KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN



SKRIPSI

PENINGKATAN PERAWATAN ALAT PEMBAKAR KETEL BANTU UNTUK MENUNJANG KELANCARAN PENGOPERASIAN PADA KAPAL MV. PEGASUS PACER

Oleh :

ANTONIUS AMBARITA
NRP: 15.8501/T

PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV
JAKARTA
2019

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN

SKRIPSI

PENINGKATAN PERAWATAN ALAT PEMBAKAR KETEL BANTU UNTUK MENUNJANG KELANCARAN PENGOPERASIAN PADA KAPAL MV. PEGASUS PACER

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan
Untuk Penyelesaian Program Pendidikan Diploma IV

Oleh :

ANTONIUS AMBARITA
NRP: 15.8501/T

PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV
JAKARTA
2019

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN

TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI

Nama	**: ANTONIUS AMBARITA**
NRP	**: 15.8501/T**
Program Pendidikan	**: Diploma IV**
Jurusan	**: TEKNIKA**
Judul	**: PENINGKATAN PERAWATAN ALAT PEMBAKAR KETEL BANTU UNTUK MENUNJANG KELANCARAN PENGOPERASIAN PADA KAPAL MV. PEGASUS PACER.**

Jakarta, 24 Juli 2019

Pembimbing I

BAIHAQI, M.M.Tr., M.Mar E
Pembina (IV/a)
NIP: 19671212 200312 1 001

Pembimbing II

TRISTANTI, M.Pd
Penata Tk. I (III/d)
NIP: 19720424 200212 2 007

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknika

NAFI ALMUZANI, M.M.Tr
Penata Tk. I (III/d)
NIP: 19720901 200502 1 001

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN

TANDA TANGAN PENGESAHAN SKRIPSI

Nama	**:**	**ANTONIUS AMBARITA**
NRP	**:**	**15.8501/T**
Program Pendidikan	**:**	**Diploma IV**
Jurusan	**:**	**TEKNIKA**
Judul	**:**	**PENINGKATAN PERAWATAN ALAT PEMBAKAR KETEL BANTU UNTUK MENUNJANG KELANCARAN PENGOPERASIAN PADA KAPAL MV. PEGASUS PACER**

Ketua Penguji	**Anggota**	**Anggota**
NAFI ALMUZANI, M.M.Tr	**SURSINA, ST, MT**	**TRISTANTI, M.Pd**
Penata Tk. I (III/d)	**Penata Tk. I (III/d)**	**Penata Tk. I (III/d)**
NIP: 19720901 200502 1 001	**NIP: 19720723 199803 2 001**	**NIP: 19720424 200212 2 007**

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknika

NAFI ALMUZANI, M.M.Tr
Penata Tk. I (III/d)
NIP: 19720901 200502 1 001

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN

TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI

Nama	**: ANTONIUS AMBARITA**
NRP	**: 15.8501/T**
Program Pendidikan	**: Diploma IV**
Jurusan	**: TEKNIKA**
Judul	**: PENINGKATAN PERAWATAN ALAT PEMBAKAR KETEL BANTU UNTUK MENUNJANG KELANCARAN PENGOPERASIAN PADA KAPAL MV. PEGASUS PACER.**

Jakarta, 24 Juli 2019

Pembimbing I

BAIHAQI, M.M.Tr., M.Mar E
Pembina (IV/a)
NIP: 19671212 200312 1 001

Pembimbing II

TRISTANTI, M.Pd
Penata Tk. I (III/d)
NIP: 19720424 200212 2 007

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknika

NAFI ALMUZANI, M.M.Tr
Penata Tk. I (III/d)
NIP: 19720901 200502 1 001

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN

TANDA TANGAN PENGESAHAN SKRIPSI

Nama	:	**ANTONIUS AMBARITA**
NRP	:	**15.8501/T**
Program Pendidikan	:	**Diploma IV**
Jurusan	:	**TEKNIKA**
Judul	:	**PENINGKATAN PERAWATAN ALAT PEMBAKAR KETEL BANTU UNTUK MENUNJANG KELANCARAN PENGOPERASIAN PADA KAPAL MV. PEGASUS PACER**

Ketua Penguji	Anggota	Anggota
NAFI ALMUZANI, M.M.Tr	**SURSINA, ST, MT**	**TRISTANTI, M.Pd**
Penata Tk. I (III/d)	**Penata Tk. I (III/d)**	**Penata Tk. I (III/d)**
NIP: 19720901 200502 1 001	**NIP: 19720723 199803 2 001**	**NIP: 19720424 200212 2 007**

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknika

NAFI ALMUZANI, M.M.Tr
Penata Tk. I (III/d)
NIP: 19720901 200502 1 001

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat, berkat, dan marifat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Dalam hal ini penulis mengambil bidang keahlian Teknik, berusaha menyusun skripsi ini dengan judul:

"PENINGKATAN PERAWATAN ALAT PEMBAKAR KETEL BANTU UNTUK MENUNJANG KELANCARAN PENGOPERASIAN PADA KAPAL MV. PEGASUS PACER"

Penulis menyadari bahwa penyusun skripsi ini jauh dari sempurna dan masih banyak terdapat kekurangan, baik ditinjau dari cara penyajian penulisan, penyajian materi, serta penggunaan bahasa, mengingat akan keterbatasan kemampuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun guna penyempurnaan skripsi ini, yang akhirnya dapat berguna untuk umum maupun penulis sendiri.

Penulis dapat menyelesaikan skripsi ini berkat adanya bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, maka dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyusun skripsi ini, terutama kepada:

1. Yth, Capt. Marihot Simanjuntak, M.M, selaku Ketua Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta.
2. Yth, Bapak Nafi Almuzani, M.M.Tr, selaku Ketua Jurusan Teknika.
3. Yth, Bapak Baihaqi, M.M.Tr ., M.Mar E, sebagai Dosen Pembimbing materi skripsi, yang telah rela meluangkan sedikit waktunya untuk membimbing dan memberikan arahan dalam penyusunan skripsi.
4. Yth, Ibu Tristanti, M.Pd, sebagai Dosen Pembimbing penulisan, yang telah memberikan bimbingan tentang penulisan skripsi ini.
5. Yth, Ayah dan Ibunda, Damasi Ambarita, dan Elfrida Debora Kristina, yang telah memberikan doa dan dukungan baik moral maupun spiritual.
6. Kepada saudari penulis, Renata Ambarita yang memberikan semangat dan inspirasi penulis.

7. Seluruh Crew kapal MV.PEGASUS PACER, terutama untuk perwira mesin yang telah membimbing dan mengarahkan saya selama menjadi cadet.
8. Kepada rekan-rekan taruna khususnya Angkatan LVIII atas kebersamaannya.
9. Senior-senior dan junior yang telah banyak membantu, memberi dukungan dan doa.
10. Teman kamar di dormitori H-201 yang telah memberikan banyak bantuan.
11. Seluruh pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung serta teman – teman lainnya yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan sehingga penulis dapat menyelasaikan skripsi ini.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa selalu melimpahkan rahmat-Nya kepada mereka atas segala bantuan dan jasa baiknya yang telah diberikan.

Akhirnya penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini jauh dari sempurna dan masih banyak terdapat kekurangan – kekurangan, maka dari itu penulis mengharapkan tanggapan dan saran dari semua pihak guna menambah wawasan ilmu yang berguna nantinya bagi penulis dan para pembaca di masa yang akan datang.

Jakarta, Juli 2019

Penulis,

ANTONIUS AMBARITA
NRP. 15.8501/T

DAFTAR ISI

Halaman

SAMPUL DALAM i
TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI ii
TANDA TANGAN PENGESAHAN iii
KATA PENGANTAR iv
DAFTAR ISI vi
DAFTAR BAGAN viii
DAFTAR GAMBAR ix
DAFTAR TABEL x
DAFTAR LAMPIRAN xi

BAB I PENDAHULUAN
A. LATAR BELAKANG 1
B. IDENTIFIKASI MASALAH 2
C. BATASAN MASALAH 3
D. RUMUSAN MASALAH 3
E. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN 3
F. SISTEMATIKA PENULISAN 4

BAB II LANDASAN TEORI
A. TINJAUAN PUSTAKA 6
B. KERANGKA PEMIKIRAN 22

BAB III METODE PENELITIAN
A. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN 25
B. METODE PENDEKATAN DAN TEKNIK PENGUMPULAN DATA 26
C. SUBJEK PENELITIAN 29
D. TEKNIK ANALISIS DATA 30

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN
A. DESKRIPSI DATA 31
B. ANALISIS DATA 34

C. ALTERNATIF PEMECAHAN MASALAH 37
D. EVALUASI PEMECAHAN MASALAH 39
E. PEMECAHAN MASALAH..... 42

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN
A. KESIMPULAN 43
B. SARAN..... 44

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN
DAFTAR ISTILAH

DAFTAR BAGAN

Halaman

Bagan 2.1 Siklus perawatan berencana untuk mesin kapal..... 9

Bagan 2.2 Kerangka pemikiran penelitian 24

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1 Sistem bahan bakar *burner* 11

Gambar 2.2 Ilustrasi sederhana ketel uap 12

Gambar 2.3 Ketel uap pipa air 13

Gambar 2.4 Proses pembentukan uap 14

Gambar 4.1 Saringan bahan bakar 34

Gambar 4.2 Karbon pada *nozzle* 35

Gambar 4.3 Retakan pada elektroda 37

Gambar 4.4 Pengaturan jarak elektroda 39

Gambar 4.5 Perawatan terhadap *nozzle* 40

Gambar 4.6 Penggantian *nozzle* yang baru 40

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 3.1 Data kapal 26

Tabel 4.1 Data ketel uap 32

Tabel 4.2 *Pressure* sesuai *manual book* 36

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.1 *Ship's Particular* MV. PEGASUS PACER

Lampiran 1.2 *Crew List* MV. PEGASUS PACER

Lampiran 1.3 *Nozzle* dan elektroda kotor

Lampiran 1.4 Kerusakan pada elektroda

Lampiran 1.5 Pemasangan *nozzle* dan elektroda

Lampiran 1.6 Pemasangan elektroda rod

Lampiran 1.7 Pengetesan pengabutan *nozzle*

Specification of Boiler

Boiler Record

Sinopsis Skripsi

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Seiring semakin berkembangnya transportasi laut, kapal yang merupakan transportasi yang dibutuhkan untuk mengangkut dengan kapasitas yang besar. Sebagai alat trasportasi yang memiliki kapasitas yang besar maka dari itu untuk memperlancar arus perdagangan, pengoperasian kapal harus dijaga agar bisa digunakan kapan saja dan dimana saja sehingga memperlancar proses pengiriman barang. Merupakan suatu kenyataan bahwa sampai saat ini di kapal-kapal niaga masih banyak kita jumpai instalasi tenaga uap sebagai instalasi bantu.

Dari pengalaman berlayar praktek laut, penulis ingin membahas kejadian yang ada di atas kapal MV. PEGASUS PACER tempat penulis melaksanakan praktek laut. Sebagai instalasi tenaga uap, ketel bantu penting untuk digunakan sebagai pemanas, baik sebagai pemanas bahan bakar, pemanas ruangan, pemanas air atau juga untuk keperluan dapur.

Ketel uap yaitu suatu bejana tertutup yang dapat menghasilkan uap bertekanan lebih dari satu atmosfer dengan jalan pemanasan air ketel yang berada di dalamnya dengan gas-gas panas hasil pembakaran bahan bakar.

Pada saat penulis melakukan praktek laut sering terjadi ketidakfungsian saat mengoperasikan ketel uap yang merupakan sarana penunjang kelancaran pengoperasian mesin induk diatas kapal. Adapun hambatan yang terjadi ketel uap sering tidak dapat berfungsi ketika pergantian media pemanas dari gas buang mesin induk menjadi media pemanas *burner*. Dengan adanya hambatan ini dapat

menurunkan tekanan uap, yang dapat mempengaruhi kualitas bahan bakar terhadap mesin induk. Dengan adanya hambatan seperti ini Masinis III merupakan penanggung jawab atas berjalanya ketel uap melakukan perawatan pada *burner*. Untuk menunjang kelancaran *burner* seharusnya selalu diadakan perawatan rutin secara berkala, agar tidak mengalami masalah dalam pengoperasian mesin induk di atas kapal. Maka dari itu diperlukannya masinis yang mempunyai kemampuan dan pengetahuan dalam merawat serta mengoperasikan ketel uap dengan baik agar ketel uap diatas kapal berjalan dengan baik dan lancar.

Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menganggap bahwa sistem pembakaran ketel uap bantu adalah satu komponen yang perlu diperhatikan perawatannya guna mencapai kelancaran pengoperasian kapal. Penulis menganggap bahwa ketel uap bantu adalah salah satu komponen yang perlu diperhatikan perawatannya terutama kinerja *burner* yang berperan penting dalam proses pembakaran di ketel uap. Hal tersebut mendorong penulis untuk mengangkat judul skripsi sebagai berikut:

“PENINGKATAN PERAWATAN ALAT PEMBAKAR KETEL BANTU UNTUK MENUNJANG KELANCARAN PENGOPERASIAN PADA KAPAL MV. PEGASUS PACER”

Penulis sendiri berharap setelah terselesaikannya penulisan skripsi ini sehingga dapat menyumbangkan masukan pada pihak kapal terutama masinis jaga agar dapat lebih memahami tentang tindakan-tindakan yang harus dilakukan pada saat melakukan perawatan dan perbaikan pada ketel uap.

B. IDENTIFIKASI MASALAH

Ditinjau dari manajemen pengoperasian, perawatan yang dilakukan pada ketel uap dalam upaya membantu kelancaran operasional kapal ini sangat praktis, tetapi pada pelaksanaannya sering terjadi kesalahan-kesalahan yang dapat mengakibatkkan gangguan terhadap operasional kapal.

Maka penulis menentukan beberapa identifikasi masalah dalam skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Kurangnya kinerja sistem pengapian pada awal penyalaan *burner*.
2. Ketel uap tidak dapat melakukan pembakaran.
3. Kurangnya udara yang masuk kedalam sistem pengapian *burner*.
4. Kurangnnya kualitas bahan bakar yang digunakan.
5. Terjadinya kegagalan pada wal pembakaran *burner*.

C. BATASAN MASALAH

Mengingat banyaknya permasalahan yang dibahas dalam usaha melancarkan operasional kapal, maka penulis membatasi permasalahan yang akan dibahas dalam skripsi ini, yaitu:

1. Kurangnya kinerja sistem pengapian pada awal penyalaan *burner*.
2. Terjadinya kegagalan pada awal pembakaran *burner*.

D. RUMUSAN MASALAH

Permasalahan dalam skripsi ini penulis tuangkan berdasarkan pengamatan yang terjadi pada saat penulis melaksanakan praktek laut di kapal MV. PEGASUS PACER. Mengingat sangat pentingnya ketel uap (*boiler*) sebagai sarana pendukung operasional kapal, dalam hal ini penulis merumuskan masalah yang terjadi

1. Apa penyebab kinerja sistem pengapian pada awal penyalaan *burner* tidak berjalan dengan baik?
2. Apa penyebab terjadinya kegagalan pada awal pembakaran *burner*?

E. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

1. Tujuan dari penelitian

a. Mencari penyebab kurang optimalnya kinerja *burner* pada proses pengapian pada ketel bantu.

b. Untuk mencari solusi penyelesaian terhadap penyebab kurang optimalnya kinerja *burner* pada ketel bantu.

2. Manfaat Penelitian

a. Manfaat secara praktis adalah sebagai gambaran dan pengetahuan bagi perwira dan anak buah kapal bagian mesin untuk dapat memahami pelaksanaan pengoperasian, perawatan, dan dalam menganalisis gejala kerusakan yang sewaktu-waktu dapat terjadi pada *burner*.

b. Kegunaan secara teoritis adalah sebagai bahan masukan yang berguna untuk menambah wawasan pengetahuan, dalam mengatasi dan mengambil keputusan yang dihadapi seputar masalah yang berkaitan dengan *burner*.

F. SISTEMATIKA PENULISAN SKRIPSI

Skripsi ini terdiri dari lima bab, dan setiap bab memiliki keterkaitan sehingga terwujud sistematika penulisan yang sesuai dengan pedoman penulisan skripsi program D IV untuk program studi Teknika Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP). Adapun sistematika penulisan disusun sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Dalam bab ini berisikan lima sub bab yaitu latar belakang pemilihan judul, tujuan pembahasan masalah pokok dan manfaat penelitian, perumusan masalah, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II : LANDASAN TEORI

Pada bab ini menyajikan dan menguraikan tentang hasil penelitian yang dilakukan orang lain terdahulu yang berkaitan dengan kasus yang diangkat. Tinjauan pustaka yang memuat uraian mengenai ilmu yang terdapat dalam pustaka, penjelasan teori-teori yang relevan dengan kasus yang diteliti serta kerangka pemikiran, dan hipotesis.

BAB III : METODE PENELITIAN

Pada bab ini berisi uraian yang menguraikan tentang seberapa lama waktu dan tempat melakukan penelitian, teknik pengumpulan data yang mengungkapkan cara mendapatkan data, populasi dan sample serta teknik analisa mengemukakan metode yang digunakan penulis.

BAB IV : ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi uraian tentang deskripsi data, analisis yang akurat tentang penganalisaan data, dan alternatif pemecahan masalah dan evaluasi pemecahan masalah.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi uraian tentang deskripsi data, analisis yang akurat tentang penganalisaan data, dan alternatif pemecahan masalah dan evaluasi pemecahan masalah.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. TINJAUAN PUSTAKA

Guna menunjang pembahasan skripsi sesuai dengan judul yang dimaksud, maka dibuatlah tinjauan pustaka yang berisi teori-teori, defenisi-defenisi dan bahasan lainnya yang berhubungan dan masih berkaitan langsung dengan pembahasannya yang dipetik dari beberapa buku. Dalam rangka pengoperasian serta perawatan maupun perbaikan kita harus mengikuti panduan yang telah di tuliskan oleh pembuat yang tertuang dalam instruksi manual atau buku petunjuk, sehingga kinerja dari pesawat tersebut dapat optimal dan menunjang kelancaran operasional pelayaran. Selain dari buku penulis juga mengacu pada pengalaman selama melaksanakan praktek kerja laut diatas kapal, akan memberikan dan menjelaskan sarana pendukung permasalahan yang timbul menurut teori-teori yang relevan tentang pengertian-pengertian sekitar penyebab timbulnya permasalahan pada ketel uap mengenai prinsip kerja, dan komponen pendukung lainya.

Beberapa pengertian tentang definisi ketel uap, prinsip kerja ketel uap, dan pengertian yang ada menyangkut ketel uap akan dicantumkan pada bab ini agar para pembaca nantinya mengerti dan memahami masalah pembahasan yang disajikan mengenai kurang optimalnya kinerja *burner* dalam skripsi ini sebagai berikut:

1. Defenisi ketel uap

Ketel uap adalah pesawat dengan air di dalamnya yang di panaskan dengan memberikan kalor yang tidak di ambil oleh pesawat lain, dengan kata lain ialah suatu bejana tertutup yang dapat membentuk uap yang bertekanan lebih dari satu atmosfer, dengan jalan memanaskan air ketel yang berada didalamnya

dengan gas-gas panas dan hasil pembakaran bahan bakar. (Teknik :T. Van Der Ven,1997)

Dikapal tempat penulis melaksanakan praktek kerja laut ketel uap hanya digunakan sebagai ketel bantu sebagai pemanas baik untuk memanaskan bahan bakar, ruangan saat kapal melakukan pelayaran didaerah dingin maupun pemanas air ataupun untuk keperluan dapur.

2. Perawatan

Perawatan adalah suatu kegiatan yang dilakukuan secara sistematis, kegiatan ini merupakan kegiatan mempertahankan kondisi material guna memperlambat kemerosotan baik bahan atau material yang diam maupun yang bergerak.

(Menurut NSOS Manajemen Perawatan Dan Perbaikan)

Melalui perawatan, kita ingin mengendalikan atau memperlambat tingkat kemerosotan kapal yang biasanya dilaksanakan beberapa motivasi. Dalam suatu keadaan kondisi kapal, kita mempunyai pertimbangan dasar:

a. Kewajiban-kewajiban pemilik kapal yang berkaitan dengan keselamatan dan kelayak lautan suatu kapal
b. Menjaga modal dengan cara memperpanjang umur suatu kapal dan menaikkan nilai kapal bekasnya.
c. Menjaga penampilan kapal sebagai sarana pengangkut muatan dengan meningkatkan kemampuan dan efisiensi.
d. Memelihara efisiensi dan mempertahankan pengeluaran operasi.
e. Pengaruh lingkungan terhadap anak buah kapal serta kemampuannya.

Dalam strategi perawatan terdapat dua macam perawatan yaitu perawatan berencana dan perawatan insidensial.

Dalam hal ini perlunya penerapan sistem perawatan berencana atau PMS *(Planned maintenance system)* dengan minimnya pengadaan suku cadang (*spare part*).

PMS *(Planed maintenance system)* terdiri dari beberapa elemen yang saling berkaitan satu sama lain sehingga permesinan dapat diawasi dan kerusakan dapat diperkecil. Elemen-elemen yang dimaksud yaitu rencana kerja, pengontrolan, data informasi dan pelaksanaan instruksi. Sedangkan sistem perawatan berencana bertujuan untuk dilakukan penyusunan rencana-rencana

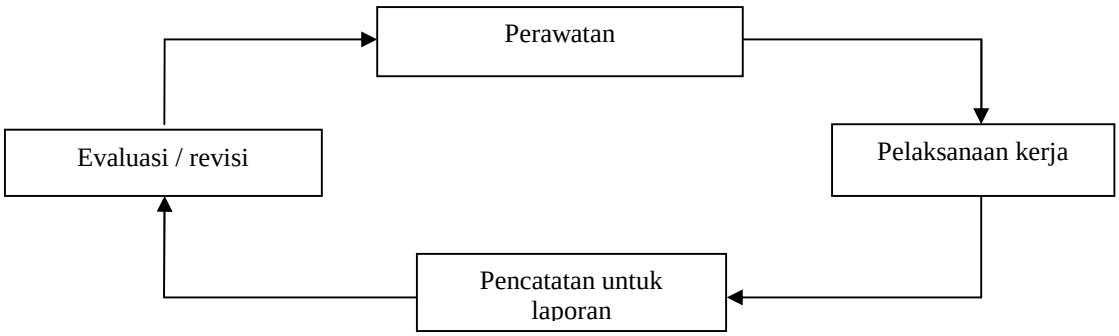
pekerjaan diatas kapal. Sistem ini akan menjadikan perawatan yang berkesinambungan, sehingga bila terjadi pergantian masinis yang akan bertanggung jawab pada sebuah permesinan. Masinis pengganti dapat melanjutkan program-program yang sudah dilakukan oleh masinis sebelumnya. Adapun perawatan-perawatan yang bisa dilakukan:

a. Pengecekan pada kepala pembakar alat pembakar, kondisi dari kepala pembakar tersebut terjadi pemuaian, meleleh, maupun hancur dan lakukan penggantian apabila itu terjadi dan lakukan penyetelan ulang sesuai dengan batas *limit* yang ada pada buku instruksi penggunaan.
b. Pengecekan tekanan dari batang penggerak katup *nozzle*, dapat terbuka pada tekanan berapa, serta pengecekan kelancaran penggerakan dari batang penggerak katup tersebut.
c. Pengecekan kondisi *diffuser disc* (piringan aliran udara pembakar) dan lakukan pembersihan pada lubang-lubang sudu dari kotoran udara.
d. Bersihkan elektroda pembakar dan periksa pengaturannya baik jarak elektroda pembakar dengan *nozzle*, juga jarak antara kedua elektroda pembakar agar mendapatkan pengapian yang sempurna.
e. Periksa posisi, kondisi dan kebersihan dari pendeteksi api (*flame eye*) agar dapat mendeteksi api secara baik.
f. Periksa setiap saringan bahan bakar yang ada pada sistem alat pembakar, bersihkan dan lakukan penggantian apabila perlu dilakukan penggantian apabila kondisinya sudah tidak layak.
g. Periksa *damper fan* pengatur pada baut-baut penguncinya dan juga pada *servo* motornya apabila kurang kuat perlu dikencangkan kembali.
h. Periksa kondisi *selenoid valve* yang ada pada sistem dapat berfungsi dengan baik atau tidak, jika tidak lakukan perbaikan ataupun pengantian.
i. Periksa alat pemanas awal, pastikan pemanas tersebut dapat memanaskan bahan bakar dengan baik, lakukan pengaturan ulang dan perawatan secara berkala.
j. Periksa pelumasan dan sambungan-sambungan pada batang pengatur udara alat pembakar.
k. Bersihkan semua bagian alat pembakar dari debu dan kotoran yang menempel.
l. Periksa konsentrasi pembakaran, pemakaian bahan bakar, gas buang

apabila tidak sesuai dengan rekomendasi buku panduan, lakukan pengaturan ulang pada sistem yang bermasalah tersebut.

m. Periksa kebocoran pada pipa bahan bakar maupun pelumasan, dan lakukan perbaikan apabila itu terjadi.
n. Periksa alat pengukur tekanan, suhu, juga kapasitas sesuai dengan pengukurannya dan lakukan penggantian apabila alat tersebut bermasalah.

Adapun bentuk dari sistem perawatan berencana ini dapat dilihat dalam bentuk siklus sebagai berikut:



Bagan 2.1 Siklus perawatan berencana untuk mesin kapal

Dari siklus diatas dapat disimpulkan bahwa pencatatan adalah cara yang baik untuk dilakukan analisa dan evaluasi terhadap suatu perawatan yang dilakukan. Pencatatan sendiri bertujuan untuk meningkatkan perencanaan perawatan dimasa yang akan datang dengan membandingkan apa yang sudah dilakukan dimasa kini dikarenakan awak kapal yang selalu bergantian.

Mengevaluasi dan memeriksa hasil perawatan :

a. Selama pekerjaan berlangsung kualitas hasil pekerjaan selalu diperiksa agar tidak terjadi pengulangan pekerjaan.
b. Bila terjadi penyimpangan/ masalah harus didiskusikan dengan masinis atau seorang ahli yang berwenang sesuai prosedur yang berlaku.
c. Semua kejadian perawatan dan perbaikan dicatat dengan teliti dalam buku perawatan mesin bersangkutan dan diperkirakan jadwal perawatan selanjutnya.
d. Hasil pekerjaan diperiksa dengan seksama diakhir pekerjaan untuk meyakinkan sesuai dengan yang diharapkan.

3. Alat pembakar (*burner*)

Peranan alat pembakar sangat berpengaruh pada performa ketel uap nantinya, pembakaran bahan bakar yang berupa gas dengan penyetelan yang tepat pengaliran udara pembakaran maka gas yang keluar dari pembakar akan menarik sejumlah udara primer tertentu yang cukup untuk penguraian gas-gas secara terus menerus.

Panas yang dihasilkan dari pembakaran itulah yang digunakan untuk memanaskan air yang diubah menjadi uap, serta mempengaruhi produksi uap dari ketel tersebut, jadi alat pembakar ini sangat penting peranannya.

Jenis pembakar juga terbagi dalam beberapa jenis dan umumnya sering digunakan diatas kapal.

a. Pembakar dengan bahan padat (batu bara)

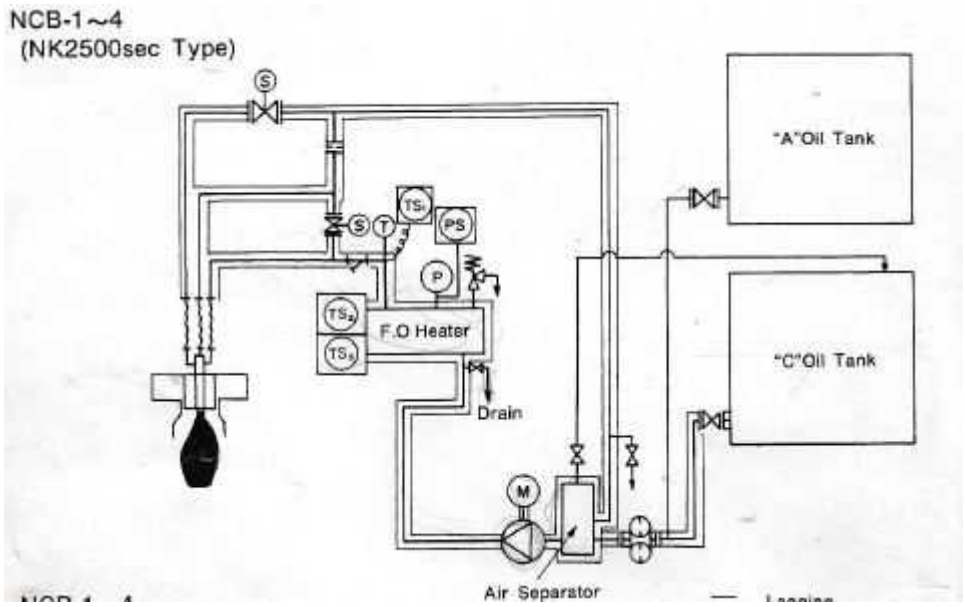
   Bahan bakar padat pada umumnya dibakar diatas rangka bakar, rangka bakarnya dikelilingi seluruhnya dinding-dinding tembokan ketel dari batu tahan api, dengan demikian untuk bahan bakar dengan nilai pembakaran yang rendah dengan mudah bisa mencapai temperature pembakarannya.

   Dinding-dinding tembokan dari batu tahan api, bertindak sebagai penyimpan panas (akumulator panas) bagi bahan bakar segar yang baru saja dilemparkan kedalam tungku. Pada umumnya, tungku dengan cocok bagi bahan bakar yang mempunyai nilai pembakaran yang rendah. Dan panas yang dihasilkan oleh panas bahan padat/ batu bara tadi digunakan untuk memanaskan air yang diubah menjadi uap secara terus menerus.

b. Pembakar dengan minyak bakar (*oil burner*)

   Sebelum bahan bakar dapat dibakar, terlebih dahulu melalui proses-proses penguapan dan penguraian menjadi gas-gas, diperlukan sejumlah panas, yang diambil dari api pembakaran sebelumnya atau suatu pemantik api awal, pada saat yang bersamaan minyak disemprotkan pengabut minyak, yang juga disebut pembakar, dalam bentuk butiran-butiran minyak yang sangat halus menyerupai kabut minyak, dengan udara primer yang masuk ke tungku pembakaran maka terciptanya api, nantinya menghasilkan gas panas yang digunakan sebagai sumber panas pemanas air ketel.

   (KETEL UAP: IR.M.J. DJOKOSETYARDJO 1993:3)



Gambar 2.1 Sistem bahan bakar *burner*

4. Bahan bakar yang digunakan alat pembakar (*burner*)

Bahan bakar yang digunakan pada alat pembakar dapat dibedakan pada jenis alat pembakar itu sendiri, seperti yang sudah dijelaskan diatas alat pembakar terbagi menjadi beberapa jenis yaitu alat pembakar yang menggunakan bahan bakar padat, dan alat pembakar yang menggunakan bahan bakar minyak.

Alat pembakar yang menggunakan bahan bakar padat, tentu menggunakan bahan bakar padat yang biasa digunakan yaitu pada ketel-ketel uap saat ini yaitu batu bara, namun seiring berkembangnya zaman ketel uap saat ini sudah beralih menggunakan bahan bakar minyak, dikarenakan kurangnya efisiensi pemakaian batu bara itu sendiri, selain membutuhkan jumlah yang banyak juga membutuhkan tempat penyimpanan yang cukup besar.

Sedangkan apabila menggunakan bahan bakar minyak, memudahkan dalam penggunaannya juga lebih efisien dalam pemakaian, kebanyakan ketel-ketel uap yang terdapat yang digunakan pada kapal-kapal niaga sudah beralih menggunakan bahan bakar minyak untuk alat pembakarnya, terdapat beberapa jenis bahan bakar minyak yang umumnya sering digunakan diatas kapal:

a. *Marine Diesel Oil* (MDO)

Bahan bakar jenis ini adalah salah satu bahan bakar yang kualitasnya sangat baik, untuk digunakan pada suatu permesinan atau motor bakar

begitu juga pada alat pembakar ketel uap, berasal dari gas minyak berat yang disuling sehingga menghasilkan kualitas minyak jenis. Ini juga memiliki viskositas atau tingkat kekentalan rendah hingga 12 Cst, sehingga tidak perlu dipanaskan untuk digunakan.

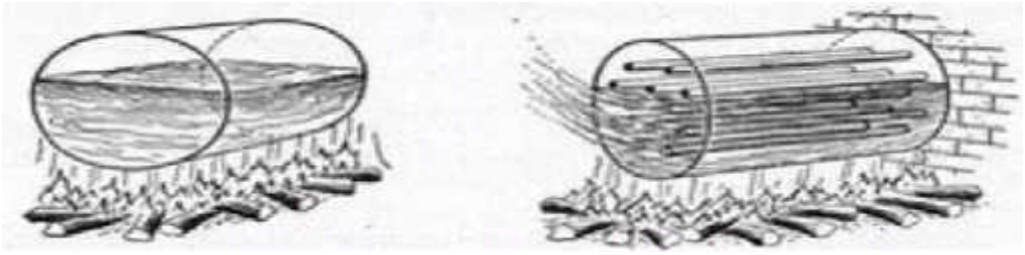
b. *Heavy Fuel Oil* (HFO)

Bahan bakar minyak yang memiliki tingkat residu yang tinggi sangat berbeda dengan *Diesel Oil*, bahan bakar jenis ini tidak melalui banyak proses yang nantinya dapat digunakan, juga memiliki tingkat viskositas atau kekentalan yang tinggi sehingga membutuhkan pemanas agar bahan bakar jenis ini dapat memuai dan dapat digunakan, membutuhkan suhu 220-260^{0}F (104-127^{0}C) juga mengandung kotoran yang tidak diinginkan termasuk 2% air dan $1^1/_2$% tanah, harus melewati atomasi yang tepat agar dapat terbakar secara sempurna.

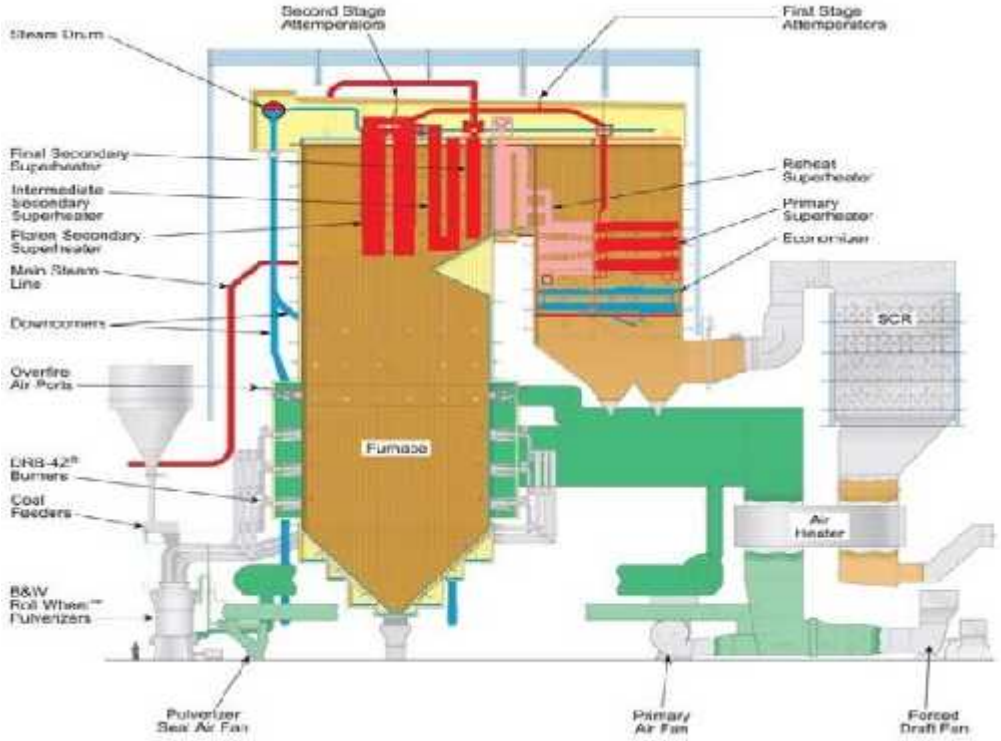
Hampir semua kapal niaga sekarang untuk bahan bakar dari ketel uap menggunakan HFO, dari harga yang lebih murah dibandingkan diesel oil sehingga menghemat biaya pelayaran kapal tersebut, namun dikarenakan kualitas dari bahan bakar itu sendiri yang rendah menimbulkan banyak masalah pada ketel uap itu sendiri.

5. Prinsip kerja ketel uap

Prinsip kerja ketel uap sebenarnya cukup sederhana sama seperti pada saat kita sedang mendidihkan air menggunakan panci. Proses pendidihan air tersebut akan selalu diiringi proses perpindahan panas yang melibatkan bahan bakar, udara, material wadah air, serta air itu sendiri. Proses perpindahan panas ini mencakup tiga jenis perpindahan panas yang sudah sangat kita kenal yakni konduksi, konveksi, dan radiasi. http://artikel-teknologi.com/prinsip-kerja-boiler/



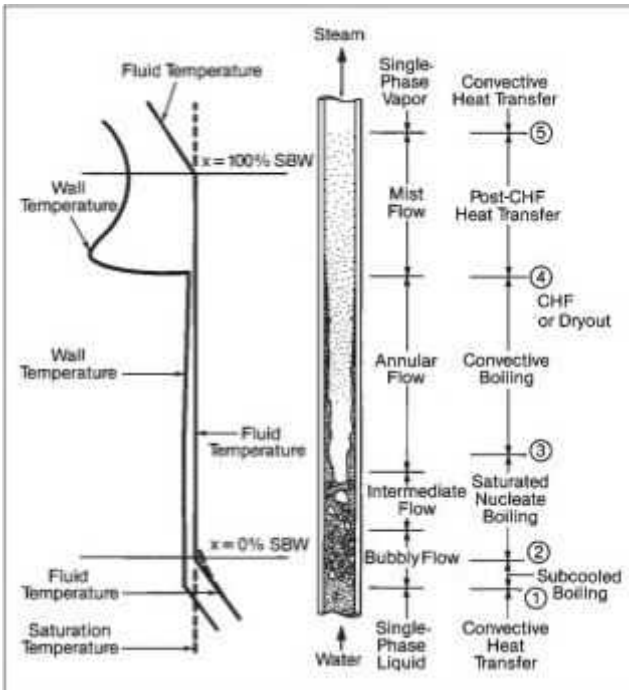
Gambar 2.2 Ilustrasi sederhana ketel uap



Gambar 2.3 Ketel uap pipa air

Pada ketel uap pipa air di atas misalnya, sumber panas didapatkan dari pembakaran bahan bakar di dalam *furnace*. Energi panas ini sebagian akan terpancar secara radiasi ke pipa-pipa *evaporator* sehingga memanaskan pipa-pipa tersebut. Panas yang terserap oleh permukaan pipa akan secara konduksi berpindah ke sisi permukaan dalam pipa. Di dalam pipa, mengalir air yang terus-menerus menyerap panas tersebut. Proses penyebaran panas antar molekul air di dalam aliran ini terjadi secara konveksi. Perpindahan panas konveksi antar molekul air, seakan-akan menciptakan aliran fluida tersendiri terlepas dengan aliran air di dalam pipa-pipa ketel uap.

Gas hasil pembakaran yang mengandung energi panas akan terus mengalir mengikuti bentuk ketel uap hingga ke sisi keluaran. Di sepanjang perjalanan, panas yang terkandung di dalam gas buang akan diserap oleh permukaan pipa-pipa ketel uap dan diteruskan secara konduksi ke air di dalam pipa. Secara bertahap, air akan berubah fase menjadi uap basah (*saturated steam*) dan dapat berlanjut hingga menjadi uap kering (*superheated steam*).



Gambar 2.4 Proses pembentukan uap

6. Pengoperasian

Adalah suatu kegiatan yang dilakukan untuk menghasilkan proses kerja yang sesuai dengan fungsi permesinan tersebut.

Terdapat tiga pokok kondisi pengoperasian ketel uap bantu yaitu:

a. Kondisi ketika pembakar yang ada pada ketel tersebut bekerja sendiri untuk menghasilkan uap bertekanan di dalam ketel, biasanya kondisi seperti ini berlangsung ketika kapal sedang sandar atau berlabuh jangkar dan mesin penggerak utama tidak bekerja sehingga *economizer* yang bekerja berdasarkan gas buang mesin penggerak utama tidak berfungsi.

b. Kondisi ketika pembakar pada ketel dan *economizer* sama-sama bekerja. Kondisi seperti ini dimana pembakar pada ketel dan *economizer* bekerja bersama-sama dan berlangsung ketika produksi uap tidak mencukupi keperluan kebutuhan uap, sehingga di perlukan produksi uap yang lebih besar dengan jalan pengoperasian kedua unsur tersebut.

c. Kondisi di *economizer* bekerja sendiri untuk menghasilkan uap. Kondisi ini biasanya terjadi ketika kapal sudah mencapai kecepatan yang normal, pada perjalanan pelayaran sehingga gas buang dari mesin penggerak utama

yang digunakan sebagai alat memproduksi uap pada *economizer* sudah mencukupi keperluan dan tidak di butuhkan lagi kerja dari pembakar yang terdapat pada ketel uap itu sendiri.

7. Proses terbentuknya uap hasil dari proses pembakaran bahan bakar

Dalam waktu tertentu harus dapat menghasilkan uap dengan berat tertentu dan bertekanan lebih besar dari 1 atmosfer. Uap yang dihasilkan harus dengan kadar air yang sedikit mungkin. Kalau dipakai alat pemanas lanjut, maka pada pemakaian uap yang tidak teratur, suhu uap tidak boleh berubah banyak. Dan harus dapat diatur dengan mudah. Pada waktu olah gerak pemakaian uap berubah-ubah maka tekanan uap tidak boleh berubah banyak. Uap harus dapat dibentuk dengan jumlah bahan bakar serendah mungkin. Susunan bahan bakar harus sedemikian rupa sehingga bahan bakar dapat dibakar dengan tidak memerlukan ongkos dan tenaga yang terlalu besar. (Ketel Uap Untuk Strata A :Ali Bakri Chaniago 1986 : 1).

Ketel uap harus dilengkapi perlengkapan yang sesuai dengan peraturan agar dapat dioperasikan dengan aman. Selanjutnya ketel uap untuk penggunaan dikapal laut pada umumnya harus memenuhi persyaratan kelaik lautan kapal.

Sesuai aturan SOLAS Regulasi 4 yang berisi tentang kemungkinan terjadinya nyala api yang bertujuan untuk mencegah terjadinya nyala api dari benda yang mudah terbakar :

a. Harus menyediakan alat untuk mendeteksi kebocoran cairan yang mudah terbakar.
b. Harus menyediakan alat untuk membatasi akumulasi uap yang mudah terbakar.
c. Kemampuan menyalakan api dari material yang mudah terbakar harus dibatasi.
d. Sumber api harus dibatasi.
e. Sumber api harus terpisah dari material ataupun cairan yang mudah terbakar.
f. Atmosfer didalam tanki muatan harus dibuat mudah keluar dari sumber ledakan.

8.1 Pembatasan penggunaan minyak bahan bakar.

Pembatasan berikut harus digunakan untuk penggunaan minyak sebagai bahan bakar:

a. Kecuali jika diijinkan, tidak diperkenankan menggunakan minyak dengan titik nyala dibawah 60^0C.
b. Dalam generator darurat bahan bakar dengan titik nyala di bawah 48^0C mungkin bisa digunakan.
c. Penggunaan bahan bakar dengan titik nyala kurang dari 60^0C tapi tidak kurang dari 48^0C mungkin bisa digunakan (untuk bahan bakar pompa maupun mesin bantu yang tidak berada didalam ruang mesin).
d. Pada kapal barang penggunaan bahan bakar dengan titik nyala seperti yang diungkapkan diatas, mungkin saja digunakan tetapi dengan syarat bahan bakar tersebut tidak disimpan di sekitar kamar mesin.

8.2 Pengaturan bahan bakar

8.2.1 Lokasi bahan bakar

Pada prakteknya sistem yang menggunakan bahan bakar yang dipanaskan dibawah tekanan melebihi N/mm^2 harus ditempatkan ditempat yang bisa dilihat langsung.

8.2.2 Ventilasi ruang mesin

Ventilasi pada kamar mesin harus dibuat untuk mampu mengeluarkan uap yang mudah terbakar.

8.2.3 Pipa bahan bakar

Material pipa yang digunakan untuk sistem bahan bakar, haruslah material yang telah disetujui. Tekanan tinggi eksternal pada penyaluran bahan bakar, haruslah material yang telah disetujui. Tekanan tinggi eksternal pada peyaluran bahan bakar antara pompa bertekanan tinggi dan pompa injektor harus dilengkapi suatu sistem pipa yang mampu menggantikan kegagalan dari sistem bertekanan tinggi. Sistem pipa bahan bakar tidak boleh berada diatas unit yang bertemperatur tinggi seperti *boiler* atau pipa uap panas. Koneksi dari pipa bahan bakar harus dibuat, untuk mampu mencegah kebocoran pada saat mesin bekerja pada tekanan tinggi.

Puluhan tahun lalu sebagian ketel induk dikapal masih menggunakan ketel uap jenis pipa api merek Schot umpamanya, tetapi sekarang hanya digunakan sebagai ketel bantu. Ketel ini tekanan kerjanya paling tinggi 20 bar dengan temperatur $+300^0$C, disebabkan peredaran airnya kurang baik karena volume airnya besar. Selain itu persoalan ketebalan lorong api yang maksimal 19.6 mm sering menimbulkan pemanasan setempat bila dibuat lebih tipis kekuatannya berkurang untuk menahan tekanan uap yang lebih tinggi meskipun penyerahan panasnya akan lebih baik. Bila dibuat lebih tebal, penyerahan panas lebih lambat akibatnya peredaran air tambah buruk. (Ketel Uap dan Evaporator : HR. Romzana :2000:3).

Untuk ketel uap pada kapal MV. PEGASUS PACER menggunakan cara pengabutan tekan**,** yaitu bahan bakar minyak dengan tekanan tertentu akan mengabut dengan sendirinya. Untuk lebih jelasnya akan dibahas pada bab IV.

8.2.4 Pembakaran bahan bakar

Minyak yang pada dasarnya mengandung unsur-unsur kimia karbon (C), hidrogen (H), dan sedikit belerang (S).masing-masing unsur tersebut dalam proses pembakaran dengan unsur oksigen (O) dari udara. Dan akan menimbulkan panas. Untuk mencapai pembakaran yang sempurna konsentrasi antara campuran bahan bakar, udara, maupun panas harus seimbang. Oleh sebab itu tindakan perawatan serta perbaikan juga penyetelan komponen-komponen pada sistem pembakaran harus di sesuaikan dengan buku instruksi manual.

Proses pembakaran itu dapat di aplikasikan dengan faktor bahan bakar yang mengandung unsur carbon, hydrogen, sulfur. Dan faktor udara (oksigen) di peroleh dari kipas penyuplai, yang mengalirkan udara ke dalam ruang pembakaran, serta faktor panas dengan elektroda pemantik sebagai sumber panas. Maka lengkaplah ketiga unsur terjadinya api yang digunakan di dalam ruang pembakaran sebagai pemanas air ketel sehingga air berubah menjadi uap.

8.2.5 Kondisi normal yang harus dicapai oleh alat pembakar

Kondisi yang harus dicapai dan yang mampu dicapai sesuai yang telah di desain oleh pembuat mesin sangat berpengaruh pada pengoperasian ketel uap bantu diatas kapal, dan kondisi harus selalu terjaga agar pengopeasian ketel uap bantu tersebut berjalan dengan baik sesuai yang diinginkan.

Kondisi-kondisi tersebut yaitu sebagai berikut:

a. Tekanan bahan bakar yang dapat dicapai 1.8 MPa dengan temperature 110^0C sehingga dapat menghasilkan api yang maksimal.
b. Api yang dihasilkan dapat menghasilkan tekanan uap hingga mencapai 4.9 ~ 6.9 kg/cm^2.
c. Api tidak menghasilkan asap hitam.
d. Berjalan baiknya sistem pengapian alat pembakar (*burner*) agar tidak terjadi kegagalan penyalaan awal pada alat pembakar (*burner*).
e. Berjalan baiknya sistem urutan pembakaran agar pembakaran berjalan dengan baik.
f. Terjaganya kualias bahan bakar dengan *viscosity* minimum 380cst pada temperature 50^0C.

8. Pengertian yang ada menyangkut alat pembakar (*burner*) pada ketel uap

Pada ketel uap terdapat beberapa komponen yang harus diketahui sebagai berikut :

a. *Water Drum Boiler*

Water Drum Boiler adalah ruangan pembakaran pada ketel uap yang berfungsi sebagai tempat membakar bahan bakar, yang selanjutnya panas dari hasil pembakaran tersebut digunakan sebagai media pemanas air didalam pipa.

b. *Steam drum*

Steam Drum adalah salah satu komponen pada *boiler* pipa air yang berfungsi sebagai *reservoir* campuran air dan uap air, dan juga berfungsi untuk memisahkan uap air dengan air pada proses pembentukan uap *superheater*.

c. *Furnace*

Furnace atau juga sering disebut dengan tungku pembakaran adalah

sebuah perangkat yang digunakan untuk pemanasan. Nama itu berasal dari bahasa latin *Fornax, oven*. Kadang-kadang orang juga menyebutnya dengan kiln. (Roy L.Harrington:1971:542).

d. *Burner*

Burner adalah suatu alat sistem instalasi penyemprot atau pengabut bahan bakar yang masuk kedalam ruang dapur pembakaran.

e. *Selenoid valve*

Solenoid valve adalah katup yang bekerja dengan magnet listrik, katup ini digunakan untuk pengaturan pembukaan dan penutupan aliran bahan bakar kedalam ruang pembakaran.

f. Pengaturan udara

Dimaksudkan untuk mengatur jumlah udara yang masuk kedalam ruang pembakaran sehingga banyaknya sesuai dengan banyaknya bahan bakar yang masuk ke dalam ruang pembakaran,pemasukan bahan bakar ini di dilakukan oleh *blower* yang di gerakkan oleh motor listrik.

g. Elektroda pembakaran

Alat ini berfungsi untuk menimbulkan api dari arus listik yang berfungsi sebagai pemantik pada awal pembakaran pada ruang pembakaran ketel.

h. *Heater*

Heater berfungsi sebagai pemanas bahan bakar sebelum memasuki ruang pembakaran. Maksud dari pemanasan bahan bakar ialah:

Dengan suhu yang tinggi minyak dapat dengan mudah di pompakan sampai ke pembakar dan oleh karena viskositas yang sudah rendah maka pengabutan minyak akan berjalan dengan mudah dan bisa segera di bakar.

Temperatur bahan bakar dapat diatur sehingga bahan bakar dapat mencapai viskositas atau kekentalan yang diinginkan sebelum masuk ke pengabut, temperatur biasanya 70-110 ^{o}C.

i. *Stabilizer*

Alat ini sebagai pengatur udara dan menstabilkan udara yang masuk kedalam ruang bakar.

j. *Nozzle*

Alat ini berfungsi untuk menyemprotkan atau mengabutkan zat cair kesuatu ruangan, dengan cara tekanan yang masuk dimampatkan sehingga tekanan tersebut menjadi tinggi dan dikeluarkan melalui lubang yang sempit.

k. *Boiler fan*

Alat ini digunakan untuk membantu pembakaran didalam ruang pembakaran. Udara akan bercampur dengan bahan bakar yang telah dikabutkan oleh pengabut, aliran udara yang dihasilkan oleh *draft fan* diatur oleh damper, maka akan terciptanya pembakaran yang baik dengan pencampuran udara yang cukup dengan bahan bakar yang telah dikabutkan.

l. *Flame eye*

Alat berfungsi sebagai sensor yang digunakan untuk membaca adanya bentuk api pada proses pembakaran di dalam suatu ruangan, dengan cara menerima cahaya ke sensor tersebut.

n. *Oil Filter*

Adalah suatu alat yang digunakan untuk menyaring sisa-sisa kotoran, lumpur yang masih tersisa pada suatu zat cair, khususnya bahan bakar yang akan digunakan.

9. Alat pengaman

Adapun alat pengaman pada ketel meliputi:

a. Katub pengaman (*safety valve*).

Berfungsi untuk mengamankan ketel dari kelebihan tekanan dari tekanan maksimum yang telah ditentukan, katub pengaman ini pada satu ketel dipasang lebih dari satu. Dalam aturannya dinyatakan pula bahwa suatu ketel uap sekurang-kurangnya dilengkapi dengan 2 katub pengaman. Katub pengaman ini dipasang dibagian atas dari drum ketel (*upper drum*), dan pada *super heater header* juga dipasang 1 buah.

b. Alat-alat Penduga

Alat –alat ini dibutuhkan untuk selalu mengontrol kedudukan air yang tepat. Biasanya dipasang 2 (dua) alat penduga dan kalau ini sukar dibaca, tambah lagi diterapkannya gelas-gelas penduga jarak jauh.

c. Manometer

Manometer ini berfungsi untuk mengetahui / mengukur tekanan uap dari drum ataupun pada *super heater header*, berupa sebuah tanda garis memberikan tekanan yang diizinkan. Gerakan dari jarum pada umumnya didapat dengan bantuan sebuah kuadran dengan gigi-gigi, yang dikoppel pada pipa Bourdon.

d. Kran penguras (*blow down valve*)

Berfungsi untuk membuang air beserta endapan-endapan yang terjadi pada dasar drum ketel, atau digunakan untuk mengosongkan air pada saat ketel akan *overhoul*.

e. Katub induk (*Main steam valve*)

Katub induk ini berfungsi untuk mengatur bukaan pada saat uap dari ketel akan dialirkan ke *steam distributor header*.

f. Peluit bahaya (*alarm*)

Alat ini berfungsi untuk memberi peringatan terjadinya gangguan pada saat ketel uap beroperasi.

Berikut ini adalah macam-macam alarm yang ada di ketel uap:

1) *Low water level alarm.*

   Adalah signal pemberitahuan bahwa permukaan air ketel rendah dan dapat di lihat pada gelas penduga yang terletak di badan ketel.

2) *High water level alarm.*

   Adalah signal pemberitahuan bahwa permukaan air ketel tinggi atau penuh yang terdapat di dalam ketel.dapat di lihat pada gelas penduga yang terletak di badan ketel.

3) *Flame failure* atau *no ignition.*

   Adalah signal pemberitahuan bahwa terjadinya kegagalan pembakaran dalam ketel.

4) *Air servo error.*

Adalah signal pemberitahuan bahwa ketel mengalami masalah pada penyuplaian angin pada saat pembakaran.

5) *Boiler high temperature*

Adalah signal pemberitahuan bahwa ketel uap mengalami suhu gas buang yang sangat tinggi.

6) *Boiler low temperature*

Adalah signal pemberitahuan bahwa ketel uap mengalami suhu gas buang yang rendah.

g. Lubang lalu orang (*Manhole*).

Lubang lalu orang ini berfungsi untuk keluar masuknya orang pada saat ketel mengalami perbaikan, pembersihan dan pemeriksaan.

h. Pelat Cap (*Name plate*).

Setiap ketel harus mempunyai plat cap sesi empat dengan ukuran 80 x 140 mm. Pada plat cap tersebut harus tertera dengan jelas:

a) Nama pabrik pembuat ketel
b) Tahun pembuatannya
c) Tekanan kerja yang diijinkan
d) Seri nomor
e) Negara tempat pabrik pembuat ketel

i. Katub Pengisi Ketel.

Katub ini berfungsi untuk mengatur level air di dalam ketel

B. KERANGKA PEMIKIRAN

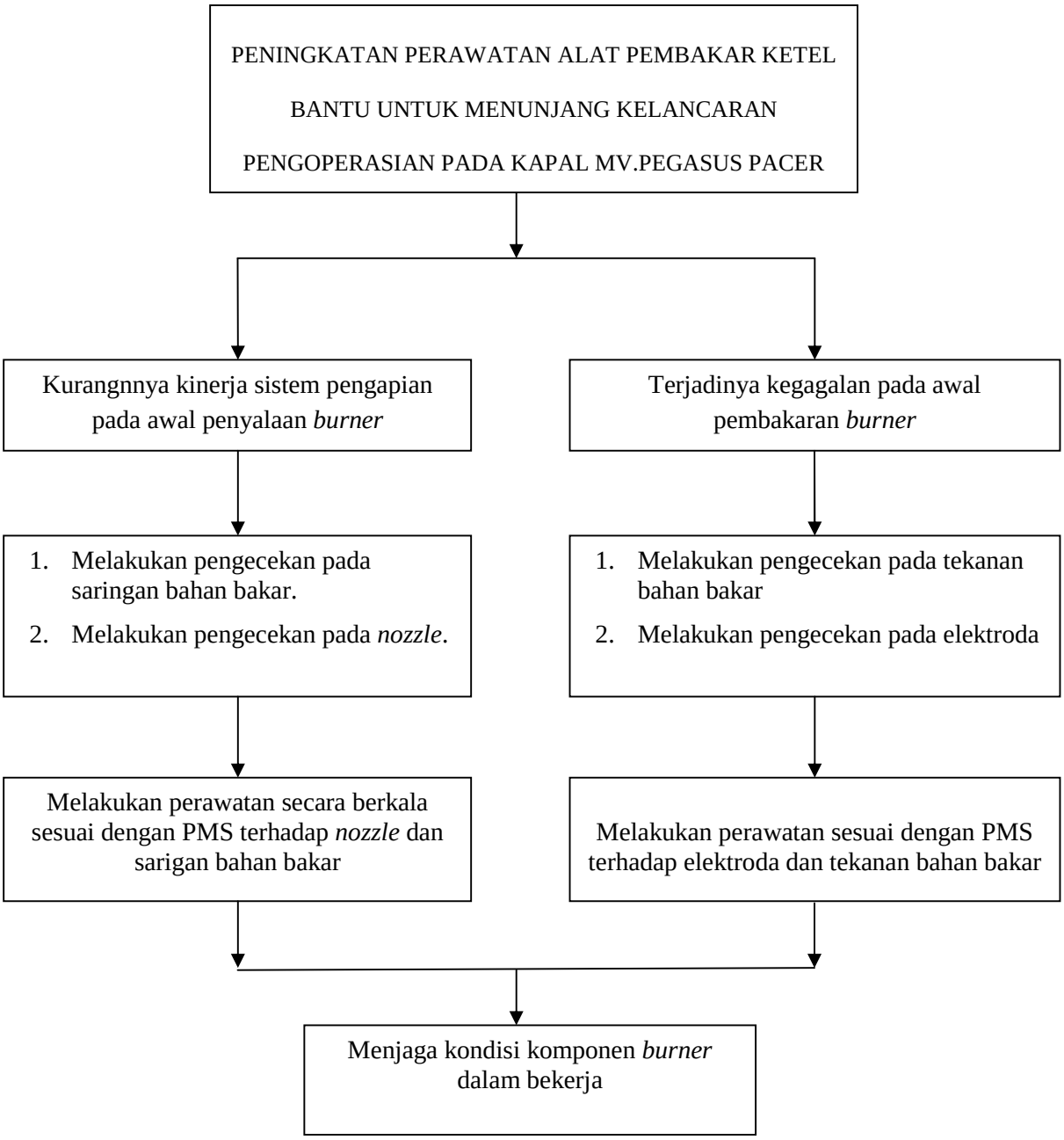
Kerangka pemikiran ini merupakan suatu pola pemikiran untuk menganalisa masalah yang sedang dibahas guna mempermudah dalam pembahasan skripsi ini, yang disusun secara berurutan untuk memecahkan masalah secara terperinci.

Perawatan terhadap sistem pembakaran sangat diperlukan guna menjaga proses pengapian yang ada pada ketel uap. Apabila perawatan tersebut tidak dilaksanakan dengan baik maka akan menimbulkan masalah yang serius seperti pembakaran balik pada sistem yang dapat membahayakan awak kapal yang akan mengganggu

kelancaran pengoperasian kapal. Maka berdasarkan hal tersebut kita sebagai operator bertanggung jawab atas kelancaran pengoperasian ketel uap diatas kapal, harus merawat dan memelihara ketel uap dengan baik. Kita harus memperhatikan media pemanas *burner* yang merupakan alat untuk menyebabkan timbulnya api untuk media pemanas air ketel. Media pemanas mempengaruhi perubahan air menjadi uap didalam ketel uap, *burner* mempunyai peran penting dalam hal ini, pada kapal saat penulis melakukan praktek laut *burner* selalu dibersihkan untuk mendapatkan pembakaran yang sempurna, hal ini juga dibantu karena adanya *force draft fan* yang mensuplai udara sehingga pembakaran menjadi lebih baik, hal ini dibuktikan oleh asap sisa pembakaran yang keluar dari cerobong asap pada saat kapal sandar cenderung bersih dan tidak kehitaman.

Pada penulisan skripsi ini penulis ingin mencoba memaparkan perawatan yang benar pada *burner*, pemaparan perawatan yang benar tersebut diperoleh dari:

1. Buku-buku referensi dan buku-buku yang terdapat di perpustakaan maupun dari pembelajaran dengan dosen pembimbing.
2. Pengalaman yang didapat oleh penulis selama menjalani praktek kerja laut diatas kapal MV. PEGASUS PACER.
3. Masukan dari masinis-masinis yang berada diatas kapal. Upaya peningkatan kinerja *burner* guna menunjang proses pengapian pada *boiler* diatas kapal MV. PEGASUS PACER.



Bagan 2.2 Kerangka pemikiran penelitian

BAB III

METODE PENELITIAN

Dalam suatu penyusunan skripsi dibutuhkan pengamatan-pengamatan sehingga mampu mendapatkan suatu data yang akurat agar tujuan penulisan dapat tercapai. Pemecahan untuk pengamatan selama penulis melaksanakan praktek kerja nyata diatas kapal MV. PEGASUS PACER, yang kemudian disusun dalam bentuk skripsi yang berdasarkan pula suatu masalah. Karena tanpa adanya masalah tidak akan timbul suatu penelitian. Adapun metode pengumpulan data yang digunakan antara lain:

A. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada saat penulis melaksanakan Praktek Kerja Nyata diatas kapal MV. PEGASUS PACER, pelaksanaan praktek tersebut dilakukan terhitung dari tanggal 25 Agustus 2017 sampai 29 Agustus 2018 tepatnya selama 1 tahun 4 hari.

Penelitian dilakukan pada saat penulis melakukan Praktek Kerja Nyata diatas kapal MV. PEGASUS PACER. Waktu penelitian dilakukan sepenuhnya terhadap masalah yang timbul atau semua hal-hal yang menyebabkan kurang optimalnya kinerja dari pada *burner* pada ketel uap yang terdapat di kapal MV. PEGASUS PACER. Pada saat itu ketel uap beroperasi untuk menghasilkan uap (*steam*) yang dimanfaatkan untuk memanaskan bahan bakar HFO (*Heavy Fuel Oil*), tiba-tiba *burner* beberapakali mengalami *trip* yang mengakibatkan proses pengapian pada ketel uap jadi terganggu.

Tempat penelitian dilakukan diatas kapal MV. PEGASUS PACER dengan data-data kapal sebagai berikut:

Tabel 3.1 Data kapal

a.	Nama perusahaan	:	DONG YOUNG Co., Ltd
b.	Nama Kapal	:	MV PEGASUS PACER
c.	Jenis kapal	:	FULL CONTAINER
d.	Kebangsaan	:	KOREA
e.	Panggilan	:	D.S.Q.G.4
f.	Imo no	:	9283150
g.	Terdaftar	:	JEJU
h.	Mesin utama	:	SSANGYOUNG MAN B&W 8S 35MC
i.	Kecepatan	:	16.60 KNOTS
j.	Area navigasi	:	OCEAN GOING
k.	Pembangun	:	DAESUN SHIPBUILDING CO., LTD
l.	Dibuat di	:	YEONGDOGU, BUSAN CITY, R O K

B. METODE PENDEKATAN DAN TEKNIK PENGUMPULAN DATA

1. Metode Pendekatan:

Metode yang digunakan oleh penulis dalam penyusunan skripsi ini adalah metode deskriptif kualitatif. Metode deskriptif kualitatif adalah teknik analisis yang dipergunakan untuk memaparkan dan menggambarkan kejadian atau peristiwa yang terjadi di atas kapal sesuai kondisi saat itu yang timbul yang berkaitan dengan *burner*. Dengan teknik analisis ini diharapkan skripsi ini dapat menghasilkan pemecahan masalah terhadap permasalahan yang dibahas dalam skripsi ini.

Dibawah ini merupakan beberapa konsep yang digunakan untuk melakukan penelitian antara lain :

a. Studi kasus

Penelitian yang dilakukan oleh penulis selama bekerja diatas kapal mengenai masalah yang terjadi dalam studi kasus ini akan menyebutkan mengenai masalah-masalah yang terjadi pada saat kapal dalam pelayaran.

1. Kurangnya perawatan *burner boiler* di atas kapal MV.PEGASUS PACER.

2. Kurangnya pengetahuan dalam perawatan *burner boiler* di atas kapal MV. PEGASUS PACER.

b. Problem Solving

Dari beberapa masalah di atas terjadi sesuai dengan penelitian yang selama ini bekerja di atas kapal bahwa disetiap masalah pasti ada penyebab akibat yang akan terjadi. Oleh karena itu, untuk mencari solusi pemecahan masalah harus sesuai dengan fakta-fakta yang terjadi antara lain sebagai berikut :

1. Mengganti / membersihkan filter *fuel oil* sesuai dengan jam kerjanya.
2. Mengganti / membersihkan *nozzle tip* sesuai degan jam kerjanya.
3. Mengganti / mengatur *ignition rod* sesuai dengan jam kerjanya.
4. Mengganti / memperbaiki *selenoid valve* sesuai dengan jam kerjanya.
5. Masinis harus membaca *manual book* tentang perawatan *boiler*.
6. Sebelum pihak perusahaan menaikkan masinis di atas kapal sebaiknya pengalaman dan pengetahuan yang dimiliki masinis tersebut harus benar-benar diuji dengan melakukan *job training* sehingga mereka tahu apa tindakan yang harus diambil bila terjadi masalah di kapal khususnya pada *boiler* untuk menunjang pengoperasian mesin di atas kapal.

c. Deskripsi Kualitatif

Deskripsi kualitatif ini berfungsi untuk memahami dalam suatu penjelasan masalah, terhadap suatu penggambaran atau deskripsi. Tentang bagaimana awal mula masalah tersebut terjadi dan penyebab apa saja sehingga permasalahan itu muncul. Dengan meneliti *boiler* di atas kapal MV. PEGASUS PACER maka diharapkan dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai hasil penelitian ini.

2. Teknik Pengumpulan Data:

Data dan informasi yang lengkap, objektif, dan dapat dipertanggung jawabkan sangat diperlukan agar dapat diolah dan disajikan menjadi gambaran dan pandangan yang benar-benar objektif adanya. Didalam mengolah data empiris diperlukan teori yang diperlukan untuk menyusun skripsi ini dapat terkumpul

dengan baik maka penulis menggunakan teknik pengumpulam data yang diantaranya adalah sebagai berikut:

a. Observasi

Observasi adalah aktivitas terhadap suatu proses atau objek dengan maksud merasakan dan kemudian memahami pengetahuan dari sebuah fenomena berdasarkan pengetahuan dan gagasan yang sudah diketahui sebelumnya, untuk mendapatkan informasi-informasi yang dibutuhkan untuk melanjutkan suatu penelitian, yang kemudian hasil pengamatan akan disimpulakan dengan sistematika yang terperinci sehingga data yang diperoleh bersifat objektif adanya. Dalam hal ini suatu pengamatan yang dilakukan selama melaksanakan praktek kerja nyata diatas kapal. Penelitian ini dilakukan terhadap masinis yang sedang melaksanakan dinas jaga yang bertanggung jawab langsung dan ditunjuk langsung oleh *management* perusahaan atas operasional ketel uap juga semua anggota kamar mesin yang sedang melaksanakan dinas jaga.

b. Wawancara

Pengumpulan data dengan melalui teknik wawancara ini dilakukan untuk memperoleh informasi secara langsung melalui tanya jawab. Kegiatan wawancara ini dilakukan terhadap para masinis dan oiler yang sedang berdinas jaga tepatnya ketika sedang dalam pengoperasian ketel uap saat kapal sedang dalam pelayaran dilaut. Adapun masalah yang sedang diungkapkan dalam wawancara tersebut adalah mengenai kondisi *burner* saat beroperasi.

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

1. Apa saja persiapan-persiapan sebelum mengoperasikan ketel uap.
2. Koordinasi yang dilakukan sebelum, maupun sesudah melakukan proses operasional ketel uap.
3. Cara mengoperasikan, perawatan dan perbaikan dalam menjaga kondisi ketel uap agar dapat beroperasi dengan optimal.

c. Studi dokumentasi

Studi dokumentasi merupakan teknik pengumpulan data yang tidak langsung ditujukan kepada subjek penelitian tetapi dengan mengkaji dan mempelajari dokumen-dokumen yang sudah tersedia. Dalam hal ini dokumen-dokumen yang sudah tersedia. Dalam hal ini dokumen-dokumen yang ada diatas kapal khususnya semua buku referensi yang mendukung semua operasional ketel uap yang sesuai dengan buku panduan pengoperasian *(instruction manual book)* dan buku dari penerbit lain yang berhubungan dan berkaitan dengan masalah yang terjadi.

Adapun dokumen yang menjadi sumber pendukung dalam proses penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. *Engine Log Book* (Buku catatan harian kegiatan dikamar mesin)
2. *Monthly report* (buku catatan bulanan yang harus dilaporkan kepada perusahaan)
3. *Instruction manual book* (Buku panduan operasional ketel uap dari pembuat)

C. SUBJEK PENELITIAN

Seorang peneliti tidak selalu perlu meneliti semua anggota dalam populasi, karena disamping memakan biaya yang besar juga memakan waktu yang lama. Dengan meneliti *boiler* di atas kapal MV. PEGASUS PACER maka diharapkan dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai hasil penelitian ini. Sesuai dengan penjelasan tesebut di atas maka subyek penelitian yang diambil adalah perawatan terhadap *burner* yang dilakukan oleh *boiler* untuk pemanas bahan bakar mesin di atas kapal. Adapun spesifikasi dari obyek penelitian adalah *boiler* GK 1628 mempunyai data sebagai berikut :

boiler	: Miura
Model No	: GK 1628
Maker	: MIURA CO.,LTD

D. TEKNIK ANALISIS DATA

Dalam skripsi ini telah disebutkan diatas bahwa dalam melakukan penelitian dan analisa dilakukan dalam waktu keadaan bekerja jadi tidak membutuhkan waktu yang khusus, hal ini dikarenakan terbatasnya waktu yang ada diatas kapal dengan melakukan aktivitas pekerjaan setiap hari yang membutuhkan keseriusan serta kedisiplinan yang sangat tinggi. Metode yang digunakan untuk menganalisis data yang ada yaitu dengan menggunakan metode deskriptif. Dalam skripsi ini penulis berusaha memaparkan kejadian dan peristiwa yang terjadi saat penulis melaksanakan praktek laut diatas kapal yang difokuskan pada *burner* dalam proses pembakaran pada ketel uap.

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. DESKRIPSI DATA

Ketel uap yang digunakan diatas kapal MV PEGASUS PACER merupakan ketel uap merek MIURA. Adapun air pengisian ketel yang digunakan untuk mengisi ketel uap adalah air yang berasal dari *fresh water tank*. Sistem kerja untuk menghasilkan uap adalah dengan memanaskan air dalam ketel uap dengan cara perpindahan panas dari pipa air ke air didalam ketel. Air akan mendidih karena perpindahan panas dari pipa air kepada air, sehingga air didalam ketel akan mendidih dan berubah menjadi uap. Pada ketel uap jenis MIURA ini mampu menahan tekanan 0,8 MPa. Pembakaran yang digunakan untuk membantu proses *heat* exchanger ini adalah dengan *burner* dan *pilot burner*, dengan bahan bakar *fuel oil* yang telah dipanaskan sebelumnya di dalam pemanas *fuel oil* sampai mencapai suhu yang diinginkan, bahan bakar kemudian di kabutkan oleh *burner* lalu di bantu oleh *force fan boiler* yang menambah suplai udara, sehingga pembakaran terjadi lebih sempurna karena teori segi tiga api (panas- bahan bakar- udara). Ketel uap ini juga menggunakan media *economizer*, yaitu upaya penghematan bahan bakar untuk merubah air menjadi uap, pada *economizer* air dipanaskan dengan media gas buang dari mesin induk yang sangat panas, sehingga perpindahan panas bisa dilakukan tanpa melalui proses pembakaran bahan bakar pada sistem yang ada diketel uap, maka pemakaian bahan bakar bisa lebih hemat. Uap yang telah dihasilkan akan digunakan untuk akomodasi sebagai media penghangat air untuk mandi, di ruang pemanasan untuk pengeringan baju sehabis pencucian, di dapur sebagai pemanas untuk memasak , serta yang paling penting adalah untuk tujuan dan kegunaan yang ada di permesinan, sehingga pengoperasian kapal lancar dan tidak terhalang oleh karena adanya fungsi mesin yang terganggu karena kurangnya pemanasan,

contohnya pemanasan air tawar untuk *jacket cooling* untuk proses start awal mesin utama, pemanasan untuk bahan bakar, khususnya pemanasan untuk *fuel oil*, serta pemanasan minyak sebelum masuk kedalam *purifier*, sehingga minyak mudah untuk dibersihkan atau dipisahkan oleh *purifier*. Dengan mengetahui sistem uap dari ketel uap akan lebih mudah dalam memahami dan menganalisa masalah yang terjadi. Adapun seorang masinis dapat menguasai dan mengetahui sistem ketel uap akan lebih memudahkan pekerjaan di atas kapal sebagai seorang perwira yang handal dan fleksibel. Kinerja ketel uap yang optimal ditentukan oleh dari cara pengoperasian, perawatan dan perbaikan ketel uap yang baik dan benar juga didukung dengan adanya komponen-komponen yang memiliki fungsi dan kerja yang baik.

Gambaran mengenai data-data ketel uap secara umum:

Tabel 4.1 Data Ketel Uap

Tipe	:	*Vertical water tube Composite Boiler*
Tahun pembuatan	:	2003
Pabrikan	:	MIURA CO., LTD.
Oil viscosity	:	380 cSt. (50^0C), FO Temp Inlet 65^0C
Tipe atomizer burner	:	*Pressure Atomizing System*
Model	:	GK-1628-800/700
Design Pressure Steam	:	0.49~0.69 MPa, max : 0.78 MPa
Fuel Oil Consumption	:	61.3 kg/h
Atomizing Pressure	:	Main :1.8 MPa , Pilot : 0.8 MPa
Fuel Oil Consumption	:	61.3 kg/h
NW. Boiler Water	:	2.760 kg

Dalam deskripsi data ini, maka diuraikannya permasalahan-permasalahan seperti yang telah dikemukakan pada bab sebelumnya dengan mencoba memberikan suatu gambaran yang jelas dan mengemukakan fakta-fakta yang ditemukan dilapangan.

1. Kurangnya kinerja sistem pengapian pada awal penyalaan *burner*.

Pada tanggal 20 Desember 2017 Masinis III dan kadet melakukan dinas jaga harian, kapal sedang melakukan pelayaran dari pelabuhan Busan (Korea) ke pelabuhan Mizushima (Jepang) tepatnya dilaut china selatan. Pada saat itu tekanan pada uap turun yang diakibatkan karena RPM mesin Induk tidak tinggi, sehingga tekanan uap yang dibutuhkan tidak tercukupi, dikarenakan panas gas dari *economizer* tidak mencukupi untuk memanaskan air dalam ketel uap. Maka Masinis III memerintahkan kadet untuk menyalakan *boiler* agar kebutuhan uap yang dibutuhkan untuk pemanas bahan bakar serta alat-alat pemanas seperti *heater* tercukupi. Saat *boiler* akan doperasikan secara otomatis, namun pada proses penyalaan api pertama alarm berbunyi bahwa api tidak dapat tercipta atau gagal menyala, lalu kadet mengubah pengoperasiannya ke manual, api juga tidak dapat tercipta dengan segera kadet melaporkan hal tersebut ke pada Masinis III. Maka Masinis III mengambil keputusan untuk melepaskan *burner*, ternyata banyak karbon yang menumpuk pada *nozzle*. Bila dibiarkan hal tersebut sangat mengganggu kelancaran dari pada pengoperasian kapal.

2. Terjadinya kegagalan pada awal pembakaran *burner*.

Pada tanggal 20 Mei 2018 kapal akan bersandar di pelabuhan Tokyo (Jepang) dan RPM kapal sudah mulai turun, sehingga uap yang dihasilkan oleh pembakaran dengan media gas buang *economizer* dari mesin induk sudah mulai turun. Maka dari itu dibutuhkannya *boiler* untuk melakukan proses pemanasan agar uap yang dihasilkan oleh *boiler* tetap terjaga tekanannya. Dan saat akan operasikan tiba-tiba *alarm flame failed*, hal tersebut menunjukkan bahwa api tidak dapat tercipta, setelah itu Masinis III melakukan pengecekan terhadap semua bagian pada sistem pengapian dan juga pada sensor tidak ditemukan masalah. Lalu menegecek secara langsung

terhadap *burner*, diidentifikasi bahwa jarak elektroda pembakar dengan ujung *nozzle* keluarnya bahan bakar tidak sesuai dengan yang ditentukan.

B. ANALISIS DATA

Dengan menyimak serta memahami sekitar kejadian permasalahan yang ada pada skripsi ini, penulis melakukan suatu pendekatan analisa untuk mencari penyebab utama dari timbulnya masalah yang menyebabkan kurang optimalnya kinerja *burner* dalam proses pengapian yang ada pada ketel uap.

1. Kurangnnya kinerja sistem pengapian pada awal penyalaan *burner*.

a. Pengecekan terhadap saringan bahan bakar.

Untuk memperlancar aliran bahan bakar pada sistem *burner* serta agar tidak terdapat kotoran pada sistem bahan bakar ketel uap maka dilakukan pengecekan terhadap sistem bahan bakar ketel uap. Sebelum masuk pompa bahan bakar terdapat alat pembersihan bahan bakar yaitu *filter* (saringan). Selanjutnya dilakukan pengecekan terhadap *filter* tersebut, dengan cara mematikan ketel uap dan mematikan pompa bahan bakar ketel uap, lalu melakukan pengecekan terhadap *filter* bahan bakar yang ada sebelum memasuki alat pembakar *burner*.



Gambar 4.1 Saringan bahan bakar

b. Pengecekan terhadap *nozzle* pengabut.

Untuk memperlancar proses pengabutan bahan bakar pada *nozzle* maka dilakukan pengecekan melalui pelepasan *burner* dari ruang bakar ketel uap. Dengan cara mematikan ketel uap melalui pemutusan arus listrik dan mematikan pompa bahan bakar ketel uap. Lalu dilakukan pelepasan *burner* dari ruang bakar ketel uap. Setelah dilakukan pelepasan *burner* dilakukan pelepasan terhadap *nozzle* yang berada pada *burner* tersebut. Ternyata teridentifikasi bahwa terjadi penumpukan karbon pada *nozzle* pengabut. Berikut adalah hasil pengecekan terhadap *nozzle* pengabut bahan bakar:



Gambar 4.2 Karbon pada *nozzle*

2. Terjadinya kegagalan pada awal pembakaran *burner*.

a. Pengecekan terhadap tekanan bahan bakar.

Dalam proses pemindahan bahan bakar dari tanki harian menuju *burner* diperlukan pesawat atau alat pemindah cairan bahan bakar yang mempunyai tekanan yang cukup tinggi yaitu pompa. Pompa ini dalam proses pemindahan cairan mempunyai tekanan cukup kuat yang sangat mempengaruhi dari suatu proses pengabutan bahan bakar pada *nozzle burner*, sehingga dapat terjadi suatu proses pembakaran yang sempurna.

Pada bagian keluaran pompa dipasang suatu alat pendeteksi yaitu *pressure indicator gauge* yang berfungsi untuk mengetahui besarnya

tekanan yang dihasilkan pompa, kemudian pengecekan dilakukan terhadap *pressure indicator gauge* apakah kondisi tekanan bahan bakar masih dalam kondisi normal. Ternyata dari hasil pengecekan didapati bahwa *pressure indicator gauge* dalam kondisi tidak normal, selanjutnya dilakukan penggantian *pressure indicator gauge* atau *manometer*. Setelah dilakukan penggantian pengaturan tekanan pompa bahan bakar minyak untuk *Heavy Fuel Oil* (HFO). Tekanan dari pompa disesuaikan dengan buku panduan dengan tekanan 1,8 MPa (18kg/cm^2). Ternyata pada tekanan terebut proses pengabutan bahan bakar cukup baik, kemudian pengecekan dilakukan pada bagian lainnya yang berhubungan dengan sistem pembakaran. Berikut merupakan pengaturan pada buku instruksi manual:

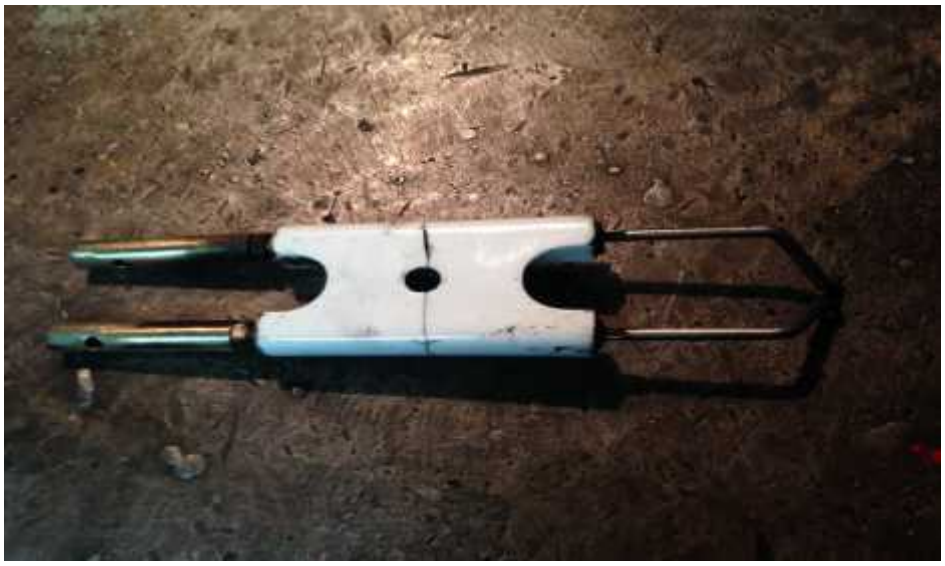
Tabel 4.2 *Pressure* sesuai *manual book*

Standard set pressure	
Diesel Oil	1.5MPa(15kg/cm²)
Heavy Oil	1.8MPa(18kg/cm²)

b. Pengecekan terhadap elektroda.

Melakukan pengecekan terhadap *burner* dan teridentifikasi bahwa ditemukan elektroda pemercik api terjadi kerusakan pada badan elektroda, yang mengakibatkan jarak elektroda tidak bisa diatur. Yang berakibat percikan api yang di timbulkan tidak mampu menghasilkan percikan api yang maksimal sesuai yang di perlukan untuk pembakaran awal, serta posisi pengaturan jarak antara *nozzle* dan elektroda yang tidak sesuai dengan buku instruksi manual, yang mengakibatkan kesulitan pada awal pembakaran. Dalam kedua faktor ini, pengaturan jarak elektroda dan jarak antara lubang *nozzel* terhadap elektroda sangat berpengaruh pada awal pembakaran. Hal ini menyebabkan seringnya kegagalan pada awal pembakaran yang terjadi berulang-ulang, sehingga masinis harus mengecek ulang pengaturan pada sistem pembakaran. Yang tentunya kegiatan ini memakan waktu dan harus menghentikan proses produksi uap dari ketel hingga proses perbaikan kondisi selesai. Proses pengaturan elektoda harus sesuai dengan buku instruksi manual, dengan

menggunakan alat ukur yang berupa sigmat dan ketentuan yang harus dipenuhi.



Gambar 4.3 Retakan pada elektroda

C. ALTERNATIF PEMECAHAN MASALAH

Dari analisis data yang ada telah diketahui beberapa permasalahan yang mengakibatkan kurang optimalnya kinerja *burner* sehingga produksi uap menurun.

Setelah mengetahui fakta-fakta yang telah diuraikan pada data, maka dapat dianalisa bahwa masalah diatas terjadi karena kurangnya perhatian terhadap perawatan sistem pembakaran pada ketel uap. Kemudian dalam bab ini akan disajikan beberapa alternatif pemecahan masalah diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Kurangnya kinerja sistem pengapian pada awal penyalaan *burner*.

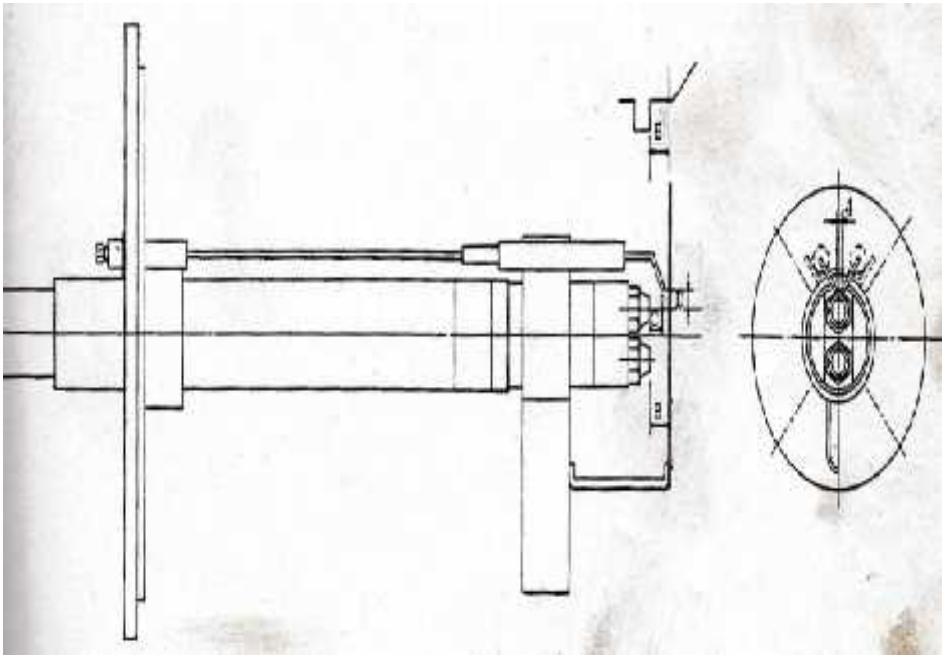
a. Kuarangnnya kualitas bahan bakar HFO yang masuk kedalam *burner*, hal tersebut karena sistem purifikasi belum dapat memurnikan bahan bakar secara baik. Maka harus sering dilakukan pengecekan dan perawatan pada *purifier* tersebut selain mengikuti sistem perawatan terencana (PMS), dan melakukan pengecekan terhadap saringan bahan bakar yang ada pada sistem bahan bakar.

b. Sebelumnya pada bab analisis data kita telah membahas bahwa ketidak sempurnaan pengabutan diakibatkan oleh adanya kotoran-kotoran bahan bakar (karbon) pada lubang-lubang *nozzle*. Untuk mengatasi hal ini dengan cepat maka dilakukan pelepasan terhadap *burner*, melakukan penggantian *burner* dengan *burner* cadangan yang sebelumnya sudah dilakukan perawatan. Sehingga proses pembakaran pada *boiler* dapat terlaksanan dengan segera, tanpa menunggu untuk melakukan perawatan *burner* yang dalam kondisi tidak baik.

2. Terjadinya kegagalan pada awal pembakaran *burner*.

a. Melakukan pengecekan tekanan bahan bakar, tekanan bahan bakar harus optimal fungsinya apabila diketahui tekanan sudah tidak sesuai pada setiap sistemnya maka harus dilakukan perawatan terhadap pompa bahan bakar tersebut terutama saringan bahan bakar yang dapat mempengaruhi pada tekanan bahan bakar.

b. Melakukan pengecekan secara berkala dan terjadwal dengan baik pada elektroda pembakar, juga perawatan sesuai PMS (*Plan Maintenance System*) harus berjalan dengan baik sesuai dengan buku instruksi manual pada gambar berikut ini:



Burner type	B	C	D	E
NCB-1	13	10	7	15
NCB-2	13	10	7	20
NCB-3	13	10	7	15
NCB-4	13	10	7	20
NCB-5	13	10	7	15
NCB-6	13	10	7	10

Gambar 4.4 Pengaturan jarak elektroda

Melakukan pengecekan pada baut pengikat dari elektroda pembakar, dan memastikan dapat menjaga posisi dari elektroda pembakar sesuai dengan jarak yang sudah ditentukan pada *manual book*. Dan lakukan pengetesan secara visual terhadap elekroda dengan cara, memposisikan *burner* tetap diluar ruang pambakaran dan mencoba dengan memindakan tombol kearah *ignition*, lalu lihat dan pastikan elektroda dapat menghasilkan percikan api. Lakukan perawatan sesuai dengan PMS dan buku petunjuk *manual book*.

D. EVALUASI PEMECAHAN MASALAH

Dengan melihat serta memahami beberapa solusi dari beberapa pemecahan masalah yang telah dikemukakan sebelumnya pada bab alternatif pemecahan masalah maka diadakannya evaluasi dengan mendapatkan jawaban dan solusi yang tepat sehingga kinerja dari sistem pembakaran bisa optimal.

Ada beberapa hal yang akan disampaikan berkaitan dengan pemecahan masalah mengenai upaya peningkatan kinerja *burner* antara lain:

1. Kurangnya kinerja sistem pengapian pada awal penyalaan *burner*.

a. Perawatan pada *nozzle* harus dilaksanakan akan tetapi perlu perhatian pada saat pelaksanaan perawatan hindari penggunaan alat keras seperti kawat baja, pisau, kertas pasir (amplas) karena penggunaan alat-alat ini dapat merusak permukaan dari komponen yang terdapat didalam *nozzle* yang dapat menimbulkan buruknya hasil penginjeksian dan berdampak

kurang baik terhadap pembakaran. Berikut ini adalah keuntungan dan kerugian terhadap *nozzle*.



Gambar 4.5 perawatan terhadap *nozzle*

b. Dengan mengganti *nozzle* dengan suku cadang yang baru merupakan langkah yang cukup efektif karena melihat kinerja dari *nozzle* tersebut pastilah tidak akan terjadi suatu permasalahan mengingat kondisinya yang masih baru serta prima sehingga pada saat berlangsungnya proses pembakaran didalam ruang bakar, maka aliran bahan bakar kedalam ruang pembakaran dapat terkendali dengan baik.



Gambar 4.6 penggantian *nozzle* yang baru

1) Keuntungan dari *nozzle*.
   a) Dalam perawatanya mudah.
   b) Tidak memakan waktu yang lama.

2) Kerugian dari *nozzle*.
   a) Suku cadang terbatas.
   b) Biaya tergolong mahal.
   c) Harus sesering mungkin melakukan pembersihan.

2. Terjadinya kegagalan pada awal pembakaran *burner*.

a. Masinis III melakukan pengecekan terhadap *burner* dan melakukan pembongkaran terhadap masing-masing komponen. Dan ternyata terdapat permasalahan terhadap elektoda yang terlalu renggang. Langkah pertama yang dilakukan adalah mengatur regangan pada *electrode rod* sesuai dengan pengukuran yang ada di buku manual, setelah jarak pengaturan dianggap sudah tepat maka selanjutnya *burner* dicoba dihidupkan tetapi belum dipasang kembali pada dapur ketel uap jadi masih diluar instalasi. Pada percobaan *start* pertama dan kedua menyala. Setelah itu *burner* dipasang kembali ke ruang dapur ketel uap. Dan dilakukan percobaan ketiga, ternyata *burner* tidak dapat menyala. Maka dilakukan pengecekan lagi, dan ditemukan bahwa kondisi bodi elektroda sudah retak atau sudah tidak layak pakai.Dengan analisa tersebut kemudian *ignition rod* diperbaiki lagi hingga bisa berfungsi kembali.

b. Mengganti elekroda dengan suku cadang yang baru merupakan langkah yang cukup efektif karena dapat dipastikan bahwa kinerja dari elekroda yang baru pasti akan berfungsi dengan baik, sehingga proses pembakaran bahan bakar pada ruang bakar akan berjalan dengan baik.
   Setelah dilakukan penggantian elekroda yang baru tidak ditemukan lagi permasalahan terhadap nyala *boiler*.

E. PEMECAHAN MASALAH

Berdasarkan alternatif pemecahan masalah yang telah dikemukakan diatas, akhirnya penulis mengambil beberapa pemecahan masalah yang paling efektif dalam mencegah dan mengatasi semua permasalahan yang ada pada *boiler* sehingga akan meningkatkan kinerja dan menjaga kondisinya.

1. Kurangnya kinerja sistem pengapian pada awal penyalaan *burner*.

Melakukan perawatan secara berkala sesuai dengan PMS yang berlaku, juga melakukan pembersihan sesuai dengan proses pada buku petunjuk *manual book*. Selain itu perlu disiapkan *nozzle* cadangan agar saat terjadi kegagalan pada proses awal penyalaan dapat segera dilakukan penggantian *nozzle*, agar proses pembakaran pada ruang bakar *boiler* tidak lama terhenti dan dapat langsung terlaksana. Pengecekan terhadap kualitas bahan bakar melalui saringan bahan bakar yang berfungsi untuk menyaring kotoran-kotoran yang berasal dari bahan bakar, agar proses pengabutan pada *nozzle* tidak terganggu.

2. Terjadinya kegagalan pada awal pembakaran *burner*.

Melakukan penggantian elektroda dengan suku cadang asli yang baru merupakan pemecahan yang baik, agar proses pembakaran awal tidak terganggu karena penyebab elektroda yang lama sudah tidak layak pakai dan melakukan perawatan *burner* sesuai dengan PMS yang berlaku. Melakukan pengecekan secara berkala dan terjadwal pada elektroda tersebut, dan melaksanakan perawatan sesuai dengan PMS yang berlaku dan tentu pelaksanaannya harus sesuai dengan buku petunjuk *manual book*.

Kedua pemecahan masalah diatas tidak menjamin penuh atas masalah yang ada untuk proses pengapian pada *boiler*, akan tetapi dapat menjaga kondisi komponen *burner* dalam bekerja. Dampak dari pemecahan masalah diatas akan meningkatkan kemampuan kinerja *burner* untuk menunjang proses pengapian pada *boiler*.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Setelah penulis menguraikan beberapa hal yang berkaitan dengan peningkatan kinerja *burner* pada ketel uap yang dianggap oleh penulis sebagai hal yang sangat perlu diperhatikan diatas kapal, khususnya pada kapal tempat penulis melakukan praktek kerja laut ataupun pada kapal-kapal lain yang memiliki kesamaan sistem pembakaran pada ketel uap bantunya, selanjutnya diambil kesimpulan yang nantinya diharapkan dapat menjadi masukan yang bermanfaat diatas kapal pada masa yang akan datang.

Apabila terjadi suatu kejadian-kejadian yang sama seperti hal-hal yang penulis alami ketika melakukan praktek kerja laut, maka dapat diambil tindakan-tindakan untuk mengatasi masalah-masalah tersebut dengan cepat. Pembaca dapat menjalankan tindakan pencegahan terhadap kejadian yang serupa dikemudian hari, sehingga tujuan dari kelancaran serta keefisiensian pengoperasian kapal dapat berjalan dengan baik. Berdasarkan uraian dan bahasan pada bab-bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Kurangnya kinerja sistem pengapian pada awal penyalaan *burner* disebabkan oleh adanya kotoran-kotoran bahan bakar (karbon) pada lubang-lubang *nozzle,* maka dari itu perlu dilaksanakan pembersihan sesuai dengan prosedur pada buku petunjuk *manual book,* serta perlu dipersiapkan *nozzle* cadangan agar saat terjadi kegagalan pada proses awal penyalaan dapat segera dilakukan penggantian *nozzle*, agar proses pembakaran pada ruang bakar *boiler* tidak lama terhenti dan dapat langsung terlaksana.

2. Terjadinya kegagalan pada awal pembakaran *burner* disebabkan oleh elektroda pemercik api terjadi kerusakan pada badan elektroda, yang mengakibatkan jarak elektroda tidak bisa diatur. Maka dari itu perlu dilakukan penggantian elektroda dengan suku cadang yang baru, karena dapat dipastikan kinerja dari elektroda yang baru pasti akan berfungsi dengan baik, sehingga proses pembakaran bahan bakar pada ruang bakar dapat berjalan dengan baik.

B. SARAN

Untuk meningkatkan kinerja dari pada *burner* diperlukan suatu pengawasan yang teratur pada perawatannya, penyediaan suku cadang yang baik akan membantu kelancaran perawatan.

Perawatan dan pemeriksaan secara rutin dan berkala pada ketel uap perlu dilaksanakan dengan disiplin kerja yang sesuai agar nantinya mendapatkan hasil yang diinginkan. Untuk itu perlu dilakukan tindakan perawatan lanjutan agar permasalahan tidak semakin bertambah luas pengaruhnya terhadap kerusakan ketel uap dan pesawat pendukungnya. Selanjutnya penulis mencoba untuk memberikan saran-saran tersebut adalah sebagai berikut:

1. Sebaiknya di dalam perawatan *burner* harus selalu tepat waktu sesuai buku petunjuk *manual book* serta mengikuti PMS (*Plan Maintenance System*). Melaksanakan metode perawatan yang tepat, sesuai dengan buku petunjuk *manual book* dari pabrikan tersebut, yang harus dilakukan secara terencanan dan selalu dicatat agar dapat diketahui kondisi dari *burner* sehingga dapat menjaga proses pengapian pada *boiler* di kapal.

2. Seharusnya dalam melakukan pergantian *spare part* yang sudah melewati masa pakai selalu menggunakan *spare part* yang *original* (suku cadang asli) sesuai dengan buku petunjuk *manual book* dan di dalam perawatan sesuai petunjuk PMS (*Plan Maintenance System*). Setiap penggunaan suku cadang harus dicatat jam kerjanya, agar dapat diketahui kondisi.

DAFTAR PUSTAKA

Chaniago, Ali Bakri. 1986:1. *Ketel Uap Untuk STRATA A.* PT. TRIASKO MADRA.

DJOKOSETYARDJO,IR.MJ. 1993:3. *Ketel Uap*.

Harrington, Roy L. 1971:107. *Published by the societ of naval architec and marine engineers 601 Pavonia Avenue*. New *jersey* city , N. J. 073061992.

NSOS. 1983. *Manajemen Perawatan Dan Perbaikan.*

ROMZANA, HR. 2000:3. *Ketel Uap dan Evaporator*.

Veen, T.Van Der. 1977. *Tehnik Ketel Uap*.

http://artikel-teknologi.com/prinsip-kerja-boiler/

DAFTAR ISTILAH

Boiler : yaitu bejana bertekanan dengan bentuk dan ukuran yang didesain untuk menghasilkan uap panas atau *steam*. *Steam* dengan tekanan tertentu kemudian digunakan untuk mengalirkan panas ke suatu proses.

Burner *:* yaitu alat pembakar, untuk mengabutkan bahan bakar dan mencampurnya dengan udara kemudian membakar bahan bakar tersebut.

Fan Boiler *:* yaitu alat untuk mensuplai udara bertekanan untuk dicampur dengan bahan bakar agar bisa dilakukan pembakaran.

Economizer *:* yaitu untuk memanaskan air pengisi *boiler* dengan memanfatkan panas dari gas sisa pembakaran di dalam *boiler*.

Damper Motor: yaitu pengatur aliran udara yang dibutuhkan didalam ruang bakar *boiler* agar pembakaran dapat terjadi dengan sempurna.

Noozle : yaitu komponen pada *burner* yang berfungsi untuk mengabutkan bahan bakar di dalam ruang bakar *boiler* agar terjadi pembakaran yang sempurna.

Miss Fire : yaitu suatu keadaan dimana alarm berbunyi saat *boiler* mati mendadak disertai ledakan kecil.

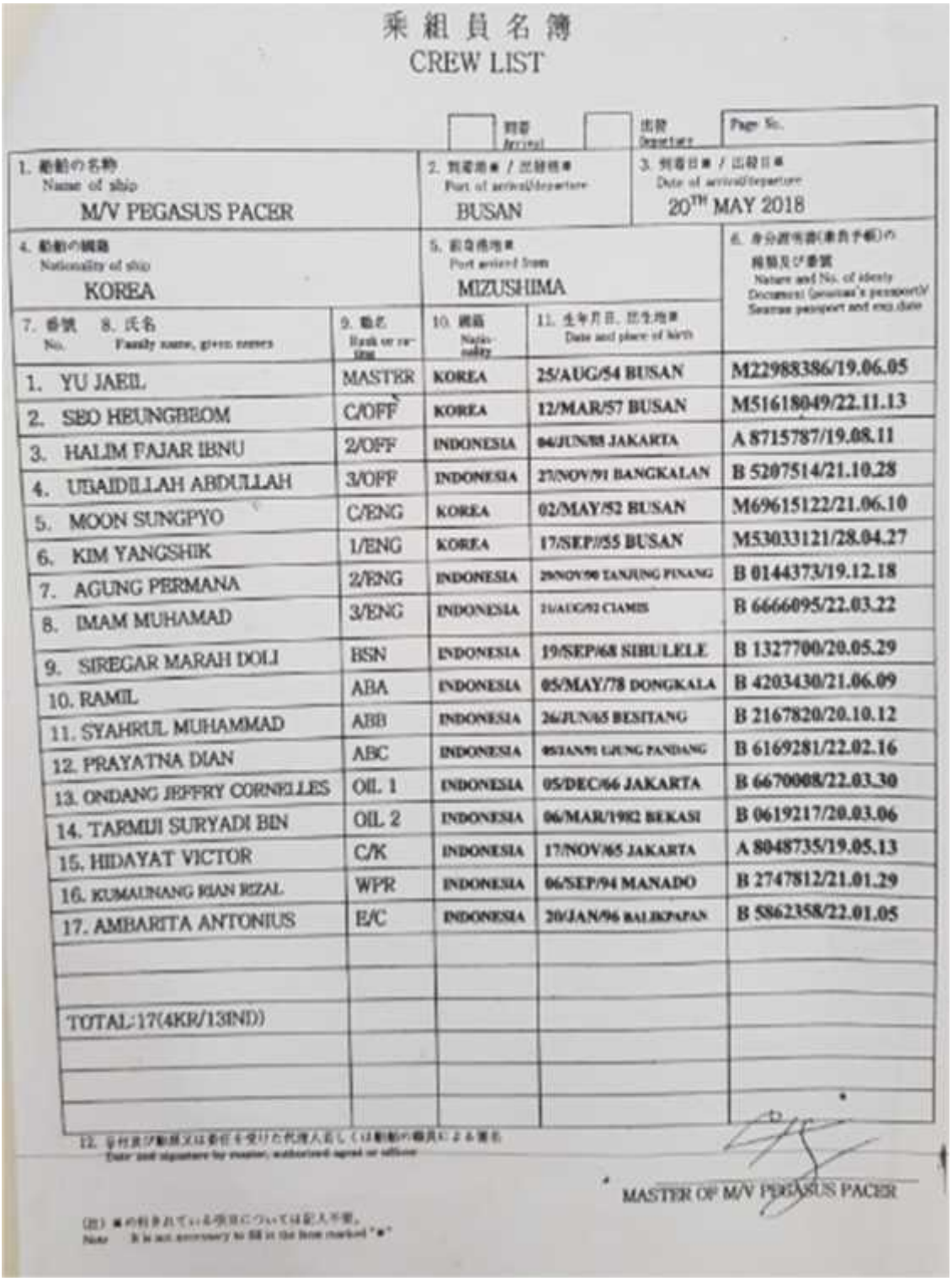
Post Purge : yaitu suatu proses pembilasan didalam ruang bakar menggunakan udara yang ditekan melalui *fan boiler*.

Impeller : yaitu alat yang berfungsi untuk menangkap udara dan akan di tekan ke ruang bakar dengan tekanan tinggi.

LAMPIRAN

SHIP'S PRINCIPAL PARTICULAR				
1	Ship's Name	M/V PEGASUS PACER		
2	Nationality	KOREA		
3	Port of Registry	JEJU		
4	Signal Letters	D.S.Q.G.4		
5	Official Numbers	JJR-081904 IMO No. 9283150		
6	Ship's Owner	DONG YOUNG Co., Ltd		
7	Ower's Address	17th FLOOR, JANGGYO-DONG, JUNG-GU, SEOUL. REPUBLIC OF KOREA 100 - 760		
8	Operator	DONGYOUNG		
9	Classification	K. R.		
10	Navigation Area	OCEAN GOING		
11	Tonnage	7,406 G/T 3,571 N/T DW : 9,618.27		
12	Speed	Trial : 18.05 Knots Service : 16.60 Knots		
13	Description of Ship	Full Container		
14	Mane Engine	TYPE :SSANGYOUNG MAN B&W 8S 35MC MK7 MCR 8080PS x 173RPM BOW THRUST : 690KW x 1760 RPM, 940 HP		
15	LOA	127.47 M		
16	LBP	119.40 M		
17	Breath	20.00 M		
18	Depth	10.70 M	Height	39.0 M
19	Builder	DAESUN SHIPBUILDING CO., LTD		
20	Where Built	YEONGDOGU, BUSAN CITY, R O K		
21	Number of Crew	17 Persons		
22	Draft	Summer : 7.614 M Free Board : 3.11 m		

Lampiran 1.1 *Ship's Particular* MV. PEGASUS PACER



乗組員名簿
CREW LIST

入着 Arrival ☐ 出発 Departure ☐ Page No.

1. 船舶の名称 Name of ship	2. 到着港 / 出発港 Port of arrival/departure	3. 到着日時 / 出発日時 Date of arrival/departure
M/V PEGASUS PACER	BUSAN	20TH MAY 2018

4. 船舶の国籍 Nationality of ship	5. 前寄港地 Port sailed from	6. 身分証明書(乗員手帳)の種類及び番号 Nature and No. of identity Document (seaman's passport)/ Seaman passport and exp.date
KOREA	MIZUSHIMA	

7. 番号 No.	8. 氏名 Family name, given names	9. 船名 Rank or rating	10. 国籍 Nationality	11. 生年月日、出生地 Date and place of birth	
1.	YU JAEIL	MASTER	KOREA	25/AUG/54 BUSAN	M22988386/19.06.05
2.	SEO HEUNGBEOM	C/OFF	KOREA	12/MAR/57 BUSAN	M51618049/22.11.13
3.	HALIM FAJAR IBNU	2/OFF	INDONESIA	04/JUN/88 JAKARTA	A 8715787/19.08.11
4.	UBAIDILLAH ABDULLAH	3/OFF	INDONESIA	27/NOV/91 BANGKALAN	B 5207514/21.10.28
5.	MOON SUNGPYO	C/ENG	KOREA	02/MAY/52 BUSAN	M69615122/21.06.10
6.	KIM YANGSHIK	1/ENG	KOREA	17/SEP//55 BUSAN	M53033121/28.04.27
7.	AGUNG PERMANA	2/ENG	INDONESIA	29/NOV/90 TANJUNG PINANG	B 0144373/19.12.18
8.	IMAM MUHAMAD	3/ENG	INDONESIA	31/AUG/92 CIAMIS	B 6666095/22.03.22
9.	SIREGAR MARAH DOLI	BSN	INDONESIA	19/SEP/68 SIBULELE	B 1327700/20.05.29
10.	RAMIL	ABA	INDONESIA	05/MAY/78 DONGKALA	B 4203430/21.06.09
11.	SYAHRUL MUHAMMAD	ABB	INDONESIA	26/JUN/65 BESITANG	B 2167820/20.10.12
12.	PRAYATNA DIAN	ABC	INDONESIA	05/JAN/91 UJUNG PANDANG	B 6169281/22.02.16
13.	ONDANG JEFFRY CORNELLES	OIL 1	INDONESIA	05/DEC/66 JAKARTA	B 6670008/22.03.30
14.	TARMUJI SURYADI BIN	OIL 2	INDONESIA	06/MAR/1982 BEKASI	B 0619217/20.03.06
15.	HIDAYAT VICTOR	C/K	INDONESIA	17/NOV/65 JAKARTA	A 8048735/19.05.13
16.	KUMAUNANG RIAN RIZAL	WPR	INDONESIA	06/SEP/94 MANADO	B 2747812/21.01.29
17.	AMBARITA ANTONIUS	E/C	INDONESIA	20/JAN/96 BALIKPAPAN	B 5862358/22.01.05
	TOTAL:17(4KR/13IND)				

12. 署名者(船長又は委任を受けた代理人若しくは船舶の職員)による署名
Date and signature by master, authorized agent or officer

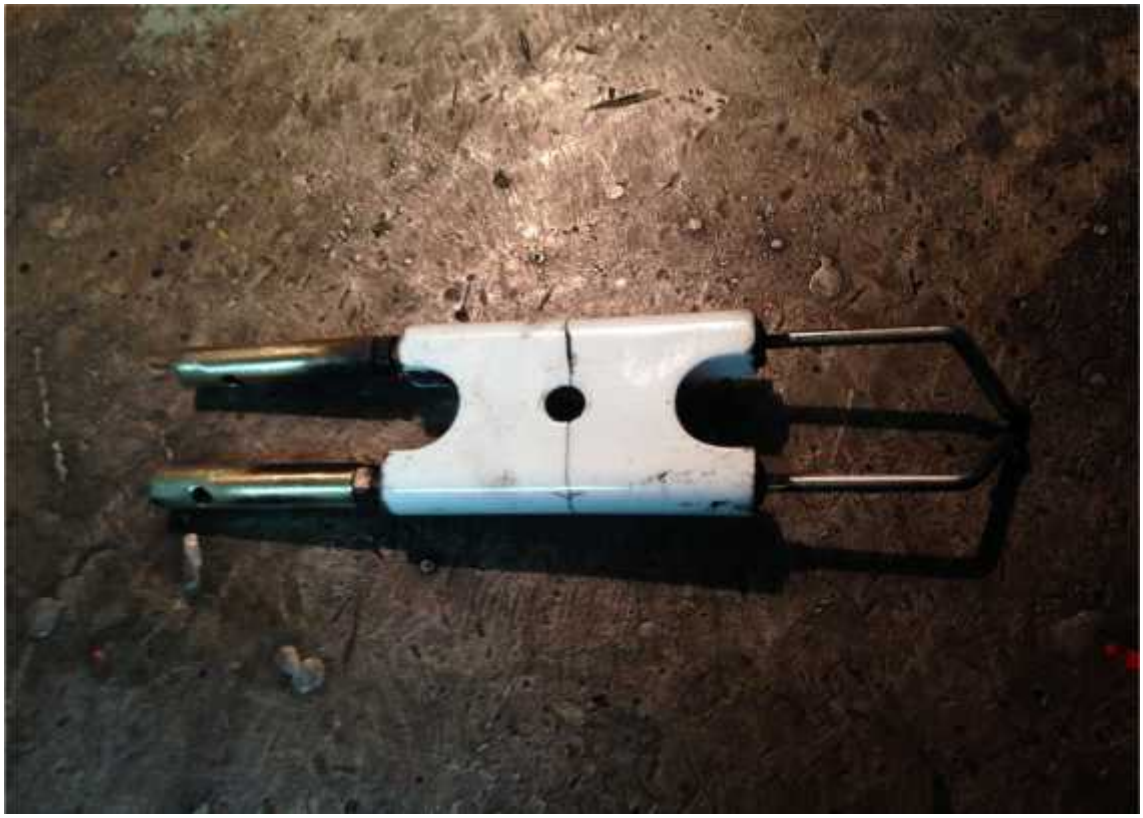
MASTER OF M/V PEGASUS PACER

(注) ●の付されている項目については記入不要。
Note It is not necessary to fill in the item marked "●"

Lampiran 1.2 *Crew List* MV. PEGASUS PACER



Lampiran 1.3 *Nozzle* dan elektroda kotor



Lampiran 1.4 Kerusakan pada elektroda



Lampiran 1.5 Pemasangan *nozzle* dan elektroda



Lampiran 1.6 Pemasangan elektroda rod



Lampiran 1.7 Pengetesan pengabutan *nozzle*

Specification of Boiler

Boiler Body

Model : GK-1628-800/700

Type : Vertical water tube Composite Boiler

Quantity : 1 set / 1 ship

Class : KR

Design Pressure : 0.78 MPa

Normal Pressure : 0.49 ~ 0.69 MPa

Exhaust Gas Side

Heating Surface Area : 89.8 m^2

Main Engine : 8S35MC 8080 PS/KW 173rpm

	100%	90%	
Gas Capacity	50,400	46,600	Kg/h
Gas Temperature (Boiler Inlet)	256	256	
Actual Evaporator (FW 60^0C, Pressure 0.59MPa)	830	700	Kg/h
Loss of Gas Head (in Calculation)	<1.68 (171mmAq)	<1.49 (152mmAq)	

Oil Burning Side

Heating Surface Area	: 19.7 m^2
Actual Evaporation (FW 60^0C, Pressure 6kgf/cm^2)	: 800 kg/h
Fuel Oil Consumption	: 61.3 kg/h
Lower Calorific Value	: 41,023 kJ/kg
Normal Weight of Boiler Water	: 2,760 kg
Boiler Weight (Dry)	: 7,430 kg
Boiler Casing Color	: Silver (other M 2.5G 7/2)
Electric Source	: AC440V 60Hz
Total Electric Capacity	: 10.5 (15.6) kW
Max. Allowable Loss	: 0.147 (15mmAq) kPa
Exhaust Gas Capacity	: 1035 Nm^3/h
Gas. Temp (High Alarm)	: 450^0C

Burner

Quantitiy	: 1 set / 1 boiler
Model	: CS-06-3
Type	: Forced Draft Type Pressure Atomizing Burner

	Main	Pilot
Atomizing Pressure	1.8	0.8 :MPa
Fuel Oil	(C Heavy Oil) 380cst Maximum (at 50^0) FO Pump Inlet Temp to be 65^0 C	(Diesel Oil) 4.5cst Maximum (at 50^0C)

Fan : Turbo Fan

Capacity : 15 m^3/ min

Head : 2.06 (210mmAq) kPa

Motor :1.5 (2.8A) kW
2 Pole
3,450 rpm

	Main	Pilot
Ignition System	Pilot Burner System	High Voltage Spark System

Flame Detector : Flame Eye System

FO Pump Unit

Quantitiy : 1 set / 1 boiler

FO Pump : Trochoidal Type

	Main	Pilot	
Capacity	136 (at 1.8 MPa)	40 (at 0.8 MPa)	: Ltr/h
Motor	0.4 (0.86A)	0.09 (2A)	: kW
	2	2	: Pole
	3,500	3,200	: rpm

FO Heater : Automatic Electric Heater

Electric Capacity : 5 (6.6 A) kW

Adjustable Range : 0 ~ 200 ^{0}C

FO Strainer : Auto Strainer

Control Device

Quantity : 1 set / 1 boiler

Control Box : Full Automatic High-Low Control

Pressure Controller (For Steam) : Bellow Type

Operation Range : 0.1 ~ 1.0 MPa

Differential : 0.1 ~ 0.3 MPa

Water Level Control : Electric – Rod Type

BOILER RECORD

No.	DRUMS PRESSURE	FO PRESS / TEMP	FILLING CASCADE
1.	6.5 kg/cm^2	20 kg/cm^2/ 115^{0}C	Auto
2.	6.6kg/cm^2	19 kg/cm^2/ 117^{0}C	Auto
3.	6.4 kg/cm^2	18 kg/cm^2/ 115^{0}C	Auto
4.	6.4kg/cm^2	19 kg/cm^2/ 113^{0}C	Auto
5.	6.0 kg/cm^2	17 kg/cm^2 / 110^{0}C	Auto
6.	6.1 kg/cm^2	18 kg/cm^2 / 113^{0}C	Auto
7.	5.9 kg/cm^2	20 kg/cm^2 / 119^{0}C	Auto
8.	4.8 kg/cm^2	19 kg/cm^2 / 121^{0}C	Auto
9.	5.4 kg/cm^2	19 kg/cm^2 / 120^{0}C	Auto
10.	5.8 kg/cm^2	18 kg/cm^2 / 117^{0}C	Auto
11.	6.0 kg/cm^2	19 kg/cm^2 / 119^{0}C	Auto
12.	6.2 kg/cm^2	19 kg/cm^2 / 118^{0}C	Auto
13.	6.4 kg/cm^2	20 kg/cm^2 / 120^{0}C	Auto
14.	6.4 kg/cm^2	18 kg/cm^2 / 122^{0}C	Auto
15.	6.5 kg/cm^2	17 kg/cm^2 / 119^{0}C	Auto
16.	6.3 kg/cm^2	18 kg/cm^2 / 120^{0}C	Auto
17.	6.4 kg/cm^2	19 kg/cm^2 / 122^{0}C	Auto
18.	6.4 kg/cm^2	18 kg/cm^2 / 121^{0}C	Auto
19.	6.5 kg/cm^2	19 kg/cm^2 / 119^{0}C	Auto
20.	6.4 kg/cm^2	18 kg/cm^2 / 122^{0}C	Auto