KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN

SKRIPSI

OPTIMALISASI PERAWATAN SISTEM PEMBAKARAN GUNA MEMPERLANCAR PENGOPERASIAN KETEL UAP DI KAPAL MV. PORT ADELAIDE

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan
Untuk Penyelesaian Program Pendidikan Diploma IV

Oleh :

DANIEL PARDOMUAN
NRP. 15.8424 / T

PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV
JAKARTA
2020

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN

TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI

Nama	**: DANIEL PARDOMUAN**
NRP	**: 15.8424 / T**
Program Pendidikan	**: DIPLOMA IV**
Program Studi	**: TEKNIKA**
Judul	**: OPTIMALISASI PERAWATAN SISTEM PEMBAKARAN GUNA MEMPERLANCAR PENGOPERASIAN KETEL UAP DI KAPAL MV. PORT ADELAIDE**

Jakarta, Februari 2020

Pembimbing I	**Pembimbing II**
BUDI PURNOMO, M.M.Tr	**IMAM FACHRUDDIN, M.Sc**
Pembina (IV/a)	**Penata Muda Tk.1 (III/b)**
NIP. 19720510 200502 1 002	**NIP. 19881120 201503 1 001**

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknika

ALI MUKTAR SITOMPUL, MT.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19730331 200604 1 001

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN

TANDA PENGESAHAN SKRIPSI

Nama	**: Daniel Pardomuan**
NRP	**: 15.8424 / T**
Program Pendidikan	**: Diploma IV**
Program Studi	**: Teknika**
Judul	**: Optimalisasi Perawatan Sistem Pembakaran Guna Memperlancar Pengoperasian Ketel Uap Di Kapal MV. Port Adelaide**

Penguji I	**Penguji II**	**Penguji III**
PANDE IRIANTO SIREGAR,MM	**EDI KURNIAWAN, ST**	**IMAM FACHRUDDIN, M.Sc**
Pembina Utama Muda (IV/c)	**Penata (III/b)**	**Penata Muda Tk.1 (III/b)**
NIP. 19620522 199703 1 001	**NIP. 19790517 200604 2 015**	**NIP. 19881120 201503 1 001**

Mengetahui :
Ketua Program Studi Teknika

ALI MUKTAR SITOMPUL, MT
Penata Tk I (III/d)
Penata (III/c)
NIP. 19730331 200604 1 001

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN

SKRIPSI

OPTIMALISASI PERAWATAN SISTEM PEMBAKARAN GUNA MEMPERLANCAR PENGOPERASIAN KETEL UAP DI KAPAL MV. PORT ADELAIDE

Oleh :

DANIEL PARDOMUAN
NRP. 15.8424 / T

PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV
JAKARTA
2020

DAFTAR ISI

Halaman

SAMPUL DALAM i
TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI ii
TANDA PENGESAHAN iii
KATA PENGANTAR iv
DAFTAR ISI vi
DAFTAR GAMBAR viii
DAFTAR TABEL ix

BAB I : PENDAHULUAN

A. Latar Belakang 1
B. Identifikasi Masalah.....2
C. Batasan Masalah 3
D. Perumusan Masalah 3
E. Tujuan dan Manfaat Penyusunan Skripsi 3
F. Sistematika Penyusunan Skripsi 4

BAB II : LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka.....6
B. Kerangka Pemikiran 14

BAB III : METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian 16
B. Metode Pendekatan dan Pengumpulan Data 17
C. Subjek Penelitian 22
D. Teknis Analisis Data..... 23

BAB IV : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Data …….24
B. Analisis Data ……...28
C. Alternatif Pemecahan Masalah 32
D. Evaluasi Alternatif Pemecahan Masalah 36

E. Pemecahan Masalah 40

BAB V : PENUTUP

A. Kesimpulan ... .41

B. Saran ……...42

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar II.1 Rotating cup burner 8

Gambar II.2 Barometer.....12

Gambar II.3 Diagram Viscosity 13

Gambar II.4 Permasalahan Sistem Pembakaran.....15

Gambar III.1 Pemetaan Metode Studi Kasus 18

Gambar IV.1 Penumpukan karbon 25

Gambar IV.2 Pembersihan Rotary Cup 25

Gambar IV.3 Gas Buang berwarna Hitam.....26

Gambar IV.4 Flame Eye 27

Gambar IV.5 Pembersihan Ruang bakar 27

Gambar IV.6 Pre-heater Udara 34

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1 Flash Point minyak bakar 14

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dengan mengucapkan puji syukur kehadirat Tuhan yang Maha Esa, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini, yang merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh guna memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan program Diploma IV jurusan Teknika Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran. Salam sejahtera Penulis sampaikan kepada Tuhan yang telah memberikan dan menyempurnakan ahklak dan moral manusia, dan Penulis berdo'a agar tetap terus menjadi salah satu Umatnya yang akan mendapat Syafaatnya kelak. Penulis membuat skripsi dengan judul

"OPTIMALISASI PERAWATAN SISTEM PEMBAKARAN GUNA MEMPERLANCAR PENGOPERASIAN KETEL UAP DI KAPAL MV. PORT ADELAIDE"

Selanjutnya Penulis juga tidak lupa mengucapkan terimakasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dan mendukung penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini, Ucapan terimakasih ini dikhususkan kepada :

1. Bapak Amiruddin, MM. selaku ketua Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran.
2. Bapak Ali Muktar Sitompul, MT. selaku Ketua Program Studi Teknika.
3. Bapak Budi Purnomo, M.M.Tr. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan masukan sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
4. Bapak Imam Fachrudin, M.Sc. selaku dosen pembimbing 2 yang telah berkenan memberikan masukan dan bimbingan dalam penulisan skripsi ini.
5. Seluruh dosen Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran yang telah memberikan ilmu serta bimbingannya.

6. Kedua Orang Tuaku, Bapak Kennedy Nainggolan dan Ibu Nurcahaya Sihite yang paling kucintai atas do'a dan pengorbanannya, engkaulah cahaya dan penerang langkah kehidupanku.
7. Seluruh perwira dan awak kapal MV. Port Adelaide.
8. Teman - teman angkatan LVIII atas dorongan dan semangatnya
9. Kepada anggota kelas T VIII A atas kepeduliannya dan kebersamaannya
10. Kepada anggota kamar L305 atas loyalitas dan kekompakannya
11. Kepada teman-teman, senior dan junior atas motivasi dan dukungannya.
12. Semua pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Meskipun segala kemampuan telah Penulis curahkan untuk menyelesaikan skripsi ini tetapi Penulis menyadari masih banyak kekurangan. Karena itu Penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari para pembaca, agar dapat memperbaiki kesalahan-kesalahan tersebut dimasa yang akan datang.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Jakarta, Februari 2020

Penulis

Daniel Pardomuan
15.8424/T

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Ketel uap adalah salah satu permesinan bantu yang ada di atas kapal yang berfungsi sebagai penghasil uap. Ketel uap pada kapal MV. Port Adelaide adalah tipe ketel uap jenis Water Tube. Uap tersebut digunakan untuk beberapa keperluan di atas kapal diantaranya, sebagai pembersih jelaga di *Economizer*, pemanas air di akomodasi, pemanas suhu ruangan, pemanas bahan bakar HFO atau *Heavy Fuel Oil* baik yang ada di tanki bahan bakar, pemanas bahan bakar untuk *purifier*, pemanas bahan bakar untuk Mesin penggerak utama, pemanas bahan bakar untuk mesin diesel generator dan pemanas saluran pipa bahan bakar (*tracing system*). Sifat *HFO* yang mudah beku, mengharuskan masinis untuk menjaga *viscosity* atau kekentalan dari bahan bakar tersebut dengan cara membuatnya cukup panas dan tetap cair. Apabila uap pemanas tidak terproduksi bahkan jumlahnya tidak cukup untuk memanaskan bahan bakar *HFO*, maka bahan bakar tersebut akan membeku dan mengeras. Apabila hal itu terjadi, maka bahan bakar yang beku tersebut akan menyumbat di setiap sistem saluran bahan bakar dan akan mengganggu operasi permesinan lain termasuk Mesin penggerak utama. Dari keterangan di tersebut menunjukkan betapa pentingnya peran dari ketel uap, sehingga performa ketel uap harus terus dijaga.

Produksi uap di kapal MV. PORT ADELAIDE menggunakan dua permesinan bantu, yaitu ketel uap dan *economizer*. *Economizer* hanya dapat digunakan ketika Mesin penggerak utama dalam kondisi kecepatan tinggi, sehingga temperature gas buang yang melalui *economizer* cukup panas untuk mengubah air menjadi uap. Adapun, saat Mesin penggerak utama sedang tidak berfungsi dan berada dalam kecepatan rendah, maka ketel uap akan terus bekerja untuk menghasilkan uap. Rute pelayaran kapal MV. PORT ADELAIDE yang terbilang pendek, menyebabkan ketel

uap bekerja terus – menerus. Oleh karena itu, masinis tiga yang bertanggung jawab terhadap ketel uap harus terus menjaga kondisi dan kinerja dari ketel uap.

Ketel uap yang ada di kapal MV. PORT ADELAIDE menggunakan sistem *water tube* dan system pembakaran tipe "*Rotary-cup burner"*. Tipe sistem pembakaran ini memiliki karakteristik tersendiri. Mudahnya cara perawatan adalah salah satu kelebihan dari tipe sistem pembakaran ini. Akan tetapi, kurang optimalnya perawatan dan kelalaian masinis, bisa menyebabkan sering terjadinya masalah pada sistem pembakaran yang berulang-ulang. Kejadian yang dialami oleh penulis, dimana jalur pelayaran kapal MV. Port Adelaide melewati 2 musim yang berbeda menyebabkan banyaknya masalah pada system pembakaran maupun alat pada pembakaran itu sendiri. Berdasarkan permasalahan berikut,

1.) Pada tanggal 18 Mei 2018, penumpukan karbon pada ruang bakar boiler dan terdapat sisa sisa karbon di sisi sisi *rotary* cup, yang menyebabkan hitamnya gas buang ketel uap pada cerobong asap.

2.) Pada tanggal 26 Mei 2018, ada beberapa factor penyebab kegagalan pembakaran awal pada ketel uap, yaitu *Flame Eye* yang tertutup oleh tumpukan karbon sehingga tidak berfungsi menangkap titik nyala api, Suhu udara yang masuk ke ruang bakar rendah, mampatnya *atomizer/*pengabut pada *Pilot Burner* sehingga bahan bakar tidak menyemprot.

Oleh karena itu perawatan serta perhatian lebih sangat dibutuhkan demi kelancaran pengoperasian ketel uap pada saat pelayaran dikapal MV. Port Adelaide.

Sistem pembakaran merupakan sistem yang paling penting pada ketel uap. Karena apabila sistem ini tidak berfungsi, maka uap tidak dapat di produksi. Melihat betapa pentingnya fungsi ketel uap di atas kapal dan fungsi sistem pembakaran pada ketel uap, maka penulis mengangkat judul:

"**OPTIMALISASI PERAWATAN SISTEM PEMBAKARAN GUNA MEMPERLANCAR PENGOPERASIAN KETEL UAP DI KAPAL MV. PORT ADELAIDE**"

B. IDENTIFIKASI MASALAH

Berdasarkan pengalaman penulis selama Praktek laut (Prala) di kapal MV. PORT ADELAIDE, di temukan beberapa masalah dalam pengoperasian ketel uap, khususnya pada sistem pembakaran. Beberapa masalah yang terjadi pada sistem pembakaran ketel uap diantaranya:

1. Berkurangnya volume pembakaran diruang bakar.
2. Hitam atau kotornya gas buang hasil pembakaran pada cerobong asap.
3. Kegagalan pada pembakaran awal (*Miss Fire*).
4. Alarm F.O *low temperature.*
5. Patahnya kopling shaft *rotary cup.*
6. Rusaknya shaft motor *rotary burner.*
7. Penumpukan karbon yang terjadi diruang bakar.

C. BATASAN MASALAH

Mengingat banyaknya permasalahan yang terjadi pada sistem pembakaran ketel uap, maka penulis akan membatasi masalahnya menadi dua masalah , yaitu:

1. Hitam atau kotornya gas buang hasil pembakaran ketel uap pada cerobong asap.
2. Kegagalan pembakaran awal otomatis pada ketel uap.

D. RUMUSAN MASALAH

Sesuai dengan pengalaman penulis selama melaksanakan Praktek Laut (Prala) di MV. PORT ADELAIDE dan kejadian yang telah dijelaskan di latar belakang, maka penulis menentukan bahwa rumusan masalah ini menitikberatkan pada pokok permasalahan, yaitu :

1. Apa yang menyebabkan hitam atau kotornya gas buang hasil pembakaran ketel uap pada cerobong asap?
2. Apa yang menyebabkan terjadinya kegagalan pembakaran awal otomatis pada ketel uap ?

E. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

1. Tujuan Penelitian
   a. Untuk mengetahui upaya yang di lakukan agar tidak terjadi gas buang hasil pembakaran ketel uap yang hitam atau kotor.
   b. Untuk mendapatkan solusi dari permasalahan kegagalan di pembakaran awal otomatis.
2. Manfaat Penelitian

   Manfaat dari penelitian ini adalah :

   a. Dari aspek teoritis yang ingin dicapai oleh penelitian ini adalah agar penelitian ini dapat menambah wawasan bagi para masinis mengenai perawatan sistem pembakaran ketel uap guna melancarkan operasi ketel uap.

   b. Dari aspek praktis diharapkan dapat mengurangi hambatan-hambatan yang muncul terhadap sistem pembakaran pada ketel uap sehingga melalui penelitian ini, masalah yang terjadi di atas kapal akan terselesaikan dengan mudah.

F. SISTEMATIKA PENULISAN SKRIPSI

Sistematika penulisan pada skripsi ini terdiri dari lima bab, dimana bab pertama sampai bab kelima saling berhubungan satu sama lain yang disusun sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Dalam bab ini dijelaskan tentang latar belakang dari masalah yang terjadi di atas kapal MV. PORT ADELAIDE, tujuan dan manfaat penelitian, perumusan masalah serta sistematika penulisan.

BAB II : LANDASAN TEORI

Berisi penjelasan dari hasil penelitian yang berkaitan dengan permasalahan yang diangkat mengenai sistem pembakaran pada ketel uap, tinjauan pustaka yang memuat uraian mengenai sistem pembakaran tersebut, serta kerangka pemikiran yang memaparkan teori-teori relevan yang berkaitan dengan sebab permasalahan dan menentukan pemecahan masalah-masalah tersebut.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini berisi informasi akurat yang berkaitan dengan waktu dan tempat penelitian, teknik pengumpulan data, subyek penelitian serta teknik analisis.

BAB IV : ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan tentang kajian-kajian yang terjadi di atas kapal kemudian dianalsis data dari teori referensi buku dan *alternative* pemecahan masalah itu dievalusai sehingga menemukan pemecahan masalah yang tepat.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Pada bagian akhir ini, penulis menyimpulkan pemecahan masalah dari pengoperasian dan perawatan pada sistem pembakaran pada ketel uap.

B. SARAN

Berisi usulan-usulan bagi awak kapal dan pihak perusahaan dalam menyelesaikan masalah yang terjadi pada sistem pembakaran pada ketel uap.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN

1. Waktu Penelitian

Seluruh taruna-taruni Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran yang telah menyelesaikan pendidikan pada semester I – IV, kemudian akan masuk ke semester V dan VI dimana dalam semester ini akan dilaksanakan program dari institusi yaitu Praktek Kerja Nyata (PKN), program ini wajib dilaksanakan oleh taruna-taruni Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran selama minimal 1 tahun. Sehingga penelitian ini dilaksanakan pada waktu penulis melaksanakan Praktek Kerja Nyata di salah satu kapal milik perusahaan Jepang, yaitu MV. PORT ADELAIDE milik OSAKA ASAHI KAIUN,Co.Ltd. yang terhitung dari tanggal 26 September 2017 sampai dengan 26 November 2018. Penelitian dilakukan dengan mengumpulkan data-data pokok tentang peningkatan perawatan system pembakaran dalam kelancaran operasi ketel uap yang akan menjadi bahan kajian di dalam penulisan skripsi ini. Dengan waktu tersebut penulis mempergunakan dengan sebaik-baiknya untuk penelitian diatas kapal agar hasil penelitian dapat ditulis dengan benar dan dapat dipertanggungjawabkan atas isi dari penulisan skripsi ini.

2. Tempat penelitian

Adapun spesifikasi kapal tempat penulis melaksanakan penelitian selama menjalani praktek laut adalah sebagai berikut:

a. Nama Kapal : MV. PORT ADELAIDE
b. Panggilan : 3ENB7
c. Kebangsaan : PANAMA

d.	Pemilik kapal	:	ROSEX MARITIME
e.	Terdaftar	:	PANAMA
f.	Dibuat di	:	NAKAI ZOSEN CORP, JAPAN
g.	Tahun pembuatan	:	27 NOVEMBER 2007
h.	IMO no	:	9363429
i.	Jenis kapal	:	CONTAINER CARRIER
j.	Klasifikasi	:	NIPPON KAIJI KYOKAI
k.	DWT	:	33704 T
l.	Berat bersih	:	27104
m.	Panjang keseluruhan	:	199.93 m
n.	Lebar keseluruhan	:	32.2
o.	Kecepatan kapal	:	22.5 KNOTS
p.	Main engine	:	B&W 7S70MC

B. METODE PENDEKATAN DAN PENGUMPULAN DATA

1. **Metode Pendekatan** :

   Agar pemecahan masalah di dalam skripsi ini dapat dilakukan dengan baik dan sistematis maka penulis menggunakan beberapa metode pendekatan masalah yang dianggap sesuai dengan masalah di dalam skripsi ini. Berikut ini adalah beberapa metode pendekatan yang digunakan peneliti dalam melakukan penelitian yang meliputi :

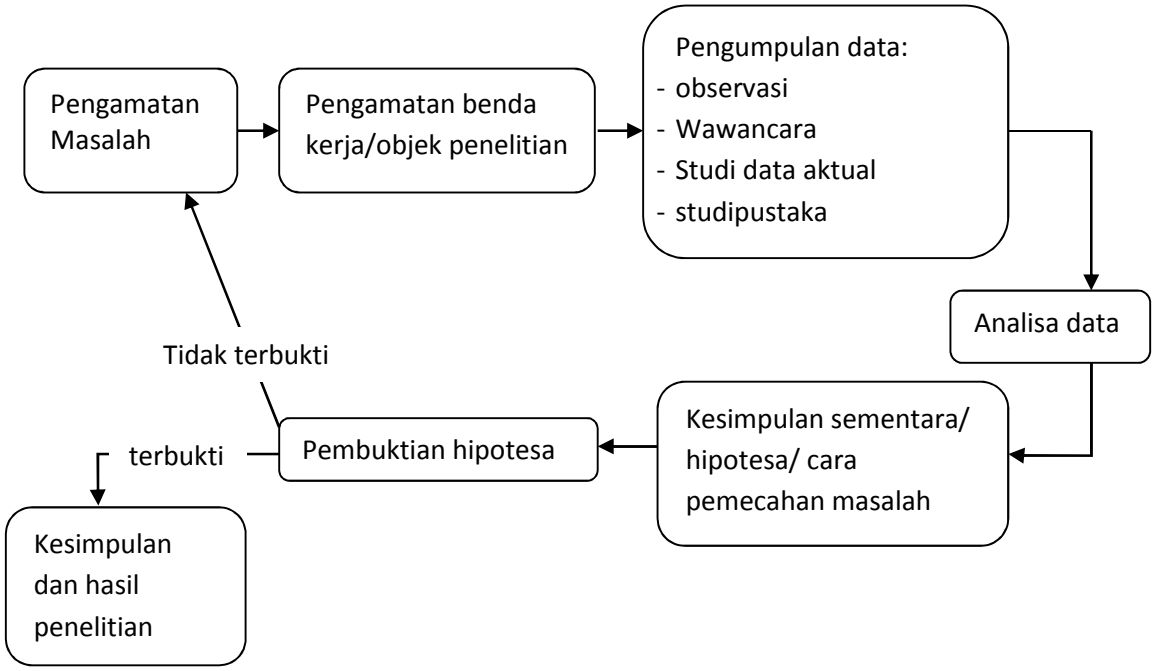
   a. Studi kasus

      Metode pendekan studi kasus adalah suatu metode pendekatan dengan mempelajari masalah-masalah yang sedang dihadapi. Artinya, masalah-masalah yang ada dipelajari terlebih dahulu dengan memperhatikan sistem-sistem yang berkaitan dan berhubungan dengan sumber masalah serta mencoba menemukan penyebab dari masalah-masalah tersebut.

      Selama penulis melakukan praktek kerja nyata di kapal MV. PORT ADELAIDE, penulis ikut membantu masinis tiga sebagai penanggung jawab ketel uap dalam pekerjaan dan jam jaganya selama tiga bulan. Pada prakteknya, sering terjadi masalah-masalah pada pengoperasian ketel uap khususnya pada sistem pembakarannya.

Selain memperhatikan sistem pembakarannya secara langsung serta aspek aspek yang mempengaruhinya, penulis pun banyak bertanya kepada para masinis yang ada di kapal sebagai narasumber yang telah memiliki pengalaman dalam penanganan kasus ini. Penulis juga mencoba mempelajari buku panduan ketel uap yang ada di kapal sebagai reverensi dan acuan, serta mengkait-kaitkan gejala-gejala yang terjadi dari analisa penulis.

Berikut adalah pemetaan metode studi kasus yang penulis lakukan dalam bentuk table:



Gambar 3.1 Pemetaan Metode Studi Kasus.

2. Teknik Pengumpulan Data

Dalam menyusun data untuk skripsi ini penulis akan menjelaskan bagaimana teknik pengumpulan data yang sangatlah penting sebagai bahan analisa untuk membuktikan penyebab permasalahan serta cara menyelesaikan permasalahan yang dirumuskan. Data-data ini diambil selama penulis menjalankan Praktek Laut di atas kapal selama satu tahun.

Berikut ini adalah beberapa teknik pengumpulan data yang digunakan oleh peneliti dalam melakukan penelitian, yaitu :

a. Observasi (Pengamatan)

Observasi adalah suatu teknik pengumpulan data dengan melakukan pengamatan secara langsung kepada obyek penelitian. Dalam teknik ini penulis langsung mengamati obyek yang menjadi bahan penelitian yaitu sistem pembakaran pada ketel uap.

Penulis melakukan pengamatan mulai dari cara kerjanya, perawatan, sampai pengamatan sebelum terjadinya masalah, ketika terjadinya masalah dan setelah terjadinya masalah. Ketika mengikuti dinas jaga mesin bersama masinis tiga, penulis memfokuskan pembelajaran pada mesin-mesin yang menjadi tanggung jawab masinis tiga, salah satunya adalah ketel uap. Baik pengoperasian, perawatan, penanganan masalah, sampai pembongkaran total telah di lakukan oleh penulis bersama masinis tiga. Dalam masa praktek bersama masinis tiga, penulis banyak menemukan permasalahan pada ketel uap, khususnya pada sistem pembakaran.

Pengalaman inilah yang penulis jadikan bahan observasi penulis atau pengamatan secara langsung oleh penulis kepada obyek penelitian yaitu sistem pembakaran ketel uap.

Adapun bukti yang penulis ambil dari observasi sistem pembakaran ketel uap berupa foto-foto yang penulis ambil selama praktek.

b. Wawancara

Wawancara adalah salah satu cara yang dipakai oleh penulis dalam pengumpulan data-data yang dibutuhkan dalam menyelesaikan skripsi ini. Teknik pengumpulan data dengan wawancara adalah teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan mewawancarai orang-orang yang dianggap kompeten dalam penyelesaian masalah yang dialami oleh peneliti.

Wawancara yang dilakukan yaitu terhadap Kepala Kamar Mesin (KKM) selaku orang yang bertanggung jawab terhadap seluruh permesinan yang ada di atas kapal MV. PORT ADELAIDE, wawancara juga dilakukan terhadap masinis satu, masinis dua dan masinis tiga selaku para masinis yang yang membimbing penulis sewaktu melaksanakan praktek diatas kapal.

Dalam pembahasan ini penulis hanya akan menguraikan apa saja yang menjadi topik wawancara dengan perwira di bagian kamar mesin.

Berikut adalah beberapa pertanyaan yang menjadi topik pembahasan di dalam wawancara yang dilakukan penulis.

1) Sejak kapan asap/gas buang ketel uap menjadi hitam?
2) Apa penyebab penumpukan zat arang di ruang bakar?
3) Bagaimana pendapat masinis tentang penyebab dan pemecahan masalah dari hitamnya asap/gas buang dan penumpukan zat arang berdasarkan pengalaman masinis?
4) Dimana letak kapal saat sering terjadinya kegagalan pembakaran?
5) Seberapa sering terjadinya kegagalan pembakaran di setiap negara?
6) Apakah perawatan terhadap burner boiler sudah dilakukan secara rutin sesuai dengan apa yang diperintahkan di dalam *manual book*.

c. Studi Dokumentasi

Studi dokumentasi adalah teknik pengumpulan data yang diambil dari catatan-catatan harian maupun bulanan di atas kapal. Dokumen-dokumen tersebut di butuhkan sebagai data yang menjadi acuan untuk analisa dan sebagai bukti yang faktual dan konkret dalam pembuktian hipotesis yang akan di uji.

Berikut beberapa dokumentasi yang dapat di ambil sebagai bahan pengumpulan data pada studi dokumentasi:

1) Engine log book

   Adalah catatan harian kamar mesin yang di perbaharui setiap empat jam atau selama satu kali tugas dinas jaga. Pada *engine log book* tersebut tercantum kondisi kamar mesin dan setiap permesinan yang ada di dalamnya. Mulai dari temperature, tekanan, hingga pemakaian bahan bakar di catat setiap empat jam sekali oleh masinis jaga. Setiap permasalahan dan kegiatan yang di lakukan di kamar mesin pun di cantumkan dalam *engine log book* ini.

   Dari *engine log book*, penulis mendapatkan data tentang temperature kamar mesin, temperature bahan bakar, catatan permasalahan yang terjadi pada system pembakaran ketel uap, dan catatan-catatan lain yang mempengaruhi kerja sistem pembakaran ketel uap.

2) *Bunker delivery note* dan *bunker analysis*

Bunker delivery note atau BDN adalah dokumen yang diambil setiap kali melakukan *bunker* bahan bakar.

Bunker analisys adalah data yang di dapatkan dari laboratorium yang melakukan uji kualitas bahan bakar yang di gunakan di atas kapal. pada saat penulis melakukan penelitian, pengujian bahan bakar di lakukan oleh VISWA LAB SINGAPORE.

Adapun data-data yang dapat diambil dari BDN dan *bunker analysis* antara lain:

a) Density @15 ℃
b) Viscosity @50 ℃
c) Upper pour point
d) Carbon residue
e) Ash
f) Water
g) Sulphur
h) Total Sediment
i) Vanadium
j) Al + Si
k) Flash point
l) Calcium
m) Zinc
n) Phosphorus

d. Studi Pustaka

Studi pustaka adalah teknik pengumpulan data yang di dapatkan dari sumber-sumber tertentu yang berisi teori-teori relevan.

Sumber yang penulis gunakan pada studi ini ada dua, yaitu:

1. Buku panduan manual / *instruction manual book*

Buku panduan ini merupakan rujukan langsung dari pembuat mesin / *maker*. Di dalam manual book di jelaskan cara perawatan dan *trouble shooting* mesin tersebut.

Beberapa ketentuan dan spesifikasi ketel uap yang di tuliskan *maker* pada buku panduan manual akan sangat di butuhkan oleh penulis.

2. Buku-buku referensi.

   Pada bab sebelumnya, penulis telah mencantumkan beberapa teori teori relevan yang di ambil dari buku-buku everensi yang berkaitan dengan bahan penelitian penulis.

   Pada buku-buku tersebut terdapat data-data lengkap yang menjadi acuan sebagai pembuktian dari hipotesis penulis.

C. SUBJEK PENELITIAN

Merupakan inormasi tentang subjek yang menjadi fokus penelitian. Pada penelitian ini, penulis terfokus pada unit sistem pembakaran ketel uap di kapal Hanjin Port Adelaide.

Berikut spesifikasi dari unit sistem pembakaran ketel uap / *burner boiler* :

1. Test and Inspection.

Test and inspection shall be made pursuant to classification society's rule under the presence of owner and surveyor of the classification society and shall succeed in such test and inspection.

2. Construction and materials.

a. Boiler Proper : Boiler Steel Plate, Boiler Steel tube, Carbon Steel pipe for high temperature service
b. Furnace : The boiler Shall be delivered with refractories arranged on the bottom section of the furnace.
c. Smoke Box : The smoke box shall be a steel plate made casing provided with cleaning holes to facilitate check and cleaning.
d. Lagging : Outside of the boiler shall be provided with means for lagging protected with precoated galvanized sheet.

3. External attachments

The following items shall be supplied as external attachments of a boiler.

a. Safety Valve
b. Steam stop valve
c. Feed Water stop valve and check valve
d. Surface and bottom blow-off valve
e. Pressure gauge root valve and pressure switch root valve
f. Boiler water sampling valve.
g. Air vent valve
h. Water level controller root valve
i. Water column root valve and blow-off valve
j. Water level gauge and cock
k. Pressure gauge and cock
l. Circulation water inlet and outlet valve

D. TEKNIK ANALISIS DATA

Analisis data adalah proses mengatur urutan data, mengorganisasikannya ke dalam suatu pola, kategori, dan satuan uraian dasar. Proses analisis data adalah menelaah seluruh data yang tersedia dari berbagai sumber, yaitu wawancara, pengamatan, yang sudah ditulis dalam catatan lapangan, dokumen pribadi, dokumen resmi, gambar foto, dan sebagainya.

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif kualitatif yaitu metode penelitian tentang riset yang bersifat deskriptif dan cenderung analisis berdasarkan subjek dan teori yang ada secara jelas. Hal ini dilakukan terhadap ketel uap bantu yang ada di kapal MV. PORT ADELAIDE.

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. DESKRIPSI DATA

Ketel uap di kapal MV. PORT ADELAIDE adalah tipe OEV-200-16 yang diproduksi oleh OSAKA BOILER Mfg. Co. Ltd. Ketel uap ini merupakan salah satu permesinan bantu yang digunakan sebagai penghasil uap yang mana uap tersebut digunakan memanaskan bahan bakar *Heavy fuel oil*, pemanas air dan pembersihan jelaga di *economizer*. Ketel uap ini hanya bekerja saat kapal sedang berhenti dan saat kapal berada pada kecepatan rendah. Adanya *economizer* yang dipasang pada saluran gas buang mesin penggerak utama, membuat ketel uap ini menjadi tidak berfungsi saat kapal sedang dalam kecepatan tinggi atau saat gas buang Mesin penggerak utama cukup untuk memanaskan air yang mengalir pada *economizer*.

Pada prakteknya, permasalahan-permasalahan dan alarm yang sering di jumpai dari permesinan bantu ini adalah permasalahan-permasalahan yang muncul dari sistem pembakarannya. Hitamnya gas buang pembakaran *burner* yang keluar dari cerobong asap dapat menjadi ancaman serius karena merupakan pencemaran lingkungan yang dapat di tuntut oleh negara dan pemerintahan setempat. Sistem pembakaran yang *Start-stop* secara auto, sering menjadi kendala dan terjadinya *trip*/alarm karena gagalnya pembakaran awal pada ruang bakar. Adapun permasalahan pada *shaft* kopling yang patah, merupakan masalah yang sangat tidak disangka dan sangat menyulitkan pihak kapal terutama masinis tiga yang memegang tanggung jawab ketel uap.

1. **Terjadinya penumpukan karbon di ruang bakar sehingga menyebabkan hitamnya asap atau gas buang ketel uap pada cerobong asap.**

   Pada 18 Mei 2018, saat kapal sedang posisi sandar Masinis 3 dan Kadet sedang mengecek ruang bakar boiler, terlihat penumpukan karbon yang cukup banyak yang menimbulkan banyaknya permasalahan pada saat pembakaran.
   Dibawah ini terdapat data data yang diambil berupa gambar berdasarkan apa yang terjadi.

Gambar 4.1 (Penumpukan Karbon)

Gambar 4.2 (Pembersihan *Rotary Cup*)

Gambar 4.3 (Gas Buang berwarna hitam)

Gambar diatas menjelaskan kondisi terjadinya penumpukan karbon pada ruang bakar boiler dan sisa sisa karbon yang menempel pada sisi *rotary cup*. Gambar yang diambil oleh penulis berdasarkan kejadian pada tanggal 18 Mei 2018 diatas kapal MV. Port Adelaide. Penulis menyimpulkan bahwa penumpukan karbon ini disebabkan karena bahan bakar yang dikabutkan dan disemprotkan ke ruang bakar tidak terbakar sehingga membeku/*solid* dan dalam waktu yang lama menyebabkan penumpukan di ruang bakar. Selain itu, kotornya *forced draft fan* juga menyebabkan kurangnya suplai udara masuk ke ruang bakar, rendahnya temperature bahan bakar yang masuk ke ruang bakar, serta rendahnya temperatur udara yang masuk melalui *forced draft fan* yang menyebabkan suhu diruang bakar boiler tidak sesuai untuk melakukan proses pembakaran. Dari penumpukan karbon diatas maka terjadilah kotor atau hitamnya gas buang yang terlihat pada cerobong asap, karena karbon yang menumpuk terbakar kembali dan menghasilkan gas berwarna hitam yang dapat mencemarkan udara dan lingkungan sekitar.

Berdasarkan peraturan dari MARPOL 73/78 dalam annex VI yaitu peraturan terhadap pencegahan pencemaran udara dari kapal kapal. MARPOL Annex VI mulai berlaku pada tanggal 19 Mei 2005. Ini memperkenalkan persyaratan untuk mengatur polusi udara yang dipancarkan oleh kapal, termasuk emisi zat yang menipis ozon, nitrogen oksida (NOx), sulfur oksida (SOx), senyawa organik volatil (VOC) dan insinerasi kapal. Ini juga menetapkan persyaratan untuk fasilitas resepsi untuk limbah dari sistem pembersihan gas buang, insinerator, kualitas minyak bahan bakar, untuk platform lepas pantai dan rig pengeboran dan untuk pembentukan SOx daerah kontrol emisi (SECAs). 5

2. Terjadinya kegagalan di pembakaran awal

Kegagalan di pembakaran awal dapat disebabkan oleh banyak hal, tetapi berdasarkan apa yang penulis alami, didapatkan data data berupa gambar serta pertanyaan pertanyaan pada masinis 3 yang bertanggung jawab terhadap Ketel Uap. Berikut ini gambar gambar yang disajikan.

Gambar 4.4 (*Flame Eye*)

Gambar 4.5 (Pembersihan ruang bakar)

Berdasarkan kejadian yang penulis alami pada tanggal 26 Mei 2018 disaat kapal memasuki area dengan iklim yang dingin, ada beberapa faktor penyebab terjadinya kegagalan pembakaran awal. *Flame eye* yang tidak berfungsi secara optimal dikarenakan tertutup oleh tumpukan karbon, sehingga *Flame eye* tidak menangkap titik nyala api pada ruang bakar. Selanjutnya, saat memasuki iklim dingin, suhu di ruang bakar, bahan bakar, serta temperature udara yang masuk

terlalu rendah sehingga tidak mendukung kelancaran proses pembakaran pada ketel uap, dan juga penumpukan karbon menyebabkan terhempasnya karbon karbon tersebut oleh udara masuk, dan menutupi *pilot burner*. Pembersihan ruang bakar pun perlu dilakukan, karena ruang bakar yang kotor dapat merusak berbagai komponen komponen diruang bakar serta menghambat proses pembakaran. Pembersihan dapat dilakukan setiap kali kapal sandar dipelabuhan dan boiler dalam kondisi mati atau *shut down.* Pembersihan dapat menggunakan *vacuum* untuk abu sisa pembakaran dan skop kecil untuk mengumpulkan sisa sisa karbon secara manual.

B. ANALISIS DATA

SEGITIGA API

Berdasarkan prinsip segitiga api, yang mana sebuah pembakaran hanya dapat terjadi apabila terdapat tiga unsur, yaitu: temperature, udara (oksigen), dan bahan bakar, maka penulis akan menitikberatkan perhatian dan analisa kepada tiga unsur tersebut.

a. Pengaruh udara

Sistem pembakaran pada ketel uap di kapal MV. PORT ADELAIDE adalah sistem pembakaran tipe *FORCED DRAFT ROTARY-CUP ATOMIZING SYSTEM*. Sesuai dengan teori yang di tuliskan di Bab II, tipe pembakaran *rotary-cup* ini menggunakan mangkuk berputar yang berputar dengan kecepatan tinggi. Selain itu pengabutan bahan bakar ke ruang bakar/*furnance* di bantu oleh udara primer sekitar 20% dari jumlah udara yang di butuhkan. *Forced draft fan* yang di gunakan adalah tipe *compound-turbo fan* dengan kapasitas 2Nm^3/min untuk *primary* dan 34Nm^3/min untuk *secondary*.

b. Pengaruh bahan bakar

Bahan bakar yang di gunakan ada dua, yaitu:

1) *Heavy fuel oil* : digunakan sebagai bahan bakar utama
2) *Marine diesel oil* : digunakan oleh *pilot burner* sebagai pemantik atau pemicu pembakaran utama.

Akan tetapi, pada sistem perpipaan bahan bakar, bahan bakar utama dapat pula diganti dengan *Marine Diesel Oil.*

Pemanas yang di gunakan oleh sistem bahan bakar ketel uap ini adalah pemanas dengan tipe elektrik yang di produksi oleh TOYO HEATER Mfg. Co. Ltd. Kapasitas pemanasan adalah 150 kg/jam dengan temperature *in-let* 60˚C.

Pompa yang di gunakan untuk mengalirkan bahan bakar utama adalah *trochodial gear type* produksi NIPPON G-ROTAR Mfg. Co. Ltd dengan kapasitas 600 kg/jam. Apabila pompa bahan bakar difungsikan secara otomatis, maka pompa ini hanya akan bekerja saat sistem pembakaran akan memulai pembakaran, dan akan berhenti apabila pembakaran telah selesai dilakukan. Tetapi jika fungsinya diubah ke manual, maka pompa tersebut akan terus bekerja dan bahan bakar akan terus bersirkulasi pada system bahan bakar.

c. Pengaruh temperatur

Rute perjalanan kapal MV. PORT ADELAIDE yang melewati dua musim yang berbeda, yaitu musim panas dan musim dingin membuat penulis menemukan perbedaan mencolok pada saat melewati dua kondisi tersebut, yaitu lebih seringnya terjadi *miss fire*/kegagalan pembakaran awal pada saat berada di musim dingin dibandingkan pada saat berada di musim panas.

Pada saat berada di Korea Selatan tepatnya di akhir tahun, temperatur kamar mesin bisa mencapai dibawah 20˚C, dan temperatur udara bebas (diluar kapal) bisa mencapai 11˚C. Dan pada keadaan seperti ini, *start burning/* pembakaran awal sering mengalami kegagalan, bahkan sulit untuk dilakukan. Akibatnya, bahan bakar yang keluar dan tidak terbakar seketika membeku dan menumpuk di ruang bakar seperti tumpukan arang atau karbon.

Sebaliknya, saat berada di Malaysia dan Singapore, temperatur kamar mesin begitu panas bahkan bisa mencapai 48-50˚C. Tetapi pada kondisi ini sangat jarang terjadinya *miss fire*/gagal pengapian pada sistem pembakaran ketel uap.

Berdasarkan data-data yang telah terkumpul serta teori-teori yang di dapatkan dari beberapa buku referensi, maka penulis akan menganalisa permasalahan-

permasalahan yang terjadi dan menyimpulkan penyebab dari permasalahan-permasalahan tersebut.

1. Terjadinya penumpukan karbon diruang bakar.

Berdasarkan teori telah tertulis pada bab II, penumpukan karbon dapat disebabkan oleh pembakaran yang tidak sempurna. Tidak terbakarnya karbon (C) menjadi karbon dioksida (CO_2) dan tidak semua hydrogen (H) menjadi air (H_2O) menyebabkan gas buang atau asap memiliki kandungan CO, H_2, dan C. (T.Van der veen – tehnik ketel uap, 1977)

Adapun pembakaran yang baik menurut T.Van der veen adalah jika 3 unsur terpenuhi dan mencukupi, yaitu:

a. Udara yang cukup (zat asam)
b. Percamuran udara yang baik dengan bahan bakar
c. Temperature yang cukup.

Berdasarkan pengalaman penulis selama praktek, penumpukan karbon di ruang bakar terjadi ketika bahan bakar yang dikabutkan dan disemprotkan ke ruang bakar tidak terbakar sehingga membeku dan menumpuk di ruang bakar.

Pembakaran yang tidak sempurna dapat disebabkan oleh kurangnya udara *secondary* yang mengakibatkan bahan bakar bereaksi secara menyeluruh, serta kurangnya udara *primary* yang menyebabkan percampuran bahan bakar tidak sempurna. Selain itu, terlalu rendahnya temperature bahan bakar dan udara masuk membuat bahan bakar tidak tereaksi dan terbakar secara menyeluruh.

Apabila temperature ruang bakar terlalu rendah, maka api dapat mati secara tiba-tiba. (T.Van der veen, 1977 : 3.1)

Dapat dilihat pula pada bab III bahwa spesifikasi udara masuk ruang bakar adalah 45˚C. Sedangkan di daerah yang bersuhu di bawah 15˚C, temperatur kamar mesin dapat mencapai di bawah 20˚C.

Dari uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa pembakaran yang tidak sempurna dan penyebab dari hitamnya gas buang serta penumpukan karbon diruang bakar antara lain:

a. Kotornya *forced draft fan* yang menyebabkan *supply* udara berkurang
b. Kurang tepatnya pengaturan *damper*/katup udara dari *forced draft fan*
c. Terlalu rendahnya temperature udara masuk
d. Terlalu rendahnya temperature bahan bakar.

2. Terjadinya kegagalan di pembakaran awal

Berdasarkan teori yang diambil dari buku *'engineering knowledge for marine engineers vol 8'* yang ditulis oleh Paul A Russell, Leslie Jackson, dan Thomas D Morton (1966 : 57-59), didapatkan bahwa untuk mencapai titk nyala/*flash point*, maka bahan bakar *Heavy fuel oil* memerlukan temperature minilmal yang didapatkan dari *pilot burner*. Dan menurut sumber tersebut, titik nyala untuk bahan bakar *Heavy fuel oil* adalah 100˚C.

Berdasarkan pembahasan pada masalah sebelumnya, rendahnya temperatur bahan bakar dapat pula disebabkan oleh udara *primary* yang tercampur dengan bahan bakar, sehingga temperatur bahan bakar dapat berkurang saat berada di *burner*. Selain itu, udara *secondary* yang terlalu rendah dapat mempengaruhi temperatur ruang bakar.

Berdasarkan pengalaman penulis selama praktek, karbon-karbon yang menumpuk dan berada di ruang bakar dapat terhempas dan menutupi *pilot burner*, sehingga arah dari api pemicu/pemantik yang dihasilkan oleh *pilot burner* tidak akan tetuju kearah semburan bahan bakar *Heavy fuel oil.*

Selain itu, karbon-karbon yang menumpuk diruang bakar dapat menutupi *flame eye* yang merupakan sensor nyala api. Sehingga mengganggu sistem kontrol otomatis dari sistem pembakaran ketel uap itu sendiri.

Dari uraian di atas, penulis menyimpulkan beberapa sumber permasalahan yang menyebabkan terjadinya kegagalan pembakaran awal, antara lain:

a. Udara masuk yang terlalu rendah
b. Temperatur bahan bakar yang terlalu rendah
c. Kotornya ruang bakar

C. ALTERNATIF PEMECAHAN MASALAH

Setelah dilakukan perumusan pada sub-bab sebelumnya tentang penyebab dari masalah-masalah yang terjadi, pada sub-bab ini penulis akan merumuskan pula alternatif-alternatif yang dapat dilakukan sebagai pemecahan dan pencegahan dari masalah-masalah yang terjadi pada sistem pembakaran ketel uap.

1. Penumpukan karbon dan kotornya atau hitamnya gas buang sistem pembakaran ketel uap.

Berdasarkan uraian yang di lakukan pada sub-bab sebelumnya, dirumuskan bahwa penyebab-penyebab dari penumpukan karbon di ruang bakar dan hitamnya gas buang hasil pembakaran adalah sebagai berikut:

a. Kotornya *forced draft fan* yang menyebabkan *supply* udara berkurang
b. Tidak tepatnya pengaturan *damper*/katup udara dari *forced draft fan*
c. Terlalu rendahnya temperatur udara masuk
d. Terlalu rendahnya temperatur bahan bakar.

Berikut adalah alternatif-alternatif yang dapat dilakukan sebagai pencegahan dan antisipasi guna mencegah terjadinya penumpukan karbon di ruang bakar dan hitamnya gas buang hasil pembakaran:

a. Pembersihan *forced draft fan*

Kurangnya udara yang masuk sebagai udara *primary* dan udara *secondary* dapat terjadi karena kotornya rumah kipas pada *fan*. Banyaknya kotoran-kotoran seperti debu dan material-material lain dapat menyumbat isapan udara ke dalan *fan* dan mengurangi jumlah udara yang akan di *supply* ke ruang bakar dan ke *burner*.

Pembersihan ini belum pernah dilakukan oleh penulis selama satu tahun praktek di kapal MV. PORT ADELAIDE. Hal ini disebabkan karena banyaknya pekerjaan dikapal dan belum siapnya masinis untuk melakukan pembersihan rumah kipas tersebut. Tetapi berdasarkan pengamatan penulis dan hasil studi dari teori-teori yang didapatkan, maka penulis menyimpulkan bahwa pembersihan *forced draft fan* tersebut dapat menunjang pencegahan pembakaran yang tidak sempurna pada ruang

bakar, sehingga intensitas penumpukan karbon dan hitamnya gas buang dapat dikurangi.

b. Pengaturan ulang *damper*/katup udara dari *forced draft fan*

Sebelum udara memasuki *burner* dan ruang bakar, jumlah *supply* udara terlebih dahulu di atur oleh *damper*/katup udara karena kebutuhan udara saat *blow up*, pembakaran awal dan proses pembakaran utama berbeda. *Damper/*katup udara ini di atur secara otomatis oleh *controller*, tetapi *setting-input/*pengaturan katup udara ini dapat di rubah secara manual.

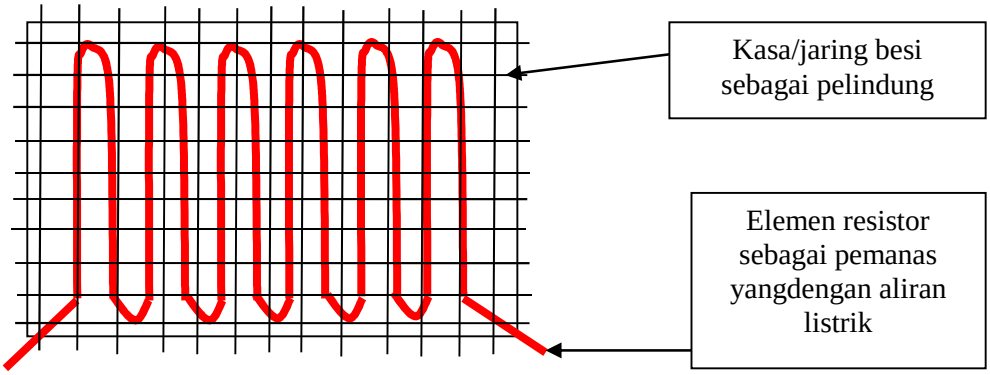
Pemahaman masisnis tentang jumlah udara yang dibutuhkan oleh *burner* dan ruang bakar tentu diperlukan. Adapun sumber yang dapat diambil sebagai tolak ukur pengaturan ulang adalah *manual book* dari *maker*.

Pengaturan katup udara dapat pula menjadi salah satu pencegahan temperatur ruang bakar dan bahan bakar yang terlalu rendah. Apabila udara masuk memiliki temperatur yang terlalu dingin, maka selain dengan meningkatkan temperatur udara masuk, alternatif lain adalah dengan mengurangi jumlah udara masuk yang terlalu dingin, sehingga penurunan temperatur di ruang bakar dan yang terjadi pada bahan bakar tidak terlalu signifikan.

c. Pemasangan *pre-heater* udara

Pemasangan *pre-heater* udara ini sesuai yang di tuliskan oleh IR. MJ. Djokosetyardjo (1987 : 316) dalam bukunya ‘KETEL UAP’. Pemasangan *pre-heater* udara ini dilakukan guna meningkatkan udara yang masuk ke dalam *forced draft fan*. Dengan adanya *pre-heater* ini dapat mencegah udara masuk yang terlalu dingin ke dalam ruang bakar dan *burner*. Sehingga, pengoperasian ketel uap di dareah yang temperaturnya sangat rendah pun tidak akan menjadi masalah.

Pre-heater ini dapat di buat sendiri menggunakan media listrik, yaitu dengan elemen resistor yang dapat menimbulkan panas yang di selimuti dengan jaring besi/kasa dan di pasangkan di lubang masuknya udara menuju fan.



Gambar 4.6 gambar *pre-heater* udara

Dengan adanya *pre-heater* ini, maka udara masuk dapat ditingkatkan temperaturnya dan mengurangi resiko penurunan temperatur pada ruang bakar dan bahan bakar.

d. Pengaturan ulang pemanas/*heater* bahan bakar

Berdasarkan data yang tercantum dalam bab III tentang spesifikasi komponen system bahan bakar, diketahui bahawa *oil heater*/pemanas bahan bakar menggunakan tipe elektrik yang memanfaatkan media listrik sebagai pemanas bahan bakar. *Set-input*/pengaturan kontrol temperatur dapat di ubah oleh masinis dengan mengikuti panduan dari *manual book*.

Pengaturan ulang pemanas bahan bakar ini dapat di sesuaikan dengan kualitas bahan bakar yang ada. Hal ini dilakukan dengan melihat data dari *bunker delivery note* atau catatan penerimaan bahan bakar yang didapatkan setiap *bunker*.

Hal lain yang dapat menjadi acuan dari pengaturan pemanas bahan bakar ini adalaha dengan memeriksa dan meninjau ulang temperatur bahan bakar yang masuk ke sistem pembakaran dengan melihat *thermometer* yang ada pada sistem bahan bakar. Apabila temperature bahan bakar tidak sesuai, maka pemanas bahan bakar dapat diatur ulang.

2. Kegagalan pembakaran awal

Berdasarkan uraian pada sub-bab sebelumnya, penulis merumuskan penyebab-penyebab terjadinya kegagalan pembakaran awal sebagai berikut:

a. Udara masuk yang terlalu rendah
b. Temperatur bahan bakar yang terlalu rendah
c. Kotornya ruang bakar
d. Kotornya *Atomizer* pada *Pilot Burner* dan ruang bakar

Berikut adalah perumusan alternate-alternatif sebagai pencegahan dan antisipasi guna tidak terjadinya kegagalan pembakaran awal:

a. Pemasangan *pre-heater* udara masuk

   Seperti yang telah diuraikan pada permasalahan sebelumnya, kondisi udara yang sangat rendah di daerah yang dingin menyebabkan temperatur ruang bakar menjadi sangat rendah. Hal ini dapat terjadi saat dilakukan *blow-up* sebelum di lakukan pembakaran awal. Ketika ruang bakar bersuhu terlalu dingin, maka titik nyala bahan bakar tidak akan tercapai.

   Dengan adanya *pre-heater*, maka hal tersebut dapat di cegah. Sehingga baik di daerah dingin sekalipun, maka pengoperasian ketel uap secara otomatis tidak akan menjadi masalah.

   Selain itu, dengan adanya *pre-heater* dapat mencagah penurunan temperatur bahan bakar di *burner* akibat udara *primary* yang terlalu rendah.

b. Pengaturan ulang pemanas bahan bakar

   Tidak cukupnya temperatur bahan bakar dapat mengakibatkan tidak tercapainya titik nyala bahan bakar. Hal ini dapat diantisipasi dengan menaikkan suhu dari bahan bakar tersebut, salah satunya adalah dengan pengaturan ulang pemanas bahan bakar, yaitu dengan menaikkan *set-point* pemanas bahan bakar. Dengan peningkatan temperatur bahan bakar dari pemanas, maka diharapkan, terlalu rendahnya temperatur udara masuk tidak akan terlalu mempengaruhi dan menghambat pembakaran awal.

c. Membersihkan ruang bakar secara rutin

   Ruang bakar yang dipenuhi oleh sisa-sisa pembakaran tidak sempurna yaitu karbon atau zat arang, dapat mempengaruhi kerja *pilot burner* sebagai

pemicu nyala api dari pembakaran utama dan *flame eye* sebagai sistem kontrol yang menangkap sinyal cahaya sebagai indikator nyala api.

Dengan rutin memeriksa dan membersihkan ruang bakar, maka terjadinya kegagalan pembakaran awal dapat di cegah.

d. Pembersihan *burner* secara rutin

Selain menghalangi saluran *pilot burner* dan mengotori kaca *flame eye*, zat arang yang ada pada ruang bakar dapat pula menyumbat aliran bahan bakar utama pada *burner*. Oleh karena itu, pembersihan *burner* secara rutin pun sangat penting dilakukan guna memperlancar aliran dan pengabutan bahan bakar ke ruang bahar.

D. EVALUASI TERHADAP ALTERNATIF PEMECAHAN MASALAH.

Pada sub-bab sebelumnya, penulis telah menyebutkan masing-masing alternative dan tindakan yang dapat dilakukan guna mencegah dan mengantisipasi permasalahan-permasalahan yang terjadi. Tetapi pada prakteknya, tidak semua alternative tersebut dapat diaplikasikan karena alternate-alternatif tersebut memiliki kekurangan dan kelebihan, keuntungan dan kerugian yang harus difikirkan oleh masinis sebagai pemimpin yang mengambil keputusan diatas kapal.

Berikut adalah uraian tentang keuntungan dan kerugian dari alternative-alternatif yang telah disebutkan oleh peulis pada sub-bab sebelumnya:

1. Terjadinya penumpukan karbon diruang bakar yang menyebabkan hitamnya gas buang ketel uap.

a) Pembersihan *forced draft fan*

1) Keuntungan

a) Tidak memerlukan pemesanan *spare part* baru ke perusahaan

b) Pengerjaan yang mudah dan tidak memerlukan pemahaman yang terlalu rumit

2) Kerugian
    a) Pengerjaan hanya dapat dilakukan apabila ketel uap benar-benar tidak digunakan selama pengerjaan.

b) Pengaturan ulang *damper*/katup udara dari *forced draft fan*
    1) Keuntungan
        a) Pengerjaan dapat di lakukan meskipun ketel uap sedang beroperasi atau dalam keadaan dibutuhkan
        b) Waktu pengerjaan terbilang singkat dan tidak memerlukan waktu yang terlalu lama
    2) Kerugian
        a) Apabila pengerjaan dilakukan dengan tidak tepat, maka dampak yang lebih buruk dapat terjadi
        b) Pengerjaan harus dilakukan langung oleh masinis dan tidak dapat diwakilkan oleh oiler ataupun rating

c) Pemasangan *pre-heater* udara
    1) Keuntungan
        a) Merupakan cara yang efektif untuk meningkatkan temperatur udara masuk
        b) Dampak yang dihasilkan cukup besar, karena akan mengurangi penurunan temperatur baik pada ruang bakar maupun ruang bakar
        c) Tidak memerlukan perawatan khusus dalam pemakaiannya
    2) Kerugian
        a) Dibutuhkan elemen khusus dalam pembuatannya
        b) Menambah beban pada pemakaian daya listrik
        c) Apabila pembuatannya tidak sesuai, maka dapat membahayakan karena elemen bisa menjadi terlalu panas
        d) Memerlukan pemesanan khusus apabila memesan kepada perusahaan

d) Pengaturan ulang pemanas/*heater* bahan bakar
    1) Keuntungan
        a) Pengerjaan dapat dilakukan kapan saja, termasuk saat ketel uap sedang di operasikan

b) Memberikan dampak yang besar terhadap perubahan temperatur bahan bakar
c) Dapat menurunkan viskositas bahan bakar
d) Cara pengaturan yang mudah

2) Kerugian
a) Membutuhkan pemahaman dan perhitungan yang tepat dalam pengaturan pemasan bahan bakar tersebut
b) Resiko yang akan terjadi akan mempengaruhi banyak hal apabila temperature menjadi terlalu panas, seperti pompa, pipa, dan trip *FO high temperature*.
c) Pengerjaan harus di lakukan langsung oleh masinis dan tidak bisa di lakukan oleh rating.

e) Pembersihan *burner* secara rutin
1) Keuntungan
a) Gas buang hasil pembakaran menjadi lebih bersih
b) Mengurangi resiko kerusakan pada komponen *burner*
c) Pengabutan bahan bakar akan menjadi lebih baik
d) Cara pengerjaan yang mudah
2) Kerugian
a) Pembersihan harus dilakukan secara rutin, sekurang-kurangnya satu kali per hari

2. Kegagalan pembakaran awal

a) Pemasangan *pre-heater* udara
1) Keuntungan
a) Merupakan cara yang efektif untuk meningkatkan temperatur udara masuk
b) Dampak yang dihasilkan cukup besar, karena akan mengurangi penurunan temperatur baik pada ruang bakar maupun ruang bakar
c) Tidak memerlukan perawatan khusus dalam pemakaiannya
2) Kerugian
a) Dibutuhkan elemen khusus dalam pembuatannya

b) Menambah beban pada pemakaian daya listrik
c) Apabila pembuatannya tidak sesuai, maka dapat membahayakan karena elemen bisa menjadi terlalu panas
d) Memerlukan pemesanan khusus apabila memesan kepada perusahaan

b) Pengaturan ulang pemanas/*heater* bahan bakar
1) Keuntungan
a) Pengerjaan dapat dilakukan kapan saja, termasuk saat ketel uap sedang dioperasikan
b) Memberikan dampak yang besar terhadap perubahan temperatur bahan bakar
c) Dapat menurunkan viskositas bahan bakar
d) Cara pengaturan yang mudah

2) Kerugian
a) Membutuhkan pemahaman dan perhitungan yang tepat dalam pengaturan pemasan bahan bakar tersebut
b) Resiko yang akan terjadi akan mempengaruhi banyak hal apabila temperatur menjadi terlalu panas, seperti pompa, pipa, dan trip *FO high temperature*.
c) Pengerjaan harus dilakukan langsung oleh masinis dan tidak bisa dilakukan oleh *rating*.

c) Pembersihan *burner* secara rutin
1) Keuntungan
a) Gas buang hasil pembakaran menjadi lebih bersih
b) Mengurangi resiko kerusakan pada komponen *burner*
c) Pengabutan bahan bakar akan menjadi lebih baik
d) Cara pengerjaan yang mudah
2) Kerugian
a) Pembersihan harus dilakukan secara rutin, sekurang-kurangnya satu kali per hari

E. PEMECAHAN MASALAH YANG DIPILIH

Setelah dilakukan analisa dan uraian yang panjang, berdasarkan data-data dan analisa yang telah dilakukan, berikut adalah alternatif-alternatif yang paling tepat untuk dilakukan guna mengantisipasi dan mencegah permasalahan-permasalahan yang ada:

1. **Penumpukan karbon diruang bakar yang menyebabkan kotornya atau hitamnya gas buang hasil pembakaran ketel uap.**
   a. Pembersihan *forced draft fan*
   b. Pengaturan ulang pemanas/*heater* bahan bakar
   c. Melakukan pembersihan pada ruang bakar secara rutin.

2. **Kegagalan pembakaran awal**
   a. Pemasangan *pre-heater* udara
   b. Pengaturan ulang pemanas/*heater* bahan bakar
   c. Pembersihan *burner* secara rutin

BAB V

PENUTUP

A. KESIMPULAN

1. **Hitam atau kotornya gas buang hasil pembakaran ketel uap pada cerobong asap.**

   Secara garis besar, hitamnya asap dan penumpukan karbon terjadi karena pembakaran yang tidak sempurna pada ruang bakar serta tidak terbakarnya bahan bakar yang disemprotkan ke ruang bakar. Hal ini dapat dicegah dengan perawatan dan menjaga komponen komponen yang berkaitan dengan unsur unsur segitiga api, yaitu : forced draft fan, system bahan bakar, dan temperature ruang bakar.

2. **Kegagalan pembakaran awal otomatis (*Miss Fire)* pada boiler.**

   Kegagalan pembakaran awal terjadi akibat terlalu rendahnya temperature diruang bakar dan bahan bakar, sehingga tidak tercapainya titik nyala api bahan bakar. Selain itu, terhambatnya system pembakaran awal seperti *pilot burner* dan *flame eye* dapat mengganggu system pembakaran awal sehingga terjadi kegagalan pada pembakaran awal. Hal ini dapat dicegah dengan menjaga kualitas bahan bakar dan udara serta temperature yang mendukung system kerja pembakaran, serta menjaga kondisi ruang bakar guna menghindari penghambatan pada pembakaran awal.

   Kesimpulan dari semua permasalahan dan penanganan tersebut adalah perawatan yang berawal dari pemahaman masinis tentang cara kerja dan aspek aspek yang berpengaruh pada system pembakaran ketel uap ini merupakan penunjang utama guna pencegahan masalah masalah yang terjadi.

B. SARAN

Dalam upaya memperlancar kinerja sistem pembakaran ketel uap, maka di bagian ini akan memberikan saran sesuai dengan pengetahuan dan pemahaman penulis dari permasalahan dibawah ini :

1. **Hitam atau kotornya gas buang hasil pembakaran ketel uap pada cerobong asap.**
2. **Kegagalan pembakaran awal otomatis pada ketel uap *(Miss Fire)*.**

Masinis yang memegang tanggung jawab pada ketel uap disarankan untuk memperhatikan perawatan terhadap komponen pada ketel uap terutama komponen komponen yang ada pada sistem pembakaran, seperti sistem bahan bakar, sistem udara, dan kondisi material pada komponen komponen tersebut, yaitu :

1. Membersihkan ruang bakar secara rutin sesuai dengan perencanaan perawatan yang berlaku untuk menghindari penumpukan karbon dan membersihkan *strainer* bahan bakar yang mengalir masuk ke dalam ruang bakar boiler.
2. Membersihkan dan melakukan perawatan pada *pilot burner* seminggu sekali, membersihkan komponen komponen pembakaran dari karbon ataupun kotoran yang menempel pada sisi sisi *rotary cup, forced draft fan, flame eye* dan komponen lain yang berkaitan dengan sistem pembakaran.

DAFTAR PUSTAKA

T. Van der veen, *Tehnik Ketel Uap,* 1977

T. Van der veen, *Tehnik Ketel Uap,* (1977 : 14.1)

Carbon, (https://id.wikipedia.org/wiki/Karbon)

Optimalisasi, KBBI, 2008

Ir. M. Djokosetyardjo, *Ketel Uap,* (1987: 156-157)

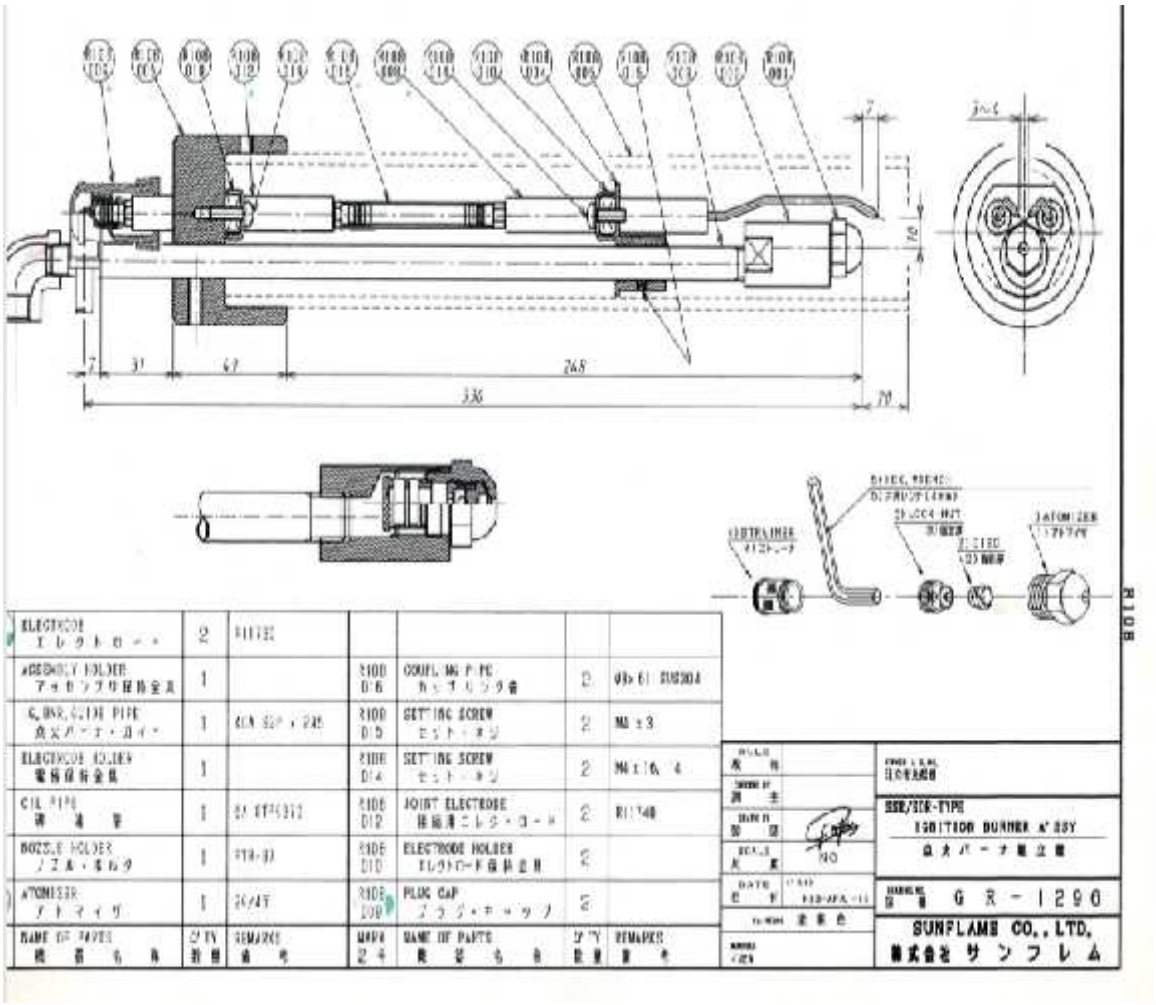
T. Van der veen, *Tehnik Ketel Uap,* (1977: 3.4-3.6)

Paul A Russell, Leslie Jackson, dan Thomas D Morton-general, *engineering knowledge for marine engineers vol 8*, 1966

Boiler Manual Instruction Book, Type OEV-200-16, Naikai Zosen Corporation

Lampiran 1

Pilot Burner



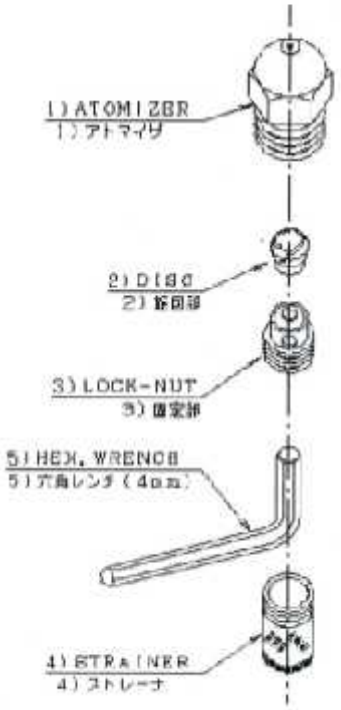
ELECTRODE エレクトロード	2	R10B2				
ASSEMBLY HOLDER アッセンブリ保持金具	1		R10B D6	COUPLING PIPE カップリング管	2	φ9×6t SUS304
GUIDE PIPE 点火パーナ・ガイド	1	φ14 SCH40	R10B D9	SETTING SCREW セットネジ	2	M8 x 8
ELECTRODE HOLDER 電極保持金具	1		R10B D14	SETTING SCREW セットネジ	2	M6 x 6
OIL PIPE 油通管	1	φ8 SCH40	R10B D12	JOINT ELECTRODE 接続用エレクトロード	2	R1/4B
NOZZLE HOLDER ノズル・ホルダ	1	PT8-03	R10B D10	ELECTRODE HOLDER エレクトロード保持金具	2	
ATOMISER アトマイザ	1	20A4T	R10B D08	PLUG CAP プラグ・キャップ	2	
NAME OF PARTS 部品名称	Q'TY 数量	REMARKS 備考	MARK 記号	NAME OF PARTS 部品名称	Q'TY 数量	REMARKS 備考

SCALE 尺度	1/2
DATE 日付	平成4年4月11日
日本語名称	
SSR/SSR-TYPE IGNITION BURNER N° 03Y 点火バーナ組立図	
DRAWING NO. 図番	G R - 1290
SUNFLAME CO., LTD. 株式会社 サンフレム	

R10B

Lampiran 2

Overhaul *Atomizer*



Over-haul of Atomizer

When you clean the atomizer, please overhaul as shown in the left-hand sketch for effective clean.

Please be aware of the direction of Disc.2) when re-assemble.

Strainer 4) is not installed on the atomizer in case of C-Oil since impurities like tar will be adhered on the filter and this will cause bad oil flow.

アトマイザの分解

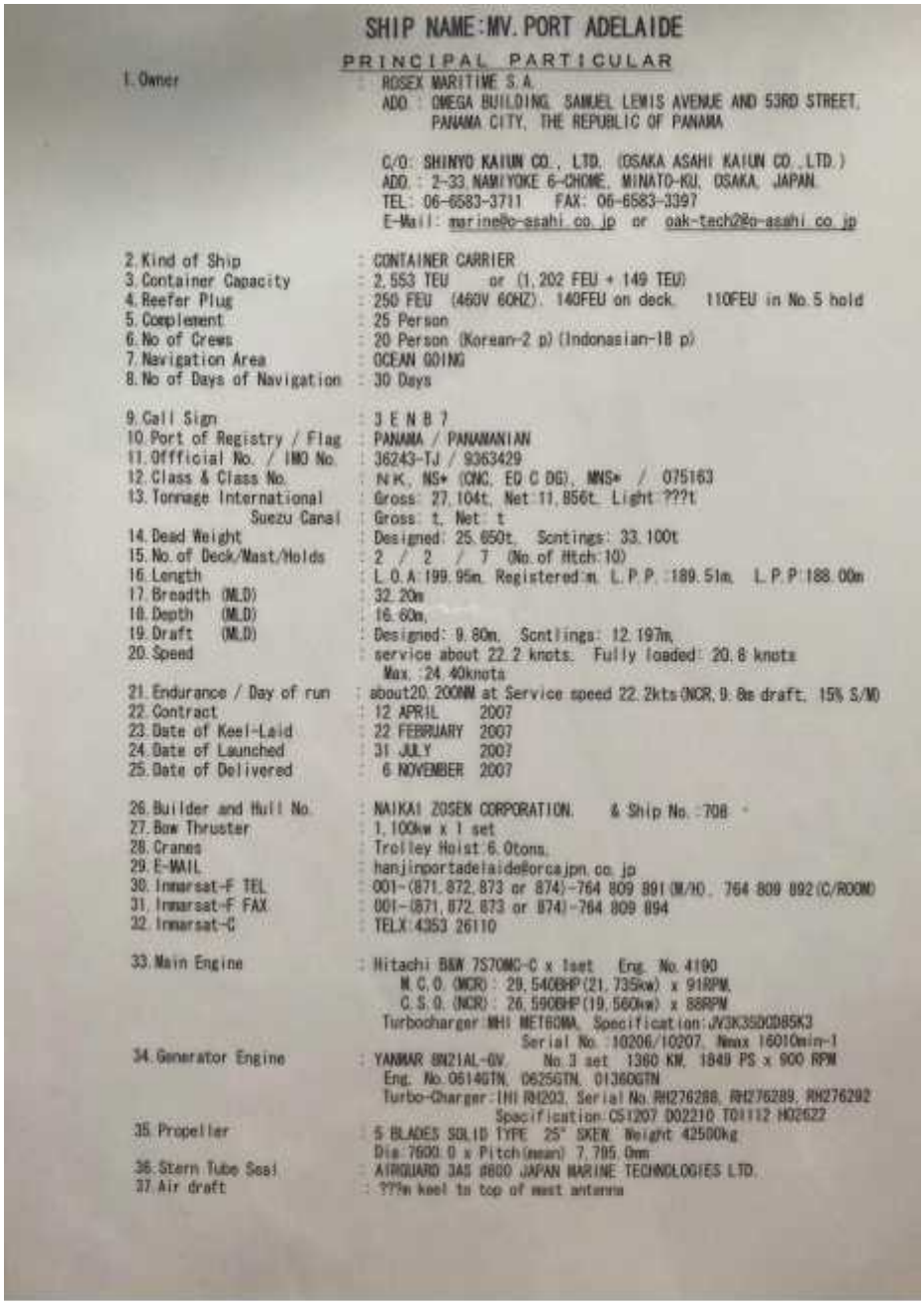
アトマイザ洗浄の際に、左のように分解洗浄すればより効果的です。

組立ての際に、2)旋回部の向きにご注意下さい。

燃料がC重油の場合は、ストレーナにタール状の不純物が付着しますの流れを阻害しますので、ストレーナは取り外してあります。

Lampiran 3

Ship Particular



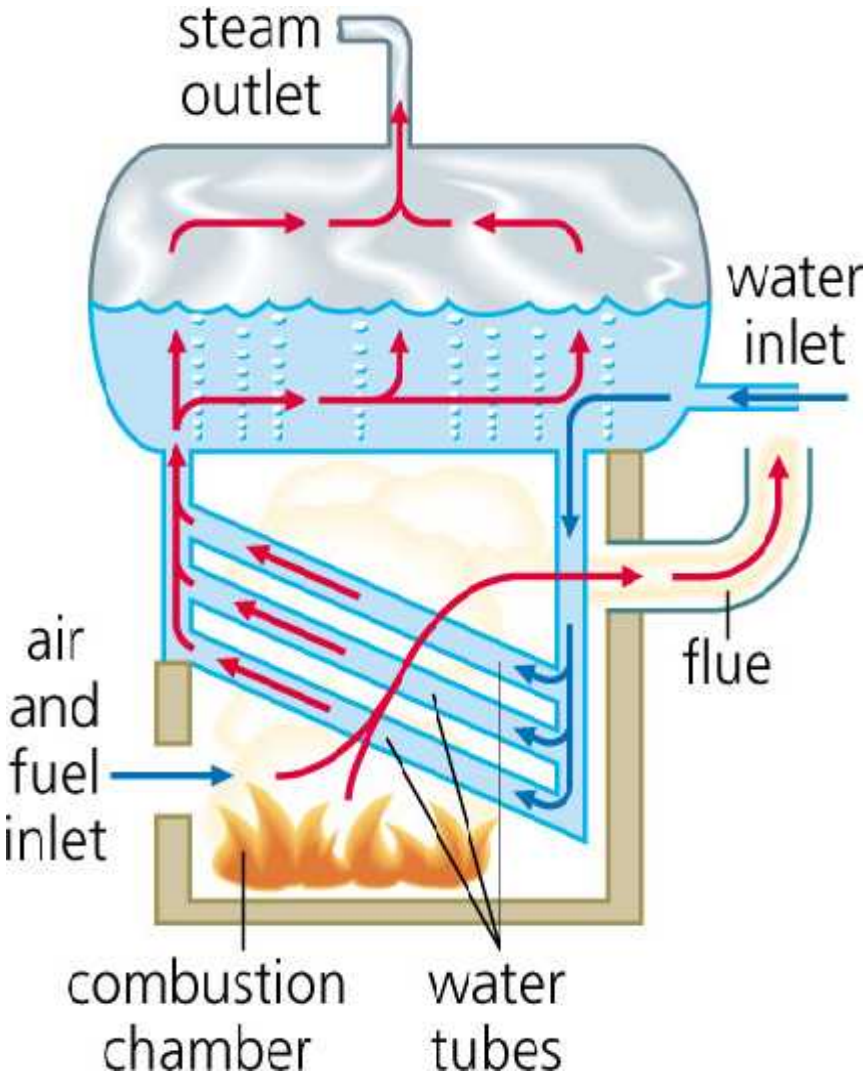
SHIP NAME:MV. PORT ADELAIDE

PRINCIPAL PARTICULAR

1. Owner	: ROSEX MARITIME S.A. ADD : OMEGA BUILDING, SAMUEL LEWIS AVENUE AND 53RD STREET, PANAMA CITY, THE REPUBLIC OF PANAMA C/O: SHINYO KAIUN CO., LTD. (OSAKA ASAHI KAIUN CO.,LTD.) ADD : 2-33,NAMIYOKE 6-CHOME, MINATO-KU, OSAKA, JAPAN. TEL: 06-6583-3711 FAX: 06-6583-3397 E-Mail: marine@o-asahi.co.jp or oak-tech2@o-asahi.co.jp
2. Kind of Ship	: CONTAINER CARRIER
3. Container Capacity	: 2,553 TEU or (1,202 FEU + 149 TEU)
4. Reefer Plug	: 250 FEU (460V 60HZ). 140FEU on deck. 110FEU in No.5 hold
5. Complement	: 25 Person
6. No of Crews	: 20 Person (Korean-2 p)(Indonasian-18 p)
7. Navigation Area	: OCEAN GOING
8. No of Days of Navigation	: 30 Days
9. Call Sign	: J E N B 7
10. Port of Registry / Flag	: PANAMA / PANAMANIAN
11. Offficial No. / IMO No.	: 36243-TJ / 9363429
12. Class & Class No.	: N K, NS* (CNC, EO C DG), MNS* / 075163
13. Tonnage International	: Gross: 27,104t, Net 11,856t, Light ???t
Suezu Canal	: Gross: t, Net: t
14. Dead Weight	: Designed: 25,650t, Scntings: 33,100t
15. No. of Deck/Mast/Holds	: 2 / 2 / 7 (No.of Htch:10)
16. Length	: L.O.A:199.95m, Registered:m, L.P.P.:189.51m, L.P.P:188.00m
17. Breadth (MLD)	: 32.20m
18. Depth (MLD)	: 16.60m,
19. Draft (MLD)	: Designed: 9.80m, Scntlings: 12.197m,
20. Speed	: service about 22.2 knots, Fully loaded: 20.8 knots Max.:24.40knots
21. Endurance / Day of run	: about20,200NM at Service speed 22.2kts(NCR,9.8m draft, 15% S/M)
22. Contract	: 12 APRIL 2007
23. Date of Keel-Laid	: 22 FEBRUARY 2007
24. Date of Launched	: 31 JULY 2007
25. Date of Delivered	: 6 NOVEMBER 2007
26. Builder and Hull No.	: NAIKAI ZOSEN CORPORATION. & Ship No.:708
27. Bow Thruster	: 1,100kw x 1 set
28. Cranes	: Trolley Hoist 6.0tons,
29. E-MAIL	: hanjinportadelaide@orca.jpn.co.jp
30. Inmarsat-F TEL	: 001-(871,872,873 or 874)-764 809 891(M/M), 764 809 892(C/ROOM)
31. Inmarsat-F FAX	: 001-(871,872,873 or 874)-764 809 894
32. Inmarsat-C	: TELX:4353 26110
33. Main Engine	: Hitachi B&W 7S70MC-C x 1set Eng. No.4190 M.C.O.(MCR): 29,540BHP(21,735kw) x 91RPM, C.S.O.(NCR): 26,590BHP(19,560kw) x 88RPM Turbocharger:MHI MET60MA, Specification:JV3K35DCD85K3 Serial No.:10206/10207, Nmax 16010min-1
34. Generator Engine	: YANMAR 6N21AL-GV, No.3 set 1360 KW, 1849 PS x 900 RPM Eng. No.0614GTN, 0625GTN, 0136DGTN Turbo-Charger:IHI RH203, Serial No.RH276288, RH276289, RH276292 Spacification:CS1207 D02210 TD1112 H02622
35. Propeller	: 5 BLADES SOLID TYPE 25° SKEW Weight 42500kg Dia.7600.0 x Pitch(mean) 7,795.0mm
36. Stern Tube Seal	: AIRGUARD 3AS 0800 JAPAN MARINE TECHNOLOGIES LTD.
37. Air draft	: ???m keel to top of mast antenna

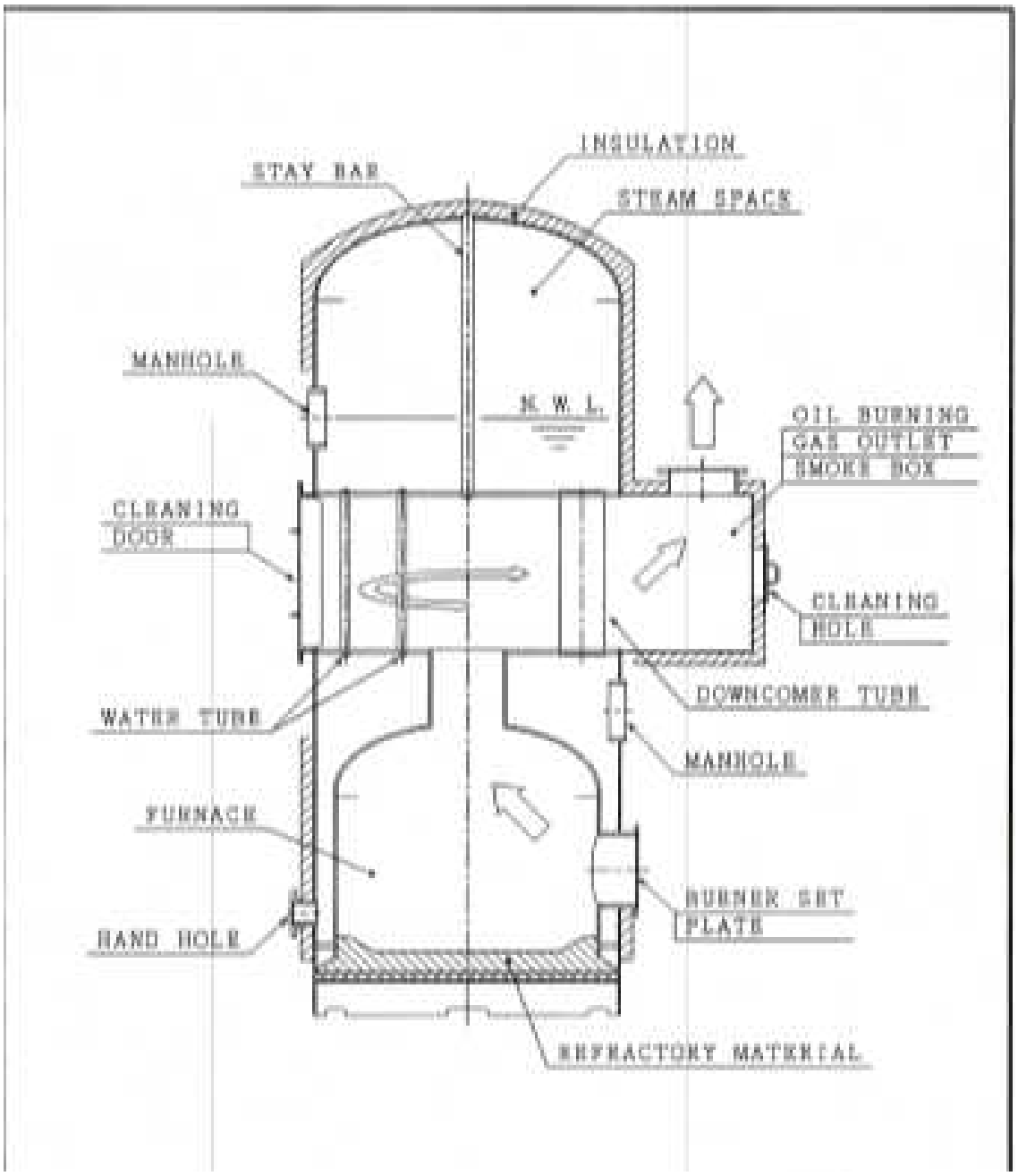
Lampiran 4

Skema *Water Tube Boiler*



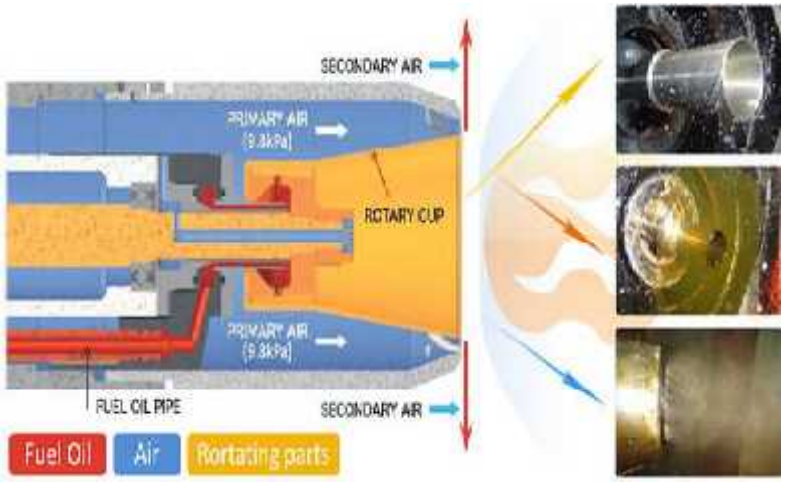
Lampiran 5

Struktur Ketel Uap



Lampiran 6

Rotating Cup Burner

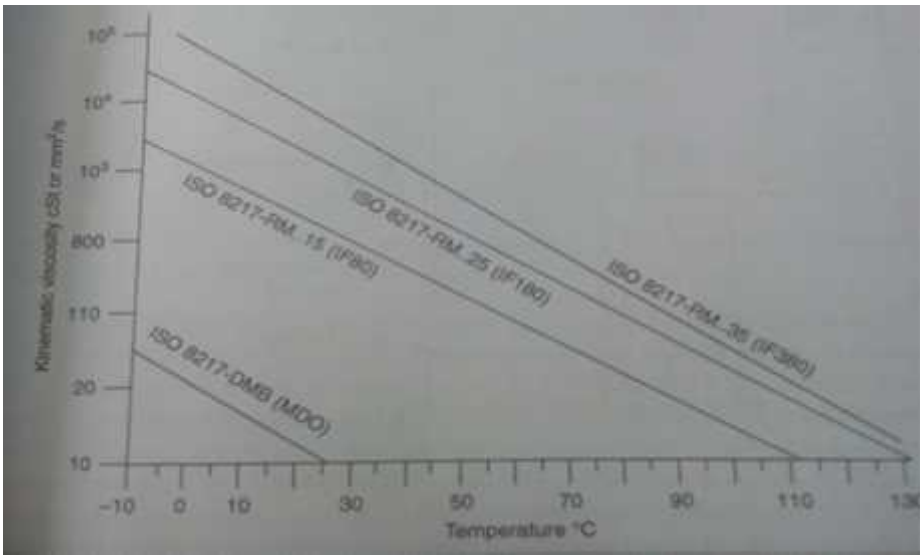


Lampiran 7

Barometer

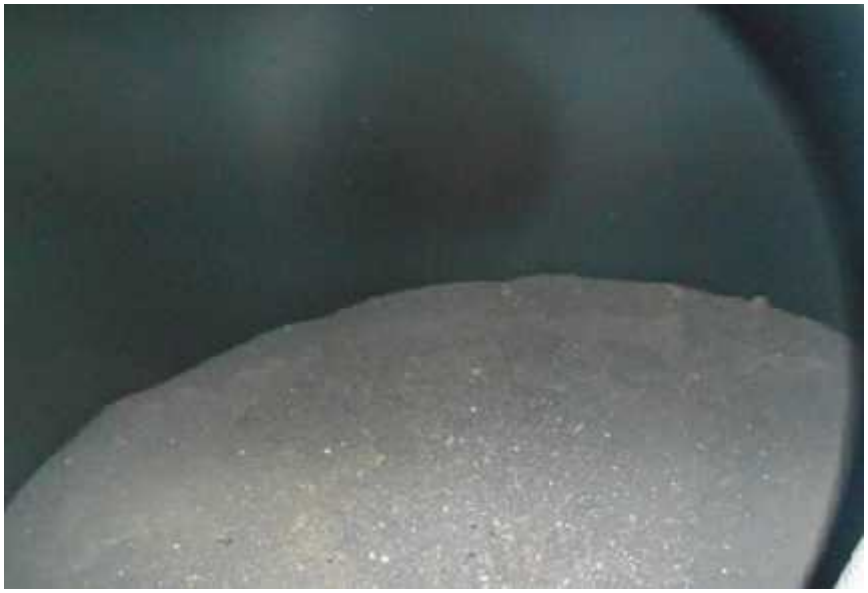
Lampiran 8

Diagram *Viscosity*



Lampiran 9

Penumpukan *Carbon*



Lampiran 10

Pembersihan *Rotary Cup*

Lampiran 11

Gas Buang berwarna hitam

Lampiran 12

Flame Eye

Lampiran 13

Pembersihan Ruang bakar