



**ANALISA PENYEBAB TERJADINYA KEGAGALAN
PEMBAKARAN AWAL PADA KETEL UAP BANTU DI
KAPAL LPG/ C ARIMBI**

SKRIPSI

**Untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Pelayaran pada
Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang**

Oleh

SHAFIQ HANIF MAHENDRA
NIT 551811236963 T

**PROGRAM STUDI TEKNIKA DIPLOMA IV
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN
SEMARANG**

2023

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISA PENYEBAB TERJADINYA KEGAGALAN
PEMBAKARAN AWAL PADA KETEL UAP BANTU DI KAPAL
LPG/C ARIMBI**

Disusun Oleh:

SHAFIQ HANIF MAHENDRA

NIT. 551811236963 T

Telah disetujui dan diterima, selanjutnya dapat diujikan di depan

Dewan Penguji Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

Semarang, 2023

Dosen Pembimbing I
Materi

Dosen Pembimbing II
Metodologi dan Penulisan

Tony Santiko, S.ST, M.Si., M.Mar.E.

M. Sapta H, S.Kom., M.Si.

Penata (III/c)

Penata Tingkat I (III/b)

NIP. 19760107 200912 1 001

NIP. 19730208 199303 1 002

Mengetahui.

Ketua Program Studi Teknika Diploma IV

Amad Narto, M.Pd., M.Mar.E.

Pembina (IV/a)

NIP. 19641212 199808 1 001

PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

Skripsi dengan judul “Analisa Penyebab Terjadinya Kegagalan Pembakaran Awal pada Ketel Uap Bantu di Kapal LPG/C ARIMBI ” karya,

Nama : SHAFIQ HANIF MAHENDRA

NIT : 551811236963 T

Progam Studi : Teknika

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Penguji Skripsi Prodi Teknika Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang pada hari, tanggal february 2023

Semarang, Februari 2023

Panitia Ujian

Penguji I



Dr. ALI MUKHTAR SITOMPUL, M.T.,
M.Mar.

Penata Tingkat I (III/d)
NIP. 19730331 200604 1 001

Penguji II



DIDIK DWI SUHARSO, S.Si.T.,
M.Pd.

Penata Tingkat I (III/c)
NIP. 19770920 200912 1 001

Penguji III



PRITHA KURNIASIH, M.Sc.

Penata Tingkat. I (III/d)
NIP. 19831220 201012 2 003

Mengetahui

Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

Capt. DIAN WAHDIANA, M.M.

Pembina Tingkat I (IV/b)

NIP. 19700711 199803 1 003

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan di bawah ini;

Nama : Shfiq Hanif Mahendra

NIT : 551811236963 T

Program Studi : Teknika

Skripsi dengan judul “Analisa Penyebab Terjadinya Kegagalan Pembakaran Awal pada Ketel Uap Bantu di Kapal LPG/C ARIMBI ” karya,

Dengan ini menyatakan bahwa yang tertulis dalam skripsi ini benar-benar hasil karya (penelitian dan tulisan) sendiri, bukan dari jiplakan karya tulis orang lain atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku, baik sebagian ataupun seluruhnya. Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah. Atas pernyataan ini saya siap menanggung resiko/ sanksi yang dijatuhkan apabila ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya ini.

Semarang, 2023

Yang membuat pernyataan,



SHAFIQ HANIF MAHENDRA
NIT 551811236963 T

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

1. Yakin adalah kunci jawaban dari segala permasalahan, dengan bermodal yakin merupakan obat penumbuh semangat hidup.
2. Orang yang hebat adalah orang yang menyembunyikan kesusahan, sehingga orang lain mengira ia selalu senang.
3. Tidak mustahil bagi orang biasa untuk memutuskan menjadi luar biasa.



Persembahan:

1. Kedua orang tua penulis, Bapak Indratno dan ibu Siti Maesaroh
2. Almamaterku, PIP Semarang

PRAKATA

Alhamdulillah, segala puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan penulisan skripsi ini yang berjudul “Analisa penyebab kegagalan pembakaran awal pada ketel uap bantu di kapal LPG/C ARIMBI”. Skripsi ini disusun dan diajukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Terapan Pelayaran (S. Tr. Pel) dalam bidang Teknik Program Diploma IV (D.IV), di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bimbingan, dukungan, dan saran serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini perkenankanlah penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Yth. Bapak Capt. Dian Wahdiana, M.M., selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
2. Yth. Bapak Amad Narto, M,P,d, M.Mar.E selaku Ketua Program Studi Teknik Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
3. Yth. Bapak Tony Santiko, S.ST,M.Si., selaku M.ar.E Pembimbing Materi Skripsi.
4. Yth. Bapak Mohamad Sapta heriyawan, S.Kom,M.Si selaku Dosen Pembimbing Metodologi Penelitian dan Penulisan.
5. Ayah dan ibu tercinta yang telah memberikan dukungan moril dan spiritual.

6. Pimpinan beserta karyawan PT. Pertamina Internasional Shipping yang telah memberikan kesempatan pada penulis untuk melakukan penelitian dan praktek di atas kapal.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi diri sendiri dan orang lain serta dengan segala kerendahan hati penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan, sehingga penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini.

Semarang,

2023

Penulis



SHAFIQ HANIF MAHENDRA
NIT. 551811236963 T



ABSTRAK

Mahendra, Shafiq Hanif, 2022 NIT: 551811236963 .T ‘Analisis penyebab terjadinya kegagalan pembakaran awal pada ketel uap bantu di kapal LPG/C ARIMBI ‘, skripsi Progam Studi Teknika, Progam Diploma IV, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Pembimbing I: Tony Santiko, S.ST.M.Si.,M.Mar.E, Pembimbing II: Mohamad Sapta Heriyawan, S.Kom, M.Si

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 uap yang dihasilkan oleh ketel uap.

Metode penelitian yang penulis gunakan adalah metode SHEL yaitu *Software, Hardware, Environment, Liveware*. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara dan studi pustaka secara langsung terhadap subyek yang berhubungan dengan faktor-faktor, dampak, dan upaya kegagalan pembakaran pada ketel uap.

Penyebab terjadinya kegagalan pembakaran awal pada ketel uap di kapal LPG/C ARIMBI yaitu penurunan tekanan suplai bahan bakar, jarak elektroda burner tidak tepat, menurunnya suhu bahan bakar, macetnya fan damper, tersumbatnya pilot burner.

Dampak yang dialami dari kegagalan pembakaran awal menurunnya suhu bahan bakar, uap yang di hasilkan tidak optimal. Upaya yang di lakukan adalah selalu memperhatikan temperatur bahan bakar, melakuka pengecekan secara berkala pada electro motor fan, melakukan pengecekan dan perawatan pada burner.

Kata kunci: kegagalan pembakaran, ketel uap bantu

ABSTRACT

Mahendra, Shafiq Hanif, 2022, NIT: 551811236963.T' Analysis of the causes of the occurrence of initial failures in the auxiliary steam boiler on LPG/C ARIMBI', thesis for Marine Engineering study program, Diploma IV program, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Supervisor I: Tony Santiko, S.ST.M.Si.,M.Mar.E, Supervisor II: Mohamad Sapta Heriyawan, S.Kom, M.Si

In the operation of this boiler, there are often disturbances during initial start-up caused by combustion disturbances in the burner or other systems which can cause the aircraft to not work properly, so it is necessary to deal with the disturbances that arise so that the steam produced by the boiler is needed.

The research method that the author uses is the SHEL method, namely Software, Hardware, Environment, Liveware. Data collection techniques were carried out through observation, interviews and literature studies directly on subjects related to factors, impacts, and efforts regarding increasing carbon in the scavenge air main engine towards the rinsing process.

The causes of initial combustion failure in the boiler on the LPG/C ARIMBI ship are a decrease in fuel supply pressure, improper burner electrode spacing, decreased fuel temperature, jammed fan damper, clogged pilot burner.

The impact experienced from the initial combustion failure is a decrease in fuel temperature, the steam produced is not optimal. Efforts are being made to always pay attention to fuel temperature, periodically check the electro motor fan, check and maintain the burner.

Keywords: combustion failure,auxiliary boiler

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
SKRIPSI.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI.....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iv
PRAKATA	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Fokus Penelitian.....	3
C. Rumusan Masalah.....	4
D. Tujuan Penelitian	4
E. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
A. Definisi Dan Pengertian Umum Ketel Uap Bantu	7
B. Bagian-Bagian Utama Pada Ketel Uap Bantu	8
C. Sistem Pengoperasian boiler	10

D.	Sistem Pemeliharaan.....	10
E.	Pembakaran sebagai Gejala Kimia	13
F.	Berbagai Macam Bahan Bakar	14
G.	Peralatan Pembakar.....	16
H.	Sistem Bahan Bakar.....	21
I.	Jenis – jenis Ketel Uap.....	24
J.	Kerangka Pikir Penelitian	37
BAB III METODE PENELITIAN		Error! Bookmark not defined.
A.	Metode penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
	1. Metode Deskriptif.....	Error! Bookmark not defined.
	2. Metode Kualitatif.....	Error! Bookmark not defined.
B.	Tempat dan waktu penelitian	Error! Bookmark not defined.
	1. Waktu penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
	2. Tempat Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
C.	Metode Pengumpulan Data.....	Error! Bookmark not defined.
	1. Metode Observasi	Error! Bookmark not defined.
	2. Metode Studi Dokumentasi	Error! Bookmark not defined.
D.	Instrumen Penelitian	Error! Bookmark not defined.
E.	Metode Analisa	Error! Bookmark not defined.
	1. Metode SHEL.....	Error! Bookmark not defined.
F.	Penguji Keabsahan Data	Error! Bookmark not defined.
BAB IV HASIL ANALISA DAN PEMBAHASAN...Error! Bookmark not defined.		
A.	Gambaran umum objek penelitian	Error! Bookmark not defined.

B. Deskripsi data.....	Error! Bookmark not defined.
C. Temuan	Error! Bookmark not defined.
D. Pembahasan masalah	Error! Bookmark not defined.
BAB V PENUTUP	38
A. Kesimpulan	38
B. Keterbatasan Penelitian.....	39
C. Saran	40
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN.....	71



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Peralatan Pembakar Bahan Bakar Padat Batubara	14
Gambar 2. 2 Peralatan Pembakar Bahan Bakar Cair	15
Gambar 2. 3 Peralatan Pembakar Tanpa Aliran Kembali	19
Gambar 2. 4 Peralatan Pembakar dengan Aliran Kembali	19
Gambar 2. 5 Ketel Uap Vertikal.....	25
Gambar 2. 6 Ketel Uap Cochran	26
Gambar 2. 7 Ketel Scotch Marine	27
Gambar 2. 8 Ketel Lancashire.....	29
Gambar 2. 9 Ketel Cornish.....	30
Gambar 2. 10 Ketel Lokomotif	30
Gambar 2. 11 Ketel Babcock dan Wilcox	31
Gambar 2. 12 Ketel La-Mount	33
Gambar 2. 13 Ketel Loeffler	34
Gambar 2. 14 Superheater.....	35
Gambar 2. 15 Ekonomizer	36
Gambar 4. 1 Gambar Kapal LPG/C Arimbi.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 2 Boiler di kapal MT. Gas Arimbi	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Tabel SHEL.....**Error! Bookmark not defined.**



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup.....	41
Lampiran 2 crew list.....	43
Lampiran 3 ship particulars.....	44
Lampiran 4 Ruang pembakaran	45
Lampiran 5 Pembersihan pada saringan bahan bakar	46



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Persaingan di bidang jasa transportasi khususnya pelayaran saat ini semakin ketat dan kita perlu memberikan pelayanan yang terbaik untuk dapat bertahan dalam persaingan ini. Di dunia pelayaran tidak lepas dari alat bantu. Ketel uap bantu merupakan mesin yang digunakan untuk memproduksi uap bertekanan yang sangat dibutuhkan di kapal, diantaranya untuk pemanas bahan bakar, minyak lumas, dan pemanas air untuk akomodasi maupun permesinan. Jenis dari ketel uap ini ada dua yaitu ketel pipa air dan ketel pipa api.

Penulis mengambil pembahasan ini agar orang yang membaca lebih tau tentang ketel uap bantu di kapal. Pada kasus yang di alami, unit umumnya ketel uap di operasikan pada saat kapal sandar dan berlabuh di pelabuhan.

Ketel uap bantu mendukung pengoperasian kapal. Hal ini dimaksudkan sebagai pembangkit uap tekanan untuk memenuhi kebutuhan pemanasan dek dan ruang mesin yang perlu dipertahankan dalam kondisi normal dan siap untuk operasi.

Ketel uap adalah wadah tertutup untuk menghasilkan uap pada tekanan melebihi 1 atm dengan memanaskan air dalam ketel dengan gas bersuhu tinggi yang dihasilkan dari pembakaran air tawar. Pada kasus ketel uap, unit

umumnya *boiler* di operasikan pada saat kapal merapat dan berlabuh di pelabuhan.

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

Ketel uap merupakan salah satu dari beberapa pesawat bantu yang ada di kapal. Fungsi ketel uap adalah sebuah bejana tertutup, yang dapat membentuk uap dengan tekanan lebih dari 1 atmosfer, yaitu dengan jalan memanaskan air ketel yang ada di dalamnya dengan gas-gas steam dari hasil pembakaran, dan kebutuhan-kebutuhan akomodasi lainnya. Ketel uap harus tetap dalam kondisi normal yaitu bertekanan 5-6 MPa pada saat 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 uap yang dihasilkan oleh ketel uap.

Kebanyakan kapal motor saat ini dilengkapi dengan pesawat bantu ketel uap. Ketel uap adalah wadah tertutup untuk menghasilkan uap pada tekanan

melebihi 1 atm dengan memanaskan air dalam ketel dengan gas bersuhu tinggi yang dihasilkan dari pembakaran air tawar. Pada kasus *boiler*, unit umumnya boiler dioperasikan pada saat kapal merapat dan berlabuh di pelabuhan.

Dalam pengoperasian ketel uap ini seringkali produksi uap bertekanan tidak terpenuhi dalam kapasitas 5 MPa disebabkan oleh kegagalan pembakaran awal pada ketel uap tersebut. Hal ini dapat berdampak pada tidak bisanya *boiler* menghasilkan uap bertekanan untuk keperluan pesawat bantu. Apabila pemanas tangki tidak dapat bekerja secara optimal akan menyebabkan suhu bahan bakar di dalam tangki yang dipanaskan tersebut rendah, sehingga *viskositas* bahan bakar menjadi tinggi (bertambah kekentalannya) sehingga dapat menyebabkan kegagalan pembakaran pada ketel uap. Atas dasar permasalahan inilah yang mendorong penulis untuk mengadakan penelitian dan membahas tentang “ Analisis Penyebab Kegagalan Pembakaran Awal Pada Ketel Uap Bantu Di Kapal LPG/ C Arimbi ”

B. Fokus Penelitian

Sehubungan dengan banyaknya pembahasan tentang ketel uap bantu maka penulis membatasi permasalahan yaitu pada komposisi pembakaran, khususnya pada material (bahan bakar), dan ketel uap pembakaran yang menjadi faktor penyebab terjadinya kegagalan pembakaran awal pada ketel uap bantu di kapal.

Permasalahan yang akan diselesaikan yaitu kegagalan pembakaran awal pada ketel uap bantu di kapal LPG/C Arimbi, maka permasalahan dibatasi, dan difokuskan pada sistem pembakaran pada ketel uap dan parameter-parameter yang berhubungan dengan proses pembakaran ketel uap bantu.

C. Rumusan Masalah

Didalam penyusunan skripsi ini penulis memilih judul “ Analisis Penyebab Terjadinya Kegagalan Pembakaran Awal Pada Ketel Uap Bantu Di Kapal LPG/C Arimbi ”.

Latar belakang selama penulis melaksanakan penelitian di LPG/C Arimbi penulis menemui beberapa rumusan masalah pada penelitian ini antara lain :

1. Apa yang menyebabkan terjadinya kegagalan pembakaran awal pada ketel uap di kapal LPG/C Arimbi ?
2. Apa dampak yang terjadi apabila kerusakan pada ketel uap bantu pada kapal LPG/C Arimbi ?
3. Apakah upaya yang dilakukan untuk mencegah kegagalan pembakaran awal pada ketel uap bantu di kapal LPG/C Arimbi ?

D. Tujuan Penelitian

Untuk menganalisis dan mencari solusi terhadap permasalahan yang dikaji yaitu sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui penyebab kegagalan pembakaran awal ketika ketel uap bantu dioperasikan dalam mode otomatis.
2. Untuk mengetahui penyebab terjadinya kegagalan pembakaran awal pada ketel uap bantu dalam mode manual.
3. Untuk mengetahui cara-cara apa saja yang digunakan untuk mengatasi permasalahan yang di alami pada ketel uap bantu.

E. Manfaat Penelitian

Dengan diadakannya penelitian yang dilakukan penulis skripsi ini, untuk membahas permasalahan di atas secara tidak langsung dapat bermanfaat sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat atau masukan yang penting guna meningkatkan pemahaman atau wawasan tentang cara menganalisis kegagalan pembakaran awal pada ketel uap bantu dan penanganan yang harus dilakukan saat terjadi permasalahan manfaat teoritis antara lain.

- a. Tujuannya adalah untuk memberikan gambaran sistematis kepada pembaca tentang penyebab kegagalan pra-pembakaran di ketel uap tambahan.
- b. Sebagai contoh dan referensi pada penelitian – penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan kegagalan pembakaran awal pada ketel uap bantu di kapal.
- c. Memberikan sumbangan ilmiah dalam ilmu permesinan di kapal terutama mengenai kegagalan pembakaran awal pada ketel uap bantu.

2. Manfaat Praktis

- a. Sebagai bahan referensi bagi para pembaca, khususnya bagi penulis sendiri yang nantinya akan bekerja di atas kapal dalam menghadapi persoalan yang serupa selama melakukan pelayaran sehingga dapat

mengetahui langkah-langkah yang harus diambil sebagai tindakan penanganan terhadap kejadian yang serupa.

- b. Sebagai salah satu persyaratan bagi setiap taruna yang akan menyelesaikan pendidikannya di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang guna mendapatkan Ijazah Diploma IV.
- c. Sebagai bahan masukan dan sumbangan bagi para pembaca, khususnya kepada taruna Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang tentang kegagalan pembakaran awal pada ketel uap bantu.
- d. Sebagai masukan terhadap perwira dan seluruh kru mesin di kapal terutama yang bertanggung jawab dan mempunyai tugas tentang mesin bantu dalam pengoprasian supaya selalu memperhatikan dan mengetahui langkah apa yang akan di ambil dalam pemecahan masalah yang terjadi pada mesin bantu
- e. Sebagai bahan masukan dan pengetahuan baru bagi pembaca khususnya kepada adik-adik kelas untuk dijadikan sebagai wawasan bagi mereka yang belum melaksanakan praktek laut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Definisi Dan Pengertian Umum Ketel Uap Bantu

Ketel uap merupakan bejana tertutup di mana panas pembakaran dipindahkan ke air untuk membentuk air panas atau uap. Kemudian, air panas atau uap pada tekanan tertentu digunakan untuk mentransfer panas ke proses. Ketika air diubah menjadi uap, volumenya meningkat sekitar 1600 kali, menciptakan kekuatan yang mirip dengan bubuk eksplosif, sehingga *boiler* adalah peralatan yang dikontrol dan dipelihara dengan sangat baik.

Boiler atau ketel uap merupakan suatu perangkat tipe wadah berbentuk bejana tertutup yg dipakai buat menghasilkan *steam*/uap. *Steam* diperoleh dengan memanaskan air yg berada didalam bejana menggunakan bahan bakar. *Boiler* didesain untuk mentransfer kalor dari asal pembakaran, yang umumnya berupa pembakaran bahan bakar. (Machover, E., & Mastorakos, E 2017).

Berdasarkan jenis pipa boiler, ada pipa api dan pipa air. Tipe *boiler* pipa api memiliki karakteristik menghasilkan kapasitas dan tekanan steam yang rendah. Proses pengapian terjadi didalam pipa, kemudian panas yang dihasilkan dikirim langsung kedalam *boiler* yang berisi air, ukuran dan struktur *boiler* mempengaruhi kapasitas dan tekanan yang dihasilkan *boiler* tersebut. Sedangkan, *boiler* pipa air ialah tipe *boiler* yang memiliki karakteristik menghasilkan kapasitas dan tekanan steam yang tinggi cara kerja

pengapian terjadi diluar pipa, kemudian panas yang dihasilkan memanaskan pipa yang berisi air dan sebelumnya air tersebut dikondisikan terlebih dahulu, kemudian *steam* yang dihasilkan terlebih dahulu dikumpulkan di dalam sebuah *steam-drum* Sampai tekanan dan temperatur sesuai, melalui tahap *secondary superheater* dan *primary superheater* baru *steam* di transfer ke pipa – pipa pesawat bantu yang di butuhkan.

B. Bagian-Bagian Utama Pada Ketel Uap Bantu

Pada *Boiler* memiliki beberapa bagian yang dapat diidentifikasi, sebagai berikut:

1. *Furnace* (ruang bakar)

Berfungsi sebagai tempat pembakaran bahan bakar. Bahan bakar dan udara dimasukkan ke dalam ruang bakar dan pembakaran terjadi. Pembakaran bahan bakar menghasilkan berbagai panas dan asap api atau gas. Dinding ruang bakar umumnya dilapisi dengan tabung. Semakin cepat sirkulasi air, semakin baik pendinginan dinding pipa dan semakin besar volume uap yang dihasilkan. Tungku pembakaran memanaskan bahan sebanyak mungkin sampai mencapai suhu yang seragam dengan bahan bakar. Kunci pengoperasian tungku yang efisien terletak pada pembakaran bahan bakar yang sempurna dengan udara yang minimal. Tungku beroperasi pada efisiensi yang relatif rendah (minimal 7%) dibandingkan dengan *boiler* (efisiensi lebih besar dari 90%). Ini karena suhu pengoperasian tungku yang tinggi. Secara umum, ada dua jenis bentuk ruang bakar yaitu silinder dan kotak. Ruang bakar berbentuk silinder tegak, dan tabung di area pancaran

dipasang secara vertikal. Pipa-pipa itu saling berhubungan. Pembakar terletak di bagian bawah sehingga nyala api mengalir sejajar dengan pipa dapur. Bentuk bagian bawahnya melingkar dan pembakar menempel di bagian bawah api secara vertikal. Tabung di ruang bakar dipasang secara vertikal. Jenis ruang bakar ini dapat dirancang dengan atau tanpa ruang oven. Jenis tabung yang dipasang di ruang oven adalah tabung, tetapi tabung biasa digunakan untuk mempercepat proses perpindahan panas secara konveksi. (Efficiency et al., 2010)

2. *Funnel* (Cerobong asap).

Cerobong digunakan untuk mengirim gas buang yang sudah tidak terpakai lagi ke luar, mengurangi polusi disekitar sistem *boiler*, dan memungkinkan proses pembakaran berjalan dengan baik. Dengan cerobong asap, pembuangan gas bisa lebih sempurna.

3. *Burner*

Burner yaitu suatu alat bantu pada boiler untuk menyemprotkan bahan bakar untuk mendapatkan titik nyala dari proses pembakaran di dalam *boiler*.

4. *Fan hole*

Fan hole yaitu lubang di boiler untuk mendorong angin masuk ke *boiler* dan digunakan untuk menekan uap dan mengalir ke setiap sistem.

5. *Safety Valve*

Safety valve yaitu alat katup boiler yang digunakan untuk melindungi peralatan dari tekanan yang berlebih dengan cara membuang kelebihan

tekanan uap sesuai dengan tekanan yang diatur pada katup pengaman tekanan. (Machover & Mastorakos, 2017)

6. Manometer

Manometer yaitu pengukur tekanan pada boiler yang digunakan untuk mengukur tekanan barometrik di ruang tertutup.

7. *Water Level Gauge*

Water level gauge yaitu alat boiler yang digunakan untuk mengukur ketinggian air pada *boiler*, dengan menggunakan tekanan vakum mengisi air dalam gelas duga.

C. Sistem Pengoperasian boiler

Langkah-langkah melakukan pembakaran pada ketel uap adalah sebagai

berikut :

1. *Start Force Draft Fan* sekitar 35 detik
2. *Start* pompa bahan bakar
3. Setelah pompa bahan bakar beroperasi pilot burner dalam posisi manual *Switch O*
4. *Flame eye* dalam keadaan *Switch On* lalu,
5. Menekan *Rotary Cup* menuju ke *Combustion Circuit* untuk menjalankan *burner*.

Sedangkan untuk menjalankan secara otomatis adalah burner yang posisi manual *Switch On*, dirubah pada posisi *Pilot Burner Auto Switch On* pada saat boiler telah dioperasikan secara manual.

D. Sistem Pemeliharaan

Seiring berjalannya waktu, efisiensi kerja menurun dan boiler perlu diservis dan dipelihara secara teratur untuk memastikan produksi yang berkelanjutan. Perawatan *boiler* reguler yang tepat dapat memastikan masa pakai *boiler* dapat bertahan lama.

Boiler membutuhkan perawatan rutin untuk menghindari kerusakan yang fatal sehingga direncanakan waktu yang tepat agar tidak mengganggu produksi uap.

Perawatan rutin pada *boiler*, perawatan rutin ini meliputi perawatan harian, perawatan mingguan, perawatan bulanan, dan perawatan tahunan yang dilakukan pada suatu unit *boiler* secara berkala.

1. Perawatan harian adalah perawatan yang dilakukan setiap hari selama boiler beroperasi. Yang harus dilakukan yaitu :
 - a. Periksa tekanan *steam boiler* dan debit air.
 - b. Pastikan sistem kontrol air berjalan dengan normal.
 - c. Periksa kondisi air *boiler* dan lakukan tindakan pencegahan yang diperlukan yang berhubungan dengan umpan dan pengolahan air *boiler*. Jika perlu, matikan *boiler*.
 - d. Periksa fungsi oil burner pada kapasitas yang berbeda melalui lubang inspeksi pada *boiler*.
 - e. Periksa temperatur gas buang. Jika *overheat*, maka pin-tube perlu dibersihkan.
2. *Weekly maintenance* adalah perawatan yang dilakukan setiap satu kali seminggu pada saat boiler dijalankan. Yang harus dilakukan yaitu :

- a. Kuras air dari gelas level selama sekitar 10 hingga 15 detik.
 - b. Jika ada masalah dengan air ketel yang terkontaminasi atau pengolahan air yang tidak memadai, gelas level air harus lebih sering dikeringkan.
 - c. Periksa ketinggian air / alat pengaman.
 - d. Buka katup pembuangan dengan cepat selama beberapa detik, lalu tutup dan buka kembali sekitar 5 hingga 10 detik.
3. *Monthly maintenance* adalah perawatan yang dilakukan setiap bulan sekali pada saat *boiler* dioperasikan. Yang harus dilakukan yaitu :
- a. Periksa filter isap semua pompa pada ketel uap.
 - b. Periksa semua kursi *boiler* dari kerusakan atau kebocoran dan perbaiki/ganti jika perlu.
 - c. Periksa pengoperasian sakelar tekanan uap dengan menurunkan nilai yang distel atau meningkatkan tekanan uap, misalnya dengan menutup katup uap utama secara perlahan. Pembakar akan berhenti secara otomatis.
4. *Year maintenance* adalah pemeliharaan yang dilakukan setiap tahun sekali dan pemeriksaan tahunan yang dilakukan oleh Kementerian Tenaga Kerja untuk mendapatkan izin pengoperasian *boiler*. Tahapan perawatan tahunan yaitu:
- a. Lakukan semua prosedur pembersihan *boiler*, mulai dari pembongkaran, pembersihan, pengujian hidrostatis dan lain – lain.

- b. Lakukan semua prosedur *overhaul boiler* sesuai dengan standar yang diberikan, mulai dari pembongkaran, pembersihan, dan penggantian peralatan jika diperlukan.

E. Pembakaran sebagai Gejala Kimia

1. Udara Cukup

Minyak dibakar dengan api di udara yang mengandung sekitar 78% N₂ dan sekitar 21% O₂, , fraksi masa sekitar 77%, dan sejumlah CO₂ sekitar 23%. Biasanya udara pembakaran dipanaskan oleh gas buang atau uap buang sebelum masuk ke tungku. Temperatur pembakaran biasanya 1000-13000 °C, tetapi ada nilai yang lebih tinggi hingga 2300 °C.

2. Campuran Bahan Bakar dan Udara yang Baik

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

3. Suhu Bahan Bakar

Bahan bakar ketel uap dengan tenaga tinggi kemudian dipanaskan, maka hasilnya pun akan mendapatkan bahan bakar seperti sebelum dicampur dengan suhu 60 °C – 85 °C

Pembakaran di ketel uap itu membutuhkan suhu bahan bakar dan udara yang cukup tinggi, yang dicapai karena kondensasi udara pembakaran di ketel uap di mana waktu pembakaran karena pemanasan udara lebih lama. Jika satu atau lebih ketiga syarat tersebut tidak terpenuhi, maka pembakaran dipastikan gagal.

4. Bahan Pembakaran Total Udara Pembakaran.

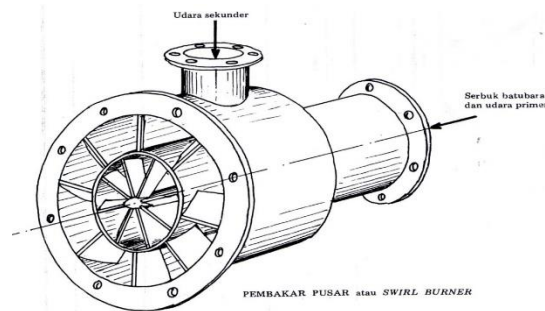
Misalnya, bahan bakar dengan fraksi massa H di mana c memiliki fraksi massa C dan s memiliki fraksi massa S. Saat menyiapkan bahan bakar (fraksi massa) 86% C, 12% H, dan 2% S, c, h, dan s sama dengan 0,86, 0,12, dan 0,02.

F. Berbagai Macam Bahan Bakar

1. Bahan Bakar Padat

Bahan bakar padat mengacu pada berbagai bentuk bahan padat yang dapat dibakar untuk melepaskan energi, memberikan panas dan cahaya melalui proses pembakaran. Bahan bakar padat dapat dibandingkan dengan bahan bakar cair dan bahan bakar gas.

Contoh umum bahan bakar padat termasuk kayu, arang, gambut, batubara. Bahan bakar padat telah digunakan sepanjang sejarah manusia untuk menciptakan api dan bahan bakar padat di gunakan secara luas di seluruh dunia saat ini. (astronautix.com, 2017)



Gambar 2. 1 Peralatan Pembakar Bahan Bakar Padat Batubara

Sumber : www.pngwing.com

Bahan bakar Gas adalah bahan bakar untuk digunakan dalam kegiatan transportasi yang berasal dari Gas Bumi dan/atau hasil olahan dari Minyak dan Gas Bumi.

Bahan Bakar Lain adalah bahan bakar yang berbentuk cair atau gas yang berasal dari selain minyak bumi, gas bumi dan hasil Olahan. Penggunaan gas alam sebagai bahan bakar ketel uap, disamping sebagai bahan bakar pengganti, membawa keuntungan-keuntungan sebagai berikut:

- a. Pada umumnya ketel uap yang memakai bahan bakar hanya gas alam saja akan lebih ekonomis dibanding dengan ketel-ketel yang memakai bahan bakar minyak bakar atau bahan bakar padat lainnya.
- b. Peralatan pembakaran gas alam jauh lebih sederhana daripada peralatan pembakaran bahan bakar minyak.
- c. Pembakaran menggunakan gas alam lebih baik daripada menggunakan bahan bakar minyak.
- d. Gas alam tidak mengandung belerang (S), natrium (Na) atau vanadium (Va) dan tidak menghasilkan jelaga, sehingga ketel uap yang beroperasi hanya pada gas alam memiliki masa pakai yang lebih lama.
- e. Biaya operasi dan biaya perawatan untuk ketel uap yang menggunakan bahan bakar gas alam, akan jauh lebih murah.

G. Peralatan Pembakar

Awalnya, pembakar adalah corong bundar sederhana di mana campuran bubuk arang dan udara ditiupkan ke dalam tungku. Pada perkembangan selanjutnya, mulut burner bergabung dengan lubang datar berupa celah. Lubang ini berada di antara celah-celah pada tabung ketel uap.

Bentuk mulut burner yang rata ini meningkatkan kemungkinan lancarnya bahan bakar dari mulut burner dan udara primer dengan udara sekunder panas. (E. Heselton, Kenneth, 2005)

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

Lebih mudah untuk menghasilkan partikel yang lebih halus dari bahan bakar cair dibandingkan dengan bubuk batubara. Dengan campuran bahan bakar-udara yang baik, nyala api yang terbentuk jauh lebih pendek daripada bubuk batubara. Artinya, dalam pembakar minyak dengan kapasitas 100 kg/jam, panjang nyala api adalah 2,0-2,5 m, dan pembakar minyak dengan kapasitas 500 kg/jam menyala sekitar 4 m.

Ada tiga macam cara pengabutan minyak bakar :

- a. Pengabutan dengan menggunakan semprotan uap atau udara.
- b. Pengabutan tekan, bahan bakar minyak dengan tekanan tertentu akan disemprotkan secara otomatis.
- c. Pembakar putar masih didukung oleh hembusan udara.

2. Pembakar dengan Bahan Bakar Gas :

Ketika bahan bakar dibakar sebagai gas, bahan bakar dan udara dicampur dan didistribusikan secara merata secara molekuler, sehingga pembakaran sempurna dapat dicapai dengan sedikit atau tanpa udara berlebih.

Untuk gas dengan nilai kalor tinggi (katup pemanas), digunakan pembakar jenis pembakar Bunsen (pembakar Bunsen). Pembakar bunsen adalah sebuah peralatan laboratorium umum yang menghasilkan nyala api

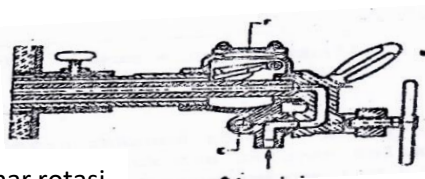
gas tunggal yang terbuka, yang digunakan untuk pemanasan, sterilisasi, dan pembakaran untuk gas dengan nilai pembakaran rendah, seperti gas buang (gas tanur sembur), celah gas dan udara bolak-balik tetap ada di sekitar burner.

Agar campuran udara-bahan bakar berlangsung cepat, arah ruang dibuat tangensial. CO₂ maksimum lebih tinggi, sedangkan untuk gas coke oven, CO₂ maksimum lebih rendah dari kadar CO₂ dalam bubuk batubara.

Menurut Zaporozhets. (2006), mengemukakan bahwa pembakar-pembakar yang digunakan di ketel-ketel kapal sekarang hampir semuanya memakai minyak dengan tekanan tinggi. Disini minyak yang dengan kecepatan tinggi ditambah lagi oleh pengaruh saluran yang letaknya tangensial.

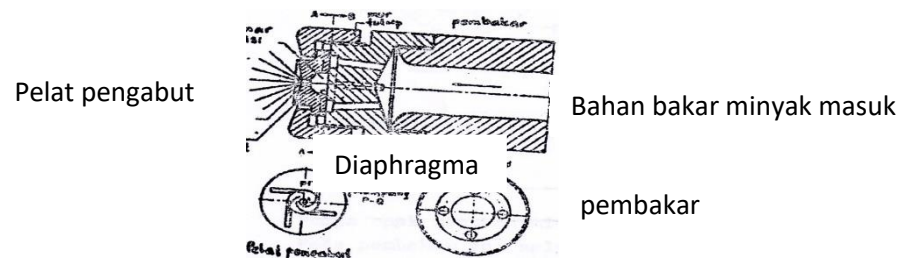
Jadi tiap bagian minyak mempunyai dua macam kecepatan, yaitu maju secara *aksial* atau *tangensial*. Dan bentuk gerakan minyak ini akan merupakan sebuah kerucut. Pada semua pembakar biasanya dilengkapi diaphragm dengan bermacam ukuran, untuk bisa menyalakan pembakar pada jumlah minyak yang diperlukan.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

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



Kamar rotasi

Pelat pengabut



Gambar 2. 3 Peralatan Pembakar Tanpa Aliran Kembali

Sumber : www.pngwing.com

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



Gambar 2. 4 Peralatan Pembakar dengan Aliran Kembali

Sumber : www.pngwing.com

1. Pemanasan Lanjut Uap atau *Steam Superheater*

Steam Superheater yaitu alat untuk memanaskan uap basah menjadi uap panas lanjut atau uap kering. Ada beberapa macam pemanas lanjut yang kita kenal:

a. *Superheater Konveksi*.

Superheater konveksi mendapat panas secara *konveksi* dari nyala api atau gas tungku.

b. *Superheater Pancaran* atau *radian Superheater*.

Superheater pancaran menerima panas dari api secara pancaran.

c. *Superheater* kombinasi = *Superheater konveksi* + *Superheater* pancaran.

Karena *superheater* kombinasi merupakan kombinasi antara *Superheater* konveksi dan *Superheater* pancaran, maka karakteristik yang kurang baik dari *Superheater* Konveksi dan *Superheater* pancaran dapat dieliminasi.

2. *Economizer*

Economizer adalah alat untuk pemanas lanjut air ketel. Pada ketel yang besar dan modern. Jika diukur dengan aliran air dan gas buang, *economizers* dapat dibagi sebagai berikut: :

- a. *Economizer* arus searah
- b. *Economizer* arus berlawanan arah
- c. *Economizer* arus kombinasi

3. Pemanas Udara Atau *Air-Preheater*

Gas asap setelah keluar dari memanasi *economizer* masih bertemperatur sekitar 400°C hingga 700°C sehingga sayang bila dibuang langsung lewat cerobong, karena panas yang terkandung didalam gas asap tersebut masih dapat dimanfaatkan lagi untuk memanaskan udara sebelum dimasukkan ke dalam tungku, sehingga efisiensi termis ketel uap dapat dinaikkan lagi.

4. Peralatan Untuk Pembersihan Ketel Uap

Pada ketel uap terjadi pengotoran-pengotoran yang disebabkan oleh :

- a. Kerak ketel pada aliran air.

- b. Abu pada aliran api atau gas asap.

Untuk membersihkan kerak bagian dalam pipa *boiler*, digunakan sikat kawat dan *water jet*. Kawat baja heliks yang dipasang pada ujung klem dapat mengikis endapan kerak dari pipa.

5. Penangkap Debu atau *Dust Collector*

Ada beberapa alat yang digunakan untuk menghisap debu yang berhamburan sebelum gas buang dikeluarkan dari cerobong.

- a. Sistem mekanis kering, terdiri dari siklon dan multisiklon
- b. Sistem mekanis basah, terdiri dari sistem hujan buatan dan sistem adhesi.
- c. Sistem *electro-statis*.

6. Cerobong

Cerobong digunakan untuk mengeluarkan gas buang dari ketel uap dengan laju tertentu dan mengatasi perpindahan yang disebabkan oleh pembakaran atau aliran gas buang dari rangka tungku ke *outlet* cerobong.

H. Sistem Bahan Bakar

Bahan bakar yang paling banyak digunakan adalah minyak berat. Untuk membakarnya, minyak terlebih dahulu harus dikeringkan dari api (pembakar minyak) dan kemudian dicampur dengan udara.

1. Tangki Bahan Bakar.

Tangki *double bottom* dan tangki yang rutin digunakan sebagai tangki minyak tanah. Ada koil pemanas uap di sekitar tabung hisap untuk memanaskan tabung hisap di musim dingin.

2. Pompa Transfer Bahan Bakar.

Pompa transfer bahan bakar digunakan untuk mentransfer bahan bakar dari satu tangki bahan bakar ke tangki lain atau ke tangki harian.

3. *Settling Tank*

Tangki settling dirancang untuk memisahkan air dari minyak mentah. Sebuah kumparan dipanaskan disediakan ke tangki untuk pemisahan air yang baik dan minyak mentah dipanaskan sampai sekitar 60° C. Air yang terkumpul di dasar tangki dialirkan melalui katup pembuangan.

4. *H.F.O Purifier Supply Pump*

Pompa suplai digunakan untuk mengangkut atau menambahkan bahan bakar dari tangki pengendapan ke pembersih untuk dibersihkan.

5. *Purifier*

Purifier kapal berfungsi untuk membersihkan bahan bakar dari kotoran cair maupun padat (lumpur) yang tercampur sehingga kerusakan pada mesin akibat penggunaan bahan bakar yang tidak bersih dapat dikurangi.

6. *Service Tank*

Pada tahap ini tangki penampungan bahan bakar yang sudah melewati proses *purifikasi purifier*.

7. Saringan Minyak.

Filter oli disediakan untuk memisahkan kotoran dari oli dan memiliki dinding ganda di bagian bawah. *Filter* dingin dipasang di depan pompa pembakaran oli, dan *filter* kawat dengan ukuran mesh kasar (110 mesh per

inci persegi) digunakan karena konsentrasi oli yang tinggi pada suhu rendah. *Filter* panas disediakan di belakang pemanas di sisi tekanan pompa pembakaran minyak. *Filter* memiliki *wire mesh* dengan ukuran mesh halus (380 mesh²/inch). Setiap filter adalah tipe kembar dan dapat dibersihkan secara bergantian saat digunakan.

8. *Boiler Supply Pump*

Pompa yang digunakan untuk mensuplai bahan bakar dari tangki bahan bakar ke *main burner boiler*.

9. Alat Pemanas Minyak Mentah

Pemanas minyak mentah digunakan untuk memanaskan minyak mentah untuk menurunkan konsentrasinya dan mendorong atomisasi untuk pembakaran yang lebih baik.

10. Pipa Sirkulasi

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

11. Pembakar Minyak

Pembakar minyak digunakan untuk mengatomisasi minyak mentah, mencampurnya dengan udara, dan membakar campuran gas. Berbagai pembakar tersedia tergantung pada aplikasinya. Persyaratan untuk pembakar minyak yang baik:

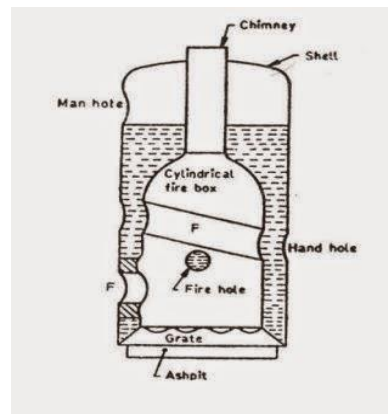
- a. Pembakar minyak harus disemprotkan secara menyeluruh dan dicampur dengan minyak dan udara.
- b. Memberikan fungsi dan keselamatan yang positif.

- c. Karena bentuknya yang kuat, tidak ada risiko kerusakan dan mudah ditangani selama pemeriksaan dan pembersihan.
- d. Mulut pipa jarang tersumbat oleh debu dan karbit.
- e. Nyala api bisa disesuaikan melalui rangkaian yang lebar.
- f. Penggunaan uap dan kekuatan minimal selama operasi.
- g. Berbagai jenis minyak mentah dapat dipakai

I. Jenis – jenis Ketel Uap

1. Ketel Uap Vertikal Sederhana

Ketel uap vertikal sederhana menghasilkan sejumlah kecil uap pada tekanan rendah. Oleh karena itu, digunakan ketika jumlah pembangkit listrik kecil atau ruang terbatas. Struktur *boiler* jenis ini ditunjukkan pada Gambar 1. *Boiler* ini terdiri dari jaket silinder yang mengelilingi ruang bakar silinder. Sebuah tungku silinder dengan uap yang mengalir di permukaan dipasang di atas. Pada dasar kotak api terdapat grate (panggangan). Kotak api dilengkapi dengan dua atau lebih pipa horizontal miring F, F. Gradien dimaksudkan untuk meningkatkan permukaan yang dipanaskan dan sirkulasi air. Ada lubang tangan disamping untuk membersihkan debu. Ada lubang orang (*man hole*) di atas yang dapat dimasuki orang ke dalam *boiler* untuk pembersihan. Di bagian bawah *boiler* ada lubang abu untuk menghilangkan abu yang mengendap. Ruang antara jaket *boiler* dan ruang bakar diisi dengan air panas.



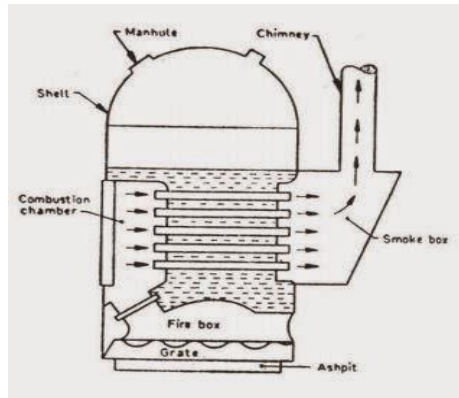
Gambar 2. 5 Ketel Uap Vertikal

Sumber : www.pngwing.com

2. Ketel Uap Cochran atau Ketel Pipa Banyak Vertikal

Banyak *boiler tubular* memiliki banyak desain, dan *boiler cochrane* dianggap sebagai salah satu *boiler* paling efisien dari jenis ini. Ketel *cochrane* adalah ketel vertikal sederhana yang ditingkatkan. Ketel terdiri dari cangkang luar silinder dan ruang bakar, seperti yang ditunjukkan pada gambar. Mantel dan kotak api keduanya berbentuk setengah bola. Mahkota hemispherical dari mantel memberikan ruang dan kekuatan maksimum untuk menahan tekanan uap di dalam ketel. Kotak api dan ruang bakar dihubungkan oleh pipa pendek. Gas buang dari ruang bakar dialirkan ke dalam ruang asap melalui beberapa tabung asap. Diameter luar tabung ini biasanya 62,5 mm dan terdiri dari total 165 tabung. Gas dari rumah asap mengalir melalui cerobong asap ke atmosfer, dan ruang bakar dilapisi dengan batu tahan api di sisi kulit. Lubang got di dekat bagian atas bulu diperlukan untuk pembersihan. Ada panggangan di bagian bawah kotak api

(saat membakar batu bara), dan batu bara disuplai melalui lubang-lubang di api. Jika menggunakan ketel untuk membakar bahan bakar minyak, tidak memerlukan pemanggang, tetapi bagian bawah tungku dilapisi dengan batu bata tahan api. Pembakar minyak dipasang di perapian.



Gambar 2. 6 Ketel Uap *Cochran*

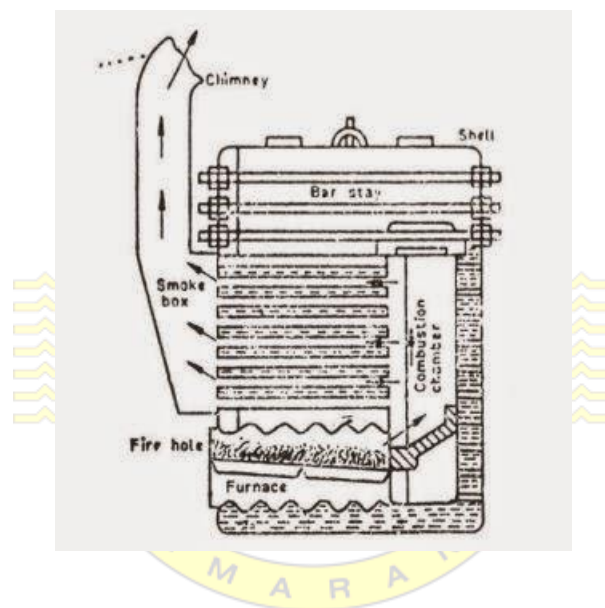
Sumber : www.pngwing.com

3. Ketel *Scotch Marine*

Ketel uap laut jenis *Scotch* atau tangki digunakan untuk bekerja di laut karena kekompakannya, efisiensi operasi dan ketersediaan berbagai jenis air. *Boiler* memiliki drum berdiameter 2,5-3,5 meter dan dipasang secara horizontal. Ketel uap ini bisa satu sisi atau dua sisi. Ketel uap satu sisi dapat mencapai panjang 3,5 meter, dan ketel uap dua sisi dapat mencapai panjang 6,5 meter. Ketel berujung tunggal berisi 1 hingga 4 dapur dari depan ketel. Ketel dua ujung memiliki dapur di kedua ujungnya dan 2-4 dapur di kedua ujungnya.

Pada gambar menunjukkan kapal laut *Scotch* berujung tunggal. Setiap dapur memiliki ruang bakarnya sendiri. Setiap ruang bakar memiliki pelat

datar, yaitu pelat atas, pelat bawah, dua pelat samping, dan pelat tabung. Sejumlah besar tabung asap disusun secara horizontal, menghubungkan ruang bakar ke cerobong asap. Pipa dapur, tabung asap, dan ruang pembakaran semuanya dikelilingi oleh air, menciptakan permukaan pemanas yang sangat besar. Air bersirkulasi di sekitar tabung asap. Level air dijaga tepat di atas ruang bakar. Kotak asap terbuat dari pipa dan pintu untuk membersihkan kotak asap.



Gambar 2. 7 Ketel *Scotch Marine*

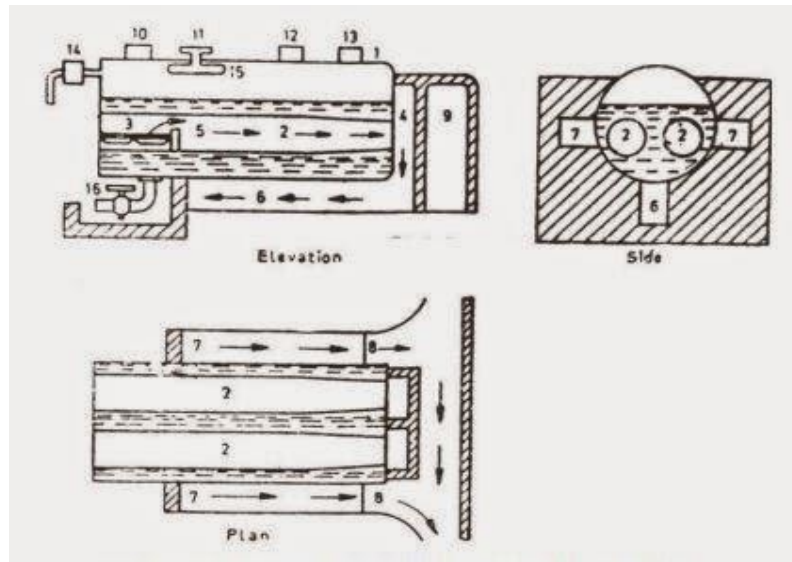
Sumber : www.pngwing.com

4. Ketel *Lanchashire*

Ketel ini adalah sejenis tabung api stasioner, mesin pembakaran internal, sirkulasi horizontal dan alami. Ini digunakan ketika tekanan kerja dan daya yang dibutuhkan sedang. Diameter cangkang silinder *boiler* ini adalah 1,75 hingga 2,75 m. Panjangnya bervariasi dari 7,25 m hingga 9m.

Ketel ini memiliki dua tabung gas buang internal yang berukuran sekitar 0,4 kali diameter cangkang. Gambar *boiler* ini ditunjukkan pada Gambar 4. Ketel ini terdiri dari cangkang luar silinder panjang.

- (1) Yang terbuat dari pelat baja. Ketel memiliki dua tabung api internal besar
- (2) Tabung ini memiliki bagian belakang yang meruncing untuk memungkinkan akses ke bagian bawah *boiler*. Di ujung tabung gas buang terdapat jeruji
- (3) Juga dikenal sebagai oven, tempat bahan bakar padat dibakar. Di ujung panggangan ada batu bata
- (5) Yang digunakan untuk mengarahkan gas asap ke atas. Gas buang panas keluar dari pipa gas buang internal dan kemudian turun ke pipa dasar
- (6) Gas buang ini mengalir ke depan *boiler*, di mana alirannya dibagi menjadi terowongan api samping
- (7) Gas buang masuk ke saluran utama
- (8) Gas buang mengalir ke cerobong asap.



Gambar 2. 8 Ketel Lancashire

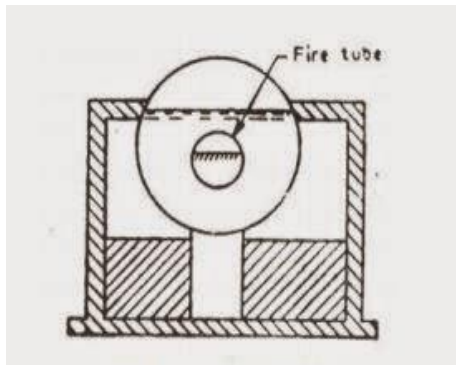
Sumber : www.pngwing.com

Damper

- (9) Berguna untuk mengatur besar aliran gas asap keluar. Katup
- (10) Berfungsi menyuplai uap ke mesin seperti yang dikehendaki. Ketel dilengkapi dengan katup pengaman pegas
- (11) Katup pengaman jika uap tinggi dan air rendah
- (12). *Blow off cock*
- (13) Untuk membuang lumpur yang mengendap pada dasar ketel.

5. Ketel *Cornish*

Ketel ini mirip dengan Ketel *Lanchashire*, hanya saja ketel ini hanya memiliki satu tabung asap. *Boiler Cornish* berdiameter dari 1 m hingga 2 m dan panjang dari 5 m hingga 7,5 m, dan memiliki kapasitas dan tekanan kerja yang lebih kecil daripada *boiler Lanchashire*.

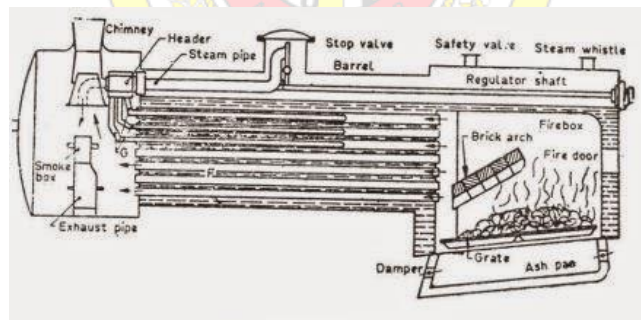


Gambar 2. 9 Ketel *Cornish*

Sumber : www.pngwing.com

6. Ketel Lokomotif

Merupakan jenis ketel *mobile* dan pembakaran internal, horisontal banyak pipa. Prinsip ketel ini adalah menghasilkan uap dengan laju kecepatan tinggi. Jenis ketel lokomotif modern diperlihatkan pada gambar berikut.



Gambar 2. 10 Ketel Lokomotif

Sumber : www.pngwing.com

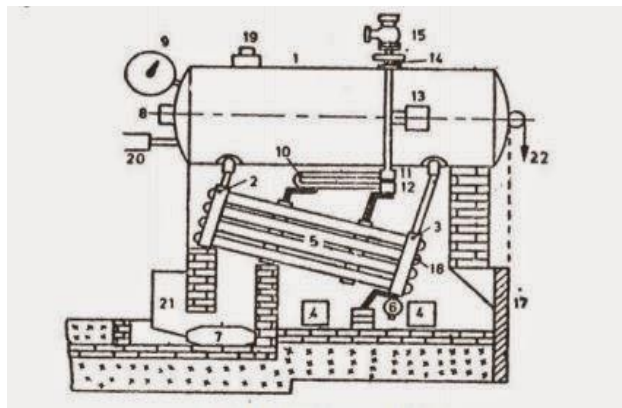
Ketel terdiri dari mantel atau laras dengan diameter 1,5 m dan panjang 4 m, dan batubara disuplai dari pintu api ke kotak api dan dibakar di atas panggangan. Gas asap dari panggangan dihamburkan oleh batu dan seluruh tungku dipanaskan dengan baik. Ada sekitar 157 tabung tipis atau

tabung api F (diameter 47,5 mm) dan 24 tabung panas tebal G (diameter 13 cm). Gas buang masuk ke kotak asap setelah melewati pipa ini. Gas tersebut kemudian dilepaskan ke atmosfer melalui cerobong asap. Sebuah tong berisi air di sekitar tabung yang dipanaskan oleh gas buang dan berubah menjadi uap.

Header dibagi menjadi dua bagian. Salah satunya adalah ruang uap *superheated* dan yang lainnya adalah ruang uap jenuh. Tabung uap mengirimkan uap dari regulator ke ruang uap jenuh. Uap kemudian dikirim ke tabung *superheated*, melewati tabung ini dan kemudian kembali ke ruang uap *superheated*. Uap super panas mengalir melalui pipa uap ke satu silinder di setiap sisi. Abu dari panggangan dikumpulkan dalam panci abu dan kadang-kadang dihilangkan dengan bantuan peredam dan tuas yang dioperasikan dengan batang.

7. Ketel *Babcock* dan *Wilcox*

Merupakan ketel jenis pipa lurus, stasioner, pipa air. memperlihatkan ketel jenis ini.



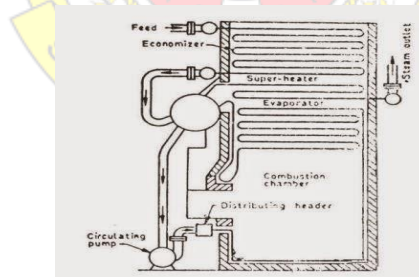
Gambar 2. 11 Ketel *Babcock* dan *Wilcox*

Sumber : www.pngwing.com

Ketel terdiri dari drum air uap (1). Drum dihubungkan ke bagian atas *header* atau *riser* (2) dengan pipa pendek. Pipa air (5) (diameter 10 cm) diletakkan secara diagonal, menghubungkan kolektor atas dan kolektor bawah. Kolektor memiliki lubang tangan di depan tabung dan ditutup dengan penutup (18). Kolektor bawah memiliki kotak lumpur (6) yang dapat menghilangkan lumpur pengendapan. Ada pemanggang rantai otomatis yang bergerak lambat di mana batubara yang dipasok dari *hopper* (21) ditempatkan. *Baffle* bata tahan api menggerakkan gas panas ke atas dan ke bawah dan memundurkannya sampai akhirnya memasuki cerobong asap. Peredam (17) digerakkan oleh rantai (22) dan mengatur gaya isap. Ketel memiliki keempat sisi yang dikelilingi oleh dinding tahan api. Pintu (4) nyaman untuk memasuki ketel untuk keperluan perbaikan dan pembersihan. Air bersirkulasi dari drum (2) ke kolektor (3), bersirkulasi ke kolektor melalui pipa (5) dan kembali ke drum. Air bersirkulasi terus menerus sampai menguap. *Superheater* terdiri dari sejumlah besar pipa baja (10) dan berisi dua kotak, kotak uap super panas (11) dan kotak uap jenuh (12). Uap yang dihasilkan di atas permukaan air dalam drum mengalir melalui tabung pengering dan saluran masuk ke dalam kotak panas berlebih (11). Uap kemudian memasuki kotak uap jenuh (12) melalui (10). Uap yang mengalir melalui tabung (10) menerima panas lebih lanjut dan menjadi uap super panas. Uap kemudian ditarik dari ujung tabung (14) melalui katup (15). Ketel dilengkapi dengan berbagai aksesoris seperti katup pengaman (19), katup masuk (20), pengukur ketinggian air (8) dan pengukur tekanan (9).

8. Ketel *La-Mount*

Boiler ini merupakan *boiler* bertekanan tinggi terbaru dengan pipa air yang beroperasi dengan sirkulasi paksa. Sirkulasi diatur oleh pompa sentrifugal yang digerakkan oleh turbin uap menggunakan uap dari *boiler*. Karena sirkulasi paksa, berat pasokan air yang bersirkulasi melalui dinding air dan *drum* sama dengan 10 kali berat uap. Ini akan mencegah tabung dari panas berlebih. Diagram skema *boiler* ini ditunjukkan pada Gambar 2.12. Air mengalir melalui *economizer* ke *drum evaporator*. Pompa kemudian memompa air ke dalam pipa. Pompa mendorong air ke kolektor pada tekanan yang melebihi tekanan *drum*. Kepala mendistribusikan air melalui *nozle* ke pipa *generator* yang beroperasi secara paralel. Air dan uap dari tabung ini mengalir ke dalam *drum*. Uap dalam *drum* diambil setelah melewati *superheater*.



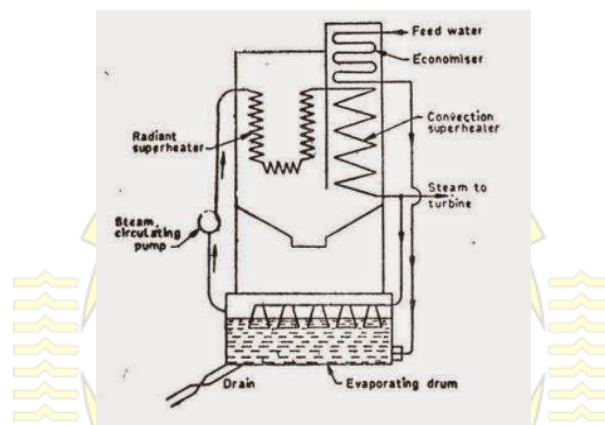
Gambar 2. 12 Ketel *La-Mount*

Sumber : www.pngwing.com

9. Ketel *Loeffler*

Boiler ini merupakan *boiler* tabung air sirkulasi paksa. Prinsip utama operasi adalah menguapkan air dengan uap super panas dari *superheater*. Gas panas dari tungku pemanas digunakan untuk pemanasan lebih lanjut.

Skema *boiler* ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini. Pasokan air dari *economizer* secara paksa dicampur dengan uap super panas di drum *evaporator*. Ini menghasilkan uap jenuh, yang diambil dari drum oleh pompa sirkulasi uap. Uap ini kemudian dialirkan ke *superheater* melalui pipa di dinding ruang bakar. Dari *superheater*, sekitar sepertiga dari uap *superheater* tambahan dikirim ke turbin, dan dua pertiga sisanya digunakan untuk menguapkan pasokan air di *drum* penguapan.



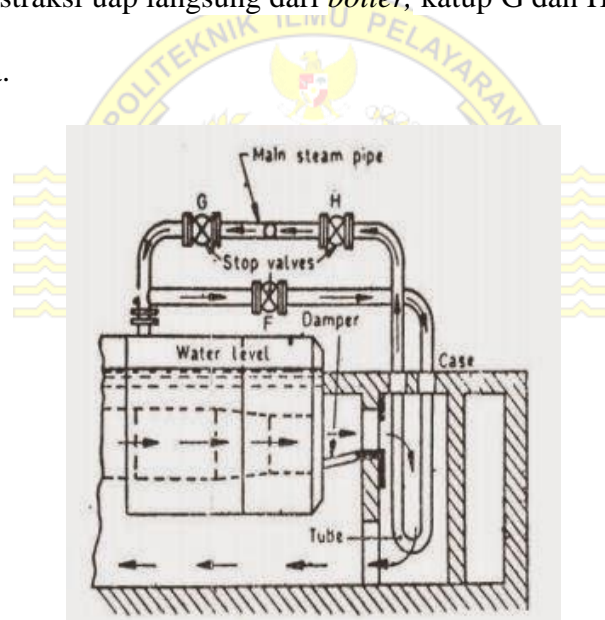
Gambar 2. 13 Ketel *Loeffler*

Sumber : www.pngwing.com

10. *Superheater*

Superheater adalah perangkat penting dari pembangkit uap. Tujuannya adalah untuk menaikkan suhu uap jenuh tanpa meningkatkan tekanan. Perangkat ini biasanya merupakan bagian integral dari *boiler* dan ditempatkan di jalur gas buang panas dari dapur. Gas buang ini digunakan untuk menambahkan lebih banyak panas ke uap. Gambar di bawah menunjukkan *superheater Sudgen* yang biasanya dipasang di *boiler Lanchashire*. Perangkat ini terdiri dari dua kotak baja atau *radiator*, dari

mana satu set tabung berbentuk U yang bengkok digantung. Ujung tabung ini terhubung ke *header*. Uap memasuki ujung belakang kepala dan keluar dari ujung depan kepala. *Overheating* dari tabung *superheater* dicegah oleh *flap equalizing* dari operasi pegangan. *Superheater* beroperasi ketika *damper* berada pada posisi yang ditunjukkan. Saat *damper* dalam posisi vertikal, gas mengalir lurus ke bawah tanpa melewati tabung *superheater*. Dalam keadaan ini, *superheater* tidak akan beroperasi. Perhatikan bahwa ketika *superheater* beroperasi, katup G dan H terbuka dan katup F tertutup. Untuk ekstraksi uap langsung dari *boiler*, katup G dan H ditutup dan katup F terbuka.



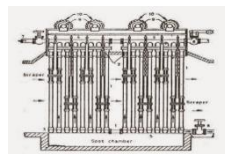
Gambar 2. 14 *Superheater*

Sumber : www.pngwing.com

11. *Economizer*

Economizer adalah perangkat yang menggunakan panas gas buang untuk memanaskan pasokan air sebelum memasuki cerobong asap.

Economizer meningkatkan nilai ekonomi ketel uap. Jenis *economizer* yang populer adalah *economizer "Greans"*, yang banyak digunakan dalam *boiler* tetap. *Economizer* ini terdiri dari sejumlah pipa vertikal yang ditempatkan sebagai gas buang tambahan antara *boiler* dan cerobong asap, seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini. Pipa-pipa ini memiliki panjang 2,75 m, diameter luar 11,4 cm, tebal 11,5 mm dan terbuat dari besi tuang. *Economizer* terbuat dari bagian tegak. Setiap bagian biasanya terdiri dari 6 atau 8 tabung vertikal (1). Tabung-tabung ini terhubung ke (2) tabung atau kotak horizontal atas dan (3) bawah. Kotak atas (2) dari bagian yang berbeda terhubung ke tabung (4) dan kotak bawah terhubung ke tabung (5). Pasokan air dipompa ke *economizer* di (6) dan masuk ke saluran (5). Kemudian air mengalir melalui pipa (1) ke kotak bawah (3) dan kemudian ke kotak atas (2). Air kemudian dikirim dari pipa (4) ke pipa (7) dan kemudian ke boiler. Harap dicatat bahwa suhu air tidak boleh turun di bawah 35 ° C. Jika tidak, ada risiko korosi karena kelembaban gas buang yang mengendap di pipa dingin.



Gambar 2. 15 *Economizer*

Sumber : www.pngwing.com

J. Kerangka Pikir Penelitian



Gabar 2. 16 kerangka pikir

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Bersumber uraian dalam bab-bab sebelumnya, peneliti menarik sejumlah kesimpulan dan harapannya bisa memberi petunjuk ataupun solusi bagi pembaca atas permasalahan yang sama, diantaranya:

1. Yang menyebabkan terjadinya kegagalan pembakaran awal pada ketel uap:
 - a. Nozzle burner kotor.
 - b. Saringan bahan bakar kotor.
 - c. Jarak elektroda tidak tepat
2. Dampak yang terjadi dari tidak optimalnya pembakaran pada auxiliary boiler adalah:
 - a. Uap yang dihasilkan tidak maksimal tekanan uap yang normalnya antara 2025 kg menjadi 10-13 kg sehingga tidak memenuhi kebutuhan di atas kapal sedangkan kebutuhan uap di atas kapal cukup banyak.
 - b. Rpm pompa turbin tidak maksimal, yang normalnya RPM pompa turbin mencapai 1200 sedangkan pada saat terjadi ketidakoptimalan pembakaran pada auxiliary boiler RPM yang dihasilkan hanya mencapai 700.
3. Upaya yang dilakukan untuk mencegah kegagalan pembakaran awal :
 - a. Nozzle kotor
Cara perawatan :
 - 1) Bersihkan nozzle menggunakan *chemical OSD*
 - 2) Membersihkan menggunakan sikat kawat

- 3) Semprotkan WD 40 ke lubang nozzle
- 4) Rendam nozzle dengan metanol/solar

b. Saringan bahan bakar kotor

Cara menangani :

- 1) Bersihkan saringan bahan bakar menggunakan *chemical OSD*
- 2) Bersihkan saringan bahan bakar dengan MDO
- 3) Bersihkan saringan dengan cara semprot air

c. Jarak antar elektroda pilot burner tidak tepat

Cara menangani :

- 1) Sesuaikan jarak elektroda sesuai dengan intruksi *manual book*
- 2) Bersihkan ujung-ujung dari masing-masing elektroda dengan sikat kawat
- 3) Sesuaikan jarak antar elektroda dengan nozzle sesuai dengan *manual book*

B. Keterbatasan Penelitian

Dalam bab berikut sebelumnya penulis telah memaparkan perihal hasil riset beserta pembahasan yang di tulis masih terbatas dan belum lengkap, sehingga penelitian yang dihasilkan juga belum sempurna. Terdapat sejumlah keterbatasan pada riset berikut, diantaranya:

1. Penulis menjalankan riset yang terfokus pada factor kegagalan pembakaran awal pada ketel uap di kapal LPG/C Arimbi.
2. Penulis melakukan penelitian tentang faktor penyebab kegagalan pembakaran awal pada ketel uap di kapal LPG/C Arimbi, berdasarkan

sumber dari wawancara, *Instruction Manual Book*, dan terbatasnya referensi serta pengumpulan data secara observasi.

3. Riset yang dilaksanakan peneliti terbatas karena sarana serta prasarana yang kurang memadai.

C. Saran

Bersumber pemaparan kesimpulan, bisa dibuat sejumlah masukan yang bisa bermanfaat untuk perusahaan dan kapal. Saran yang diberikan ialah meliputi:

1. Sebaiknya dilakukan pembersihan nozzle setiap 200 jam.
2. Cek selalu saringan bahan bakar setiap kapal akan berangkat dari pelabuhan.
3. Setiap seminggu sekali sebaiknya dilakukan pengecekan terhadap burner unit termasuk elektroda.
4. Sebaiknya selalu mengajukan permohonan terkait dengan ketersediaan spare part setiap bulannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Bourne, S. 2006. SHEL Analysis
- Hawkins S. 2002. Apache for Web Professionals. Prentice Hall PTR. ISBN 0130649309. 978013064930.
- Hawkins, bouD. F. 1987. Beyond anomalies: Rethinking the conflict perspective on race and criminal punishment. *Social Forces*, 65(3), 719–745. <https://doi.org/10.2307/2578525>
- Kenneth, E. H. 2005. Boiler Operation Handbook (Ken Heselton) diakses dari <https://doc-00-0cdocs.googleusercontent.com> pada 30 Juni 2022
- Machover E. & Mastorakos, E. 2017. Experimental investigation on spark ignition of annular premixed combustors. *Combustion and Flame*. Volume 178, Pages 148-157. <https://doi.org/10.1016/j.combustflame.2017.01.013>.
- Mark, Wade. 2017. Titan. <http://www.astronautix.com/t/titan.html>. Diakses pada 30 November 2022.
- Nazir, Moh. 2005. Metode Penelitian. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Reinhart R.O. (1996). *Basic flight physiology (2nd Ed.)*. McGraw-Hill (New York, USA), 1996.
- Sahide, M. A. K. 2019. Buku Ajar Metodologi Penelitian Sosial: Keahlian Minimum Untuk Teknik Penulisan Ilmiah. Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin.
- Sugiono. 2009. Metodologi Penelitian Kualitatif dan R&D. Bandung. Alfabeta.
- Zaporozhets A.O., Babak V.P. 2006. Control of fuel combustion in small and medium power boilers. Kyiv. <https://doi.org/10.15407/akademperiodyka.418.128>
- www.pngwing.com.

Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Nama : Shafiq Hanif Mahendra
2. Tempat, Tanggal lahir : Tegal, 06 April 2000
3. Alamat : Desa Babakan, Kec. Kramat Kab.
Tegal Rt/Rw 002/001
4. Agama : Islam
5. Nama orang tua
 - a. Ayah : Indratno
 - b. Ibu : Siti Maesaroh



6. Riwayat Pendidikan

- a. SDN 1 Babakan (2006 - 2013)
- b. SMP Al-Irsyad Kota Tegal (2013 - 2016)
- c. SMA Al-Irsyad Kota Tegal (2016 - 2018)
- d. Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang (2018 - 2023)

7. Pengalaman Praktek Laut

- a. Nama Kapal : LPG/C Arimbi
- b. Jenis Kapal : Gas Carrier
- c. Perusahaan : PT. Pertamina (PERSRO)
- d. Alamat : No.Kav 32-34, Jl. Gatot Subroto No.3,
RT.6/RW.3, Kuningan, Kuningan Tim.,
Kecamatan Setiabudi, Kota Jakarta Selatan,
Daerah Khusus Ibukota Jakarta 12950

Lampiran 2 crew list

Form : D11a Versi: 01.21		PT. PERTAMINA INTERNATIONAL SHIPPING FLEET MANAGEMENT DIRECTORATE FLEET II DEPARTMENT DAFTAR KRU - CREW LIST						PERTAMINA INTERNATIONAL SHIPPING			
CREW LIST											
VESSEL NAME : LPG/C ARIMBI		LPG/C ARIMBI		MASTER : Capt. Kurniawan Budi Prasetyo		GRY : 5006 T		LAST PORT : Tanjung Uban			
FLAG : INDONESIA		INDONESIA		NEXT PORT : Balikpapan							
NO	NAME	NO. PEK	RANK	PLACE OF BIRTH	DATE OF BIRTH	CERTIFIC ATE	CERT. NO	SEAMEN'S BOOK NO	EXP	SIGN ON	SEA AGREEMENT
1	Kurniawan Budi Prasetyo	10030618	Master	MAGELANG	17-Oct-80	ANT - I	6200031084N10316	F163804	8-Oct-21	30-May-21	AL524/895/5/SYB.TPK-2021
2	Khoiruddin	752592	Ch. Officer	BOYOLALI	27-Dec-84	ANT - II	6200418951N20216	F176852	27-Sep-23	16-Jul-21	AL524/124/6/SYB.TPK-2021
3	Putra Samudra Yuda Laksana	751575	2nd Officer	SUKABUMI	2-May-91	ANT - II	6201291790N20116	F098251	22-Jan-23	6-Jul-21	AL524/235/06/SYB.TPK-2021
4	Mataru Immanuel	10020938	3rd Officer	BANDUNG	8-Nov-93	ANT - II	6202006461N20318	E044638	20-Dec-22	26-Jan-21	AL524/842/1/SYB.TPK-2021
5	Sarwo Adi Nugroho	750833	Ch. Engineer	BOYOLALI	10-Oct-80	ATT - I	6201027699T10320	E146682	9-Feb-22	1-Mar-21	AL524/461/2/SYB.TPK-2021
6	Beni Yuliantri	751573	2nd Engineer	BANTAI	17-Oct-89	ATT - II	6201291656T20116	F072542	17-Oct-22	1-Mar-21	AL524/474/2/SYB.TPK-2021
7	Alhar Suputra	749087	3rd Engineer	JAKARTA	7-Mar-87	ATT - II	6200196859T20217	F344144	4-Jun-23	11-Mar-21	AL524/144/3/SYB.TPK-2021
8	Puja Satra	10030301	4th Engineer	MEDAN	25-Aug-92	ATT - III	6201336276T30115	F321842	28-Feb-23	6-Apr-21	AL524/148/3/SYB.TPK-2021
9	Mangapul Sinaga	10030302	Electrician	ONANHIRIT	17-Mar-82	ETO	6201296680E10518	F264250	8-Aug-22	6-Apr-21	AL524/149/3/SYB.TPK-2021
10	Abdul Hak Tondo	10020743	Boatswain	JAKARTA	20-Jun-72	ANT - V	6200122324M50217	D034080	29-Dec-21	26-Jan-21	AL524/862/1/SYB.TPK-2021
11	Hotma Budiman Panjaitan	10030536	Foreman	JAKARTA	8-Feb-76	RASE	6201112247420117	E074345	27-Mar-23	25-Apr-21	AL524/543/6/SYB.TPK-2021
12	Alam Permana	10020348	A/B 1	GARUT	10-Jun-80	ANT - V	6201196870010719	E148038	24-Jan-22	7-Dec-20	AL524/1095/11/SYB.TPK-2020
13	Miftakul Khoir	10030004	A/B 2	GRESIK	13-Dec-80	RASD	6200318578340716	G040656	23-Dec-23	1-Mar-21	AL524/851/2/SYB.TPK-2021
14	Mochamad Ridwan Abdul R	10020786	A/B 3	SORONG	7-Sep-79	RASD	6200136391340717	E017035	18-Sep-22	26-Jan-21	AL524/881/1/SYB.TPK-2021
15	Yusup	10030169	Oiler 1	JAKARTA	27-Mar-73	RASE	6200064673420216	D084765	4-Jun-22	6-Apr-21	AL524/5777/3/SYB.TPK-2021
16	Joko Heryanto	10026086	Oiler 2	KLATEN	31-Dec-76	RASE	6201035899420716	F344147	4-Jun-23	1-Mar-21	AL524/999/2/SYB.TPK-2021
17	Yobanis Duma Salamba	10020137	Oiler 3	LEA	14-Jan-80	RASE	62012938847420216	F279541	30-Sep-22	24-Oct-20	AL524/755/10/SYB.TPK-2020
18	M. Fahmi	12390728	O/S	MEDAN	6-Feb-94	RFNW	6202002175330715	F295399	8-Nov-22	4-Aug-21	AL524/1813/7/SYB.TPK-2021
19	Ferry Sandi Ferdyan	10030515	Cook	SUKABUMI	7-Jan-84	RFNW	6201028223330716	F278631	20-Sep-22	25-Apr-21	AL524/596/4/SYB.TPK-2021
20	Supardi	10030577	Mess Boy	BOGOR	13-Jul-73	BST	6200488965010119	G044739	22-Mar-24	25-Apr-21	AL524/559/4/SYB.TPK-2021
21	Nadira Rivani	20210005	Deck Cadet	SOLOK	29-Mar-00	BST	6211912112010119	F292742	10-Oct-22	26-Jan-21	PK-0005/R20360/2021-S8
22	Shafiq Hanif Mahendra	20200156	Engine Cadet	TEGAL	6-Apr-00	BST	6211937729010319	G012192	13-Jul-23	1-Dec-20	0156/R20360/2020-S8



TOTAL CREW ONBOARD, INCLUDING MASTER: **22 PERSONS**

Latest Updated : Tanjung Schong, 30 August 2021

Capt. Kurniawan Budi Prasetyo
Np. 10030616



Lampiran 3 ship particulars

SHIP PARTICULARS			
VESSEL'S NAME	: ARIMBI	MMSI NO	: 525008068
CALL SIGN	: PODD	NBDP NO.	: 354085000 ARIM X
IMO NO	: 9596234	INM-C ID	: 35408510
BV REGISTER NO	: 17231G	INM-F ID	: -
DISTINCTIVE NUMBER	: D-1992-2549-PEXT	MOBILE PHONE	: +870773185635
TYPE OF VESSEL	: LPG CARRIER	E-MAIL	: podd@skyfile.com
FLAG	: INDONESIA	OWNER	: PT. PERTAMINA (PERSERO)
PORT OF REGISTRY	: JAKARTA	ADDRESS	: JL. MERDEKA TIMUR NO. 1A
CLASSIFICATION	: BUREAU VERITAS		: JAKARTA -10110
CLASS NOTATION	: I*HULL*MACH		: INDONESIA
	LIQUIFIED GAS CARRIER	PHONE	: +62-21-4301086
	CPS (WBT)	FAX	: +62-21-43930411
	UNRESTRICTED NAVIGATION	E-MAIL	: fleets@pertamina.com
GRT	: 5006 TONS	MANAGER	: SHIPPING-MARKETING AND TRADING
NRT	: 1502 TONS		: DIRECTORATE - PT.PERTAMINA (PERSERO)
DWT	: 4200 TONS	ADDRESS	: JL. YOS SUDARSO NO. 32-34
LIGHT WEIGHT	: 3000 TONS		: TANJUNG PRIOK - JAKARTA 14320
MAIN DIMENSIONS			: INDONESIA
LENGTH (Article 2(8))	: 97.07 M	PHONE	: +62-21-4301086
LENGTH OVER ALL	: 103.00 M	FAX	: +62-21-43930411
LBP	: 96.60 M	E-MAIL	: fleets@pertamina.com
BREADTH (Reg 2 (3))	: 18.00 M		
MLD DEPTH (Reg.2 (2))	: 7.80 M	BUILDER	: TAIZHOU WUZHOU SHIPBUILDING
DESIGNED DRAFT MLD	: 5.0 M (LPG) / 5.5 M (VCM)		: INDUSTRY CO.LTD, CHINA
HIGH KEEL TO MAST	: 32 MTR	BUILDER HULL NO	: WZL0901
FREEBOARD FROM DECK LINE		KEEL LAID	: APRIL 3RD, 2010
TROPICAL	: 2715 MM	LAUNCHED	: DECEMBER 23RD, 2011
SUMMER	: 2819 MM	SEA TRIAL	: JULY 5TH-7TH, 2011
WINTER	: 2923 MM	GAS TRIAL	: SEPT 28TH-30TH, 2011
WINTER NORTH ATLC	: 2973 MM	DELIVERY	: AUGUST 15TH, 2011
CARGO TANK CAPACITY		SERVICE SPEED	: 13.0 KNOTS
DOME 1 & 2	: 5074.23 Cub M		
PUMPING RATE	: 300 CubM/HR		
FUEL TANK CAPACITY		FUEL CONSUMPTION	AT SEA : IN PORT :
MFO (100%)	: 295.08 Cub M	MFO	: 13.39 TONS : 1.27 TONS
MDO (100%)	: 49.867 Cub M	MDO	: 2.025 TONS : 1.78 TONS
BALLAST TANK CAPACITY			
TOTAL (100 %)	: 2999.91 Cub M		
MAIN ENGINE		AUX ENGINE	
MAKER	: STX MAN CORPORATION	MAKER	: YANMAR Co.Ltd
MODEL NO	: 6L32/40	MODEL NO	: 6NY16L-SN
SERIAL NO	: 5B6L32-10686	RATE POWER/RPM	: 400 KW x 1200 RPM (3 UNITS)
RATE POWER/RPM	: 2880 KW x 750 RPM		
MASTER OF LPG/C " ARIMBI "			
			

Lampiran 4 Ruang pembakaran

Lampiran 4.Ruang pembakaran



Sumber : LPG/C ARIMBI



Gambar 4.1 sebelum dan sesudah perawatan dan perbaikan nozzel dan kawat elektroda

Lampiran 5 Pembersihan pada saringan bahan bakar



Pembersihan pada saringan bahan bakar

