsyad, M., & Sultan, A. Z. (2018). *Manajemen perawatan*. Deepublish
- 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>
- Gaspersz, V. dan A. Fontana. 2011. Integrated Management Problem Solving Panduan bagi Praktisi Bisnis dan Industri. Penerbit Vinchrsto Publication.
- Group. Panjika 2000. Alfabeta. Asmoko, H. (2013). Teknik Ilustrasi Masalah-Fishbone Diagrams. *Magelang: BPPK*.
- 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.
- Kaplan, R.S. dan D.P. Norton. 1996. The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action. Harvard Business Press.
- Lexy J. Moleong, (2006). Metodologi Penelitian Kualitatif, Bandung, PT Remaja
- Makassar, T. P. (2012). *Buku Pedoman Penulisan Skripsi*. Makassar: Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
- Marsudi, S., & Palippui, H. (2020). Analisis perawatan purifier pada sistem bahan bakar main engine kapal. *SENSISTEK: Riset Sains dan Teknologi Kelautan*, 1-7.
- Prihantoro, C. Rudy. 2012. Konsep Pengendalian Mutu. Bandung: Remaja Rosdakarya.

- Rineka Cipta.Noor, Juliansyah, 2016. *Metodelogi Penelitian*. Jakarta : Kencana Prenada Media.
- Robbins, S.P. dan Mary Coulter. 2012. *Management*. Pearson Education, Prentice Hall
- Rosdakarya.Arikunto. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta
- Sari, N. H. (2018). *Material teknik*. Deepublish
- Scarvada, A.J., Tatiana Bouzdine-Chameeva, Susan Meyer Goldstein, Julie M. Hays, Arthur V. Hill. 2004. *A Review of the Causal Mapping Practice and Research Literature. Second World Conference on POM and 15th Annual POM Conference, Cancun, Mexico, April 30 – May 3, 2004*.
- Setiawan, E. (2021). Pemahaman Masyarakat Tentang Penerapan Akuntansi Pada Usaha Mikro Kecil Dan Menengah (UMKM). *JIMAT (Jurnal Ilmiah Mahasiswa Akuntansi) Undiksha*, 12(2), 580-590.
- 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>
- Umam, K. (2019). *Manajemen organisasi*
- 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.

LAMPIRAN

Lampiran 1 *Ship's particular*

PT. PERTAMINA (PERSERO) JL. YOS SUDARSO No. 32 – 34 TANJUNG PRIOK JAKARTA 14320 – INDONESIA PERTAMINA GAS 1			
SHIP PARTICULAR			
Ship's Name	: PERTAMINA GAS 1		
Vessel Type	: LPG CARRIER		
Flag	: INDONESIA		
Port Registry	: JAKARTA		
Call Sign	: J Z P A		
IMO Number	: 9643 348		
MMSI No.	: 525008084		
INM – C	: 452502834 , 452502835		
Telp. And Fax No.	: 021-43928112		
Owner	: PT PERTAMINA (PERSERO) JL. Merdeka Timur No. 01A, JAKARTA 10110 - INDONESIA		
Tech. Manager / Operator	: PT. PERTAMINA (PERSERO) SHIPPING – MARKETING AND TRADING DIRECTORATE JL. Yos Sudarso No. 32-34, TANJUNG PRIOK, JAKARTA 14320, INDONESIA		
Builder	: HYUNDAI HEAVY INDUSTRIES Co., Ltd., Ulsan Shipyard, Korea		
Hull No.	: 2576	G.A.	: No. 1G-7000-201
Keel Laid	: 20 December 2012		
Delivered	: 17 September 2013		
Class	: Bureau Veritas		
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 50oC, ShipRight(SDA, ACS(B)), *IWS, LI, +LMC, UMS, NAV1, +Lloyd's RMC(LG) with Descriptive Notes: ETA, Part Higher Tensile Steel, ShipRight(FDA, CM, BWMP(S), SCM)		
Serviced Speed	: 16.75 Knot		
Dimension		Draft	
LOA	: 225.81 m	Max. Draft (S)	: 11.92 m
LBP	: 215.00 m	Air Draft (Keel to Mast)	: 50.34 m
Breadth Moulded	: 36.60 m	Free Board (S)	: 6.41 m
Depth Moulded	: 22.30 m		
Deadweight	: 54627 Ton	Light Ship Weight	: 19006 Ton
Gross Tonnage	: 48917 Ton	Net. Tonnage	: 16576 Ton
Capacities			
Cargo Tank	: 84187.1 m3 (100%), 82503.4 m3 (98%)	Ballast Tank	: 23512 m3
FO and DO	: FO : 2897 m3 (98%) and DO : 201.5 m3 (98%)		
Cargo Pump	: DEEP WELL PUMP, 8 x 700 m3/h x 120 mlc	Ballast Pump	: 2X800 m3/h
Booster Pump	: 2 x 700 m3/h x 120 mlc		
Main Engine,	Maker	: HYUNDAI-MAN B&W 6S60MC-C8.2c	
Type	: Vertical, Single Action, 2 Cycle, Direct Injection, 6 Cylinder		
Engine Power	: MCR 13800 kW (105 RPM)		
Fuel Type	: HFO and MDO		
AUX. Engine,	Maker	: YANMAR CO., LTD. (6N21AL-GW)	
Type	: Vertical, Single Action, 4 Cycle, Direct Injection, Water Cooled, 6Cylinder.		
Rate Output	: 1020 kW (900 RPM)		
Crew Complement	: 29 + (6 SUEZ CREW) PERSON		
Master : Capt. Thomas Christian			

Lampiran 2 Crew List

PT. PERTAMINA INTERNATIONAL SHIPPING											
DIRECTORATE OF FLEET MANAGEMENT											
PERTAMINA GAS 1										CREW LIST	
Vessel Name : Pertamina Gas 1		IMO Number : 9643348		Last Port of Call : tanjung sekong							
Call Sign : JZPA		Owner : PT. Pertamina International Shipping		Next Port of Call : Ruwais							
Gross Tonnage : 48917 Ton		Agent in Port : Berkah Intan Perkasa / PT. PTK									
Flag : Indonesia		☐ Departure ☒ Arrival									
NO	N A M E	EMPLOYEE NUMBER	RANK	PLACE OF BIRTH	DATE OF BIRTH	SEAMAN BOOK		PASSPORT		SIGN ON	Nationality
						NUMBER	EXP	NUMBER	EXP		
01	THOMAS CHRISTIAN	88009596	MASTER	JAKARTA	31-12-1980	F 322015	28-02-2023	C7575303	15-01-2026	24-02-2022	Indonesia
02	HARDY	88009737	CHIEF OFFICER	PADANG SIBUSUK	28-01-1983	F 264374	08-08-2024	C11474189	22-10-2023	17-12-2021	Indonesia
03	MUHAMAD HILMY FATRA FAIZA	12391624	SECOND OFFICER	KENDAL	22-05-1990	F 216146	25-04-2024	C6381417	11-09-2025	17-12-2021	Indonesia
04	BURHANUDIN	12392124	THIRD OFFICER	BATANG	05-08-1988	E 060968	17-02-2023	C8426616	13-01-2027	23-01-2022	Indonesia
05	SENO AJI BASKORO	12392125	FOURTH OFFICER	TEMANGGUNG	06-01-1997	F 090425	15-01-2023	B9599343	01-03-2023	23-01-2022	Indonesia
06	NARSO	88009731	CHIEF ENGINEER	CILACAP	15-10-1980	E 117310	13-09-2023	C8102530	08-10-2626	24-02-2021	Indonesia
07	WIDODO YUWONO	88009666	SECOND ENGINEER	BLORA	27-10-1980	F 024025	15-05-2024	C8102563	09-11-2026	17-12-2021	Indonesia
08	SIRAJUDDIN SARABA	12391278	GAS ENGINEER	UIJUNG PANDANG	10-11-1982	F 085089	14-11-2022	C7309005	18-08-2025	16-12-2021	Indonesia
09	PRASANTO ADHI PRATOMO	12391006	THIRD ENGINEER	BOYOLALI	23-08-1989	F 107916	05-02-2023	C8099769	08-09-2026	13-09-2021	Indonesia
10	MURTADHO	12390614	FOURTH ENGINEER	GROBOGAN	29-01-1990	F 227948	08-03-2024	B7306233	08-08-2022	12-09-2021	Indonesia
11	AJI ATHA HIDAYAT	12391549	ELECTRICIAN	SEMARANG	27-11-1998	F 117862	26-02-2023	C0906842	24-07-2023	16-12-2021	Indonesia
12	ABDUL HAK	12391550	BOATSWAIN	JAKARTA	20-06-1972	G 106453	28-10-2024	C8103572	25-11-2026	17-12-2021	Indonesia
13	RUDI SIREGAR	12390969	ABLE SEAMAN	JAKARTA	17-04-1979	E 083623	10-06-2023	C0662934	29-06-2023	12-09-2021	Indonesia
14	ANTHONIUS DOGLAS RAMBING	12390073	ABLE SEAMAN	JAKARTA	24-08-1975	E 137964	15-12-2023	B8177322	03-10-2022	22-05-2021	Indonesia
15	PURNOMO	12391539	ABLE SEAMAN	BANTUL	10-06-1972	F 343861	18-05-2023	C3362694	28-03-2024	17-12-2021	Indonesia
16	MUHAMMAD FAHMI	12392126	ORDINARY SEAMAN	MEDAN	06-02-1994	F 295399	08-11-2024	B8097511	19-09-2022	23-01-2022	Indonesia
17	IMAM SUGIARTO	12391551	ORDINARY SEAMAN	JAKARTA	26-02-1972	F 072513	17-10-2024	C8103468	24-11-2026	17-12-2021	Indonesia
18	HOTMA BUDIMAN PANJAITAN	12391552	FOREMAN	JAKARTA	08-02-1976	E 074345	27-03-2023	C6315973	03-02-2025	17-12-2021	Indonesia
19	ANDI FAJAR ALAM	10020896	GASMAN	CABENGE	04-02-1978	F004852	26-05-2022	B7685923	26-07-2022	15-12-2021	Indonesia
20	UJANG ABDULLAH	12391554	OILER	KARAWANG	14-06-1980	F 165871	13-08-2023	C1150386	07-08-2023	17-12-2021	Indonesia
21	SUHARNO	12390970	OILER	JAKARTA	28-04-1980	E 080324	28-04-2023	C5352040	12-11-2024	12-09-2021	Indonesia
22	ROLAND SIRAIT	12390826	OILER	JAKARTA	16-11-1979	F 072543	17-10-2022	C2671857	21-03-2024	12-09-2021	Indonesia
23	DADANG HERMAWAN	12390072	COOK	KEBUMEN	11-06-1968	F 212476	17-01-2023	C0252987	07-05-2023	22-05-2021	Indonesia
24	MONTY ANGRY	12390990	SECOND COOK	DUMAI	13-08-1978	E 156529	14-02-2024	B8178309	10-10-2022	13-09-2021	Indonesia
25	ADE LUKMAN	12391529	MESSBOY	BEKASI	30-09-1985	G 019694	30-11-2023	C7573113	25-11-2025	17-12-2021	Indonesia
26	ANTONIUS MEI RANTE BALIK	20210104	DECK CADET	RANDANBATU	29-05-2000	G 040423	15-12-2023	C7934495	25-06-2026	12-09-2021	Indonesia
27	MOCH HAMDANI PRASETYO	20210096	ENGINE CADET	SIDOARJO	22-03-2001	F 340615	03-03-2024	C8099140	04-08-2026	12-09-2021	Indonesia

Port : Fujairah
Date : 11 April 2022
Master,

Capt. Thomas Cristian
NP. 88009596



Boiler type : PA0801P01

Boiler design data

General description

The PA type boiler is a pin tube type vertical cylindrical boiler. The steam generating section consists of straight tubes with pin that provide a high heat transfer. On the water side the heat is transferred by evaporation of the saturated water adjacent to the furnace shell or pin tube wall where steam bubbles are formed. The boiler is insulated and preassembled with boiler mountings for easy installation and operation. The boiler is side - fired and equipped with a pressure jet burner (Refer to Fig.1)

A. Technical data

Number of boiler / ship	1	Set
Steam production	3,000	kg/hr
Working pressure	7.0	kg/cm ² .G
Design pressure	9.0	kg/cm ² .G
Feed water temperature	80	°C
Ambient temperature	45	°C
Fuel oil consumption (at H.F.O)	219	kg/hr
Air consumption at 45 °C	3,561	kg/hr
Fuel gas flow	3,766	kg/hr
Fuel gas temperature	Max. 450	°C
Recommend for ship yard E/G duct draft loss	Max. 15	mmAq
Total heating surface	37.2	m ²

B. Dimension

Diameter excl. of insulation	1,950	mm
Height excl. of smoke uptake	4,750	mm
Water volume at normal water level	5.62	m ³
Steam volume at normal water level	1.61	m ³
Weight of boiler including of burner and fittings (dry)	10.8	Ton
Weight of boiler including of burner and fittings (wet)	16.4	Ton

C. Classification

Hull No. 2576	LR
---------------	----

D. Paint color

Boiler body	Heat resistance paint silver
Contol panel	RAL 7032



Boiler type : PA0801P01

Boiler design data

General description

The PA type boiler is a pin tube type vertical cylindrical boiler. The steam generating section consists of straight tubes with pin that provide a high heat transfer. On the water side the heat is transferred by evaporation of the saturated water adjacent to the furnace shell or pin tube wall where steam bubbles are formed. The boiler is insulated and preassembled with boiler mountings for easy installation and operation. The boiler is side - fired and equipped with a pressure jet

burner (Refer to Fig.1)

A. Technical data

Number of boiler / ship	1	Set
Steam production	3,000	kg/hr
Working pressure	7.0	kg/cm ² .G
Design pressure	9.0	kg/cm ² .G
Feed water temperature	80	°C
Ambient temperature	45	°C
Fuel oil consumption (at H.F.O)	219	kg/hr
Air consumption at 45°C	3,561	kg/hr
Fuel gas flow	3,766	kg/hr
Fuel gas temperature	Max. 450	°C
Recommend for ship yard E/G duct draft loss	Max. 15	mmAq
Total heating surface	37.2	m ²

B. Dimension

Diameter excl. of insulation	1,950	mm
Height excl. of smoke uptake	4,750	mm
Water volume at normal water level	5.62	m ³
Steam volume at normal water level	1.61	m ³
Weight of boiler including of burner and fittings (dry)	10.8	Ton
Weight of boiler including of burner and fittings (wet)	16.4	Ton

C. Classification

Hull No. 2576	LR
---------------	----

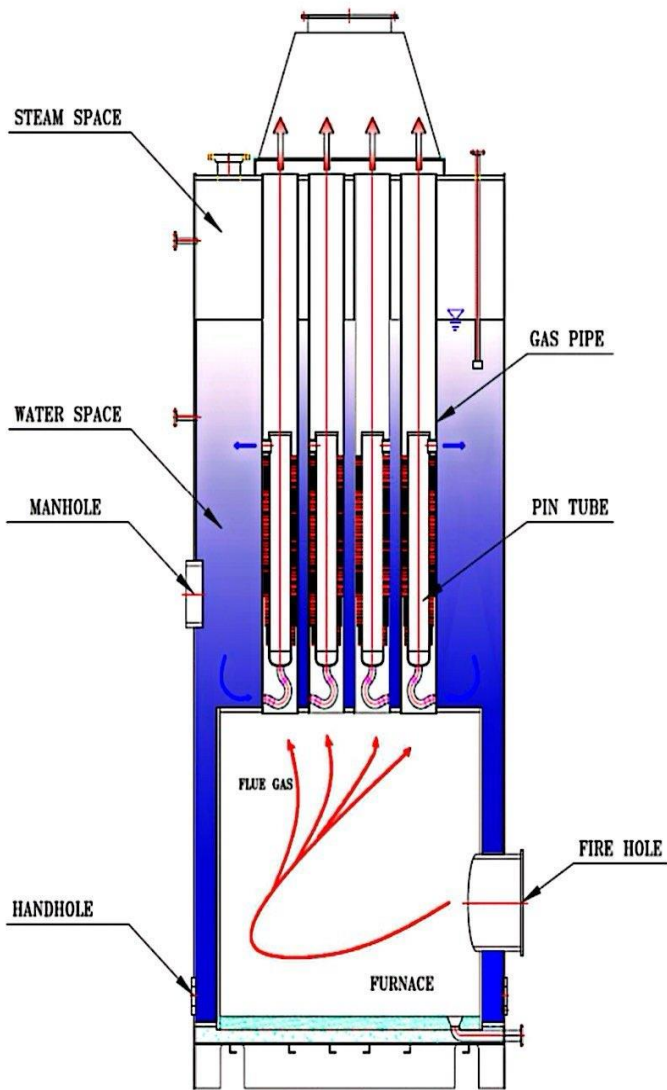
D. Paint color

Boiler body	Heat resistance paint silver
Control panel	RAL 7032

Lampiran 4 Lay out Boiler



Boiler type : PA0801P01



PA type boiler lay out.(Only reference)

Lampiran 5 Table Of Instrument Boiler



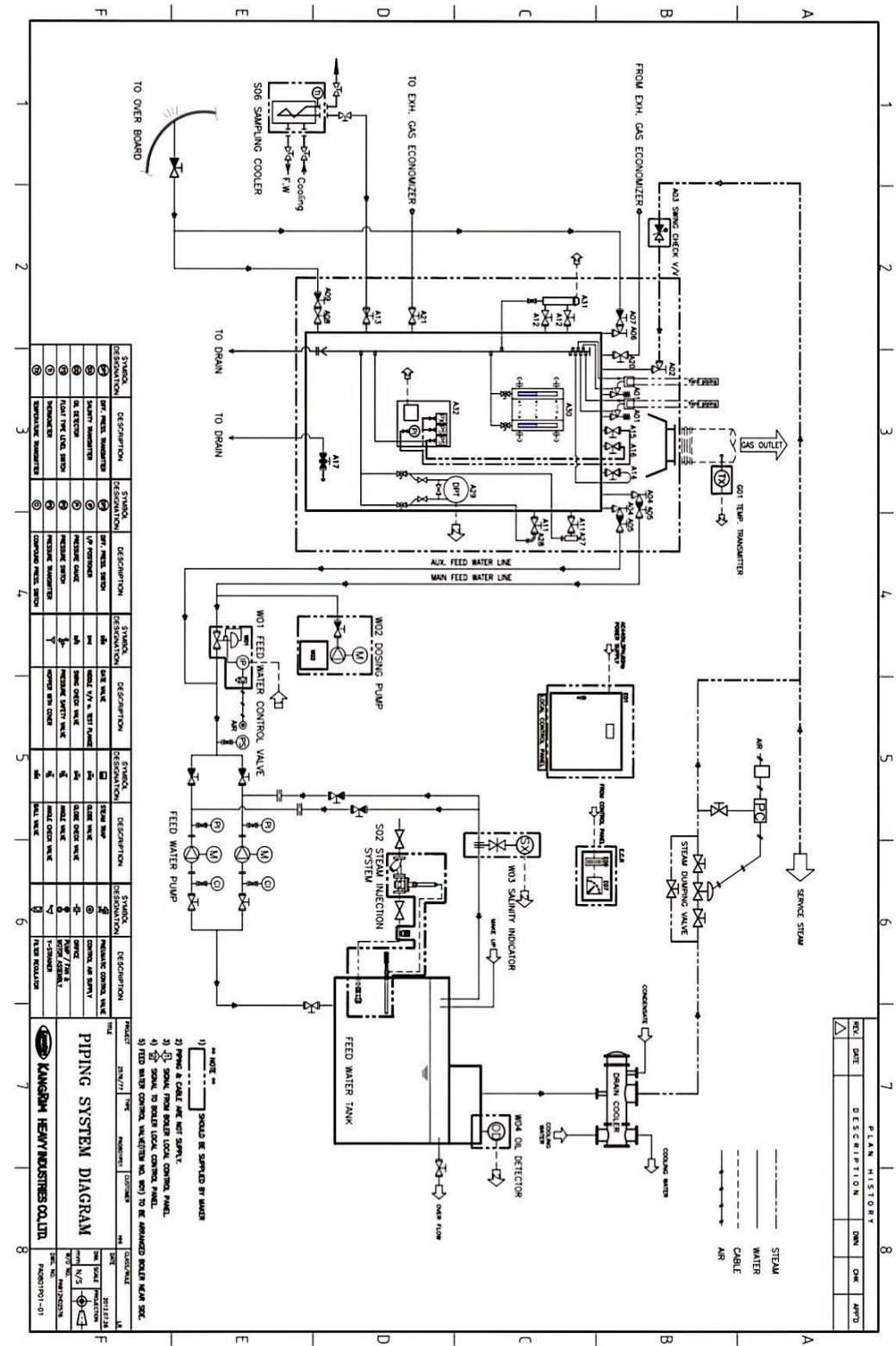
Boiler type : PA0801P01

Information table of instruments									
NO.	Item	Unit	Meas. Range	Item No.	Set Point	Burner trip	Alarm limit		Location
							Low	High	
1	Diff.pressure transmitter For water level	mmH ₂ O	-400 ~ +400	A29	-	-	-	-	Boiler
	High water level	-	-	-	+220	-	-	●	Control panel
	Normal water level	-	-	-	0	-	-	-	
	Low water level	-	-	-	-180	-	●	-	
	Too low water level	-	-	-	-220	-	●	-	
2	Level switch For too low water level	mmH ₂ O	-	A31	-220	●	●	-	Boiler
3	Pressure transmitter For steam drum	kg/cm ² .G	0~16	A32	-	-	-	-	Boiler
4	Pressure switch For high steam pressure	kg/cm ² .G	1~10	A32	8.5	●	-	●	Boiler
5	Pressure switch For low steam pressure	kg/cm ² .G	1~10	A32	5.5	-	●	-	Boiler
6	Pressure switch For burner On/Off control	kg/cm ² .G	1~10		6.5/7.5	-	-	-	Boiler
7	Temp. controller for low oil temp.	°C	30~200		(105)	●	●	-	Burner
8	Thermostat for high oil temp.	°C	30~200		(180)	-	-	●	Burner
9	Low oil press. in burner	kg/cm ² .G	2~40		20	●	●	-	Burner
10	Differential air press. low	mbar	2.5~50		15	●	●	-	Burner
11	Pressure switch for pump stand-by start	kg/cm ² .G	0~6	F07	(2.0)	-	●	-	Fuel oil line
12	Pressure switch for low oil pressure	kg/cm ² .G	0~6	F08	(1.5)	●	●	-	Fuel oil line
13	Quick closing valve closed			F22		●	-	-	Fuel oil line
14	Burner motor failure (F.D fan failure)					●	●	-	Burner
15	Burner swing out					●	-	-	Burner

*NOTE : () ~ PRESETTED. IT SHOULD BE ADJUSTED BY COMMISSIONING.

KANGRIM HEAVY INDUSTRIES CO., LTD.

Lampiran 6 Diagram Piping System Boiler



Lampiran 7 Burner Technical Data & Specification



Boiler type : PA0801P01

Burner technical data & specification

A. Fuel oil data

	Diesel Oil (M.D.O)	Heavy fuel Oil (H.F.O)
Viscosity (cSt)	2~11 (at 40°C)	600 (at 50°C)
Specific gravity	0.9	0.98
Low calorific value (kcal/kg)	10,200	9,700

B. Fuel oil consumption

	Diesel Oil (M.D.O)	Heavy fuel Oil (H.F.O)
Max. consumption(kg/hr)	208.4	219.1
Min. consumption(kg/hr)	69.5	73.0

C. Burner specification

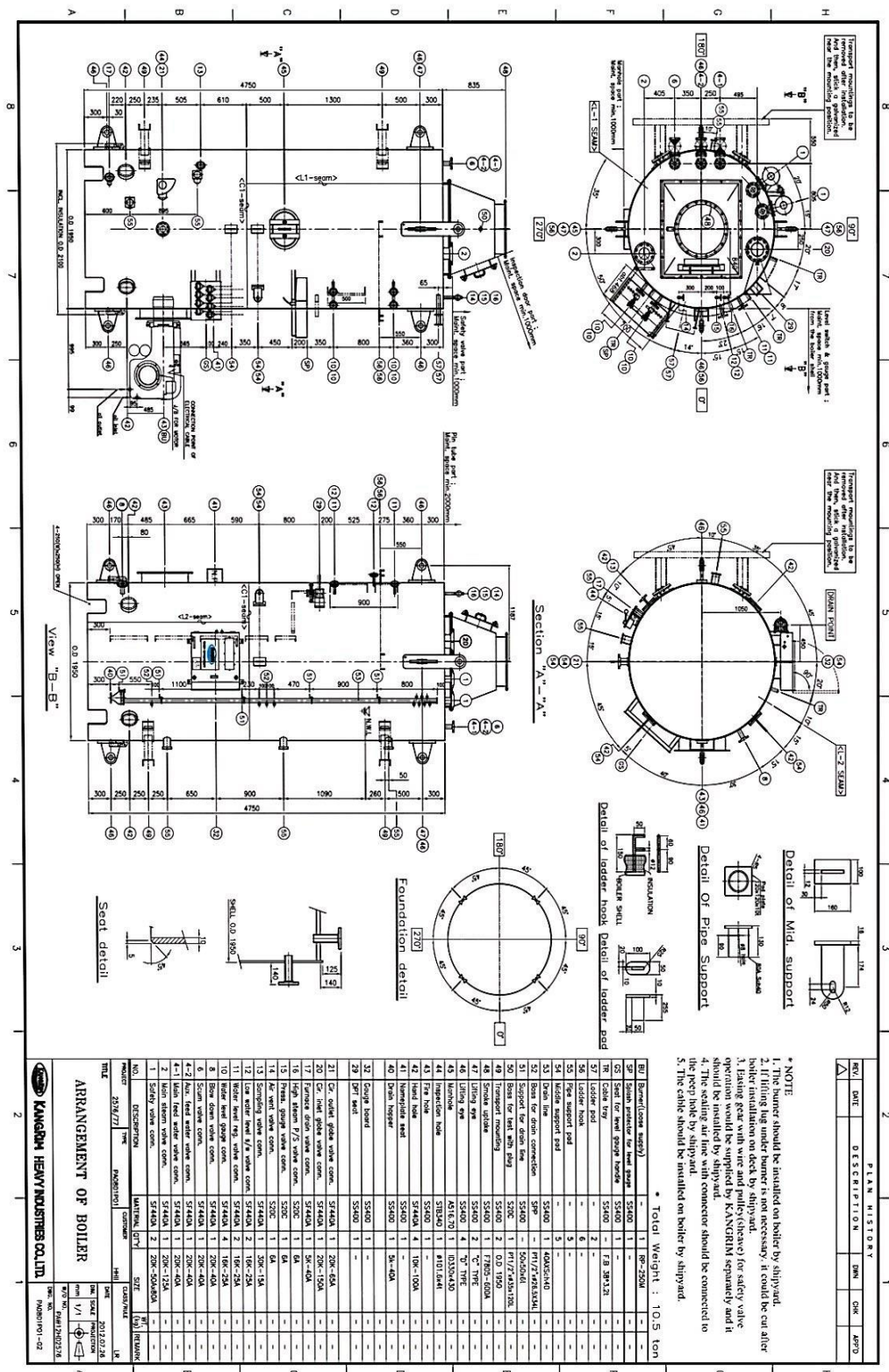
Number of burner / ship	: 1	Set
Burner type (Pressure jet)	: RP-250M	(OILON)
Burner control type	: Modulating	
Burner range	: 58~282	kg/h
Turn down	: apprix. 1:3	
Burner motor	: 8.6	kW
Pre-heater	: 14.4	kW
Weight of burner with motor	: 195	kg

C. Electric data

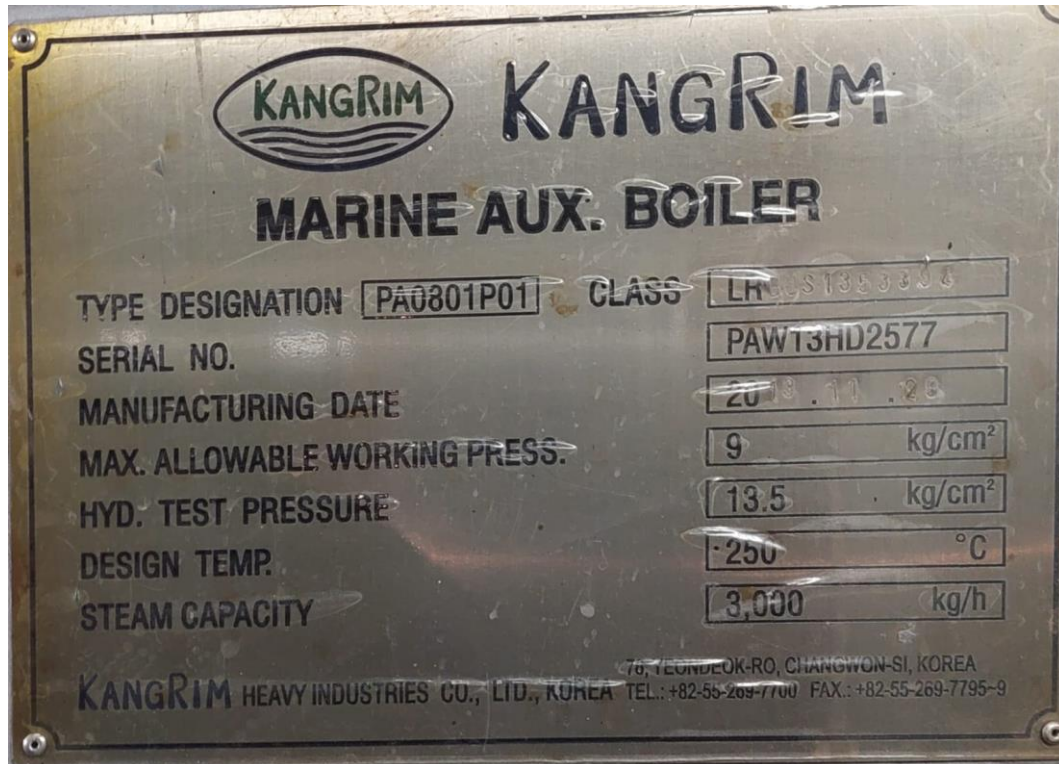
Power source	: AC440, 60Hz, 3ph
Control source	: AC220, 60Hz, 3ph
Motor insulation	: Class F
Enclosure type	: IP 55

KANGRIM HEAVY INDUSTRIES CO., LTD.

Lampiran 8 Arrangement Of Boiler



Lampiran 9 Name Plate Auxiliary Boiler



Lampiran 10 *Auxiliary Boiler*

